



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



DESIRÉE ALVES CELESTINO SANTOS

ANÁLISE DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS E DA
VULNERABILIDADE SOCIAL EM SÃO MARCOS, SALVADOR - BAHIA

Salvador-BA
2018

DESIRÉE ALVES CELESTINO SANTOS

ANÁLISE DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS E DA
VULNERABILIDADE SOCIAL EM SÃO MARCOS, SALVADOR - BAHIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia

Orientadora: Profa. Dra. Dária Maria Cardoso Nascimento

Salvador-BA

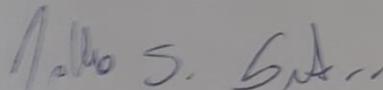
TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS E DA
VULNERABILIDADE SOCIAL EM SÃO MARCOS, SALVADOR – BAHIA

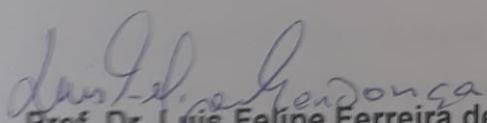
DESIREE ALVES CELESTINO SANTOS

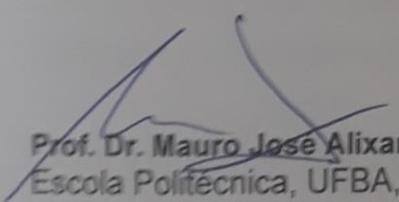
BANCA EXAMINADORA


Profa. Dra. Dária Maria Cardoso Nascimento
Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFBA, Brasil


Prof. Dr. Pablo Santana Santos
Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFBA, Brasil.


Prof. Dr. Gilberto Corso Pereira
Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFBA, Brasil.


Prof. Dr. Luis Felipe Ferreira de Mendonça
Instituto de Geociências, UFBA, Brasil


Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Júnior
Escola Politécnica, UFBA, Brasil

Aprovada em Sessão Pública de 20 de junho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Murillo e Tânia, aos meus irmãos, Lisiane, Vinícius e Eduardo, aos meus sobrinhos, Diogo e Júlia, e a minha avó, Carmen, por todo apoio, incentivo e torcida.

A Eustáquio Linhares Borges (*in memoriam*), Nildete de Souza Goes e Pedro Goes Borges, por todo apoio e incentivo.

A minha orientadora Dária Maria Cardoso Nascimento a qual nutro imenso carinho e respeito. Obrigada por ser tão amável e gentil nos momentos difíceis, e por me ensinar como descobrir qual o melhor caminho.

Sou muito grata a Engenheira de Agrimensura e Cartográfica Luciana das Dores de Jesus Silva pela sua disponibilidade, paciência e ensinamentos. Obrigada pelo apoio nos momentos difíceis. Sua ajuda foi essencial, principalmente na fase de elaboração dos mapas.

Aos professores, Gilberto Corso Pereira, Mauro José Alixandrini Júnior e Luis Felipe Ferreira de Mendonça, pela disponibilidade, ensinamentos e sugestões.

Ao professor Pablo Santana Santos pela disponibilidade, ensinamentos e apoio na fase de elaboração dos mapas.

Ao Engenheiro Civil Gilberto Campos pelos ensinamentos, sugestões e disponibilidade dos dados das ocorrências de deslizamentos de terra.

Ao professor Luis Edmundo Prado de Campos pelo apoio, disponibilidade e fornecimento dos dados geotécnicos.

A professora Erika do Carmo Cerqueira pelas palavras de incentivo e torcida.

A Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, Patrícia Chame Dias pelo incentivo, torcida e pelo fornecimento do Atlas de Vulnerabilidade Social utilizado

como referência nesta pesquisa.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Geografia da UFBA, pelos ensinamentos, e aos colegas do curso: Ricardo Kassius Prazeres, Marcelo Goulart Santos, Luiza Chuva Ferrari Leite, Rinaldo de Castilho Rossi, Jessica de Andrade Gleizer, Paula Regina de Oliveira Cordeiro, Ilo Cezar Menezes de Andrade, Roberta Neri da Silva e Luiz Felipe Moura Bastos Borges, por todos os momentos de aprendizado juntos e pela agradável convivência.

Meus agradecimentos aos colegas do Laboratório de Cartografia (LACAR/IGEO): Fábiana Antunes Zaloti, Juliet Oliveira Santana, Rodrigo Santos de Jesus, George Gonçalves Machado, Luã Carneiro dos Santos, Saulo Medrado dos Santos e Gleice Kely Purificação Oliveira, pela agradável convivência, apoio, incentivo e torcida.

A CONDER, a CODESAL, ao INMET e ao Laboratório de Geotecnia da UFBA por terem disponibilizados os dados essenciais a pesquisa.

Ao Secretário da POSGEO, Itanajara José Muniz da Silva pela disponibilidade e atenção.

À Capes pelo apoio e incentivo a pesquisa.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Os escorregamentos em encostas constituem atualmente um dos principais fenômenos causadores de desastres em Salvador. Todos os anos os escorregamentos ceifam vidas e trazem prejuízos materiais. Na tentativa de prevenir e/ou mitigar as perdas e danos supracitados, tem sido desenvolvido um número cada vez maior de estudos relacionados aos escorregamentos em áreas urbanas. Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho consiste em analisar as áreas suscetíveis a escorregamentos e a vulnerabilidade social em São Marcos, Salvador – Bahia. Para analisar as áreas suscetíveis a escorregamentos foram utilizados os seguintes parâmetros: coesão, peso específico do solo, ângulo de atrito e de declividade. Para analisar a vulnerabilidade social foram utilizados os seguintes indicadores: domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, domicílios sem serviço de coleta de lixo, densidade demográfica e pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal. Os procedimentos para a realização desta pesquisa foram estruturados nas seguintes etapas: i) levantamento bibliográfico; ii) aquisição de dados secundários; iii) análise espacial e confecção de mapas; iv) trabalho de campo; e v) análises dos resultados. As áreas que apresentam os maiores graus de suscetibilidade a escorregamentos situam-se a leste de São Marcos próximas as ruas: Lúcia, Australásia, Aurísio Fernandes, Kleusus Rocha, João Hupsel, Rosalvo Carvalho Silva, a 5^o e 6^o travessa Rosalvo Silva, a travessa Cidade Mãe, a avenida Maria Lúcia, e na área do Jardim Botânico. São nestes logradouros que estão concentrados as ocorrências de deslizamentos de terra. Os setores que apresentam os maiores graus de vulnerabilidade social situam-se nas porções norte e nordeste de São Marcos, próximos os seguintes logradouros: rua Maria Amélia, Baixa Santa Rita, 5^a e 6^o travessa Rosalvo Silva, e rua Rosalvo Carvalho Silva. Os escorregamentos em São Marcos ocorrem com maior frequência em locais periféricos próximos a rua Santa Rita e da Baixa Santa de Rita, habitados pela classe social de menor poder aquisitivo, carentes de equipamentos urbanos e serviços públicos essenciais, tais quais coleta de lixo e redes de água. Espera-se que esta pesquisa possa instrumentalizar a prefeitura municipal em suas ações de planejamento e gestão territorial e de prevenção de desastres.

Palavras-chave: Escorregamentos. Suscetibilidade. Vulnerabilidade. São Marcos – Salvador

ABSTRACT

The landslides on slopes are currently one of the main disaster-causing phenomena in the municipality of Salvador. Every year the landslides reap lives and bring material damage. In an attempt to prevent and / or mitigate the above losses and damages, an increasing number of studies has been developed related to landslides in urban areas. In this context, the general objective of this work is to analyze the areas susceptible to landslides and social vulnerability in the neighborhood of São Marcos, Salvador - Bahia. For the analysis of areas susceptible to landslides, the following parameters were used: cohesion, soil specific weight, angle of friction and slope. In order to analyze social vulnerability, the following indicators were used: households with inadequate water supply and sewage, households with no garbage collection service, population density and responsible persons with no monthly nominal income. The procedures for carrying out this research were structured in the following steps: i) bibliographic survey; ii) acquisition of secondary data; iii) spatial analysis and mapping; iv) fieldwork; and v) analysis of results. The areas with the highest degrees of susceptibility to landslides are located at east of São Marcos, near to the streets: Lúcia, Australásia, Aurísio Fernandes, Kleusus Rocha, João Hupsel, Rosalvo Carvalho Silva, to the 5th and 6th crossings Rosalvo Silva, the crosswalk Cidade Mãe, Maria Lúcia Avenue, and in the area of the Botanical Garden. It is in these places that the occurrence of landslides are concentrated. The sectors with the highest levels of social vulnerability are located in the north and northeast portions of São Marcos, near the following places: Maria Amélia Street, Baixa de Santa Rita, fifth and sixth Rosalvo Silva Street, and Rosalvo Carvalho Silva Street. The slips in São Marcos occur more frequently in peripheral areas near from Santa Rita Street and Baixa de Santa Rita, inhabited by the lower income class, lacking urban equipment and essential public services, such as garbage collection and Water. It is hoped that this research can instrumentalize the municipal government in its actions of territorial planning and management and disaster prevention.

Keywords: Landslides. Susceptibility. Vulnerability. São Marcos – Salvador

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de escorregamentos.....	24
Figura 2	Localização da área de estudo, São Marcos, Salvador – Bahia.....	30
Figura 3	Ocupação no ano de 1959 e 1976, em São Marcos, Salvador – Bahia.....	31
Figura 4	Ocupação no ano de 1980 e 1992, em São Marcos, Salvador – Bahia.....	32
Figura 5	Ocupação no ano de 2006 e 2010, em São Marcos, Salvador – Bahia.....	32
Figura 6	Comércio na rua São Marcos, Salvador - Bahia.....	33
Figura 7	Distribuição da população, por sexo, grupo de idade, São Marcos – 2010.....	34
Figura 8	Número de pessoas responsáveis, por classe de rendimento nominal mensal, São Marcos, Salvador – Bahia – 2010.....	35
Figura 9	Geologia de Salvador - Bahia	37
Figura 10	Altitude (elevação), São Marcos, Salvador – Bahia.....	39
Figura 11	Jardim Botânico de Salvador, Bahia.....	40
Figura 12	Fluxograma do roteiro metodológico.....	41
Figura 13	Distribuição espacial das amostras de solos, em Salvador – Bahia.....	45
Figura 14	Exemplo de trecho de escorregamento planar denominado “talude infinito”.....	47
Figura 15	Setores censitários em São Marcos, Salvador – Bahia.....	49
Figura 16	Número de ocorrências de deslizamentos de terra, por ano, em São Marcos - janeiro de 2009 a dezembro de 2017.....	53
Figura 17	Ocorrências de deslizamentos de terra, registradas entre janeiro de 2009 a dezembro de 2017, em São Marcos, Salvador – Bahia.....	54
Figura 18	Principais elementos da circulação atmosférica ao longo do litoral do Estado da Bahia.....	55
Figura 19	Ocorrências de escorregamentos x precipitação média mensal, São Marcos - janeiro de 2009 a dezembro de 2017.....	56

Figura 20	Declividade (porcentagem) da área de São Marcos, Salvador – Bahia.....	58
Figura 21	Distribuição espacial da coesão (material natural), São Marcos, Salvador – Bahia.....	60
Figura 22	Distribuição espacial da coesão (material inundado ou saturado), São Marcos, Salvador – Bahia.....	61
Figura 23	Distribuição espacial do ângulo de atrito (material natural), São Marcos, Salvador – Bahia.....	62
Figura 24	Distribuição espacial do ângulo de atrito (material inundado ou saturado), São Marcos, Salvador – Bahia.....	63
Figura 25	Distribuição espacial do peso específico (material natural) São Marcos, Salvador – Bahia.....	64
Figura 26	Distribuição espacial do peso específico (material inundado ou saturado) São Marcos, Salvador – Bahia.....	65
Figura 27	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material natural e profundidade da superfície de ruptura de 3 metros), São Marcos, Salvador – Bahia.....	67
Figura 28	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material natural e profundidade da superfície de ruptura de 4 metros), São Marcos, Salvador – Bahia.....	68
Figura 29	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 1 metro), São Marcos, Salvador – Bahia.....	70
Figura 30	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 2 metros), São Marcos, Salvador – Bahia.....	71
Figura 31	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 3 metros), São Marcos, Salvador – Bahia.....	72
Figura 32	Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 4 metros), São Marcos, Salvador – Bahia.....	73
Figura 33	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que vivem em domicílios com abastecimento de água inadequado, em 2010,	

	em São Marcos, Salvador - Bahia.....	76
Figura 34	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que viviam em domicílios com esgotamento sanitário inadequado, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia.....	77
Figura 35	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que viviam em domicílios sem o serviço de coleta de lixo, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia.....	79
Figura 36	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) densidade demográfica em São Marcos, Salvador – Bahia.....	81
Figura 37	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, em 2010, em São Marcos, Salvador – Bahia.....	83
Figura 38	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) em São Marcos, Salvador – Bahia.....	85
Figura 39	Áreas com elevado potencial de risco em São Marcos, Salvador – Bahia.....	86
Figura 40	Distribuição espacial da vulnerabilidade social versus cenário mais crítico da suscetibilidade a escorregamentos, São Marcos, Salvador – Bahia.....	87
Figura 41	1º ponto de observação, rua Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador - Bahia.....	88
Figura 42	2º ponto de observação, rua Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador – Bahia.....	89
Figura 43	3º ponto de observação, travessa Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador – Bahia.....	89
Figura 44	4º ponto de observação, rua Aurísio Fernandes, São Marcos, Salvador – Bahia.....	90
Figura 45	5º ponto de observação, rua Aurísio Fernandes, São Marcos, Salvador – Bahia.....	91
Figura 46	6º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia.....	91
Figura 47	7º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia.....	92
Figura 48	8º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos,	

	Salvador – Bahia.....	92
Figura 49	9º ponto de observação, rua São Marcos, São Marcos, Salvador – Bahia.....	93
Figura 50	Área das ruas Kleusus Rocha, Aurísio Fernandes, Australásia, e Lúcia, e da travessa Kleusus Rocha, e a Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia.....	94
Figura 51	Corte no talude na área da rua Santa Rita e Paracaína, e da Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia.....	96
Figura 52	Lançamento de águas servidas e plantação de bananeiras na área da rua Santa Rita e Paracaína, e da Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia.....	96
Figura 53	10º ponto de observação, avenida Maria Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparação entre as propostas de classificação de movimentos gravitacionais de massa mais utilizadas no Brasil.....	23
Quadro 2	Principais tipos de movimentos gravitacionais de massa.....	23
Quadro 3	Principais características dos tipos de escorregamentos.....	24
Quadro 4	Principais características do compartimento topográfico morfológicodo planalto dissecado de Salvador – Bahia.....	38
Quadro 5	Algumas das referências consultadas.....	42
Quadro 6	Dados secundários adquiridos.....	43
Quadro 7	Descrição dos indicadores que compõem a dimensão saneamento básico e a dimensão densidade demográfica e renda.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	População residente e número de domicílio em 2010, para o município de Salvador e o bairro São Marcos.....	34
Tabela 2	Pessoas residentes, quantidade e tipo de setor, São Marcos, Salvador – Bahia – 2010.....	36
Tabela 3	Dados climatológicos de Salvador – Bahia.....	36

Tabela 4	Classes de suscetibilidade a escorregamentos baseadas nos valores de fator de segurança.....	48
Tabela 5	Faixas do IVS.....	51
Tabela 6	Valor de referência da melhor situação e pior situação por indicador.....	52
Tabela 7	Precipitação acumulada mensal, por mês e ano, em Salvador – janeiro de 2009 a dezembro de 2017.....	56
Tabela 8	Variação do percentual das áreas suscetíveis a escorregamentos a medida que a profundidade da frente de umedecimento ou superfície de ruptura aumenta.....	66
Tabela 9	Variação do percentual das áreas suscetíveis a escorregamentos a medida que a profundidade da frente de umedecimento ou superfície de ruptura aumenta.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CODESAL	Defesa Civil de Salvador
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia
DXF	Drawing Exchange Format
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FS	Fator de Segurança
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
JBSSA	Jardim Botânico de Salvador
MDE	Modelo Digital de Elevação
ONU	Organização das Nações Unidas
SGDC	Sistema de Gestão da Defesa Civil de Salvador
SHP	Shapefile
TIN	Triangular Irregular Network
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS 84	World Geodetic System 1984

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	ESCORREGAMENTOS	22
2.2	SUSCETIBILIDADE	25
2.3	VULNERABILIDADE	27
3	CARACTERIZAÇÃO DE SÃO MARCOS	29
3.1	LOCALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO	29
3.2	GEOAMBIENTAL	33
3.2.1	Aspectos socioeconômicos	33
3.2.2	Aspectos naturais	36
4	METODOLOGIA	41
4.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	42
4.2	AQUISIÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS	42
4.3	ANÁLISE ESPACIAL E CONFECÇÃO DE MAPAS	46
4.3.1	Suscetibilidade a escorregamentos	46
4.3.2	Vulnerabilidade social	48
4.4	TRABALHO DE CAMPO	52
4.5	ANÁLISES DOS RESULTADOS	52
5	RESULTADOS	53
5.1	HISTÓRICO DAS OCORRÊNCIAS DE ESCORREGAMENTOS ...	53
5.1.1	Correlação entre chuva e escorregamentos	54
5.2	SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS	57
5.2.1	Espacialização dos parâmetros: declividade, coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo	57
5.2.2	Simulações: material natural e profundidade da superfície de ruptura de 3 e 4 metros	75
5.2.3	Simulações: material saturado e profundidade da superfície de ruptura de 1, 2, 3 e 4 metros	78
5.3	VULNERABILIDADE SOCIAL	74
5.3.1	Dimensão saneamento básico	74
5.3.1.1	Domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	74

5.3.1.2	Domicílios sem serviço de coleta de lixo	78
5.3.2	Dimensão densidade demográfica e renda	80
5.3.2.1	Densidade demográfica	80
5.3.2.2	Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	82
5.3.3	Mapa de vulnerabilidade social - síntese	84
5.4	SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS X VULNERABILIDADE SOCIAL	86
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE A – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água inadequado, por setor, São Marcos – 2010	107
	APÊNDICE B – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário inadequado, por setor, São Marcos – 2010	108
	APÊNDICE C – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem o serviço da coleta de lixo, por setor, São Marcos – 2010	109
	APÊNDICE D – População residente em domicílios particulares permanentes, área do setor, e densidade demográfica, São Marcos – 2010	110
	APÊNDICE E – Número total e percentual de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, por setor, São Marcos – 2010	111

1 INTRODUÇÃO

Os escorregamentos, um dos tipos de movimentos gravitacionais de massa têm sido objeto de estudo de pesquisadores em todo o mundo, não apenas por sua importância na evolução das formas do relevo, mas, sobretudo em função de suas implicações do ponto de vista econômico e social. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) (1993), um dos fenômenos naturais que mais causam prejuízos financeiros e mortes no mundo são os movimentos de massa. Na tentativa de prevenir e/ou mitigar as perdas e danos supracitados, tem sido desenvolvido um número cada vez maior de estudos relacionados aos movimentos de massa, como os escorregamentos, em áreas urbanas.

Os movimentos gravitacionais de massa consistem em importantes processos naturais que atuam no modelado da superfície terrestre (BIGARELLA, 2003). As ocorrências destes movimentos nas áreas urbanas estão associadas a ocupação de áreas com características desfavoráveis, a exemplo, nos terrenos íngremes, sem a adoção de técnicas apropriadas de estabilização.

No Brasil os principais fenômenos relacionados a desastres naturais são os movimentos de massa e as inundações. Embora as inundações provoquem maiores prejuízos econômicos e impactos na saúde pública, são os movimentos de massa que têm causado o maior número de vítimas fatais no país (BRASIL, 2006). Os acidentes graves relacionados com os movimentos de massa em encostas atingem de forma recorrente em torno de 150 dos 5.563 municípios brasileiros, os mais vulneráveis localizam-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Santa Catarina, Alagoas e Espírito Santo (ALHEIROS, 2008). Segundo Macedo e Akioffi (1996) os escorregamentos ocorridos no Brasil entre 1988 e 1996 causaram 835 vítimas fatais, sendo esses acidentes concentrados nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Salvador e Petrópolis.

Os escorregamentos em encostas constituem atualmente um dos principais fenômenos causadores de desastres na cidade de Salvador. Ao longo dos séculos tem-se registrado na capital baiana diversos acidentes trágicos associados aos movimentos de massa.

Durante o inverno de 1795 rolaram treze casas, de uma só vez, da Montanha (atual ladeira do Passo) em direção ao forte de São Francisco, a beira-mar; ainda durante o mesmo inverno, outras sete casas escorregaram. Mas adiante ele continua (VILHENA, 1922 apud PEIXOTO, 1968, p. 16).

No período constante na citação acima, século XVIII, as ocorrências de escorregamentos limitavam-se as áreas da escarpa da Falha de Salvador. Atualmente, verifica-se a ocorrência deste processo em diversas áreas da cidade de Salvador.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho consiste em analisar as áreas suscetíveis a escorregamentos e a vulnerabilidade social no bairro São Marcos, Salvador – Bahia. Quanto aos objetivos específicos: i) simular as áreas suscetíveis a escorregamentos; ii) espacializar os diferentes graus de vulnerabilidade social; iii) comparar e analisar as áreas onde predominam os maiores graus de suscetibilidade e de vulnerabilidade social; e iv) analisar a relação entre ocorrências de deslizamentos de terra e a chuva.

A escolha de estudar os escorregamentos deriva: i) das inquietações provenientes dos diálogos estabelecidos entre a pesquisadora e Técnicos da Defesa Civil de Salvador (CODESAL); e ii) da carência de representações espaciais referentes aos escorregamentos ocorridos na cidade de Salvador. As análises das representações espaciais das áreas suscetíveis a escorregamentos e da vulnerabilidade social em São Marcos poderá tanto nortear o trabalho de gestores públicos, quanto poderá ser utilizado por pesquisadores e acadêmicos.

A presente pesquisa visa responder principalmente as seguintes questões: como se caracteriza a configuração espacial dos diferentes graus de suscetibilidade a escorregamentos em São Marcos? Como se caracteriza a configuração espacial dos diferentes graus de vulnerabilidade social em São Marcos? Quais são as áreas em São Marcos onde predominam os maiores graus de suscetibilidade a escorregamentos associadas as áreas onde predominam os maiores graus de vulnerabilidade social?

Castro (1995, p.120) alerta que “a análise geográfica dos fenômenos requer objetivar os espaços na escala em que eles são percebidos”. Assim, recortar espacialmente significa definir áreas para melhor apreensão e compreensão do fenômeno. O recorte escolhido tem algumas justificativas. Primeiro, no documento cartográfico intitulado: Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de

massa e inundação, elaborado na escala 1:50.000, representando o município de Salvador, é possível verificar áreas em São Marcos com elevados graus de suscetibilidade a estes movimentos (BRASIL, 2014). Entretanto, vale ressaltar que as informações contidas neste documento,

não pode ser utilizado para avaliar a estabilidade dos terrenos, bem como não se destina a emprego em escala que não seja a de origem, sendo que tais usos inapropriados podem resultar em conclusões incorretas. Estudos mais detalhados em nível local são necessários, particularmente em áreas de suscetibilidade alta e média, podendo produzir limites distintos ante os apontados na carta (BRASIL, 2014, não p.).

Por fim, segundo Santos (2014) é nesta área que foi registrado, de primeiro de janeiro de 2009 a trinta e um de dezembro de 2013, o maior número de ocorrências de escorregamentos na área do centro geográfico da cidade de Salvador.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O espaço das cidades configura-se como um reflexo da estrutura social que o modela. Este tem sido produzido por interesses e realidades distintas, como comportamentos sociais, ação do mercado com suas estratégias imobiliárias e ações do Estado por meio de políticas públicas urbanas (LUCENA, 2008). De acordo com Corrêa,

[...] o espaço urbano capitalista – fragmentado, articulado, reflexo condicionante social, cheio de símbolos e campos de lutas – é um produto social, resultados de ações acumuladas através do tempo, e engrenadas por agentes que produzem e consomem o espaço (CORRÊA, 1989, p.11).

Segundo Corrêa (1989) os principais grupos sociais responsáveis pela configuração do espaço das cidades são os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. Conforme Souza e Santos (2006, p. 122) “o crescimento das cidades tem ocorrido com base na lógica de atuação desses agentes sociais, ainda que por intermédio de uma relação bastante desigual de poder”. Assim, a cidade é produto das contradições de classes e interesses diversos. Segundo Lucena (2008),

Por muitos anos a ausência do Poder Público no tocante a sua responsabilidade quanto à formulação de mecanismos voltados a garantia do direito à moradia permitiu de um lado a presença do setor imobiliário que mapeou as áreas centrais e cercou com infraestrutura urbana. Por outro, assistiu-se aos setores de baixa renda sofrerem as dificuldades de acesso a créditos que permitissem o acesso à terra urbana legal (LUCENA, 2008, p. 35).

Tal omissão permitiu que áreas dotadas de infraestrutura urbana coexistissem com imensas áreas periféricas e favelas marcadas pela precariedade ou total ausência de infraestrutura, irregularidade fundiária, adensamento de assentamentos precários em áreas, muitas vezes, inadequadas a ocupação, a exemplo das margens dos rios ou nas encostas íngremes.

De acordo com Coelho (2005, p. 39), “quando o crescimento urbano não é acompanhado por aumento e distribuição equitativa dos investimentos em infraestrutura e democratização do acesso aos serviços urbanos, as desigualdades socioespaciais são geradas ou acentuadas”. Para Ribeiro (1997) a importância dos elementos locacionais na diferenciação dos valores de uso da moradia cresce em

função da diferenciação do espaço, em termos objetivos (desigualdades quantitativas, qualitativas e locacionais do sistema de objetos imobiliários) e subjetivos (diferentes conteúdos sociais e simbólicos dos vários pontos do espaço urbano).

A utilidade da moradia enquanto unidade central de consumo não é apenas definida pelas suas características internas enquanto objeto construído. Seu valor de uso é também determinado pela sua articulação com o sistema espacial de objetos imobiliários que compõem o valor de uso complexo representado pelo espaço urbano (RIBEIRO, 1997, p. 81).

Para Abramo (2007, p. 26) “nos países latino-americanos, a produção das cidades modernas resulta do funcionamento das duas lógicas modernas (mercado e Estado), mas também de uma terceira lógica, a lógica da necessidade”.

Foi a lógica da necessidade que moveu, e continua a mover, um conjunto de ações individuais e coletivas que promoveram a produção das “cidades populares” com o seu habitual ciclo ocupação/autoconstrução/auto-urbanização e, por fim, o processo de consolidação dos assentamentos populares informais (APIs) (ABRAMO, 2007, p. 26).

As classes sociais menos favorecidas, confinadas as áreas mais suscetíveis ao desenvolvimento de processos do meio físico, como os escorregamentos, não podem enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras.

É preciso democratizar, contudo o direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações como dispõe na Lei Federal de Nº 10.257, aprovada em 2001, que trata do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001).

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) transformaram-se em um dos mais eficazes instrumentos tecnológicos de suporte para a tomada de decisões referentes à gestão do espaço, seja por meio de análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes, ou pela possibilidade da geração de banco de dados georreferenciados.

O uso das técnicas de geoprocessamento é crescente na sociedade contemporânea, tendo em vista que este denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para a obtenção, manipulação e apresentação de dados e informações geográficas (CÂMARA et. al., 2001).

2.1 ESCORREGAMENTOS

Os escorregamentos são caracterizados por movimentos rápidos, da ordem de m/h a m/s, de duração relativamente curta, com limites laterais e profundidades bem definidos, cujo o centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; IPT, 1991).

O termo escorregamentos é considerado nesta dissertação sinônimo do termo deslizamentos. É importante ressaltar que os escorregamentos constituem-se em um dos tipos de movimentos gravitacionais de massa. Deste modo, faz necessário apresentar o conceito de movimentos gravitacionais de massa e suas principais classificações. Segundo Hutchinson (1968 apud AUGUSTO FILHO, 1994) os movimentos gravitacionais de massa são definidos como movimentos induzidos pela aceleração da gravidade, com exceção daqueles em que o material é carregado diretamente por meio de transporte como água, gelo, neve ou ar, sendo, nesse caso, denominados de processos de transporte de massa.

Em razão da grande variedade de materiais e processos, os movimentos de massa podem ter diversas classificações. De acordo com Coutinho (2008) as mais modernas classificações baseiam-se na combinação dos seguintes critérios: i) cinemática do movimento (relacionada à velocidade, direção e sequencia dos descolamentos em relação ao terreno estável); e ii) tipo de material (solo, rocha, solos e rochas, detritos, depósitos, etc., estrutura, textura e percentagem de água); e iii) geometria (tamanho e forma das massas mobilizadas). Uma das classificações mais utilizadas internacionalmente, devido a sua simplicidade, é a proposta por Varnes (1978) que se baseia no tipo de movimento e no tipo de material transportado.

No Brasil destacam-se as classificações de Freire (1965), Guidicini e Nieble (1984), e a do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) (1991) (Quadro 1). Além dessas, deve ser citada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), que assim como a do IPT (1991) considera os seguintes tipos de movimentos: rastejos, escorregamentos, quedas e corridas (Quadro 2). Neste estudo foi adotada a classificação de Augusto Filho (1992).

Quadro 1 – Comparação entre as propostas de classificação de movimentos gravitacionais de massa mais utilizadas no Brasil

Freire (1965)	Guidicini e Nieble (1984)	IPT (1991)/ Augusto Filho (1992)
- Escoamentos (rastejos e corridas); - Escorregamentos (rotacionais e translacionais); - Subsidiências e desabamentos	- Escoamentos (rastejos e corridas); - Escorregamentos (rotacionais, translacionais, quedas de blocos e queda de detritos); - Subsidiências (subsidiências, recalques e desabamentos); - Forma de transição (movimentos complexos)	- Rastejos; - Escorregamentos; - Corridas de massa; - Quedas/tombamentos

Fonte: FERNANDES e AMARAL, 1996.

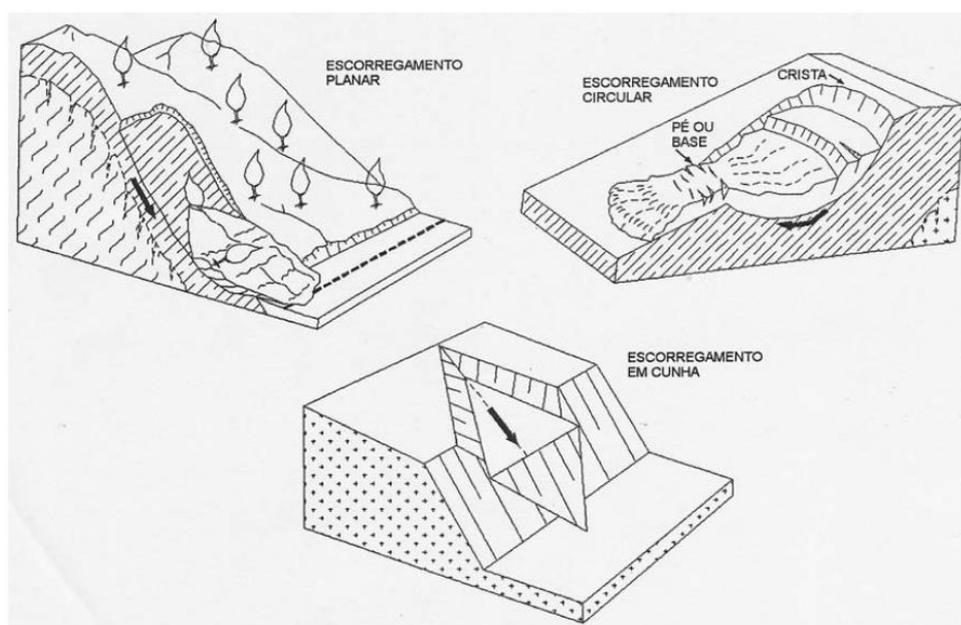
Quadro 2 – Principais tipos de movimentos gravitacionais de massa

Processos	Características do movimento/material/geometria
Rastejos (<i>creep</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • vários planos de deslocamento; • velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; ✓ movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; ✓ solo, depósitos, rocha alteradas/fraturadas.
Escorregamentos (<i>slides</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • poucos planos de deslocamento (externos); • velocidades médias (m/h) a altas (m/s); • pequenos a grandes volumes de material; • geometria e materiais variáveis: <p><u>planares</u> - solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;</p> <p><u>circulares</u> - solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;</p> <p><u>em cunha</u> - solos/rochas com dois planos de fraqueza.</p>
Quedas (<i>falls</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • sem planos de deslocamento; • queda livre ou rolamento através de plano inclinado; • velocidades muito alta (vários m/s); • material rochoso; • pequenos e médios volumes; • geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.; • rolamento de matacão e tombamento.
Corridas (<i>flows</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • muitas superfícies de deslocamento; • movimento semelhante ao de um líquido viscoso; • desenvolvimento ao longo das drenagens; • velocidade média a alta; • mobilização de solo, rochas, detritos e água; • extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: AUGUSTO FILHO, 1992.

Dentre os tipos de movimentos de massa, os mais frequentes na cidade de Salvador são os escorregamentos planares. Os escorregamentos podem ser divididos em: i) planar ou translacional; ii) circular ou rotacional; iii) e em cunha (Figura 1). As principais características dos tipos de escorregamentos podem ser verificadas a seguir (Quadro 3).

Figura 1 – Tipos de escorregamentos



Fonte: INFANTI JR. e FORNASARI FILHO (1998 apud TOMINAGA, 2007).

Quadro 3 – Principais características dos tipos de escorregamentos

Tipo	Principais características
Planar	O movimento é predominantemente acompanhado por uma translação. Estes movimentos são condicionados as discontinuidades ou planos de fraqueza existentes.
Circular	O movimento é predominantemente acompanhado por uma rotação. Ocorrem em material mais ou menos homogêneos e coesivos.
Em cunha	Estes movimentos estão associados a saprófitos e maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. São mais comuns em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

Fonte: BRASIL (2008).

Conforme Coutinho (2008) os movimentos de massa podem ocorrer devido a três grandes situações: i) aumento das tensões cisalhantes: relacionado à remoção do suporte lateral, adição de materiais no topo da encosta, explosões, forças tectônicas, etc; ii) contribuição para baixas resistências ao cisalhamento: relacionados tanto a características inerentes do material envolvido quanto à presença de fissuras, falhas e/ou descontinuidades na massa de rocha/solo; e iii) redução na resistência do material: relacionado principalmente à materiais argilosos ao sofrerem processos de intemperismo, reações físico-químicas (hidratação de argilominerais - perda de coesão), saturação.

2.2 SUSCETIBILIDADE

No âmbito das geociências aplicadas, o sentido do termo suscetibilidade pode ser abreviado como a predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico (FELL et al., 2008; JULIÃO et al., 2009; SOBREIRA; SOUZA, 2012; COUTINHO, 2013; BRESSANI; COSTA, 2013). Os estudos relacionados a este termo têm por objetivo principal, identificar a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência. Trata-se de uma abordagem apoiada no conhecimento de fatores predisponentes básicos e a análise correspondente procura contribuir na formulação de respostas ao seguinte questionamento: onde pode ocorrer?

A caracterização do grau de suscetibilidade a determinado processo do meio físico em uma área específica deve fomentar ações voltadas à redução de riscos em áreas ocupadas, especialmente nas urbanizadas.

As análises associadas a este termo, e apresentadas nesta dissertação referem-se à indicação de áreas propensas ao desenvolvimento de processos do meio físico, em face da presença de fatores predisponentes básicos em áreas ocupadas ou não.

Os agentes predisponentes correspondem ao conjunto de condições geológicas, topográficas e ambientais da área onde se desenvolve o movimento de massa. São, portanto as condições naturais dadas pelas características intrínsecas dos materiais, sem a ação do homem (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Diversos autores brasileiros desenvolveram trabalhos com o objetivo de

analisar a suscetibilidade a escorregamentos. Guimarães et al. (2003) fizeram diversas simulações para a previsão de áreas suscetíveis a ocorrências de escorregamentos nas bacias dos rios Quitite e Papagaio, vertente oeste do Maciço da Tijuca – Rio de Janeiro. Para tanto foram utilizados os seguintes parâmetros: coesão, espessura do solo, densidade do solo e ângulo de atrito. Neste trabalho o mapa de cicatrizes foi sobreposto às classes de instabilidade. Guimarães et al. (2003) verificaram que muitos dos escorregamentos se localizam em áreas potencialmente instáveis.

Ramos (2003) utilizou a modelagem matemática no estudo de áreas suscetíveis a escorregamentos rasos na área do Subúrbio Ferroviário de Salvador - Bahia. Para tanto foram utilizados os parâmetros do solo. Os resultados mostraram que as zonas suscetíveis a escorregamentos rasos na área do Subúrbio Ferroviário de Salvador podem ser definidas com maior precisão para as áreas que possuem levantamentos detalhados dos parâmetros do solo.

Pfaltzgraff (2007) avaliou a suscetibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana de Recife (RMR). O Mapa de suscetibilidade a deslizamentos da RMR foi obtido a partir do cruzamento, em ambiente digital, das seguintes informações: geologia, geomorfologia, vegetação e solos. Pfaltzgraff (2007) obteve o seguinte resultado: 49,68% da área da RMR apresenta baixa suscetibilidade a escorregamentos, 47,80% média suscetibilidade e 2,51% alta suscetibilidade.

O trabalho de Rodrigues (2013) analisou a suscetibilidade a escorregamentos no município de Nova Friburgo – Rio de Janeiro. O Mapa de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo foi obtido a partir do cruzamento, em ambiente digital, das seguintes informações: declividade, curvatura vertical e curvatura horizontal.

Dias (2006) e Silva (2016) fizeram diversas simulações para a previsão de áreas suscetíveis a escorregamentos. Silva (2016) escolheu a cidade de Salvador como área de estudo, e Dias (2006) optou por um recorte espacial menor, escolheu o bairro Engenho Velho de Brotas situado em Salvador. Dias (2006) e Silva (2016) utilizaram os seguintes parâmetros: ângulo de atrito, coesão, peso específico do solo e declividade. Dias (2006) e Silva (2016) obtiveram o seguinte resultado: a medida que a superfície de ruptura aumenta ou a medida que a frente de umedecimento atinge uma maior profundidade ocorre um aumento da quantidade de áreas suscetíveis a deslizamentos de terra.

2.3 VULNERABILIDADE

O conceito de vulnerabilidade é polissêmico e multiescalar, e pode ser aplicado em diversas áreas do conhecimento. Visando apoiar um uso mais uniforme dos termos, foi publicado pela *United Nations International Strategy for Disaster Redution* (UNISDR) em 2004 o seguinte documento: *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*. Trata-se de uma revisão que fornece definições concisas, baseadas em uma ampla consideração de diferentes fontes internacionais, a fim de criar uma terminologia comumente entendida para questões de redução de desastres. Neste documento o conceito de vulnerabilidade corresponde as condições determinadas pelos fatores ou processos físicos, sociais, econômicos, e ambientais os quais aumentam a propensão de uma comunidade ao impacto dos perigos (UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUTION, 2004).

Os estudos relacionados a vulnerabilidade intensificaram-se após a década de 70, com a Declaração de Estocolmo e os problemas ambientais verificados em diversos países. No Brasil, dentre os trabalhos relacionados a vulnerabilidade a erosão destaca-se o de Crepani et al. (1996, 2001). Estes autores (*op cit.*) desenvolveram uma metodologia para a geração de cartas de vulnerabilidade à erosão, para subsidiar o zoneamento ecológico-econômico da Amazônia, a partir do conceito de ecodinâmica, de Tricart (1977).

O conceito de vulnerabilidade social tem sido cada vez mais utilizado no Brasil e no mundo, por pesquisadores, gestores e operadores de políticas sociais, num esforço de ampliação do entendimento das situações tradicionalmente definidas como de pobreza, buscando exprimir uma perspectiva ampliada complementar àquela atrelada à questão da insuficiência de renda. Segundo Porto (2012) a vulnerabilidade social pode ser analisada sob duas perspectivas: a populacional e a institucional. A vulnerabilidade populacional corresponde a grupos sociais submetidos a determinados riscos, decorrentes de maior carga de danos ambientais que incidem em populações de baixa renda, grupos sociais discriminados, grupos étnicos tradicionais, bairros operários e populações marginalizadas em geral. Expressam-se, por exemplo, pelas desigualdades no acesso à renda, educação, moradia, à saúde. Enquanto que a vulnerabilidade institucional relaciona-se ao papel do Estado, envolve a capacidade institucional, compreendendo os recursos técnicos,

humanos e econômicos.

No Brasil, dentre os trabalhos relacionados a vulnerabilidade social destaca-se o Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (BRASIL, 2015). Este trabalho procura dar destaque a diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território brasileiro, numa perspectiva que vai além da identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários. O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) construído pelo IPEA é formado por dezesseis indicadores estruturados em três dimensões, a saber: infraestrutura urbana; ii) capital humano; e iii) renda e trabalho.

A definição de vulnerabilidade social em que esta pesquisa se ancora diz respeito, precisamente, ao acesso, à ausência ou a insuficiência de alguns ativos, como: abastecimento de água, esgotamento sanitário e serviço de coleta de lixo, constituindo-se, assim, num instrumento de identificação das falhas de oferta de serviços públicos no espaço em análise, os quais deveriam, a princípio, estar à disposição de todo cidadão, por força da ação do Estado. Também são utilizados alguns indicadores de renda, a saber: pessoas sem rendimento nominal mensal, e de densidade demográfica.

3 CARACTERIZAÇÃO DE SÃO MARCOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO

A partir de 1940, Salvador passou a expandir-se rapidamente, em decorrência de movimentos migratórios, o que provocou profundas alterações na configuração espacial da cidade. É neste momento que a área do centro geográfico de Salvador, até então caracterizado por uma ocupação eminentemente rural e por grandes latifúndios, em sua maioria de propriedade municipal e sob o regime de *enfiteuse*¹, inicia o seu processo de ocupação por vários loteamentos (BAHIA, 1985).

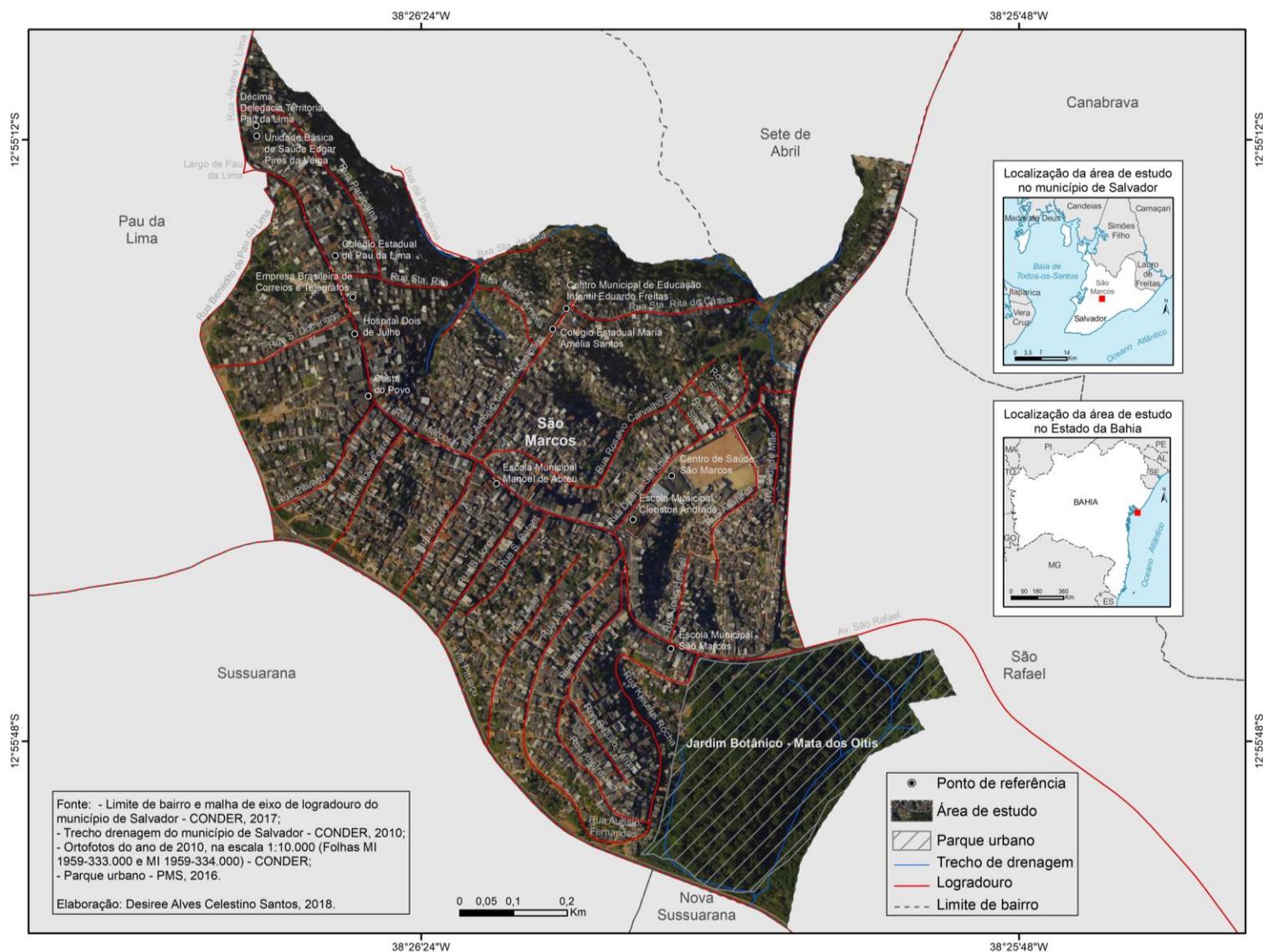
As classes sociais mais favorecidas ocuparam as cumeadas e aí se mantiveram ao longo do tempo, enquanto a população mais pobre ocupava intensa e desordenadamente os fundos dos vales e as vertentes. Esse processo experimenta uma aceleração a partir de 1940 a 1950, quando se dá um crescimento demográfico significativo, principalmente em decorrência de movimentos migratórios, e alcança o seu ápice nas décadas de 60 e 70, época em que foram implantados diversos projetos de urbanização, dentre eles a abertura das avenidas de vale, a expansão do sistema viário, e o desenvolvimento da industrialização, com a implantação da Refinaria Landolfo Alves (1956), do Centro Industrial de Aratu (1964) e do Complexo Petroquímico de Camaçari (1970) (CONDER, 2006, p. 23).

No decorrer da segunda metade do século XX foram realizadas algumas intervenções na infra-estrutura, acabando por contribuir para o processo de expansão urbana de Salvador, como: construção da Estrada Velha do Aeroporto e da Avenida Amaralina-Itapuã (SALVADOR, 2009). Com a implantação da Estrada Velha do Aeroporto ampliaram-se as possibilidades de acesso a área do centro geográfico de Salvador. Este fato foi decisivo para o desenvolvimento de novos núcleos de moradia.

A área de estudo, o bairro São Marcos possui uma área de 1,06 Km² e situa-se no centro geográfico da cidade de Salvador (Figura 2). Nesta área encontra-se a Escola Municipal Cleriston Andrade, a Escola Municipal Manoel de Abreu, a Escola Municipal São Marcos, o Colégio Estadual Maria Amélia Santos, a Unidade Básica de Saúde Edgar Pires da Veiga, o Centro de Saúde São Marcos, o Hospital Dois de Julho e o Colégio Estadual de Pau da Lima.

¹ Termo definido como “o mesmo que aforamento; direito real alienável e transmissível aos herdeiros, e que confere a alguém o pleno gozo do imóvel mediante a obrigação de não deteriorá-lo e de pagar um foro anual, em numerário ou em frutos, ao proprietário” (SALVADOR, 2009, p. 106).

Figura 2 – Localização da área de estudo, São Marcos, Salvador – Bahia



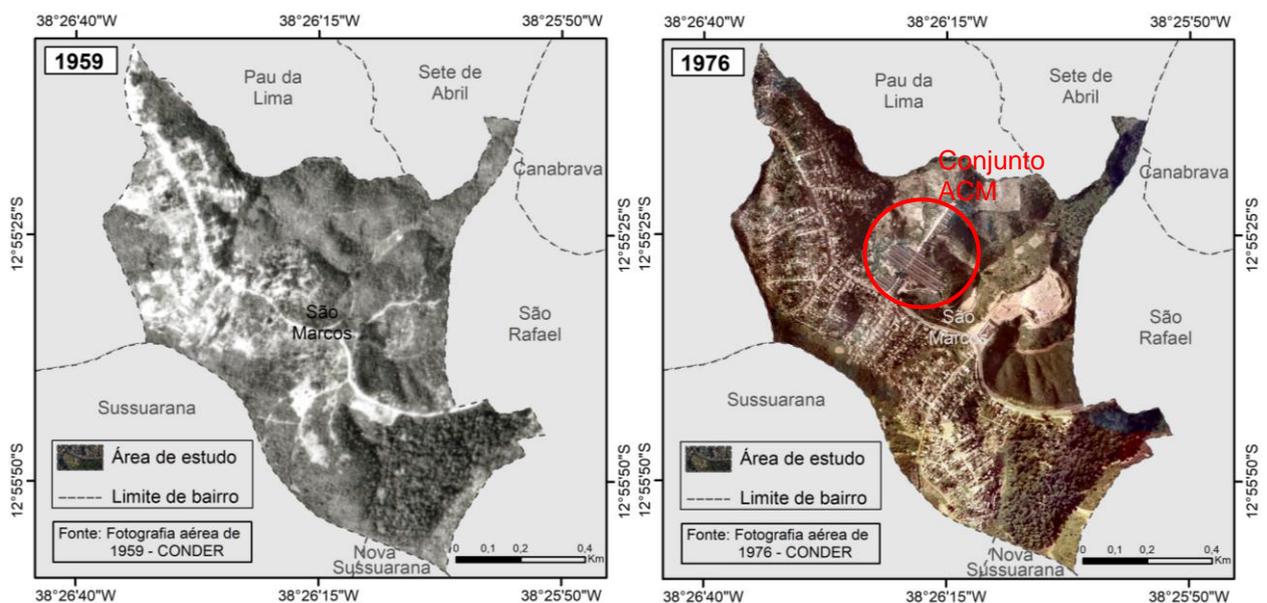
A ocupação da área, que corresponde atualmente o bairro São Marcos foi impulsionada pelo processo de expansão da cidade. A ocupação na área de São Marcos foi estimulada pelo processo de expansão de uma área adjacente, conhecida atualmente como Pau da Lima.

As primeiras ocupações se estabeleceram nos topos dos morros, e posteriormente foram ocupando as encostas e os fundos de vales. É possível verificar por meio da fotografia aérea referente ao ano de 1959 (Figura 3), que a ocupação na área em estudo evoluiu-o sentido noroeste-sudeste.

Dois elementos importantes no processo de ocupação da área do centro geográfico de Salvador, entre o período de 1960 a 1980: i) a ligação interna facilitada pela construção da Avenida Silveira Martins (1965/66); e ii) a implantação da Avenida Luiz Viana (em 1974) (também conhecida como Avenida Paralela).

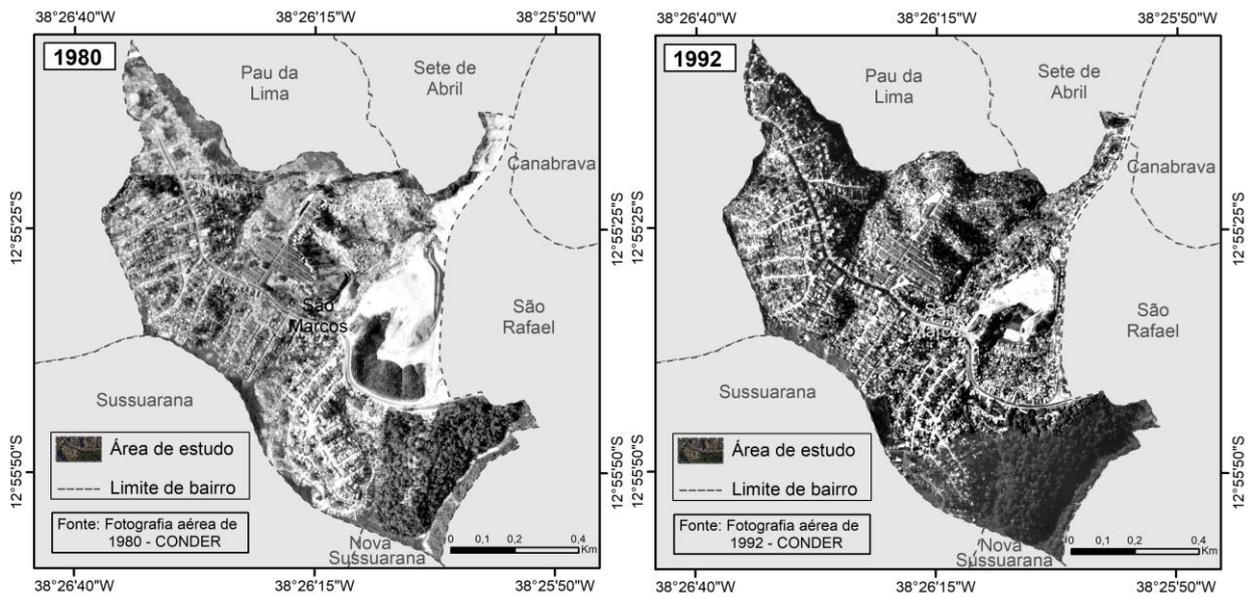
Na década de 1970, registraram-se os seguintes processos na área do bairro de São Marcos: i) surgimento de novas nucleações de ocupação (principalmente ao sul de São Marcos); e ii) construção do conjunto habitacional Antônio Carlos Magalhães (situado na área central de São Marcos) (Figura 3).

Figura 3 – Ocupação no ano de 1959 e 1976, em São Marcos, Salvador – Bahia



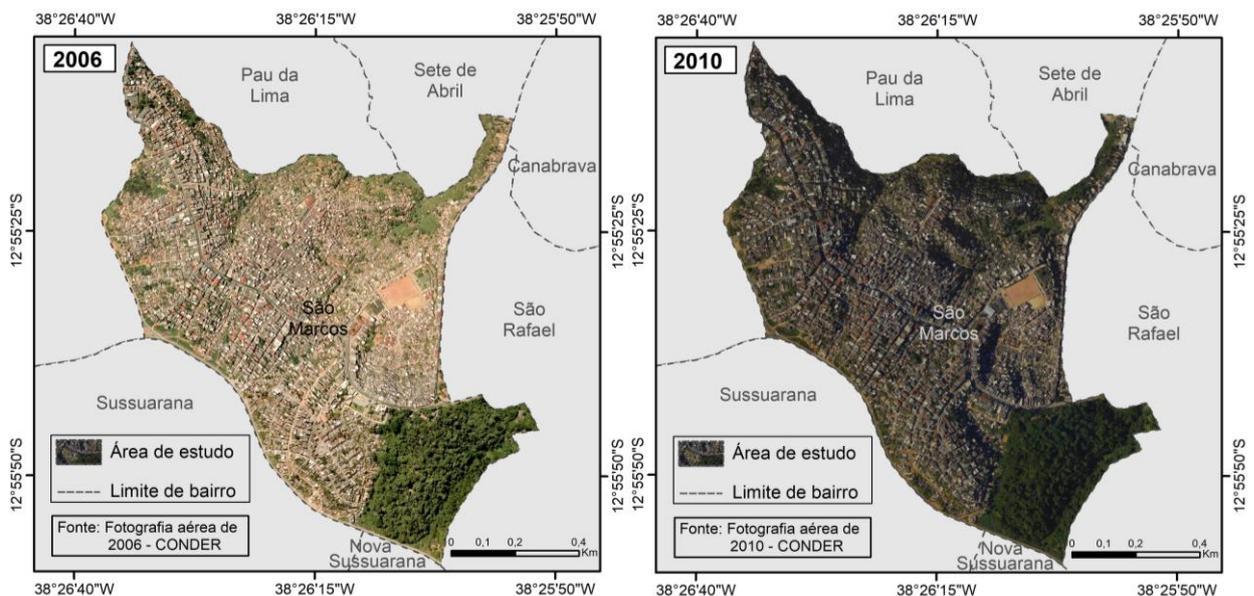
Em São Marcos, no final do século XX e o início do século XXI registraram-se os seguintes processos: i) surgimento de novas nucleações de ocupação (principalmente na porção nordeste); e ii) intensificação da ocupação de áreas adjacentes às áreas de ocupação já consolidadas (Figuras: 4 e 5).

Figura 4 – Ocupação no ano de 1980 e 1992, em São Marcos, Salvador – Bahia



Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 5 – Ocupação no ano de 2006 e 2010, em São Marcos, Salvador – Bahia



Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Com alta densidade de ocupação do solo, o bairro de São Marcos é formado principalmente, por assentamentos informais e moradias precárias autoconstruídas. O uso predominante do solo em São Marcos é o residencial. As concentrações de comércio e serviços atendem principalmente os moradores do bairro, e localizam-se na rua São Marcos. Este logradouro situa-se nos topos dos morros a 70-90 metros de altitude. Na rua São Marcos é possível encontrar desde barracas, onde se comercializam principalmente frutas e legumes até lojas de departamento como a

Marisa e Ricardo eletro, onde se comercializam roupas, móveis, eletrodomésticos, dentre outros produtos (Figura 6).

Figura 6 – Comercio na rua São Marcos, Salvador - Bahia



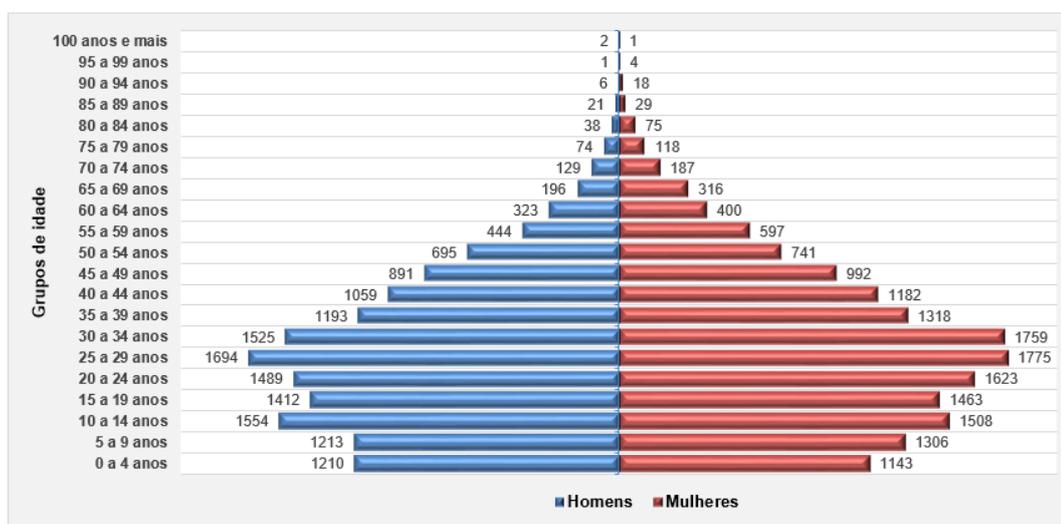
Fonte: Fotos, Desiree Santos, 2018.

3.2 GEOAMBIENTAL

3.2.1 Aspectos socioeconômicos

Conforme dados do último censo demográfico, realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na área de São Marcos moram 31.721 pessoas, destas 16.554 são mulheres e 15.167 homens, vivendo em 9.916 domicílios (IBGE, 2011a). A distribuição da população por sexo segundo grupos de idade está disposta da seguinte forma: a faixa etária dos jovens (0 a 14 anos) abrange 25%; a dos adultos (15 a 64 anos) 71%; e a dos idosos (65 e mais) 4% (Figura 7). Destaca-se o grupo de idade de 15 a 34 anos da população que representa no futuro de 30 a 40 anos o crescimento de idosos nesta área em estudo.

Figura 7 – Distribuição da população, por sexo, grupo de idade
São Marcos, Salvador – Bahia – 2010



Fonte: IBGE, 2011a.

A população residente na área de estudo representava, em 2010, 1,19% do total da população do município de Salvador (Tabela 1).

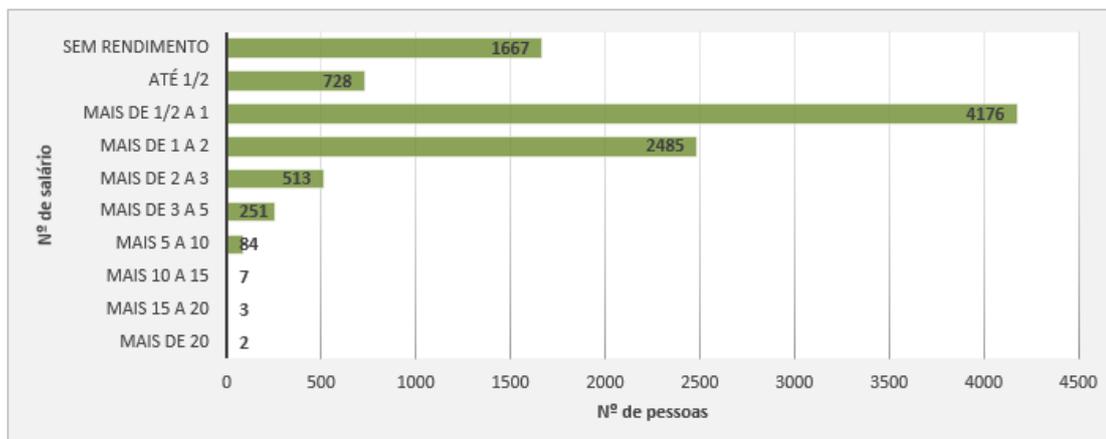
Tabela 1 – População residente e número de domicílio em 2010, para o município de Salvador e o bairro São Marcos

Município e bairro	População	Domicílio
Salvador	2.675.656	858.496
São Marcos	31.721	9.916

Fonte: IBGE, 2011a.

A maior parte dos domicílios particulares permanentes em São Marcos eram geridos por 4.176 pessoas com rendimento nominal mensal de mais de meio salário mínimo a um salário mínimo (Figura 8).

Figura 8 – Número de pessoas responsáveis, por classe de rendimento nominal mensal, São Marcos, Salvador – Bahia – 2010



Fonte: IBGE, 2011a.

A área de estudo, São Marcos, abrange um total de 40 setores censitários, destes 4 (quatro) foram identificados como setores comuns ou não especiais, e 36 (90%) foram identificados como setores especiais de aglomerados subnormais (Tabela 2). O termo aglomerado subnormal é definido pelo IBGE (2010) como

um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e/ou densa. A identificação dos aglomerados subnormais é feita com base nos seguintes critérios: a) ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há dez anos ou menos); e b) possuir pelo menos uma das seguintes características: urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou precariedade de serviços públicos essenciais, tais quais energia elétrica, coleta de lixo e redes de água e esgoto. Os aglomerados subnormais podem se enquadrar, observados os critérios de padrões de urbanização e/ou de precariedade de serviços públicos essenciais, nas seguintes categorias: invasão, loteamento irregular ou clandestino, e áreas invadidas e loteamentos irregulares e clandestinos regularizados em período recente (IBGE, 2010, p. 18).

A partir da análise dos dados da base de informação por setor censitário do censo demográfico de 2010 verificou-se que a grande maioria da população de São Marcos vive em áreas com condições habitacionais precárias, ou seja, 28.885 pessoas de um total de 31.721.

Tabela 2 – Pessoas residentes, quantidade e tipo de setor, São Marcos, Salvador – Bahia – 2010

Tipo de setor censitário	Quantidade de setor	Pessoas residentes
Total	40	31.721
Comum ou não especial	4	2.836
Especial de aglomerado subnormal	36	28.885

Fonte: IBGE, 2011a.

3.2.2 Aspectos naturais

O clima atuante, não só na área de estudo, mas em todo o município de Salvador é do tipo úmido com chuvas concentradas no período de outono-inverno. A pluviosidade anual é de 2.144 mm, com um total de 173 dias de chuva por ano. Abril, maio e junho são os meses mais chuvosos do ano em Salvador, mais de 900 mm de chuva caem durante estes três meses (Tabela 3).

A temperatura média anual em Salvador é de 25,3°C. Os meses mais quentes são os compreendidos entre novembro e abril. Com média de 2.500 horas de sol por ano, a umidade do ar é relativamente elevada, com médias entre 75% e 85%.

Tabela 3 – Dados climatológicos de Salvador – Bahia

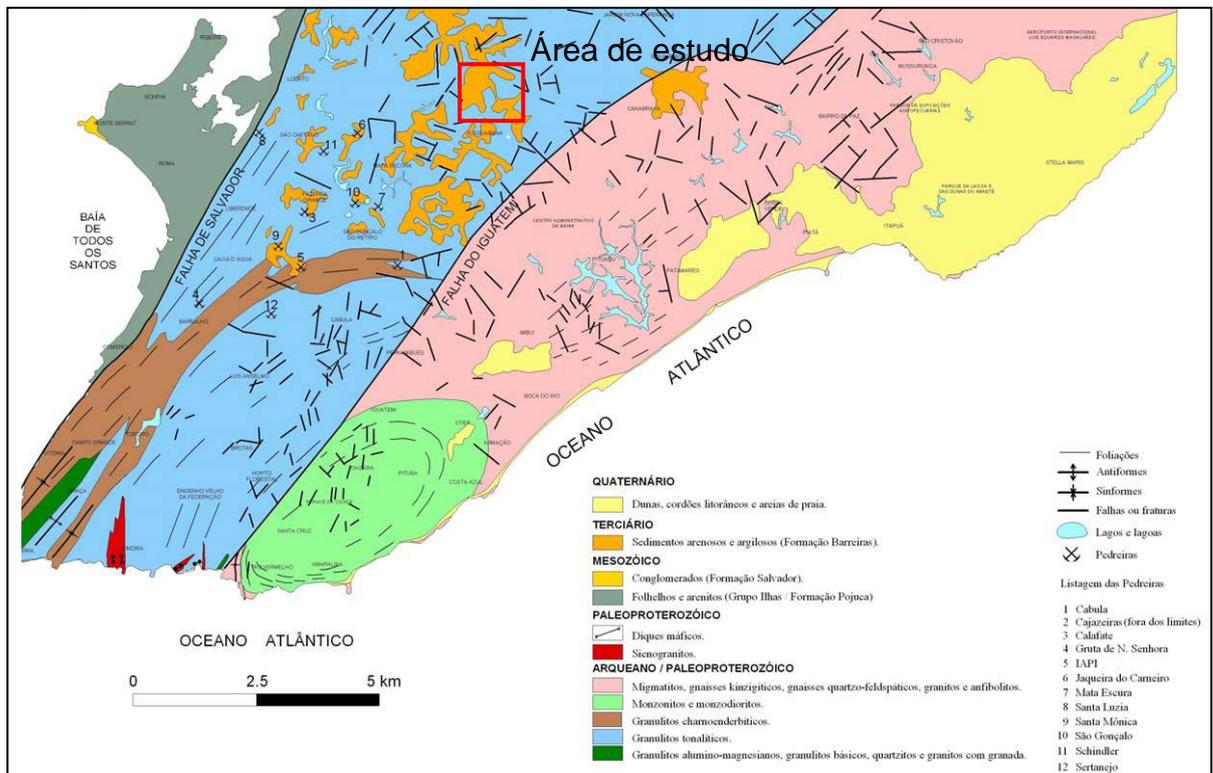
Mês	Temperatura média (°C)	Precipitação Acumulada (mm)	Dias com precipitação (≥ 1 mm)	Umidade relativa do ar (%) média compensada	Insolação total (horas)
Jan.	26,4	138	10	79,4	245,6
Fev.	26,5	142	13	79	226,4
Mar.	26,6	151,6	16	79,8	231,1
Abr.	26,2	309,7	17	82,2	189,7
Maio	25,2	359,9	20	83,1	174,3
Jun.	24,3	243,7	19	82,3	167,2
Jul.	23,7	175	20	81,5	181,2
Ago.	23,6	127,4	15	80	202,6
Set.	24,3	102	12	79,6	211,4
Out.	25,1	114,9	10	80,7	228
Nov.	25,5	137,1	11	81,5	213,6
Dez.	25,9	142,8	10	81,1	224,7
Anual	25,3	2.144	173	80,9	2.495,8

Fonte: INMET, 2018. Nota: Médias climatológicas de 1961 a 1990.

Localizado a leste da falha de Salvador (Figura 9), a área em estudo é constituída por rochas do embasamento Pré-cambriano (granulitos tonalíticos). Nas partes mais elevadas sobrepostos as rochas metamórficas do embasamento cristalino encontra-se os sedimentos terciários (sedimentos arenosos e argilosos)

representados pela Formação Barreiras.

Figura 9 – Geologia de Salvador – Bahia



Fonte: CRUZ, 2005, adaptado por Desiree Santos, em 2018.

A forma do relevo expressa o estágio de equilíbrio entre os processos naturais exógenos e os tipos de materiais expostos às transformações, sob o controle do clima. Segundo Gonçalves (1992) as feições geomorfológicas de Salvador resultaram do profundo intemperismo das rochas do embasamento cristalino, o “horst” de Salvador, entalhado por uma densa rede hidrográfica, que deu origem a um relevo movimentado, com níveis altimétricos situados entre 30 e pouco mais de 100 metros. As feições geomorfológicas da cidade de Salvador podem ser individualizadas na paisagem urbana por meio de 5 (cinco) compartimentos topográficos morfológicos principais, a saber: i) a escarpa da falha de Salvador de aspecto contínuo e direção SSW/NNE; ii) o planalto, profundamente dissecado, que corresponde ao chamado “alto de Salvador”; iii) a zona intermediária de morros entre o planalto e a planície litorânea oceânica; iv) o sistema de vales onde se instalaram as avenidas que integram o sistema viário da cidade; e v) a planície litorânea ou margem costeira atlântica nos seus dois aspectos: Orla da Baía de Todos-os-Santos e a Orla Oceânica (GONÇALVES, 1992).

A seguir (Quadro 4) são apresentadas apenas as principais características do compartimento o qual a área de estudo está inserida.

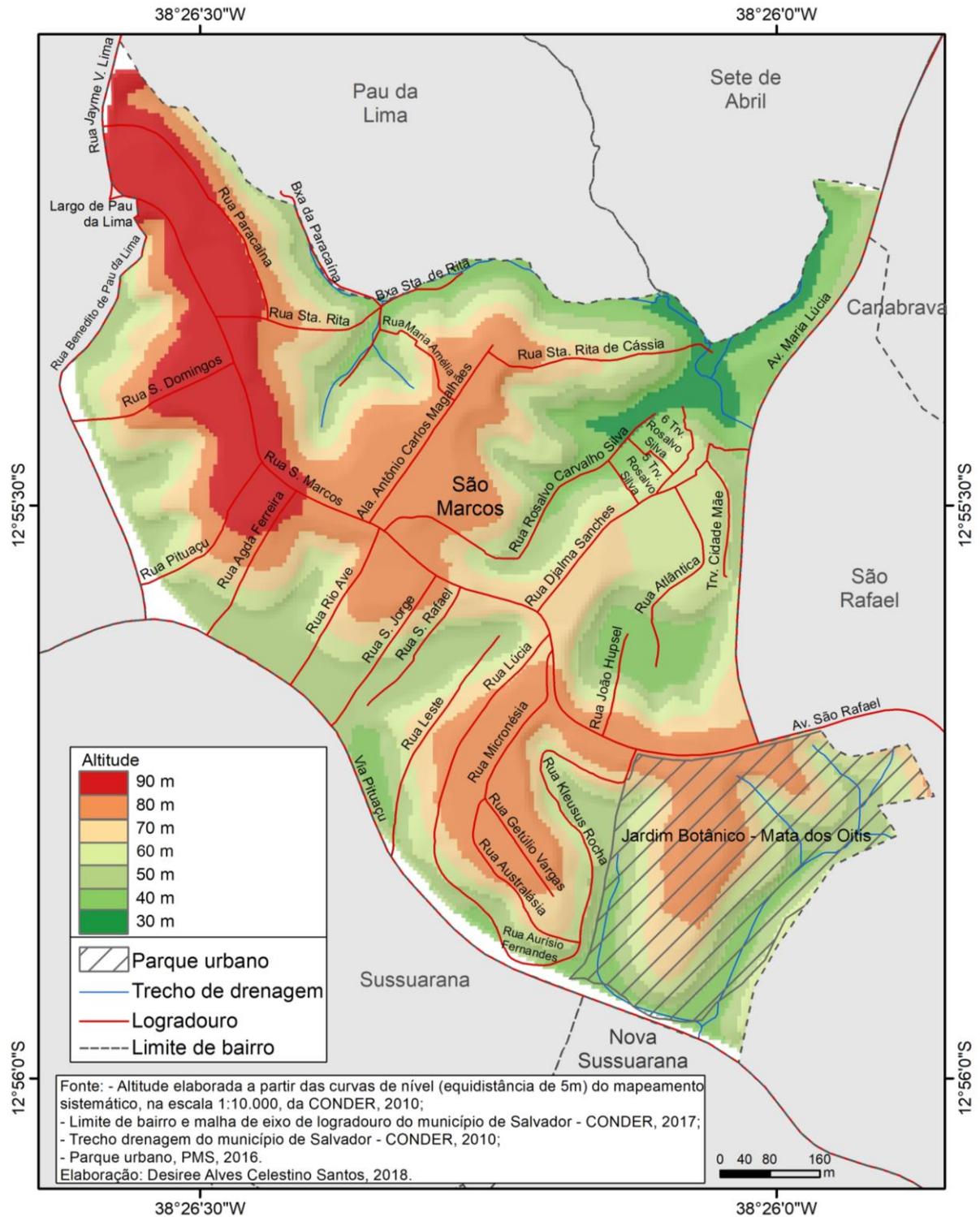
Quadro 4 – Principais características do compartimento topográfico-morfológico do planalto dissecado de Salvador - Bahia

Compartimento topográfico-morfológico	Principais características
Planalto	Representado pelas rochas do embasamento cristalino profundamente intemperizado (regolito com espessura variável em torno de 10 e 20 metros). Apresenta vertentes de inclinações que variam de 9 a 45°. Geralmente apresenta-se sob a forma de espigões, testemunhos de uma superfície pediplana retrabalhada por uma rede hidrográfica superimposta de clima úmido. Essa feição morfológica apresenta-se de forma alongada, com vertentes abruptas de topos planos entalhados por vales de fundo chato, colmatados ou vales estreitos e profundos (encaixados).

Fonte: modificado de GONÇALVES, 1992.

A área em estudo apresenta altitudes que variam de 30 a 90 metros (Figura 10). Os pontos mais elevados (90 metros) situam-se na porção a noroeste nas áreas próximas ao largo de Pau da Lima, no centro-norte nas áreas próximas a alameda Antônio Carlos Magalhães (80 metros), e na porção a sudeste nas áreas situadas no parque urbano Jardim Botânico – Mata dos Oitis e nas áreas próximas a rua Micronésia (80 metros). É possível verificar que a rua principal do bairro, São Marcos foi implantada nos topos dos morros. Os pontos que apresentam baixas altitudes (30 metros) situam-se na porção nordeste nas áreas próximas ao final das seguintes ruas: Santa Rita de Cássia e Rosalvo Carvalho Silva.

Figura 10 – Altitude (elevação), São Marcos, Salvador – Bahia



A vegetação original da península, a qual a cidade de Salvador está inserida, é a floresta ombrófila densa e formações pioneiras, com influência marinha (SEI, 2012). Contudo, a intensa ocupação registrada ao longo dos anos, influenciou significativamente no processo de supressão de vegetação nativa, restando apenas algumas áreas verdes na mancha urbana atual. Uma dessas áreas situa-se na porção sul de São Marcos. Trata-se do Jardim Botânico de Salvador (JBSSA) (Figura 11), criado em 2002 com o intuito de preservar este importante fragmento de Mata Atlântica. O JBSSA possui uma área de cerca de 17 hectares onde é possível encontrar diversas espécies vegetais nativas, como o pau-brasil, pau-ferro, pau-pombo, sucupira, ingauçu, dentre outras. Além disso, o JBSSA sedia o Herbário RADAMBRASIL (HRB) onde se abriga espécies vegetais desidratadas (exsicatas) oriundas de diversos ecossistemas do Brasil.

Figura 11 – Jardim Botânico de Salvador, Bahia

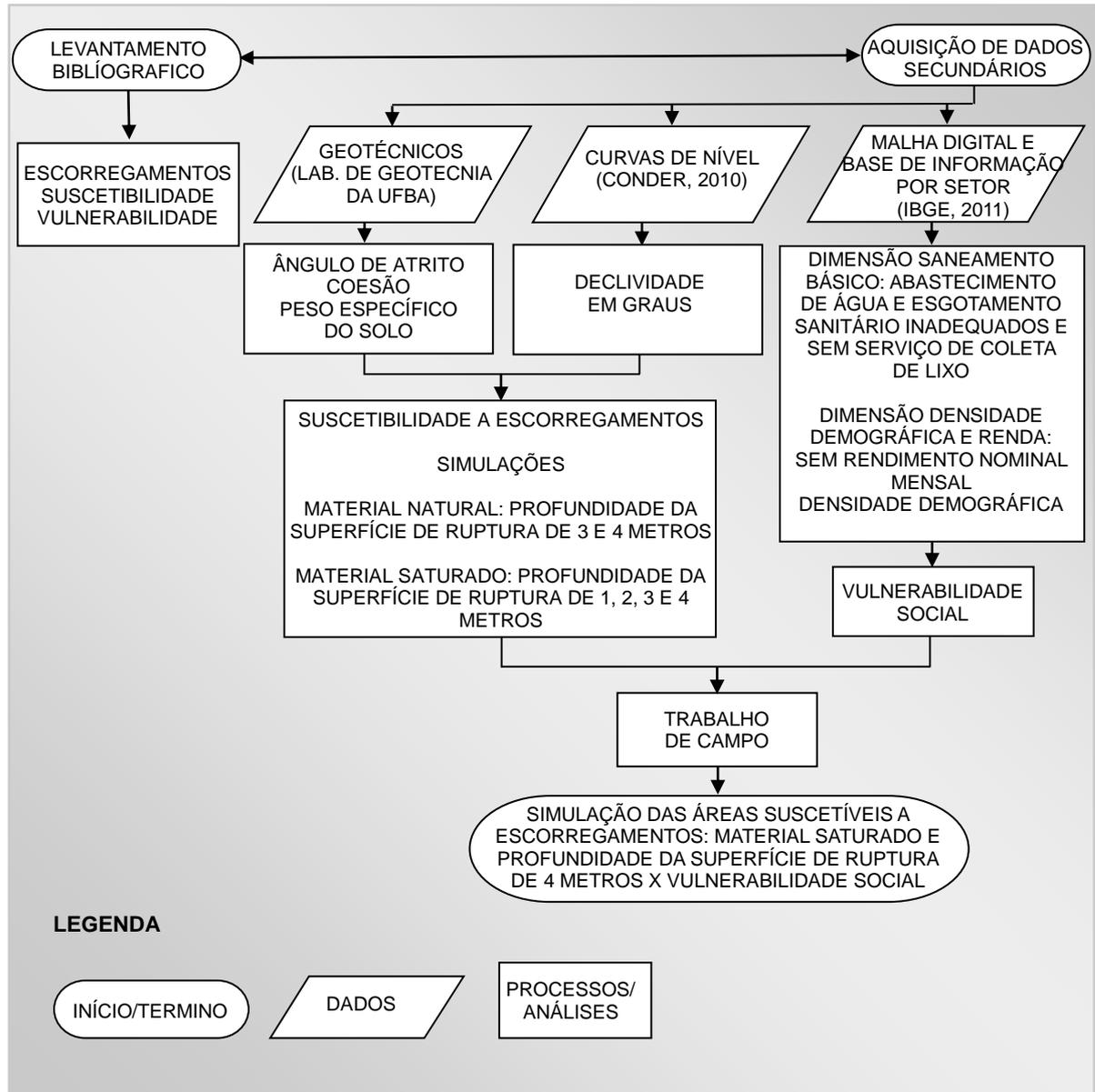


Fonte: Fotos, Desiree Santos, 2018.

4 METODOLOGIA

Os procedimentos para a realização desta pesquisa foram estruturados em etapas, apresentados resumidamente a seguir (Figura 12) e detalhados nos próximos itens.

Figura 12 – Fluxograma do roteiro metodológico



Elaboração: Desiree Santos, 2018.

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Para consolidar o referencial teórico-metodológico deste trabalho foi imprescindível a consulta a diversas fontes bibliográficas. A seleção destas incluiu consultas em livros, revistas, dissertações, teses, atlas, etc., disponíveis em meio analógico e digital, encontradas tanto na literatura nacional quanto internacional. Dentre as referências consultadas relacionadas com a suscetibilidade a escorregamentos destacam-se os trabalhos de Dias (2006) e Silva (2016). Dentre as referências consultadas relacionadas com a vulnerabilidade social destaca-se o Atlas da Vulnerabilidade Social nas regiões metropolitanas brasileiras desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (BRASIL, 2015) (Quadro 5).

Quadro 5 – Algumas das referências consultadas

Título da publicação	Referencia	Tipo	Parâmetro / Indicador
Identificação de áreas suscetíveis a deslizamento de terra utilizando Sistema de Informações Geográficas	DIAS (2006)	Dissertação	Coesão Ângulo de atrito Peso específico do solo Declividade em graus
Estudo de áreas de propensão a deslizamentos na cidade de Salvador - utilização do método do talude infinito em SIG	SILVA (2016)	Monografia	Coesão Ângulo de atrito Peso específico do solo Declividade em graus
Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras	BRASIL (2015)	Atlas	16 indicadores estruturados em 3 dimensões: IVS infraestrutura urbana; ii) IVS capital humano; e iii) IVS renda e trabalho.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Os dados secundários adquiridos foram disponibilizados pelas seguintes instituições: i) Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER); ii) Defesa Civil de Salvador (CODESAL); iii) Laboratório de Geotecnia da

Universidade Federal da Bahia (UFBA); iv) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e v) Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O quadro 6 (seis) apresenta uma listagem que exemplifica os dados adquiridos e utilizados nesta pesquisa.

Quadro 6 – Dados secundários adquiridos

Dado	Fonte	Data do dado
Malha de eixo de logradouros, de pontos de referência e limite de bairros	CONDER	2017
Curvas de nível Trecho de drenagem (escala: 1:10.000)	CONDER	2010
Edificações (escala: 1:2000)	CONDER	1992
Ocorrências de deslizamentos	CODESAL	2009-2017
Dados geotécnicos (amostras)	Laboratório de Geotecnia da UFBA	1985-2013
Base de informação por setor censitário	IBGE	2010
Malha digital: setores censitários	IBGE	2010
Precipitação	INMET	2009-2017

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

A CONDER disponibilizou os seguintes dados utilizados nesta dissertação: i) curvas de nível e trecho de drenagem do ano de 2010, na escala 1:10.000, com Sistema de Referência WGS 84, Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 24, em formato DXF; ii) malha de eixo de logradouros, de pontos de referência e limite de bairros, do ano de 2017, com Sistema de Referência WGS 84, Projeção UTM, Fuso 24, em formato SHP, do município de Salvador; e iii) edificações da área de São Marcos, do ano de 1992, na escala 1:2.000, com Sistema de Referência SAD 69/96, Projeção UTM, Fuso 24, em formato DXF (Folhas: 141.230; 141.260; 142.110 e 142.140).

Na CODESAL foram coletados dados referentes aos deslizamentos ocorridos, em São Marcos, de primeiro de janeiro de 2009 a trinta e um de dezembro de 2017. Foram disponibilizadas planilhas, contendo as seguintes informações referente a cada ocorrência: endereço, bairro, data, dentre outras. É importante ressaltar que o

órgão onde foi coletado essas informações não dispunham de uma base de dados georreferenciada. Assim para elaborar o mapa de densidade das ocorrências de deslizamentos de terra em São Marcos foi necessário realizar o georreferenciamento. Os dados das ocorrências dos deslizamentos de terra foram georreferenciados no *ArcMap* 10.3, para tanto utilizou-se: i) as informações referentes ao endereço de cada deslizamento de terra ocorrido; e ii) o arquivo vetorial no formato *shapefile* referente aos logradouros de Salvador. Foram georreferenciados 598 pontos de ocorrências de deslizamentos de terra em São Marcos, referente ao período em análise. Após a geração do banco de dados georreferenciado foi possível aplicar a técnica de *Kernel*. Trata-se de uma técnica de interpolação exploratória que gera uma superfície de densidade para a identificação visual de “áreas quentes”. Para a elaboração do mapa de *Kernel* foi utilizado a ferramenta *Spatial Analyst Tools* do *ArcMap* 10.3 (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Density* → *Kernel Density*).

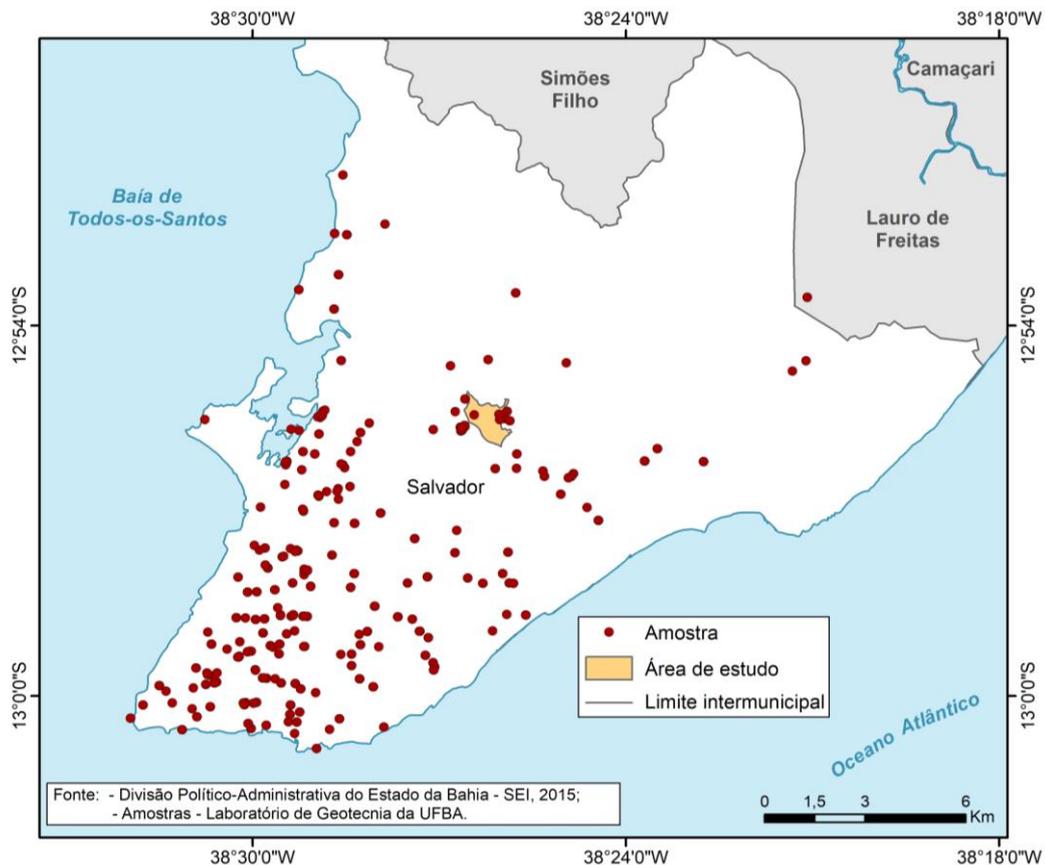
Os dados geotécnicos utilizados neste trabalho foram cedidos pelo Laboratório de Geotecnia da UFBA. Foi disponibilizado um arquivo em formato SHP contendo as informações provenientes dos ensaios laboratoriais realizados em amostras de blocos indeformados de solos (382 amostras distribuídas pela cidade de Salvador) (Figura 13). A retirada de blocos indeformados, representativos do solo quanto a sua estrutura, textura, umidade e constituição mineralógica, permitem a realização de ensaios geotécnicos em laboratório para obtenção de parâmetros de resistência do solo, como: ângulo de atrito e coesão. Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados na condição de umidade natural (material natural) e saturado (inundado ou saturado). Para cada amostra encontra-se disponível as informações referentes a alguns índices físicos do solo (índice de vazios e peso específico dos grãos) e principalmente os parâmetros de resistência ao cisalhamento (JESUS et al., 2005).

Para confecção dos mapas de suscetibilidade a escorregamentos em São Marcos foram utilizadas as informações provenientes de diversos ensaios realizados, como os valores de ângulo de atrito e coesão para as condições de umidade natural (material natural) e saturado (material inundado ou saturado) e peso específico do solo.

Dentro do perímetro da área em estudo foram identificadas 5 amostras. Optou-se por utilizar as 382 amostras distribuídas por toda Salvador, e ao final,

recortar o arquivo considerando apenas a área de estudo. As amostras foram coletadas entre 1985 a 2013. Vale ressaltar que em um mesmo ponto (mesma coordenada geográfica) tem-se informações coletadas em épocas diferentes.

Figura 13 – Distribuição espacial das amostras de solos, em Salvador – Bahia



A malha digital dos setores censitários (formato *shapfile*) e a base de informação por setor censitário utilizadas nesta pesquisa foram coletadas por meio da homepage do IBGE.

Nesta etapa, também foram coletados os dados com os valores da precipitação acumulada mensal de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017, obtidos por meio homepage do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados das ocorrências dos deslizamentos e os dados de pluviosidade foram organizados na forma de tabelas e representado por meio de um gráfico visando facilitar a análise comparativa entre os mesmos.

4.3 ANÁLISE ESPACIAL E CONFECCÃO DE MAPAS

4.3.1 Suscetibilidade a escorregamentos

Para a confecção do arquivo em formato *raster* referente a declividade em graus foi necessário criar um Modelo Digital de Elevação (MDE). Para tanto criou-se um *Triangular Irregular Network* (TIN) a partir das curvas de nível, com equidistância de 5 metros, cedida pela Conder. A ferramenta utilizada para produção do MDE foi o *3D Analyst (Create Tin)* do *software ArcMap* versão 10.3.

Para confecção dos dados matriciais contendo os valores de coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo nas condições de umidade natural (material natural) e saturada (material inundado ou saturado) foram utilizados os dados (vetoriais) geotécnicos disponíveis de 235 amostras para condição natural e 382 amostras para condição saturada. Utilizou-se a krigagem ordinária como método de interpolação espacial. Foi definida a dimensão de pixel de 5 metros. “A krigagem é um interpolador que calcula a cota de um ponto de interesse pela média ponderada das amostras de sua vizinhança, distribuindo os pesos de acordo com a variabilidade espacial do conjunto analisado” (VALERIANO, 2008, p. 77). “De todos os métodos comuns da interpolação espacial, a krigagem é o que tem a mais convincente fundamentação em bons princípios teóricos” (LONGLEY et al., 2013, p.376).

O *software* utilizado para a confecção dos dados matriciais contendo os valores de coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo foi o Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado (SAGA GIS) (Spatial and geostatistics →kriging →ordinary kriging).

Os dados matriciais gerados servem: i) para visualizar espacialmente o comportamento dos parâmetros interpolados (coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo); e ii) como dados de entrada, juntamente com o raster contendo os valores de declividade em graus, para execução do cálculo do Fator de Segurança (FS). Define-se o FS como a resultante das forças solicitantes e resistentes ao escorregamento (GUIDICINE; NIEBLE, 1984; LAIRD, 2001). Um fator de segurança menor ou igual a 1 indica a ruptura dos maciços, sendo considerado seguro o talude quando apresenta fator de segurança maior ou igual a 1,5 (ABNT, 1991).

Nas análises de previsão utilizam-se modelos de estabilidade de talude para calcular o fator de segurança (SELBY, 1993). O FS foi obtido por meio da resolução da equação (1) a seguir. Trata-se de uma formula matemática para o cálculo do FS baseado na teoria do talude infinito (SAVAGE et. al. 2004). Um talude é denominado infinito quando a relação entre as suas grandezas geométricas, extensão e espessura for muito grande. Nestes taludes a linha potencial de ruptura é paralela à superfície do terreno (Figura 14) (MASSAD, 2003), característica dos escorregamentos do tipo planar.

$$FS = \frac{C}{\gamma^* H^* \text{SEN}\beta . \text{COS}\beta} \frac{\text{TAN}\phi}{\text{TAN}\beta} \quad (1)$$

Onde:

c - coesão do solo

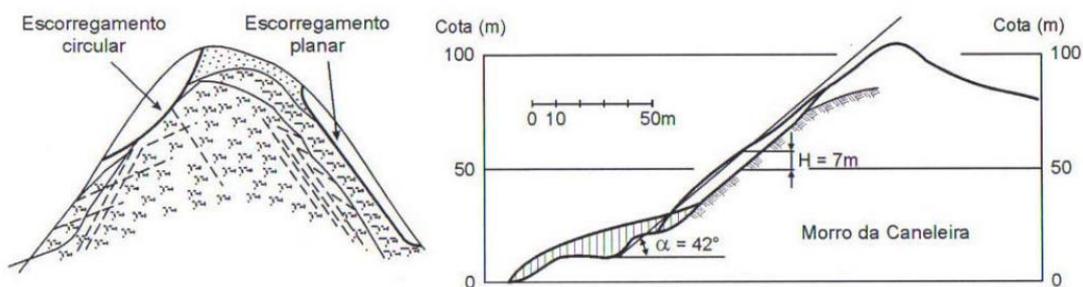
ϕ - ângulo de atrito

γ - peso específico do solo

h - profundidade da superfície de ruptura

β - ângulo de declividade

Figura 14 – Exemplo de trecho de escorregamento planar denominado “talude infinito”



Fonte: MASSAD, 2003.

Para a execução do cálculo do FS foram utilizados os dados matriciais do ângulo de atrito (ϕ), coesão (c) e peso específico do solo (γ), resultante da interpolação (kigragem) e o dado raster contendo os valores de declividade em graus (β), obtido do MDE. Foi estabelecido as seguintes profundidades da superfície de ruptura: 3 e 4 metros para execução do cálculo do FS referente aos dados geotécnicos na condição natural, e 1, 2, 3 e 4 metros, para execução do cálculo do FS referente aos dados geotécnicos na condição saturada.

Vale ressaltar que para o caso em que a frente de saturação esteja numa profundidade superior à da superfície de ruptura, os parâmetros de resistência ao cisalhamento devem ser obtidos de ensaios em amostras previamente inundadas ou saturadas. De acordo com Jesus et al. (2005) observando os diversos tipos de rupturas ocorridas na cidade de Salvador, notaram que predominam os deslizamentos superficiais e estão relacionados com o processo de infiltração de água de chuvas ou de esgotamento sanitário, uma vez que esses deslizamentos ocorrem com espessura da ordem de 2 a 4 metros, enquanto que o nível de água no terreno está localizado numa profundidade superior a 10 metros, na maioria dos casos observados.

O cálculo do fator de segurança foi executado por meio da ferramenta de álgebra matricial intitulada *raster calculator* do *ArcMap* 10.3.

Como resultado da equação 1 (um) obtém-se uma matriz onde cada célula armazena um valor de FS. Assim, é possível observar a variação geográfica do FS em toda área de estudo. A definição das classes de estabilidade utilizada nesta pesquisa é uma adaptação da classificação adotada por Amaral e Fiori (2004) (Tabela 4).

Tabela 4 – Classes de suscetibilidade a escorregamentos baseadas nos valores de fator de segurança

Valor do FS	Classe Suscetibilidade
FS > 1.50	Muito baixa
1.30 < FS < 1.50	Baixa
1.15 < FS < 1.30	Média
1.00 < FS < 1.15	Alta
FS < 1.00	Muito alta

Fonte: adaptado de AMARAL e FIORI, 2004.

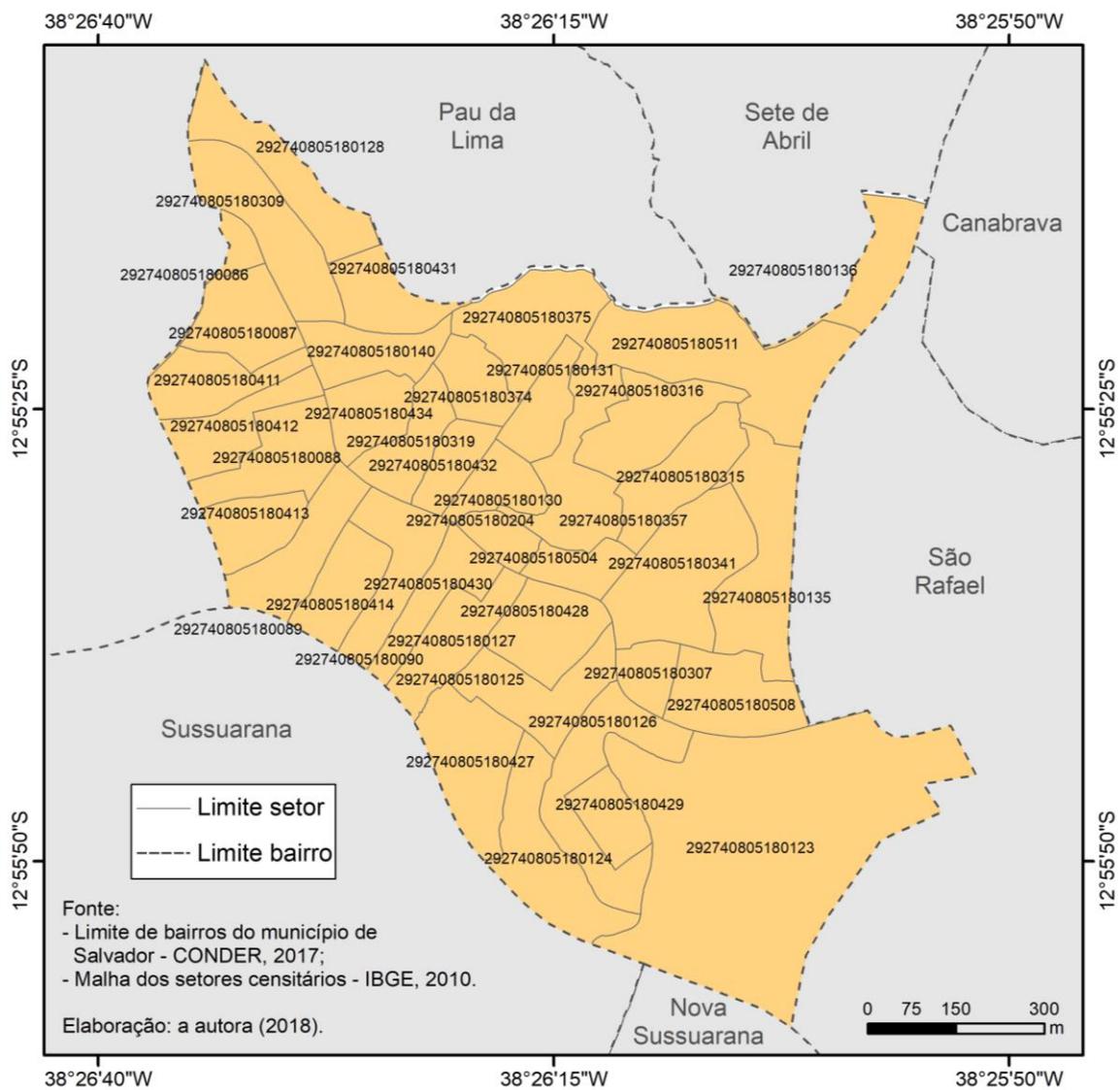
4.3.2 Vulnerabilidade social

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade social foram utilizados os dados da base de informação por setor do censo demográfico de 2010 e a malha digital dos setores censitários disponibilizados pelo IBGE. Foram identificados na área de estudo 40 setores censitários (Figura 15), destes apenas 6 foram identificados parcialmente fora da área em estudo.

Para confecção da representação espacial da vulnerabilidade social utilizou-se como referência o trabalho publicado pelo IPEA intitulado atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras (BRASIL, 2015).

O Índice de Vulnerabilidade Social apresentado neste trabalho é composto por 5 indicadores estruturados em duas dimensões, a saber: i) saneamento básico; e ii) densidade demográfica e renda (Quadro 7).

Figura 15 – Setores censitários em São Marcos, Salvador - Bahia



Quadro 7 – Descrição dos indicadores que compõem a dimensão saneamento básico e a dimensão densidade demográfica e renda

Dimensão	Indicador	Descrição
Saneamento básico	a) Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água inadequado	Razão entre o número de pessoas que viviam em domicílios cujo o abastecimento de água não provém da rede geral e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes
	b) Percentual de pessoas em domicílios com esgotamento sanitário inadequado	Razão entre o número de pessoas que viviam em domicílios cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes
	c) Percentual da população que vive em domicílios sem serviço de lixo coletado	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora de serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes
Densidade demográfica e renda	a) Densidade demográfica (hab./m ²)	Razão entre a população total residente em domicílios particulares permanentes e área do setor.
	b) Percentual de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	Razão entre o número de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal e o número total de pessoas responsáveis pelos domicílios, multiplicada por 100

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

O IVS é o resultado da média aritmética dos índices das dimensões de saneamento básico e de densidade demográfica e renda.

$$IVS = \frac{I_{DIM1} + I_{DIM2}}{2} \quad (2)$$

Onde:

I - índice

DIM1 – Dimensão saneamento básico

DIM2 – Dimensão densidade demográfica e renda

O IVS é um índice que varia entre 0 (zero) e 1 (um). Quanto mais próximo a 1 (um), maior é a vulnerabilidade social de um setor. Para os setores que apresentam IVS entre 0 e 0,200, considera-se que possuem muito baixa vulnerabilidade social. Valores entre 0,201 e 0,300 indicam baixa vulnerabilidade social. Aqueles que apresentam IVS entre 0,301 e 0,400 são de média vulnerabilidade social, ao passo que, entre 0,401 e 0,500 são considerados de alta vulnerabilidade social. Qualquer valor entre 0,501 e 1 indica que o setor possui muito alta vulnerabilidade social (BRASIL, 2015) (Tabela 5).

Tabela 5 – Faixas do IVS

Faixa	Vulnerabilidade Social
0 - 0,200	Muito baixa
0,201 - 0,300	Baixa
0,301 - 0,400	Média
0,401 - 0,500	Alta
0,501 - 1	Muito alta

Fonte: BRASIL, 2015.

Cada indicador teve seu valor padronizado numa escala de 0 (zero) a 1 (um), em que 0 (zero) corresponde à situação ideal, ou desejável, e 1 corresponde à pior situação (Tabela 6). Para tanto, aplicou-se a equação a seguir.

Tabela 6 – Valor de referência da melhor e pior situação, por indicador

Indicador	Valor de referência (%)	
	Melhor situação (0,000)	Pior situação (1,000)
Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água inadequado	0,0	6,33
Percentual de pessoas em domicílios com esgotamento sanitário inadequado	0,0	86,51
Percentual da população que vive em domicílios sem o serviço de coleta de lixo	0,0	40,91
Percentual de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	5,88	58,95
Densidade demográfica (hab./m ²)	0,002	0,068

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

$$V_{\text{PADRONIZADO}} = \frac{V_{\text{OBSERVADO}} - V_{\text{MÍNIMO}}}{V_{\text{MÁXIMO}} - V_{\text{MÍNIMO}}} \quad (3)$$

Onde:

V – valor

Deste modo, por exemplo, um setor que apresenta 0,51% dos moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água inadequado, após a aplicação da equação, terá como resultado o seguinte valor: 0,081 que corresponde a muito baixa vulnerabilidade social (Apêndice A).

4.4 TRABALHO DE CAMPO

As atividades em campo foram realizadas em 27/04/2018 e 24/05/2018, e tiveram por objetivos: i) validar os resultados obtidos; ii) observar e registrar alguns pontos nas áreas de alta e muito alta suscetibilidade a escorregamentos; e iii) fazer anotações relativas aos agravantes de instabilidade de taludes, como: corte/aterro sem proteção vegetal, concentração de águas de chuvas, lançamento de águas servidas no solo, vazamento nas tubulações de água e esgoto, sobrecarga de edificações de grande porte, acúmulo de lixo, bananeiras, dentre outras.

4.5 ANÁLISES DOS RESULTADOS

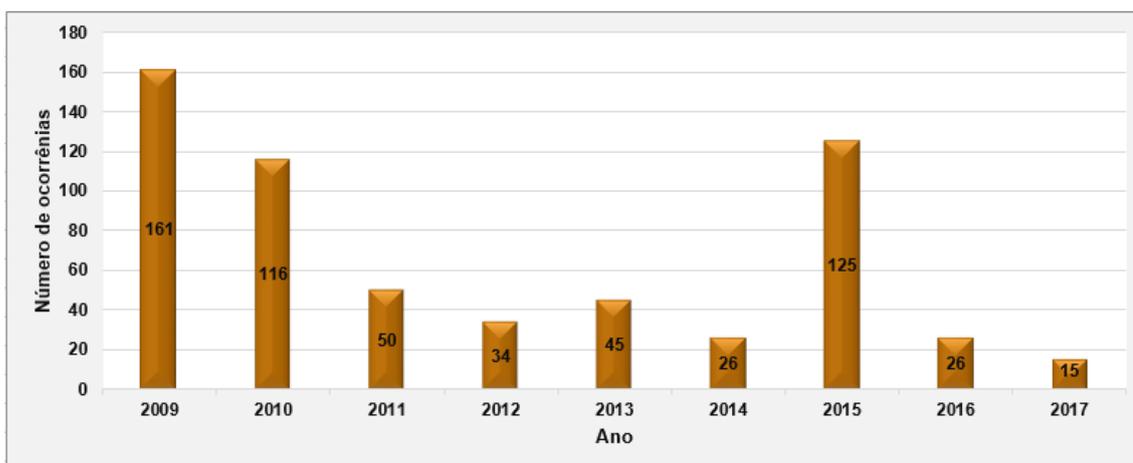
Esta etapa corresponde ao capítulo cinco desta dissertação.

5 RESULTADOS

5.1 HISTÓRICO DAS OCORRÊNCIAS DE ESCORREGAMENTOS

Segundo dados obtidos por meio do Sistema de Gestão da Defesa Civil de Salvador (SGDC), do dia primeiro de janeiro de 2009 a trinta e um de dezembro de 2017 foram registradas em São Marcos 598 ocorrências de deslizamentos de terra (SALVADOR, 2018). Como é possível verificar, por meio da figura 16, as ocorrências dos deslizamentos de terra foram mais expressivas nos anos de 2009 e 2015. Em 2009 foram contabilizadas 161 ocorrências de deslizamentos de terra, e em 2015, 125 ocorrências. Juntas, correspondem a 47,83% do total de ocorrências registradas no período em estudo.

Figura 16 – Número de ocorrências de deslizamentos de terra, por ano, em São Marcos - janeiro de 2009 a dezembro de 2017

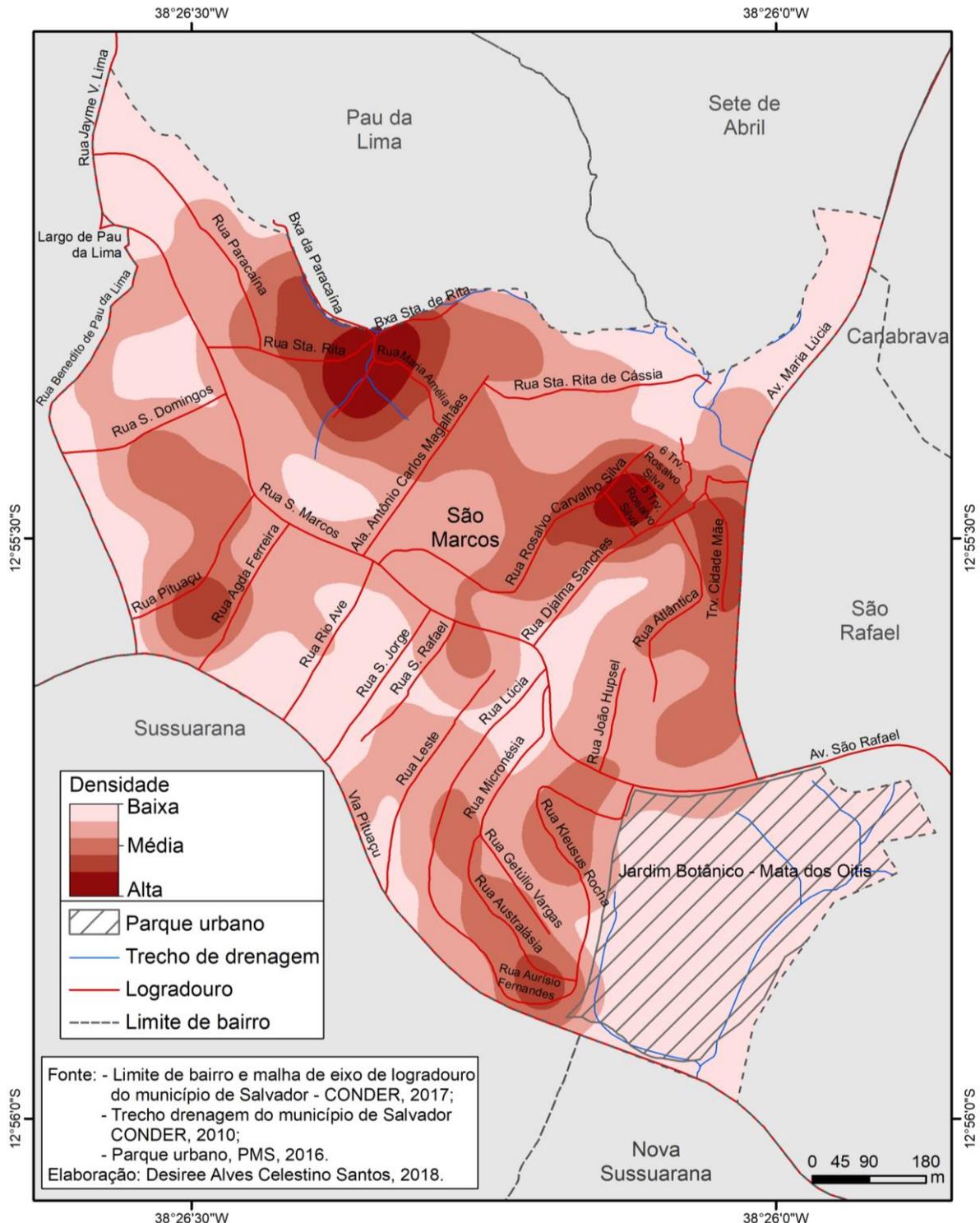


Fonte: SALVADOR, 2018.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

É possível observar, por meio da leitura da figura 17, que os deslizamentos de terra em São Marcos concentram-se (de média a alta densidade), principalmente, nas áreas próximas aos seguintes logradouros: Baixa Santa de Rita, rua Santa Rita, travessa Cidade Mãe, 5ª travessa Rosalvo Silva e na rua Aurísio Fernandes. Estas áreas são constituídas por habitações carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais e dispostas, em geral, de forma densa. Além disso, foram identificados nestas áreas os seguintes agravantes de instabilidade: cortes nos taludes, lançamento de águas servidas e plantações de bananeiras.

Figura 17 – Ocorrências de deslizamentos de terra, registradas entre janeiro de 2009 a dezembro de 2017, em São Marcos, Salvador – Bahia



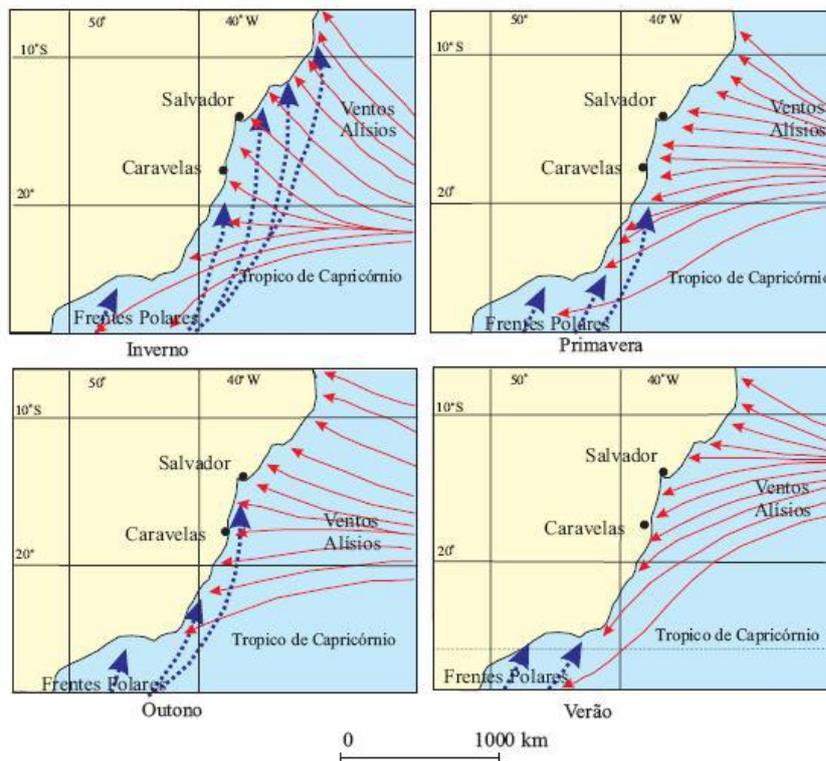
5.1.1 Correlação entre chuva e escorregamentos

Inúmeros fatores atuam no desencadeamento dos escorregamentos. Entretanto as águas sejam as de subsuperfície, e/ou as provenientes das chuvas

e/ou as águas servidas, representam, de um modo geral, o fator de maior influência nos escorregamentos. É importante ressaltar que, tanto chuvas intensas de curta duração quanto de longa duração fornecem condições propícias para a diminuição da resistência do solo, atuando como um dos principais agentes deflagradores de movimentos de massa em ambientes tropicais úmidos (GUIDICINI; IWASA, 1976). A maioria dos deslizamentos registrados no Brasil está associada a episódios de elevada pluviosidade, de duração compreendida entre algumas horas até alguns dias (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Durante o outono e o inverno as frentes frias originadas no Círculo Polar Antártico encontram as massas de ar quente tropical ao longo do litoral do Estado da Bahia, esse encontro provoca chuvas frontais em Salvador, principalmente nos meses de abril, maio e junho (Figura 18).

Figura 18 - Principais elementos da circulação atmosférica ao longo do litoral do Estado da Bahia



Fonte: MARTIN et al. (1998 apud SILVA, 2004).

Historicamente, o trimestre mais chuvoso em Salvador corresponde aos meses de abril, maio e junho (Tabela 7). Foi justamente neste trimestre que foi registrado o maior número de ocorrências dos escorregamentos em São Marcos

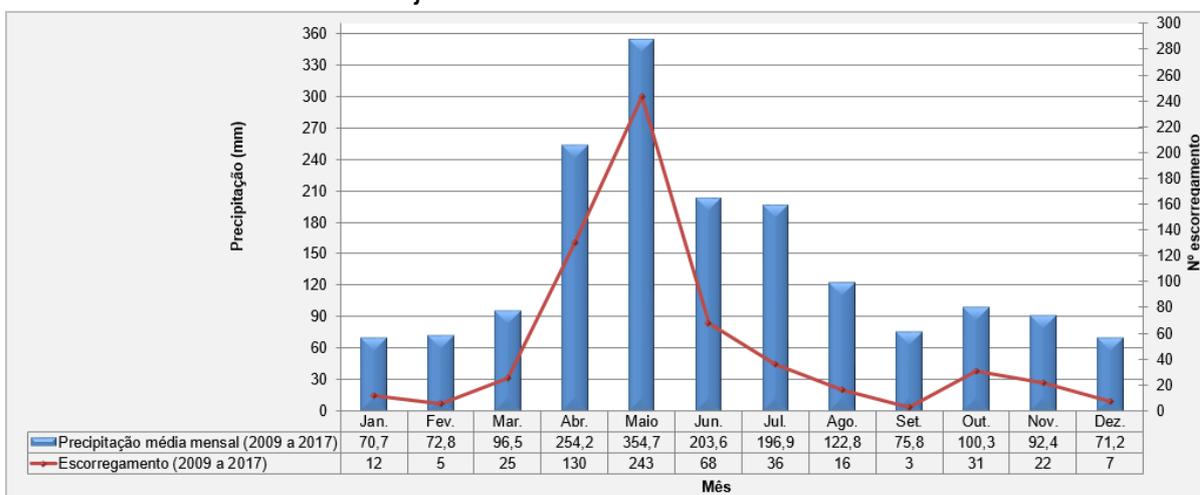
(441 ocorrências) (Figura 19). O mês que apresentou o maior número de ocorrências dos escorregamentos foi o mês de maio que historicamente é considerado o mais chuvoso do ano, com 243 ocorrências. Já os meses que apresentaram os menores números de ocorrências foram os meses em que se registraram as menores precipitações (janeiro (30,3 mm), fevereiro (122,1mm), setembro (56,1mm) e dezembro (5,8 mm)).

Tabela 7 – Precipitação acumulada mensal, por mês e ano, em Salvador - janeiro de 2009 a dezembro de 2017

Mês	Precipitação acumulada (anual) (mm)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total	1914,1	1920,4	2169,4	1262,2	1968,1	1546,4	1892,4	1282,8	1455,2
Jan.	30,3	78,5	170,3	35,7	36,2	48,3	51,3	162,5	23,5
Fev.	122,1	19,2	46,2	70,9	28,6	142,7	89,6	40,5	95,8
Mar.	25,6	122,8	200,7	74,7	38,4	128,8	31,3	65,5	181,1
Abr.	506,6	448,8	331	48,8	230,8	107,1	394,2	68,7	152
Maio	549,3	243,8	304,2	411,5	231,1	247,2	639	242,2	324,3
Jun.	155,1	96,6	277,7	170,2	308,4	240,6	352,4	126,2	105,7
Jul.	158,9	492,5	57,6	162,5	198	198,9	184	91,5	228,4
Ago.	93,8	176,3	91,3	137,4	211,2	60,2	87,5	180,9	67
Set.	56,1	55,8	62	30,7	109,4	92,7	27,6	122,3	126,1
Out.	162,4	56,7	208,5	73,6	208,6	27,7	16,6	74,7	74
Nov.	48,1	27,2	319,2	35,5	209,2	58	3,2	54,5	77,3
Dez.	5,8	102,2	100,7	10,7	158,2	194,2	15,7	53,3	0

Fonte: INMET, 2018.

Figura 19 – Ocorrências de escorregamentos x precipitação média mensal, São Marcos - janeiro de 2009 a dezembro de 2017



Fonte: INMET, 2018; SALVADOR, 2018.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

5.2 SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS

Neste tópico são apresentados os mapas dos parâmetros utilizados para elaboração das representações espaciais das áreas suscetíveis a escorregamentos em São Marcos, a saber: declividade, coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo. As representações espaciais das áreas propensas a escorregamentos, apresentadas neste tópico, foram elaboradas levando em consideração o tipo de material (natural ou saturado) e a profundidade da superfície de ruptura (1,2,3 ou 4 metros).

5.2.1 Espacialização dos parâmetros: declividade, coesão, ângulo de atrito e peso específico do solo

A declividade refere-se “à inclinação do relevo em relação ao plano horizontal” (FLORENZANO, 2008, p. 17), e pode ser expressa em graus ou em porcentagem. A declividade é um atributo morfológico fundamental nas análises dos processos de movimentos gravitacionais de massa.

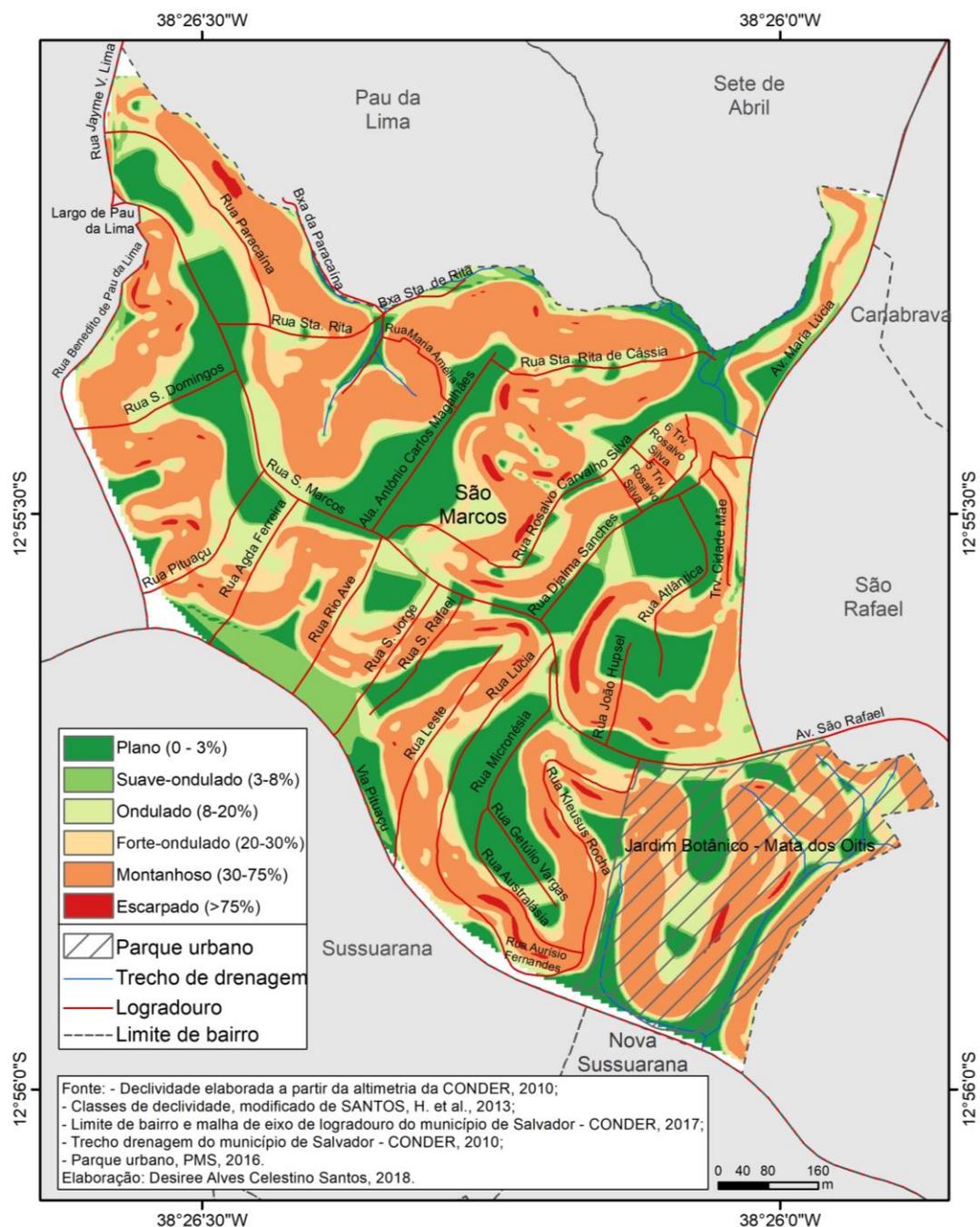
Verifica-se que a maioria das áreas em São Marcos é classificada como montanhoso, apresenta superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 30 a 75% (SANTOS, et al., 2013) (Figura 20). De acordo com a Lei Municipal nº 9148, de 08 de setembro de 2016 que dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo do município de Salvador e dá outras providências, qualquer tipo de empreendimento só poderá ser implantado em lotes ou terrenos atendidas as seguintes exigências básicas: quando em encostas com inclinação superior a 30% (trinta por cento), só após adotadas as medidas de segurança exigidas na Lei Federal nº 6.766, de 1979, com as alterações da Lei Federal nº 9.785, de 1999, e atendendo às exigências a seguir enumeradas: a) execução de mureta de pé de talude estável, sempre que houver desnível entre a testada do terreno e o nivelamento do logradouro lindeiro; b) manutenção dos terrenos limpos, isentos de entulho ou quaisquer outros materiais que ponham em risco a segurança da área ou da coletividade e/ou comprometam a paisagem; c) garantia do recobrimento vegetal e drenagem permanente (SALVADOR, 2016).

As áreas com vertentes de declives fortes e muito fortes, com declividades

superiores a 30% situam-se, principalmente na porção ao sul de São Marcos próximas as ruas Aurisio Fernandes, Kleusius Rocha, João Hupsel e ao Jardim Botânico – Mata dos Oitis.

As áreas em São Marcos onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3% (SANTOS, et al., 2013) situam-se, principalmente próximas as ruas São Marcos, Micronésia, Djalma Sanches e a Alameda Antônio Carlos Magalhães.

Figura 20 – Declividade (porcentagem) da área de São Marcos, Salvador - Bahia



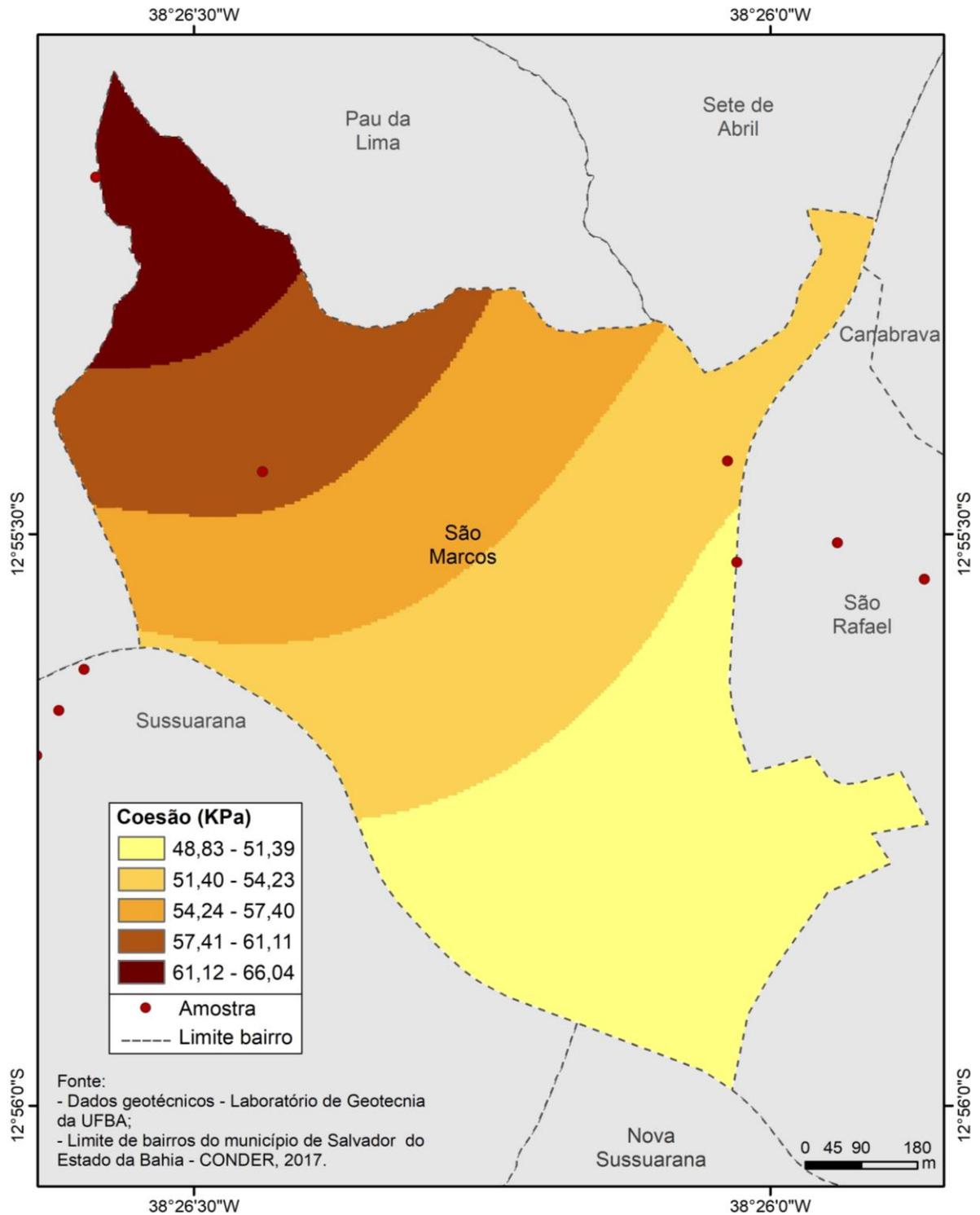
A ocorrência dos escorregamentos está vinculada ao conjunto de tensões presentes nos materiais das vertentes (SELBY, 1993). De acordo com Colângelo (1991), o relativo estado de equilíbrio mantido entre as forças atuantes na vertente ocorre quando as forças da coesão e atrito entre as partículas de solo são suficientemente resistentes a componente de cisalhamento mais a carga sobrejacente.

Os valores de coesão (parâmetro de resistência), obtidos por meio de ensaios na condição de umidade natural, em São Marcos, variam entre 48,83 a 66,04 kPa (Figura 21). As amostras que apresentam os maiores valores (61,12 a 66,04 kPa) concentram-se na porção noroeste de São Marcos. Os valores de coesão, obtidos por meio de ensaios na condição saturada (material inundado ou saturado) variam entre 12,65 a 31,70 kPa (Figura 22). As amostras que apresentam os maiores valores concentram-se na porção noroeste da área de estudo (27,07 a 31,70 kPa).

Quanto menor o atrito entre as partículas de solo maior a probabilidade de ocorrência de escorregamentos. Os valores de ângulo de atrito (parâmetro de resistência), obtidos por meio de ensaios na condição de umidade natural variam entre $33,91^\circ$ a $37,04^\circ$ (Figura 23). As amostras que apresentam os maiores valores ($36,28^\circ$ a $37,04^\circ$) concentram-se na porção noroeste de São Marcos. Os valores de ângulo de atrito, obtidos por meio de ensaios na condição saturada (material inundado ou saturado) variam entre $13,80^\circ$ a $30,40^\circ$ (Figura 24). As amostras que apresentam os maiores valores ($26,76^\circ$ a $30,40^\circ$) concentram-se na porção sudeste da área de estudo.

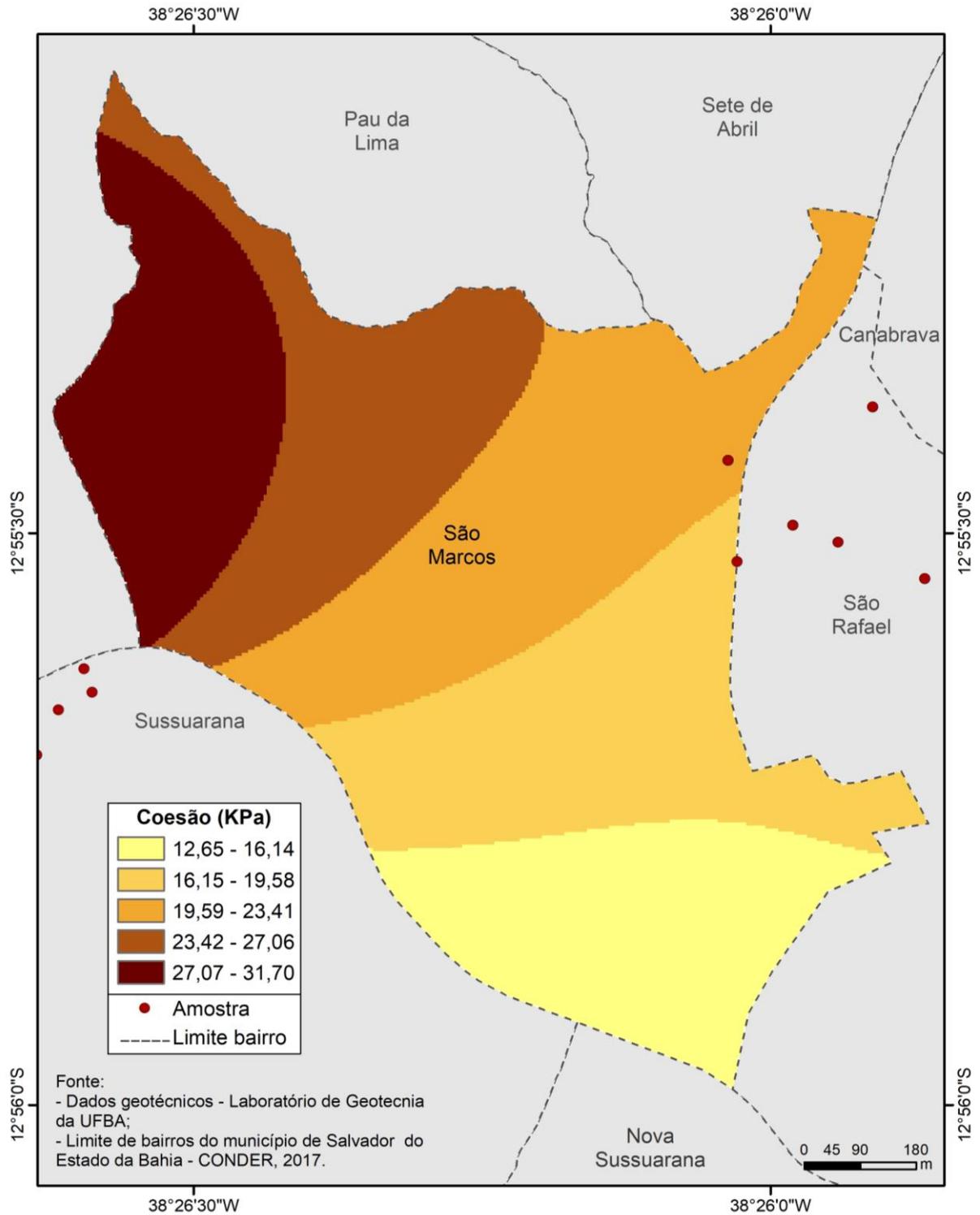
Os valores de peso específico do solo (parâmetro físico), obtidos por meio de ensaios na condição de umidade natural, variam entre 17,04 a 19,00 kN/m³ (Figura 25). As amostras que apresentam os maiores valores (18,50 a 19,00 kN/m³) concentram-se na porção sudeste de São Marcos. Os valores de peso específico do solo, obtidos por meio de ensaios na condição saturada (material inundado ou saturado), variam entre 16,47 a 19,83 kN/m³ (Figura 26). As amostras que apresentam os maiores valores (18,93 a 19,83 kN/m³) concentram-se na porção sudeste da área de estudo.

Figura 21 – Distribuição espacial da coesão (material natural), São Marcos, Salvador - Bahia



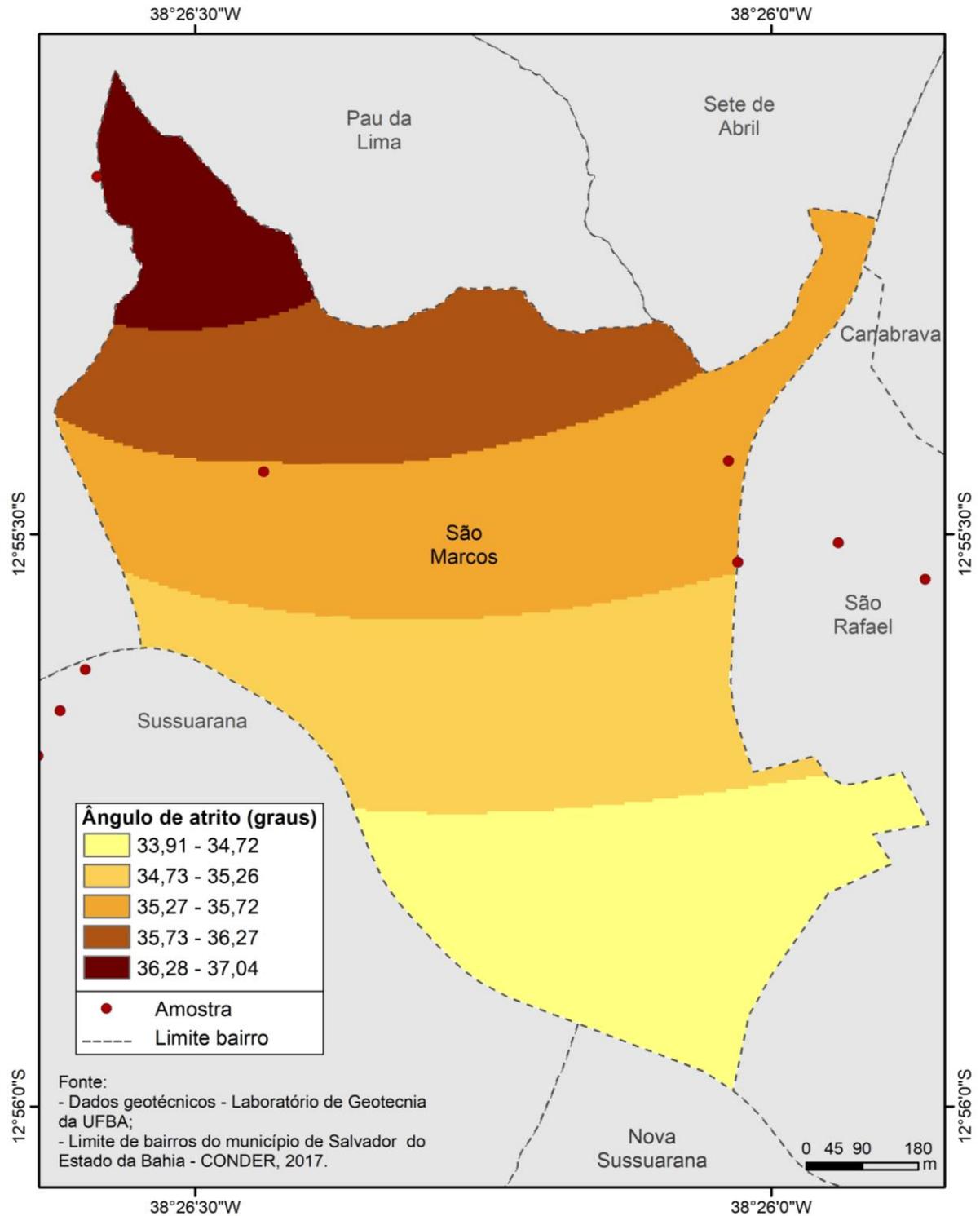
Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 22 – Distribuição espacial da coesão (material inundado ou saturado), São Marcos, Salvador - Bahia



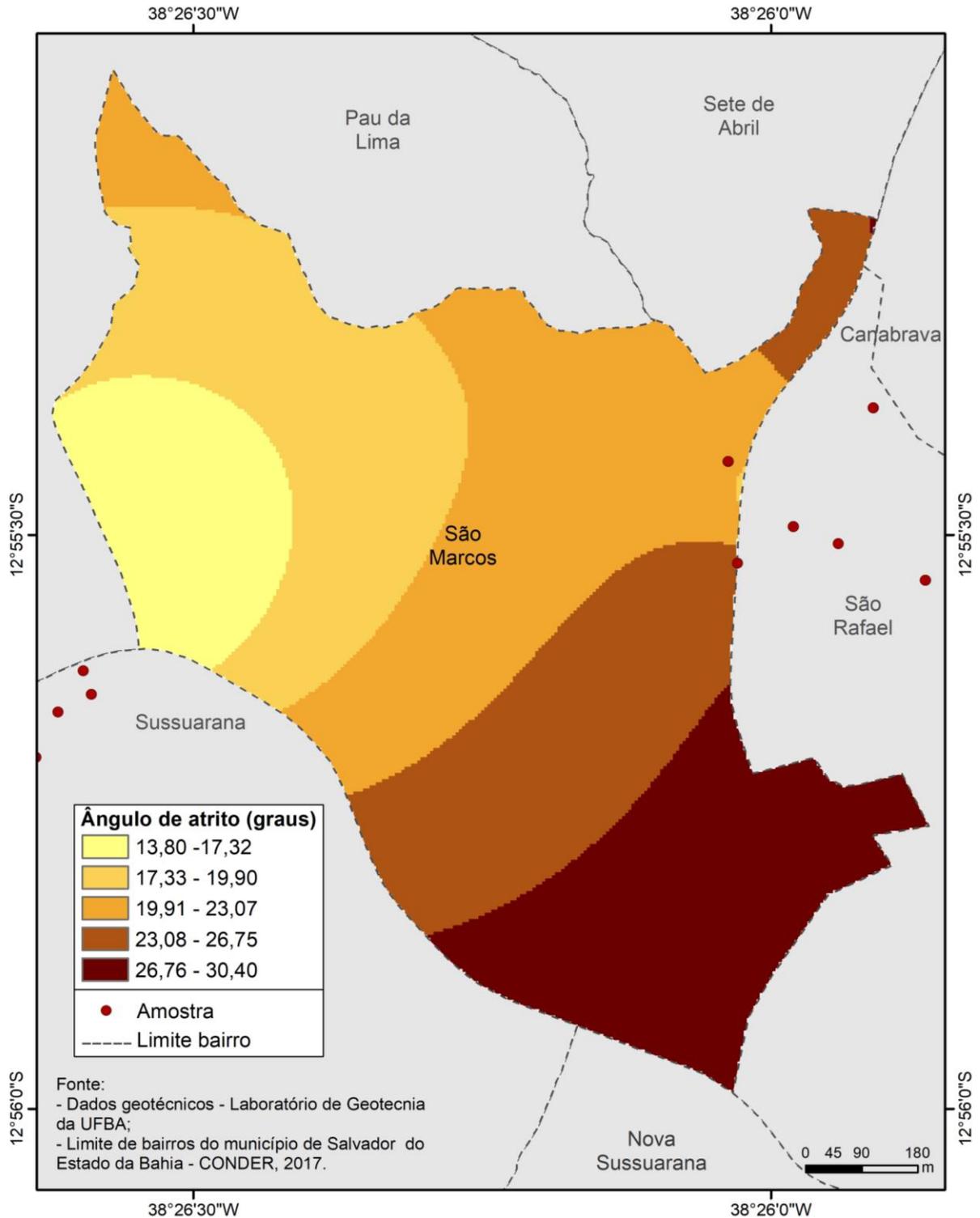
Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 23 – Distribuição espacial do ângulo de atrito (material natural), São Marcos, Salvador - Bahia



Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 24 – Distribuição espacial do ângulo de atrito (material inundado ou saturado), São Marcos, Salvador - Bahia



Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 25 – Distribuição espacial do peso específico (material natural), São Marcos, Salvador - Bahia

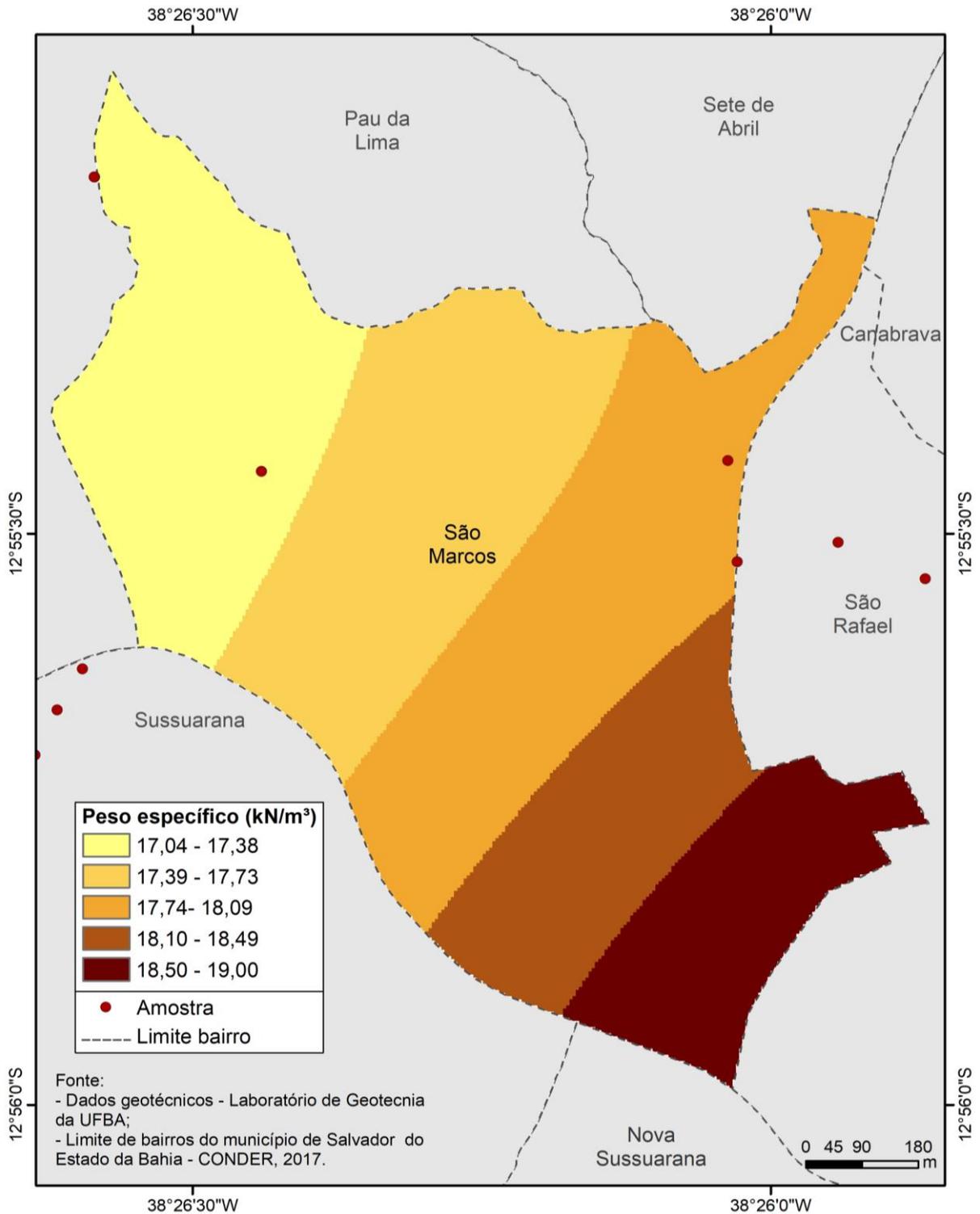
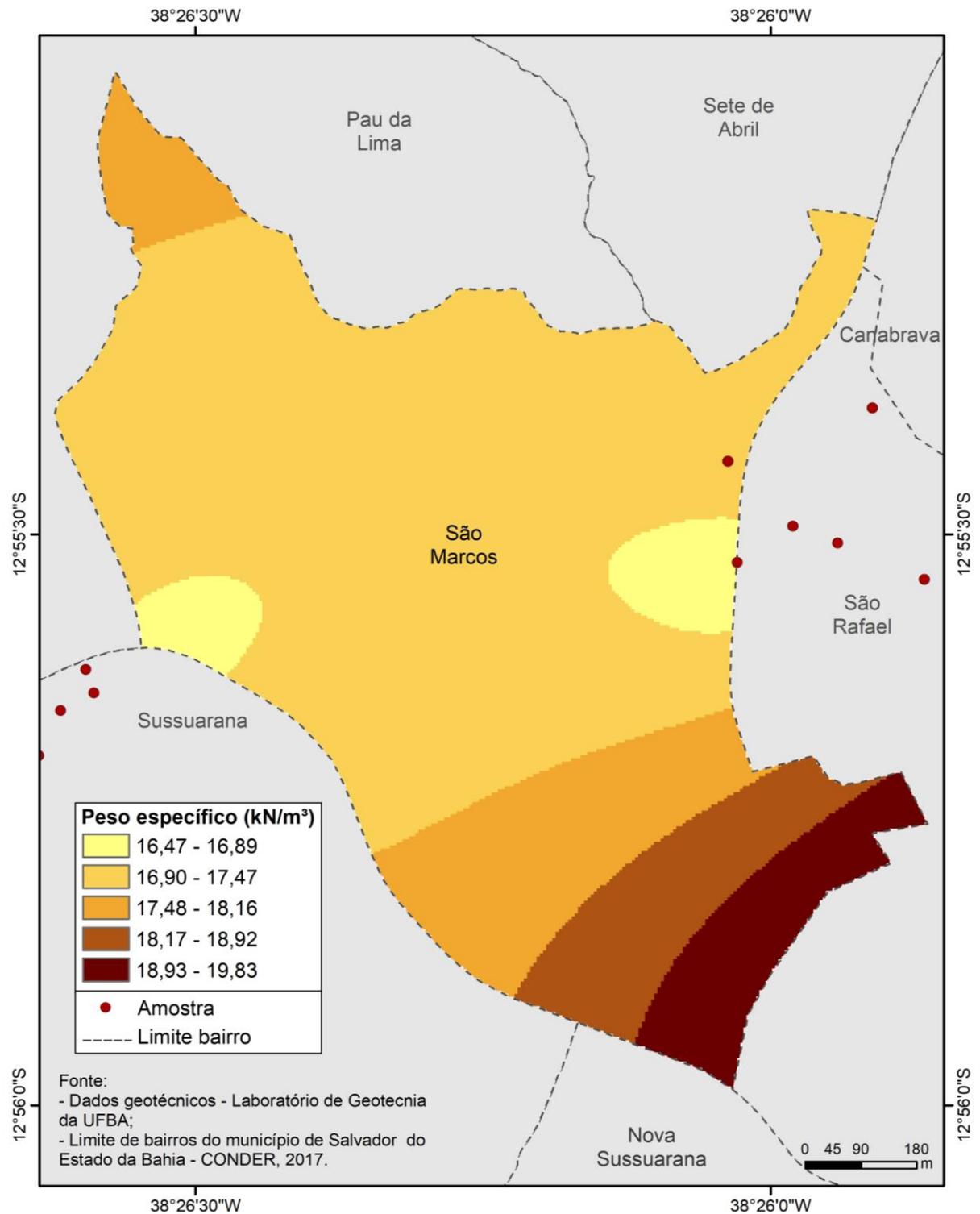


Figura 26 – Distribuição espacial do peso específico (material inundado ou saturado), São Marcos, Salvador - Bahia



5.2.2 Simulações: material natural e profundidade da superfície de ruptura de 3 e 4 metros

Com os valores dos Parâmetros de Resistência obtidos por meio de ensaios na condição de umidade natural foram elaboradas duas simulações. A primeira foi obtida de uma superfície de ruptura com uma profundidade de 3 metros (Figura 27). A segunda foi obtida de uma superfície de ruptura com uma profundidade de 4 metros (Figura 28).

Para as situações simuladas com os valores dos parâmetros de resistência obtidos por meio de ensaios na condição de umidade natural, e com profundidade da superfície de ruptura de 3 e 4 metros obteve-se como resultado que 100% da área de estudo (1.058.800m²) encontra-se na classe de suscetibilidade muito baixa (Tabela 8).

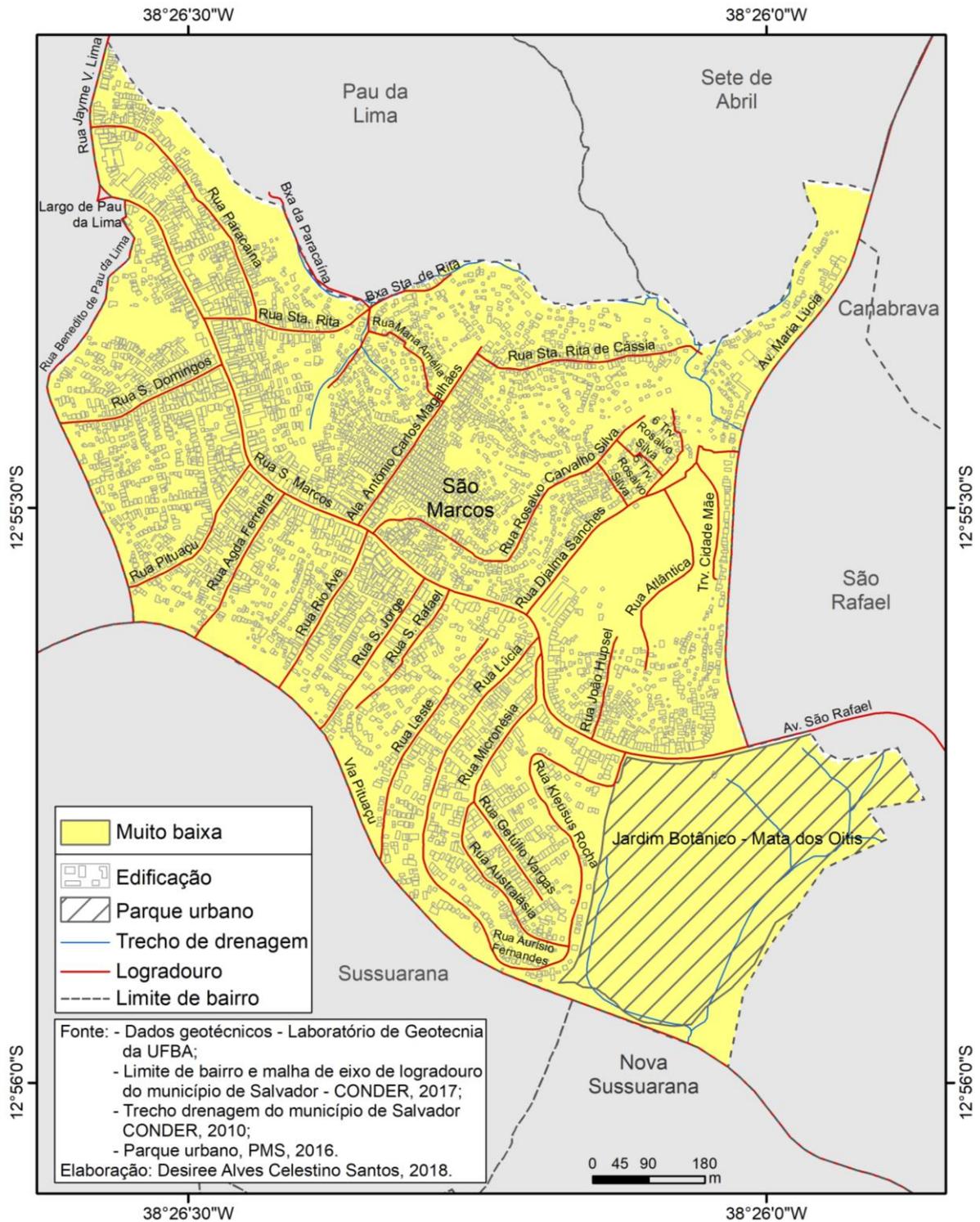
Tabela 8 – Variação do percentual das áreas suscetíveis a escorregamentos a medida que a superfície de ruptura aumenta

Classe de suscetibilidade	H* = 3		H* = 4	
	Área (m ²)	%	Área (m ²)	%
Muito alta	0	0	0	0
Alta	0	0	0	0
Média	0	0	0	0
Baixa	0	0	0	0
Muito baixa	1.058.800	100	1.058.800	100
Total	1.058.800	100	1.058.800	100

Nota: H* profundidade da superfície de ruptura.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 27 – Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material natural e profundidade da superfície de ruptura de 3 metros), São Marcos, Salvador - Bahia



5.2.3 Simulações: material saturado e profundidade da superfície de ruptura de 1, 2, 3 e 4 metros

Com os valores dos parâmetros de resistência obtidos por meio de ensaios na condição saturada (material inundado ou saturado) foram elaboradas quatro simulações (Figuras 29, 30, 31 e 32).

Como resultado da simulação obtida com profundidade da superfície de ruptura de 1 metro tem-se que 100% da área de estudo (1.058.800m²) encontra-se na classe de suscetibilidade muito baixa (Tabela 9). Para uma situação simulada em que uma frente de saturação ou umedecimento atinja a profundidade de 2 metros, obtêm-se que 10.425m² (0,98%) das áreas em São Marcos insere-se nas classes de alta e muito alta suscetibilidade. Para uma situação simulada em que uma frente de umedecimento atinja a profundidade de 3 metros, obtêm-se que 81.750m² (7,72%) das áreas insere-se nas classes de alta e muito alta suscetibilidade. Para uma situação simulada em que uma frente de saturação atinja a profundidade de 4 metros, obtêm-se que 151,325m² (14,29%) das áreas em São Marcos encontra-se nas classes de alta e muito alta suscetibilidade. As áreas consideradas de alta e muito alta suscetibilidade correspondem as áreas com vertentes de declives fortes e muito fortes, com declividades variáveis de 30 a 75%, que corresponde ao relevo montanhoso (vide figura 20).

As áreas que apresentam os maiores graus de suscetibilidade situam-se a leste de São Marcos próximas, as ruas: Lúcia, Australásia, Aurísio Fernandes, Kleusus Rocha, Rosalvo Carvalho Silva, a 5^o e 6^o travessa Rosalvo Silva, a travessa Cidade Mãe, a avenida Maria Lúcia, e em parte da área do Jardim Botânico.

Tabela 9 – Variação do percentual das áreas suscetíveis a escorregamentos a medida que a profundidade da frente de umedecimento ou superfície de ruptura aumenta

Classe de suscetibilidade	H* = 1		H* = 2		H* = 3		H* = 4	
	Área (m ²)	%	Área (m ²)	%	Área (m ²)	%	Área (m ²)	%
Muito alta	0	0	25	0,002	31.350	2,96	82.500	7,79
Alta	0	0	10.400	0,982	50.400	4,76	68.825	6,50
Média	0	0	30.300	2,861	56.025	5,29	87.250	8,24
Baixa	0	0	58.675	5,541	88.075	8,31	111.100	10,49
Muito baixa	1.058.800	100	959.400	90,612	832.950	78,7	709.125	66,97
Total	1.058.800	100	1.058.800	100	1.058.800	100	1.058.800	100

Nota: H* profundidade da superfície de ruptura.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

Figura 30 – Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 2 metros), São Marcos, Salvador - Bahia

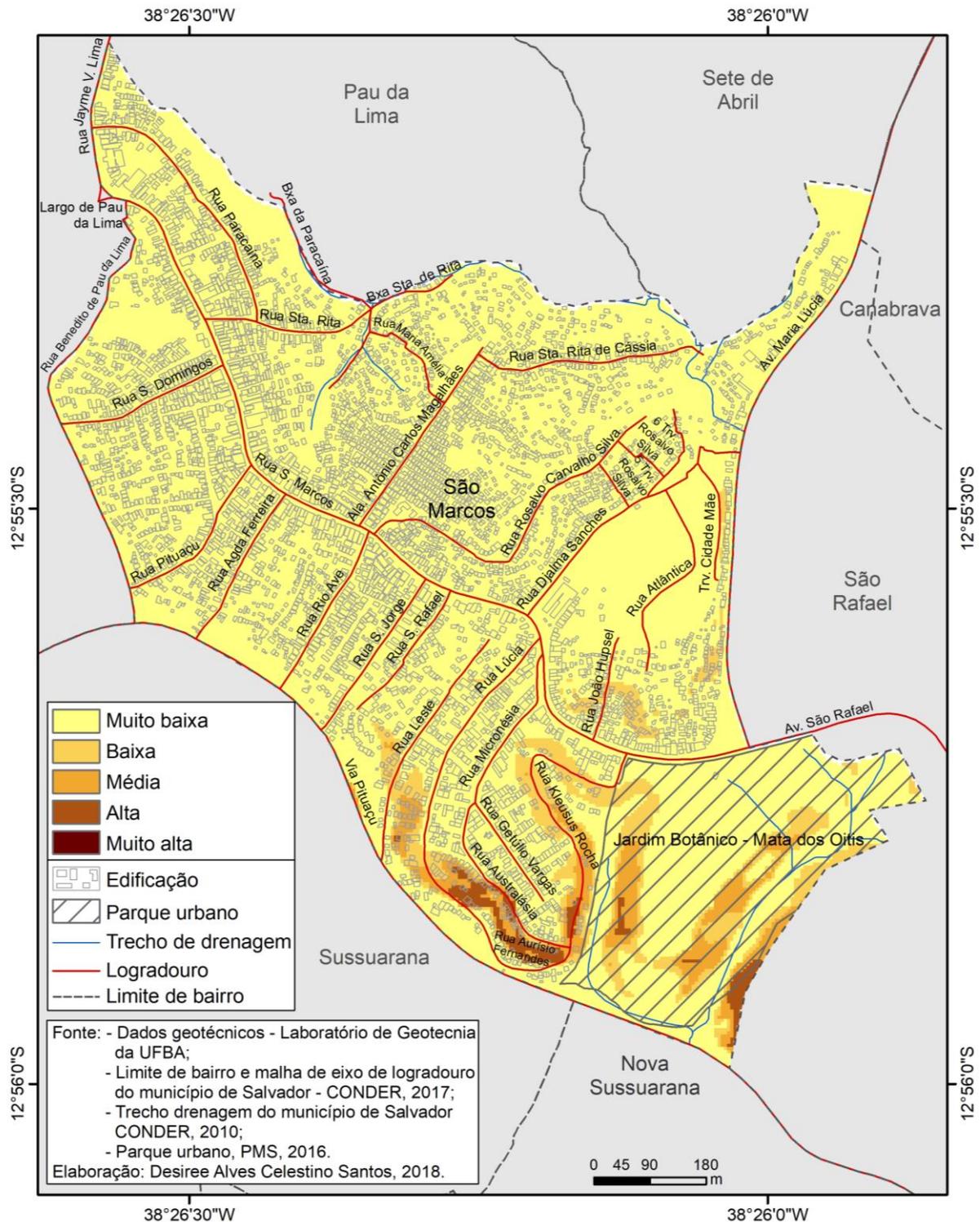


Figura 31 – Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 3 metros), São Marcos, Salvador - Bahia

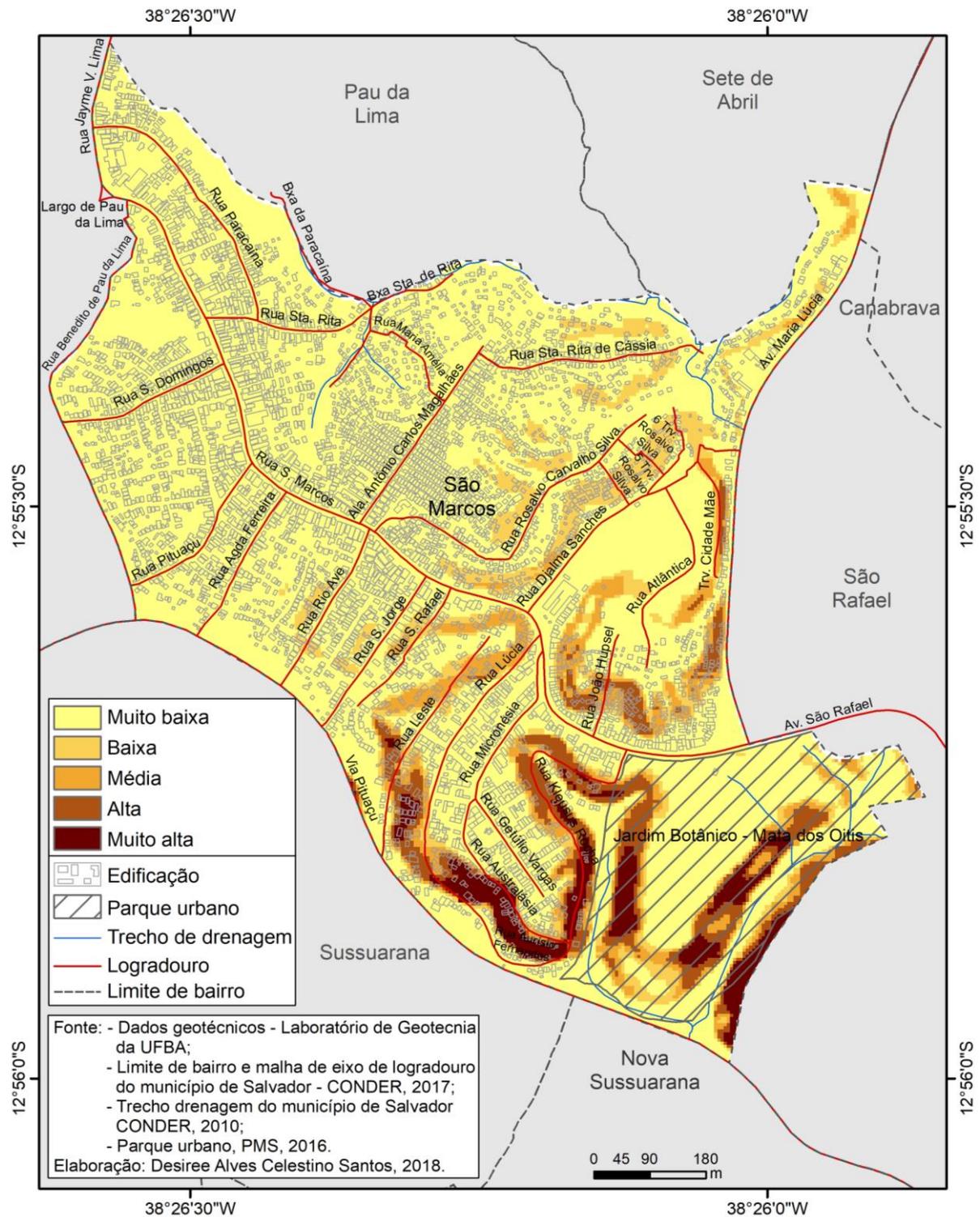
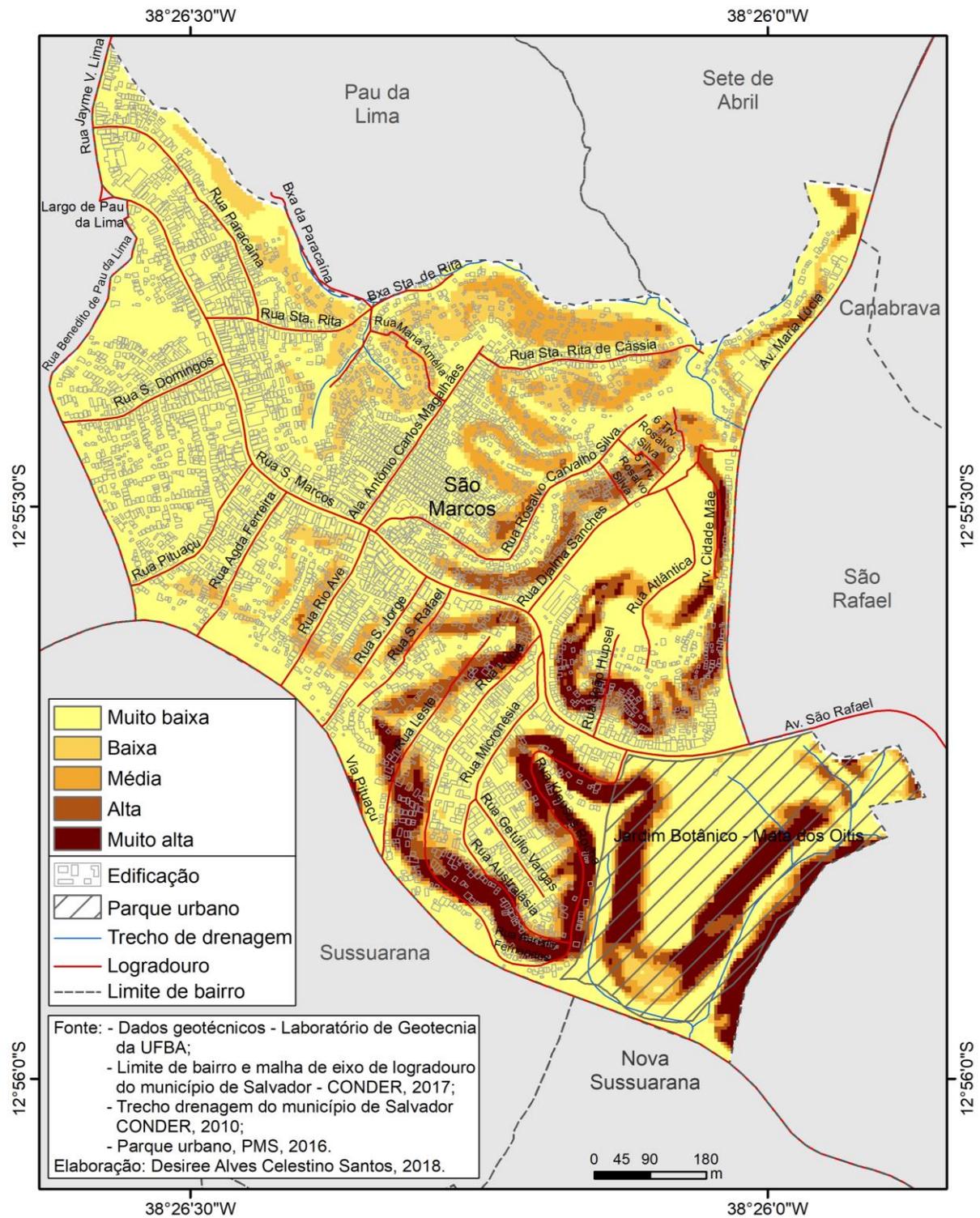


Figura 32 – Distribuição espacial das áreas suscetíveis a escorregamentos (material inundado ou saturado e superfície de ruptura com profundidade de 4 metros), São Marcos, Salvador - Bahia



5.3 VULNERABILIDADE SOCIAL

Neste tópico são apresentados os mapas dos 5 indicadores utilizados para a confecção do mapa síntese de vulnerabilidade social. Estes cinco indicadores foram estruturados em duas dimensões: i) saneamento básico; e ii) densidade demográfica e renda. Os indicadores foram escolhidos em função da correlação com a ocorrência dos escorregamentos. Por exemplo, a carência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos, a deposição de lixo nas encostas, e a elevada densidade populacional aumentam tanto a frequência das ocorrências dos escorregamentos como a magnitude dos acidentes.

5.3.1 Dimensão saneamento básico

O subíndice que contempla a vulnerabilidade de saneamento básico procura refletir as condições de acesso aos serviços de saneamento básico. Foram escolhidos para compor este subíndice indicadores sobre a presença de redes de abastecimento de água, de serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo em São Marcos.

5.3.1.1 Domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados

Os pontos de lançamento de águas servidas e de vazamentos diretamente sobre o solo são fortes indutores de acidentes. Quanto mais bem servida de biqueiras, canaletas e outros condutos de água superficial, menor é o risco para os ocupantes da encosta.

A partir da análise dos dados da base de informação por setor censitário do censo demográfico de 2010 verificou-se que 0,87% da população de São Marcos viviam em domicílios com abastecimento de água inadequado, ou seja, 276 pessoas de um total de 31.724. Destas, 85 pessoas viviam em setores que apresentam Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) entre 0,000 a 0,200, dez pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,201 a 0,300, 14 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,301 a 0,400, 15 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,401 a 0,500, e 152 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,501 a 0,100.

Os setores onde verifica-se a maior quantidade de pessoas (152) que vivem em domicílios com abastecimento de água inadequado, que apresentam IVS entre 0,501 a 1,000, situam-se na porção nordeste e sudeste de São Marcos, próximos as seguintes ruas Santa Rita de Cássia e Kleusus Rocha, e da avenida Maria Lúcia (Figura 33).

Em São Marcos 18,05% da população viviam em domicílios com esgotamento sanitário inadequado, ou seja, 5.727 pessoas de um total de 31.724. Destas, 503 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,000 a 0,200, 432 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,201 a 0,300, 578 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,401 a 0,500, e 4.214 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,501 a 0,100.

Os setores onde verifica-se a maior quantidade de pessoas (4.214) que vivem em domicílios com esgotamento sanitário inadequado, que apresentam IVS entre 0,501 a 1,000, situam-se na porção nordeste de São Marcos, próximos aos seguintes logradouros: rua Maria Amélia, rua Santa Rita de Cássia, 5ª travessa Rosalvo Silva e 6ª travessa Rosalvo Silva (Figura 34). Destacam-se as áreas próximas a rua Santa Rita de Cássia que são constituídas por habitações carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, tais quais redes de água e esgoto.

Figura 33 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que viviam em domicílios com abastecimento de água inadequado, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia

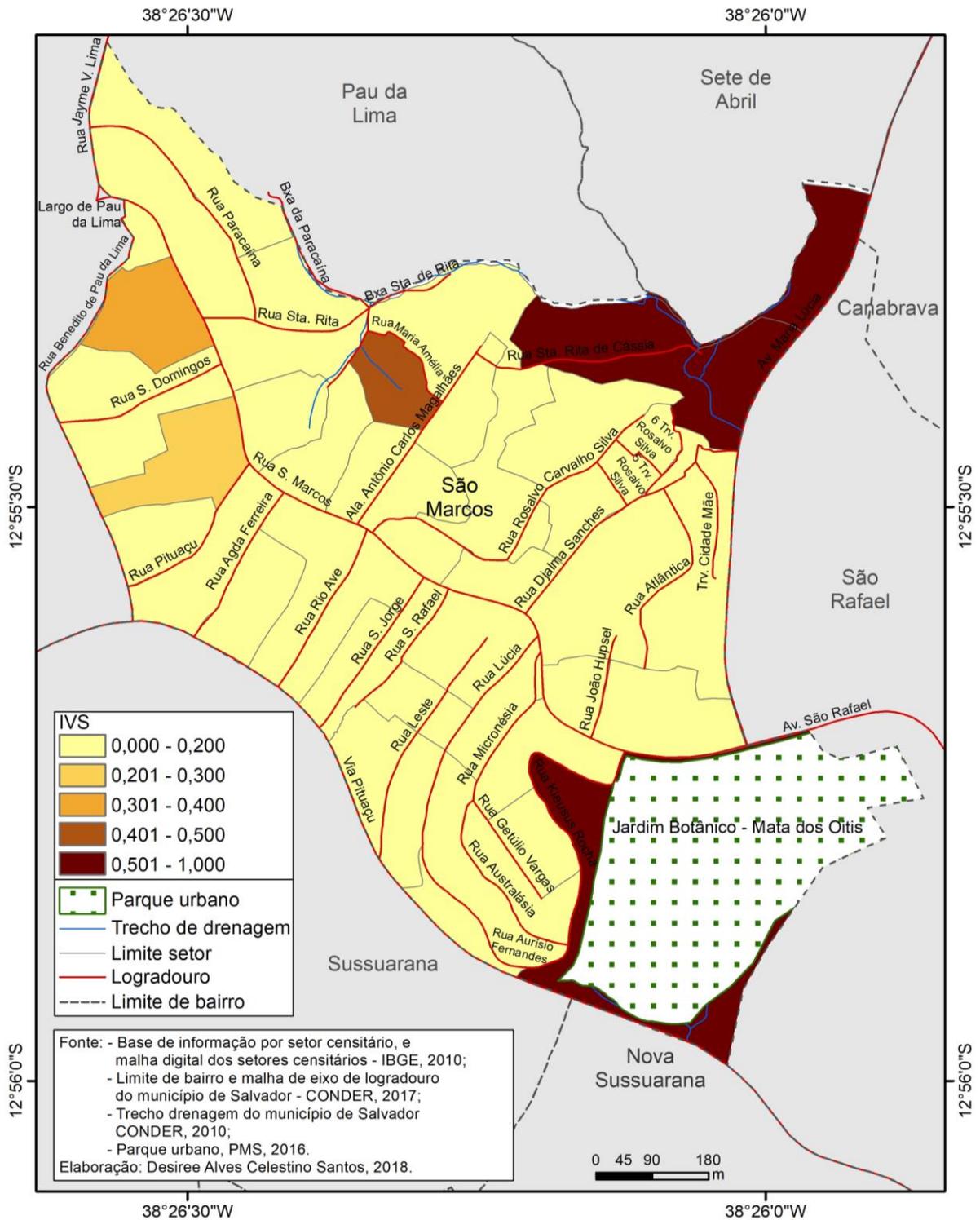
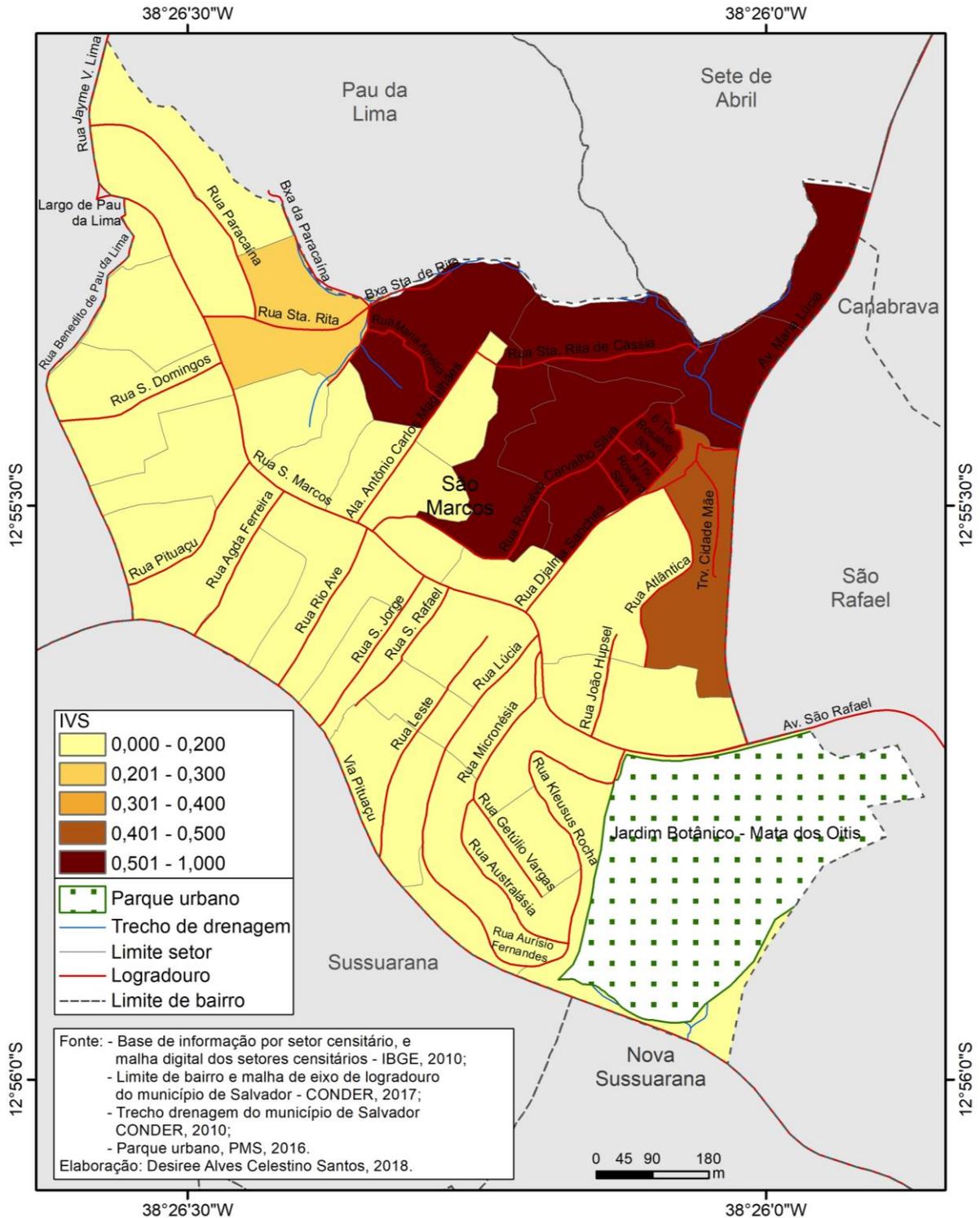


Figura 34 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que viviam em domicílios com esgotamento sanitário inadequado, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia



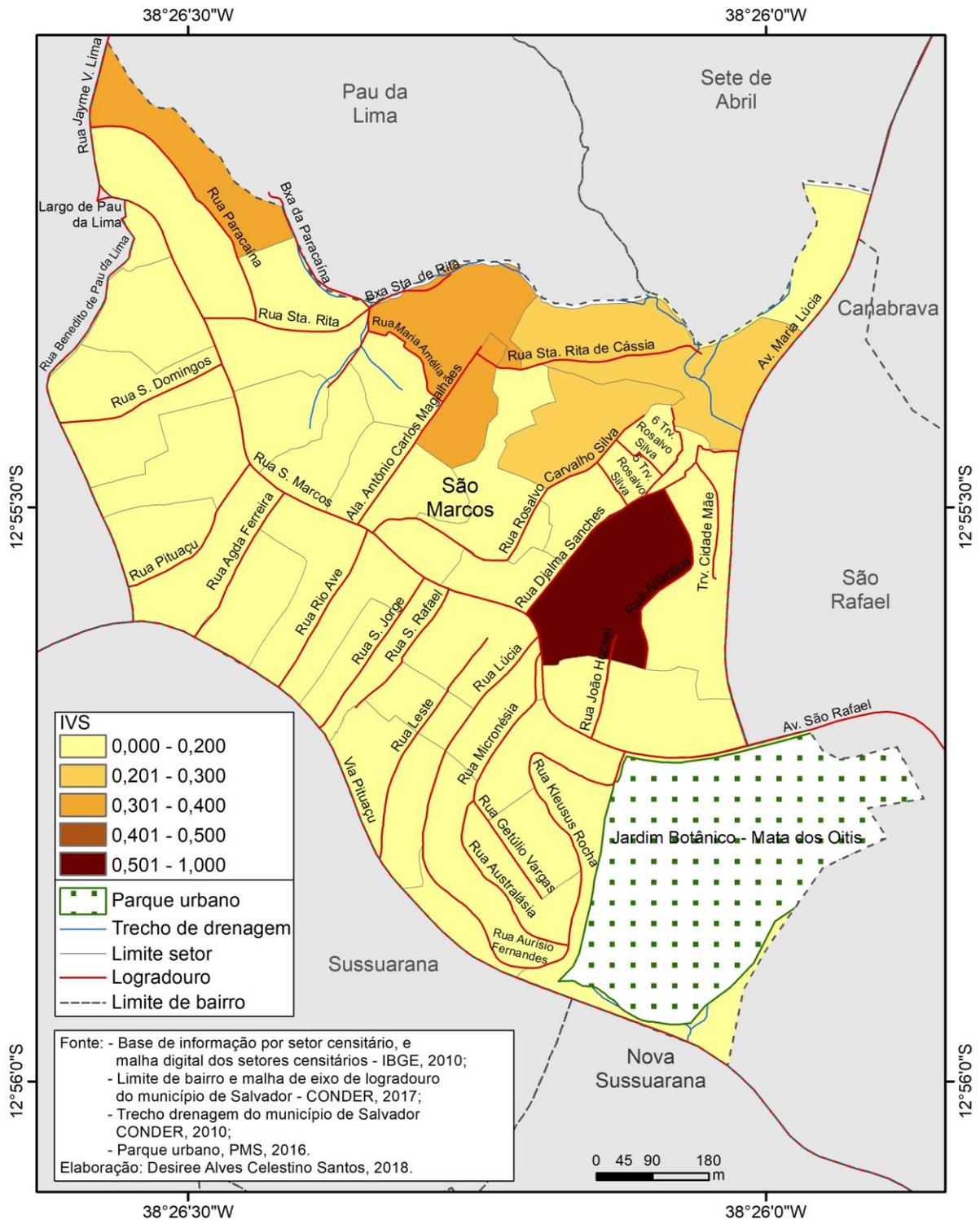
5.3.1.2 Domicílios sem serviço de coleta de lixo

O acúmulo de lixo nas encostas contribui para a saturação do solo. A progressiva acumulação pode levar a acidentes de deslizamento da massa de lixo. Quanto maior o número de pontos de concentração de lixo e maior o seu volume, maior a probabilidade de ocorrência de deslizamentos associados a esses maciços artificiais. Além disto, o descarte de resíduos sólidos em geral (lixo/entulho), contribui para a proliferação dos vetores associados a inúmeras doenças, e podem ser levados pelas águas da chuva obstruindo tubulações, poluindo os cursos d'água e o lençol freático (limitando a oferta de água).

Em São Marcos 4,31% da população viviam em domicílios sem serviço de coleta de lixo, ou seja, 1.366 pessoas de um total de 31.724. Destas, 465 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,000 a 0,200, 164 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,201 a 0,300, 307 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,301 a 0,400, e 430 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,501 a 0,100.

O setor onde verifica-se a maior quantidade de pessoas (430) que viviam em domicílios sem o serviço de coleta de lixo, que apresenta IVS entre 0,501 a 1,000, situam-se na porção nordeste de São Marcos, próximos as ruas Djalma Sanches e Atlântica (Figura 35).

Figura 35 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas que viviam em domicílios sem o serviço de coleta de lixo, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia



5.3.2 Dimensão densidade demográfica e renda

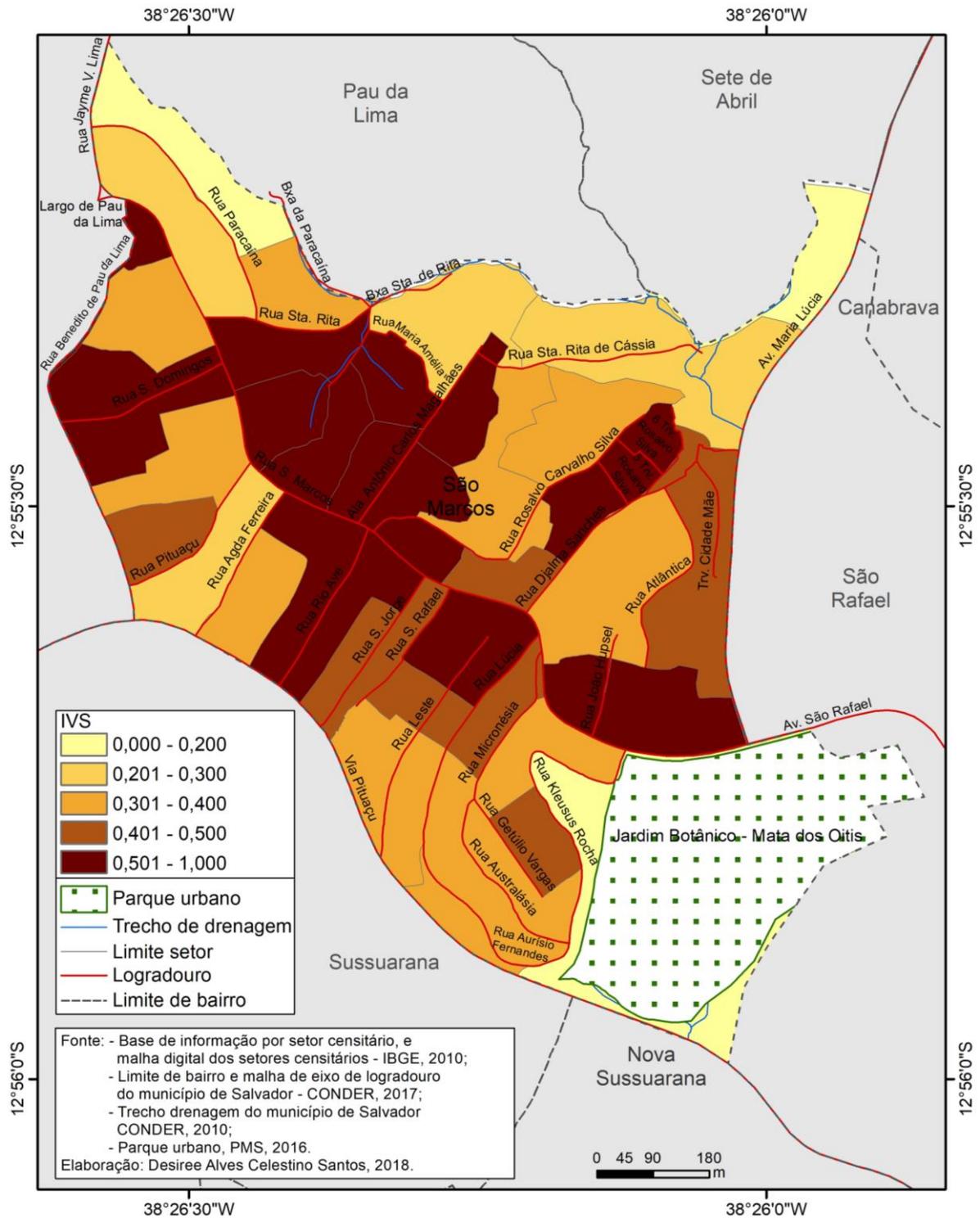
Foram escolhidos para compor o subíndice densidade demográfica e renda, os seguintes indicadores: i) densidade demográfica; e ii) pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal

5.3.2.1 Densidade demográfica

Quanto a densidade demográfica, 2.665 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,000 a 0, 200 (muito baixa), 2.854 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,201 a 0,300 viviam, 8.356 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,301 a 0,400, 4.208 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,401 a 0,500, e 13.638 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,501 a 0,100 (muito alta).

Os setores com os maiores graus de densidade demográfica, que apresentam IVS entre 0,501 a 1,000 situam-se na porção central e noroeste de São Marcos, próximos aos seguintes logradouros: rua São Domingos, alameda Antônio Carlos Magalhaes, rua Rio Ave, rua Lúcia, rua João Hupsel, 5ª travessa Rosalvo Silva e 6ª travessa Rosalvo Silva (Figura 36).

Figura 36 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) densidade demográfica, em São Marcos, Salvador – Bahia - 2010

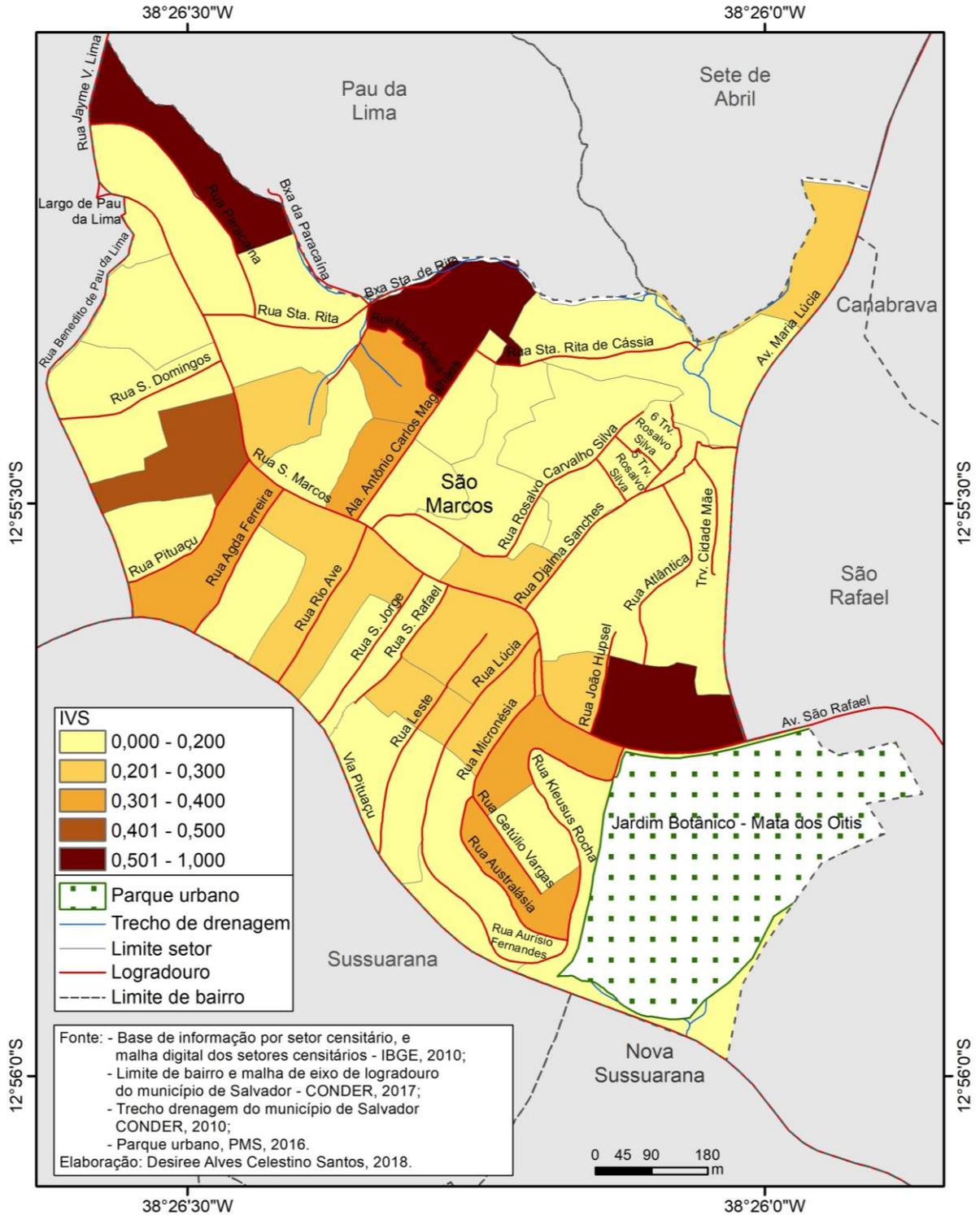


5.3.2.2 Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal

Em São Marcos, em 2010, 1.667 pessoas responsáveis pelos domicílios não possuíam renda. Destas, 710 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,000 a 0,200, 370 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,201 a 0,300, 216 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,301 a 0,400, 68 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,401 a 0,500. E 303 pessoas viviam em setores que apresentam IVS entre 0,501 a 0,100.

Os setores onde verifica-se a maior quantidade de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, que apresentam IVS entre 0,501 a 1,000, com muito alta vulnerabilidade social situam-se próximos as ruas Paracaína, João Huspel, e Maria Amélia (Figura 37).

Figura 37 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, em 2010, em São Marcos, Salvador - Bahia



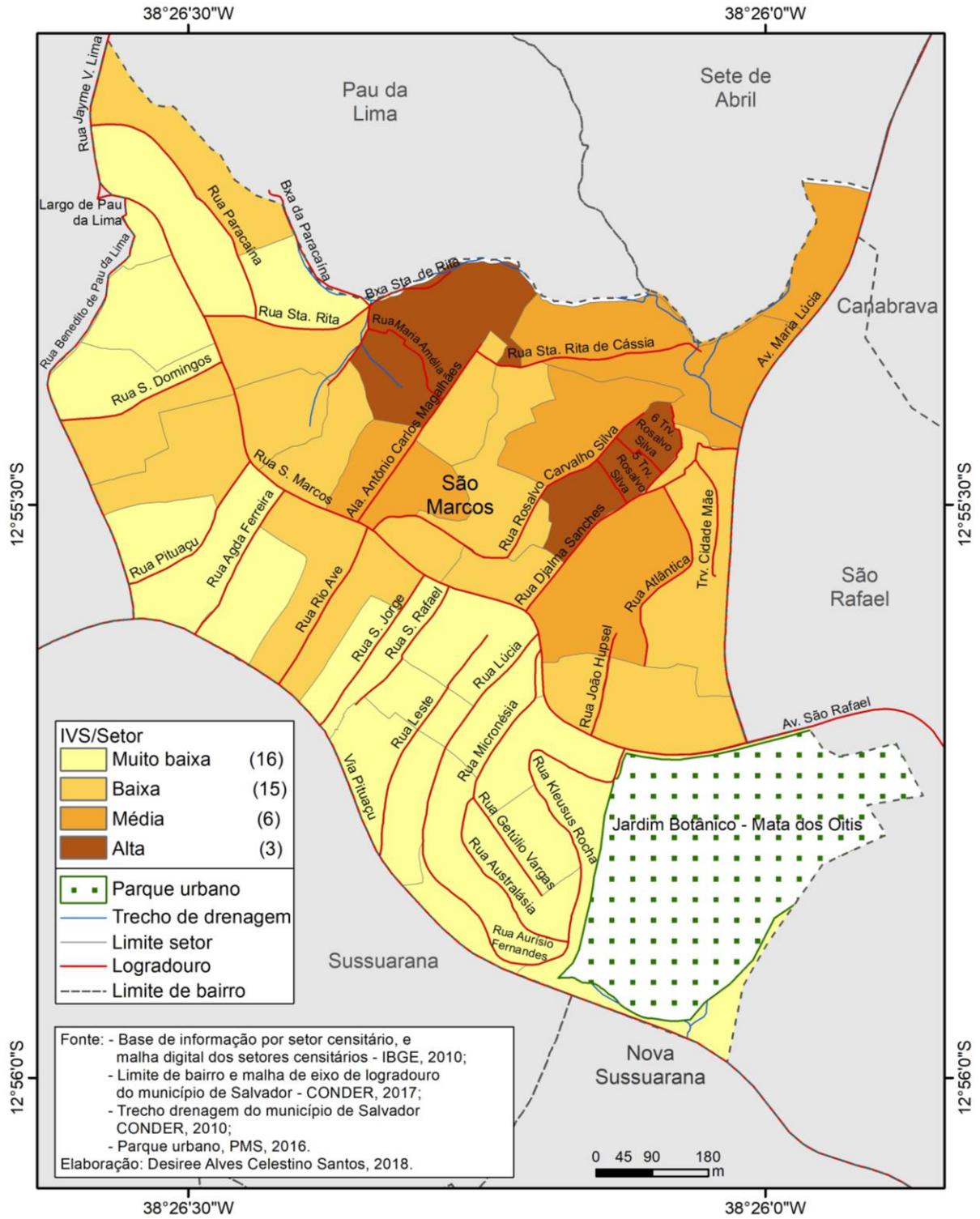
5.3.3 Mapa de vulnerabilidade social - síntese

Dentre os 40 setores censitários identificados em São Marcos 16 são considerados de muito baixa vulnerabilidade social. 15 setores são considerados de baixa vulnerabilidade social. Seis setores são considerados de média vulnerabilidade social, e três setores são considerados de alta vulnerabilidade. Nenhum setor foi considerado de muito alta vulnerabilidade social (Figura 38).

Em São Marcos, em 2010, a maioria das pessoas (12.420) viviam em setores considerados de muito baixa vulnerabilidade social, 11.282 pessoas viviam em setores considerados de baixa vulnerabilidade social, 5.536 pessoas viviam em setores considerados de média vulnerabilidade social e 2.483 pessoas viviam em setores considerados de alta vulnerabilidade social.

Os setores com alta vulnerabilidade social situam-se nas porções ao norte e nordeste de São Marcos, próximos os seguintes logradouros: rua Maria Amélia, Baixa Santa Rita, 5ª e 6ª travessa Rosalvo Silva, e rua Rosalvo Carvalho Silva. A densidade demográfica e o esgotamento sanitário inadequado foram os indicadores que mais influenciaram na determinação dos altos índices de vulnerabilidade social no mapa síntese.

Figura 38 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) em São Marcos, Salvador – Bahia



5.4 SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS X VULNERABILIDADE SOCIAL

A partir da análise espacial da vulnerabilidade social versus cenário mais crítico de suscetibilidade a escorregamentos foi possível definir quatro áreas com elevado potencial de risco em São Marcos (Figura 39). A primeira corresponde a área das ruas Kleusius Rocha, São Marcos, Aurísio Fernandes, Australásia, e Lúcia, e da travessa Kleusius Rocha. A maioria das áreas próximas a estes logradouros são consideradas de muito alta suscetibilidade a escorregamentos (Figura 40). Os setores próximos a esses logradouros são considerados de muito baixa vulnerabilidade social. No período entre jan./2009 a dez./2017 foram registradas nesses seis logradouros 76 ocorrências de deslizamentos de terra.

Figura 39 – Áreas com elevado potencial de risco em São Marcos, Salvador – Bahia

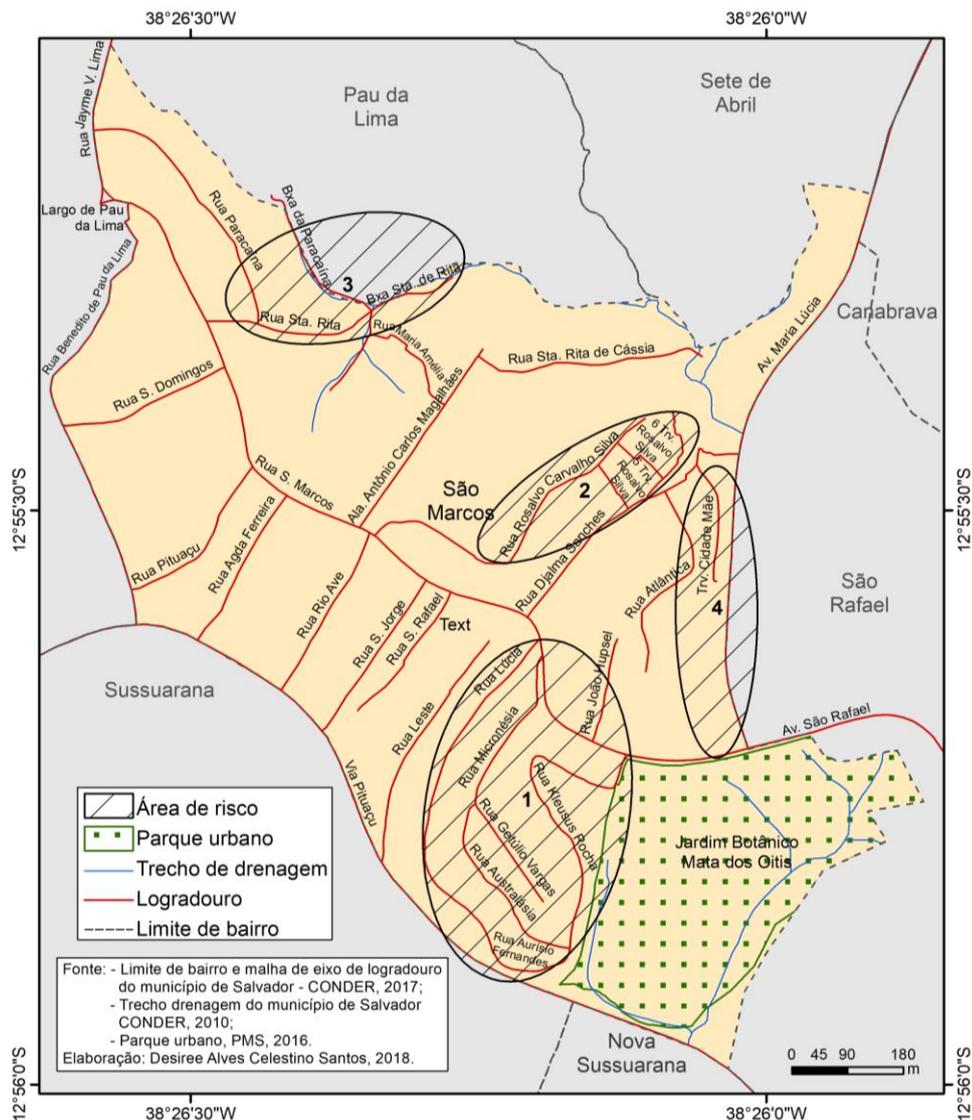
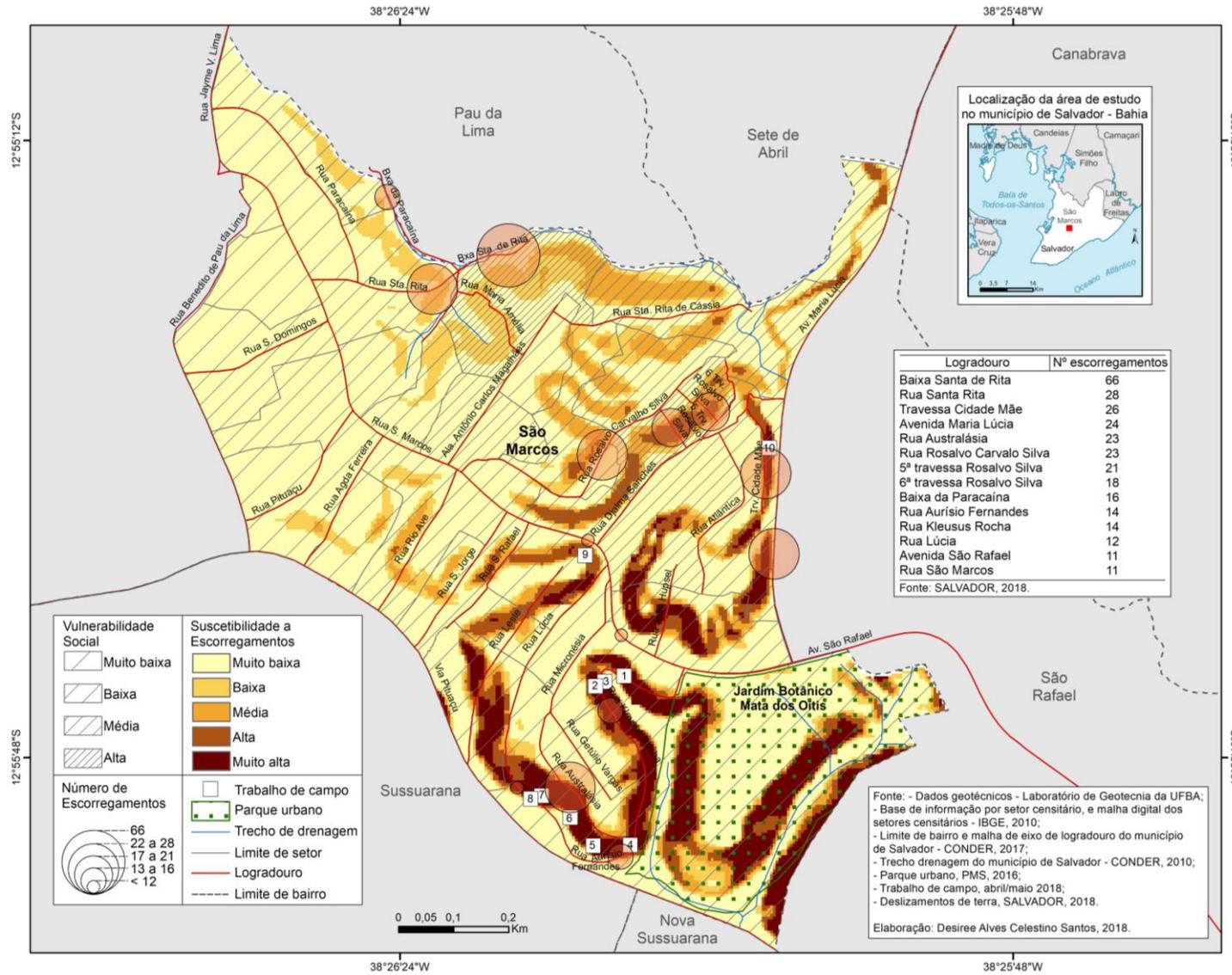


Figura 40 – Distribuição espacial da vulnerabilidade social versus cenário mais crítico de suscetibilidade a escorregamentos, São Marcos, Salvador – Bahia



Após as análises dos mapas de suscetibilidade a escorregamentos e de vulnerabilidade social procedeu-se o trabalho de campo. Os pontos observados em campo serão apresentados a seguir.

Os pontos 1 (um) e 2 (dois) observados em campo localizam-se na rua Kleusus Rocha (Figura 41 e 42), situam-se a 70m de altitude, apresentam declividade entre 30% a 75% (montanhoso). As áreas correspondentes a esses pontos são consideradas de muito alta suscetibilidade a escorregamentos e muito baixa vulnerabilidade social. Foram identificados nas áreas dos pontos um e dois os seguintes agravantes de instabilidade: acumulo de lixo e entulho, e bananeiras.

O terceiro ponto de observação localizado na travessa Kleusus Rocha (Figura 43) situa-se a 60 metros de altitude, apresenta declividade entre 20% a 30% (forte-ondulado). A área correspondente a este ponto é considerada de muito alta suscetibilidade a escorregamento e muito baixa vulnerabilidade social.

Figura 41 –1º ponto de observação, rua Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador - Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 42 – 2º ponto de observação, rua Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 43 – 3º ponto de observação, travessa Kleusus Rocha, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Os pontos 4 (quatro) e 5 (cinco) observados em campo localizam-se na rua Aurísio Fernandes (Figura 44 e 45), situam-se a 50m de altitude, apresentam declividade entre 20% a 30% (forte-ondulado). As áreas correspondentes a esses pontos são consideradas de muito alta suscetibilidade a escorregamentos e muito baixa vulnerabilidade social. Verificou-se nos pontos citados obras de estabilização (geomantas).

Os pontos 6 (seis), 7 (sete) e 8 (oito) observados localizam-se na rua Lúcia (Figuras 46, 47 e 48), situam-se a 50m de altitude, apresentam declividades entre 30% a 75% (montanhoso). As áreas correspondentes a esses pontos são consideradas de muito alta suscetibilidade a escorregamentos e muito baixa vulnerabilidade social. Verificou-se obras de estabilização no ponto 6. Nas áreas dos pontos 7 (sete) e 8 (oito) verificou-se o seguinte agravante de instabilidade: cortes no talude.

Figura 44 – 4º ponto de observação, rua Aurísio Fernandes, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 45 – 5º ponto de observação, rua Aurísio Fernandes, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 46 – 6º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 47 – 7º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Figura 48 – 8º ponto de observação, rua Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

O nono ponto de observação, parte de traz das habitações localizadas na rua São Marcos (Figura 49) situa-se a 60 metros de altitude, apresenta declividade entre 30% a 75% (montanhoso). A área correspondente a este ponto é considerada de alta suscetibilidade a escorregamentos e muito baixa vulnerabilidade social. Na área deste ponto foi identificado como agravante da instabilidade, o lançamento de águas servidas.

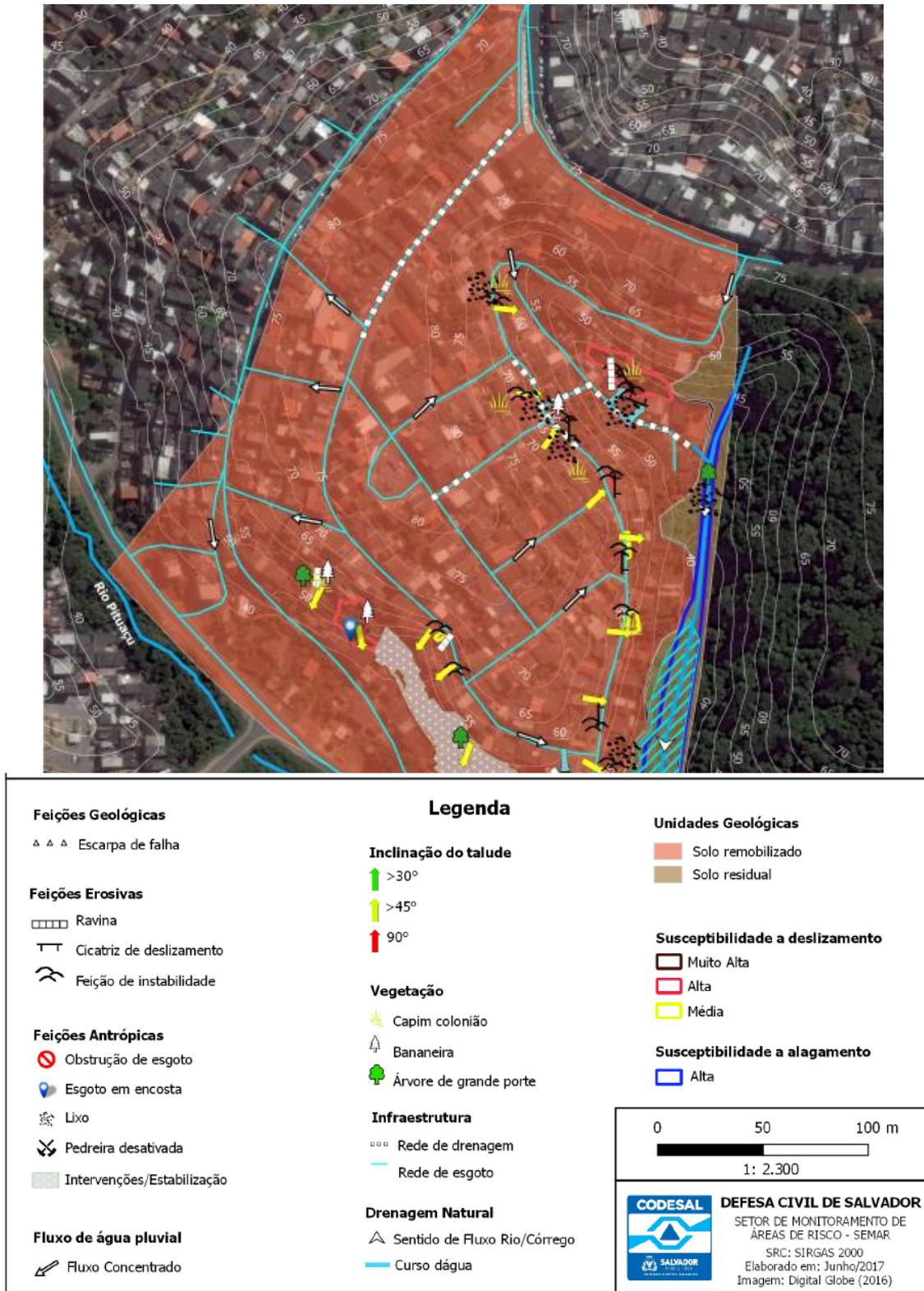
Figura 49 – 9º ponto de observação, rua São Marcos, São Marcos, Salvador – Bahia



Foto: Desiree Santos, 2018.

Vale ressaltar que a área das ruas Kleusus Rocha, São Marcos, Aurísio Fernandes, Australásia, e Lúcia, e da travessa Kleusus Rocha corresponde a uma das áreas consideradas de risco na cidade pela Defesa Civil de Salvador (Figura 50).

Figura 50 – Área das ruas Kleusus Rocha, Aurísio Fernandes, Australásia, e Lúcia, e da travessa Kleusus Rocha, e a Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia



Fonte: SALVADOR, 2018.

A segunda área em São Marcos que apresenta potencial de risco elevado corresponde a área da rua Rosalvo Carvalho Silva, e das 5^o e 6^o travessas Rosalvo Silva. Na rua Rosalvo Carvalho Silva, entre 01/01/2009 a 31/12/2017, foram contabilizadas 23 ocorrências de deslizamentos de terra, na 5^o travessa Rosalvo Silva foram registradas 21 ocorrências, e na 6^o travessa Rosalvo Silva foram contabilizadas 18 ocorrências. As áreas próximas a esses logradouros são consideradas de média a alta suscetibilidade a escorregamentos. Os setores próximos a essas ruas são considerados de alta vulnerabilidade social.

A terceira área em São Marcos que apresenta potencial de risco elevado corresponde a área da rua Santa Rita, da Baixa Santa de Rita e da Baixa da Paracaína. Entre 01/01/2009 a 31/12/2017, foram registradas 28 ocorrências de deslizamentos de terra na rua Santa Rita, 66 na Baixa Santa de Rita e 16 na Baixa da Paracaína. A maior parte das áreas próximas a esses logradouros são considerados de média a alta vulnerabilidade social. As áreas próximas a esses logradouros são consideradas de muito baixa e baixa suscetibilidade a escorregamentos. A drenagem fluvial nesta área é formada por dois córregos naturais, alimentados por canais de fluxo pluvial (temporário) e pelos efluentes domésticos (canalizados e a céu aberto) (SALVADOR, 2018). Vale ressaltar que a elevada quantidade de ocorrências de deslizamentos de terra registradas nesta área não estão associadas aos fatores predisponentes, e sim a ação do homem. Nesta área foram identificados os seguintes agravantes: cortes nos taludes (Figura 51), lançamento de águas servidas e plantação de bananeiras (Figura 52).

Tanto a área da rua Rosalvo Carvalho Silva, e das 5^o e 6^o travessas Rosalvo Silva, quanto a área da rua Santa Rita, da Baixa Santa de Rita e da Baixa da Paracaína são classificadas pela CODESAL como áreas de risco da cidade de Salvador.

Figura 51 – Corte no talude na área da rua Santa Rita e Paracaína, e da Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia



Fonte: Foto, SALVADOR, 2018.

Figura 52 – Lançamento de águas servidas e plantação de bananeiras na área da rua Santa Rita e Paracaína, e da Baixa Santa de Rita, São Marcos, Salvador – Bahia



Fonte: Foto, SALVADOR, 2018.

A quarta área que apresenta potencial de risco elevado corresponde a área da Avenida Maria Lúcia, da Travessa Cidade Mãe e da Avenida São Rafael. Na Avenida Maria Lúcia, entre 01/01/2009 a 31/12/2017, foram contabilizadas 24 ocorrências de deslizamentos de terra, na Travessa Cidade Mãe foram registradas 26 ocorrências, e na Avenida São Rafael foram contabilizadas 11 ocorrências. As áreas próximas a esses logradouros são consideradas de média a muito alta suscetibilidade a escorregamentos. Os setores próximos a essas ruas são considerados de baixa a média vulnerabilidade social. Vale ressaltar que apesar desta área ser propensa a ocorrência de escorregamentos, não é classificada pela CODESAL como uma área de risco.

O ponto de número dez localiza-se no fundo de uma casa na avenida Maria Lúcia (Figura 53) situa-se a 50 metros de altitude, apresenta declividade entre 30% a 75% (montanhoso). A área correspondente a este ponto é considerada de muito alta suscetibilidade a escorregamentos e baixa vulnerabilidade social. Na área deste ponto foi identificado os seguintes agravantes de instabilidade: acúmulo de lixo e lançamento de águas servidas.

Figura 53 – 10º ponto de observação, avenida Maria Lúcia, São Marcos, Salvador – Bahia



Fotos: Desiree Santos, 2018.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da ocupação indiscriminada em áreas com características desfavoráveis, a exemplo, nos terrenos íngremes, sem a adoção de técnicas apropriadas de estabilização vem disseminando a ocorrência de escorregamentos no bairro São Marcos, em vertentes que se encontravam anteriormente em equilíbrio dinâmico.

As áreas que apresentam os maiores graus de suscetibilidade a escorregamentos situam-se a leste de São Marcos próximas, as ruas: Lúcia, Australásia, Aurísio Fernandes, Kleusus Rocha, João Hupsel, Rosalvo Carvalho Silva, a 5^o e 6^o travessa Rosalvo Silva, a travessa Cidade Mãe, a avenida Maria Lúcia, e na área do Jardim Botânico. Verificou-se que são nesses logradouros que estão concentrados as ocorrências de deslizamentos de terra. As áreas classificadas como alta e muito alta suscetibilidade correspondem as áreas com vertentes de declives fortes e muito fortes, com declividades variáveis de 30 a 75%, que corresponde ao relevo montanhoso.

O método utilizado para a elaboração das simulações das áreas suscetíveis a escorregamentos se mostrou eficaz em estimar parâmetros para áreas com escala geográfica pequena, como o bairro São Marcos, apesar da limitada quantidade de amostras de solos utilizadas, identificadas no perímetro do bairro. A eficácia do método foi comprovada por meio da análise correlativa entre a simulação contendo as áreas com os maiores graus de suscetibilidade a escorregamentos desenvolvido nesta pesquisa com o mapa das áreas de risco disponibilizado pela Codesal.

Os setores que apresentam alta vulnerabilidade social situam-se nas porções norte e nordeste de São Marcos, próximos os seguintes logradouros: rua Maria Amélia, Baixa Santa Rita, 5^a e 6^o travessa Rosalvo Silva, e rua Rosalvo Carvalho Silva. Nestes setores, em 2010, viviam 2.483 pessoas. Os indicadores de vulnerabilidade social que mais influenciaram foram: i) densidade demográfica; e ii) esgotamento sanitário inadequado. Os escorregamentos em São Marcos ocorrem com maior frequência em locais periféricos próximos a rua Santa Rita e da Baixa Santa de Rita, habitados pela classe social de menor poder aquisitivo, carentes de equipamentos urbanos e serviços públicos essenciais, tais quais coleta de lixo e redes de água.

Espera-se que esta pesquisa possa instrumentalizar a prefeitura municipal em suas ações de planejamento e gestão territorial e de prevenção de desastres.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11.682**: Estabilidade de taludes. Rio de Janeiro, 1991.

ABRAMO, P. A cidade COM-FUSA: a mão inoxidável do mercado e a produção da estrutura urbana nas grandes metrópoles latino-americanas. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v.9, n. 02, p.25-53, 2007.

ALHEIROS, M. M. Introdução ao gerenciamento de áreas de risco. In: CARVALHO, C. S.; COUTINHO, R. Q.; GALVÃO, T. (orgs.). **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**: Curso de capacitação. Brasília: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2008. Módulo 1, p. 13-20.

AMARAL, C.; FIORI, A. P. Grau de Estabilidade das Vertentes da Serra do Paruã, nas Proximidades do Falso Túnel. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 2004, São Carlos. **Anais...São Carlos**. 2004. p. 164-172.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência brasileira sobre estabilidade de encostas, COBRAE, 1., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...Rio de Janeiro**. 1992. p. 721-733.

_____. **Carta de riscos de escorregamentos**: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de solos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BAHIA. Secretaria de Planejamento Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC); Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador (CONDER); Prefeitura Municipal do Salvador/Secretaria Municipal do Planejamento (SEPLAN). **Plano de ocupação para a área do Miolo de Salvador**. Salvador, 1985. 112 p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, v. 3, 2003, p. 877-1436.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 20 dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: 12 fev. 2017.

_____. Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999. Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nºs 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Brasília: **Diário Oficial da União**, 1 jan. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9785.htm>. Acesso em: 14 jun. 2017.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 11 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 10 fev. 2017.

_____. Ministério das Cidades/Cities Alliance. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, 111 p.

_____. Ministério das Cidades / Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais: curso de capacitação**. SANTOS, C.; COUTINHO, R. Q.; GALVÃO, T. (orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2008.

_____. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) / Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**. Brasília. 2014. Escala 1:50.000. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos-38>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

_____. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras**. COSTA, M. A.; MARGUTI, B. O. (edts.). Brasília: IPEA, 2015. 240 p. : gráfs., mapas color.

BRESSANI, L. A.; COSTA, E. A da. Mapeamento geotécnico: suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade técnica, risco e risco instalado. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 14., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABGE, 2013. 1 CD-ROM.

CÂMARA, G.; Davis, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001.

CASTRO, I. E. de. O Problema da Escala. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, Paulo C. da C.; CORRÊA, R. L. (Org.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 117-140.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

COLÂNGELO, A. C. Geomorfologia experimental aplicada ao estudo de estabilidade de vertentes. In: IV Simpósio de Geografia Física Aplicada, 4., 1991, Porto Alegre. **Anais...** 1991. p. 267-274.

CONDER. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER). **Atlas do Desenvolvimento Humano da Região Metropolitana de Salvador**. Salvador: CONDER, PNUD, Fundação João Pinheiro, 2006. CD-ROM.

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Editora Ática, 1989.

COUTINHO, Q. R. Processos gravitacionais de massa e processos erosivos. In: CARVALHO, C. S.; COUTINHO, R. Q.; GALVÃO, T. (orgs.). **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**: Curso de capacitação. Brasília: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2008. Módulo 5, p. 58-89.

_____(Coord. e Org.). **Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais**. Recife: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco; Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies – GEGEP; DECivil, 2013. 376 p. (Documento Técnico).

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 1996. 80p.

_____; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE, 2001.

CRUZ, S. A. S. **Caracterização petrográfica, petroquímica e estrutural do embasamento cristalino da cidade de Salvador-Bahia / porção oeste**. 64 p. Monografia (Geologia). Instituto de Geociências – UFBA, Salvador, 2005.

DIAS, L. S. de O. **Identificação de áreas suscetíveis a deslizamento de terra utilizando sistema de informações geográficas**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

FELL, R. et al. Joint Technical Committee on landslides and engineered slopes, JTC-1. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning. **Engineering Geology**, v. 102, n. 3-4, p. 83-111, 2008.

FREIRE, E. S. M. Movimentos coletivos de solos e rochas e sua moderna sistemática. **Construção**, Rio de Janeiro, v.8, n. 95, p.10-18, 1965.

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

FLORENZANO, T. Introdução a geomorfologia. In: FLORENZANO, T. (org) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 11-30.

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador-BA**. 268p. Tese de Doutorado em Geografia Física – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido**. São Paulo: IPT, 1976. 48 p. (Relatório n.1080)

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher; Edusp, 1984. 194p.

GUIMARÃES, R. F. et al. Parameterization of soil properties for a model of topographic controls on shallow landsliding: application to Rio de Janeiro. **Engineering Geology**, v. 69, n. 1-2, p. 99-108, 2003.

HUTCHINSON, J. N. General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. In: BORNAD, C. (ed.). **Landslides, proceedings of the 5th Internacional Symposium on Landslides, Lausanne, Switzerland**: Rotterdam, Netherlands, A. A. Balkema, v. 1, 1988, p. 3-35.

IBGE. **Censo demográfico** - Aglomerados Subnormais: informações territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. p. 1-251. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd_2010_agrn_if.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2016.

_____. **Base de informação do Censo Demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em: 03 jan. 2016.

_____. **Malha de setor censitário digital do Brasil**: situação 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios__divisoes_intramunicipais/censo_2010/>. Acesso em: 03 jan. 2016.

INFANTI JUNIOR N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152.

INMET. **Dados históricos**: precipitação e temperatura. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Manual de Ocupação de Encostas**. São Paulo, 1991. p. 216. (Publicação n. 1831).

JESUS, A. C.; MIRANDA, S. B.; DIAS, L. S.; BRITO JÚNIOR, J. A.; BURGOS, P. C.; CAMPOS, L. E. P. Contribuição para o zoneamento das áreas com características geotécnicas semelhantes da cidade de Salvador visando aplicações em mapeamento de risco. In: COBRAE - IV Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Taludes. **Anais...**2005, Salvador. p. 17-25.

JULIÃO, R. P. (Coord.) et al. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base municipal**. Lisboa: Autoridade Nacional de Protecção Civil; Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano; Instituto Geográfico Português, 2009. Disponível em: <http://www.proteccaocivil.pt/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2016.

LAIRD, J. R. The Current State of Engineering Geology, Slope Stability and Harvest Units Plans. In: The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium. **Annals...**Seattle – USA, 2001, p.168-176. Disponível em: <<http://depts.washington.edu/sky2001/proceedings/papers/Laird.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LUCENA, R. O processo de urbanização brasileira e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis. In: CARVALHO, C. S.; COUTINHO, R. Q.; GALVÃO, T. (orgs.). **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**: curso de capacitação. Brasília: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2008. Módulo 3, p. 30-42.

MACEDO, E. S.; AKIOSSI, A. Escorregamentos ocorridos no Brasil entre 1988 e 1996: levantamento a partir de notícias de jornal. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, 1996, Salvador. **Anais...**Araxá, SBG, 2 p.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. In: **Anuário da Academia Brasileira de Ciência**, n. 70, 1998, p. 249-266.

MASSAD, F. **Obras de Terra**: curso básico de geotecnia. 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2003.

MEDEIROS, J. S. de. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais**: tecnologias de apoio à gestão do território. 1999. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MONTEIRO, C. A. F.; BARBOSA, D. V. N.; OGATA, M. G. **Qualidade ambiental na Bahia**: Recôncavo e regiões limítrofes. Salvador: Centro de Estatística e Informações, 1987. 48 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Working party on world landslide inventory. **Bulleting of the IAEG**, v. 41, 1993, p. 5-12.

PEIXOTO, C. S. **Os fatores físicos condicionantes dos problemas da Cidade do Salvador**. 186 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1968.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana de Recife**. 2007. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

PORTO, M. F. de S. **Uma ecologia política dos riscos**: princípios para integramos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2012.

RAMOS, V. M. **A modelagem matemática no estudo dos movimentos de massa**: aplicação de um modelo de previsão de áreas susceptíveis a escorregamentos rasos na área do Subúrbio Ferroviário de Salvador (BA). Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

RIBEIRO, L. C. de Q. **Dos cortiços aos condomínios fechados**: as formas da produção da moradia na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1997.

RODRIGUES, C. de S. **Mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo - RJ por meio de inferência fuzzy e elaboração de cenários de alerta com uso do terrama2**. 2013. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

SALVADOR. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente (SEDHAM); Coordenadoria Central de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais (COPI). **CADERNOS DA CIDADE**: uso e ocupação do solo. v. 1. Salvador. 2009.

_____. Câmara Municipal. Lei nº 9.069, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU 2016 e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Poder Legislativo, Salvador, 01 jul. 2016. Disponível em: <<http://www.sucom.ba.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/LEI-n.-9.069-PDDU-2016.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

_____. Câmara Municipal. Lei nº 9.148, de 08 de setembro de 2016. Dispõe sobre ordenamento e uso do solo no Município de Salvador dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Poder Legislativo, Salvador, 08 set. 2016. Disponível em: <<http://www.sucom.ba.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/novalouossancionada.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

_____. Prefeitura Municipal. Defesa Civil de Salvador (CODESAL). Salvador: 2018. **Ocorrências dos escorregamentos por ano (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017)**. Salvador, 20 jan. 2018. Banco de dados da CODESAL.

SANTOS, D. A. C. **Análise espaço-temporal das ocorrências de deslizamentos de terra registradas, entre jan/2009 a dez/2013, na área do “miolo” da cidade de Salvador - Bahia**. 79 f. (Monografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SANTOS, H. G. dos et. al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, Distrito Federal: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SAVAGE, W. Z.; GODT J. W.; BAUM, R. L. Modeling time-dependent aerial slope stability. In: LACERDA W. A.; ERLICH M.; FONTOURA S. A. B.; SAYAO A. S. F. (eds.). **Landslides: evaluation and stabilization**, proceedings of the 9th international symposium on landslides. London, A.A. Balkema Publishers, v. 1, 2004, p. 23-36

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1993. 415 p.

SEI. **Estatísticas dos Municípios Baianos**: território de identidade Metropolitana de Salvador. Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), 2012.v.4. n.1. 206 p. ISSN 1519-4124.

SHARPE, C. F. S. **Landslides and Related Phenomena**: a study of mass-movements of soil and rock. New York, Columbia University Press, 1938, 137 p.

SILVA, I. R. **Praias da Costa do Descobrimento**: uma contribuição para a gestão ambiental. Salvador. 227 p. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

SILVA, C. N. **Diagnóstico ambiental associado às áreas de pedreiras abandonadas na cidade do Salvador-BA com ênfase na estabilidade de taludes**. 123 f. (Dissertação de Mestrado), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2005.

SILVA, L. das D. de J. da. **Estudo de áreas de propensão a deslizamentos na cidade de Salvador** - utilização do método do talude infinito em SIG. 134 p. Monografia. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.

SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. de. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 2, n. 1, 2012, p. 79-97.

SOUZA, L. B; SANTOS, C. B. dos. O crescimento urbano e a ocupação de áreas sob riscos de escorregamentos na região noroeste da área urbana de Juiz de Fora – MG. **Boletim de Geografia**. Universidade de Maringá: v. 1, n.1, 2006, p. 121-127.

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos**: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 220 f. (Tese) Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro: IBGE, Supren, 1977.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). **Living with risk**: a global review of disaster reduction initiatives. v. I e II. Geneva, 2004. Disponível em: <http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm>. Acesso em: 10 fev. 2017.

VALERIANO, M. de M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. (org) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

VARNES, D. J. Slope movement types and processes. In: SCHUSTER, R. L.; KRIZEK, R. J. (eds.) **Landslides: analysis and control**, National Academy of Sciences, Transportation Research Board, Washington, DC, Special Report, 176(2), 1978, p. 11-33.

VILHENA, L. S. **Notícias Brasília e Soteropolitanas**. As cartas de Vilhena. Imprensa Oficial, Salvador, 1992.

APÊNDICE A – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água inadequado, por setor, São Marcos - 2010

Código setor	Moradores em domicílios particulares permanentes			Valor padronizado	Classe vulnerabilidade social
	Total	Com abastecimento de água inadequado			
		Total	%		
292740805180124	836	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180125	796	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180126	948	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180127	744	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180131	748	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180204	582	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180307	394	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180309	613	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180316	732	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180319	886	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180412	822	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180414	544	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180427	870	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180428	826	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180430	668	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180432	686	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180434	700	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180341	1051	1	0,1	0,016	Muito baixa
292740805180130	823	1	0,12	0,019	Muito baixa
292740805180357	735	1	0,14	0,022	Muito baixa
292740805180431	1444	3	0,21	0,033	Muito baixa
292740805180135	1374	4	0,29	0,046	Muito baixa
292740805180375	670	3	0,45	0,071	Muito baixa
292740805180086	1174	6	0,51	0,081	Muito baixa

292740805180128	706	5	0,71	0,112	Muito baixa
292740805180411	842	6	0,71	0,112	Muito baixa
292740805180429	415	3	0,72	0,114	Muito baixa
292740805180140	812	6	0,74	0,117	Muito baixa
292740805180413	525	4	0,76	0,120	Muito baixa
292740805180315	1272	11	0,86	0,136	Muito baixa
292740805180090	878	8	0,91	0,144	Muito baixa
292740805180089	686	7	1,02	0,161	Muito baixa
292740805180504	354	4	1,13	0,179	Muito baixa
292740805180508	984	12	1,22	0,193	Muito baixa
292740805180088	639	10	1,56	0,246	Baixa
292740805180087	557	14	2,51	0,397	Média
292740805180374	541	15	2,77	0,438	Alta
292740805180511	885	38	4,29	0,678	Muito alta
292740805180123	600	28	4,67	0,738	Muito alta
292740805180136	1359	86	6,33	1,000	Muito alta

Fonte: IBGE, 2011a.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

APÊNDICE B – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário inadequado, por setor, São Marcos - 2010

Código setor	Moradores em domicílios particulares permanentes			Valor padronizado	Classe vulnerabilidade social
	Total	Com esgotamento sanitário inadequado			
		Total	%		
292740805180087	557	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180125	796	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180412	822	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180414	544	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180428	826	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180090	878	1	0,11	0,001	Muito baixa
292740805180429	415	1	0,24	0,003	Muito baixa
292740805180088	639	3	0,47	0,005	Muito baixa
292740805180427	870	4	0,46	0,005	Muito baixa
292740805180434	700	5	0,71	0,008	Muito baixa
292740805180432	686	6	0,87	0,010	Muito baixa
292740805180124	836	8	0,96	0,011	Muito baixa
292740805180411	842	11	1,31	0,015	Muito baixa
292740805180508	984	13	1,32	0,015	Muito baixa
292740805180204	582	8	1,37	0,016	Muito baixa
292740805180430	668	11	1,65	0,019	Muito baixa

292740805180341	1051	18	1,71	0,020	Muito baixa
292740805180413	525	10	1,9	0,022	Muito baixa
292740805180086	1174	23	1,96	0,023	Muito baixa
292740805180131	748	16	2,14	0,025	Muito baixa
292740805180089	686	21	3,06	0,035	Muito baixa
292740805180127	744	27	3,63	0,042	Muito baixa
292740805180309	613	24	3,92	0,045	Muito baixa
292740805180319	886	38	4,29	0,050	Muito baixa
292740805180126	948	44	4,64	0,054	Muito baixa
292740805180307	394	23	5,84	0,068	Muito baixa
292740805180130	823	50	6,08	0,070	Muito baixa
292740805180128	706	46	6,52	0,075	Muito baixa
292740805180123	600	50	8,33	0,096	Muito baixa
292740805180504	354	42	11,86	0,137	Muito baixa
292740805180431	1444	257	17,8	0,206	Baixa
292740805180140	812	175	21,55	0,249	Baixa
292740805180135	1374	578	42,07	0,486	Alta
292740805180375	670	360	53,73	0,621	Muito alta
292740805180136	1359	868	63,87	0,738	Muito alta
292740805180357	735	479	65,17	0,753	Muito alta
292740805180315	1272	849	66,75	0,772	Muito alta
292740805180511	885	627	70,85	0,819	Muito alta
292740805180316	732	563	76,91	0,889	Muito alta
292740805180374	541	468	86,51	1,000	Muito alta

Fonte: IBGE, 2011a.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

APÊNDICE C – Número total e percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem o serviço da coleta de lixo, por setor, São Marcos - 2010

Código setor	Moradores em domicílios particulares permanentes			Valor padronizado	Classe vulnerabilidade social
	Total	Sem o serviço da coleta de lixo			
		Total	%		
292740805180125	796	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180126	948	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180135	1374	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180204	582	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180307	394	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180309	613	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180319	886	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180357	735	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180374	541	0	0	0,000	Muito baixa

292740805180413	525	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180414	544	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180428	826	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180429	415	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180432	686	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180434	700	0	0	0,000	Muito baixa
292740805180086	1174	1	0,09	0,002	Muito baixa
292740805180508	984	1	0,1	0,002	Muito baixa
292740805180411	842	3	0,36	0,009	Muito baixa
292740805180090	878	4	0,46	0,011	Muito baixa
292740805180123	600	3	0,5	0,012	Muito baixa
292740805180124	836	4	0,48	0,012	Muito baixa
292740805180431	1444	8	0,55	0,013	Muito baixa
292740805180412	822	5	0,61	0,015	Muito baixa
292740805180315	1272	46	3,62	0,088	Muito baixa
292740805180504	354	13	3,67	0,090	Muito baixa
292740805180089	686	27	3,94	0,096	Muito baixa
292740805180127	744	32	4,3	0,105	Muito baixa
292740805180140	812	38	4,68	0,114	Muito baixa
292740805180427	870	42	4,83	0,118	Muito baixa
292740805180087	557	27	4,85	0,119	Muito baixa
292740805180130	823	47	5,71	0,140	Muito baixa
292740805180088	639	38	5,95	0,145	Muito baixa
292740805180136	1359	84	6,18	0,151	Muito baixa
292740805180430	668	42	6,29	0,154	Muito baixa
292740805180511	885	76	8,59	0,210	Baixa
292740805180316	732	88	12,02	0,294	Baixa
292740805180375	670	83	12,39	0,303	Média
292740805180131	748	109	14,57	0,356	Média
292740805180128	706	115	16,29	0,398	Média
292740805180341	1051	430	40,91	1,000	Muito alta

Fonte: IBGE, 2011a.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

APÊNDICE D – População residente em domicílios particulares permanentes, área do setor, e densidade demográfica, São Marcos - 2010

Código do setor	População residente	Área (m ²)	Densidade demográfica	Valor padronizado	Classe vulnerabilidade social
292740805180123	600	277724,246	0,002	0,000	Muito baixa
292740805180136	1359	187809,184	0,007	0,076	Muito baixa
292740805180128	706	69003,246	0,010	0,121	Muito baixa
292740805180511	885	54316,1	0,016	0,212	Baixa
292740805180089	686	35390,731	0,019	0,250	Baixa
292740805180309	613	32463,907	0,019	0,258	Baixa
292740805180375	670	31442,86	0,021	0,288	Baixa

292740805180087	557	22722,753	0,025	0,348	Média
292740805180124	836	33799,627	0,025	0,348	Média
292740805180341	1051	42492,256	0,025	0,348	Média
292740805180357	735	28974,969	0,025	0,348	Média
292740805180088	639	24953,975	0,026	0,364	Média
292740805180431	1444	54767,706	0,026	0,364	Média
292740805180316	732	26886,931	0,027	0,379	Média
292740805180126	948	34229,55	0,028	0,394	Média
292740805180414	544	19315,975	0,028	0,394	Média
292740805180427	870	31277,873	0,028	0,394	Média
292740805180504	354	11678,047	0,030	0,424	Alta
292740805180429	415	13231,564	0,031	0,439	Alta
292740805180125	796	25152,664	0,032	0,455	Alta
292740805180127	744	22247,653	0,033	0,470	Alta
292740805180413	525	16079,597	0,033	0,470	Alta
292740805180135	1374	39294,232	0,035	0,500	Alta
292740805180428	826	23097,189	0,036	0,515	Muito alta
292740805180090	878	23940,642	0,037	0,530	Muito alta
292740805180430	668	17981,519	0,037	0,530	Muito alta
292740805180508	984	26626,313	0,037	0,530	Muito alta
292740805180374	541	14057,25	0,038	0,545	Muito alta
292740805180307	394	10034,539	0,039	0,561	Muito alta
292740805180086	1174	29505,254	0,040	0,576	Muito alta
292740805180140	812	19069,24	0,043	0,621	Muito alta
292740805180411	842	19723,583	0,043	0,621	Muito alta
292740805180412	822	19205,451	0,043	0,621	Muito alta
292740805180434	700	16281,869	0,043	0,621	Muito alta
292740805180131	748	14404,446	0,052	0,758	Muito alta
292740805180319	886	16993,349	0,052	0,758	Muito alta
292740805180315	1272	23611,062	0,054	0,788	Muito alta
292740805180432	686	11889,77	0,058	0,848	Muito alta
292740805180130	823	13157,646	0,063	0,924	Muito alta
292740805180204	582	8559,288	0,068	1,000	Muito alta

Fonte: IBGE, 2011a.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.

APÊNDICE E – Número total e percentual de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, por setor, São Marcos - 2010

Código setor	Pessoas responsáveis			Valor padronizado	Classe vulnerabilidade social
	Total	sem rendimento nominal mensal			
		Total	%		
292740805180204	187	11	5,88	0,000	Muito baixa

292740805180087	190	12	6,32	0,008	Muito baixa
292740805180413	153	11	7,19	0,025	Muito baixa
292740805180319	246	19	7,72	0,035	Muito baixa
292740805180411	216	17	7,89	0,037	Muito baixa
292740805180431	459	36	7,84	0,037	Muito baixa
292740805180511	263	22	8,37	0,047	Muito baixa
292740805180124	283	28	9,89	0,076	Muito baixa
292740805180140	255	27	10,59	0,089	Muito baixa
292740805180427	282	30	10,64	0,090	Muito baixa
292740805180357	190	23	12,11	0,117	Muito baixa
292740805180086	395	48	12,15	0,118	Muito baixa
292740805180429	130	16	12,31	0,121	Muito baixa
292740805180123	175	22	12,57	0,126	Muito baixa
292740805180135	435	55	12,64	0,127	Muito baixa
292740805180131	224	29	12,95	0,133	Muito baixa
292740805180127	232	33	14,22	0,157	Muito baixa
292740805180130	232	34	14,66	0,165	Muito baixa
292740805180315	394	58	14,72	0,167	Muito baixa
292740805180309	193	29	15,03	0,172	Muito baixa
292740805180316	211	32	15,17	0,175	Muito baixa
292740805180412	250	38	15,2	0,176	Muito baixa
292740805180341	325	53	16,31	0,196	Muito baixa
292740805180414	164	27	16,46	0,199	Muito baixa
292740805180428	283	47	16,61	0,202	Baixa
292740805180125	278	48	17,27	0,215	Baixa
292740805180504	112	21	18,75	0,242	Baixa
292740805180136	467	88	18,84	0,244	Baixa
292740805180090	282	55	19,5	0,257	Baixa
292740805180434	214	42	19,63	0,259	Baixa
292740805180307	133	27	20,3	0,272	Baixa
292740805180430	199	42	21,11	0,287	Baixa
292740805180089	222	49	22,07	0,305	Média
292740805180126	316	74	23,42	0,330	Média
292740805180374	178	42	23,6	0,334	Média
292740805180432	209	51	24,4	0,349	Média
292740805180088	217	68	31,34	0,480	Alta
292740805180508	316	103	32,59	0,503	Muito alta
292740805180128	216	88	40,74	0,657	Muito alta
292740805180375	190	112	58,95	1,000	Muito alta

Fonte: IBGE, 2011a.

Elaboração: Desiree Santos, 2018.