

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo**

FRANCIELLE GONÇALVES SILVA

**RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA NA CIDADE DE
MONTES CLAROS - MG: ESTUDO DE CASO DA VILA SÃO
FRANCISCO DE ASSIS**

**MONTES CLAROS - MG
JULHO - 2017**

FRANCIELLE GONÇALVES SILVA

**RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA NA CIDADE DE MONTES
CLAROS - MG: ESTUDO DE CASO DA VILA SÃO FRANCISCO DE
ASSIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmica e Análise Espacial

Linha de Pesquisa: Território, Cultura e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Expedito José Ferreira

**MONTES CLAROS - MG
JULHO – 2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

FRANCIELLE GONÇALVES SILVA

**RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA NA CIDADE DE MONTES
CLAROS - MG: ESTUDO DE CASO DA VILA SÃO FRANCISCO DE
ASSIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmica e Análise Espacial

Linha de Pesquisa: Território, Cultura e Meio Ambiente

Data de Aprovação: _____

Banca:

Orientador: Prof. Dr. Exedito José Ferreira
Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes

Prof^ª. Dr. Maria Ivete Soares de Almeida
Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes

Prof^º. Dr. Guilherme Taitson Bueno
Universidade Federal de Goiás - UFG

“Dedico este trabalho à memória de minha mãe Valdenice Gonçalves Silva (1989), meus avós, Luís Gonçalves da Silva (2016) e Maria Teixeira Santos (2015); e minha tia Dapaz Gonçalves Ribeiro (2016). Exemplos de vida. Pequenos ruralistas que com muita fé e dedicação ao trabalho, esforço, honestidade, simplicidade e respeito ao próximo e à natureza, venceram uma série de adversidades do seu tempo. Não são poucos os admiradores que deixaram, dentre os quais, sou uma dos mais fervorosos”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus, honra, glória, louvor e exaltação pelos séculos dos séculos. Porque Dele, por Ele, e para Ele, são todas as coisas. Glória, pois, a ele eternamente. Amém! (Rm 11:36). Aos meus pais Valdemar Gonçalves da Silva e Valdenice Gonçalves Silva (*in memoriam*), que me trouxeram a esse mundo e me deram raízes e não impediram que minhas asas crescessem. Aos meus irmãos Luís Fábio (Bim), Fernanda (Nanda) e Laudicéia (Céia), pelo apoio e confiança. Aos meus avós Luís Gonçalves da Silva e Maria Teixeira Santos pelo amor, proteção e oração. A José Raimundo (tio-pai), Maria dos Reis (tia-mãe), Renilton (Tio), MaryHellen (Tia), Lucimar (Tia), por me integrarem com tanto amor a família e pelos dias valiosos passados ao lado de vocês. Agradeço a toda minha família pelo carinho e orações. Amo vocês!

Ao meu amado Davy, companheiro de todas as horas, agradeço por todo o apoio e carinho, por dividir comigo todo percurso da graduação, e por partilhar as angústias da pós-graduação. Companheiro leal com quem amo dividir a vida. Obrigado pelo apoio e incentivo. Você é o amor da minha vida, tudo seria muito, muito difícil sem você. Aos meus sogros Deljovan Caminhas e Lúcia Caminhas, e meu cunhado Diogo Caminhas pelo apoio, não tenho palavras para agradecer tamanha gratidão.

Ao meu orientador, Expedito José Ferreira pela confiança depositada na construção deste trabalho, pela grande sabedoria e paciência. Levarei comigo todos os ensinamentos acadêmicos e de vida, ofertados de forma amorosa e gentil: “Existem pessoas que nos inspiram... Outras que nos fazem bem... E aquelas que, simplesmente sem pedir licença, tocam a nossa alma (Lígia Guerra)”. Obrigada por tudo mestre.

Aos professores desta banca examinadora, que se disponibilizaram a ler e ouvir as ideias aqui tecidas. Aos Professores queridos do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) que me concederam seu tempo, de modo gentil e generoso. Em especial agradeço a professora Gildette Soares Fonseca por estar sempre presente na minha jornada acadêmica e ser sempre grande incentivadora. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em parceria com a Unimontes pela bolsa de mestrado.

Aos amigos e colegas do curso de Geografia, sempre solidários nessa caminhada. A todos que contribuíram de alguma forma com esse trabalho, muito obrigado!

Gratidão define!

SILVA, Francielle Gonçalves. **Risco a movimentos de massa na cidade de Montes Claros - MG: estudo de caso da Vila São Francisco de Assis.** 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais. 174f.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo mapear as áreas sujeitas à risco e vulnerabilidade socioambiental por meio de correlação entre índices de vulnerabilidade social e de exposição a movimento de massa, na Vila São Francisco de Assis, Montes Claros, Minas Gerais. Especificamente buscou-se: (a) Analisar o meio físico-natural da área de estudo, assim como os riscos associados; (b) Identificar a vulnerabilidade social, a exposição aos riscos de movimento de massa, a vulnerabilidade socioambiental da área de estudo, e (c) Caracterizar em mapas as áreas de exposição ao risco, como um instrumental que pode contribuir para a prevenção de acidentes e de danos aos moradores. A área selecionada para o estudo de caso foi a Vila São Francisco de Assis. O local foi escolhido por apresentar histórico de processos de movimentos de massa, além de apresentar condições de suscetibilidade natural, vulnerabilidade social e ambiental de exposição ao risco. Procedeu-se com a caracterização geomorfológica da cidade de Montes Claros, onde se localiza a área de estudo, visto que esta (especialmente a morfometria) é o parâmetro utilizado para análise da suscetibilidade natural, em seguida analisou-se e traçou um panorama dos riscos e da suscetibilidade a movimentos de massa em Montes Claros. No que diz respeito às inferências na Vila São Francisco de Assis, estas foram procedidas com base na elaboração dos índices: Vulnerabilidade Social (IVS), baseou-se na metodologia aplicada por Macedo (2015) tendo como suporte 17 variáveis correspondentes ao questionário aplicado ao longo do núcleo populacional da Vila São Francisco de Assis, setorizadas em cinco áreas de interesse, considerando os laudos da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros – COMDEC. Foram classificados em cinco (5) níveis de VS, a partir de média ponderada. Para o Índice de Exposição aos Movimentos de Massa (IEMM), tomou-se como modelo a metodologia adotada por Guerra et. al. (2009), utilizou-se 16 variáveis que caracterizam os níveis de condições de exposição a movimentos de massa na Vila São Francisco de Assis, a partir de média ponderada de 1 a 5. Para correlação entre estes dois resultados, produziu-se o mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da área, classificado também em cinco (5) níveis, a partir de correlação espacial, sobreposição cartográfica, com uso de software computacional ArcGIS v.10.2.1. As classes correspondem a Muito Baixa; Baixa; Média; Alta; e Muito Alta Vulnerabilidade Socioambiental na Vila São Francisco de Assis. Por meio do arcabouço-teórico-conceitual-metodológico, que resultou na confecção de séries cartográficas temáticas que refletem o contexto físico-natural e ambiental da composição do risco da área de estudo, chegou-se às análises e resultados desta pesquisa. Concluiu-se que o desencadeamento dos processos de dinâmica de vertentes pode causar perdas materiais e humanas consideráveis na Vila São Francisco de Assis, que possui maior parte de sua área em Alta e Muito Alta vulnerabilidade socioambiental a movimentos de massa, sendo cinco (5) grandes áreas críticas e quatro (4) pequenas áreas críticas, com Muito Alto IVSA, e perigos associados a movimentos de massa. Identificou-se também, uma extensa área, e outras 22 áreas de Alto IVSA na Vila São Francisco de Assis.

Palavras-chave: Risco Geomorfológico; Movimentos de Massa; Suscetibilidade; Índice de Vulnerabilidade Socioambiental; Exposição Físico-natural.

ABSTRACT

This study aimed to map the areas subject to socioenvironmental risk and vulnerability through a correlation between social vulnerability indexes and exposure to mass movement, in the Vila São Francisco de Assis, Montes Claros, Minas Gerais State. Specifically, we sought to: (a) Analyze the physical-natural environment of the study area, as well as the associated risks; (B) Identify the social vulnerability, exposure to the risks of mass movement, socio-environmental vulnerability of the study area, and (c) Characterize in map the areas of exposure to risk as an instrument that can contribute for the prevention of accidents and damage to residents. The area selected for the case study was the Vila São Francisco de Assis. The site was chosen because it presents a history of mass movement processes, in addition to presenting conditions of natural susceptibility, social vulnerability and environmental exposure to risk. We proceeded with the geomorphological (especially the morphometry) characterization of the city of Montes Claros, where it located the study area, since this is the parameter used to analyze the natural susceptibility, and it is analyzed and then traced an overview of the risks and the susceptibility to mass movements in Montes Claros. With regard to the inferences in Vila São Francisco de Assis, these were based on the elaboration of the indices: Social Vulnerability (IVS), based on the methodology applied by Macedo (2015), with 17 variables corresponding to the questionnaire applied to the along the population center of Vila São Francisco de Assis, divided into five areas of interest, considering the reports of the Municipal Coordination of Civil Defense of Montes Claros - COMDEC. They were classified into five (5) VS levels, from a weighted average. For the Mass Movements Exposure Index (IEMM), the methodology adopted by Guerra et al. (2009) was used as model, 16 variables were used that characterize the levels of conditions of exposure to mass movements in the Vila São Francisco de Assis, from a weighted average of 1 to 5. For the correlation between these two results, the map was produced of the Socio-Environmental Vulnerability Index (IVSA) of the area, also classified in five (5) levels, based on spatial correlation, cartographic overlap, using computer software ArcGIS v.10.2.1. The classes correspond to Very Low; Low; Average; High; and Very High Socio-Environmental Vulnerability in Vila São Francisco de Assis. Through the theoretical-conceptual-methodological framework, which resulted in the creation of thematic cartographic series that reflect the physical-natural and environmental context of the risk composition of the study area, we reached the analyzes and results of this research. It was concluded that the triggering of slope dynamics processes can cause considerable economic and human losses in Vila São Francisco de Assis, which has most of its area in High and Very High socio-environmental vulnerability to mass movements, being five (5) Large critical areas and four (4) small critical areas, with Very High IVSA, and hazards associated with mass movements. It was also identified, an extensive area, and other 22 areas of High IVSA in Vila São Francisco de Assis.

Keywords: Geomorphological Risk; Mass Movements; Susceptibility; Social and Environmental Vulnerability Index; Physical-Natural Exposure; Socio-Environmental.

LISTA DE ABREVIACÕES

CECS - Centro de Estudos de Convivência com o Semiárido
CENAD – Defesa Civil do Brasil – Ministério da Integração Nacional
CRED - Centro de Pesquisas em Epidemiologia dos Desastres
COMDEC - Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
DEM - Digital elevation model
FEMA - Federal Emergency Management Agency
FJP - Fundação João Pinheiro
GPS - Global Positioning System
GTP - Geossistema, Território e Paisagem
IBGE - Instituto de Geografia e Estatísticas
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IEMM - Índices de Vulnerabilidade a Exposição a Movimentos de Massa
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IVA – Índice de Vulnerabilidade Ambiental
IVS - Índice de Vulnerabilidade Social
IVSA - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
MDE - Modelo de Elevação
MDT - Modelo Numérico do Terreno
MI - Ministério da Integração Nacional
OMC - Organização Mundial do Comércio
ONU - Organização das Nações Unidas
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Gestão de Montes Claros
SIGs - Sistema de Informação Geográfica
S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
TIN - Triangulated Irregular Network
ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O sistema GTP, segundo a concepção de Georges e Claude Bertrand	30
Figura 2 – Estrutura funcional dos geossistemas	31
Figura 3 - Fatores de interação da vulnerabilidade	35
Figura 4 - Fluxograma: Subdivisões dos Riscos Naturais	39
Figura 5 - Fluxograma – Abordagem de Risco Geomorfológico	42
Figura 6 - Vila São Francisco de Assis (2005 e 2014)	65
Figura 7 - Procedimentos técnicos e operacionais	75
Figura 8 - Representação esquemática das Unidades Taxônomicas de Ross (1992)	79
Figura 9 – SR-01 – Vila São Francisco de Assis	104
Figura 10 – SR-02 – Vila São Francisco de Assis	105
Figura 11 – SR-04 - Condomínios - Ibituruna	106
Figura 12 - Deslizamentos na Vila São Francisco de Assis	110
Figura 13 - Boletim do Corpo de Bombeiros publicado no Jornal O Tempo	111
Figura 14 - Construções na cota de base de encosta – Condomínio de luxo/Ibituruna	115
Figura 15 - Panorama da paisagem do Setor 1 - Vila São Francisco de Assis	136
Figura 16 - Panorama da paisagem do Setor 2 – Vila São Francisco de Assis	138
Figura 17 - Panorama da paisagem do Setor 3 – Vila São Francisco de Assis	140
Figura 18 - Panorama da paisagem do Setor 4 – Vila São Francisco de Assis	142
Figura 19 - Panorama da paisagem do Setor 5 – Vila São Francisco de Assis	144

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas (Augusto Filho, 1992)	48
Quadro 2 - Legenda: Unidades Geoambientais, Geologia de Montes Claros (Mapa 7)	72
Quadro 3 - Descrição das variáveis e pesos referentes à vulnerabilidade social	84
Quadro 4 - Vulnerabilidade a movimento de massa, adaptado de Guerra et. al. (2009)	86
Quadro 5 - Inventário de laudos de risco a Movimento de Massa (2009 - 2016)	108
Quadro 6 - Setor 1: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)	120
Quadro 7 - Setor 2: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)	122
Quadro 8 - Setor 3: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)	123
Quadro 9 - Setor 4: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)	125
Quadro 10 - Setor 5: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)	126
Quadro 11 - Setor 1: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)	135
Quadro 12 - Setor 2: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)	137
Quadro 13 - Setor 3: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)	139
Quadro 14 - Setor 4: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)	141
Quadro 15 - Setor 5: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)	143

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização de Montes Claros no Norte de Minas Gerais	57
Mapa 2 - Localização da área de estudo	58
Mapa 3 - Aglomerados subnormais da cidade de Montes Claros – MG	62
Mapa 4 - Localização da Bacia do Rio Vieira	66
Mapa 5 - Hidrografia – perímetro urbano	67
Mapa 6 - Ocupação do solo urbano	68
Mapa 7 - Geologia do perímetro urbano de Montes Claros/MG	72
Mapa 8 - Modelo Digital de Elevação (Hipsometria) de Montes Claros/MG	92
Mapa 9 - Declividade do perímetro urbano de Montes Claros/MG	94
Mapa 10 - Curvatura em perfil: cidade de Montes Claros – Vila São Francisco de Assis/MG	95
Mapa 11 - Curvatura em plano: cidade de Montes Claros – Vila São Francisco de Assis/MG	96
Mapa 12 - Geomorfologia do perímetro urbano de Montes Claros – MG	98
Mapa 13 - Setores delimitados pela CPRM no ano de 2012.	103
Mapa 14 - Suscetibilidade natural a movimentos de massa na cidade de Montes Claros/MG	113
Mapa 15 - Densidade Demográfica – Perímetro urbano de Montes Claros/MG	114
Mapa 16 - Vulnerabilidade social da Vila São Francisco de Assis	117
Mapa 17 - Vulnerabilidade Social sobreposta pelas áreas de interesse	119
Mapa 18 - Variáveis de vulnerabilidade social	121
Mapa 19 - Suscetibilidade a Movimento de Massa na Vila São Francisco de Assis	128
Mapa 20 - Vulnerabilidade Ambiental na Vila São Francisco de Assis	130
Mapa 21 - Exposição a Movimento de Massa IEMM - Vila São Francisco de Assis	132
Mapa 22 – Exposição a movimentos de massa sobrepostos pelas áreas de interesse	134
Mapa 23 - Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA na Vila São Francisco de Assis	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Renda, pobreza e desigualdade (1991, 2000, 2010)	61
Tabela 2 – Dados populacionais da Vila São Francisco de Assis	63
Tabela 3 - Domicílios particulares permanentes - Vila São Francisco de Assis	64
Tabela 4 - Algumas características dos domicílios – Vila São Francisco de Assis	64
Tabela 5 - Distribuição da ocupação urbana (2016)	69
Tabela 6 - Classes de declividade	80
Tabela 7 - Critérios estabelecidos para integração dos atributos topográficos	81
Tabela 8 - Classes altimétricas e de declividade da cidade de Montes Claros/MG	92
Tabela 9 – Área das Classes de declividade da cidade de Montes Claros/MG	93
Tabela 10 – Tipos de formas do perímetro urbano de Montes Claros	99
Tabela 11 - Distribuição da suscetibilidade a movimento de massa: Montes Claros/ MG	112
Tabela 12 - Área das classes de Vulnerabilidade Social	118
Tabela 13 - Área das classes de suscetibilidade a movimento de massa	129
Tabela 14 - Área das classes de vulnerabilidade ambiental	131
Tabela 15 - Área das classes de exposição a movimento de massa	133
Tabela 16 - Área das classes de vulnerabilidade socioambiental	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da população de Montes Claros 1991, 2000 e 2010	59
Gráfico 2 - Evolução do IDHM e seus subíndices - Montes Claros 1991 - 2010	60
Gráfico 3 - Climograma –Montes Claros/MG, período 1991 - 2015	70
Gráfico 4 - Perfil Topográfico das Formas agradacionais	100
Gráfico 5 - Perfil Topográfico das formas degradacionais	101
Gráfico 6 - Distribuição dos laudos de deslizamentos por bairros	109

SUMÁRIO

RESUMO	v
LISTA DE ABREVIACÕES	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE MAPAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xii
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1. As contribuições da Geomorfologia nos estudos geográficos integrados.....	18
2.2. Meio ambiente e sua construção geográfica.....	23
2.3. Noções gerais sobre sistemas e sua contribuição parcial nas análises socioambientais.....	26
2.4. Geossistema, Território e Paisagem (GTP) aporte teórico para análise integrada.....	29
2.5. Análises ambientais em áreas de riscos: conceitos elementares.....	32
2.5.1 Suscetibilidade.....	33
2.5.2 Perigo.....	33
2.5.3 Vulnerabilidade.....	34
2.5.4 Risco.....	36
2.6. Classificação e mapeamento de riscos naturais.....	37
2.7 Processos e dinâmica Geomorfológica.....	41
2.7.1 Dinâmica de vertente: Movimentos de Massa.....	46
2.7.1.1 Corridas (<i>Flow</i>).....	48
2.7.1.2 Escorregamentos/deslizamento (<i>slides</i>).....	49
2.7.1.3 Quedas de blocos (<i>Falls</i>).....	51
2.7.1.4 Rastejos (<i>Creep</i>).....	52
2.8. A Cartografia Digital na análise de risco a movimento de massa.....	53
3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	57
3.1 Condicionantes socioeconômico e estrutural.....	57

3.2 Processo de ocupação e infraestruturas da Vila São Francisco de Assis.....	61
3.3 Condicionantes do Meio Ambiental Físico.....	65
3.3.1 Hidrografia.....	65
3.3.2 Formações vegetais e solos.....	67
3.3.3 Clima.....	70
3.3.4 Unidades geoambientais.....	71
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	75
4.1 Procedimentos iniciais.....	76
4.1.1 Materiais bibliográficos.....	76
4.1.2 Levantamentos documentais.....	77
4.2 Etapa de Campo.....	77
4.3 Etapa de Laboratório.....	78
4.4 Produtos finais.....	82
4.4.1 Índice de Vulnerabilidade Social – IVS.....	83
4.4.2 Índices de Vulnerabilidade a Exposição a Movimentos de Massa (IEMM).....	85
4.4.3 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – (IVSA).....	88
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	90
5.1 Parâmetros geomorfológicos da área de estudo.....	91
5.1.1 Características morfométricas.....	91
5.1.2 Formas Geomorfológicas da área de estudo.....	97
5.2 Risco a Movimentos de Massa em Montes Claros/MG.....	102
5.3 Suscetibilidade a Movimento de Massa na cidade de Montes Claros/MG.....	112
5.4 Índice de Vulnerabilidade Social, IVS – Vila São Francisco de Assis.....	116
5.5 Índice de Exposição à Movimento de Massa, IEMM - Vila São Francisco de Assis...	127
5.6 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, IVSA – Vila São Francisco de Assis.....	145
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	150
REFERÊNCIAS.....	152
ANEXOS.....	163
APÊNDICES.....	168

1. INTRODUÇÃO

A acelerada urbanização brasileira vêm impactando significativamente, os territórios urbanos. Os impactos provocados por este processo, também podem ser associados ao surgimento de novas áreas de risco e ao agravamento da situação nas áreas já ocupadas, e têm sido objetos de preocupações para o poder público em diferentes níveis de poder e para os pesquisadores da área, sendo essencial conhecer com propriedade as causas e origens. A urbanização tem assumido caráter singular entre os países em desenvolvimento, essencialmente pelo acelerado e desordenado crescimento. A situação torna-se evidente através da desigualdade desses espaços, cada vez mais segregadores e segregados. As consequências são mais acentuadas e visíveis na paisagem urbana, caracterizada por territórios de forte exclusão socioespacial, a exemplo dos ocupados pela população de baixa renda, altamente vulnerável, induzida à ocupação de áreas inadequadas (susceptíveis a perigo) tais como de declividades acentuadas, margens de córregos e rios (planícies de inundações), pela imposição do mercado imobiliário que direciona a ocupação do solo urbano.

Os riscos naturais como inundações, movimentos de massa, secas, entre outros, são graves problemas que as sociedades modernas enfrentam, quer pelas consequências ambientais, quer pelos impactos econômicos e sociais negativos que provocam. Deste modo, não só se torna cada vez mais pertinente conhecer os fatores que estão na sua gênese, como também determinar os efeitos perturbadores que causam às populações afetadas. Estas se inserem em sociedades que criam a sua própria vulnerabilidade aos fenômenos naturais.

Em várias localidades do Brasil, especialmente na faixa litorânea e sul do país, os deslizamentos de terra figuram como desafio constante para a sociedade, em especial para as pessoas de baixa renda (vulneráveis). Assim, como em várias cidades de médio porte, em Montes Claros, Minas Gerais, as transformações socioespaciais se configuram em alterações ambientais em nível de formação de riscos para a população. O acelerado crescimento da área urbana, nas últimas décadas, tem se dado de forma desordenada, também em áreas ambientalmente frágeis, como as regiões de vertentes de instabilidades acentuadas.

Em relação à ocupação de áreas caracterizadas como potencialmente perigosas, outros fatores têm suscitado preocupações intrínsecas ao desencadeamento de risco, tais como, técnicas construtivas inadequadas; incapacidade do Estado em suprir as necessidades de moradia através de políticas habitacionais; a falta de conhecimento técnico sobre os processos causadores de desastres; a ineficiência no planejamento urbano e a incapacidade financeira e administrativa do poder público (WIGGERS, 2013).

Sob o cerne de uma análise holística e integrada, as áreas de risco são formadas historicamente na consolidação e expansão das cidades e são elementos da paisagem urbana. Pode-se dizer então, que as áreas consideradas de risco são construídas socialmente e ganham no tempo e no espaço outras configurações como forma de mostrar o desnível social, econômico e político ao qual o modo de produção submete os moradores dessas áreas. Desta forma, surge a necessidade de novas abordagens de ordem geográfica que abarque a totalidade e a interatividade dos sistemas ambientais.

O estudo, ora proposto, busca responder as seguintes indagações: (1) De que forma os estudos e paradigmas geográficos podem contribuir na análise de riscos naturais, associados ao método de avaliação com bases geomorfológicas (*landforms*)? (2) Quais são os principais condicionantes dos movimentos de massa em Montes Claros? (3) Como se distribuem espacialmente na Vila São Francisco de Assis?

Para responder essas perguntas, fez-se inicialmente discussão sobre análises sistêmicas e integradas, tendo como modelo o sistema - Geossistema, Território e Paisagem (GTP), elaborado por Claude e Georges Bertrand (2007), como fundamentação epistemológica para melhor compreender as análises integradas de riscos naturais, nomeadamente, geomorfológicos, enquanto paradigma de fonte geográfica, que agrega a tríade de conceitos para abordagens ambientais integradas e complexas.

Posteriormente, foi feita análise quantitativa de indicadores sociais, econômicos e ambientais, tendo como área de estudo a Vila São Francisco de Assis, Montes Claros/MG. Buscou-se agrupar os indicadores em duas dimensões de vulnerabilidade (social e ambiental) que, juntas nesse estudo, compõem a vulnerabilidade socioambiental da Vila São Francisco de Assis, e abre precedentes para a discussão das interrelações existentes.

Neste sentido, a pesquisa teve como objetivo mapear as áreas sujeitas à vulnerabilidade socioambiental por meio de correlação entre índices de vulnerabilidade social e de exposição a movimento de massa, na Vila São Francisco de Assis, Montes Claros. Especificamente buscou-se: (a) Analisar o meio físico-natural da área de estudo, assim como os riscos associados; (b) Identificar a vulnerabilidade social, à exposição aos riscos de movimento de massa e socioambiental da área de estudo, e (c) Caracterizar em mapas as áreas de exposição ao risco, como instrumental que pode contribuir para a prevenção de acidentes e de danos aos moradores.

O presente trabalho reforça a importância dos estudos geográficos para a temática das ameaças naturais em ambientes urbanos, pretende contribuir para maior entendimento dos processos atuantes sobre a abordagem sistêmica e integradora - associando as questões

ambientais, às sociais e ao planejamento urbano. Este último, conforme salienta Santos (2004), têm impactado todos os territórios de maneira global e suscitado a reflexão sobre como os territórios estão sendo mais ou menos preparados para enfrentar as transformações pelas quais estão passando, fato que destaca a atualidade e relevância deste estudo.

Este estudo se justifica pela necessidade de avaliar os impactos do processo de ocupação urbana e a relação com os riscos naturais, uma vez que visa discutir alternativas quanto ao uso e ocupação do solo e a importância da participação do poder público nesse processo. Espera-se que este estudo venha contribuir para a elucidação dos processos de uso e ocupação do solo frente aos aspectos ambientais ocorrentes no local, com ênfase nos aspectos geomorfológicos. Espera-se, ainda, contribuir com a literatura de fonte geográfica, uma vez que existe carência de estudos sobre a identificação e caracterização dos riscos socioambientais em Montes Claros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No decorrer da evolução do pensamento geográfico, ao abandonar o estudo fragmentado e passar a introduzir ambientes sistêmicos que geram influências nas partes antes isoladas, houve uma ruptura de paradigma que acabou por influenciar os estudos dos fenômenos. Essas ideias passaram a influenciar o estudo de diversas áreas, tendo como base princípios comuns, embora de diferentes interpretações e adequações singulares para cada área de estudo, assim, um novo momento analítico no estudo dos fenômenos surgiu.

Por sua vez, ocorreu que a Geografia Física no trato da análise ambiental, passou a incorporar a visão sistêmica para a compreensão dos fenômenos face à nova realidade na relação natureza/sociedade, em que a compreensão de sistemas, cada vez mais complexos, são necessários para se chegar aos resultados mais apropriados.

Conforme enfatizado, e ciente da importância da relação entre os fenômenos físicos e os fenômenos humanos, pode-se afirmar que se inicia uma jornada em busca de melhores abordagens, de melhores resultados, e de melhor interação homem/natureza, em prol do desenvolvimento mais sustentável.

Neste contexto, os pontos apresentados nesta seção, mesmo de forma geral, são importantes para fundamentar epistemologicamente este trabalho, bem como enfatizar seu caráter geográfico, visto que as abordagens sistêmicas são diretamente motivadoras da valorização do diagnóstico e das percepções ambientais. Representam passo bastante significativo na análise de forma integrada e holística dos sistemas ambientais na ciência geográfica. Assim, a tentativa de associar a ideia de risco geomorfológico (movimento de massa) à noção sistêmica, por meio do método GTP de Claude e Georges Bertrand (2007) parece ir nesse sentido.

2.1. As contribuições da Geomorfologia nos estudos geográficos integrados

Desde o surgimento do homem (Pleistoceno), ele vem apropriando-se dos recursos naturais. Com o avanço do conhecimento técnico científico tornou-se mais intensa a apropriação de recursos, e as transformações feitas no território. Neste contexto, parte-se do aporte teórico à luz da Geomorfologia Urbana, ramo da geomorfologia ambiental que visa compreender as transformações provocadas pelo homem, no ambiente urbano, e qual a contribuição deste para a alteração/aceleração dos processos geomorfológicos sobre um ambiente artificial (GUERRA, MARÇAL, 2006; GUERRA, 2007; MARQUES, 2007).

Verifica-se nas últimas décadas, em diversas regiões brasileiras, acelerado crescimento urbano que gera cada vez mais processos de degradação ambiental. Por outro lado, a criação de projetos de planejamentos inadequados, os quais não reconhecem as fragilidades e potencialidades do ambiente físico que compõem o sítio urbano, intensificam os problemas (SAADI, 1997; BINDA, 2008; BINDA, MASCARELLO, 2009.).

Conforme aponta Soares (2006), há crescimento nas taxas de urbanização no país a partir de 1940. Nesse período a população ainda era considerada em sua maioria como rural. A partir do censo realizado pelo IBGE na década de 1970, percebe-se que a população brasileira tornou-se mais urbana e, desde então, não houve regresso nas taxas de urbanização, chegando à taxa de 81% no ano 2000, como apresentado pelo censo de 2000. Em 2010, a taxa de urbanização atingiu o percentual de 84,4%, sendo representado por 160.925.792 habitantes (IBGE, 2010).

As aglomerações urbanas estão constantemente em processo de expansão, fato este que atribui complexidades a esses espaços. Sendo assim, o acelerado processo de crescimento vem gerando desordenado padrão de formas de ocupação do solo urbano, quando da adaptação da urbanização ao relevo. Argumenta Saadi (1997, p. 1), que “o relevo constitui a expressão física das condições de equilíbrio reinantes na litosfera, ou seja, no substrato de todos os equipamentos implantados pelo homem”. Para esse autor (1997), grande é o preço pago pelo descumprimento das regras impostas pela natureza às populações e administrações dos centros urbanos.

Desta feita, conforme menciona Binda (2008), o relevo é o principal componente físico que a ocupação urbana interfere. A necessidade por espaços nos centros urbanos dinamiza o uso do solo, seja, por meio das estratégias e investimentos do capital imobiliário oriundos da incorporação de novas áreas, ou pela segmentação socioespacial que intensificam a expansão urbana e leva à ocupação de lugares impróprios.

Sendo assim, para além dos desastres ecológicos de variadas ordens, as consequências estendem-se à perda de vidas humanas, patrimônios privados e/ou coletivos. Hoje, contudo, verifica-se a emergência e/ou conscientização de uma “cultura do planejamento urbano”, em que se privilegia maior respeito com a geodinâmica da superfície terrestre, conforme aponta Saadi (1997).

Neste sentido, grande importância é atribuída à Geomorfologia por suas contribuições ao planejamento e desenvolvimento urbano, sentencia Saadi (1997, p. 1), ao afirmar que “A geomorfologia permite estabelecer fieis prognósticos sobre as potencialidades ofertadas ao

uso urbano, bem como sobre as limitações impostas ao mesmo”. Simultaneamente, Argento (2001, p.366) afirma que “A geomorfologia serve de base para compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, como a natureza socioeconômica dos mesmos”.

Para Saadi (1997), as intervenções técnicas que visam apresentar soluções e planos para os problemas urbanos têm sido prerrogativas dos profissionais das engenharias e da arquitetura. Todavia, a expansão da mentalidade ambientalista contribuiu para o surgimento de valiosas contribuições de outras visões profissionais, dentre essas, as dos geógrafos, sobretudo no que diz respeito à geografia física no trato das questões de controle e monitoramento ambiental, bem como de avaliação e controle de riscos geomorfológicos.

Outro campo que surge no âmbito da Geografia e que dá suporte as problemáticas ambientais, especialmente no campo da análise de riscos é a Geografia Socioambiental, que trata do envolvimento da sociedade e da natureza. “A noção de risco e de vulnerabilidade socioambiental liga-se tanto às ciências da natureza quanto às ciências da sociedade, [...] em sua dimensão ampla e complexa”. Sendo assim, os “Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos remetem a uma abordagem dual e de interface sobre a cidade” (MENDONÇA, 2009, p. 129).

Nesta perspectiva, as condições e modo de vida da população assumiu papel decisivo no enfoque do estudo e gestão dos espaços urbanos. Por exemplo, a expansão da malha urbana via parcelamento do solo é resultado da produção de uma mercadoria de valor crescente no mercado, tendo em vista a manutenção dos fluxos migratórios que se dirigem às cidades e a própria dinâmica inerente ao que Soares (2006), denomina de amplo processo de reestruturação, caracterizado pela “explosão” das tradicionais formas de concentração urbana e pela emergência de novas formas espaciais, resultantes de novas territorialidades dos grupos sociais na urbanização brasileira.

Ainda conforme Soares (2006), o fenômeno da “dispersão urbana” no âmbito da escala intraurbana, vem alterando a morfologia urbana tradicional, gerando novas centralidades e novas periferias. A princípio, ocupando os vazios no interior do perímetro urbano ou em contiguidade às áreas já urbanizadas, se estendendo além desse perímetro, ocupando áreas nem sempre adequadas à ocupação, como as várzeas inundáveis e encostas íngremes.

Neste contexto, Nir (1983) apud Lacerda (2005), aborda a evolução da geomorfologia antrópica, e conseguinte dinâmica socioambiental em sítios urbanos em três etapas: período pré-urbano; período de construção; período urbano consolidado. No período pré-urbano, o uso

da terra é predominantemente rural, com alguma atividade de construção. Nesta etapa, acontecem aumento das vazões máximas, erosão acelerada e aumento da sedimentação nas drenagens e corpos d'água. No período de construção, grandes áreas são expostas aos agentes climáticos, devido à execução de cortes e aterros, construção do sistema viário, edificações e instalação da rede de drenagem das águas pluviais e outros elementos da infraestrutura urbana. Mesmo quando são tomadas medidas mitigadoras, estas atividades resultam em erosão no sítio em construção e sedimentação a jusante. O escoamento superficial aumenta e algumas drenagens podem ser eliminadas em obras de terraplanagem. No período urbano consolidado, o sítio urbano é marcado por uma nova topografia, impermeabilização extensiva, drenagem totalmente ou parcialmente artificial, com descarga fora da área urbana. Nesta fase ocorre aumento do pico de cheia, com inundações a jusante do sítio urbano e redução da carga de sedimentos das águas drenadas da cidade.

É importante salientar, que nos países ditos “em desenvolvimento”, a morfogênese antrópica em áreas urbanas não se enquadra inteiramente no modelo descrito por Nir (1983), citado por Lacerda (2005). Isto acontece porque, numa mesma cidade e muitas vezes em áreas adjacentes, existem bairros com toda infraestrutura e bairros sem nenhuma infraestrutura. Nos locais onde foi implantada a infraestrutura urbana o modelo pode ser aplicado. No entanto, nos bairros onde a urbanização não foi acompanhada pela infraestrutura essencial, como pavimentação e sistema de drenagem urbana, o esquema não se aplica, pois a erosão e a produção de sedimentos continuam em níveis elevados após o período de construção (LACERDA, 2005).

Os estudos sobre os processos que envolvem a problemática ambiental, sobretudo na interface sociedade/natureza (socioambiental) no urbano são importantes para o planejamento, visto que o estudo sobre a “natureza vem sendo compreendido como o resultado das interações de diversos fatores sociais, econômicos e ambientais que interagem de forma dinâmica, [...] e em diferentes escalas, espaciais e temporais” (GUERRA, MARÇAL, 2006, p.14). Portanto, o planejamento urbano e o planejamento ambiental devem ser pensados e aplicados de modo conjunto em relação aos problemas urbanos. Como afirmam Nascimento e Carvalho (2005, p. 4),

O Planejamento Ambiental Urbano seria, portanto, uma combinação dos planejamentos urbano e ambiental, buscando o uso racional dos recursos naturais respeitando seus limites e sua capacidade de suporte de forma a elevar as condições de vida da população que vive nas cidades.

Seguindo as proposições de Guerra e Marçal (2006), a prática do planejamento ambiental urbano é de grande valia, pois direciona o uso e ocupação do solo de acordo com as características e capacidades do ambiente e constitui-se como elemento catalisador para o bem estar social e para o uso racional dos recursos naturais. É na adesão ao planejamento ambiental urbano que os conhecimentos geomorfológicos são mais aplicados, uma vez que leva em consideração as feições do espaço terrestre, portanto, área de estudo da Geomorfologia.

Compreende-se que é no relevo que o homem constrói sua vida, sendo este palco das transformações sociais. “O relevo funciona como variável importante, indicador dos diferentes ambientes que favorecem ou dificultam as práticas econômicas, responsáveis pelos arranjos espaciais e pelo processo de produção dos espaços” (ROSS, 2006, p. 91). Desta feita, as técnicas e conhecimentos da Geomorfologia aplicados ao planejamento colaboram amplamente na compreensão das relações entre ocupação humana, terra e água, já que hoje, conforme Guerra e Marçal (2006), o homem é considerado um dos principais agentes geomorfológicos que modifica a estrutura superficial da Terra.

Conforme Guerra e Marçal (2006, p. 77), as ações antrópicas são transformadoras do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos sistemas naturais. “As intervenções antrópicas provocam grandes transformações no meio, o que qualifica o homem como agente geomorfológico”. Logo, o conhecimento dos elementos e processos geomorfológicos constitui uma categoria de análise, entre outras, para se pensar e planejar a apropriação do espaço geográfico, de maneira que possíveis desequilíbrios sejam reduzidos ao mínimo, apresentando assim condições para alcançar outro estado de “equilíbrio”.

Neste contexto, o planejamento urbano ambiental é norteador essencial para a implantação das políticas públicas na escala local, por isso, eles devem sempre ocupar posição de destaque nas atividades de gestão municipal. Além disso, é necessário disponibilizar documentos (estudos, pesquisas, banco de dados socioambientais, etc.) que a população possa facilmente e constantemente acessar para avaliar as ações implantadas no território, tanto por agentes públicos, quanto privados. Essas ações nortearam as práticas de ocupação e uso do solo, impactadas tanto pelos planos setoriais de desenvolvimento postos em prática ao longo do tempo, quanto por suas próprias formas de ocupar, usar e encarar a cidade onde se vive.

Sendo assim, entre os elementos e processos da natureza, o conhecimento geomorfológico compõe um dos aspectos a ser considerado no planejamento, o qual compreende pensar e analisar o relevo a ser ocupado, considerando sua forma, seus processos

e sua dinâmica, em escalas espaciais e temporais pertinentes à magnitude da ocupação humana (SOUZA, 2010).

Logo, são imprescindíveis os estudos que tratam da ocupação urbana contemporânea e a importância do planejamento urbano, aliados à contribuição de indicadores geomorfológicos, como por exemplo, as variáveis morfométricas (declividade, hipsometria, orientação e curvatura de encosta, etc.) para monitorar a evolução ambiental da dinâmica citadina em relação aos riscos, através de metodologias e parâmetros propostos pela Geomorfologia Urbana e Geografia Socioambiental, no contexto de desenvolvimento e planejamento urbano ambiental. Neste contexto, salienta-se a importância dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na aquisição e análise dos indicadores geomorfológicos. A utilização da geomorfologia como indicador das fragilidades urbano ambientais é indicada por Ross (1990); Christofolletti (1993); Guerra (2007; 2011); Jorge (2011), para os autores esta é um importante elemento do planejamento ambiental, por estar ligada não só a elementos de ordem física, mas também, social, econômica e cultural.

Embora os estudos de geomorfologia urbana sejam recentes no Brasil, Ab'Sáber (1957) e Christofolletti (1967) já consideravam a necessidade de pesquisas geomorfológicas aplicadas à ação antropogênica no espaço urbano e suas consequências. Cabe ressaltar a valiosa contribuição de Ab'Sáber (1957)¹, em seu trabalho *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*, ponto inicial para se discutir a importância do tema. Para Rodrigues (2005) apud Jorge (2011), este trabalho é considerado um dos mais completos de conteúdo geomorfológico de áreas urbanas, especialmente pela sua abrangência.

Neste contexto, a importância dos estudos geográficos para a temática das ameaças naturais em ambientes urbanos contribui para maior entendimento dos espaços urbanos, sendo que a abordagem multiescalar, promove uma integração entre os conhecimentos físico/ambiental (mais especificamente geomorfológicos) e as experiências geográficas (mais especificamente socioambiental).

2.2. Meio ambiente e sua construção geográfica

O cerne deste estudo é o meio ambiente que está vinculado a concepções da abordagem socioambiental na Geografia, salientando que o termo meio ambiente é muito ambíguo e até mesmo confuso. Se na sociedade em geral o termo meio ambiente ou ambiente

¹ Publicado pela editora Ateliê em 2007, em comemoração aos 50 anos do livro.

(*environment, environnement*), foi vitimado pelo discurso ambientalista mais radical e pela mídia sensacionalista, por outro lado, também foi banalizado no âmbito acadêmico-científico. Desta feita, partiu-se do pressuposto da concepção de Geografia voltada para a análise do meio ambiente enquanto possibilidade-condição-intervenção, forma de relação entre a sociedade e tudo aquilo que ela toma para si como recurso que julga necessário à sua reprodução. Bertrand; Bertrand (2002), corroboram a concepção inequívoca de meio ambiente integrado sociedade/natureza e a importância do geógrafo enquanto gerenciador dessa relação híbrida. Para os autores (2002) este é o princípio dos estudos geográficos,

“La thématique (environnement) est univoque: étudier sur les franges incertaines des sciences de la société et des sciences de la nature les espaces géographiques, paysages et territoires qui nous entourent et, dans une certaine mesure, nous conditionnent. En les appréhendant globalement comme des objets, ou des sujets mixtes, à la fois naturels et sociaux. Presque toujours anthropisés, presque toujours artificialisés. Le principe d'hybridation est le fil directeur de notre recherche.”
(BERTRAND; BERTRAND, 2002; p. 1.).

Neste contexto, em abordagem linear Passos (2011) apresenta a evolução semântica do termo meio ambiente: (a) Primeiramente, ela foi meio ambiente inanimado (clima, rocha, água) dos povoamentos vegetais, e depois das biocenoses, em uma concepção estreitamente naturalista; (b) Em seguida, ela se tornou, por extensão, o “meio ambiente natural” dos homens, com forte conotação biológica; (c) Depois, ela penetrou no campo social, econômico e cultural, primeiramente com implicações biológicas e, em seguida, invadindo a “noosfera”.

O expansionismo, aparentemente sem limites, leva a questionamento dos comportamentos e das análises científicas diante dessa temática. Também, faz surgir preocupações legítimas nos pesquisadores das ciências humanas e sociais, e mais ainda nos filósofos, acerca das analogias às globalizações, a atitude ambientalista e ao risco de se tornarem frequentemente insignificantes, demasiadamente cheias de vazios e, sobretudo, muito mais perigosas, moralizantes e maniqueístas demais. Para tanto, os geógrafos precisam contribuir para superação do receio das tecnocracias e místicas do meio ambiente. A relação da sociedade com a natureza mudou, o conhecimento científico da natureza e a própria natureza evoluíram, em um processo instituído por uma revolução cultural, ideológica e científica, econômica e social (PASSOS, 2011).

No sentido estrito, os meios ambientes naturais se tornaram uma exceção. Os meios "naturais", florestas, cursos d'água, etc. estão de forma geral, artificializados. Conforme salienta Macedo (1993), não existe um lugar no mundo, que não tenha sofrido ação direta ou indireta da sociedade humana. A estrutura, funcionamento, e conseqüente evolução dos meios

“naturais”, dependem largamente das condições de transformação e de gestão pelas sociedades sucessivas. Neste contexto, é consenso que o meio ambiente não é natural nem naturalista, mas que contém, ainda, uma parte, maior ou menor, de natural. Ele é, portanto, produto de interface e é preciso ser tratado como tal.

Conforme salientam Bêz e Figueiredo (2011), a interface sociedade/natureza nos estudos de âmbito das problemáticas ambientais - nos quais o natural e o social são percebidos como elementos de um único processo - culminou na construção de nova corrente do pensamento geográfico, a chamada Geografia Socioambiental. “Nesta corrente a problemática ambiental na geografia deixa de ser identificada apenas como ligada à geografia física e passa a ser geográfica” (MENDONÇA, 2001, p. 122).

Sobre os conflitos socioambientais que marcam o presente momento, Mendonça (2009), afirma que os mais graves problemas ambientais se fizeram sentir nas fases mais recentes da modernidade, ou hipermodernidade - fase atual, derivando especulações exageradamente alarmistas quanto ao futuro próximo da humanidade, face aos acidentes e catástrofes naturais - natural *hazards*. A origem dos problemas remonta à fase de complexização da relação sociedade-natureza. Neste contexto, de acordo com o autor, a cidade e o espaço urbano são concebidos hoje num rico cenário de investigação científico-técnica, ao mesmo tempo em que constituem excelente oportunidade para o avanço do conhecimento científico.

Sendo assim, as problemáticas socioambientais têm suscitado preocupações e crescente interesse social, além de testemunhar a problematização da relação sociedade e natureza. A questão socioambiental acaba por definir o conjunto das contradições resultantes das interações internas dos sistemas sociais e destes com relação aos sistemas naturais (BÊZ, FIGUEIREDO, 2011). Para Camargo (2005), os sistemas complexos precisam ser pensados de acordo com as teorias da auto-organização, devido ao fato de suas variáveis serem expostas constantemente à imprevisibilidade, devido à sua complexidade, ou grande número de variáveis que atuam conjuntamente no espaço, levando a caminhos não lineares, que se caracterizam pela previsibilidade zero. Portanto, torna-se necessário conhecer a gênese e transformações do sistema para compreender os fenômenos desencadeadores dos processos atuantes.

2.3. Noções gerais sobre sistemas e sua contribuição parcial nas análises socioambientais

A Teoria Geral dos Sistemas foi aplicada inicialmente nos Estados Unidos nas primeiras décadas do século XX, em conformidade com o avanço da Cibernética. A sua utilização nas ciências naturais é resultado do trabalho precursor de Bertalanffy (1975) que a aplicou à Biologia e à Termodinâmica. Contudo, várias décadas foram necessárias para que tais preceitos se estendessem pelo conjunto das ciências e pela totalidade das ciências naturais (LOPES, SILVA, GOURLART, 2015).

Os Geossistemas decorrem da Teoria Geral dos Sistemas, mas no âmbito da geografia a teoria geossistêmica é assinalada por Jean Tricart (1965) em seu trabalho que expõe a classificação de unidades ecodinâmicas do meio ambiente. Contribuíram também no âmbito das classificações Bertrand (1971) e Sotchava (1977, 1978). Vários pesquisadores têm abordado a Teoria Geral dos Sistemas, como Strahler (1952), Culling (1957), John T. Hack (1960) e Chorley (1962), citados por Christofolletti, (1979), sendo Chorley (1962) o responsável por relacionar a abordagem sistêmica aos problemas geomorfológicos. Porém, foi Aland D. Howard (1965) que analisou a dinâmica e o equilíbrio nos sistemas geomorfológicos (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A abordagem sistêmica possibilitou à Geografia Física o aperfeiçoamento do caráter metodológico, até então indefinido e complexo. Desta forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico representou amplo esforço, promoveu e estimulou o estudo integrado da paisagem geográfica a partir das inter-relações dos elementos físico, biológico e antrópico. Cabe ressaltar que Bertrand (2004), foi quem incorporou de forma implícita o elemento antrópico em sua definição de geossistema, integrada às teorias geossistêmicas preconizada por Strahler (1950), Sotchava (1977; 1978), Tricart (1981), Chorley (1962), Christofolletti (1979), Monteiro (2000), entre outros.

Para Lopes, Silva e Gouurlart (2015), a noção de sistema remete à antiguidade, onde pensadores como Aristóteles, Platão, Sócrates, já se utilizavam do conceito à medida que procuravam formas de compreender e explicar os acontecimentos, fenômenos da natureza e o comportamento humano. O termo sistema se origina da combinação dos radicais gregos: *syn*, correspondente ao *cum* latino e significa “junto”, “associado”; e *thesis*, com significados de “composição”, “união”. Seu sentido literal remete à concepção de construção solidária, unificada, ou seja, síntese, conjunto unificado, constituído de partes solidárias, de alguma forma articuladas entre si e não reunidas por acaso.

A definição de sistemas constitui como conjuntos de elementos que se relacionam entre si, com certo grau de organização, procurando atingir um objetivo ou uma finalidade. Os sistemas apresentam entrada (*input*) e saída (*output*), respectivamente. A entrada constitui aquilo que o sistema recebe, ou seja, o que o importa do meio ambiente para ser processado. Em vista disso, o sistema é alimentado por determinados tipos de entradas. As entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior, e depois são encaminhadas para fora. A saída é o resultado final do processamento de um sistema (LOPES, SILVA, GOURLART, 2015).

Neste contexto, Tricart (1977), considera o conceito de sistema como um conjunto de fenômenos que se desenvolvem via os fluxos de matéria e energia, originários da ação de interdependência que surge no seio de uma nova entidade global, integrada e dinâmica, que permite uma atitude dialética, oriunda de uma análise e visão holística e atuante sobre o meio ambiente. Portanto, a análise de sistemas, vêm contribuir para a discussão da relação dialética entre sujeito e objeto, possibilita a análise integrada (natural, social e econômica) como um todo e complexo.

A partir desta discussão, Ross (1995), enfatiza a teoria de sistemas, enquanto sistema aberto que permite identificar um sistema maior ou menor. Onde os fluxos de matéria e energia, espontâneos ou ativados pela ação humana, são regidos pela lei da física e da química, no qual definem a funcionalidade dinâmica (estável) ou desequilíbrio temporário (instável). O que diferencia um sistema de outro é a intensidade dos fluxos e da dinâmica das trocas de energia e matéria, da atmosfera, hidrosfera, litosfera e a biosfera, incluindo também a sociedade que interfere de alguma forma na funcionalidade do sistema.

Para Christofolletti (1999), a maior parte dos sistemas envolvidos em análise ambiental está dentro de um ambiente, que faz parte de um conjunto maior. Esse conjunto maior tem vários subsistemas, que sofrem influência, do conjunto maior, inclusive o subsistema que estiver sendo estudado especificamente. Assim, têm-se sistemas antecedentes e sistemas subsequentes, porém é importante ressaltar, que não existe definição exata do comportamento dos sistemas. O sistema que é tido como subsequente, também pode naturalmente voltar a exercer influência sobre o sistema antecedente, através da retroalimentação.

Os sistemas podem ser classificados conforme vários critérios. Para análise geográfica, o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes. Estes se

distinguem entre sistemas isolados² e sistemas não-isolados³, segundo o critério funcional, proposto por Forster, Rapoport e Trucco (LOPES, SILVA, GOURLART, 2015; CHRISTOFOLETTI,1980). O responsável por trazer a teoria de sistemas, para os estudos geomorfológicos foi Chorley (1962), conforme mencionado. Chorley e Kennedy (1971), definiram onze tipos diferentes de sistemas, porém ressalta que apenas quatro são de grande importância para a geografia física e análise ambiental.

Opta-se por citar três desses, os sistemas morfológicos, tido pelos autores, como composto exclusivamente pela associação de propriedades físicas e de seus elementos componentes, vinculados com os aspectos geométricos e de composição, formam os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Na análise de sistemas morfológicos, alguns ambientes são definidos como propícios ao estudo e correlação das variáveis geométricas e de composição. Os componentes podem ser medidos, em altura, largura, comprimento, declive, dentre outros fatores, fazendo com que sua complexidade não seja elevada, considerando que não é levada em consideração toda uma cadeia de sistemas (CHRISTOFOLETTI,1980).

Para Christofolletti (1980), os sistemas em sequência são aqueles que levam em consideração toda cadeia de subsistemas, em que a saída de matéria e de energia de um subsistema, resulta na entrada desses componentes em outro sistema. Ou seja, consideram a entrada e saída do sistema. A análise vai depender do tipo de observação que se queira fazer, destacando-se que outros autores definem formas mais detalhadas de se fazer a análise. Chorley e Kennedy (1971), por exemplo, criaram um modelo que define a análise em caixa branca, caixa preta, e caixa cinza, em que cada modelo é aplicado para um foco diferente de análise. Esse tipo de sistema possibilita, por exemplo, o transporte de sedimentos, que podem ficar em um rio, ou serem levados pelo vento, ou mesmo chegar a um perfil de praia, dentre outras situações. O movimento, seja para um ambiente ou para outro, faz com que os sedimentos saiam de um sistema e entrem em outro, e é uma análise perfeita para se estudar um sistema em sequência.

² São aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam (CHRISTOFOLETTI, 1980).

³ Sistemas não-isolados – são aqueles que mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, podendo ser subdivididos em: - Fechados – quando há troca de energia (recebimento e perda), mas não de matéria. O Planeta Terra representa um bom exemplo, pois recebe energia solar e também a perde por meio da radiação para as camadas extra-atmosféricas, mas não recebe nem perde matéria de outros planetas ou astros, a não ser em proporção insignificante, quase nula. - Abertos – são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo. Os sistemas abertos são os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, vertentes, homem, cidade, indústria, animal e muitos outros (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Christofoletti (1980), menciona, também, os sistemas controlados propostos por Chorley e Kennedy (1971), que são o tipo de sistema que adquire cada vez mais importância, conforme o aumento de sua atuação. Nesses sistemas, o homem é o causador da interferência, fazendo com que haja grandes mudanças nos sistemas de processo-respostas. Essas intervenções podem funcionar de forma profunda, já que as atuações do homem costumam ser em larga escala, o que modifica completamente a dinâmica de um sistema, fazendo com que a distribuição de matéria e energia, seja modificada. Os sistemas controlados abrem precedentes para a análise integrada deste estudo, uma vez que o contexto atual de antropização das paisagens, especialmente relacionados à esfera produtiva no campo e na cidade, possibilita caracterizar as unidades das paisagens⁴ como sistemas controlados. Neste contexto, Bertrand; Bertrand (2002) na obra *Une géographie traversière – L’environnement à travers territoires et temporalités*, propõe o sistema Geossistema, Território, Paisagem – GTP, análise sistêmica na perspectiva da complexidade da problemática do meio ambiente e da gestão do território, que surge como teoria interpretativa do meio ambiente com base na ciência geográfica e à luz dos sistemas controlados, ideal para análise em ambientes urbanos. É nesta perspectiva que este estudo se fundamenta.

2.4. Geossistema, Território e Paisagem (GTP) aporte teórico para análise integrada

O tratamento da temática ambiental ou socioambiental não é tarefa fácil, é complexa e árdua, pois engloba uma gama de variáveis (naturais, físicas, sociais e econômicas), está no centro e na periferia. Parte-se da análise multidisciplinar, objeto de múltiplos olhares. Portanto, a discussão sobre o meio ambiente na Geografia é estimulante e instigadora. A multidisciplinaridade de olhares, no âmbito da Geografia, possibilita a busca por conceitos e/ou categorias, balizadoras aos estudos do meio ambiente.

O referencial teórico deste estudo apoia-se na abordagem GTP de Bertrand, Bertrand (2002, 2007). Conforme salienta Passos (2011) o GTP é um sistema de referência tripolar que parte de três concepções fundamentais: (a) uma concepção epistemológica de base filosófica que tem por objetivo maior colocar o conjunto da problemática ambiental no quadro da natureza e da sociedade; (b) uma concepção metodológica que tem como objetivo definir os conceitos, as práticas metodológicas e as técnicas ou tecnologias de trabalho; (c) uma

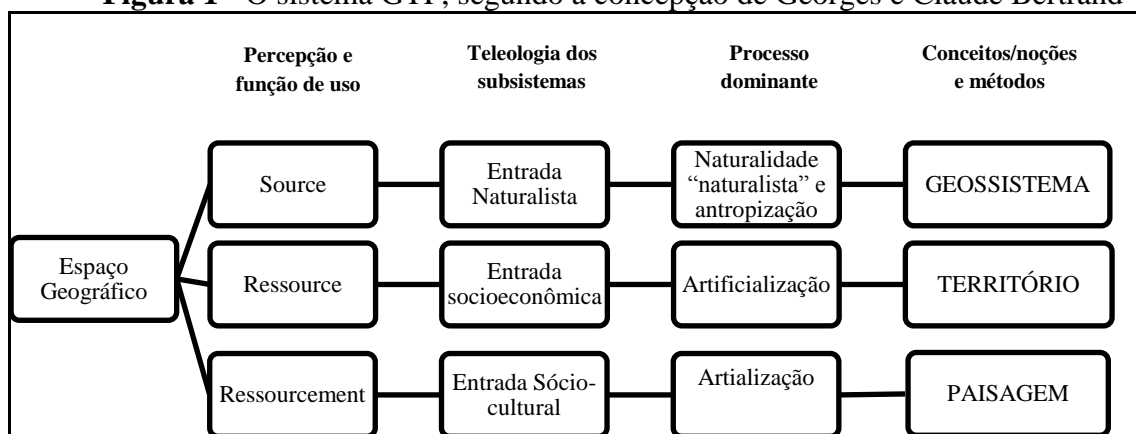
⁴ Conforme Sochava (1971) as unidades da paisagem podem ser classificadas em dois tipos: unidades da paisagem com controle e esporádico e unidades da paisagem com controle constante.

concepção didática, cada vez mais essencial, voltada tanto para a formação inicial (pedagogia) como para as aplicações profissionais (*aménagement*-desenvolvimento).

Considera-se que este sistema teórico-metodológico se presta à compilação conceitual lógica e hierarquizada de toda a terminologia utilizada no tratamento da questão socioambiental. A proposta teórico-metodológica GTP possibilita a compreensão de fenômenos que possuem origens múltiplas e por muitas vezes difíceis de serem delimitados. Logo, pode-se definir o sistema GTP, conforme apresentado por Bertrand; Bertrand (2007), pela seguinte combinação tripartite, em que, (1) O Geossistema é a fonte (*source*), o potencial geocológico, permitindo a compreensão da estrutura e funcionamento biofísico de um espaço geográfico inclusive seus níveis de antropização; (2) O Território é a entrada socioeconômica (*ressource*) a partir do qual se tem a possibilidade de compreender as repercussões da sociedade na organização e funcionamento do espaço considerado; e, (3) A Paisagem é a entrada sociocultural, de tempo longo e identitário (*ressourcement*), que se presta para avaliar como as ações das sucessivas sociedades se materializam no território para construir as sucessivas paisagens.

Em outras palavras, Bertrand; Bertrand (2007) chamam a atenção para o fato de que a ideia consiste em prever várias “entradas” possíveis em um mesmo sistema, explorando as finalizações possíveis e as hierarquias internas. Propõe um sistema com três “entradas” teleológicas: (1) A fonte ou a “entrada” naturalista: o Geossistema; (2) O recurso ou a “entrada” socioeconômica: o Território; (3) O recursamento ou a “entrada” sociocultural: a Paisagem (Figura 1).

Figura 1 - O sistema GTP, segundo a concepção de Georges e Claude Bertrand



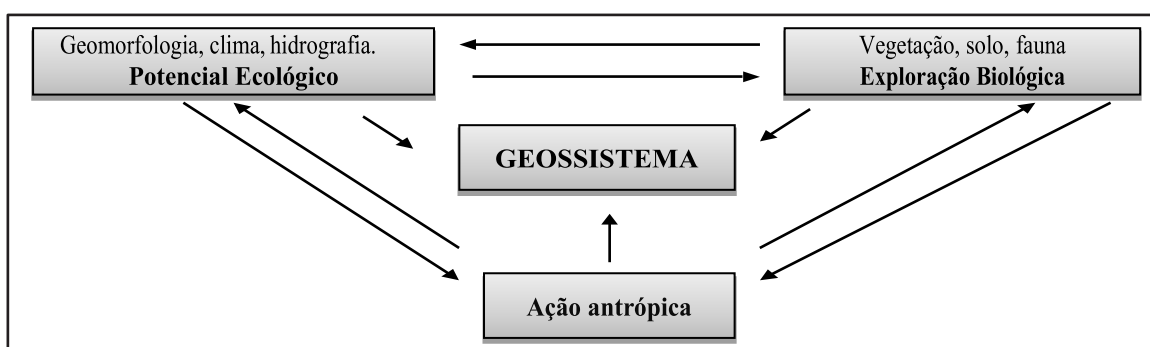
Fonte: Extraído de Georges e Claude Bertrand, (2007; p. 299).

Pode-se observar no organograma que o sistema teórico-metodológico proposto por Bertrand; Bertrand (2007), é composto por três categorias híbridas e/ou três subsistemas: (G)

Geossistema, (T) território e (P) paisagem. Portanto, possibilita reflexão epistemológica para a Geografia, uma vez que, estes subsistemas reagrupam outras categorias e noções referentes à temática socioambiental de maneira integrada e complementar. Em outras palavras, o geossistema, o território, a paisagem são três maneiras de se considerar um objeto único que é o espaço que nos cerca, em uma palavra, o meio ambiente (SOUZA, 2010).

Os conceitos de Geossistema, Território e Paisagem utilizados conjuntamente em análise, permitem a compreensão dos processos e das dinâmicas naturais e sociais de determinado fenômeno. Neste contexto, geomorfologia, geologia, clima, hidrografia, solos e vegetação são fatores geossistêmicos que constituem apenas um dos eixos conceituais do que se designa paisagem. Associados à ocupação humana e às suas atividades, tais como os recursos culturais (materiais e imateriais), concorrem para imprimir nos territórios identidade e unicidades próprias (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura funcional dos geossistemas



Fonte: (BERTRAND, 2004, p.146).

Bertrand (2004), na obra *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*, define o geossistema como unidade básica para a análise da organização do espaço. Assim, o Geossistema é uma parte de um sistema maior e mais complexo. Representa, a herança de um conceito naturalista que trata a natureza como fonte (*source*) e que inclui na análise um subsistema antrópico.

Ainda na concepção de Bertrand; Bertrand (2007), o Território, o segundo subsistema do GTP, entende o espaço como recurso (*ressource*) e simboliza a memória de uma história ou uma arqueologia de sociedades de tempos longínquos que enraízam no ambiente as marcas das respectivas sociedades, em outras palavras, as marcas da artificialização (*artifisialisation*).

A Paisagem, o último subsistema, possui a marca da irrupção do sensível no campo do ambiente e representa a indispensável tomada de consciência sobre as representações

culturais. A paisagem é fruto da conversão do ambiente em recurso pelo ato da percepção e do uso direto através de um “recursamento” (*ressourcement*) ou retorno ao curso/fonte e se baseia em um processo “artialização” (*artialisation*) (BERTRAND; BERTRAND, 2007).

Bertrand; Bertrand (2007) descrevem a paisagem como constituída por um conjunto de elementos, dos quais fazem parte os processos naturais e a utilização que deles fazem os grupos humanos, apresentando determinada organização e estrutura espacial. Qualquer uma das componentes existentes apresenta clara dependência em relação ao todo, resultando sempre da sua interação no tempo e no espaço. Desta forma, é a materialização das componentes físicas e humanas que reveste de sentido aquilo a que chamamos paisagem e que se desdobra os “territórios de riscos”, particularmente de movimento de massa, objeto deste estudo.

2.5. Análises ambientais em áreas de riscos: conceitos elementares

Para Kobiyama et. al. (2006), a falta de consenso entre os pesquisadores em relação à definição dos termos suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco, dificulta a instituição de métodos de pesquisa similares nas análises de riscos. Apesar do número expressivo de trabalhos produzidos, os métodos de estudo e a interpretação de conceitos sobre riscos naturais ainda apresentam controvérsias.

Nesse sentido, o presente item abordará estes conceitos, visto que a clareza a respeito de cada um é etapa fundamental para a compressão do tema. Um dos erros recorrentes é a utilização do termo risco para designar suscetibilidade natural ou induzida, e do termo perigo que tem duas conotações distintas em português: *danger*, que se refere a um fenômeno natural, de natureza variada, ou a um processo tecnológico, potencialmente danoso em si mesmo (RODRIGUES, CARVALHO, 1998; ONU⁵, 2004); e *hazard* que refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo específico (VARNES, 1984; EINSTEIN, 1988). Este estudo, aborda a perspectiva de perigo na tradução de *hazard*, face a composição do risco natural.

⁵ Organização das Nações Unidas (ONU).

2.5.1 Suscetibilidade

Define-se como suscetibilidade as características do meio físico que propiciam a ocorrência de eventos danosos sob determinado elemento exposto. Conforme Wiggers (2013), os estudos que envolvem as áreas de risco têm como base as informações sobre suscetibilidade, pois onde não houver suscetibilidade, ou seja, condições naturais propícias à ocorrência de algum evento perigoso, não haverá desastres.

Conforme a autora (2013), a suscetibilidade diz respeito às características físicas do ambiente e depende do processo natural que está sob análise (inundação, secas, movimentos de massa, vendavais, furacões, tornados, granizo, geada, ressacas do mar). É importante salientar que as condições de suscetibilidade não são iguais em uma mesma localidade, ou seja, uma área com forte suscetibilidade à ocorrência de inundações pode ter baixíssima suscetibilidade a ocorrência de movimentos de massa, e vice-versa. Assim, algumas áreas podem apresentar grande suscetibilidade a ambos os processos, dependendo das suas características naturais.

No que se refere à suscetibilidade de movimento de massa, Vedovello e Macedo (2007), apontam que existem terrenos mais suscetíveis (instáveis) ao desencadeamento de deslizamentos, enquanto outros são menos suscetíveis (estáveis), sendo que o diferencial reside nas características das rochas, solos, e relevo que compõem as encostas, bem como a diversidade climática da área sob análise. Corroboram essa perspectiva, Garcia e Zezerê (2003), ao salientarem que a suscetibilidade nestes ambientes é determinada pela a probabilidade espacial de ocorrência do fenômeno numa dada área com base nos fatores condicionantes do terreno.

Nos dois casos, a suscetibilidade é uma característica inerente ao meio e representa a fragilidade de uma dada região específica. Assim, o mapeamento de áreas suscetíveis a movimento de massa e inundações é de extrema importância no planejamento territorial, particularmente na perspectiva de subsidiar a prevenção de desastres naturais frente à expansão urbana.

2.5.2 Perigo

A perigosidade (*hazard*) diz respeito à probabilidade espaço/temporal, ou simplesmente temporal de ocorrência de um fenômeno, salientam Garcia e Zezerê (2003). Já

conforme o relatório *Human Development Report* o perigo constitui-se o fenômeno natural que ocorre em épocas e regiões conhecidas que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto. Assim, perigos naturais (*natural hazards*) são processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera, podendo constituir um evento danoso passível de modificação pela atividade humana, tais como a degradação do ambiente e a urbanização (UNDP⁶, 2004).

Para a *Federal Emergency Management Agency - FEMA* (apud PINE, 2009, p.3) os perigos são “eventos ou condições físicas que têm o potencial para causar mortes, ferimentos, danos a propriedade, danos a infraestruturas, perdas agrícolas, danos ao meio ambiente, interrupção de negócios, ou outros tipos de dano ou perda”. O perigo refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo especificado.

Até aqui, entende-se que o perigo e/ou *hazard* constitui-se em fator de risco, situação de risco, ou condição de risco. “O perigo é uma inelutável parte da vida e é uma das componentes do risco. O perigo é uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas” (SMITH, 2001 apud ALMEIDA, 2010). Desta forma, se o perigo é pequeno o risco é reduzido, se a previsão de perigo é grande o risco é enorme.

2.5.3 Vulnerabilidade

A Vulnerabilidade reside em um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos perigos. A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais (TOMINAGA, 2009).

Diversas perspectivas definem e apontam os principais fatores desencadeadores de vulnerabilidade. Para Cross (2001), são as características socioeconômicas e políticas das populações afetadas, bem como as condições ambientais locais. Nesta perspectiva, a questão demográfica, característica dos países em desenvolvimento, detentores de processos de crescimento populacional aliado às desigualdades sociais e políticas se combinam para aumentar a vulnerabilidade social. O *International Strategy for Disaster Reduction ISRD*

⁶ *United Nations Development Programme* (UNDP).

(2004), define que as condições ambientais, econômicas, sociais e físicas coletivas e individuais são moldadas constantemente por influências política, socioeconômica, cultural e comportamental dos indivíduos, comunidades e países. Assim o nível de instrução e percepção do indivíduo exerce importante papel.

Outros fatores principais são apresentados por Cardona (2003) e Philip; Rayhan (2004), a saber, os níveis de marginalidade e segregação social de assentamentos humanos, bem como a falta de acesso à informação e ao conhecimento; acesso limitado a representação e ao poder político como fatores potencializadores da vulnerabilidade. Cardona (2003), destaca os principais fatores desencadeadores: a exposição ou fragilidade física; a suscetibilidade de um assentamento humano para ser afetado por determinado fenômeno ameaçador, devido a sua localização na área de influência do fenômeno e a falta de resiliência física. Philip; Rayhan (2004), também destacam o rápido crescimento da população; pobreza; fome; saúde precária; baixos níveis de educação; desigualdade entre homens e mulheres; localização perigosa e frágil das residências, e falta de acesso aos recursos e serviços básicos, condicionantes da vulnerabilidade social.

Neste contexto, a vulnerabilidade é a mensuração da capacidade de cada indivíduo para se preparar, lidar, resistir e possuir habilidade de resiliência quando exposto a um perigo. “A vulnerabilidade mede os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados”. (Dictionnaire de l’environnement, 1991, apud VEYRET, 2015, p.24). A vulnerabilidade é condição da suscetibilidade a algum evento potencial de causar danos materiais e físicos à população residente em ambientes com processos de dinâmica natural.

Considerando a perspectiva conceitual de sistema integrado, com observância na possibilidade de análise integrada do GTP (BERTRAND; BERTRAND, 2007), e fundamentado conceitualmente em ISRD (2004), a vulnerabilidade apresenta diversos aspectos que podem ser agrupados em quatro áreas de interação entre si (Figura 3).

Figura 3 - Fatores de interação da vulnerabilidade



Fonte: ISRD (2004). Adaptado por SILVA, F.G. (2016).

Neste contexto, a capacidade de lidar, e os meios pelos quais as pessoas ou organizações utilizam os recursos disponíveis determinam a vulnerabilidade e as habilidades para enfrentar (resiliência) consequências adversas que podem levar a um desastre. Portanto, qualquer alteração nos níveis de vulnerabilidade provoca transformações nessas áreas (ambiente físico, equilíbrio ecológico, social e econômico), podendo desencadear redução ou agravamento.

2.5.4 Risco

O risco refere-se à probabilidade de eventos perigosos causarem consequências indesejadas para uma área habitada, transformando um fenômeno natural em desastre (OGURA; MACEDO, 2002). De acordo com Brasil (2006), o termo risco indica a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população, tanto às pessoas, quanto aos seus bens materiais, configurando-se como condição potencial de ocorrência de acidente. O risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo (UNDP, 2004).

Nesta perspectiva, Tominaga et. al. (2004) e Tominaga (2009), adotaram com base em Varnes (1984) e Einstein (1988), a definição de risco como a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP), o qual pode ser expresso como: $R = P \times V \times DP$.

O risco é uma construção social, diretamente ligado à concepção da população em relação a algum perigo potencial de causar danos físicos e perdas materiais de grande monta (MACEDO, et. al., 2015). Veyret (2015) sintetiza bem essa ideia, em que o risco é a “Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele” (VEYRET, 2015, p.24).

A partir das concepções expostas, o risco pode ser simplificado pela seguinte equação: $R = P \times V$, e/ou Risco = Probabilidade de ocorrência x Vulnerabilidade. Sendo assim, o termo Perigo é utilizado como tradução mais adequada ao *hazard*, o perigo seria o agente causador de danos ou prejuízos materiais e/ou imateriais. “Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma *álea* sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente” (VEYRET, 2015, p.24). Desta forma, o Risco é uma possibilidade de dano, não significa desastre. O desastre é

um risco que se concretizou, sendo que a intensidade depende de condições de vulnerabilidade em interação com as ameaças.

Conforme Marandola Jr e Hogan (2004a), a percepção de risco na geografia brota e se prolifera no seio das chamadas “ciências duras”, no que muitos chamariam de “Geografia Física” ou num sentido *lato*, Ciências da Terra, que os pesquisadores passam a buscar outra dimensão para compreensão dos perigos e dos riscos. No âmbito das Ciências Sociais, os riscos não estão circunscritos a uma dimensão da realidade, mas exprimem toda a complexidade da sociedade contemporânea em seus diferentes embates e natureza. Sendo assim, a Geografia pode em muito contribuir na análise de riscos naturais, uma vez que esta atua na interface natural e social.

2.6. Classificação e mapeamento de riscos naturais

Para Cerri; Amaral (1998), uma das classificações de risco existente baseia-se no estágio da ocupação humana em determinada área, sendo: (1) risco atual: em áreas já ocupadas, nas quais existe o risco de consequências socioeconômicas. (2) risco potencial: em áreas ainda não ocupadas, nas quais há a possibilidade de ocorrência de processos geofísicos que possam causar danos socioeconômicos.

Outra forma de classificar os riscos é considerar situações potenciais de perdas e danos ao homem, dividindo-os em algumas classes e subclasses, tendo como ponto de partida os riscos ambientais (CERRI, AMARAL, 1998). Os riscos ambientais se configuram em grande grupo, que podem ser divididos em riscos naturais e antrópicos. Os riscos antrópicos são divididos em tecnológicos e sociais. Os riscos tecnológicos englobam os vazamentos de produtos tóxicos, inflamáveis, radioativos, colisão de veículos, queda de aviões, entre outros. Já os riscos sociais estão relacionados aos assaltos, guerras, conflitos, sequestros, atentados, entre outros.

A concepção de risco ambiental está dentro do aporte teórico conceitual de desastre, que trata, por sua vez, de forma geral, como eventos adversos que causam grandes impactos na sociedade, e podem ser distinguidos conforme a função de sua origem, isto é, a natureza do fenômeno que o desencadeia (TOBIN; MONTZ, 1997). É classificado pela Política Nacional da Defesa Civil como de ordem natural, humana e mista (CASTRO, 2003).

Conforme Brasil (2003), os desastres e riscos de ordem humana e/ou antropogênica referem-se àqueles provocados pelas ações ou omissões humanas. Relacionam-se com a

atuação do próprio homem, enquanto agente e autor. Enquanto os desastres de ordem mista correspondem às ações e/ou omissões humanas que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais. Além disso, também se caracterizam quando intercorrências de fenômenos adversos naturais, atuando sobre condições ambientais degradadas pelo homem, provocam desastres. Neste contexto, a diferença nessa conceituação consiste na participação direta ou não do homem. Simplificando, os desastres podem ser distinguidos como humanos e naturais e pela interface entre ambos.

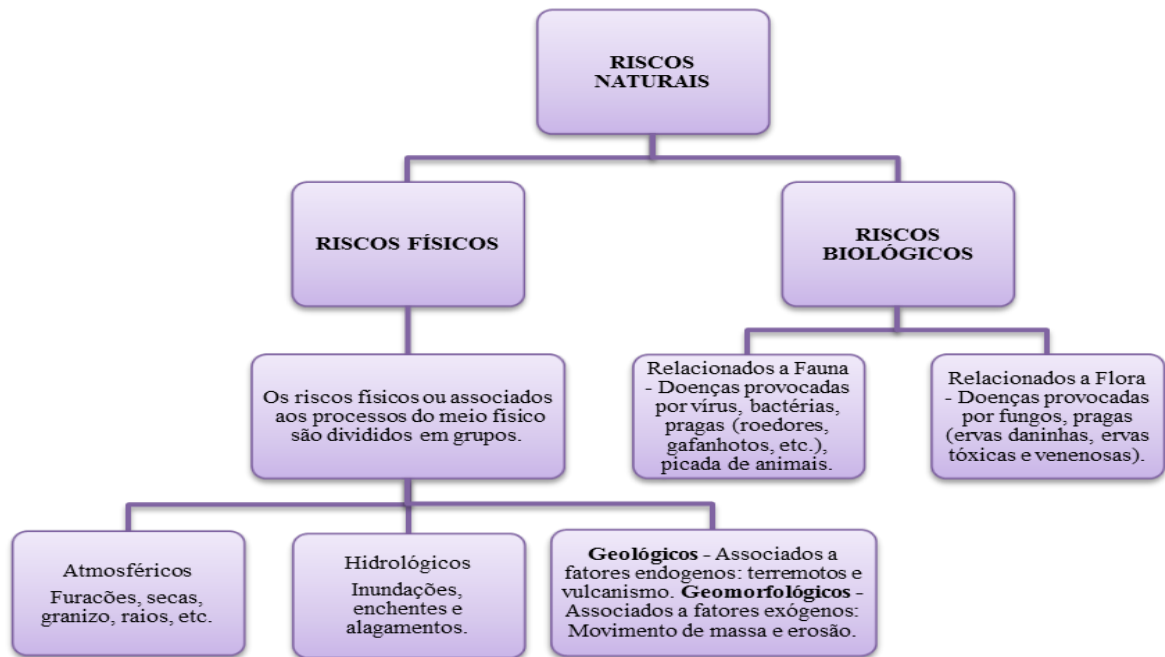
Na perspectiva sociológica os desastres naturais são fenômenos que geram rupturas num dado sistema social (QUARANTELLI, 1998, 2005). No geral, os desastres naturais são aqueles provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza, são produzidos por fatores de origem externa que atuam independentemente da ação humana: ciclones, dilúvios, movimentos de massas, endemias, epidemias, pandemias, erosão, erupção vulcânica, ciclone tropical (furacão, tufão), incêndio florestal, inundação, queda de meteoro, tempestades (gelo, granizo, raios), tornado, tsunami, terremoto. Os desastres naturais podem ser originados pela dinâmica interna e externa da Terra (endógeno e exógeno), todavia, o homem intervém nesses processos, notoriamente nos exógenos.

Os fenômenos de inundações, escorregamentos/deslizamentos, secas, furacões, entre outros, são fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, geomorfologia, litologia, topografia, climatologia, vegetação, condições meteorológicas. Quando estes fenômenos intensos ocorrem em locais onde os seres humanos vivem, geram danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos) considerados como “desastres naturais”.

O Centro de Pesquisas em Epidemiologia dos Desastres (CRED) ligado a OMC⁷/ONU distingue duas categorias de desastres que se desdobram em grupos e subgrupos, conforme classificação da natureza dos eventos, são elas: desastres naturais e desastres tecnológicos. Dentro do arcabouço de desastres naturais surge a tipologia de riscos naturais. Os riscos naturais (Figura 4) podem ser divididos em dois grandes grupos, ou seja, os riscos físicos e os riscos biológicos. Os riscos biológicos são divididos em riscos associados à fauna e riscos associados à flora (CERRI; AMARAL, 1998).

⁷ Organização Mundial do Comércio - OMC.

Figura 4 - Fluxograma: Subdivisões dos Riscos Naturais



Fonte: Cerri e Amaral, (1998). Org.: Adaptado por SILVA, F. G. (2016).

Em relação aos riscos associados a fenômenos físicos, pode-se apontar os riscos ou eventos atmosféricos sendo a classe de fenômenos naturais em que ocorrem chuvas intensas ou persistentes, tempestades (raios, granizo, etc.), ventos intensos, baixa umidade ou qualidade do ar, nevoeiros intensos ou persistentes e temperaturas extremas (TOMINAGA, 2009).

Os furacões, os ciclones, os tufões e os tornados são fenômenos que produzem um resultado destrutivo, mesmo se tratando dos mesmos fenômenos, recebem diferentes nomes, depende do espaço terrestre onde acontecem e da velocidade dos ventos existentes. Em suma, estes fenômenos constituem poderosas tempestades que se formam nas águas quentes das regiões tropicais. Já as secas e estiagens são catástrofes naturais com propriedades bem características e distintas das demais. Em geral é entendida como condição física transitória, caracterizada pela escassez de água, associada a períodos extremos de reduzida precipitação mais ou menos longos, com repercussões negativas e significativas nos ecossistemas e nas atividades socioeconômicas. Distingue-se das outras formas de catástrofes meteorológicas pelo seu desencadeamento se processar de maneira menos perceptível, a sua progressão ser verificada mais lentamente, a ocorrência arrastar-se por maior período de tempo, podendo atingir extensões superficiais de maior proporção e a sua recuperação ser processada de um

modo também mais lento. É válido pontuar que a seca também pode ser de ordem agrícola, hidrológica e socioeconômica (KOBAYAMA et. al., 2006).

Os eventos de ordem hidrológica estão associados ao aumento da impermeabilização do solo, bem como, diversas ações relativas à dinâmica do espaço urbano, carência de saneamento básico, ocupação nos leitos dos rios que, por sua vez, contribuem para a formação de áreas inundáveis. Um dos principais problemas ambientais nas cidades brasileiras é a ocorrência de processos de inundações, aos quais, dadas as características da urbanização em países subdesenvolvidos, adquirem o caráter de risco hidrológico ou hidrometeorológico. As inundações representam processo natural do ciclo hidrológico, devido à variabilidade climática de curto, médio e longo prazo (TUCCI, 2005). As suas consequências podem ser agravadas quando a população ocupa áreas suscetíveis e com alto perigo de recorrência.

Os eventos de ordem geológica e geomorfológica estão associados aos processos de morfogênese e morfologia estrutural do planeta. Cabe ressaltar que alguns autores consideram as enchentes e inundações como riscos geomorfológicos (BERGER, 1999; SCARIOT, 2004; OLIVEIRA, 2004; RECKZIEGEL, 2004). Esses autores trabalham com a concepção de Risco Geomorfológico, sendo classificados a partir da integração dos processos naturais (destacam os processos geomorfológicos da dinâmica fluvial e da dinâmica das encostas) com os fatores sociais.

No que concerne à dinâmica de encosta, observa-se o uso, tanto em trabalhos acadêmicos, como pela sociedade e pela mídia, de termos como escorregamentos e deslizamentos para se referir a diferentes processos ocorridos nas encostas. No meio científico utiliza-se de forma recorrente o termo movimento de massa, para classificar esses processos, conforme proposta classificativa apresentada por Augusto Filho (1994), em que os escorregamentos representam um dos tipos de movimentos de massa. Embora, o conceito de deslizamento não seja utilizado pelo autor citado, vale salientar que para Fernandes; Amaral (1988), os termos escorregamentos e deslizamento podem ser abordados como sinônimos.

Neste estudo, optou-se pelo termo movimento de massa para designar os processos atuantes, uma vez que, constituem-se, de forma geral, no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo pela influência da gravidade (BIGARELLA, 2003). O tipo de movimento de massa mais frequente no Brasil é o deslizamento, porém não são os únicos processos, inclusive em Montes Claros, especificamente na área de estudo. Frequentemente, ocorre confusão em relação à utilização de diferentes conceitos que, em muitos casos, são apresentados como se fossem sinônimos, por isso, opta-se neste estudo, pelo termo

movimento de massa, enquanto eventos geomorfológicos deposicionais, ou seja, processos naturais de evolução das encostas e, portanto, da paisagem como um todo, portando-se como um dos mais elementares processos de transformação do relevo e/ou de dinâmica geomorfológica.

2.7. Processos e dinâmica Geomorfológica

No contexto de riscos naturais, os riscos geomorfológicos, e/ou análises de riscos associadas a mecanismos de instabilização de encostas por escorregamentos e/ou deslizamentos, erosões, e dinâmica fluvial, são agregados a outros fatores de variadas ordens, climáticos e de ordenamento territorial, por exemplo. O crescimento das cidades brasileiras sem planejamento e gestão territorial inadequado, vem pressionando a população a resolver seus problemas mais imediatos de moradia e acesso aos serviços básicos (luz, água, disposição de lixo e esgotamento sanitário). A consequência mais imediata desta expansão desordenada são os problemas relacionados à utilização do meio físico, principalmente em termos da estabilidade de encostas, em áreas urbanas e desperdício de recursos naturais (SOUZA, 2004).

O estudo da dinâmica geomorfológica e dos perigos e riscos associados vêm sendo abordados a nível internacional, pela Geografia, Geologia, Engenharia Geológica e Geotécnica. As abordagens geomorfológica e geológica tradicionais preocupam-se, essencialmente, com as causas, evolução e distribuição das manifestações de instabilidade nas vertentes, no espaço e no tempo (ZÊZERE, 2005). Em âmbito Geomorfológico tem se preocupado também com a dinâmica fluvial (OLIVEIRA, 2004).

Conforme Zêzere (2005), a atenção da Engenharia Geológica e da Geotécnica foi sempre mais orientada para o estudo detalhado de situações particulares, quase sempre “casos de obra”, suportado pelas técnicas quantitativas das Mecânicas de Solos e de Rochas. Na Geografia os estudos direcionaram para a relação homem-meio/sociedade-natureza, incidindo diretamente nos impactos e embates decorrentes da ação antrópica sobre um determinado ambiente (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004b). Ainda conforme os autores (2004b) os estudos manifestam-se inicialmente entre os geógrafos que abordam os elementos da natureza como temas principais de seus estudos, como os geomorfólogos, climatólogos e biogeógrafos: os geógrafos físicos. Por esse motivo, a maior parte das pesquisas são produzidas nesse

âmbito, e por isso, a análise possui um forte componente físico, apesar de se manter uma perspectiva integrada entre os elementos físicos e sociais.

Esta interdisciplinaridade (geógrafos, geólogos e engenheiros), contribui para o enriquecimento conceitual e metodológico dos estudos dos riscos geomorfológicos pelo mundo. A preocupação e consciência da importância do tema estão estreitamente relacionadas à atenção dirigida exclusivamente ao ordenamento e gestão do território que vem ganhando posição de destaque, nos Congressos Internacionais de Geografia, Geologia, Geomorfologia e Engenharia Geológica, além de estar na agenda de debates da ONU (ZÊZERE 2005).

White (1974) apud Marandola Jr; Hogan (2004b), consideram os *hazards* apenas como aqueles eventos que estão em relação ou ocorrendo em áreas ocupadas pelo homem, gerando danos, perdas e colocando em perigo populações. É por isso que um *hazard* não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza. Esse estudo vai ao encontro desta perspectiva.

No tocante ao número progressivo de trabalhos produzidos desde então, observa-se que os estudos e a conceituação de riscos naturais ainda apresentam controvérsias. No contexto dos estudos realizados, envolvendo perigos e riscos associados a movimentos de massa em taludes, trabalha-se o termo Risco Geomorfológico seguindo propostas de Oliveira, (2004), Santos (2012) e Cunha (2013). Estes estudiosos debatem o Risco Geomorfológico na perspectiva classificativa de integração dos processos naturais (destacando os processos geomorfológicos da dinâmica fluvial e da dinâmica das encostas) com os fatores sociais, ou seja, na interface sociedade/natureza (Figura 5).

Figura 5 - Fluxograma – Abordagem de Risco Geomorfológico



Fonte: OLIVEIRA (2004). Org.: Adaptado por SILVA, F. G. (2016).

Conforme proposta conceitual de Oliveira (2004), a suscetibilidade das áreas de risco geomorfológico está associada à dinâmica das vertentes e dinâmica fluviais. Ao considerar que os movimentos de massa e inundações (bruscas e graduais) em áreas urbanas se relacionam predominantemente com formas inadequadas de ocupação, abre-se precedentes para análise do sistema antrópico na compreensão desses fenômenos.

Existem vários fatores responsáveis pelos processos de modelado do relevo, entre eles, a erosão, movimentos de massa (rastejos, corridas, quedas de blocos, escorregamentos e/ou deslizamentos). Esses processos responsáveis pela enculturação do relevo, também conhecidos como processos morfogênicos, representam a ação externa sobre as vertentes (CHRISTOFOLLETTI, 1979). Na geomorfologia, os processos são desencadeados por ações dinâmicas, eventos de várias magnitudes que envolvem forças naturais, tais como chuva, ondas, rios, marés, vento, gelo, alguns dos agentes mais importantes (EMBLETON; THORNES, 1979) apud (INFANTI, JR; FORSINARI FILHO, 1998). Para estes autores, os processos são portadores de certa complexidade, justificada pela interrelação entre variáveis como clima, geologia, morfologia e evolução no tempo.

Assim, é inegável a complexidade espaço-temporal existente na manifestação desses processos, implicando na variação de escala e período de análise. Corrobora essa ideia Marques (2007), ao ressaltar que um processo ou conjunto de processos geomorfológicos se interligam ou interagem, quando ativados. São identificados e caracterizados por executar tipos de ações que se repetem, desempenhando comportamentos que lhes são peculiares. A dinâmica dos processos é atrelada às frequências, intensidades e magnitudes que norteiam o modo de sua atuação.

Os processos de dinâmica superficial do planeta são resultados das inúmeras interações (física, química e biológica), e mais recentemente o homem é incorporado enquanto expressivo agente interveniente nesses processos. Essa intervenção antrópica (socioeconômica, cultural e tecnológica) assumiu proporções enormes, passando a assumir para alguns geólogos (especialmente russos) caráter de novo “período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cuja intensidade supera em muito os processos naturais” (OLIVEIRA, 1990 apud RODHE, 1996, p. 120).

Esse novo período da evolução histórica da terra, também é denominado de “Quinário” ou “Tecnógeno”. Neste caso, “o Quaternário seria o período do aparecimento do homem e o

Quinário, o homem sobrepondo-se em relação à natureza”. A ideia é que atualmente a intervenção humana passa a ser diferenciada em relação à atividade biológica, em nível das relações interativas na biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) intensos e superiores aos naturais (RODHE,1996, p.120).

Considerando esse novo período e a magnitude da intervenção antrópica, conforme Rodhe (1996), faz-se necessário estudar a dinâmica superficial do planeta da qual os processos de transporte de massa e/ou movimentos de massa constituem perigo para sociedade, especialmente nos centros urbanos. Conforme salienta Tominaga (2009, p.27), o “Movimento de massa é o movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade”. Desta forma, a ação da erosão atua sob as vertentes, num processo natural, que conforme o grau de intervenção antrópica, e os condicionantes naturais (chuva, vento, gravidade, etc.) podem desencadear erosões e risco à sociedade que interage no ambiente.

A erosão constitui em um processo de degradação, fragmentação e remoção de partículas do solo e das rochas, combinadas pela ação da gravidade, água, vento, gelo e organismos (plantas e animais) (IPT⁸, 1986 apud SANTORO, 2009). Conforme Guerra; Guerra (2008, p. 229), na obra *Novo Dicionário geológico-geomorfológico*, “O termo erosão implica, para o geólogo e para o geógrafo, a realização de um conjunto de ações que modelam uma paisagem”.

Conforme Guerra; Guerra (2008), existem dois tipos de processos erosivos que vão ao encontro da perspectiva do risco geomorfológico e a proposta deste estudo: a erosão natural ou geológica e a erosão antrópica ou acelerada. A primeira é normalmente realizada “pelos diversos agentes erosivos sem que haja a intervenção do homem, acelerando o trabalho de destruição e construção feito por estes agentes” (op.cit, p. 233). A segunda é aquela “Realizada na superfície terrestre pela intervenção humana e de seres vivos, em geral, ocasionando um desequilíbrio ambiental” (op.cit, p. 230), sendo desencadeada pelo “aceleramento da erosão nas camadas superficiais do solo, motivados por desmatamentos, cortes de barrancos em estradas, etc.” (op.cit, p. 230).

Nesta perspectiva, a erosão natural ou geológica seria aquela exercida pelos agentes exodinâmicos, enquanto a acelerada ou antropogênica seria aquela onde o homem intervém como agente acelerador da erosão. A intervenção humana pode ocorrer em maior ou menor grau e de diversas formas, por exemplo, através da retirada da vegetação natural, expondo o

⁸ Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

solo aos impactos da chuva, ocasionando um processo de erosão acelerada com grande quantidade geométrica de sedimentos, afetando a dinâmica fluvial. Por sua vez, a deposição crescente de sedimentos provoca o gradual assoreamento dos leitos fluviais, intensificando o desmoronamento das margens e culminando na diminuição da profundidade do leito fluvial. Esse processo também desencadeia a perda de capacidade de escoamento do canal fluvial, ocasionando as inundações bruscas e graduais (GUERRA; GUERRA, 2008).

A erosão causada pela chuva (pluviosão), ainda, conforme Guerra e Guerra (2008), é gerada conforme os seguintes mecanismos e deposição química: impacto gerado pelas gotas d'água sobre o solo, gerando a desagregação, e está relacionado a força cinética exercida, a natureza da rocha e as amplitudes térmicas. Ou seja, quanto maiores as gotas d'água, maior a capacidade de desagregar partículas do solo, e quanto menor a agregação das partículas, maior o efeito desagregador das partículas. Portanto, a remoção dos materiais e o transporte (deplúvio) pelo fluxo superficial termina quando forem depositados (aplúvio) e assentados os sedimentos.

De acordo com o tipo de escoamento superficial que se desenvolve ao longo da vertente pode se desenvolver dois tipos principais de processos erosivos decorrentes da ação da água: erosão em lençol ou laminar e erosão linear. Em princípio o fluxo é difuso, ou seja, um escoamento em lençol, conhecido por fluxo laminar, provocando a erosão em lençol ou erosão laminar. A erosão linear é o estágio seguinte ao escoamento em lençol, onde começa a haver uma concentração do fluxo de água. A erosão linear, denominada por alguns autores de erosão fluvial, difere da erosão em lençol, ou lençol de escoamento superficial. Em sentido lato, a erosão fluvial, trata-se do contínuo trabalho das águas correntes na superfície do globo terrestre (GUERRA; GUERRA, 2008).

Cabe salientar, a erosão fluvial é “condicionada pela dinâmica dos rios, que, incessantemente, buscam o equilíbrio, ora erodindo, ora depositando sedimento. Como resultado dessa dinâmica, ocorre o fenômeno denominado terras caídas”, que são deslizamentos, geralmente nas margens dos grandes rios, causados pela erosão fluvial, que escava a base do talude marginal desestabilizando o terreno, levando-o ao solapamento (SILVA, 2008, p.142). Neste contexto, os processos erosivos são fortemente condicionados por fatores naturais (substrato geológico, solo, vegetação, clima, relevo) e pela ação humana. Esta última está relacionada, especialmente, a apropriação dos recursos naturais no meio rural, e no meio urbano aos processos inerentes a urbanização (impermeabilização do solo, ocupação de encostas íngremes e mudanças nas micro e macrodrenagens).

O processo de impermeabilização (asfaltamento, calçamento de ruas e calçadas, construção de edificações) e retirada da vegetação característico da urbanização, gera a perda de capacidade de absorção da água pelo solo. Influencia os processos de movimento de massa nas áreas íngremes, associado à força gravitacional pela qual as massas rochosas e solo movem-se encosta abaixo. A impermeabilização também favorece os processos de inundações, enchentes e enxurradas, onde as transformações como construções de edificações em locais de microdrenagens impossibilitam a coleta e condução da água pluvial até o sistema de macrodrenagem, também influenciada pela impermeabilização, o que intensifica os processos de riscos hidrológicos.

2.7.1 Dinâmica de vertente: Movimentos de Massa

Os movimentos de massa são considerados por Bigarella (2003), os mais importantes processos geomorfológicos modeladores do relevo. São processos naturais que podem ocorrer em qualquer área que apresente declividade, devido à atuação do intemperismo e da gravidade, tendo como um dos principais agentes deflagradores a água das chuvas. Conforme Christofolletti (1979), esses processos atuam de forma significativa no modelado da paisagem, e constituem em processos de escorregamentos e/ou deslizamentos, rastejos, corridas, quedas de bloco. Logo, remobilização do material oriundo do intemperismo que envolve uma série de condicionantes, sendo mais importante a declividade, estrutura rochosa e forma da vertente.

Os processos da dinâmica das vertentes, em geral, envolvem o desprendimento e transporte do solo e/ou, material rochoso vertente abaixo, cuja mobilização deve-se além dos condicionantes supracitados às condições de instabilidade e ação da força da gravidade, podendo ser acelerada por outros fatores, tais como corte da vertente. O deslocamento de material varia em escalas e velocidades, alternando entre rastejamentos e movimentos muito rápidos (VARNES, 1978, CHORLEY et. al., 1984).

Os processos de movimentos de massas são comumente associados aos processos conhecidos como escorregamentos ou deslizamentos, envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação. São utilizados como sinônimos por Fernandes e Amaral (1998), onde são apresentados com denominação comum, que abrange todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independente da declividade, processos, causas, velocidades, formas e demais características.

São processos naturais que atuam na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica, mas também estão relacionados à ação antrópica nesses ambientes, especialmente por meio da ocupação irregular. O crescimento da ocupação urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres (TOMINAGA, 2009). Para Fernandes; Amaral (1998, p.125), “o Brasil, por suas condições climáticas e grandes extensões de maciços rochosos, está sujeito aos desastres associados aos movimentos de massa nas encostas”.

Conforme Fernandes; Amaral (1998), os desastres de origem natural ocorrem no país com frequência e em grande número, são induzidos pela ação antrópica. Os aglomerados urbanos brasileiros convivem com a incidência de deslizamentos induzidos por cortes e aterros para construção de moradias e de estradas, assim como problemas relacionados aos desmatamentos, atividades de pedreiras, depósito final de lixo e distribuição das águas servidas, o que gera frequentemente grandes danos associados, com proporção de desastres.

Fernandes; Amaral (1998), salientam que a complexidade envolvida nos processos de movimento de massa corrobora o conflito entre as terminologias empregadas para designá-los. Existem vários tipos de movimento de massa, com variedade de condicionantes: tipo de material envolvido, velocidade do mecanismo do movimento e quantidade de água. Esses fatores diferenciam os movimentos de massa. No âmbito internacional vários conceitos são utilizados para classificação desses eventos, a saber, a proposta do grupo internacional responsável pelo Inventário Mundial de Deslizamentos, que utilizam seguintes terminologias: quedas, escorregamentos, corridas, tombamentos e espraiaamentos.

Tominaga (2009), aponta que uma das propostas mais utilizadas na literatura internacional, devido a sua simplicidade, é a proposta de Varnes (1978), que se baseia no tipo de movimento e no tipo de material transportado. Em âmbito nacional, são destacadas por Tominaga (2009), as principais e mais utilizadas classificações: Freire (1965), Vargas (1966), Costa Nunes (1969), Guidicini; Nieble (1984) e Augusto Filho (1992).

Pela simplicidade e fácil compreensão, adotou-se, neste trabalho, a classificação de movimentos de massa que engloba de modo geral, aquelas descritas no esquema simplificado proposto pelo IPT⁹ (1991), e proposto por Augusto Filho (1992), que apresenta praticidade e operacionalização dos conceitos, tendo em vista a velocidade do desenvolvimento de áreas de

⁹ Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

risco nos centros urbanos, e consideram, principalmente, a composição do material e a velocidade de deslocamento, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas (Augusto Filho, 1992)

MOVIMENTO DE MASSA	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> • Muitas superfícies de deslocamento; • Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; • Desenvolvimento ao longo das drenagens; • Velocidades médias e altas; • Mobilização de solo, rocha, detritos em água; • Grandes volumes de material; • Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas;
ESCORREGAMENTOS/ DESLIZAMENTO (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos planos de deslocamento (externos); • Velocidades médias (m/h) a altas (m/s); • Pequenos a grandes volumes de material; • Geometria e materiais variáveis: Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza.
QUEDAS DE BLOCOS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> • Sem planos de deslocamento; • Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado; • Velocidades muito altas (vários m/s); • Material rochoso; • Pequenos a médios volumes; • Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. • Rolamento de matacão Tombamento.
RASTEJOS (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> • Vários planos de deslocamento (internos); • Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; • Solo, depósitos, rocha alterada /fraturada; • Geometria indefinida.

Fonte: Adaptado de Augusto Filho (1992) por Tominaga (2009). Org.: SILVA, F. G. (2016).

Vale lembrar que os vários tipos de processos de movimento de massa dependem de fatores locais, como estrutura geológica, tipo dos materiais, declividade, orientação e forma da vertente, área de contribuição, intensidade e distribuição das precipitações (GUIMARÃES et. al., 2008).

2.7.1.1 Corridas (*Flow*)

As corridas são movimentos rápidos nos quais os materiais se comportam como fluidos altamente viscosos. Geralmente, a origem de uma corrida é representada por um típico escorregamento, indicando que, em muitos casos, as corridas são movimentos complexos (IPT, 1991). As corridas simples, geralmente, são associadas à concentração excessiva dos

fluxos d'água superficiais em algum ponto da encosta e deflagração de um processo de fluxo contínuo de material terroso. São mais raras de ocorrer, mas produzem estragos maiores que os escorregamentos (FERNANDES; AMARAL, 1998; TOMINAGA, 2009).

O fluxo destrói tudo no seu caminho, desde o local de formação (encosta), até a área de deposição (planícies). Dependendo da viscosidade e do tipo de material, podem receber outros nomes como “*wood flows*”, que envolvem grandes quantidades de material vegetal (troncos e galhos); fluxos de lama (“*mud flows*”) por envolverem uma deformação plástica de solos argilosos até transformar-se em fluxo turbulento; dentre outros (FERNANDES; AMARAL, 1998; KOBIYAMA, 2006).

2.7.1.2 Escorregamentos/deslizamento (*slides*)

Para Tominaga (2009), os escorregamentos/deslizamentos são conhecidos pelos termos, queda de barreira, desbarrancamento, deslizamento, ou seu equivalente na língua inglesa *landslide*, são termos gerais conhecidos em nosso vocabulário para as diversas definições de escorregamento. Isto causa uma enorme confusão devido a semelhança com os processos de corridas. Conseqüentemente a distinção entre corridas e escorregamentos nem sempre é fácil de identificar no campo. “Os escorregamentos, também conhecidos como deslizamentos, são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação” (TOMINAGA, 2009, p.27).

O termo escorregamento e/ou deslizamento é utilizado de forma semelhante ao proposto por Guidicini; Nieble (1984), Fernandes; Amaral (1998), Guerra (2007), e Tominaga (2009); “Escorregamentos são movimentos rápidos, de porções de terrenos (solos e rochas), com volumes definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da vertente” (TOMINAGA, 2009, p.28). Além da gravidade, outros fatores condicionantes são levados em consideração nos processos de escorregamentos, principalmente correspondentes aos elementos do meio físico e do meio biótico, os quais contribuem para o desencadeamento do processo. Estes elementos são inerentes à própria dinâmica dos processos naturais, denominados por Guidicini; Nieble (1984), como agentes predisponentes. No entanto, a ação humana exerce importante influência favorecendo a ocorrência de processos ou minimizando seus efeitos, elenca Tominaga (2009).

Os escorregamentos e/ou deslizamentos são divididos com base na forma do plano de ruptura, subdivido em Rotacionais/circulares e Translacionais/planares, ou em Cunha, e no tipo de material em movimento que pode ser constituído por solo, rocha, por uma complexa mistura de solo e rocha ou até mesmo por lixo doméstico. Os escorregamentos e/ou deslizamentos rotacionais/circulares são movimentos que possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá um movimento rotacional da massa do solo (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Os escorregamentos/deslizamentos rotacionais ocorrem ao longo de superfícies de ruptura curvas, em meios geralmente homogêneos e isotrópicos (apresentam as mesmas propriedades físicas em todas as direções), afetados geralmente, por materiais não consolidados ou pouco consolidados, deixa por vezes, cicatrizes arqueadas e/ou depressões na vertente. Dentre as condições que mais favorecem a geração desses movimentos, destacam-se os solos espessos e homogêneos, sendo comuns em encostas compostas por material de alteração originado de rochas argilosas como argilitos e folhelos (GUIDICINI; NIEBLE, 1984). Os escorregamentos também podem ser induzidos por outros mecanismos, tais como precipitações elevadas, inundações e os sismos, mas também o podem ser por atividades humanas. A exemplo, as atividades deste último são comuns através da construção das estradas, onde a abertura de nova estrada provoca a desestabilização da vertente, e acaba por induzir o desencadeamento do movimento (FERNANDES; AMARAL, 1998).

No Brasil os escorregamentos/deslizamentos rotacionais são comuns em diversas áreas do sudeste brasileiro, graças principalmente, à presença de espessos mantos de alteração geológica, especialmente no litoral, onde a erosão marinha da base das vertentes costeiras ocasiona perda de suporte na base da vertente que entra em colapso, muitas vezes através de movimentos rotacionais. Nestes casos, a escarpa recua significativamente, e na base ficam os materiais da frente da rotação que progressivamente vão sendo erodidos pelas ondas (TOMINAGA, 2009).

Conforme Fernandes; Amaral (1998), os escorregamentos/deslizamentos translacionais e planares constituem a forma mais frequente entre todos os tipos de movimentos de massa. Possuem superfície de ruptura com forma planar a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material. São típicos de meios anisotrópicos (meios fisicamente homogêneos, mas cujo propriedades físicas e químicas variam com a direção do fluxo) e apresentam, frequentemente plano de ruptura. Desenvolve-se ao longo de superfícies de fraqueza, marcadas por resistência ao corte

reduzida, como falhas, planos de estratificação, diaclases ou contato entre uma cobertura detrítica e um substrato rochoso.

Tais planos de fraqueza podem ser resultantes da atividade de processos geológicos (acamamentos, fraturas, entre outros), geomorfológicos (depósitos de encostas) ou pedológicos (contatos entre os horizontes). Os escorregamentos/deslizamentos translacionais rasos normalmente estão associados à perda de resistência devido à infiltração da precipitação. Os escorregamentos mais profundos geralmente refletem condições desfavoráveis de poro-pressões na superfície de escorregamento (GODOY, 2005).

Em síntese, os escorregamentos e/ou deslizamentos circulares ou rotacionais possuem superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá o movimento rotacional da massa do solo, sendo favorecidos pela presença de solos espessos e homogêneos. Já os escorregamentos/deslizamentos planares ou translacionais apresentam superfície de ruptura com forma planar, a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas, existentes no interior do material, sendo em geral compridos e rasos (FERNANDES; AMARAL, 1998; GUERRA, 2007).

Existem ainda os escorregamentos/deslizamentos em cunha, que têm sua ocorrência associada a regiões que apresentam relevo fortemente controlado por estruturas geológicas, como maciços rochosos pouco ou muito alterados, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de interseção destes planos (TOMINAGA, 2009).

Esse tipo de ruptura apresenta-se geralmente em maciços com várias famílias de descontinuidade, cuja orientação, espaçamento e continuidade determinam a forma e volume da cunha. Geralmente, estão relacionados à elevação de poro-pressões na superfície de escorregamento ou à ocorrência de pressões hidrostáticas de preenchimento de fendas ou outras descontinuidades. Escorregamento/ deslizamentos em cunha são mais comuns em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico (GODOY, 2005).

2.7.1.3 Quedas de blocos (*Falls*)

Define-se por quedas de blocos a ação de queda livre a partir de uma elevação, com ausência de superfície de movimentação. A queda pode ser combinada com outros movimentos, como saltos, rotação de blocos, ações de impacto no substrato, que resulta numa

fragmentação e diminuição de dimensão com o progresso da movimentação (MACIEL FILHO; NUMMER, 2011). Os rolamentos ou queda de blocos de rocha costumam ocorrer como evento subsequente a uma queda ou tombamento, nos casos em que tais blocos apresentam forma geométrica tal que permita esta dinâmica de movimentação. Ocorrem nas encostas íngremes de paredões rochosos (GODOY, 2005).

A ocorrência de quedas de blocos é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, assim como pelo avanço dos processos de intemperismo físico e químico. Corresponde a movimentos, ao longo de superfícies inclinadas, de blocos rochosos que, geralmente, encontram-se parcialmente imersos em matriz terrosa, destacando-se dos taludes e encostas por perda de apoio (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

2.7.1.4 Rastejos (*Creep*)

São os movimentos gravitacionais, genericamente chamados de rastejos, embora caracterizem uma transição tênue para os escorregamentos. Conforme Guidicini; Nieble (1984), trata-se de movimentos lentos, contínuos de pouco centímetros por ano e de menor importância econômica. Ocorrem devido à movimentação como um todo do manto de alteração da encosta, deslocando e abrindo fendas nas partes inferiores (solo residual e rocha).

São movimentos extremamente lentos (cm/ano) e contínuos de materiais superficiais encosta abaixo, por ação da gravidade. Basicamente ocorrem pela movimentação como um todo, do manto de alteração de uma encosta, deslocando e abrindo fendas nas partes inferiores (solo residual e rocha). Correspondem a uma deformação de caráter plástico, cuja geometria não é bem definida e que também não apresenta o desenvolvimento de uma superfície definida de ruptura, afetando grandes áreas. Com o aumento da velocidade pode se transformar em um escorregamento (GODOY, 2005).

A existência de rastejo numa área pode ser notada pela inclinação de árvores, cercas ou postes. Frequentemente, este é um dos movimentos mais lentos que existe, mas, com o aumento da saturação de água no solo, pode assumir uma maior velocidade, tornando-se um perigo para as construções existente na vertente ou vale em que ocorre o processo (GODOY, 2005). Todavia, salienta Godoy (2005), os solos ou rochas submetidos a movimentos de rastejo não necessariamente atingirão a ruptura. Um talude pode suportar tensões superiores às necessárias para provocar deformações por rastejo sem chegar a sua completa instabilização. Sendo assim, o rastejo contribui para uma diminuição gradual da resistência do

material, pode causar danos significativos em taludes e encostas adjacentes a obras civis. Pode também causar problemas nas fundações de pilares de pontes, viadutos, etc.

2.8 A Cartografia Digital na análise de risco a movimento de massa

A análise dos fenômenos espaciais, com todas as suas especificidades, é determinante para a compreensão de diversos temas que cercam a sociedade, seja econômico, social, ambiental, saúde e outros. Isso é explicado por Câmara (2001), que ainda ressalta que essa análise foi facilitada pela disponibilidade de software de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres¹⁰ com interfaces amigáveis. Buzai; Baxendale (2006), elencam a importância da Geografia como ciência que está no centro deste processo, e claramente, tem-se convertido na disciplina central dessa evolução. A importância dos SIGs consiste, dentre outros, na sua capacidade em relacionar diferentes informações em um determinado contexto espacial e permite traçar relações em um curto espaço de tempo. Buzai; Baxendale (2006), afirmam que os SIGs têm produzido uma revolução tecnológica e uma revolução intelectual.

Os SIGs são instrumentos poderosos e valiosos no tratamento de dados espaciais. Agregam um maior quantitativo de dados e transforma-os em informações geográficas especializadas. Esses dados podem ser divididos em gráficos, espaciais ou geográficos, responsáveis pela descrição das características geográficas da superfície (forma e posição) e os dados não gráficos, alfanuméricos ou descritivos que descrevem os atributos e características. Portanto, tem a visão espacial como enfoque, o que possibilita as tecnologias digitais dar maior atenção a organização espacial através da gestão e planejamento (BUZAI; BAXENDALE, 2006).

Os dados espaciais são representados em formato vetorial (Vetor), composto por três elementos gráficos: ponto, linha poligonal e área (polígono); ou matricial (Raster) composto por uma matriz de células, cada célula possui um número de linha, coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas. Desta forma, o espaço é tratado como uma superfície plana e cada célula e/ou pixel, está associado a uma porção do terreno (CÂMERA; MONTEIRO, 2001).

Na análise de risco geomorfológico, a utilização de imagens orbitais para a visão geral do espaço possibilita a extração de informações morfométricas essenciais na análise dos

¹⁰ Expressão utilizada para designar qualquer programa de computador que pode ser executado, copiado, modificado e redistribuído pelos usuários gratuitamente. Os usuários possuem livre acesso ao código-fonte do software e fazem alterações conforme as suas necessidades.

processos de dinâmica de vertentes, corroborando a compreensão e detalhamento dos processos indutores de risco a movimento de massa. Contudo, essa abordagem não exclui a necessidade da interpretação visual, uma vez que inclui o meio físico-biótico, a ocupação humana, e sua interface. Assim, a análise tátil-visual é indispensável.

As técnicas de sensoriamento remoto fornecem níveis de informações sem precedentes. “Os sensores ópticos captam a radiação da região do ultravioleta, do visível e do infravermelho; os sensores do tipo radar (*radio detection and ranging*) captam a radiação na região de micro-ondas” (FLORENZANO, 2008a, p. 31). A partir do surgimento da fotografia aérea foi possível obter visão sinótica dos objetos, “base cartográfica de apoio aos trabalhos de campo, dados sobre o relevo com grande riqueza de detalhes, além de dados sobre cobertura vegetal, uso da terra, condições hidrológicas, estrutura geológica, etc” (FLORENZANO, 2008a, p.32). Para a autora (2008), os avanços tecnológicos dos sensores remotos favorecem ainda mais as análises, surgem mais imagens com melhor resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, conta-se ainda com o recurso estereoscópio que possibilita mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos com rapidez e precisão.

No contexto de ferramenta de análise “vêm sendo obtidos pares estereoscópios digitais por sensores ópticos, a bordo de satélites, bem como dados topográficos orbitais de radar interferométrico, como os da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*)” (FLORENZANO, 2008a, p. 34). Florenzano (2008a), salienta que esses dados, os Modelos Digitais de Elevação (MDEs), apresentam grande potencial de análise do relevo, pois permitem dentre outras funções, a tridimensionalidade, podendo ser extraídos de forma automática com apoio de SIG as variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes, entre outros) essenciais na análise geomorfológica, portanto de risco de dinâmica de vertente, os movimentos de massa. Valeriano (2008), descreve os MDEs, como imagens, ou Planos de Informação (PI), também denominados de Modelos Digitais do Terreno (MDTs), imagens digitais georreferenciadas que possibilitam a operação de modelos analíticos sobrepostos em SIG (VALERIANO, 2008).

Para melhor compreensão dos processos de movimentos de massa e planejamento de uso da terra das áreas de risco, primordialmente deve-se avaliar a estabilidade das encostas. Neste contexto, o desenvolvimento de metodologias com auxílio de sensoriamento remoto e SIG são essenciais, pois possibilitam otimizar a obtenção e espacialização das informações e gerar modelos preditivos (GUIMARÃES, et. al., 2008). Conforme esclarece Florenzano (2008a), o uso do sensoriamento remoto associado a um SIG, deu um novo impulso aos

métodos de mapeamento integrado, principalmente na geração de cartas sínteses. Nesta perspectiva, número significativo de metodologias vêm sendo desenvolvidas, objetivando “[...] à previsão dos movimentos de massa a qual pode subsidiar os administradores públicos em atividades como: elaboração de planos de evacuação, elaboração de mapas de suscetibilidade, planejamento urbano [...] entre outros” (GUIMARÃES et. al., 2008, p.160).

Assim, conforme mencionam Cunha; Ramos (2013), a análise cartográfica do risco, quase sempre, começa pela elaboração da cartografia de suscetibilidade, ou seja, a cartografia permite estabelecer a probabilidade espacial de ocorrência dos fenômenos perigosos. Em grande parte, os mapas de suscetibilidade respondem também à probabilidade de ocorrência temporal, o que de certa forma, os transforma em mapas de perigosidade. Ainda conforme Cunha e Ramos, é necessário estabelecer mapas de probabilidade espacial de ocorrência para cenários conhecidos com diferentes períodos de retorno, ou seja, os mapas de periculosidade.

No trato da cartografia de suscetibilidade, têm sido utilizados, com sucesso, métodos heurísticos¹¹/qualitativos¹², métodos quantitativos¹³ e métodos determinísticos¹⁴. A seleção dos métodos, é via de regra, por meio de fatores diversos, tais como os tipos de risco em análise, a escala do estudo (metodologia a seguir) e a existência, ou não, de dados sobre as suas manifestações passíveis de aferição dos modelos (CUNHA; RAMOS, 2013).

Os mapeamentos de risco, para Tominaga (2009), resultam da avaliação de risco e referem-se à estimativa da extensão dos prováveis danos (feridos, mortos e perda de recursos econômicos e materiais) decorrentes de um desastre. Representam a análise conjunta do perigo, da vulnerabilidade e dos danos potenciais (cartografia do risco). Os mapeamentos de risco consistem em: “Identificar, conhecer e caracterizar os riscos existentes, de maneira que

¹¹ Heurística: é um conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas (BUENO, 2009).

¹² Os Métodos Qualitativos são baseados no julgamento do profissional que está realizando a avaliação. Os dados considerados são usualmente derivados de observações de campo e de foto interpretação. A análise geomorfológica utilizada nos métodos qualitativos consiste na avaliação de campo, pelo investigador, baseado em sua experiência e conhecimento científico. Neste caso, o mapa de estabilidade das encostas é resultado das análises das informações de um mapa geomorfológico de detalhe.

¹³ Os Métodos Qualitativos são baseados no julgamento do profissional que está realizando a avaliação. Os dados considerados são usualmente derivados de observações de campo e de foto interpretação. Método de análise estatística, dado por meio da comparação da distribuição espacial dos escorregamentos com os parâmetros considerados, procura superar a subjetividade na atribuição de valores ponderados para os fatores associados com a estabilidade de encostas das abordagens qualitativas. A análise estatística pode ser bivariável ou multivariável. - A análise estatística bivariável, cada fator é aferido com o mapa de escorregamentos (inventário). - Análise estatística multivariável, estes procedimentos envolvem várias etapas preliminares, as quais são experimentadas em áreas testes. Verificados a veracidade dos resultados, estes são estendidos para toda a área de estudo.

¹⁴ Os métodos analíticos ou determinísticos são abordagens que utilizam modelos matemáticos em bases físicas, ou seja, que descrevem alguns dos processos e leis físicas que controlam a estabilidade de vertentes (FERNANDES et. al., 2001; TOMINAGA, 2007).

se possa hierarquizar, priorizar, definir e adotar medidas adequadas para a eliminação ou para a minimização dos riscos e de eventuais acidentes” (VEDOVELLO; MACEDO, 2007, p. 86).

Especificamente em áreas urbanas, o mapeamento de risco é um processo complexo que envolve questões de planejamento e ordenamento territorial, que devem ser avaliados em uma perspectiva mais abrangente. O zoneamento e a cartografia que acompanham o risco “constituem a base de uma política de prevenção. A cartografia permite ao mesmo tempo, a objetivação do risco e sua designação como problema público” (VEYRET, 2015, p.60).

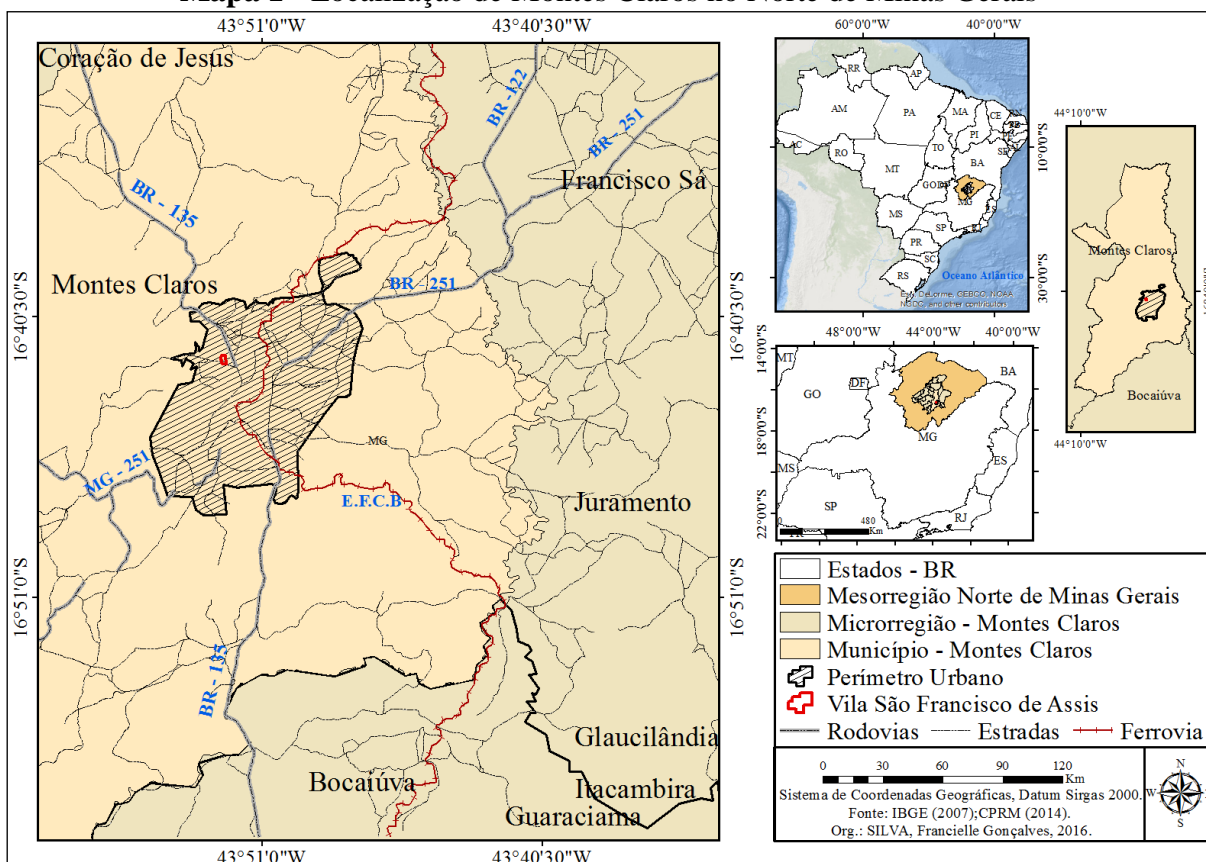
No contexto de análise integrada, a próxima etapa da pesquisa apresenta a caracterização do meio social e físico da área de estudo, assim como os riscos associados aos processos de uso e ocupação local. Deste modo, aborda o sistema socioambiental, sendo expostos de maneira distinta os condicionantes socioeconômicos, estruturais e ambientais físicos, para melhor estruturação do estudo.

3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Condicionantes socioeconômico e estrutural

O município de Montes Claros localiza-se na microrregião homônima, pertencente à Mesorregião do Norte de Minas (Mapa 1), inserida na Depressão Periférica do São Francisco, Bacia do Alto Médio São Francisco.

Mapa 1 - Localização de Montes Claros no Norte de Minas Gerais

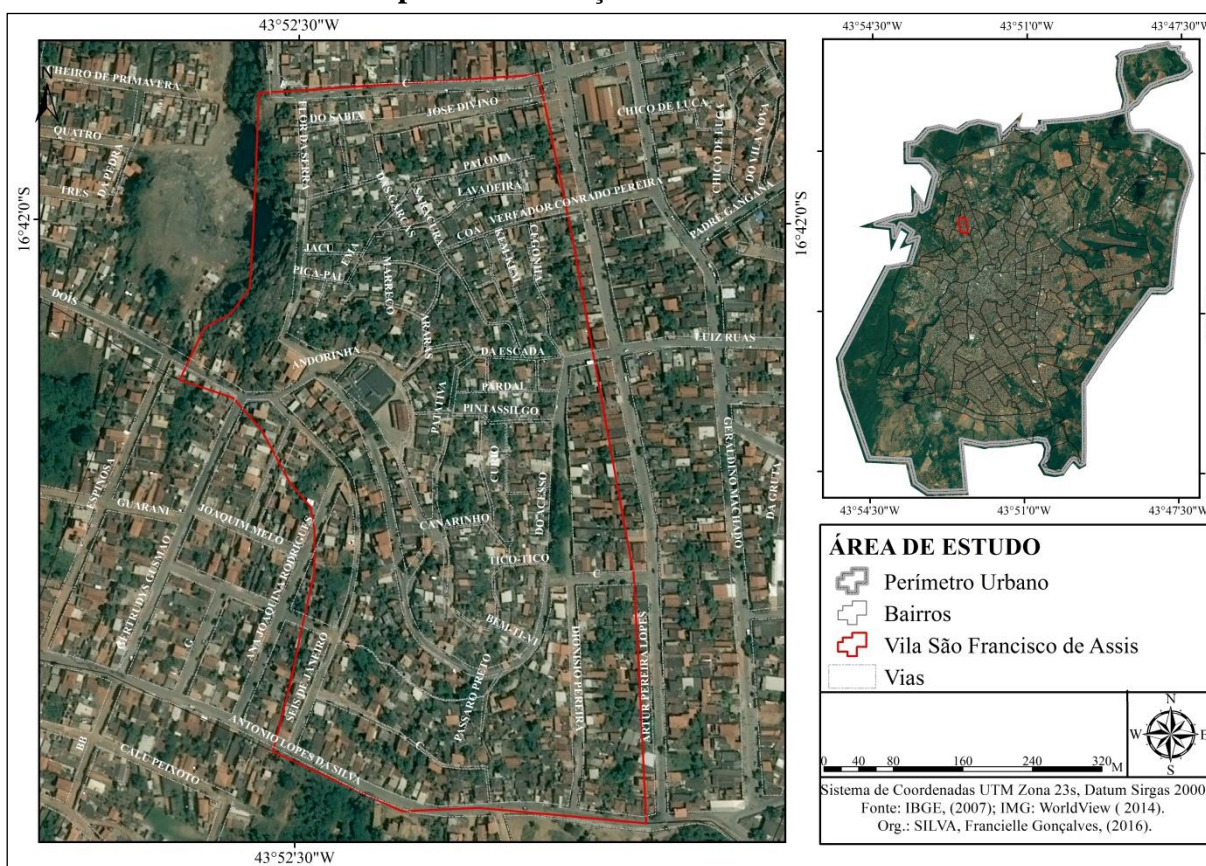


O município abrange uma área de 3.600,56 km², com população estimada, em 2016, de 398.288 habitantes; sendo 361.915 habitantes recenseados no censo demográfico de 2010, dos quais, aproximadamente 17.488 residiam em área rural, enquanto os outros 344.427 residiam nas áreas urbanas. A densidade demográfica corresponde a 101,41 hab/km² (IBGE, 2010).

Administrativamente, o município é composto pela sede municipal, o perímetro urbano de Montes Claros, com área central e bairros adjacentes, pelos Distritos de Ermidinha, Miralta, Nova Esperança, São Pedro das Garças, Santa Rosa de Lima, Vila Nova de Minas, Aparecida do Mundo Novo, Panorâmica, Canto do Engenho e várias comunidades rurais.

Uma das características importantes do município de Montes Claros é a localização geográfica, o qual dispõe de importante entroncamento rodoviário, o que possibilita atração do comércio e de mercado consumidor. Perpassa pela cidade as rodovias federais: BR – 135 (Minas – Bahia), BR – 251 (Bahia – Mato Grosso), BR - 135 (Montes Claros – Belo Horizonte), BR – 365 (Montes Claros – Uberlândia); e a rodovia estadual MG – 308 (Montes Claros – Juramento). A sede do município tem como marco as coordenadas geográficas: 16° 40' 30" e 16° 47' 30" de Latitude Sul e 43° 54' 30" e 43° 47' 30" Longitude Oeste, conforme o mapa (Mapa 2).

Mapa 2 - Localização da área de estudo

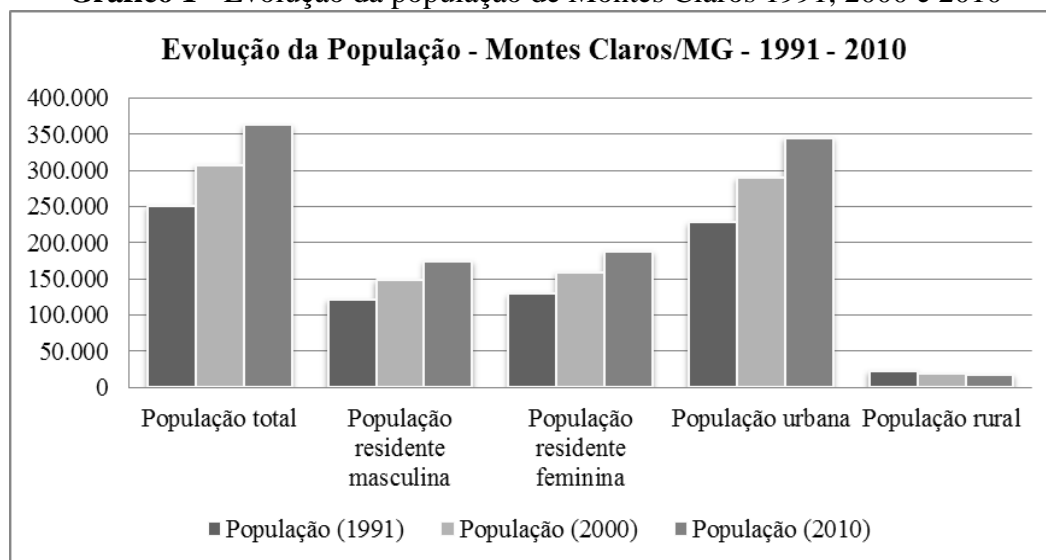


A cidade de Montes Claros, economicamente é a mais dinâmica da Mesorregião Norte de Minas. Destaca-se pela centralidade econômica no cenário regional e pela expressiva população, o que confere *status* de cidade média, conforme apontado em diversos estudos (AMORIM FILHO, BUENO, ABREU, 1982; PEREIRA, 2007; FRANÇA, 2007).

Conforme dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); e Fundação João Pinheiro (FJP), entre 2000 e 2010, a população de Montes Claros cresceu com taxa média anual de 1,66%,

enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 94,21% para 95,17% (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Evolução da população de Montes Claros 1991, 2000 e 2010



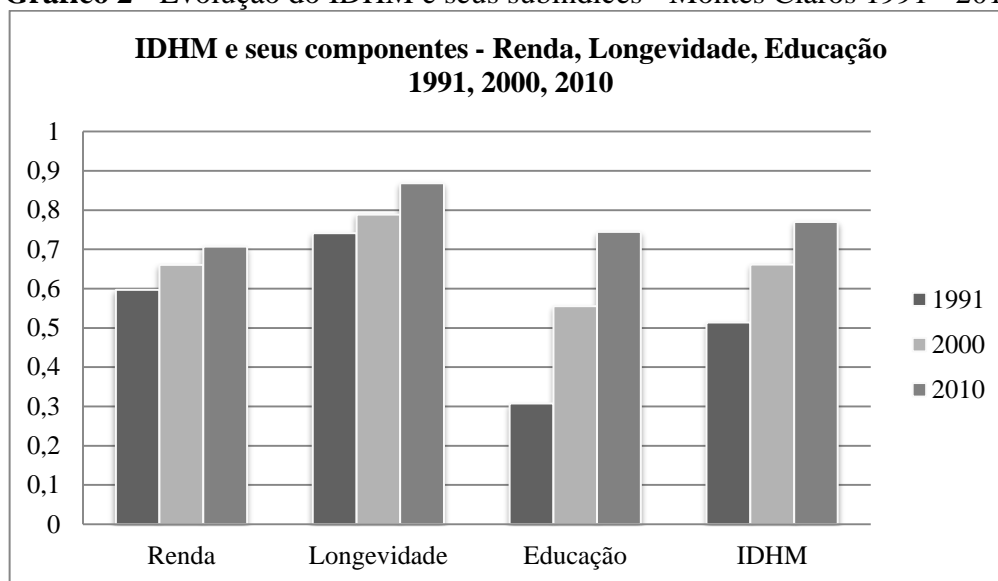
Fonte: PNUD; IPEA; FJP, 2013. Org.: SILVA, F. G. 2016.

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu taxa média anual de 2,30%. Em Minas Gerais, a taxa foi de 1,43%, enquanto no Brasil 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 91,08% para 94,21%. Neste contexto, Montes Claros apresenta, também, intenso dinamismo cultural, social e econômico, um espaço urbano diverso.

No que se refere ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)¹⁵ de 2010, Montes Claros apresentou 0,770 (Alto) (PNUD; IPEA; FJP, 2013). Em relação aos subíndices do IDHM de Montes Claros de 1991 a 2010, apresentam crescimento, assim como o IDHM (Gráfico 2).

¹⁵ O parâmetro do IDHM se configura de 0 (zero) a 1, sendo 0 (zero) a 0,499 (muito baixo); 0,500 a 0,599 (Baixo); 0,600 e 0,699 (Médio); 0,700 a 0,799 (Alto) e 0,800 a 1 (Muito alto).

Gráfico 2 - Evolução do IDHM e seus subíndices - Montes Claros 1991 - 2010



Fonte: PNUD; IPEA; FJP, 2013. Org.: SILVA, F. G. 2016.

Conforme o dado apresentado, houve crescimento do IDHM de Montes Claros no período avaliado. Em 1991, o IDHM era Baixo (0,597); em 2000 passou para Médio (0,661), e como mencionado em 2010 atingiu nível Alto (0,770). É relevante salientar que o segmento que mais cresceu e contribuiu para a evolução do IDHM no município foi a educação, com crescimento de 0,248, e na sequencia renda e longevidade. Entre 2000 e 2010, a Educação também foi a que mais cresceu em termos absolutos (crescimento de 0,189), seguida por longevidade e por renda. Esses dados afirmam a importância do segmento educacional como dinamizador do setor terciário e da própria economia da cidade que, por sua vez, reitera seu alcance regional.

Desta forma, o segmento educacional teve um crescimento expressivo, fato ratificado pela expansão do ensino superior, que quase triplica nas últimas décadas passando de 5,92% em 1991, para 7% em 2000, e por fim, 13,28% em 2010. Houve aumento do fluxo escolar em todas as faixas etárias representadas no mesmo período. O crescimento pode estar associado aos programas de incentivos do governo, que veio fomentando o ensino através de incentivos como o bolsa família, bolsa escola, e o pró-jovem.

A renda per capita média de Montes Claros cresceu 98,51% nas últimas décadas, passou de R\$ 327,75, em 1991, para R\$ 485,55, em 2000, e para R\$ 650,62, em 2010. A taxa média anual de crescimento nesse período foi de 3,67%. Também aconteceu redução do percentual de pobres e do índice de Gini (Tabela 1).

Tabela 1 - Renda, pobreza e desigualdade (1991, 2000, 2010)

Renda, Pobreza e Desigualdade - Município - Montes Claros - MG			
	1991	2000	2010
Renda per capita (em R\$)	327,75	485,55	650,62
% de extremamente pobres	19,23	9,06	2,71
% de pobres	45,71	28,76	11,99
Índice de Gini	0,6	0,61	0,53

Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013). Org.: SILVA, F. G. 2016.

Entre 1991 e 2000, a taxa média anual de crescimento foi de 4,46%, enquanto no período entre 2000 e 2010 foi de 2,97%. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$140,00 (a preços de agosto de 2010), passou de 45,71% em 1991, para 28,76%, em 2000 e para 11,99% em 2010. A desigualdade de renda pode ser analisada através do Índice de Gini, que passou de 0,60 em 1991, para 0,61 em 2000 e para 0,53 em 2010. Observa-se que houve decréscimo entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos de 0,08% entre 2000 e 2010 e aumento de 0,01% entre 1991 e 2010.

Ainda no contexto de desenvolvimento socioeconômico, apresenta importante dinamismo econômico desde a década de 1960, em função dos programas desenvolvimentistas instalados pela Sudene¹⁶.

3.2 Processo de ocupação e infraestruturas da Vila São Francisco de Assis

O IBGE (2010), conceitua aglomerados subnormais como conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das características abaixo:

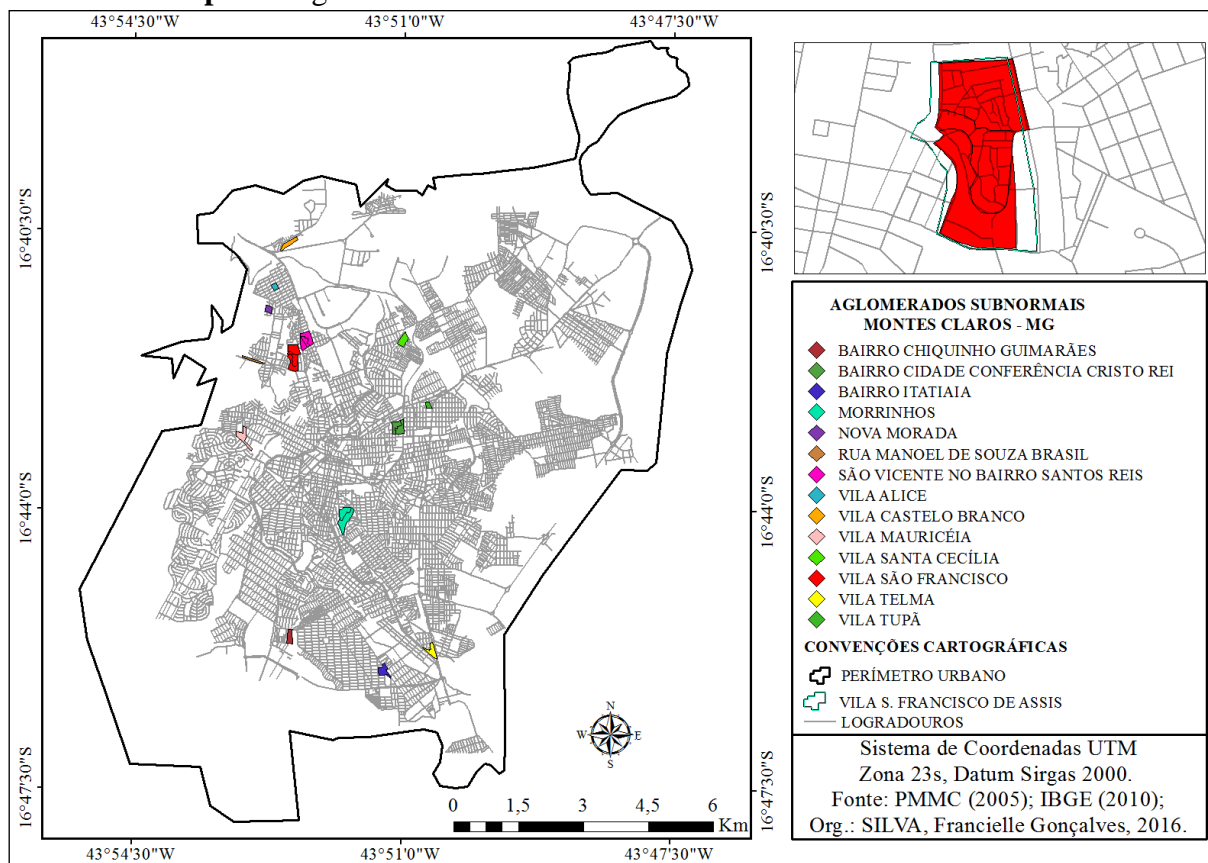
- irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou;
- carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

A existência dos aglomerados subnormais está relacionada a forte especulação imobiliária e fundiária e ao decorrente espraiamento do tecido urbano, à carência de infraestruturas as mais diversas, incluindo de transporte e saneamento básico entre outros, além da periferização da população. Surgem, nesse contexto, como resposta de uma parcela da população a necessidade de moradia, que irá habitar, em alguns casos, espaços menos valorizados pelo setor imobiliário e fundiário dispersos pelo tecido urbano (IBGE, 2010).

¹⁶ Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste.

Foram delimitados quatorze (14), aglomerados subnormais na cidade de Montes Claros (Mapa 3), pelo IBGE (2010).

Mapa 3 - Aglomerados subnormais da cidade de Montes Claros – MG



Vale citar, uma referência nos estudos de favelas em Montes Claros, o trabalho desenvolvido por Leite (2011), que mapeou 21 favelas, a saber, oito (8) no setor norte da cidade: Vila São Francisco de Assis; Vila São Vicente; Cidade Industrial; Castelo Branco; Vila Alice; Nova Morada; Vilage do Lago; Vila Atlântida. Oito (8) ao sul: Vila Campos; Barão de Mauá; Ciro dos Anjos; Chiquinho Guimarães; Rua da Prata; Rua Vinte; Vila Itatiaia; e Vila Telma. E no setor centro e oeste, cinco (5): Morrinhos; Vila Mauricéia; Vila tupã; Cidade Cristo Rei e Santa Cecília.

No trabalho realizado por Leite (2011) há seis (6) anos, a Vila São Francisco de Assis, no popular Morro do Frade, foi destacada como a maior favela de Montes Claros. Em 2000 havia 1.010 domicílios e em 2005 passou para 1.032. No período de 2000 a 2010 houve acréscimo de apenas oito domicílios chegando ao total de 1.040 domicílios (MARTINS; LEITE, 2015). Leite (2011) ressalta o fato de no período de 2000 a 2005, o crescimento de moradias (22) ocorrer no setor oeste, local onde encontra-se uma pedreira desativada. Apesar

do pequeno percentual de crescimento nestes períodos 2,18% (2000 a 2005), e 2,97% (2000 a 2010), a expansão em área de risco de deslizamento (encosta de antiga pedreira) demonstra a falta de oferta de espaços. Contudo, a consolidação da área não impediu as construções em área de risco.

Conforme Leite (2011), a Vila São Francisco de Assis é um assentamento irregular de Montes Claros que teve sua origem em 1970, relativamente recente (47 anos), já que o mais antigo, o Morrinhos originou-se 40 anos antes, em 1930 (87 anos). A propriedade do terreno ocupado é da Igreja Católica, e o período de formação coincide com a implantação do distrito industrial no setor norte da cidade e surgimento de outras favelas. Conforme Leite (2011), o fator localização foi determinante para a ocupação do morro do frade por migrantes atraídos pelas indústrias recém-instaladas num processo intenso entre 1970 – 1980, depois de saturada a ocupação, outras favelas foram criadas nas imediações.

Não se tem informações específicas e atualizadas para Vila São Francisco de Assis, que possibilite uma análise sobre as transformações que aconteceram até a presente data. E em face disso, os dados registrados foram discutidos tomando por base o Censo Demográfico IBGE (2010), com o intuito de tão somente apresentar uma realidade da época, que certa forma possibilita a compreensão do estado socioambiental que hoje se encontra.

O IBGE (2010), quantificou no Aglomerado Subnormal (AGSN) Vila São Francisco de Assis uma amostra de 792 domicílios, com total de 3.059 pessoas residentes, sendo 1.546 homens e 1.513 mulheres (Tabela 2). Cabe salientar que o limite do AGSN não coincide com o limite da Vila São Francisco de Assis adotado pela prefeitura.

Tabela 2 – Dados populacionais da Vila São Francisco de Assis

Domicílios particulares ocupados - Vila São Francisco de Assis	População residente em domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais			Média de moradores em domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais
	Total	Homens	Mulheres	
792	3 059	1 546	1 513	3,9

Fonte: IBGE (2010) - Resultados do Universo - Aglomerados Subnormais.

Desta amostra, o tipo de esgotamento sanitário (Tabela 3), a maioria, em 771 domicílios é originado de rede geral de esgoto ou pluvial, sendo canalizado até o canal mais próximo. Em seguida, vem o tipo fossa séptica, com nove (9); a fossa rudimentar com quatro (4); as valas, rio, lago e outro, com um (1) e os que não tinham banheiro sanitário, com quatro (4).

Tabela 3 - Domicílios particulares permanentes - Vila São Francisco de Assis

Vila São Francisco	Domicílios particulares permanentes - Vila São Francisco de Assis							
	Total	Tipo de esgotamento sanitário						
		Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro	Não tinham banheiro ou sanitário
	791	771	9	4	1	1	1	4

Fonte: IBGE (2010) - Resultados do Universo - Aglomerados Subnormais.

O censo apontou, também, a forma de abastecimento de água, o destino do lixo e a existência de energia elétrica para essa amostra (Tabela 4).

Tabela 4 - Algumas características dos domicílios – Vila São Francisco de Assis

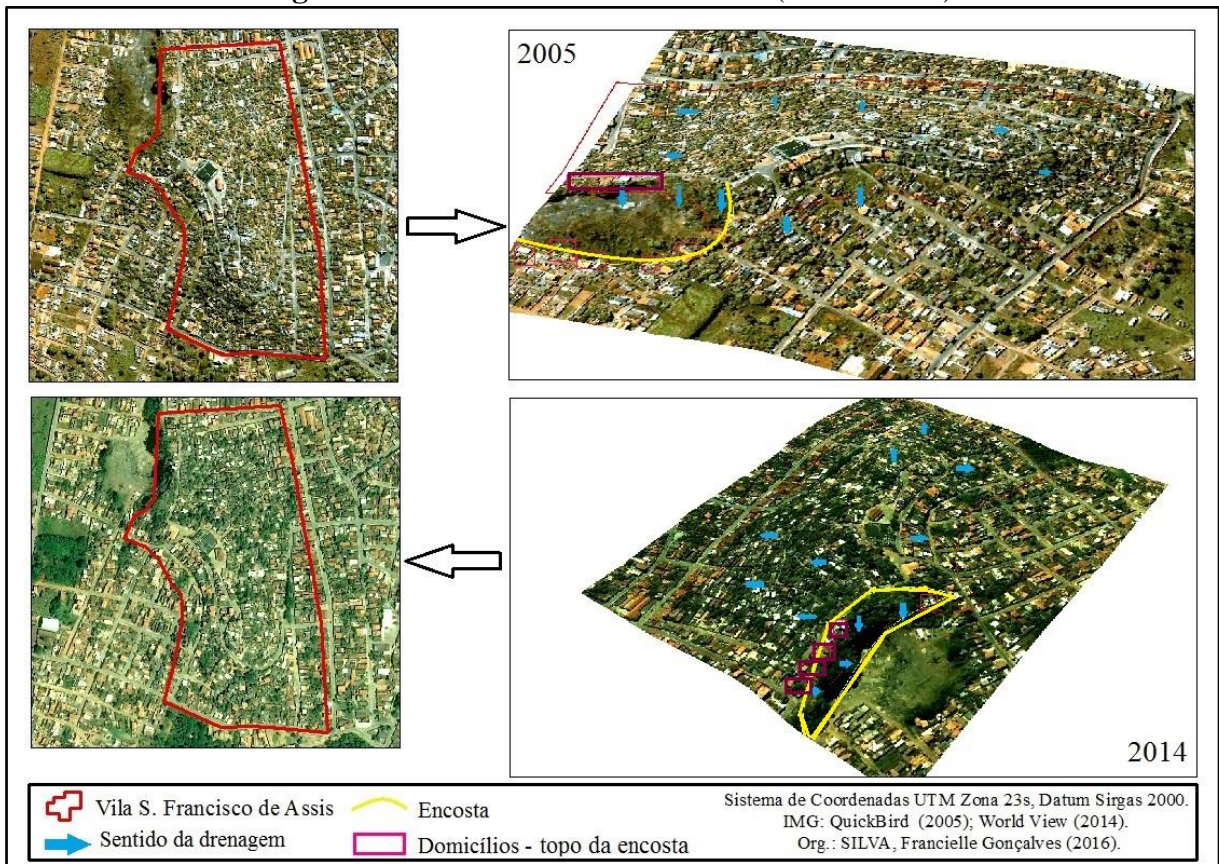
Total	Algumas características dos domicílios – Vila São Francisco de Assis							
	Forma de abastecimento de água		Destino do Lixo			Existência de energia elétrica		
	Rede geral de distribuição	Outra	Coletado		Outra	De companhia distribuidora e com medidor de uso exclusivo do domicílio	Outra	Não existe energia elétrica
Diretamente por serviço de limpeza			Em caçamba de serviço de limpeza					
	786	5	785	1	5	745	35	11

Fonte: IBGE (2010) – Resultados do Universo – Aglomerados Subnormais.

Conforme os resultados (Tabela 4), 786 domicílios são abastecidos pela rede geral de distribuição de água, e outros 5 (cinco) por outra forma de abastecimento. Em relação ao destino de lixo, 785 são coletados por serviço de limpeza, 1 (um) por caçamba de serviço de limpeza, e 5 (cinco) domicílios utilizam outra forma para descarte do lixo. Sobre a existência de energia elétrica, 745 domicílios utilizam energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor de uso exclusivo do domicílio, outros 35 domicílios utilizam outra forma para obtenção de energia elétrica e 11 domicílios não possuem energia elétrica.

A Vila São Francisco de Assis está localizada em uma área de altitudes e declividades elevadas, sobre um morro isolado (Figura 6).

Figura 6 - Vila São Francisco de Assis (2005 e 2014)



A área vem sendo monitorada pelo corpo de bombeiros e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros – CODEMC. Já foram feitas obras de sistemas de estabilização e contenção de encostas no local, contudo, a maioria das obras se encontra com bastantes rachaduras e infiltrações, em alguns casos destruídas. No período de intensas precipitações é comum a ocorrência de deslizamentos de solo e quedas de blocos no local de antiga pedreira de exploração de minérios.

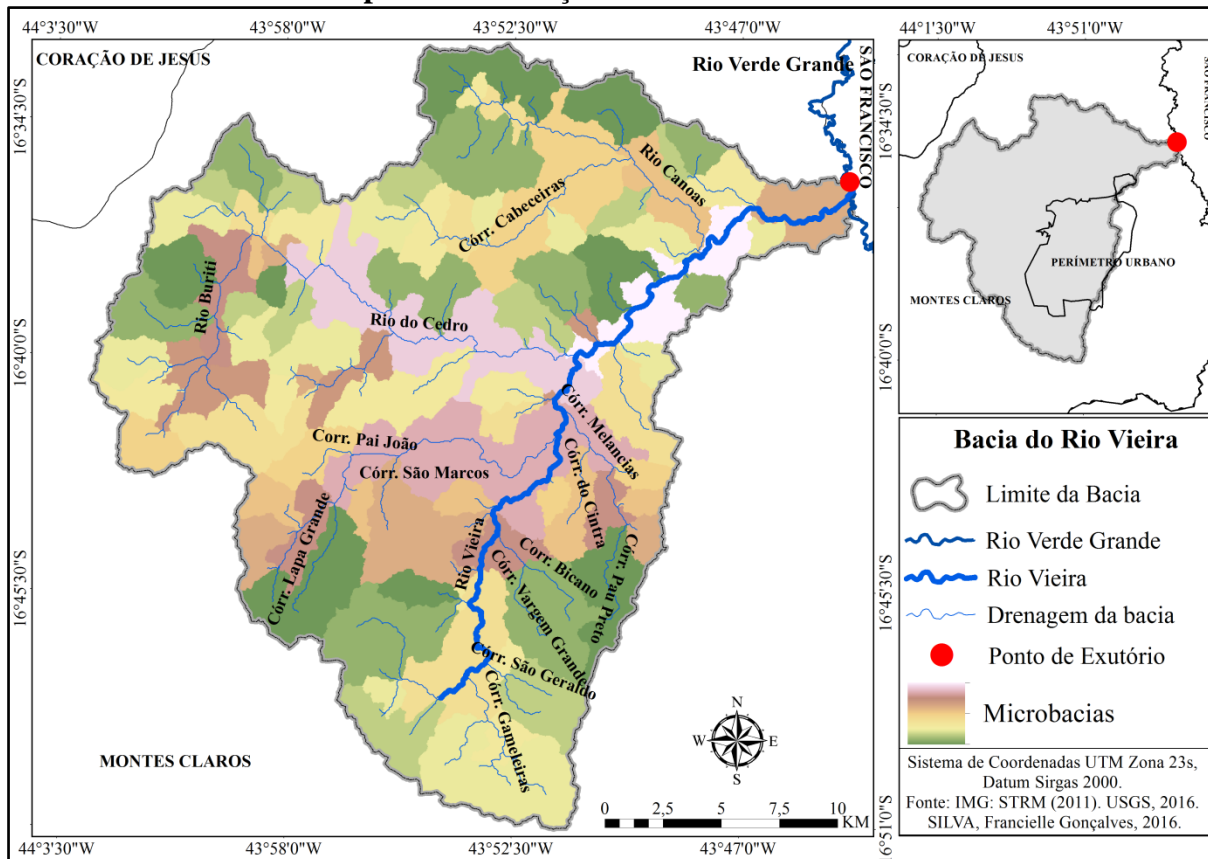
3.3. Condicionantes do Meio Ambiental Físico

3.3.1 Hidrografia

A rede hidrográfica do município de Montes Claros é composta pelo rio Pacuí, São Lamberto, Riachão e Verde Grande, as lagoas, Tiriricas, Lagoão, Periperi, São João, Brejão, da Garça, Veredas do Caetanos, Mombuca, São Jorge, dos Freitas, dos Matos e do Barreiro (LEITE; PEREIRA, 2008). O rio Verde Grande é afluente da margem direita do São Francisco, e tem como afluente de margem esquerda o rio Vieira (LEITE, SANTOS,

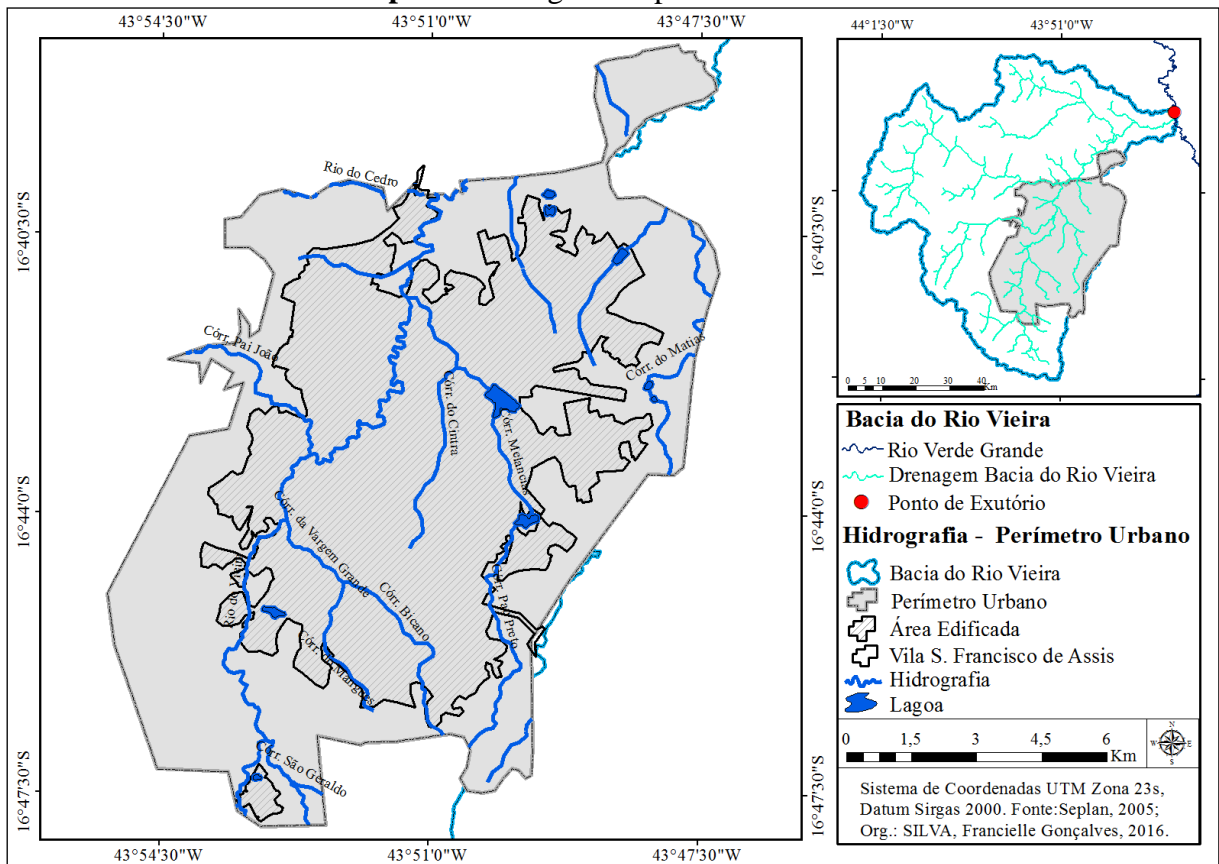
ALMEIDA, 2011). A bacia do rio Vieira (Mapa 4) é a principal rede hidrográfica totalmente inserida em Montes Claros.

Mapa 4 - Localização da Bacia do Rio Vieira



A bacia do rio Vieira se destaca por drenar a maior parte do perímetro urbano (Mapa 5), e em face disso, os problemas ambientais decorrentes das atividades urbanas atingem diretamente os rios da bacia. A nascente principal do Vieira localiza-se na Fazenda Betânia, oito quilômetros (8 km), a sudoeste da malha urbana, percorre no sentido norte do município e deságua a nordeste no rio Verde Grande, nas proximidades da área denominada Estação Ferroviária Canací. Ocorre na bacia do Vieira predomínio de formas endocársticas, destacando a região da Lapa Grande/Cedro, conjunto de grutas e vales cegos com nascentes e ressurgências, no qual se encontra importante manancial subterrâneo (LEITE; PEREIRA, 2008).

Mapa 5 - Hidrografia – perímetro urbano



Conforme o mapa, a cidade é drenada por dois rios, o rio Vieira e o rio Cedro e vários córregos, alguns intermitentes. Os principais córregos são: Pai João, Melancias, Vargem Grande, Bicano, São Geraldo, Cintra, entre outros. Existem ainda na cidade as lagoas, dentre elas se destacam, a lagoa de Interlagos, as lagoas do Camilo Prates e a Lagoa do Parque Municipal Milton Prates.

A nascente do rio Vieira apresenta microclima diferenciado, espécies da flora e fauna do cerrado, especialmente pássaros, água límpida, sem qualquer material particulado. No entanto, observa-se que a maior parte do leito do rio se encontra canalizado; apresenta retirada da proteção ciliar; atualmente, a Estação de Tratamento de Esgoto na cidade está em funcionamento, o esgoto é tratado e lançado no Rio Vieira; (LEITE; PEREIRA, 2008).

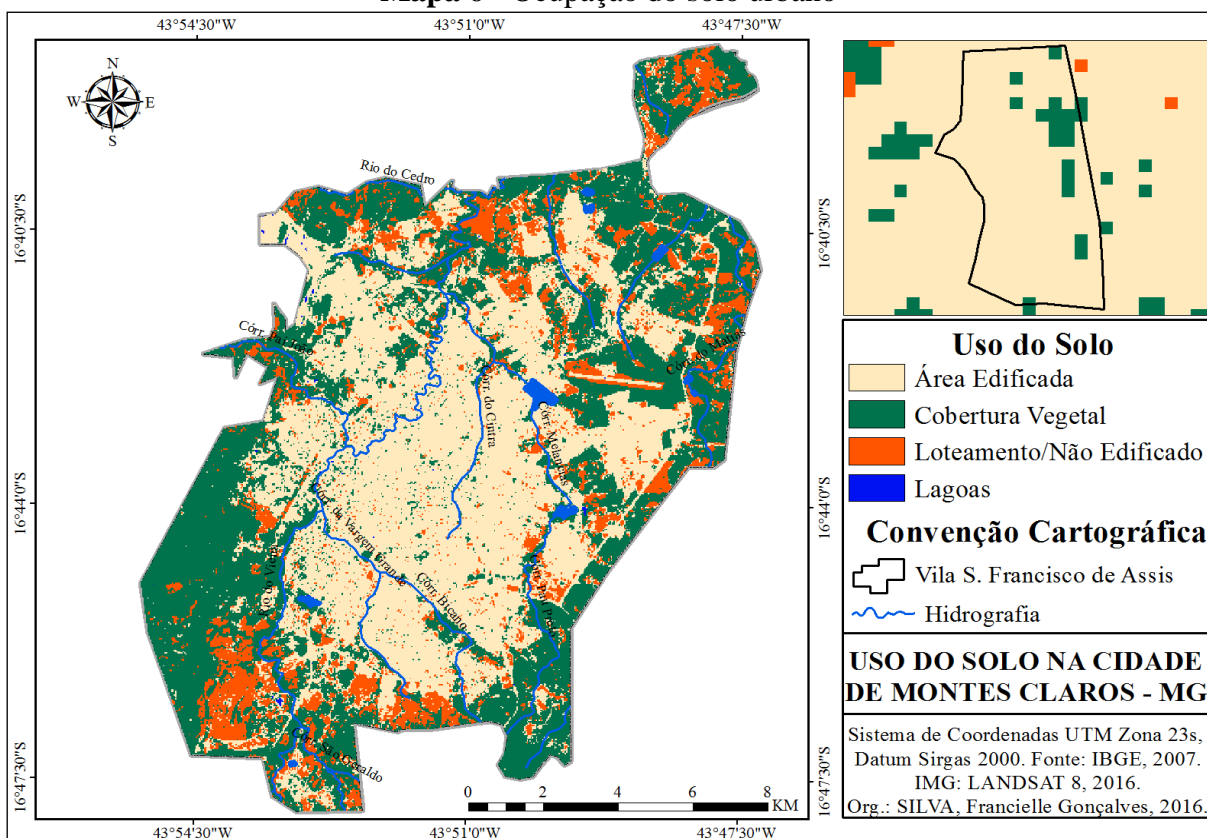
3.3.2 Formações vegetais e solos

Do ponto de vista fisiográfico, em Montes Claros/MG predominam paisagens com áreas de transição entre os biomas cerrado e caatinga e mata seca caducifólia. Entretanto, a

cobertura vegetal do município é classificada como Cerrado caducifólio¹⁷, Cerrado subcaducifólio, com ligeiras ocorrências de cerrado superemifólio. Em algumas áreas próximas a cidade de Montes Claros, a vegetação, não é bem definida. As principais espécies vegetais são: pau d'arco (*Tabebuia impetiginosa*), pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), mangabeira (*Hancornia speciosa*) buriti (*Mauritius Flexuosa*), jatobá (*Hymenaea Coubaril*), macambira (*Bromelia laciniosa*), braúna (*Melanoxylon brauna*), barriguda (*Cavanillesia arbórea*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), entre outras, além de possuir uma flora rica em plantas medicinais. A porção norte e nas áreas no entorno da cidade de Montes Claros a vegetação apresenta-se antropizada (IBGE, 2006 apud LEITE; PEREIRA, 2008).

No perímetro urbano a cobertura vegetal (Mapa 6), em sua maioria encontra-se degradada, principalmente para dar espaço ao adensamento populacional. A cobertura vegetal se distribui melhor nas áreas distantes do adensamento populacional, bem como em áreas ocupadas por parques urbanos, salvo algumas exceções, também em áreas com população de alto poder aquisitivo.

Mapa 6 - Ocupação do solo urbano



¹⁷Caducifólio: Vegetal que perde as folhas durante o período climático desfavorável. Sub-caducifólio é o tipo de vegetação que perde parte das folhas em certa época do ano. O superemifólio: perde todas as folhas em clima desfavorável (IBGE, 2004).

A Tabela 5 apresenta a distribuição do uso do solo no perímetro urbano, conforme apresentado no Mapa 6, acima citado.

Tabela 5 - Distribuição da ocupação urbana (2016)

Classe	Área Ocupada (Km ²)	Taxa da área ocupada (%)
Área Edificada	65,51	45,57
Cobertura Vegetal	58,68	40,82
Loteamento/Não Edificado	19,22	13,37
Lagoas	0,34	0,24

Org.: SILVA, F. G. 2016.

Conforme os dados apresentados na Tabela 5, a cobertura vegetal é na ordem de 58,68 km² e representa 40,82% de todo o perímetro. Contudo esse elevado índice de cobertura está circunscrito em sua maioria fora do adensamento urbano, especialmente à oeste do perímetro, o que pode ser justificado pelas características do relevo de serras e morros, com acentuadas declividades, dificultando o uso econômico da terra.

A área edificada corresponde a 65,51 km², e equivale a 45,57% do total. Embora haja tendência de expansão urbana a leste, nordeste e norte do perímetro, é possível observar crescimento da urbanização rumo ao oeste-sudoeste-sul em direção aos maciços rochosos. Fato preocupante, uma vez que a área apresenta características íngremes com potencial a movimentos de massa, especialmente a sudoeste-oeste, além de ser limite de área de proteção ambiental com inúmeras cabeceiras de drenagem. Ainda, em relação ao total do perímetro urbano, verificou-se área de 9,22 km², equivalente a 13,37% de loteamentos não edificados, e de 0,34 km² correspondente a 0,24% de lagoas.

No que se refere aos solos, conforme citado por Leite e Pereira (2008), com base em estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) há uma predominância absoluta de latossolos e podzólicos em Montes Claros. De acordo com a classificação da Embrapa, os solos PEe7, PEe1, PEe44 fazem parte do grupo dos solos podzólicos vermelho-escuro, eutróficos, com horizontes de estrutura variada e são geralmente ocupados pela vegetação subcaducifólia e hipoxerófita. O PEa2, também podzólicos vermelho-escuro, porém álico tem como cobertura o cerrado e cerrado subcaducifólio. Alguns trechos são compostos por solos LVa26 e LVa27, os latossolos vermelho-amarelo, álicos, cobertos por cerrado subcaducifólio, enquanto o solo LEd1, latossolo ocorre em pequenos trechos a oeste. Ocorre, ainda, areias quartzosas (AQe10), cambissolo (Ca15) e solos litólicos eutróficos (Re1) também com cobertura de cerrado e cerrado subcaducifólio. Os solos que

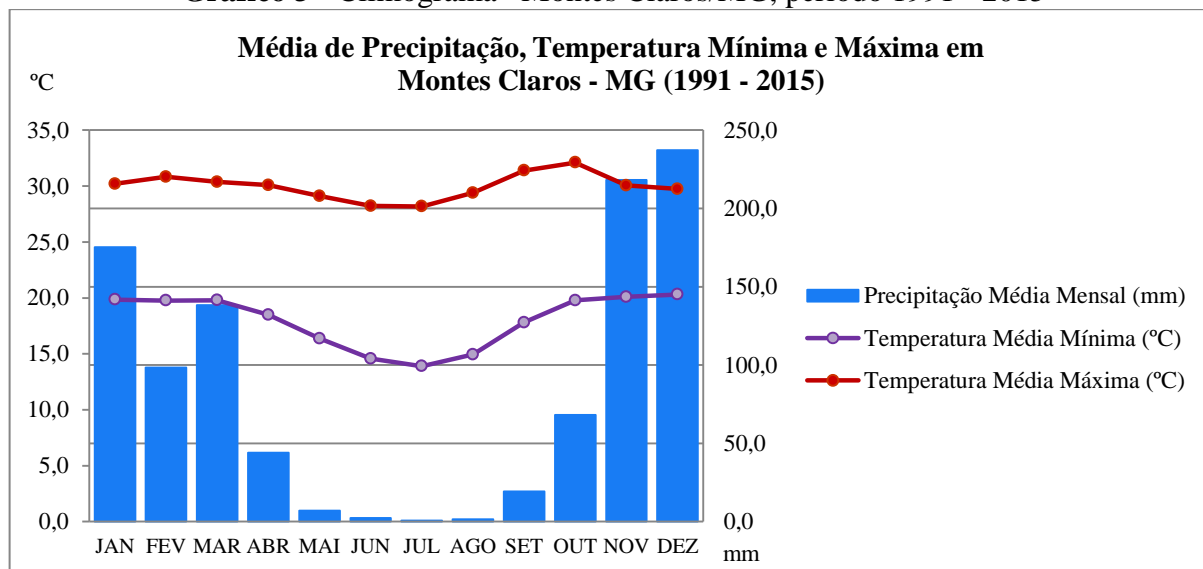
apresentam boa aptidão agrícola são, apenas, os latossolos, os podzólicos e os cambissolos, estes quando profundos.

3.3.3 Clima

A caracterização climática de Montes Claros, com base na classificação de Köppen¹⁸, apresenta para Montes Claros uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, podendo alcançar 1800 mm.

Os dados meteorológicos dos últimos 25 anos para Montes Claros – MG, apresentados no Gráfico 3, demonstram que a pluviosidade mais baixa ocorre nos meses de maio a setembro, coincidente com o período mais seco, onde a pluviosidade média fica próxima de zero (0,7mm mensais), enquanto os meses de novembro a janeiro são os que apresentam maiores índices de precipitação (218,1 mm mensais em dezembro).

Gráfico 3 - Climograma –Montes Claros/MG, período 1991 - 2015



Fonte: Boletins Agroclimatológicos Mensais - INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2015). Tabela de dados organizado pelo Centro de Estudos de Convivência com o Semiárido - CECS, 2015.¹⁹ **Organização do climograma:** SILVA, F. G. 2016.

¹⁸ Classificação proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wladimir Köppen, tendo sido por ele aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a publicação de novas versões.

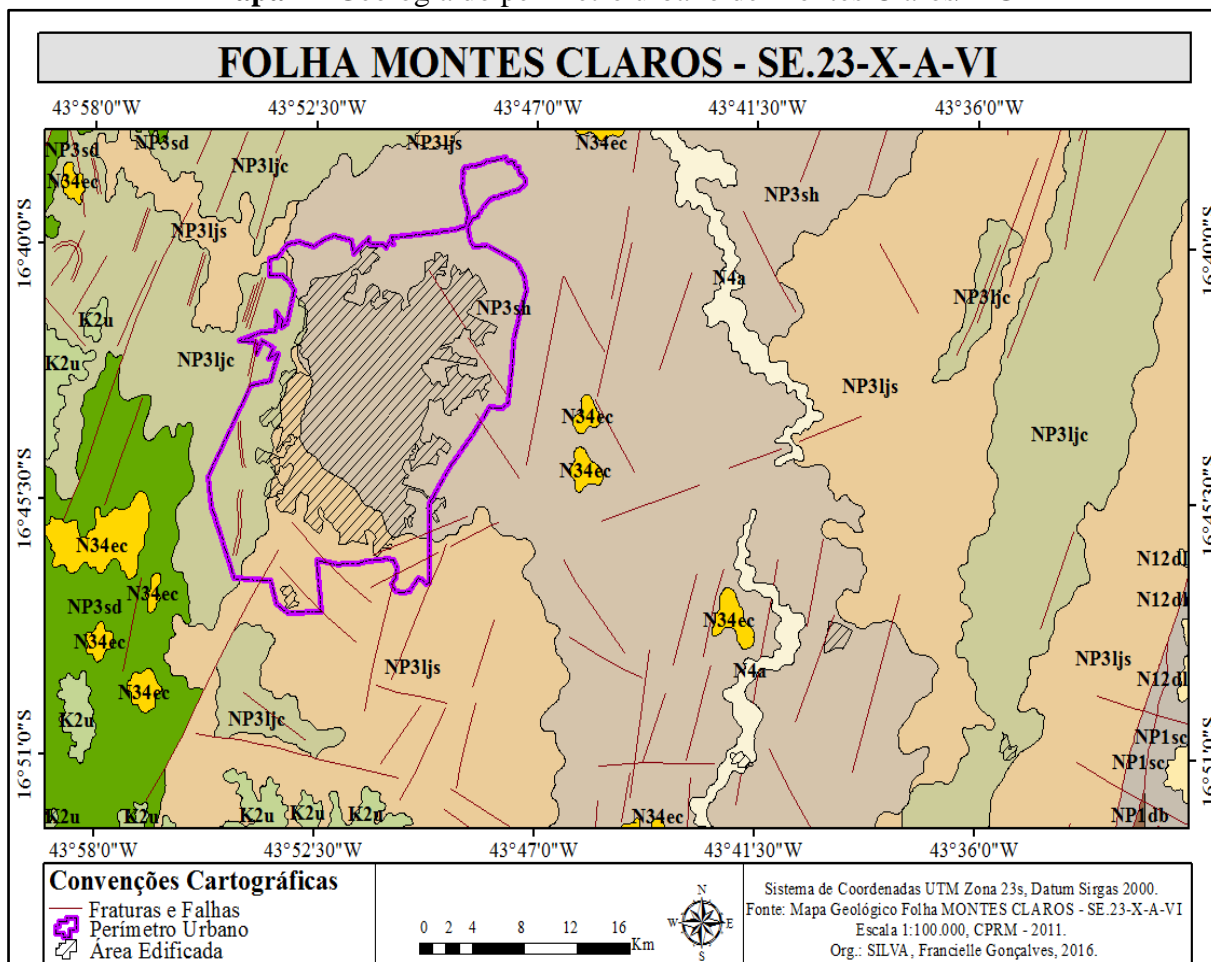
¹⁹ Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. <http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/>.

Verifica-se pelo Gráfico 3, que as temperaturas médias mais altas acontecem entre os meses de setembro e outubro, respectivamente, com 32,1 e 31,4 °C e as temperaturas médias mais baixas aparecem nos meses de menor pluviosidade, entre junho e agosto (média mínima de 13,9 °C em julho).

3.3.4 Unidades geoambientais

A relação entre geologia e geomorfologia foi o parâmetro principal para análise geoambiental deste trabalho. O mapa de Geologia foi confeccionado através do banco de dados do mapeamento geológico (1.100.000) das folhas Jequitaiá, Bocaiúva e Montes Claros (formato shapefile – shp), executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em que foram reconhecidas sequências geológicas de idades mesoproterozóica, neopreoterozóica e fanerozóica. Foi feito o recorte da cidade de Montes Claros para melhor visualizar a área de estudo, conforme o mapa anexo (Mapa 7).

Mapa 7 - Geologia do perímetro urbano de Montes Claros/MG



Para melhor leitura dos dados do Mapa 7, optou-se por colocar o Quadro 2 com a legenda das unidades geoambientais do mapa geológico da área de estudo.

Quadro 2 - Legenda: Unidades Geoambientais, Geologia de Montes Claros (Mapa 7).

FANEROZÓICO – CENOZÓICO - NEÓGENO	CRETÁCEO INFERIOR GRUPO AREADO - FORMAÇÃO ABAETÉ
<p>N4a - Depósitos aluvionares. A unidade compõe-se de sedimentos arenosos com cascalhos inconsolidados, com amplo predomínio de seixos de quartzo arredondados, e também por sedimentos enriquecidos em frações mais finas, constituídos de silte e argila. Os depósitos mais representativos ocorrem na porção meridiana central da folha, sobre a Formação Serra de Santa Helena, onde se verificam as cotas mais baixas da região, acompanhando o vale do Rio Verde Grande.</p>	<p>K1ab - Conglomerados clasto-sustentados, polimíticos, com seixos de quartzitos (predominantes), quartzo e metapelito. Tal rocha se caracteriza pela quase ausência de matriz e um cimento silicoso. Essa unidade ocorre restrita e exclusivamente em diminuta parte no extremo sudeste da folha, onde encontra-se capeada pela cobertura detrítico-laterítica.</p>
<p>N12dl - Depósitos detrítico-lateríticos. Coberturas arenosas finas a médias, consolidadas ou semi-consolidadas, em geral de coloração vermelha intensa denotando contribuição ferruginosa. Comumente se associam a tais depósitos concreções ferruginosas centimétricas até decimétricas, em diversos locais formando horizontes de laterita potentes até 2 m de espessura. De modo característico tais coberturas possuem forte controle altimétrico, entre 1.150 e 1.180 m, cobrindo planarmente o maciço serrano arrasado, representado na margem sudeste da folha, e estendendo-se para leste em direção à Folha Botumirim.</p>	PROTEROZÓICO - NEOPROTEROZÓICO SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO GRUPO BAMBUÍ - FORMAÇÃO SERRA DA SAUDADE
<p>N34ec - Depósitos colúvio-eluviais. Sedimentos areno-siltosos, amarelos a avermelhados, localmente com níveis mais grossos e com fragmentos angulosos a subangulosos de quartzo de veio esparsos, local e restritamente apresentando o desenvolvimento de superfícies lateritizadas. A unidade aflora em manchas restritas sobre a Formação Serra de Santa Helena, principalmente na faixa central da área, e na borda oeste da mesma, cobrindo as formações Lagoa do Jacaré (calcários) e Serra da Saudade. Na atualidade, tais depósitos encontram-se em grande parte cobertos por eucaliptais, dificultando observações detalhadas de ordem geológica.</p>	<p>NP3sd - Predomínio de siltitos e argilitos. Essas rochas apresentam-se na coloração rosada, com tons amarelados quando alteradas. Ocorrem localmente, de modo característico na base da unidade, níveis ricos em intraclastos centimétricos formados pelo mesmo material da matriz (siltitos ou argilitos). A unidade está presente sobretudo em faixa à oeste da área mapeada, estendendo-se nesta direção para a Coração de Jesus.</p>
MESOZÓICO - CRETÁCEO SUPERIOR FORMAÇÃO URUCUIA	FORMAÇÃO LAGOA DO JACARÉ
<p>K2u - Arenitos finos, com intercalações locais de siltitos. Os arenitos predominam amplamente, de cores branca a branca-avermelhada, de granulometria fina (localmente média ou mostrando seixos esparsos), com estratificações plano-paralelas ou suavemente cruzadas. Os arenitos siltosos e siltitos apresentam coloração roxa característica, e são alvo freqüente de aproveitamento para a construção civil. Essa formação ocorre nas porções sudoeste e centro-oeste da folha, aproximadamente controlada pelo mesma superfície de aplainamento dos depósitos detrítico-lateríticos, entre 1.010-1.060 m.</p>	<p>NP3lje - Calcilitos e calcarenitos predominantes. Constituem calcários cinza escuros, muitas vezes maciços e puros, localmente estratificados (principalmente nas proximidades da outra subunidade), ocorrendo no topo da formação. Apresenta-se em duas faixas bem distribuídas, a leste e a oeste da folha, ambas com disposição longitudinal. A faixa oriental é mais estreita, e suas rochas mais impuras (intercalações de margas e siltitos são comuns) e geralmente mostram estratos mais finos, intimamente relacionados à subunidade inferior. A faixa ocidental, mais larga, apresenta potentes pacotes quase contínuos a partir da parte centro-oeste da folha, e por tal razão é lavrada em diversos locais.</p>
	<p>NP3ljs - Ritmitos que mostram alternâncias de níveis milimétricos argilo-siltosos de coloração cinza-clara, com níveis carbonáticos de coloração cinza-escura. Essa subunidade ocorre na folha, caracteristicamente, na base da formação. Sua mais importante faixa de distribuição encontra-se na porção centro-noroeste da folha, como pequenas manchas isoladas ou mesmo compondo uma região serrana (Serra dos FONSECAS e adjacências), a norte da mesma, onde adentra para as folhas Montes Claros (a norte) e Jequitaiá (a oeste). Níveis isolados de calcários (não representáveis na escala) ocorrem principalmente no topo da subunidade, na faixa serrana.</p>

Quadro 02 - Legenda: Unidades Geoambientais, Geologia de Montes Claros (Mapa 7).
(continuação)

FORMAÇÃO SERRA DE SANTA HELENA	GRUPO MACAÚBAS FORMAÇÃO SERRA DO CATUNI
<p>NP3sh - Metassiltitos e folhelhos ardosianos intercalados. Essa unidade predomina homogeneamente em larga faixa, por toda extensão central e mais rebaixada da folha, e seus litotipos em geral apresentam-se bastante intemperizados. É típico sobre tais rochas o desenvolvimento de um solo com pedaços alterados de rocha foliada juntamente a pedaços angulosos, centimétricos de quartzo de veio.</p>	<p>NP1sc - Metadiamicititos cinza-claros, em geral apresentando raros a raríssimos clastos centimétricos de quartzo e quartzito. A matriz em geral é síltica, e em certos locais a ausência completa de clastos torna a rocha um metassiltito. Essa unidade, aflorante exclusivamente no setor sudeste da folha, é considerada uma variação lateral de fácies em posição mais distal, da Formação Jequitaiá, que ocorre a sul na Folha Bocaiuva. Estruturalmente ela é alóctone, com massas empurradas de leste para oeste sobre os metassedimentos do Grupo Bambuí</p>
<p>FORMAÇÃO DUAS BARRAS</p>	
<p>NP1db - Quartzo-metarenitos de granulação fina a média, impuros e mal selecionados, branco amarronzados ou acinzentados, localmente com seixos e horizontes de microconglomerados. Comumente ocorrem intercalações centimétricas a métricas de quartzitos cinza escuros, bastante ferruginosos. As principais estruturas primárias presentes nos quartzitos são estratificações cruzadas de baixo ângulo com sets variando até 50 cm e marcas de onda assimétricas. A unidade aflora em escamas apertadas, em faixas empurradas sobre o Grupo Bambuí, ou embutidas na Formação Serra do Catuni, do mesmo grupo.</p>	

Fonte: CPRM (2011). Org.: SILVA, F. G. (2017).

Conforme a CPRM (2010), a formação geológica da cidade data da transgressão do mar de Bambuí, no pré-cambriano. A região é formada por transgressão marítima, o embasamento rochoso é composto principalmente por rochas calcárias, e é justamente este embasamento calcário, trabalhado e retrabalhado pelo clima e pela água, que definiu a geomorfologia do relevo cárstico da área.

Existem três unidades geológicas identificadas no perímetro urbano, que datam desde o Fanerozóico e Proterozóico, respectivamente, de era máxima Cenozóico e Neoproterozóico, período máximo Neogeno e Criogeniano, com predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos síltico-argilosos e arenosos (CPRM, 2010).

A cidade de Montes Claros, se situa sobre a Formação Lagoa do Jacaré, pertencente ao Grupo Bambuí, a qual apresenta diversos eixos de dobras tanto sinclinais como anticlinais. Conforme a CPRM (2010), o Grupo Bambuí, foi originalmente definido por Costa e Branco em 1961. Apresenta estratigrafia proposta por Dardenne (1978), sendo seis formações, assim denominadas da base para o topo: Jequitaiá, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. Destas formações, se fazem presente no município as formações Lagoa do Jacaré e Serra de Santa Helena.

Conforme Martínez (2007), a deposição da Formação Lagoa do Jacaré ocorreu após a deposição da Formação Serra de Santa Helena quando uma regressão no nível do mar possibilitou a deposição da sequência pelitocarbonática da Formação Lagoa do Jacaré. A sedimentação desta unidade teria ocorrido numa plataforma de alta energia, sujeita a constante retrabalhamento (brechas intraclásticas) e episódios de tempestades (*hummocky*), intercaladas com períodos de relativa calma.

A Formação Lagoa do Jacaré tem por base ritmitos placóides formados por lâminas de argilito (mais claras) intercaladas por lâminas milimétricas de calcilutito (mais escuras). Em direção ao topo, os níveis carbonáticos (calcilutitos) tornam-se mais espessos, entretanto continuam separados por níveis milimétricos de rochas pelíticas, formando grandes bancos que se destacam do relevo. No topo ocorrem, localmente, calcários mais puros (CPRM, 2007).

Conforme a CPRM (2007), há três unidades geológicas ambientais na cidade: (1) Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (Aglomerado, Laterita, Depósitos de areia, Depósitos de argila), (2) Lagoa do Jacaré (calcarenito siltito), e (3) Lagoa do Jacaré – calcário (calcário, metacalcário). A Unidade Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (NQdl), possui formação Indefinida, de ambiente tectônico superficial. Coberturas de solos residuais argilo-arenosos e argilo-siltosos, total ou parcialmente lateritizados, exibindo cangas ferruginosas escuras a marrom-avermelhadas. Contém, ainda, níveis de areia e argila compactas, com níveis conglomeráticos.

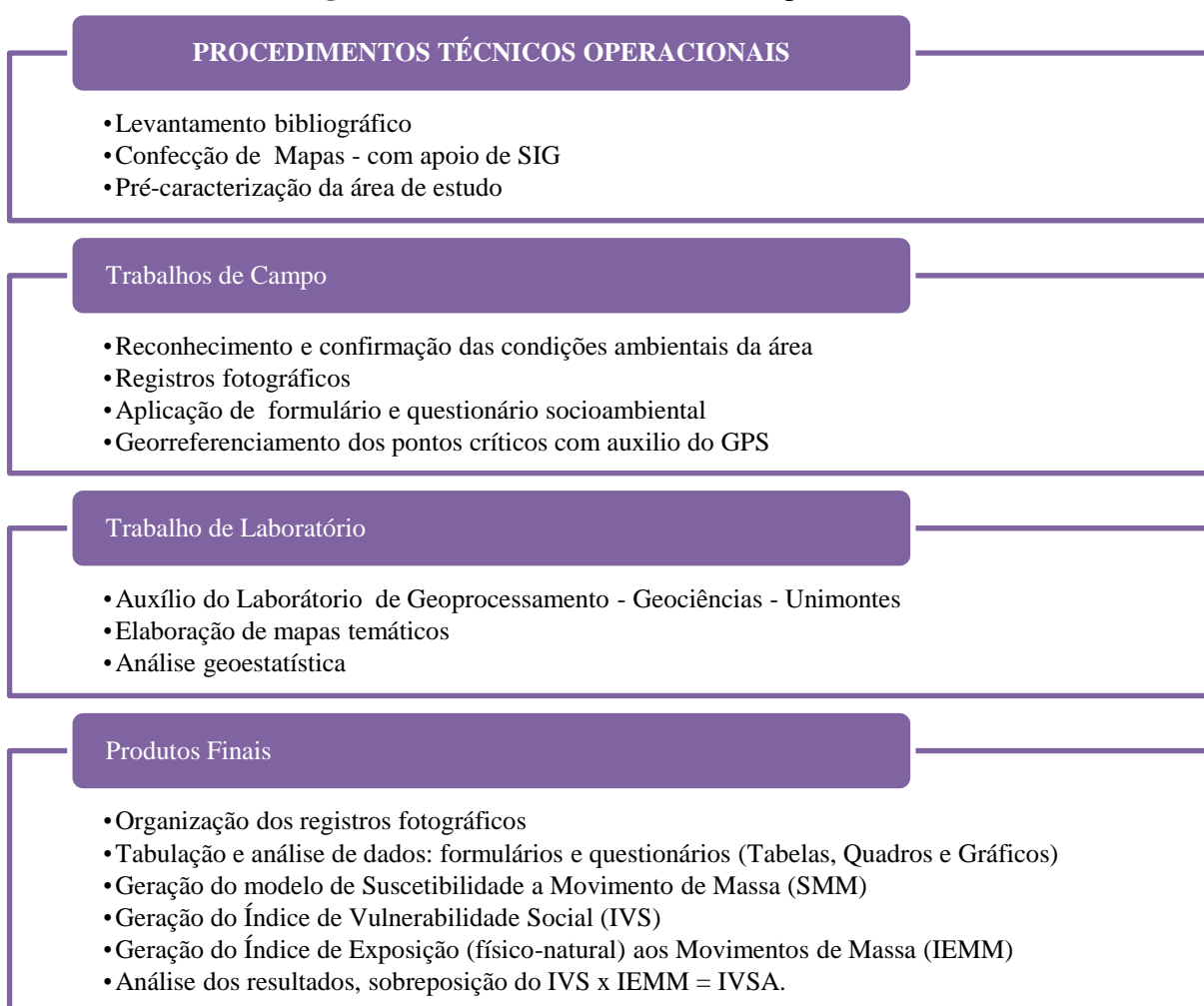
A Unidade Geológica Lagoa do Jacaré (NP3lj) é de ambiente tectônico, Bacia de ambiente divergente e/ou intraplaca. Hierarquia de Formação Lagoa do Jacaré, composta por Calcilutito e calcarenito laminado e maciço, com laminações e estratificações plano-paralelas, com espessura variável, mostra ainda, estratificação cruzada de pequeno a médio porte. Ocorrem também intercalação de calcarenito oolítico, as vezes com intraclastos. Subordinadamente ocorrem metassiltito, siltito e metargilito laminados, esverdeados a acinzentados, amarelados ou alaranjados quando alterados. São comuns veios de calcita branca e cinza, ricos em sulfetos. Localmente com alochen oolítico e brecha intraclástica (CPRM, 2007).

A Unidade Lagoa do Jacaré – calcário (NP3ljc) é de hierarquia Fáceis. Metacalcilutito e metacalcarenito, muitas vezes maciços e puros, e localmente estratificados. A subunidade ocorre na base da formação. A riqueza da composição litológica do município é predominantemente de relevo cárstico, solos de origem calcária (CPRM, 2007).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os estudos realizados compreenderam várias etapas de trabalho, em nível de laboratório e de campo, os quais subsidiaram as etapas realizadas neste estudo, no intuito de alcançar os objetivos preconizados (Figura 7). A percepção integrada do espaço, peculiar a Geografia e balizada à teoria e proposição das categorias híbridas Geossistema, Território e Paisagem (GTP), fundamentou o trabalho em todas as etapas.

Figura 7 - Procedimentos técnicos e operacionais



Elaboração: SILVA, F. G. 2016.

O desenvolvimento deste trabalho foi baseado em procedimentos metodológicos que consistem na análise dos aspectos fisiográficos da paisagem, sob perspectiva sistêmica, envolvendo, entre outros, a geomorfologia, com seus respectivos fatores morfométricos, a geologia, a pedologia, uso da terra/vegetação, pelos quais subsidiaram a análise dos condicionantes físicos a exposição de movimento de massa. Os aspectos socioeconômicos e

estruturais relacionados à suscetibilidade social, capacidade de resposta e adaptação aos eventos, tais como gênero, idade, escolaridade, renda, experiência em situação de risco, situação das residências, e ocupação do solo, serviram de apoio à análise da vulnerabilidade social. A análise desses fatores originaram o (1) Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, e o (2) Índice de Exposição á Movimento de Massa – IEMM. A análise conjunta desses dois índices por meio da sobreposição cartográfica resultou no Índice de Vulnerabilidades Socioambiental - IVSA da Vila São Francisco de Assis, Montes Claros – MG.

Para a efetivação da metodologia apresentada, em escala de detalhe, optou-se pela análise dos índices de vulnerabilidades tendo como recorte espacial a Vila São Francisco de Assis. A escolha do recorte espacial se justifica, dentre outros motivos, pela suscetibilidade natural da área; pela densidade demográfica; por levantamentos já realizados na área e entorno, com registros de ocorrência de eventos com monitoramento constante do órgão de proteção civil municipal; pelas características socioeconômicas e urbanísticas; sendo essa, um aglomerado subnormal. Todas essas características respondem bem ao método empregado neste estudo que parte de uma análise de interface sociedade/natureza.

A cidade de Montes Claros foi analisada na perspectiva macro, levando em consideração especialmente a fragilidade natural (suscetibilidade), a risco de movimento de massa.

4.1 Procedimentos iniciais

4.1.1 Materiais bibliográficos

Primeiramente, foi feito levantamento bibliográfico de autores que fundamentam o tema abordado. Nesta primeira etapa buscou-se concretizar o desenvolvimento do conhecimento científico, que através de leituras e análises dos textos, se constitui como base para a discussão e o aprofundamento teórico-conceitual. Tomou-se como base trabalhos que propõem metodologias similares de análises geomorfológicas urbanas e indicadores de vulnerabilidade socioambientais, tais como: Oliveira (2004); Guerra, et. al. (2009); Bandeira (2010); Almeida (2010) e Macedo (2015), que discutem as alterações geomorfológicas em escala urbana e sua relação com a problemática ambiental.

4.1.2 Levantamentos documentais

Em um segundo momento do trabalho, e posteriormente à abordagem dos conceitos fundantes da pesquisa, foram realizados levantamento documental (inventário) de registro de ocorrência de movimento de massa em Montes Claros, e também, buscas e consultas em jornais impressos e televisionados, assim como sítios da rede mundial de computadores, objetivando o embasamento histórico empírico.

Foram realizadas pesquisas em acervo digital de órgãos de gestão de desastres e risco, de gestão territorial urbana e ambiental, como o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – (S2ID), Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração- (SEDEC/MI), CPRM e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros – (COMDEC).

O processo de pesquisas teve como finalidade conhecer e agrupar o maior número de informações, bases de dados secundários e digitais (documentos existentes relacionados aos históricos, pesquisas, relatórios de planejamento e gestão de riscos). Simultaneamente, trabalhou-se com dados secundários (vetoriais e raster), em formato shp (shapefile) e tif (raster), onde foram analisadas várias quantidades de dados e informações (variáveis) sobre geologia, geomorfologia e hidrografia. Utilizou-se, também, a base de dados da Secretaria de Planejamento e gestão de Montes Claros - Seplan (2005); IBGE (2010); CPRM (2010; 2011), necessários para geração dos documentos cartográficos.

4.2 Etapa de Campo

A etapa de campo visou o reconhecimento e confirmação das condições ambientais da área de estudo, levantamento de condicionantes de exposição a movimento de massa e vulnerabilidade social - socioambiental (fatores e variáveis). Utilizou-se técnica de coleta de dados a partir de formulário, questionário (anexo) e trabalho empírico em escala de detalhe (local). Para operacionalizar este nível de amostragem procedeu-se os registros fotográficos e o georreferenciamento dos pontos críticos com o auxílio de navegação *Global Positioning System* - GPS. O levantamento teve por amostra a malha regular (setores delimitados a partir da análise do mapa de suscetibilidade e/ou fragilidade natural, registros históricos - laudos e estudo feito pela CPRM). Em cada ponto (ou nó) desta malha foram avaliados os condicionantes socioambientais: naturais, físicos e estruturais dos setores, através da

aplicação de formulário de campo e questionário para avaliar os indicadores e/ou condicionantes da vulnerabilidade.

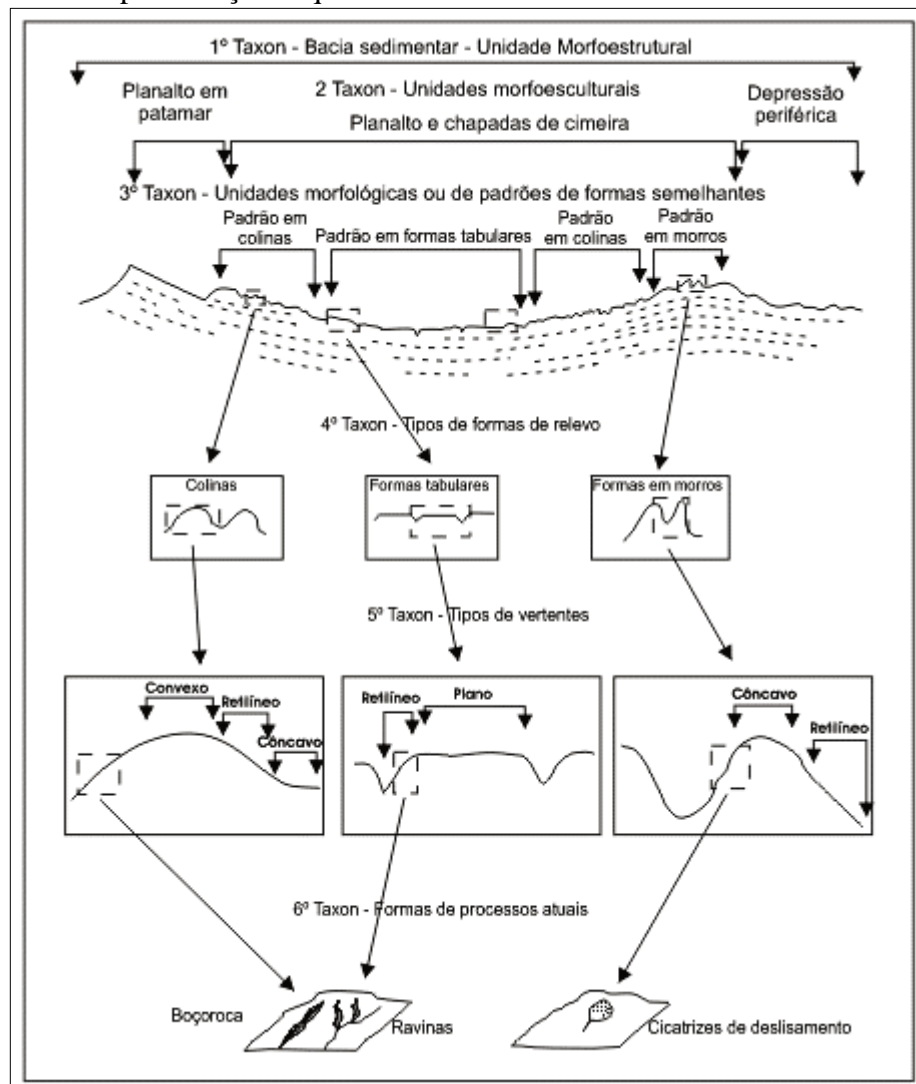
Os procedimentos desta etapa tiveram continuidade na etapa de laboratório, onde foram atribuídas notas aos indicadores analisados em campo. Posteriormente, em ambiente de SIG esses dados foram analisados, onde cada indicador e/ou variáveis com sua respectiva nota resultou no peso final do índice através da álgebra de mapas e interpolação, e os dados, foram representativos do entorno correspondente.

4.3 Etapa de Laboratório

A terceira etapa preocupou-se com a elaboração dos documentos cartográficos e com a construção da base dados. Ambos os procedimentos foram executados durante todo o decorrer da pesquisa e passaram por inúmeras revisões. Foram elaborados os seguintes documentos cartográficos para subsidiar a análise dos produtos finais: mapa clinográfico, de hipsometria, orientação de encostas, curvatura em perfil e plano, geologia e extração de rede de drenagem. A partir destes produtos criou-se o mapa geomorfológico e/ou das formas de relevo da área de estudo.

Para elaboração do mapa geomorfológico, foi fundamental a organização de base de dados previamente estabelecida, constituída de informações necessárias para a análise geomorfológica. As formas do relevo foram obtidas com base na interpretação e manipulação do Modelo Digital de Elevação (MDE), Alos Palsar, 2010 (resolução espacial 12,5 m), pelo qual gerou os aspectos morfométricos. Para classificação das formas geomorfológicas, teve-se como suporte o arquivo da Base cartográfica digital adequada à escala 1:25.000, elaborada a partir de ortoimagens de radar nas bandas X e P (2,5 m de resolução espacial) geradas pela BRADAR em 2014, e disponibilizadas pela CPRM (2014). A metodologia foi fundamentada na classificação em seis níveis taxonômicos de Ross (1992), com base na morfologia e na gênese, como ilustrado na Figura 8. Especificamente, utilizou-se como base para delimitar as formas geomorfológicas o 4º táxon, e consultou estudos realizados por Florenzano (2008b) e o Tutorial de Cartografia Geomorfológica elaborado por Silva e Rodrigues (2009).

Figura 8 - Representação esquemática das Unidades Taxômicas de Ross (1992)



Fonte: Ross, 1992.

O próximo passo foi individualizar a área de estudo, tomando-se como recorte o limite do perímetro urbano, disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Montes Claros - PMMC. Em seguida, a identificação dos padrões de relevo foi executada por meio de fotointerpretação, considerando basicamente as informações de declividades e amplitudes do MDE, e ortofoto. Assim, a análise da dinâmica das formas de relevos da paisagem do perímetro urbano do município de Montes Claros – MG foi realizada a partir do estudo integrado entre os fatores endógenos (geológicos) e exógenos (geomorfologia, pedologia, declividade, hipsometria, uso do solo e cobertura vegetal); sendo complementada com vistorias em campo. A elaboração gráfica do mapa foi feita no programa ArcGIS 10.2.1.

A rede de drenagem foi gerada através de análise hidrológica pelos algoritmos do *Hydrology*, *Spatial Analyst*, e da extensão *TauDEM (Terrain Analysis Using Digital*

*Elevation Models*²⁰) – conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas com base nos Modelos Digitais de Elevação (MDEs). O tratamento de dados foi pelo ArcMap – software ArcGIS 10.2.1. A extração da rede de drenagem feita a partir do DEM. O tauDEM possibilitou a manipulação do MDE para a obtenção do divisor topográfico da bacia em quatro (4) passos: (1) correção do MDE para a remoção de pixels que poderiam comprometer a continuidade do fluxo da água – algoritmo *Pit Remove*; (2) determinação da direção preferencial do fluxo na superfície – algoritmo *D8 Flow Direction*, o qual define o fluxo, pixel a pixel em apenas uma direção dentro de oito possíveis caminhos em relação aos pixels vizinhos; (3) obtenção do fluxo acumulado na superfície – algoritmo *D8 Contributing Área*, que consiste na representação da linha composta pelos pixels selecionados na etapa anterior, sendo que nesta etapa já é possível definir o exutório da bacia, obtendo em seguida a área de contribuição a montante desse ponto; (4) obtenção da bacia em formato raster – algoritmo *Stream Reach and Watershed*, onde neste passo foi possível, também, a extração da rede de drenagem numérica para a área de estudo. Como a bacia é obtida em um arquivo raster, fez-se necessária a sua conversão para o formato vetor (polígono), para realização dos cálculos de área e perímetro. Esse processo resultou no mapa temático da delimitação da bacia do Rio Vieira²¹, inserida totalmente no município de Montes Claros, e em sua maior parte dentro do perímetro urbano.

Para classificação da declividade utilizou-se a proposta de intervalos de classes, conforme sugerido por Florenzano (2008b) e baseado na metodologia de Ross (1992), através do índice de dissecação – relação entre a densidade de drenagem e o entalhamento dos canais fluviais, a qual define cinco (5) classes de declividade do terreno (Tabela 6).

Tabela 6 - Classes de declividade

Muito Baixa	0 - 2%
Baixa	2 - 6%
Média	6 - 20%
Alta	20 - 50%
Muito Alta	> 50%

O Modelo Numérico do Terreno (MDT) e/ou Modelo Digital de Elevação (MDE, DEM), foi gerado através da classificação automática do DEM. Como a área apresenta uma variação altimétrica que vai de 567 a 909 m, foi classificado em nove (9) classes para melhor

²⁰ hydrology.esu.edu/taudem.

²¹ Ver caracterização da área de estudo. p.57 (Fig. 10).

representação dos desníveis altimétricos da área: $\leq 567\text{m}$; 608 – 620m; 620 – 631m; 631 – 640m; 640 – 650m; 650 – 659m; 659 – 671m; 671 – 695m; 695 – 909m. Além dos dados de declividade e hipsometria, criou-se a partir do MDE os mapas temáticos de orientação de encostas, curvatura em perfil e em plano, para melhor visualizar a representação do relevo e sua suscetibilidade natural, onde os mapas foram gerados através do comando *3D Analyst tools – Raster Surface* do ArcMap.

Conforme Florezano (2008b), os sistemas de mapeamento integrado que adotam as unidades de relevo como informação principal têm como pioneiros os estudos de Mapas de Fragilidade Ambiental (ROSS, 1994; 1996) e Mapas de Vulnerabilidade à Erosão (CREPANI et. al., 2001), sendo que “[...] ambos os sistemas vêm sendo utilizados na elaboração de zoneamentos ambientais, mais especificamente no Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), como definido institucionalmente” (FLORENZANO, 2008b, p. 122).

Para a elaboração do mapa de suscetibilidade e/ou fragilidade natural, buscou-se adaptar a metodologia desenvolvida por Guerra et. al. (2009) e Silveira, et. al. (2014) que se basearam basicamente em análise de modelos digitais de elevação, utilizando a modelagem matemática, na integração dos atributos topográficos (morfometria) para a inferência preliminar da suscetibilidade por meio da manipulação dos valores de altimetria, declividade e curvatura em perfil e plano do DEM. Sendo, portanto, bases de dados estabelecidas no método para a delimitação das áreas de suscetibilidade natural. A formulação do método baseado na análise digital do relevo se apoia na compreensão de que a partir da morfologia do relevo é possível estabelecer relações com os processos atuantes nas vertentes (SILVEIRA, et. al., 2014).

A combinação das classes de hipsometria, declividade e curvatura (perfil e plano) apoiou-se nos critérios estabelecidos conforme os valores descritos (Tabela 7).

Tabela 7 - Critérios estabelecidos para integração dos atributos topográficos

Hipsometria		Curvatura em Perfil		Curvatura em Plano		Declividade	
567 - 608	1	Côncava	30	Convergente	10	< 6%	100
608 - 640	2	Retilínea	20	Retilínea	20	6 - 20%	200
640 - 660	5	Convexa	10	Divergente	30	> 20%	300
660 - 695	9						
695 - 909	10						

Org.: SILVA, F. G. (2017). Baseado em Guerra et. al. (2009) e Silveira et. al. (2014).

Por meio da tabulação cruzada os mapas foram somados, no formato matricial, em uma combinação em que foram atribuídos pesos conforme a intensidade dos fatores de predisposição a suscetibilidade conforme sugerido por Guerra et. al. (2009), sendo eles: declividade (60%), convergência de fluxos - curvatura em plano (25%) e hipsometria (15%). As classes foram qualificadas em cinco (5) intensidades: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta suscetibilidade. Sua predisposição natural refere-se aos processos de movimentos de massa na forma de escorregamentos e/ou deslizamento, e queda de blocos.

A técnica de integração dos atributos topográficos foi a álgebra de mapas, executada no software ArcGis versão 10.2.1, por meio do módulo *Spatial Analyst*. Conforme Tomlin (1983) apud Silveira et. al. (2014, p. 13), “[...] a álgebra de mapas representa o conjunto de procedimentos de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais níveis de informação”.

4.4 Produtos finais

De posse dos documentos pré-selecionados, os condicionantes a predisposição ao risco, manipulados em ambiente SIG, que teve por finalidade o pré-reconhecimento da área em análise, a última etapa do estudo, consistiu na confecção dos produtos finais do trabalho, organizados em três etapas, em que foram gerados os índices de vulnerabilidades da área de estudo: (1) Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); (2) Índice de Exposição a Movimento de Massa (IEMM); (3) Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA).

Os dados foram gerados com suporte do SIG, com auxílio de técnicas de sobreposição cartográficas (Overlay) e classificação por método *Inverse Distance Weighting - IDW* (*Ponderação do Inverso das Distâncias*) com uso do Software computacional ArcGIS versão 10.2.1. Esta ferramenta é um método estimador geoestatístico, que se baseia na interpolação de pontos amostrados para estimar pontos não amostrados. O IDW parte do pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Para prever um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta. Outro método utilizado foi álgebra de mapas, especialmente para a análise do IEMM.

Para consecução dos produtos finais realizou-se a análise integrada do recorte espacial (Vila São Francisco de Assis), conforme sugerido pelo sistema GTP, de Bertrand; Bertrand,

(2007). Desta forma, procedeu-se com a análise empírica dos condicionantes à vulnerabilidade: (1) condicionantes físicos naturais, tendo como suporte a entrada naturalista – o geossistema; (2) condicionantes sociais, tendo como suporte a entrada socioeconômica – o território; e a interface entre esses, (3) a marca da irrupção do sensível no campo do ambiente (organização e estrutura espacial) – a paisagem. Assim, este estudo se fundamenta nos enfoques estruturais, evolutivo-dinâmico, antropogênico, integrativo da estabilidade e sustentabilidade, e o funcional da paisagem.

4.4.1 Índice de Vulnerabilidade Social - IVS

A carta de Índice de Vulnerabilidade Social teve como referência a metodologia elaborada por Macedo (2015), a qual foi baseada em Almeida (2010), para geração da vulnerabilidade social do Bairro Mãe Luiza - Natal (Rio Grande do Norte). A metodologia consiste na primeira etapa combinatória da análise integrada da vulnerabilidade socioambiental.

Para operacionalização desta etapa do trabalho, foram feitos levantamento dos fatores e variáveis que caracterizam condição de vulnerabilidade social na Vila São Francisco de Assis, utilizando-se dados coletados a partir de questionário e pesquisa de campo, em escala de detalhe. Foram aplicados 60 questionários, um (1) em cada domicílio. As áreas foram delimitadas com base nos laudos de intervenção da COMDEC, tomadas como áreas prioritárias para aplicar o estudo, e determinante para definição da quantidade de questionários aplicados. Considerou ainda a Suscetibilidade a movimento de massa da área de estudo, sendo que os pontos foram plotados via GPS.

Para a seleção de variáveis sociais que demonstrem a desvantagem social da população em análise, optou-se por utilizar as mesmas variáveis utilizadas por Macedo (2015), com algumas adequações para área de estudo. As variáveis foram compostas pelo citado autor, com base em estudos e autores que aplicaram questionários com êxito na temática, como Almeida (2010), Azevedo (2010), SREX/IPCC (2016) e Veyret (2015).

A proposta de Macedo (2015), explícita no Quadro 3, consiste no fato de que cada pergunta do questionário equivale a uma variável de vulnerabilidade social, ponderadas com valores decimais entre -1 (menos um) e 1 (um), e classes de pesos de acordo com a importância do fator para a vulnerabilidade social. “Esta definição se deu a partir de

discussões pelo grupo de estudo GEORISCO, seus professores e pesquisadores em consenso [...]” (MACEDO, 2015, p. 49).

Quadro 3 - Descrição das variáveis e pesos referentes à vulnerabilidade social

VARIÁVEIS (VS)	DESCRIÇÃO	LEGENDA	NOTA
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	(0) Masculino; (1) Feminino	0,3
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Número de anos	0,01
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Número de moradores	0,25
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Número de Crianças	0,3
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Número de Idosos	0,3
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Número de pessoas	0,3
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Número de Homens adultos	-0,1
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	(6) Analfabeto; (5) Fundamental incompleto; (4) Fundamental completo; (3) Médio incompleto; (2) Médio completo; (1) Superior	0,05
V9	Renda total do domicílio	(4) Até 1 s.m.; (3) de 2 a 3 s.m.; (2) de 4 a 6 s.m.; (1) de 7 s.m. acima	0,2
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	(0) sim; (1) não	0,1
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	(0) sim; (1) não	0,1
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	(0) sim; (1) não	0,1
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	(0) sim; (1) não	0,1
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	(0) sim; (1) não	0,1
V15	Reformas e melhorias habitações recentemente estruturais nas moradias	(1) sim; (0) não	-0,2
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	(0) sim; (1) não	0,075
V17	Moradores que presenciaram situações de desastre (perigo) deslizamento	(1) sim; (0) não	0,1

Fonte: Macedo, 2015. Adaptado por SILVA, F. G., (2016).

Foram determinados pesos negativos às variáveis onde as condições representadas denotam redução da vulnerabilidade, ou seja, a característica responsável pela redução da vulnerabilidade no local. Foram aplicadas, portanto, 17 perguntas (em anexo), as quais satisfazem critérios para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social.

Posteriormente, foram definidos pesos às variáveis de IVS, com a utilização de ferramentas SIG, especialmente do software ArcGIS 10.2.1, através do comando *Spatial analyst* (Análise Espacial) e método *Inverse Distance Weighting* – IDW (Ponderação do Inverso das Distâncias). Os valores foram interpolados dentro dos limites definidos de amostragem e o resultado foi classificado a partir do método de classificação *natural breaks* (quebras naturais), desenvolvido pelo cartógrafo americano George Jenks (1967), muito utilizado em Cartografia para a produção de mapas coropléticos. O Mapa de Índice de Vulnerabilidade Social teve por definição cinco (5) níveis de IVS. Sendo eles, Nível 1 – Baixa Vulnerabilidade Social; Nível 2 - Média Baixa Vulnerabilidade Social; Nível 3 – Média Vulnerabilidade Social; Nível 4 - Média Alta Vulnerabilidade Social; e Nível 5 - Muito Alta Vulnerabilidade Social.

4.4.2 Índices de Vulnerabilidade à Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Para análise do Índice de Exposição a Movimento de Massa (IEMM), com esperada precisão, tomou-se como referência a metodologia aplicada por Guerra et. al. (2009), na região fluminense, Rio de Janeiro, e a metodologia para mapear a suscetibilidade a movimento de massa trabalhada por Silveira et. al. (2014), para região da Serra do mar paranaense. A metodologia originalmente aplicada por Guerra et. al. (2009), teve como objetivo a análise de risco a deslizamento e inundação através de análise morfométricas e vistorias de diversos setores do bairro do Quitandinha (Petrópolis - RJ), onde foram levantadas uma série de variáveis ambientais e socioeconômicas, com o objetivo de classificar subáreas, com relação aos fatores de vulnerabilidade a deslizamentos e a inundações. Sobre a aplicabilidade do estudo em outras regiões, Guerra et. al., (2009, p.787),

Os estudos sobre os deslizamentos de terra não são significativos apenas para as cidades situadas no planalto cristalino, como os casos de Petrópolis, Teresópolis, Angra dos Reis, Caraguatatuba e Rio de Janeiro, mas também para todas as áreas urbanizadas que englobam diversos tipos de encostas.

Semelhante à metodologia anterior, Silveira et. al. (2014) empregou a hipsometria, declividade, plano e perfil de curvatura, integrados por meio de álgebra de mapas, como variáveis representativas na elaboração do mapa de suscetibilidade a movimento de massa da Serra do Mar paranaense. Sobre a eficácia da abordagem, os autores (2014, p.5) sintetizam que “Essa abordagem permite a elaboração de um modelo de distribuição de unidades preliminares, oferecendo suporte em trabalhos de mapeamento de suscetibilidade”.

Para a área de estudo, optou por adaptar as metodologias em função da realidade local. Foram aplicados 60 formulários táteis-visuais às áreas de estudo, inclusive observando as áreas prioritárias com eventos já registrados no local e intervenção dos órgãos citados no item anterior (IVS). Neste processo, o nível de exposição ao risco de cada área foi avaliado a partir de fatores de vulnerabilidade que dependem de uma série de condicionantes naturais e antrópicos, conforme salientado por Guerra et. al. (2009). Semelhante ao processo anterior (4.4.1), as variáveis de vulnerabilidade ambiental, física e estrutural (Quadro 4), foram interpolados em cinco classes (muito baixo – muito alto). Em seguida, o mapa resultante foi sobreposto ao de suscetibilidade natural pela técnica álgebra de mapas (processo de multiplicação).

Quadro 4 - Vulnerabilidade a movimento de massa, adaptado de Guerra et. al. (2009)

Variáveis	Fatores de Vulnerabilidade a Movimento de Massa	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4	NÍVEL 5	NOTA
V1	Declividade (medida em graus)	0° - 5°	5° - 10°	10° - 15°	15° - 20°	Acima de 20°	1
V2	Presença de material no solo	Local sem ou com pouca presença materiais no solo	Local com presença materiais no solo – Entulho	Locais com presença materiais no solo - Bananeira	Locais com presença materiais no solo - Paredão de rocha	Local com presença materiais no solo - Bloco de rocha	1
V3	Rede de esgoto sanitário	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuída	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro	Presença de valas a céu aberto	1
V4	Rede de águas pluviais	Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas, com boa distribuição espacial, e limpa	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/canaletas com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos que não são suficientes para a vazão da água	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/canaleta canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta.	1
V5	Abastecimento de água	Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamento e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem espalhados pela região	Alto nível de vazamentos das tubulações distribuídas por toda a área.	Ausência total de abastecimento de água oficial	0,75
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequenas quantidades de detrito (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares	Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídos ao redor da ocorrência	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejados frequentemente ao redor da ocorrência e nos	0,50
V7	Existência de cortes e/ou aterros	Ausência de cortes e/ou aterros	Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior em tamanho (acima de 1,50m) e em quantidade e	Cortes e/ou aterros (até 1,50m) e sem contenções.	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior (acima de 1,50m) e sem contenções	0,75

Quadro 4 - Vulnerabilidade a movimento de massa, Guerra et. al. (2009) (continuação...)

V8	Existência de obras de estabilização	Presença de obras de estabilidade de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações.	Obras de estabilização com pequenas rachaduras em poucos locais, com baixa deficiência da obra e altura até 1,50m	Obras de estabilização com pequenas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m	Obras de estabilização com bastantes rachaduras e infiltrações localizadas ao longo de toda a obra e com alta deficiência da obra	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção	1
V9	Cobertura vegetal	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Gramíneas capins e/ou arbustos	Solo exposto/ Pavimentação	0,75
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	Imóveis alicerçados em concreto armado	Rocha pouco fraturada (concreções ferruginosas)	Aterro de entulho ou outro material de fácil decomposição	Areia (barro)	Material argiloso exposto	0,75
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade.	Sinais de avaria observados na estrutura construtiva de mais de 3 imóveis	Sinais de escorregamento - árvores e/ou postes inclinados ou cicatrizes de movimento do solo	3 ou mais moradias tipo taipa, barraco de madeira e/ou papelão, ou outros materiais improvisados	Mais de 3 imóveis em risco eminente e visível, com rachaduras e/ou descolamento da fundação ou “embarrigamento” de parede(s)	1
V12	Qualidade da fundação das moradias	Casas com fundação em material estável, longe da crista e base de taludes/encosta	Casas com fundação em material estável e estrutura construtiva deficiente.	Casas com fundação e estrutura construtiva deficientes, com presença de rachaduras.	Casas sem fundação ideal, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras.	Casas sem fundação e sem estrutura com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos.	1
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e vias públicas)	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%	0,50
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%	0,50
V15	Existência de acesso para pedestres	Acima de 45%	36 a 45%	26 a 35%	11 a 25%	0 a 10%	0,50
V16	Densidade de ocupação (%)	0 a 15%	16 a 30%	31 a 50%	51 a 60%	Acima de 60%	1

Fonte: Adaptado de Guerra (2009) por SILVA, F. G. (2016).

A coleta de dados (variáveis) em campo teve como suporte a caderneta de campo, o GPS e a máquina fotográfica, essenciais para o registro das informações levantadas e observadas *in loco*. Os dados coletados nesta etapa e na anterior (IVS) foram armazenados e se acham anexados ao final deste trabalho. Cabe salientar, que a coleta das variáveis de vulnerabilidade ambiental (físico-naturais, estrutura dos domicílios, ruas, becos e vielas) foram essenciais, também, para avaliar a precisão do modelo gerado a partir das variáveis topográficas e/ou morfométricas.

Esta metodologia coloca em evidência as características ambientais do local de estudo. Portanto, fez-se necessário fazer estudo prévio sobre as características geomorfológicas da área de estudo. As classes de variáveis, descritas, serviram como suporte indispensável para análise da vulnerabilidade socioambiental da Vila São Francisco de Assis, complementarmente ao IVS.

A finalidade desta etapa foi identificar e caracterizar as áreas de risco associados a movimentos de massa na Vila São Francisco de Assis, o IEMM. Para a quantificação dos níveis de risco, elaborou-se quadros com os fatores de vulnerabilidade a movimento de massa. E para facilitar a compilação dos resultados, optou-se por setorizar a área, considerando a região vistoriada pela COMDEC. A definição do nível de risco adotada seguiu as sugestões de Guerra et. al. (2009), sendo Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.

4.4.3 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – (IVSA)

Para obtenção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, baseou-se essencialmente na metodologia adaptada de Almeida (2010) por Macedo (2015), onde o autor (2015) se apoiou em modelagem geoestatística, via uso do *software* computacional ArcGIS, para a interpolação dos dados anteriormente criados. Macedo (2015), procedeu através da correlação entre IEMM e IVS para classificação do índice – IVSA, mesmo procedimento adotado neste estudo.

Procedeu-se da seguinte maneira: foram sobrepostos os dois mapas descritos anteriormente (IVS e IEMM), utilizando-se de lógica Booleana (ou linguagem), a qual combina os polígonos dos dois índices por correlação espacial, conforme a fórmula:

$$R_i = \frac{V_{(s)}}{S_{(n)} \cdot DP_{(f)}} ; IVSA = \frac{IVS}{IEMM}$$

Onde R_i é o índice do risco, a vulnerabilidade socioambiental da área; $V_{(s)}$ é a vulnerabilidade social; $S_{(n)}$, a suscetibilidade natural; e $DP_{(f)}$ o dano potencial físico. Desta forma, cada classe dos índices anteriores representa um polígono no mapa, com o valor da classe correspondente, posteriormente correlacionados para produção do índice geral. A partir dessa matriz de relacionamento, cada resultado da sobreposição foi enquadrado em uma classe de IVSA. Este exercício resultou em cinco (5) níveis, assim como os índices citados

anteriormente. Os quais foram elencados, respectivamente, como: 1) Muito Baixo; 2) Baixo; 3) Médio; 4) Alto; 5) Muito Alto.

Os índices são fortemente utilizados na área da Geografia nas análises socioeconômicas, ambientais e na interface entre esses dois (socioambiental). Autores como Guerra et. al. (2009), Almeida (2010), Goerl, Kobiyama e Pellerin (2011), Macedo (2015) e Barros, Mendes e Castro (2015), são alguns dos quais se referencia este estudo.

Sobre a aplicabilidade dos indicadores e índices em dado sistema, salienta Mitchell (1996) apud Barros, Mendes e Castro (2015), os indicadores são ferramentas que possibilitam a obtenção de informações sobre dada realidade. São considerados em dado parâmetro, isoladamente ou em combinação com outros para refletir as condições do sistema em análise. Ainda, segundo os autores citados, índice e indicador *lato sensu* significam a mesma coisa. Contudo, em um índice o valor é agregado ao final de todo processo de cálculo e os indicadores podem ser utilizados como variáveis que o compõem. Um índice pode ser visto como um indicador da análise, como pode, também, ser um componente de outro índice.

Na seção seguinte apresentam-se os resultados da pesquisa; especificamente trata do quadro geomorfológico, parâmetro de risco, e discute a vulnerabilidade da área de estudo por meio da análise dos índices de vulnerabilidade (IVS; IEMM; e IVSA) ao risco de movimento de massa na Vila São Francisco de Assis.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões da pesquisa apontam para compreensão dos processos desencadeadores do risco a movimento de massa na cidade de Montes Claros, especialmente na Vila São Francisco de Assis, em que são considerados os condicionantes naturais e antrópicos. Desta forma, considerou-se a composição do risco: espacial - a suscetibilidade ao movimento de massa; a composição temporal - os fatores de vulnerabilidade físico-ambiental (IEMM); e a composição dos elementos em risco, quando da vulnerabilidade social da população exposta (IVS).

Com base nos dados levantados e na metodologia baseada em Guerra et. al. (2009) e Macedo (2015), estruturou-se este tópico em seis itens. Inicialmente, optou-se por fazer descrição das características geomorfológica da cidade, com base no MDT – Modelo Digital do Terreno, onde foram definidos os mapas morfométricos e o mapa geomorfológico para a área de estudo. Essa primeira parte foi essencial, pois se baseou na proposta de classificação de risco geomorfológico, ou seja, a partir da integração dos processos naturais (destacando os processos geomorfológicos da dinâmica das encostas) com os fatores sociais, e na interface sociedade/natureza. Foi ainda a partir desses parâmetros que se obteve a suscetibilidade da área de estudo.

O segundo item, trata do panorama das análises de risco a movimento de massa na cidade de Montes Claros/MG, e o terceiro item trata da análise da suscetibilidade e vulnerabilidade a risco de movimento de massa em Montes Claros/MG. O quarto item trata da investigação da análise social, aspectos relacionados à vulnerabilidade da população residente na Vila São Francisco de Assis a possível risco de movimento de massa. O quinto item discute as características do ambiente inerentes à exposição físico-natural a movimento de massa, diferencialmente disposta na Vila São Francisco de Assis; e por fim, no sexto item, produziu-se a análise integrada do produto resultante do quarto e quinto item, que complementa a análise do risco socioambiental da Vila São Francisco de Assis.

Neste contexto, a quarta etapa discute as características de Vulnerabilidade Social da população da Vila São Francisco de Assis (vide item 4.4.1), levantadas em campo, via aplicação de questionário em áreas prioritárias de intervenção, considerando a suscetibilidade e as vistorias da COMDEC-Montes Claros/MG.

O quinto item tratou da construção do Índice de Exposição a Movimento de Massa (IEMM) da área, o qual fora realizado com base em metodologia de Guerra et. al. (2009), com

adaptações à metodologia de Silveira et. al. (2014). Pautou-se essencialmente na análise morfométrica e dos fatores de vulnerabilidade ambientais da área para quantificação dos níveis de risco, a qual através da álgebra de mapas, interpolação e sobreposição cartográfica resultou no mapa Índice de Exposição a Movimento de Massa – IEMM (vide item 4.4.2). O IEMM foi classificado em cinco (5) níveis, cuja soma determinou a suscetibilidade natural e ambiental da área ao perigo e risco. Para a quantificação dos fatores ambientais (naturais e físico-estruturais), optou-se por seguir o mesmo procedimento adotado por Guerra et. al. (2009); foram elaborados quadros que quantificaram os fatores condicionantes (táteis-visuais) de perigo e vulnerabilidade a movimento de massa, corroborando a validação em campo do modelo gerado. Para facilitar as quantificações táteis-visuais, optou-se por setorizar a área em cinco setores e/ou áreas de interesse. Para subsidiar a caracterização dessas áreas utilizou-se fotos e descrição das características encontradas.

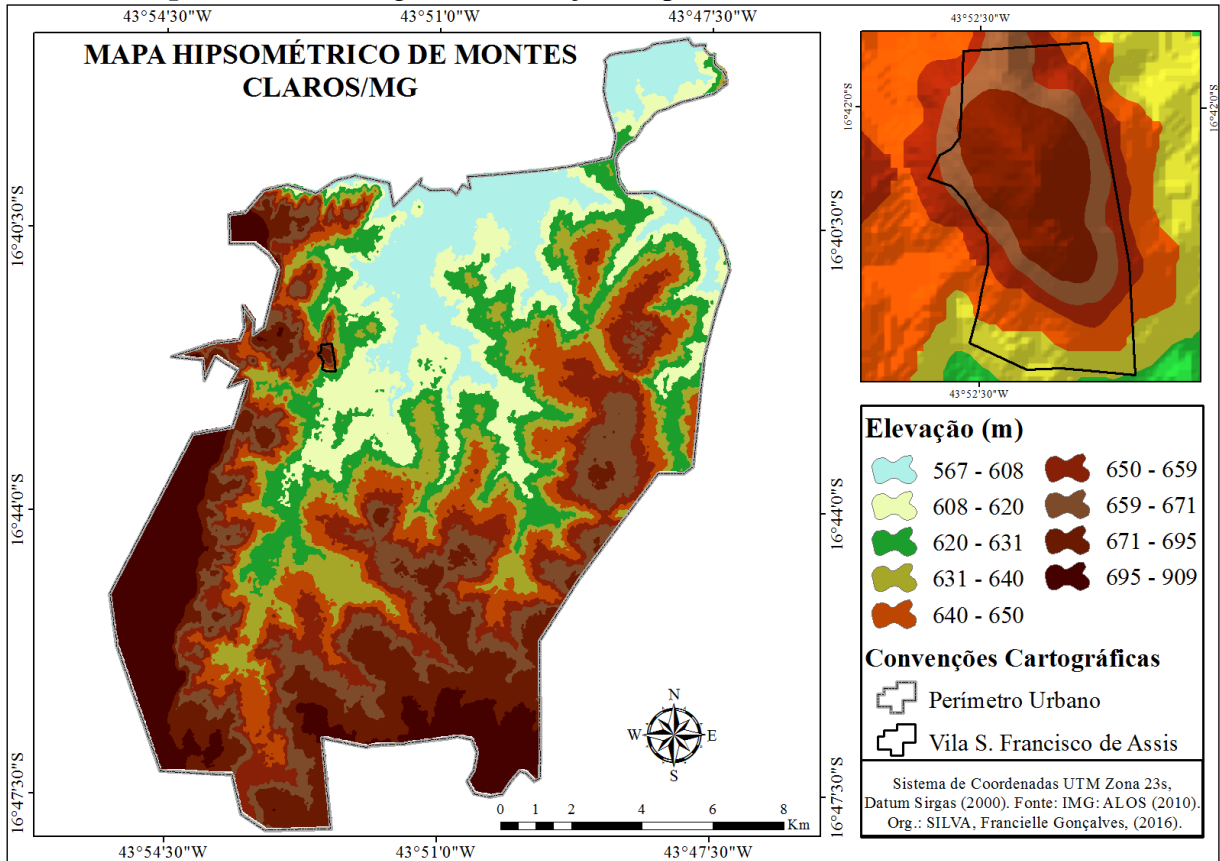
Finalmente, o sexto item, tratou da interrelação entre estas duas últimas análises, considerando que o risco é uma função da vulnerabilidade, da suscetibilidade e da exposição ao perigo. Para efetivação dessa última etapa, utilizou-se o método de sobreposição cartográfica, o que permitiu definir as áreas de risco e/ou vulnerabilidade socioambiental mais críticas da Vila São Francisco de Assis.

5.1 Parâmetros geomorfológicos da área de estudo

5.1.1 Características morfométricas

As características morfológicas e geomorfológicas de Montes Claros, especificamente para o perímetro urbano, podem ser visualizadas no Mapa 8, que mostra a situação topográfica da cidade no que diz respeito à configuração hipsométrica. Como se pode observar, o perímetro está localizado sobre áreas de altitudes que variam entre 567 m a 909 m, de acordo com dados obtidos do MDE ALOS - Palsar (2010), resolução 12,5m.

Mapa 8 - Modelo Digital de Elevação (Hipsometria) de Montes Claros/MG



Definiu-se nove (9) classes para melhor representação dos desníveis altimétricos da área, quais sejam: $\leq 567\text{m}$; $608\text{--}620\text{m}$; $620\text{--}631\text{m}$; $631\text{--}640\text{m}$; $640\text{--}650\text{m}$; $650\text{--}659\text{m}$; $659\text{--}671\text{m}$; $671\text{--}695\text{m}$; $695\text{--}909\text{m}$. Este mapa foi elaborado a fim de identificar as áreas de maior desnível altimétrico no perímetro urbano (Tabela 8), e as áreas de topos e nascentes.

Tabela 8 - Classes altimétricas da cidade de Montes Claros/MG

Altitude (m)	Amplitude (m)	Área	
		(Km ²)	(%)
567 - 608	41m	18,17	12,64
608 - 620	53m	17,02	11,84
620 - 631	64m	15,68	10,9
631 - 640	73m	16,99	11,82
640 - 650	83m	15,68	10,9
650 - 659	92m	15,29	10,63
659 - 671	104m	15,63	10,87
671 - 695	128m	14,25	9,91
695 - 909	342m	15,07	10,48
-	-	143,79	100%

Org.: SILVA, F. G. (2017).

Conforme análise do intervalo de classe de altitudes, a classe de 567 – 608 metros corresponde a 41m de amplitude do terreno e área de 18,17 km², equivalente a 12,64 % da área total. A menor área representada encontra-se entre o intervalo de classe de altitudes entre 671 - 695m, amplitude altimétrica de 128m e área de 14,25 km², com 9,91% do perímetro urbano.

A declividade na cidade varia entre de zero (0) e aproximadamente 88%. Vale ressaltar que a declividade é um importante indicador geomorfológico para análises ambientais, especialmente análises de risco a movimento de massa, pois ela atua sobre o equilíbrio entre escoamento superficial e infiltração da água no solo, constituindo-se em importante parâmetro de análise territorial na tomada de decisão, através da modelagem numérica do meio físico. Somado a outros documentos cartográficos (mapas temáticos), pode-se auxiliar na identificação de áreas com susceptibilidade a Movimentos de Massa e inundação. A Tabela 9, apresenta a declividade em área e porcentagem na cidade de Montes Claros.

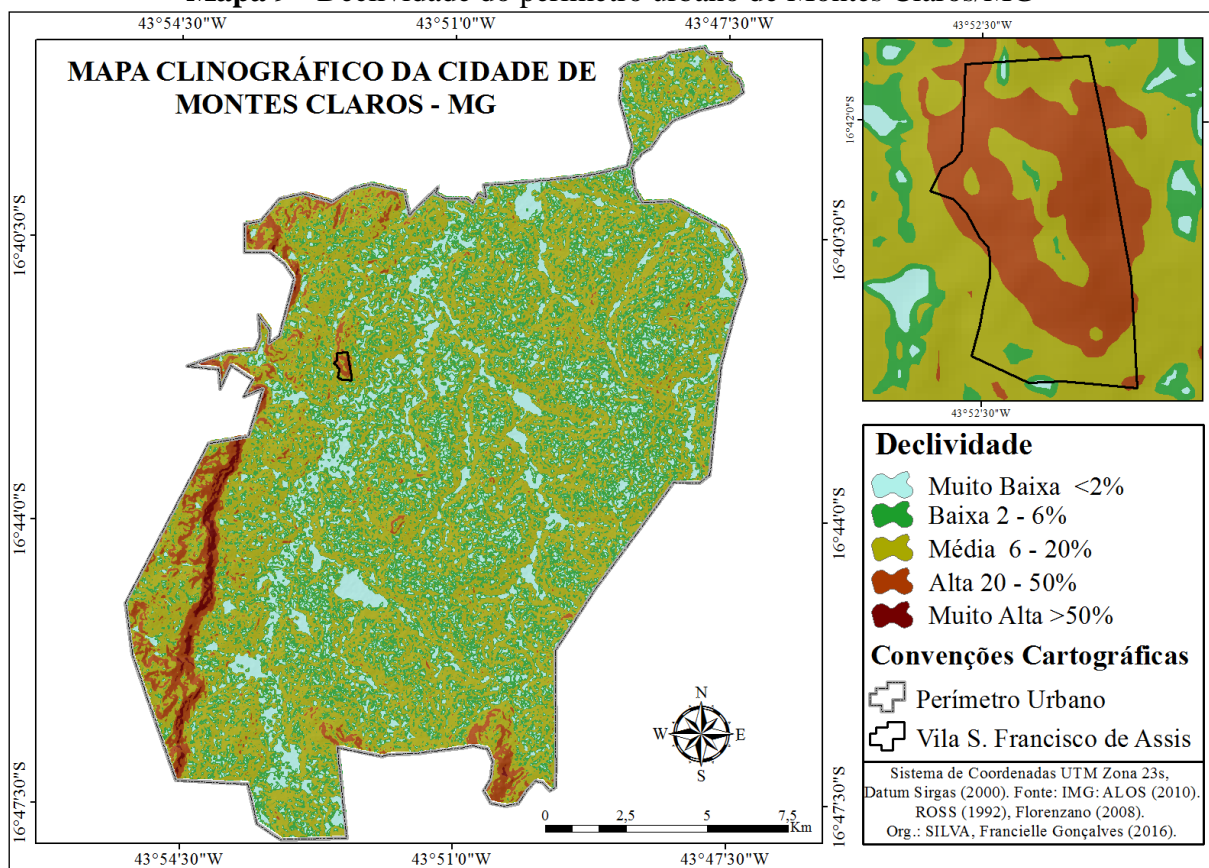
Tabela 9 – Área das Classes de declividade da cidade de Montes Claros/MG

Declividade (%)	Área	
	(Km ²)	(%)
Muito Baixa (<2%)	22,68	15,77
Baixa (2 a 6%)	45,77	31,83
Média (6 a 20%)	67,44	46,90
Alta (20 a 50%)	7,09	4,93
Muito Alta (> 50%)	0,82	0,57
-	143,79	100%

Org.: SILVA, F. G. (2017).

O mapa Clinográfico foi confeccionado a partir do modelo digital de elevação (MDE), por meio de rotinas de geoprocessamento no Sistema ArcGIS 10.2.1. O processo de composição do mapa consistiu no fatiamento em intervalos das classes de declividades. As classes de declividades definidas para subsidiar as análises morfométricas foram representadas com base na classificação proposta por Ross (1996), que propõe os seguintes intervalos: $\leq 2\%$; de 2|6%, de 6|20%, de 20|50%, e declividades maiores que $\geq 50\%$. Registra-se que a área localizada a oeste do perímetro apresenta as maiores altitudes do relevo e os maiores declives (Mapa 9).

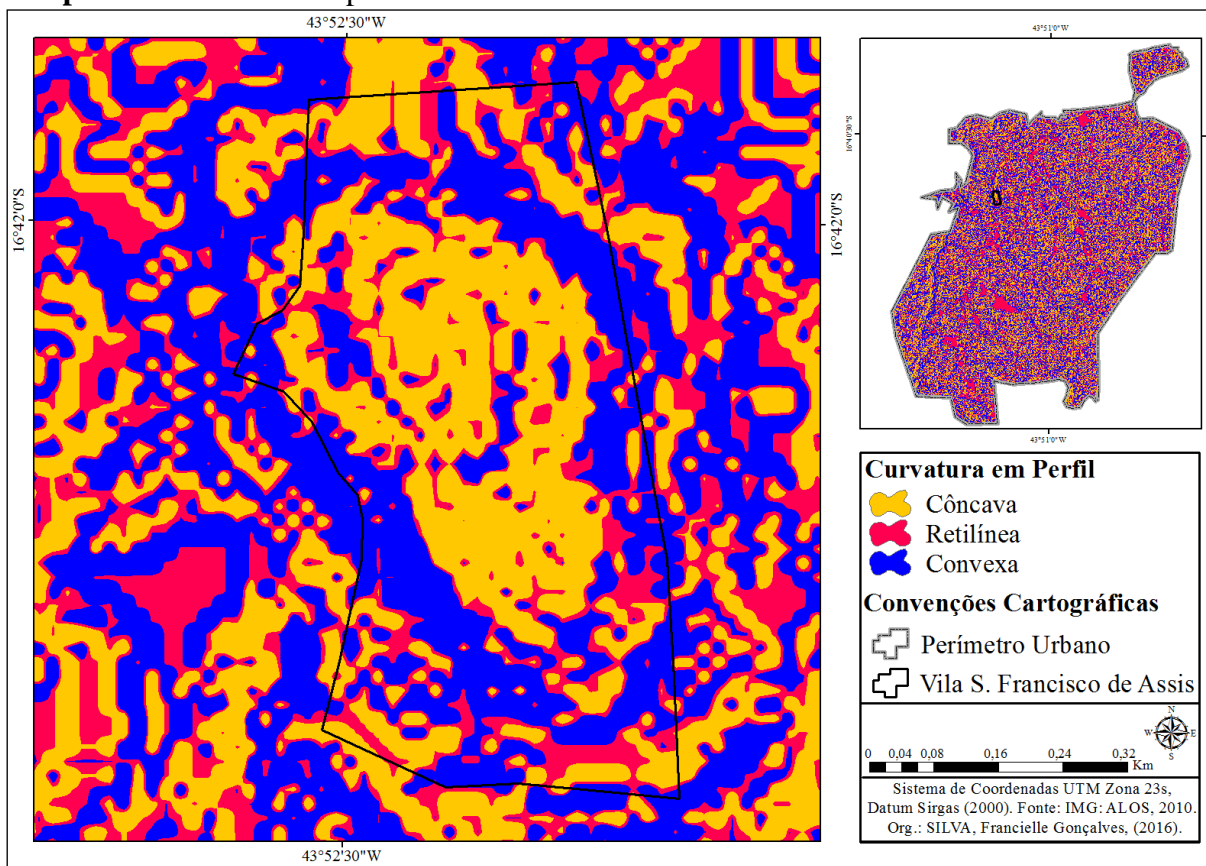
Mapa 9 - Declividade do perímetro urbano de Montes Claros/MG



Predominam na cidade, as classes de declividades médias (6 - 20%), correspondendo a 67,44 km² e 46,90% da área. Em seguida tem-se a classe de declividade baixa (2 - 6%), em uma área total de 31,83% e 45,77 km². As áreas de muito baixa declividade (<2%) corresponde a 22,68 km² e 15,77% do total da área, o que evidencia o caráter suscetível a risco de inundação do perímetro urbano. Na sequência têm-se as classes alta (20 - 50%) e muito alta (>50%), correspondendo, respectivamente a 7,09 km² - 4,93%, e 0,82 km² - 0,57% da área de estudo. Essas últimas estão circunscritas a porção noroeste – sul do perímetro urbano, áreas correspondentes, também, a maiores amplitudes do terreno com maior suscetibilidade a movimentos de massa.

O Mapa de Curvatura Vertical (Mapa 10), foi confeccionado também a partir do MDE, por meio de rotinas de geoprocessamento no Sistema ArcGIS, definido após testes para adequação dos tipos de curvatura às informações das curvas de nível, dividindo-as em côncavas, retilíneas e convexas. Nesta etapa, os resultados obtidos pelo programa indicam valores positivos para os tipos convexas (menor suscetibilidade a processos erosivos), negativos para as curvaturas côncavas (maior suscetibilidade a processos erosivos), e nulos para as curvaturas retilíneas, conforme sugere Valeriano (2003), mapa 10.

Mapa 10 - Curvatura em perfil: cidade de Montes Claros – Vila São Francisco de Assis/MG

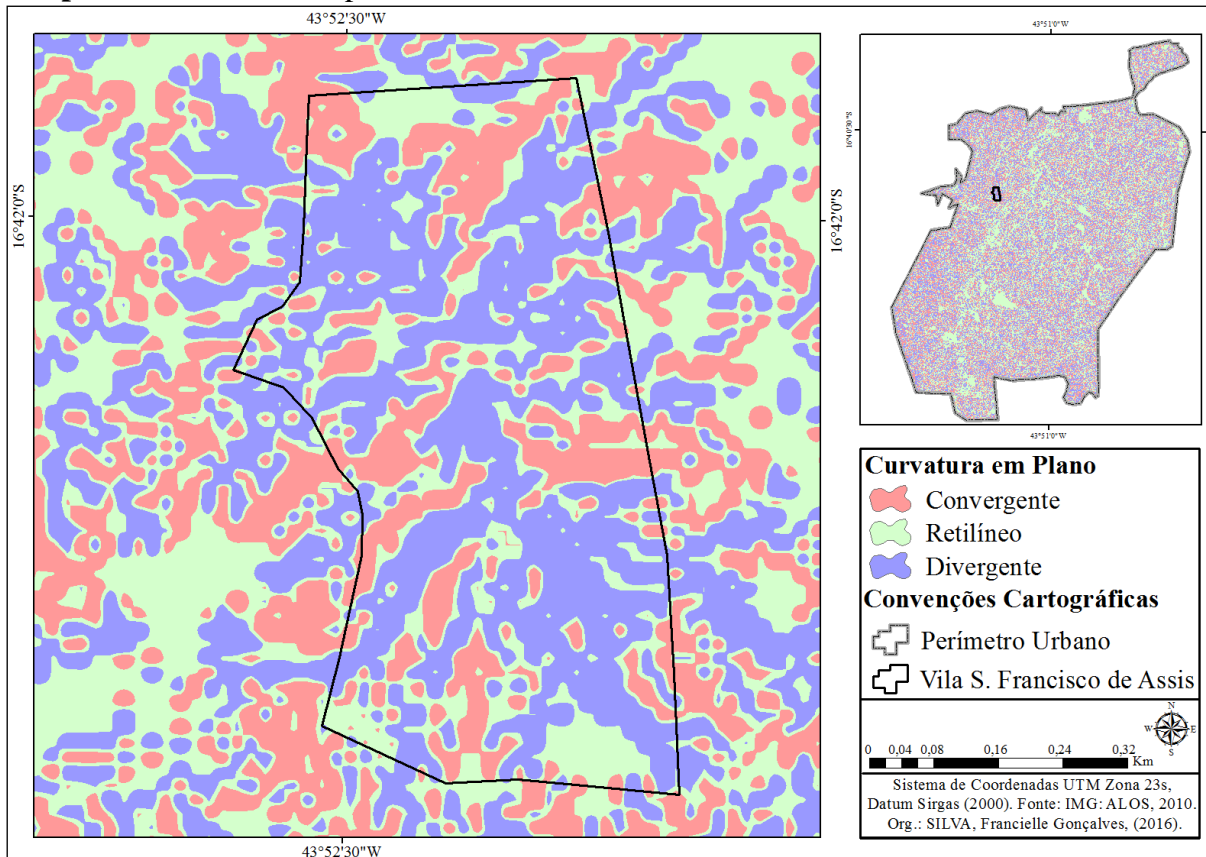


Os valores definidos para classificação da curvatura em perfil foram os seguintes: Classe convexa: $> 0,10$; Classe Retilínea: valores entre $-0,10$ e $0,10$; e Classe Côncava: $< -0,10$.

Conforme a curvatura em perfil (Mapa 10), destaca-se que as vertentes côncavas (48,01% da Vila São Francisco de Assis) possuem maior potencial erosivo, e assim, estas áreas apresentam intensidade de força de aceleração da gravidade que atua de forma ativa sobre as partículas, favorecendo o seu movimento. Os perfis côncavos possuem relativa concentração no topo da encosta, porção central da Vila São Francisco de Assis. As encostas convexas (38,34%) possuem um menor grau de suscetibilidade a erosão. Contudo, quando precedidas de topos planos, podem gerar feições erosivas, chegando a formar, principalmente nas cotas de bases da Vila São Francisco de Assis perfis convexo-côncavos. As vertentes que possuem este tipo de perfil possuem maior potencial erosivo, visto que favorecem o crescente aumento da energia de fluxo. Referente ao perfil retilíneo (13,65%), este se distribui pela extensão da Vila São Francisco de Assis, ressaltando, por sua vez, que este perfil proporciona maior energia cinética e maior chance das partículas alcançarem maiores velocidades. A

curvatura horizontal e/ou em plano (Mapa 11) refere-se ao caráter divergente/convergente dos fluxos de matéria sobre o terreno.

Mapa 11 - Curvatura em plano: cidade de Montes Claros – Vila São Francisco de Assis/MG



Referente ao plano de curvatura (Mapa 11), identificou-se a predominância dos processos erosivos associados aos planos divergentes, que cobrem 52,98% da área de estudo, enquanto os planos convergentes cobrem 24,11%, e o plano retilíneo 22,91% da área. O perfil divergente corresponde aos processos de dispersão dos fluxos nas vertentes, enquanto que no perfil convergente onde predominam os processos de concentração dos fluxos. Embora os perfis divergentes (maior porcentagem) não sejam áreas de maior potencial para ocorrência dos processos erosivos, acabam associando-se aos mesmos, em decorrência, da integração das mesmas com outros parâmetros do relevo que podem prevalecer como, por exemplo, as declividades. Os processos erosivos associados aos planos convergentes são mais propícios a movimento, pois representam os pontos onde há a máxima concentração dos fluxos nas vertentes e, por conseguinte, condicionando na maior ação erosiva pela água especialmente.

As curvaturas verticais (em perfil) e horizontais (em Plano) – convergente/divergente combinadas “[...]” representam uma caracterização das formas do terreno, às quais se associam

propriedades hidrológicas e de transporte de sólidos, diretamente, e pedológicas, ecológicas, além de uma serie de outros aspectos, indiretamente (VALERIANO, 2008, p. 90)”.

5.1.2 Formas geomorfológicas da área de estudo

Com base na análise morfométrica utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE), bem como dados e levantamentos feitos pela CPRM (2014), e baseado nas propostas metodológicas de Ross (1992) e Florenzano (2008), organizou-se o mapa das formas geomorfológicas da área de estudo.

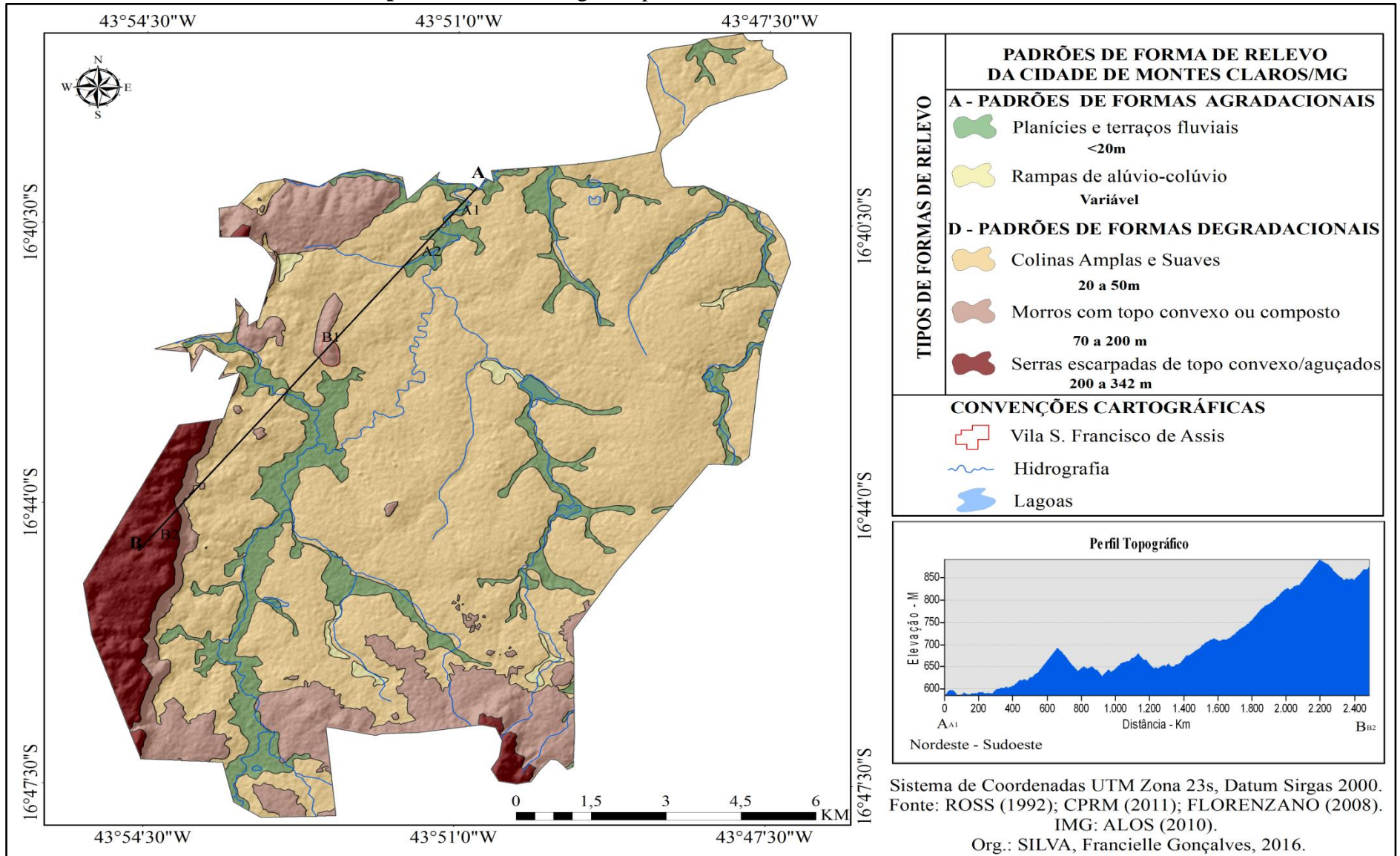
Para a confecção do mapa geomorfológico com as formas predominantes, procedeu-se com a interpretação da imagem Alos Palsar somada à análise da rede de drenagem e aspectos morfométricos obtidos por meio de rotinas de geoprocessamento tendo como base o modelo digital de elevação (DEM), o qual possibilitou obter informações em três dimensões espaciais (x, y, z). A base de dados geoambientais (CPRM, 2014) e morfométricos foram fundamentais para a elaboração do mapa geomorfológico.

A classificação teve como base a metodologia proposta por Ross (1992), que propõe uma classificação em seis (6) níveis taxonômicos, com base na morfologia e na gênese. Considerou-se também as inferências de Florenzano (2008b), que sugere quando da elaboração de mapas de relevo correspondente a partir do terceiro táxon da classificação de Ross (1992) delimitar as unidades a partir da interpretação de imagens de satélite. Neste contexto, procedeu com a interpretação de padrões de texturas topográfica com auxílio de ortofoto, e tomou-se como parâmetro os procedimentos do Tutorial de Cartografia Geomorfológica elaborado por Silva e Rodrigues (2009), e CPRM (2010).

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), explicam que as escalas taxonômicas abrangem desde escala de análise muito geral até uma muito grande (detalhada) e são definidas em cinco categorias distintas: (1) escala muito geral, recorte de um país e estado: 1:5.000.000; (2) escala pouco menor de abrangência de caráter geral, abarcando estados e regiões: 1:1.000.000; (3) escala média, em que se abrangem bacias hidrográficas e municípios; 1:100.000 – 1:50.000; e (4) escalas classificadas como grandes, caracterizando bairros e distritos; 1:50.000 - 1:10.000. E, (5) escalas muito grandes, que visam projetos de uso e ocupação da terra: 1:1.000 – 1:2.000.

O Mapa 12, sintetiza as formas geomorfológicas, e retrata a classificação taxonômica de Ross (1992) para a área de estudo.

Mapa 12 - Geomorfologia do perímetro urbano de Montes Claros – MG



Desse modo, para atender aos objetivos propostos por este estudo, adotou-se a escala 1:25.000. Os dados referentes aos aspectos geológicos foram obtidos do banco de dados do CPRM, ano de 2014, disponibilizado em formato vetorial (shapefile). Os dados foram processados no software ArcGIS 10.2.1, no qual foram organizados em tabelas com informações sobre a litologia, estratigrafia, e aspectos morfoestruturais como a ocorrência de fraturas e falhamentos.

O mapeamento de padrões de relevo (3º táxon) é, essencialmente, uma análise morfológica do relevo com base em foto-análise da textura e rugosidade dos terrenos, a partir de diversos sensores remotos e com base nos parâmetros da matriz de índice de dissecação do relevo proposto por Ross (2006). Especificamente neste estudo, para o terceiro (3º) táxon – formas de relevo, e quarto (4º) táxon – tipos de formas de relevo, levou-se em consideração a forma, altimetria, declividades e formas dominantes, assim como os níveis de fragilidade potencial, conforme sugere Ross (1992) e Florenzano (2008b).

O passo inicial da organização do mapa de padrões de relevo foi a geração do Mapa Hipsométrico, do Mapa Clinográfico e do Mapa da Curvatura em Plano e Perfil em ambiente de SIG. Esses últimos, junto à sobreposição das curvas de níveis e análise do relevo sombreado, foram essenciais para visualizar as formas do relevo. Conforme Valeriano (2008), a combinação fatiada em três classes de curvatura resulta no mapa de forma do terreno. Também foram utilizadas as informações referentes às deformações de rochas, ou seja, as áreas com ocorrência de fraturas e falhas.

Com base na caracterização morfométrica e na metodologia proposta especialmente por Ross (1992), a área de estudo apresenta cinco (5) tipos de formas de relevo, as quais podem ser visualizadas na Tabela 10, com suas respectivas amplitudes, declividades, áreas e taxas de ocupação: (1) Formas agradacionais: (a) Planícies e terraços fluviais; e (b) Rampas de alúvio-colúvio; (2) Formas degradacionais: (a) Colinas Amplas e Suaves; (b) Morros com topo convexo ou composto; (c) Serras escarpadas de topo convexo/aguçado.

Tabela 10 – Tipos de formas do perímetro urbano de Montes Claros

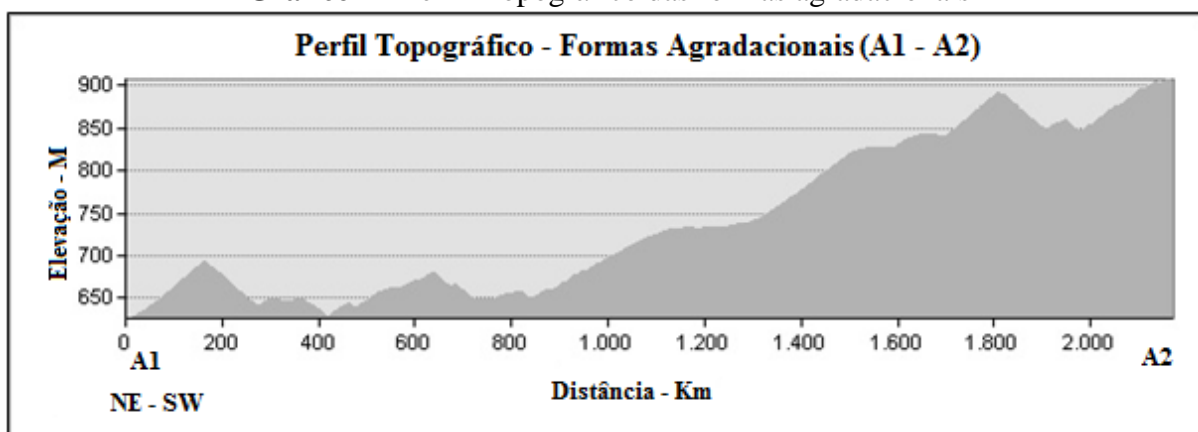
FORMA	AMPLITUDE (M)	DECLIVIDADE		ÁREA	
		(%)	(Graus)	Km ²	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20m	< 2%	< 5°	15,67	10,89
Rampas de alúvio-colúvio	variável	6 a 20%	5° a 10°	0,99	0,69
Colinas Amplas e Suaves	20 a 50m	< 20%	<11,3°	101,31	70,44
Morros com topo convexo ou composto	70 a 200m	> 20%	11,3° a 16,7°	18,00	12,52
Serras escarpadas de topo convexo/aguçados	200 a 342m	> 20%	>20°	7,86	5,46
Total				143,83	100,00

Org.: SILVA, F. G. (2017).

A maior área corresponde às Colinas amplas e suaves, com 101,31 km², equivalente a 70,44 % da área, seguida pela forma de relevo Morros com topo convexo ou composto (12,52%), em uma área de 18,00 km². A área que apresenta menor percentual ocupado é a forma Rampas de alúvio-colúvio (0,69%), em uma área equivalente a 0,99 km². Desta forma, o relevo da cidade é predominantemente colinoso.

As formas de agradação: Planície e terraços fluviais e Rampas de alúvio-colúvio somam 16,66 Km², com percentual de 11,58% da área, conforme o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Perfil Topográfico das formas agradacionais

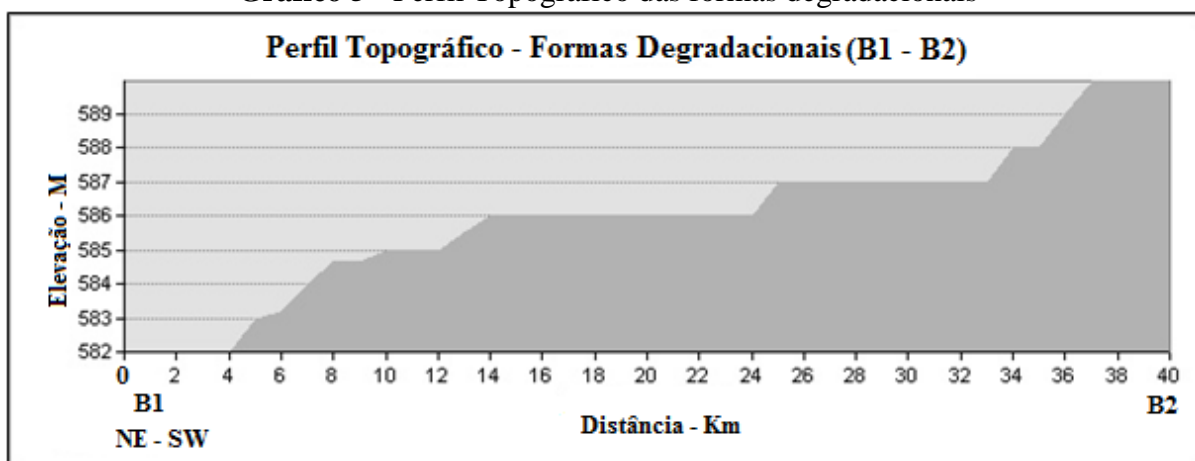


Org.: SILVA, F. G. (2017).

As formas agradacionais, Planícies e terraços fluviais são áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas, comportando meandros abandonados e cordões arenosos. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. São identificados em conjunto devido à limitação de representação nesta escala de mapeamento. As formas de Rampa de alúvio-colúvio são formas de fundo de vale suavemente inclinadas, associadas à coalescência de depósitos colúviais provenientes das vertentes que se interdigitam e/ou recobrem os depósitos aluvionares. Ocorre em setores de baixa encosta, em segmentos côncavos que caracterizam as reentrâncias (*hollows*) ou depressões do relevo nos anfiteatros (IBGE, 2009).

As formas de degradação: Colinas Amplas e Suaves, Morros com topo côncavo ou composto e Serras escarpadas de topo aguçados, juntas compõem 88,42% da cidade (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Perfil Topográfico das formas degradacionais



Org.: SILVA, F. G. (2017).

As Colinas Amplas e Suaves são formas de topos amplos e convexos, geralmente apresentam sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. São caracterizadas por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem. Há predomínio de processos de pedogênese, com ocorrência restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de alúvio-colúvios nas baixas vertentes (IBGE, 2009; CPRM, 2010).

Os Morros com topo côncavo ou composto são morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados. Também se inserem nessa unidade morros de topo tabular (característico das chapadas intensamente dissecadas) e de topos planos. Esse padrão de relevo apresenta sistema de drenagem principal com planícies aluviais restritas. Exibem amplitude de relevo que varia de 80 a 200m e inclinação das vertentes entre 15-35°. Nesse padrão de relevo há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), com ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Pode ocorrer geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

As Serras escarpadas de topo convexo/aguçados são formas acidentadas, constituídas por vertentes predominantemente côncavas a retilíneas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitude de relevo entre 50 e 200 m e inclinação de vertentes de 10-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°). Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação

de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Depósitos de tálus e de colúvios podem ser gerados nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

No geral, a cidade de Montes Claros localiza-se na Depressão Periférica do São Francisco, área que se desenvolveu ao longo da drenagem do Rio São Francisco, onde predominam formas de relevo aplainadas, superfícies onduladas e pedimentos ravinados. As extensas áreas rebaixadas mostram altitudes predominantes em torno de 500 metros. Também é possível observar relevos mais acidentados, onde predominam colinas e cristas com vertentes ravinadas e vales encaixados. Destacam-se também, nesta área, os relevos cársticos desenvolvidos em rochas carbonáticas com suas formas peculiares²².

5.2 Risco a Movimentos de Massa em Montes Claros/MG

O estudo e delimitação dos terrenos (mapeamento) são imprescindíveis, especialmente, em locais de construção inapropriados (declividade acentuada, várzeas inundáveis, etc.), em função da suscetibilidade de serem afetadas em épocas de precipitações extremas, com observância nos condicionantes morfológicos, colocando edificações e pessoas em risco de ocorrência de desastres. A cidade de Montes Claros - MG, assim como inúmeras cidades brasileiras, apresenta grande densidade demográfica, infraestrutura deficiente e intensa vulnerabilidade socioambiental, além da sazonalidade pluviométrica o que torna o ambiente propício a desastres de variadas ordens.

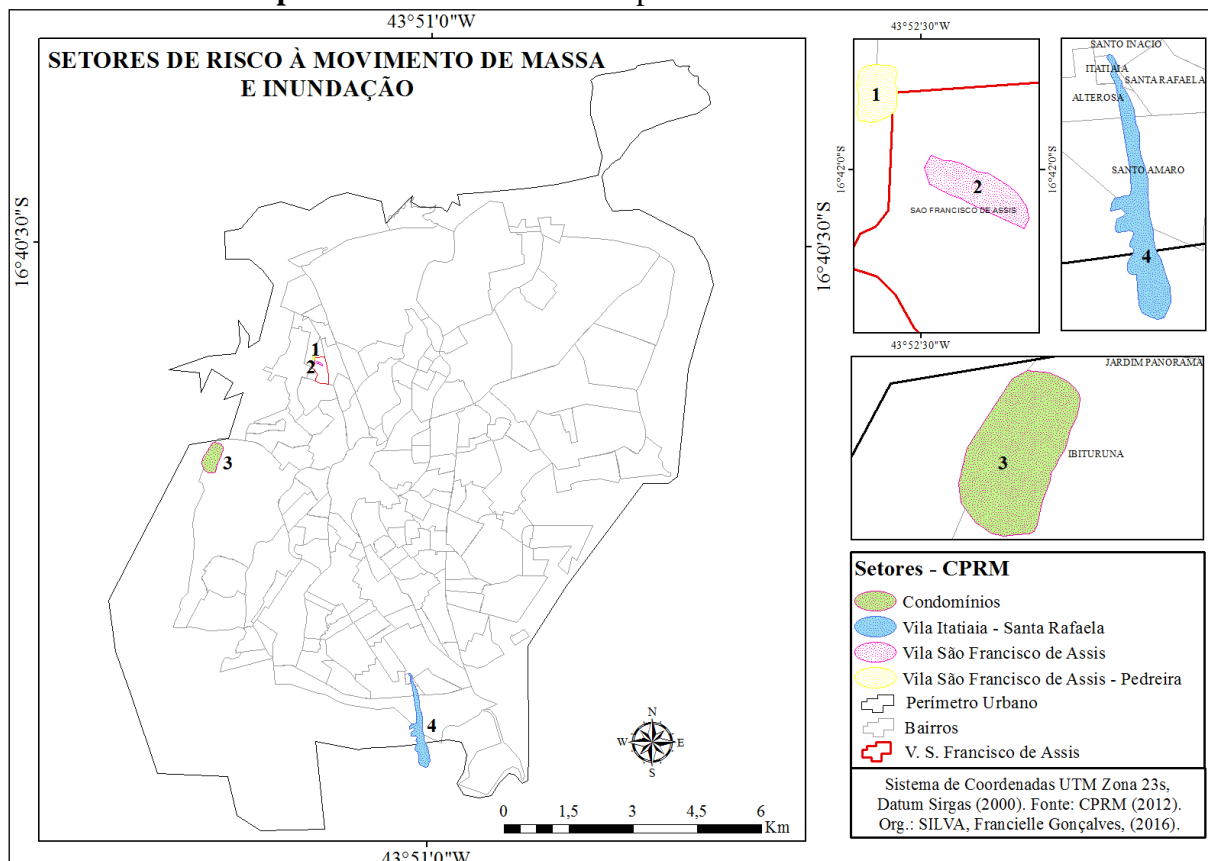
Neste contexto, já existem alguns estudos na cidade, realizados pela CPRM²³, em que foram identificados quatro (4) setores de riscos no perímetro urbano, onde desses, três (3) são inerentes a movimento de massa, enquadrados na categoria deslizamento e queda de bloco. Dois (2) localizam-se na Vila São Francisco de Assis – (topo do morro, e pedreira; e um (1) no Ibituruna – cota de base da Serra do Mel). A CPRM identificou, também, um setor de risco de inundação (1) na extensão dos bairros Alterosa, Santa Rafaela, Santo Amaro e Santo Inácio

²² Atlas digital de Minas Gerais – Geociências Aplicadas (IGA) – Sem ano. Disponível em: http://www.iga.mg.gov.br/mapserv_iga/atlas. Acesso: Ago, 2016.

²³ A metodologia empregada pelo órgão para se chegar a essas áreas não foi bem definida. Cabe mencionar, que os processos metodológicos empregados dentro dos limites de análises foram positivos, uma vez que se observou a vulnerabilidade física, e construtiva (habitacional) da área e entorno, contudo não se tratava de estudo detalhado. A metodologia centrou-se em formulários de campo (levantamentos topográficos e das estruturas), análise de imagens, além da assessoria da prefeitura e Coordenadoria de Defesa de Proteção Civil Municipal sobre as áreas.

(Mapa 13). A Defesa Civil do Brasil – Ministério da Integração Nacional (CENAD), também realizou estudo na cidade, em 2014, a partir da setorização feita pela CPRM.

Mapa 13 - Setores delimitados pela CPRM no ano de 2012



Conforme foi apresentado no Mapa 13, e mencionado anteriormente, a CPRM, delimitou quatro (4) setores de riscos no perímetro urbano de Montes Claros no período de 2012. No que diz respeito aos deslizamentos, conforme já mencionado, foram identificados três setores (SR-01, SR-02, e SR-4). O setor SR-01 localiza-se na Vila São Francisco de Assis, em encosta de declividades moderadas a altas e em zona de ocorrência dos solos residuais areno-siltosos, areno-argilosos e arenosos. O setor abarca área de densa ocupação urbana de encosta, a altura superior a 25 metros e com algumas linhas de drenagem ao longo do setor com deficiência no sistema de drenagem pluvial. “A ocupação se dá ao longo da base, meia encosta e topo da mesma, ao longo de sequência de taludes gerados. As alturas dos referidos taludes variam de 1,5 a 4,0 metros e as inclinações de 60° a 90°” (CENAD, 2014b, p.17).

Observa-se na Figura 9, e nas ressalvas feitas pelo Cenad (2014b), que a concentração de moradias ao longo de sequência de becos do setor, “dificulta a percolação das águas

pluviais através da direção de escoamento, causando acúmulos nos terrenos ainda não impermeabilizados e variações de velocidade de escoamento”. Foram observados em alguns pontos pequenos deslizamentos planares (CENAD, 2014b, p.17).

Figura 9 – SR-01 – Vila São Francisco de Assis



Fonte: Defesa Civil do Brasil – Ministério Da Integração Nacional CENAD, (2014b). A - Moradias de baixo padrão construtivo intercaladas ao longo de taludes de corte verticalizados; B - Indícios de movimentação do solo com muro trincado nos fundos de moradia do setor. C - Área com histórico de deslizamento com moradia abandonada; D - Moradias muito próximas com muro “embarrigado” sob risco de queda.

Ainda conforme o CENAD (2014b), o setor SR-02 – Vila São Francisco de Assis pedreira (Figura 10), constitui-se em mesmo embasamento físico do setor anterior, porém com observância de afloramentos de rocha calcária. O setor apresenta ocupação urbana ao longo de topo e base de encosta com altura superior a 15 metros.

Figura 10 – SR-02 – Vila São Francisco de Assis



Fonte: Defesa Civil do Brasil – Ministério Da Integração Nacional CENAD, (2014). A - Rua C do setor apresentando declividade excessiva; B - Muro divisório de propriedade sob risco de queda na crista do talude de antiga pedreira.

Ainda segundo o Cenad (2014b), foram observadas ocupações ao longo de crista de talude de corte (paredão rochoso), de área da antiga extração de calcário. O talude apresenta inúmeras fragilidades “talude verticalizado, com blocos de rocha calcária fraturada sob risco de queda e pontos de ocorrência de camada de solo residual com geração de plano favorável a deslizamentos planares ao longo do contato solo/rocha (CENAD, 2014b, p, 21)”. A área ainda apresenta sistema de drenagem pluvial (nas vias) insuficiente, e suscetibilidade a deslizamentos planares e queda de blocos com necessidade de monitoramento constante da municipalidade.

O SR-04 – Condomínios, Ibituruna, região de condomínios de alto padrão construtivo, encontra-se sob domínio de encostas de declividades altas a muito altas, apresenta solos residuais areno-siltosos, areno-argilosos e afloramentos de rocha metacalcária. O setor localiza-se em área urbana na porção Oeste de Montes Claros, com ocupação urbana ao longo de base de encosta com altura superior a 80 metros (Figura 11).

Figura 11 – SR-04 - Condomínios - Ibituruna



Fonte: Defesa Civil do Brasil – Ministério Da Integração Nacional CENAD, (2014). A - Preparação de terreno para construção de nova moradia junto à base da encosta; B - Moradia construída junto à base da encosta na porção Sudeste do setor; C - Obra de contenção realizada nos fundos de moradia do setor; D - Rocha metacalcária intensamente fraturada presente no setor.

Foram identificados pelo Cenad (2014b) no setor-04, blocos de rocha metacalcária em meio à matriz de solo. Os blocos são de dimensão métrica a decimétrica e encontram-se intensamente fraturados. “A ocupação se dá ao longo da base de taludes de corte gerados quando da construção de condomínio residencial” (CENAD, 2014b, p. 29). Foram observados, ainda, pelo Cenad (2014b), como havia de se esperar, que as duas moradias mais próximas à base da encosta possuem obras de contenção realizadas. Em 2014, foi observado “[...] um novo terreno sendo preparado para construção com execução de obra de contenção em andamento” (CENAD, 2014b, p. 29). Mesmo com as contenções realizadas na base da encosta do setor, a encosta deve ser observada regularmente, pois “[...] há risco de queda de blocos de rocha e deslizamentos planares no contato solo/rocha”. Outra observação feita é de que o sistema de drenagem pluvial do setor é eficiente (CENAD, 2014b, p. 29).

De forma geral, a área apresenta suscetibilidade a deslizamentos planares e queda de blocos. O tipo predominante de movimento de massa para cada setor observado conforme suas individualizações foram os deslizamentos rotacionais ou translacionais e queda de blocos, conforme Cenad (2014b).

Em levantamento preliminar feito junto à COMDEC, no ano de 2016, observou-se que não há registros de eventos severos passíveis de perdas humanas e econômicas de grande monta na cidade. Contudo, existem registros de ocorrência desses fenômenos (movimento de massa e inundação) e vigilância constante do órgão. Neste contexto, os estudos tanto da vulnerabilidade natural, quanto de vulnerabilidade socioambiental, são imprescindíveis, inclusive para nortear políticas setoriais municipais para essas áreas. Conforme informações da COMDEC, embora a atuação e intervenção do município sejam anteriores, os registros quantificados sobre esses processos são recentes (2008 - 2016). Possivelmente, esse comportamento seja pelo fato de não haver anteriormente lei que regularizasse a obrigatoriedade dos municípios em monitorar essas áreas, o que somente ocorreu em 2012, quando foi aprovada a Lei Federal (12.608/12)²⁴ sobre o tema de prevenção dos desastres.

O acesso aos documentos (laudos, atendimento, ajuda humanitária) para os registros de movimento de massa (quantificado por deslizamentos), em Montes Claros - MG, são referentes a 2009 - 2016, totalizando 68 registros de laudos de intervenção em locais com processos atuantes e riscos desencadeados. Os dados foram coletados em agosto de 2016 (Quadro 5).

²⁴ Dos 15 objetivos da nova política, 11 são voltados para prevenção e redução de riscos de tragédias. A lei é resultado direto do debate que aconteceu na comissão especial da Câmara sobre medidas preventivas diante de catástrofes. A nova legislação sanciona: (1) Criação de um cadastro nacional de municípios com risco de desastres naturais; (2) Obriga prefeituras a fazerem mapeamento das áreas de risco e incluírem essas áreas no plano diretor municipal; (3) Obriga municípios a elaborarem o plano de contingência, determinando quais são os procedimentos a serem adotados, no caso catástrofe; (4) Veda a concessão de alvará para novas construções em áreas de risco, sob pena de o gestor ser processado por improbidade; (5) Obriga o ensino de prevenção a desastres nas escolas; (6) Cria o serviço militar alternativo na área de Defesa Civil.

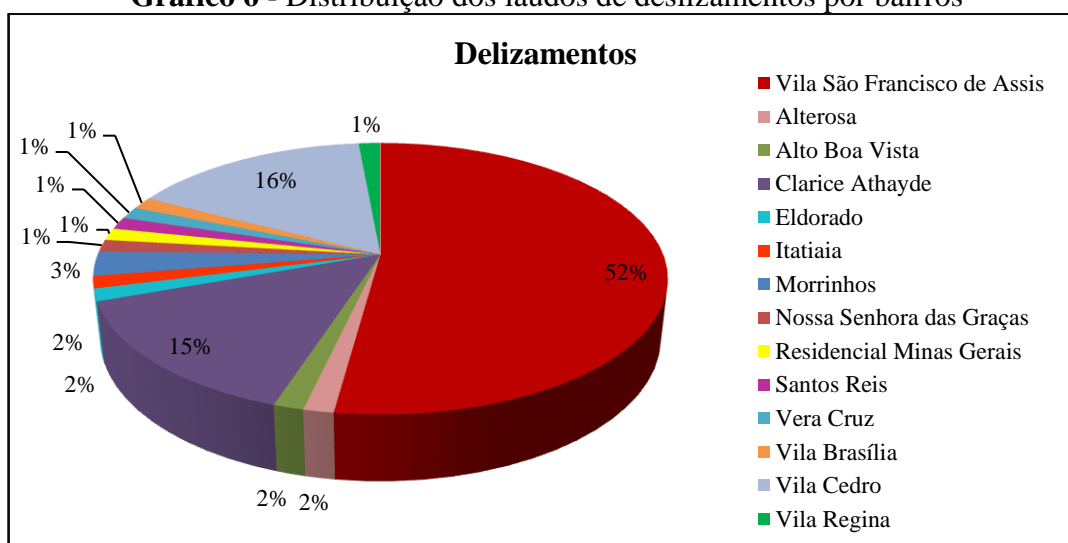
Quadro 5 - Inventário de laudos de risco a Movimento de Massa (2009 - 2016)

LAUDO	ENDEREÇO	BAIRROS	MOTIVO DA VISTORIA	DATA DA VISTORIA
046/2009	Avenida Liberdade Nº 846	Alterosa	Deslizamento	09/11/09
058/2009	Rua 33, Nº 45	Alto Boa Vista	Deslizamento	17/11/09
45/2011	Rua Herotildes Parrela Nº 110	Clarice Athayde	Deslizamento	08/07/2011
292/2016	9 Locais (em anexo)	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
005/2009	Rua “C”, Nº 563-B	Eldorado	Deslizamento	19/01/09
011/2009	Rua “B”, Nº 45	Itatiaia	Deslizamento	06/02/09
011/2009	Rua Circular, 198	Morrinhos	Deslizamento	10/02/09
005/2010	Beco 3 Nº 389	Morrinhos	Deslizamento	18/03/2010
644/2014	Rua K Nº 289	Nossa Senhora Das Graças	Deslizamento	22/12/14
620/2014	Final da Rua 4	Residencial Minas Gerais	Deslizamento	03/12/14
007/2009	Rua Chico De Luca, Nº 111	Santos Reis	Deslizamento	28/01/09
052/2009	Rua José C. De Oliveira, Nº 140 B	Vera Cruz	Deslizamento	11/11/09
050/2009	Rua Professor M. Fonseca, 347 A	Vila Brasília	Deslizamento	11/11/09
289/2016	11 Locais	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
27/2011	Rua João de Bernardo Nº 256	Vila Regina	Deslizamento	12/04/2011
003/2009	Rua Acesso, Nº 184	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09
006/2009	Rua Itatiaia Nº 214	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09
008/2009	Rua Beco Pardal, Nº 64”A”	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	02/02/09
009/2009	Rua Beco Pardal, 232	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	02/02/09
015/2009	Beco Pombo Correio, Nº 52	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	17/02/09
02/2009	Rua Itatiaia, Nº 155	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09
040/2009	Rua Acesso, Nº 32	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	15/09/09
042/2009	Rua Beco Pintassilgo, Nº 51	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	26/10/09
291/2016	15 Locais (em anexo)	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
09/2010	Beco Pintassilgo, 40	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	30/03/2010
36/2010	Rua Itatiaia Nº 230	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	21/09/2010
58/2010	Beco Buriti Nº 22	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	21/12/2010
35/2011	Beco Coã, nº 27f	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	09/06/2011
294/2016	8 Locais (em anexo)	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16

Fonte: COMDEC, 2016. Org.: SILVA, F. G., (2016).

Conforme menção anterior, os laudos feitos pela COMDEC no período analisado, não correspondem necessariamente, ao evento em si, mas a laudos de possibilidade iminente da ocorrência do risco, salvo algumas exceções de laudos pós-evento desencadeado. Conforme o mesmo órgão, na Vila São Francisco de Assis é comum ocorrências dos mesmos, especialmente em períodos de intensa pluviosidade. No Gráfico 6, tem-se o panorama da distribuição das vistorias, feitas geralmente após período de intensas precipitações.

Gráfico 6 - Distribuição dos laudos de deslizamentos por bairros



Fonte: COMDEC, 2016. Org.: SILVA, F. G. (2016).

A partir da leitura do Gráfico 6, observa-se que a maior parte das intervenções do período ocorreu na Vila São Francisco de Assis (52%), correspondendo a trinta e cinco (35) laudos²⁵. Enquanto que 16% e 15% se referem a Vila Cedro e Clarice Athayde, respectivamente, onze (11) e dez (10) laudos. O Morrinhos apresenta 3%, equivalente a dois (2) laudos, e os demais apresentam 2% e 1%.

Faz-se necessário salientar, conforme informou a COMDEC, em 2016, que as áreas de risco a movimento de massa consistem em toda extensão da Vila São Francisco de Assis, sendo que os movimentos de massa comuns são os deslizamentos de solo. Contudo, o terreno está sujeito a quedas de blocos, normalmente associados a intervenções antrópicas, tais como a retirada da vegetação e cortes em taludes.

Embora não haja registro de perdas de vidas, houve perdas materiais em decorrência dos deslizamentos na Vila São Francisco de Assis (Figura 12).

²⁵ Conforme entrevista concedida por representante da COMDEC ao CENAD (2014a) o município conta com um acervo de informações, históricos de ocorrências de desastres, ações anteriores adotadas e elaborou um cadastro das pessoas que estão em área de risco. Contudo, não possui canais de comunicação estabelecidos com estas pessoas e não possui um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para processar e analisar informações cartográficas e mapear os pontos críticos. No entanto, cabe salientar que o cadastro conforme informado a mim pela CONDEMC, encontra-se (agosto, 2016) defasado, em processo de reformulação, fato que justifica o porquê dos deslizamentos ocorridos em 2013 não se encontrar na base de dados. Devido essa defasagem, inclusive inconsistência de datas, não foi possível a análise mais detalhada dos dados, em que pretendia fazer uma análise cruzando o período dos eventos com os dados pluviométricos da região. Esse parêntese abre precedentes para uma análise futura mais detalhada.

Figura 12 - Deslizamentos na Vila São Francisco de Assis



Fonte: A – Deslizamento de solo com queda de muro no Beco Pombo Correio, foto: Fábio Marçal (PMMC), 10/04/2013; B – Deslizamento de solo, culmina na queda do muro de contenção, Beco Pombo Correio, foto: Wilson Medeiros (PMMC), 10/04/2013; C – Rachaduras no imóvel construído junto à base de talude que sofreu processo de deslizamento (avaria no imóvel), Beco João de Barro, foto: Fábio Marçal (PMMC), 10/04/2013; D – Queda de muro de arrimo no Beco João de Barro, foto de Fábio Marçal (PMMC), 18/04/2013; E – Deslizamento de solo sobre moradia construída junto ao talude, Beco Sebastião Mota, foto de Ana Cláudia Mota/InterTV, 21/01/2016. F - Vistoria do Corpo de Bombeiros em decorrência de deslizamento na Vila São Francisco de Assis, Ana Cláudia Mota/InterTV, 21/01/2016.

De acordo com a COMDEC e com Corpo de Bombeiros de Montes Claros existem 17 áreas de risco em Montes Claros (início de janeiro de 2016), destacando-se que a Vila São Francisco de Assis é a mais vulnerável. Residem nessas 17 áreas de risco identificadas, um total 1.300 (um mil e trezentas) famílias e somente no dia 20/01/2016 foram registradas 31 ocorrências relacionadas às chuvas (deslizamentos e inundações). A mais grave foi na Vila

São Francisco de Assis, um dos pontos mais críticos da cidade. Uma casa desabou e uma família ficou desabrigada. Ao todo, na cidade, cinco famílias (25 pessoas) tiveram que deixar suas casas e foram encaminhadas para a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, conforme se acha relatado no boletim do Corpo de Bombeiros (Figura 16).

Conforme o Corpo de Bombeiros de Montes Claros (ano de 2016), dentre as áreas de risco, a Vila São Francisco de Assis é a mais vulnerável, sendo considerada um dos pontos mais críticos da cidade. No dia 20/01/2016, aconteceu um grave acidente (deslizamentos) na Vila São Francisco de Assis, onde uma casa desabou e uma família ficou desabrigada em decorrência das fortes chuvas. Ao todo, na cidade, cinco famílias (25 pessoas) tiveram que deixar suas casas e foram encaminhadas para abrigos da COMDEC (Figura 13).

Figura 13 - Boletim do Corpo de Bombeiros publicado no Jornal O Tempo

[IMPRIMIR NOTÍCIA](#)

montesclaros.com
Um olhar de Montes Claros sobre o que é notícia em toda parte

De: Corpo de Bombeiros	Data: Qui 21/1/2016 10:25:40
Cidade: Montes Claros	
<p><u>Balanco das ocorrências atendidas pelo 7º Batalhão do Corpo de Bombeiros em Montes Claros em decorrência das chuvas. O 7º Batalhão de Bombeiros Militar (7º BBM), em Montes Claros atendeu na última Quarta-feira (20) e manhã desta Quinta-feira (21) 31 ocorrências relacionadas às Chuvas. O caso mais grave ocorreu no Beco Sebastião Mota na Vila São Francisco de Assis onde uma casa desabou. No momento uma família se encontrava no local, contudo ninguém ficou ferido. Na Vila Guilhermina, a parede do quarto de uma idosa que mora sozinha desmoronou. No município de Juramento que fica a 38 Km de Montes Claros, um muro de arrimo cedeu atingindo o fundo de uma casa que teve a estrutura abalada. No Morada do Parque em frente ao Parque Municipal, um carro dirigido por um idoso ficou ilhado, foi necessário o resgate pelos bombeiros. No bairro Monte Carmelo, um casal de idosos ficou preso na casa com água na altura da janela. No bairro Santa Lúcia, um homem teve que subir no teto de um carro para não ser arrastado pelas águas. Houve registro de inundação nos bairros Alto da Boa Vista, JK, Esplanada, Monte Carmelo, Vila Ipiranga, Tancredo Neves, Vila Sion, Renascença e Avenida Vicente Guimarães próximo à Delegacia da Polícia Civil e no trevo da Praça dos Jatobás. Próximo ao MaxMin Clube, um carro bateu em uma árvore que se encontrava caída na via pública. O motorista não ficou ferido. Cinco famílias (25 pessoas) tiveram que deixar suas residências e foram encaminhadas para a Defesa Civil Municipal que tomará providências. A Defesa Civil ainda informou que ontem (20) choveu 95 milímetros de água. Somente nos 20 primeiros dias de 2016 já choveu 405 mm, sendo que a média histórica de Janeiro é de 230 mm. Uma força tarefa foi formada entre o Corpo de Bombeiros, Prefeitura de Montes Claros e Cemig. Está sendo utilizado o Sistema de Comando em Operações (SCO) e reuniões diárias são realizadas no quartel do 7º BBM para traçar os Planos de Ação. Para hoje diversas vistorias em locais de risco estão programadas, principalmente na Vila São Francisco de Assis onde existem famílias em perigo. Agentes de trânsito ficarão em prontidão para dar apoio em caso de alagamento e desvio do fluxo. Também será realizada a limpeza de bueiros e pontos que possam contribuir para novos alagamentos. O Corpo de Bombeiros tem orientado a população a se prevenir no período de chuvas intensas procurando manterem-se sempre vigilantes ao nível de subida das águas, mesmo à noite, tendo sempre lanternas em condições de uso, manter sempre objetos de valor em locais altos e desligar a energia elétrica, se estiver chovendo forte ou trovejando, fique dentro de sua casa ou procure um lugar onde você possa se abrigar, desde que não seja uma área de risco., em casos de maior gravidade (havendo infiltração, rachadura ou barulhos estranhos), abandonar sua residência, quem mora as margens de rios e próximo a encostas também deve sair de casa; Procure manter a calma acima de tudo; Providencie a evacuação do local e retirada de pessoas que ainda estão correndo risco; Transmita alarme aos vizinhos em caso de súbita elevação das águas. Evite viajar durante chuvas fortes e nunca dirija por estradas alagadas. Se notar que seu carro poderá ser arrastado pelas águas, pare, abandone o veículo e procure um local seguro.</u></p>	

Fonte: Jornal O Tempo de Montes Claros. Disponível em: <<http://www.ojornaldemontesclaros.com.br/mural/imprimir.asp?codigo=81139>>. Acesso Jan (2017).

Em se tratando da necessidade de remoção da população em situações emergenciais de deslizamentos, as informações repassadas pela COMDEC em 2016 mostram que embora sejam carentes em termos de recursos humanos, materiais para a atuação em casos de prevenção e resposta a desastres (estoques de alimentos, cobertores colchonetes ou fundos financeiros destinados para utilização em situações de emergência), o município dispõe de dez

abrigos destinados ao atendimento em situações adversas, onde, geralmente, as famílias se abrigam nessas ocasiões, quando da inexistência de outras moradias para mudança.

5.3 Suscetibilidade a Movimento de Massa na cidade de Montes Claros/MG

O mapeamento das áreas de risco de desastres depende, fundamentalmente, do mapeamento das áreas de suscetibilidade e vulnerabilidade natural, associado à vulnerabilidade da população exposta. Desta forma, a combinação dos atributos morfométricos da área de estudo, resultou no mapa de suscetibilidade natural a movimentos de massa da cidade de Montes Claros/MG (Tabela 11).

Tabela 11 - Distribuição da suscetibilidade a movimento de massa: Montes Claros/MG

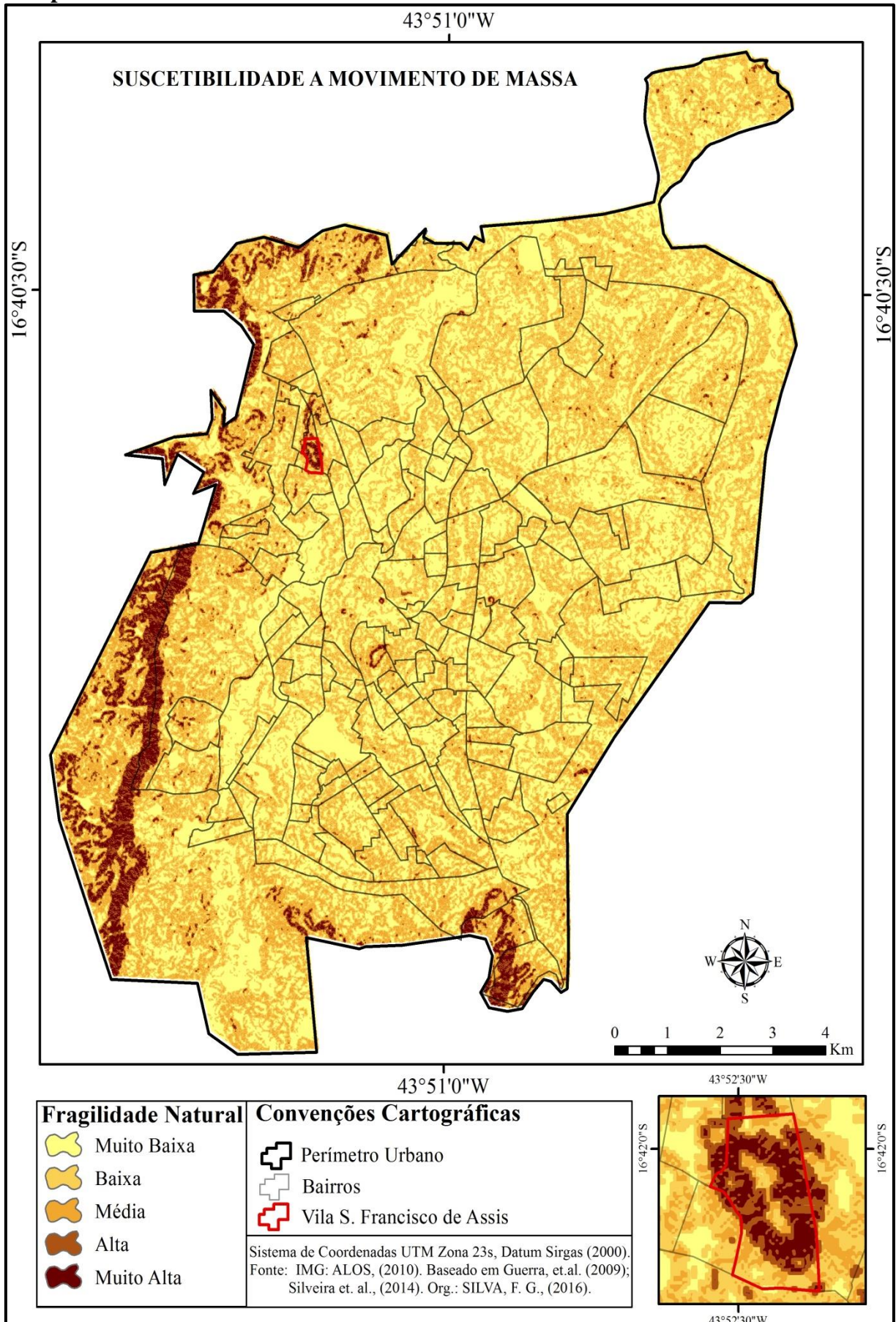
CLASSE	SUSCETIBILIDADE	
	ÁREA	
	Km ²	%
Muito Baixa	69,967	48,66
Baixa	37,051	25,77
Média	28,791	20,02
Alta	3,028	2,11
Muito Alta	4,95	3,44
	143,787	100,00

Org.: SILVA, F. G. (2017).

Conforme a leitura do Mapa 14 e em detalhe na Tabela 11, as classes de muito baixa suscetibilidade somam 48,66% da área e se estendem por 69,967 km². A classe de baixa suscetibilidade totaliza 25,77%, com 37,051 km² da área. A classe de suscetibilidade média corresponde a 28,791 km² e 20,02% da área total. A classe de suscetibilidade alta corresponde a menor área de 3,028 km², com percentual de 2,11% do total, enquanto que a classe muito alta corresponde a 3,44% distribuídos em 4,95 km² da área.

Cabe salientar que a Vila São Francisco de Assis, morro isolado a oeste da cidade, apresenta extensa porção da área com classe de alta e muito alta suscetibilidade. Outro morro isolado, na área central da cidade que apresenta alta e muito alta suscetibilidade, é o Morrinhos. No entanto, a suscetibilidade natural é bem menor, se comparado ao primeiro.

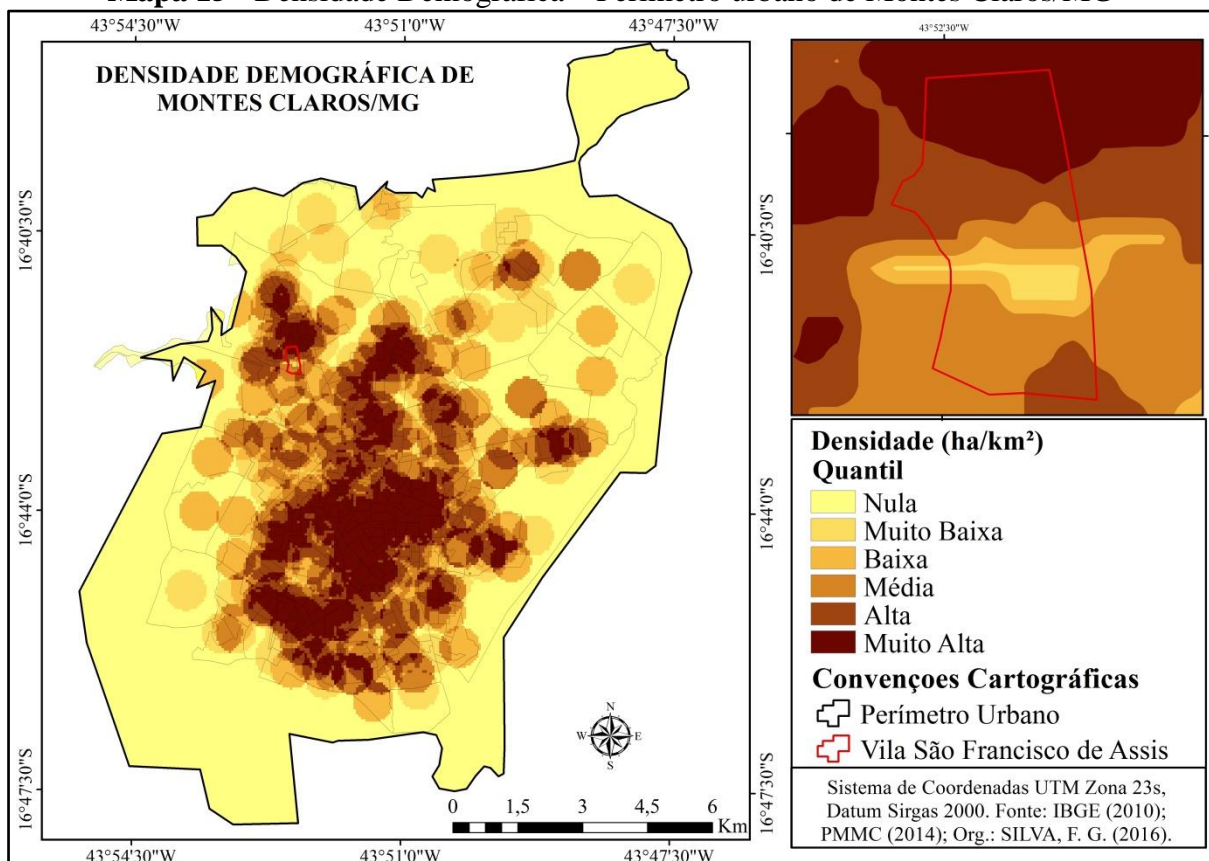
Mapa 14 - Suscetibilidade natural a movimentos de massa na cidade de Montes Claros/MG



De forma geral, os setores que apresentam maior suscetibilidade estão localizados na porção norte-noroeste a sul (N-NNO - S) do perímetro urbano, correspondente a área de maiores cotas altimétricas e maiores declives. Entretanto, a maior parte da área não apresenta ocupação antrópica, com exceções de algumas áreas, a saber, Vila São Francisco de Assis, Vila Atlântida, Nova Morada, Vila Áurea, Santos Reis, Eldorado, Ibituruna, Morrinhos, Parque Verde e Santo Amaro. A área sudoeste (SO) é ocupada inclusive até as bases das encostas, por população de alto poder aquisitivo (Ibituruna), portanto, de baixa vulnerabilidade social.

Não obstante, com exceção ao Ibituruna, as demais áreas apresentam alta e muito alta suscetibilidade, com população de baixo poder aquisitivo e alta vulnerabilidade social (econômica, educacional e estrutural), além das áreas estarem sujeitas aos processos condicionantes de risco, especialmente pelo arcabouço topográfico, e o agravante da alta densidade populacional (Mapa 15). Neste contexto, merece menção o Morrinhos, localizado em área íngreme de alto potencial a suscetibilidade ao risco, sendo um aglomerado subnormal (assim como a Vila S. Francisco de Assis), onde dispõe de alta densidade demográfica (área central).

Mapa 15 - Densidade Demográfica – Perímetro urbano de Montes Claros/MG



É possível observar, conforme já mencionado, que o adensamento populacional de Montes Claros se dá a partir da área *core* em sentido as periferias. Desta forma, as áreas de alta suscetibilidade, em maioria nas áreas periféricas, carecem de maior atenção dos órgãos e gestores municipais. Almeida (2010), desenvolveu estudo com famílias expostas aos riscos socioeconômicos e ambientais, e pontua que a vulnerabilidade é estabelecida pela sua relação biunívoca com o adensamento demográfico das áreas urbanas, porque afeta e é afetado por ele. Assim, é importante salientar que a vulnerabilidade, seja qual for, não significa pobreza, se faz necessário avaliar os inúmeros fatores condicionantes e determinantes da mesma.

O Ibituruna (população de alto poder aquisitivo), por outro lado, embora tenha parte de seu terreno localizado em área de muito alta/alta suscetibilidade, com construções na cota de base de encosta (Figura 14), detém maior capacidade de lidar e de resposta para se comportar frente a um fenômeno natural que um aglomerado subnormal de baixo poder aquisitivo e altamente denso.

Figura 14 - Construções na cota de base de encosta – Condomínio de luxo/Ibituruna



Fonte: Pesquisa de campo, abril de 2017. SILVA, F. G. (2017).

É possível visualizar na imagem que há expansão desses condomínios em direção à serra (embora apresente baixa densidade populacional), sendo que na base da serra, há presença de moradias de alto padrão construtivo passíveis de serem atingidas por possíveis deslizamentos de solo, e queda de blocos. O embasamento geoambiental da serra é relativamente estável (camada de solo muito delgada). Contudo, chuvas intensas podem deflagrar rompimentos no topo da serra, que possui as mais altas declividades do perímetro urbano, podendo atingir as casas à jusante. Lembrando que as intervenções, mesmo pequenas, em encostas íngremes, podem desestabilizar os terrenos e condicionar processos erosivos e movimentos de massa. Desta forma, não é recomendável construções nesta área, por a serra ser cabeceira de drenagem de nascentes, e deve haver restrições legais à sua ocupação, impedindo a expansão da malha urbana.

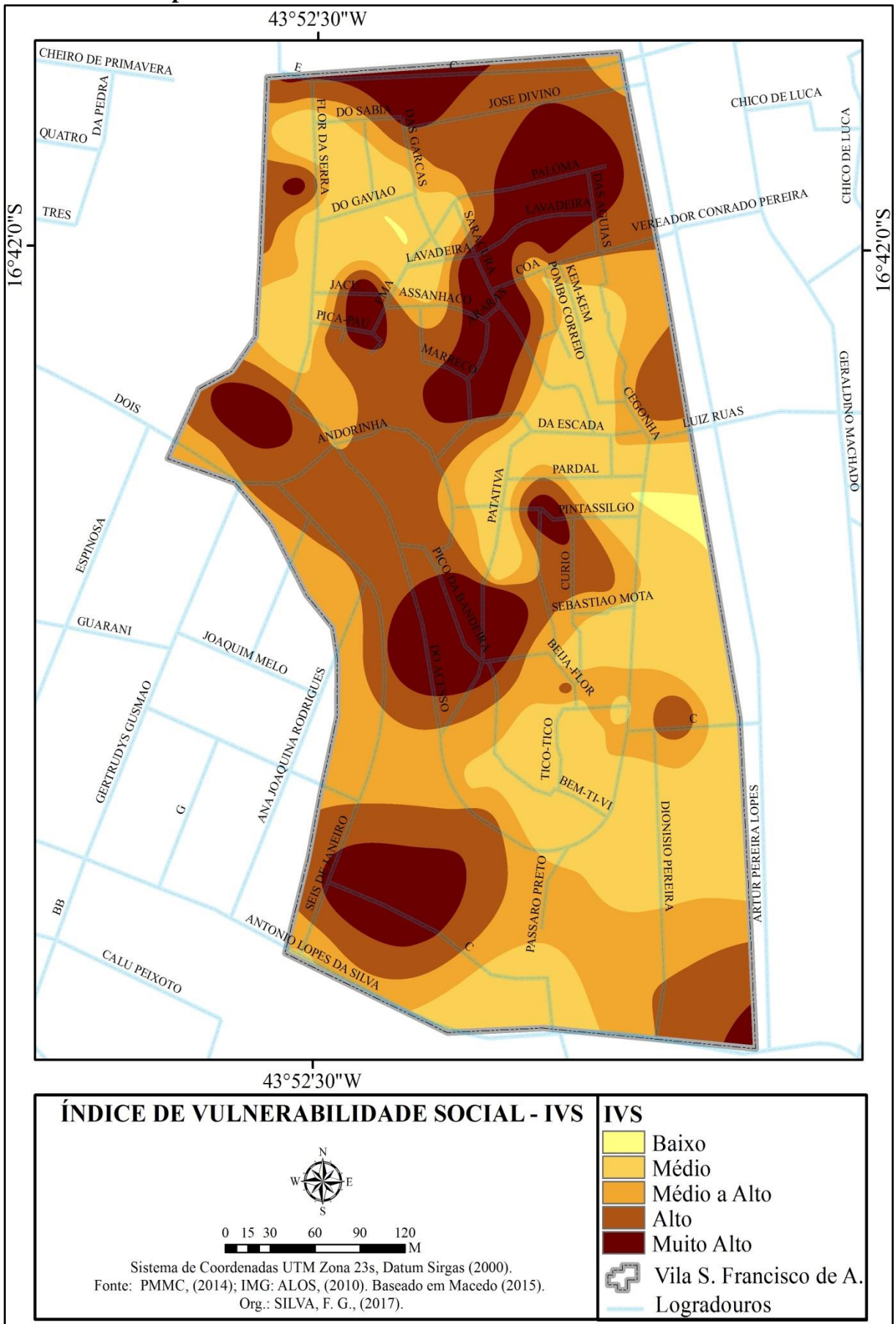
A Vila São Francisco de Assis, apresenta em sua maioria média a alta densidade com alta e muito alta suscetibilidade a movimento de massa. As classes mais altas de densidade estão localizadas mais a norte e noroeste, exatamente onde há construções de domicílios no topo e cota de base de talude localizado em área de antiga pedreira de exploração mineral. As casas ao topo do talude correm o risco de desabarem num processo de quedas de blocos, e as moradias a jusante ao talude, de ser atingidas, caso ocorra queda de blocos. A área é consolidada, de alta densidade e infraestruturas deficientes, especialmente construtivas.

No item a seguir, trata-se em detalhe da vulnerabilidade socioambiental a risco a movimento de massa na Vila São Francisco de Assis, identificação e caracterização das áreas de risco. O nível de risco de cada área foi definido a partir de indicadores de vulnerabilidade. Conforme Guerra et. al. (2009), dependem de uma série de condicionantes naturais e antrópicos. Para a quantificação dos níveis de risco foram analisados condicionantes, essencialmente geomorfológicos (morfometria), e calculados indicadores e/ou fatores de vulnerabilidade local.

5.4 Índice de Vulnerabilidade Social – IVS na Vila Francisco de Assis

Conforme o Mapa 16, produzido segundo a metodologia apresentada no subitem 4.4.1 deste trabalho, a vulnerabilidade social distribui-se pela extensão da Vila São Francisco de Assis, sendo concentrada em alguns pontos em virtude da expressividade das variáveis de suscetibilidade social, capacidade de resposta e adaptação ao evento (vide questionário em anexos).

Mapa 16 - Vulnerabilidade social da Vila São Francisco de Assis



Foram identificadas, conforme se apresenta no Mapa 16, treze (13) grandes áreas críticas de VS alta e muito alta na Vila São Francisco, e dessas, nove (9) de VS muito alta, caracterizando locais de risco quanto às habitações e população residente. É importante salientar, que foram consideradas 17 variáveis com pesos que variam entre -1 a 1, sendo considerados inúmeros fatores, por exemplo, a idade, o sexo, o número de crianças e de idosos que salientam o alto grau de vulnerabilidade social, enquanto que a quantidade de homens e reformas recentes nos domicílios demonstram maior capacidade de enfrentamento a um possível evento.

As condições de vulnerabilidade social, associadas às de vulnerabilidade naturais e ambientais, promovem uma relação problemática, corroborando consequências materiais, podendo até mesmo resultar em perda de vida humana, quando do aumento de nível de risco socioambiental. Neste contexto, faz-se necessário formular políticas públicas que visem abolir o problema.

De forma geral, o nível de vulnerabilidade da Vila São Francisco de Assis varia de baixa a muito alta vulnerabilidade, sendo que a classe que apresenta maior porcentagem da área é a classe de VS Média (29,31%), conforme a Tabela 12:

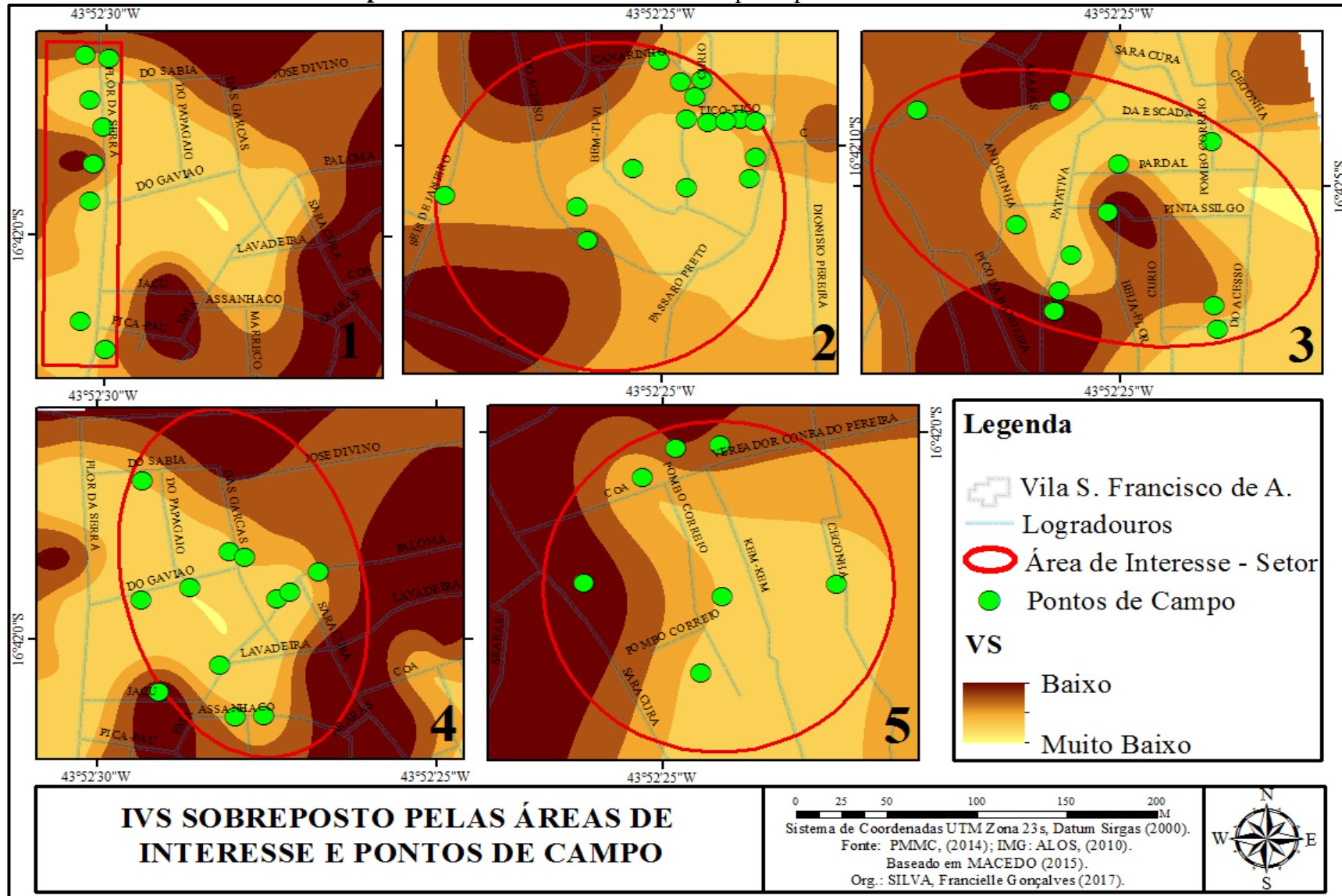
Tabela 12 - Área das classes de Vulnerabilidade Social

Índice de Vulnerabilidade Social – IVS		
Classe	Área	
	Km²	(%)
Baixa	0,001	0,62
Média	0,051	29,31
Média/Alta	0,044	25,55
Alta	0,049	28,49
Muito Alta	0,028	16,02
Total	0,173	100

Org.: SILVA, F. G. (2017).

Em seguida, tem-se a classe VS Alta, com 28,49% da área. A classe VS Média a Alta ocupa 25,55% da área, e a classe VS Muito Alta com 6,02% da área. A menor porcentagem é ocupada pela classe VS Baixa, com 0,62% do total. Essas áreas estão dispersas pela extensão da Vila São Francisco de Assis, sendo que as maiores áreas de vulnerabilidade alta e muito alta concentram-se na porção central, oeste, norte e nordeste da Vila São Francisco de Assis, coincidindo com as áreas de maior instabilidade natural e física-estrutural da área, incidindo com as áreas vistoriadas pela COMDEC, especificamente a porção central. O Mapa 17, demonstra a setorização das áreas de interesse.

Mapa 17 - Vulnerabilidade Social sobreposta pelas áreas de interesse



As áreas de interesse foram setorizadas em cinco (5) setores prioritários, estabelecidos conforme a proximidade dos alvos afetados e a suscetibilidade a qual o terreno está exposto. O setor 1, corresponde a porção noroeste da Vila São Francisco de Assis, abarca a rua Flor da Serra. Essa área é marcada pela construção de casas junto ao topo de paredão rochoso, que sofreu intensas modificações (cortes), sendo explorado por antiga pedreira de exploração de minério de ferro que funcionava anteriormente no local. A área apresenta potencial de queda de blocos, e o nível de VS geral é média/alta, o que a qualifica como área de atenção prioritária (Quadro 6).

Quadro 6 - Setor 1: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)

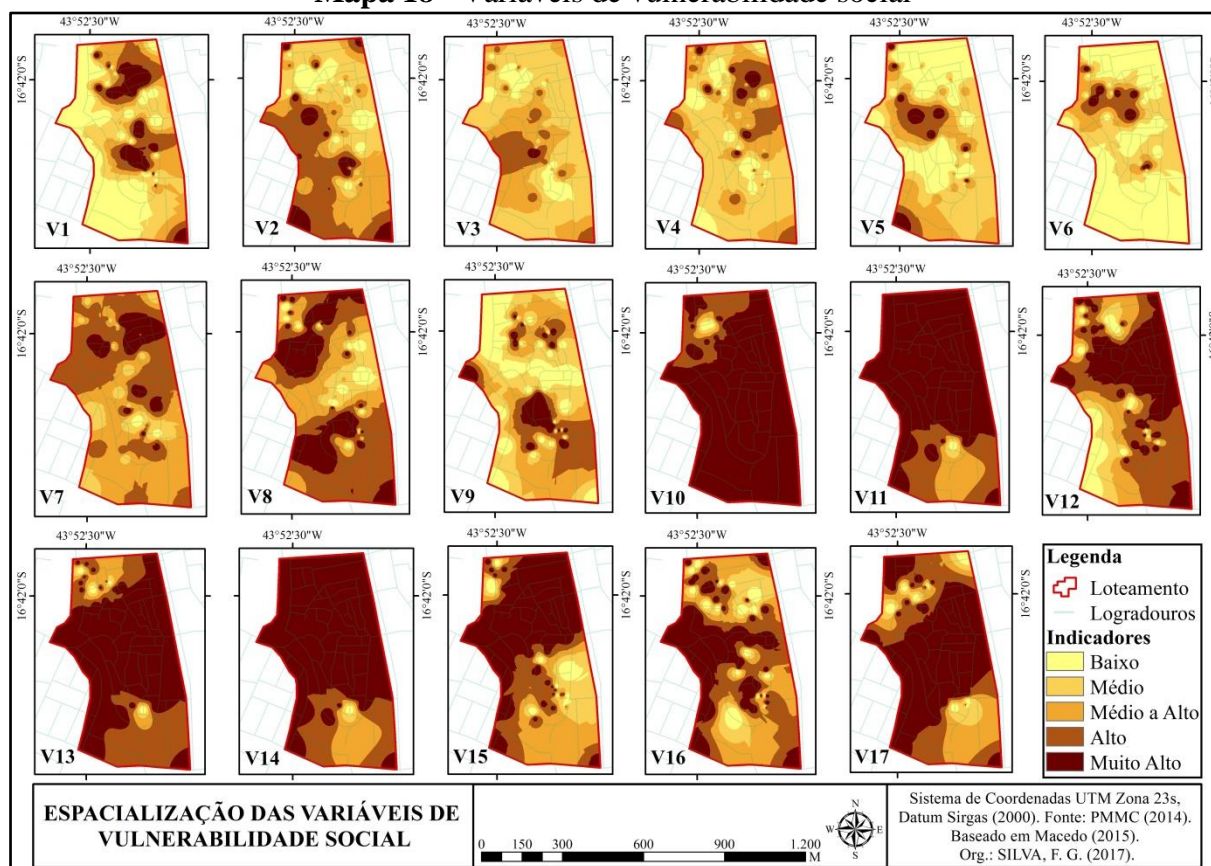
Variáveis	Categorias	(VS)
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	Baixa
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Média/Alta
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Média/Alta
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Média/Alta
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Alta
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Média/Alta
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Alta
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	Alta
V9	Renda total do domicílio	Baixa
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	Alta
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	Muito/Alta
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	Média/Alta
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	Alta
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	Muito/Alta
V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	Média
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	Média/Alta
V17	Moradores com experiência em presenciar situações de desastre (perigo) socioambiental	Alta
	Média aritmética dos fatores	3,5
	CLASSE DE RISCO	Média/Alta

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

Assim, observou-se nesta área: presença de comércios, tais como bares e mercadinhos, onde a maioria dos domicílios são de responsabilidade de homens, e a vulnerabilidade relacionada à renda é baixa. Sobre esta última, Macedo (2015) afirma ser uma das duas variáveis essenciais para se medir a vulnerabilidade de uma dada região, a outra é o nível de instrução. De forma geral, a Vila São Francisco de Assis apresenta alto índice de

vulnerabilidade neste quesito (V8 e V9). O Mapa 18, apresenta a distribuição das variáveis de vulnerabilidade social pela Vila São Francisco de Assis.

Mapa 18 - Variáveis de vulnerabilidade social



A experiência em treinamento em situação de risco e primeiros socorros, a preparação financeira em caso de enfrentamento de evento perigoso são as variáveis que apresentam muito alta vulnerabilidade na área. Estas variáveis chamam atenção por medir a capacidade de resiliência frente ao fenômeno enfrentado. Sendo assim, a população da Vila São Francisco de Assis apresenta baixa resiliência frente ao fenômeno de movimento de massa, concomitantemente, muito alta vulnerabilidade à capacidade de resposta e adaptação ao evento.

As características e/ou variáveis responsáveis por elucidar a maior suscetibilidade à vulnerabilidade social são: V1, V2, V3, V4, V5 e V7. Estas variáveis estão dispostas pela extensão da Vila São Francisco de Assis, sem um padrão definido, já que dependem exclusivamente do perfil da população residente no domicílio.

A área Setor 2 (Quadro 7), apresenta, de forma geral, média alta vulnerabilidade. As variáveis responsáveis pelas classes mais altas são a V2 – número de idosos no domicílio e a

V7 – número de homens adultos no domicílio. Desta forma, fica evidente que esta área apresenta um número significativo de idosos, sendo que estes apresentam maior dificuldade de locomoção, por exemplo, caso um evento seja desencadeado. O setor 2 apresenta, também, um menor quantitativo de domicílios com presença de homens, que detém força física para lidar quando da ocorrência de processo de movimento de massa.

Quadro 7 - Setor 2: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)

Variáveis	Categoria	VS
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	Baixa
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Alta
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Média/Alta
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Média/Alta
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Média/Alta
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Média/Alta
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Alta
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	Muito/Alta
V9	Renda total do domicílio	Muito/Alta
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	Muito/Alta
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	Muito/Alta
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	Alta
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	Alta
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	Muito/Alta
V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	Alta
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	Muito/Alta
V17	Moradores com experiência em presenciar situações de desastre (perigo) socioambiental	Muito/Alta
	Média aritmética dos fatores	4,0
	CLASSE DE RISCO	Alta

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

No Setor 2, a vulnerabilidade se enquadra, em média, na classe de alta vulnerabilidade social. Quanto à capacidade de resposta frente ao fenômeno de movimento de massa, essa vulnerabilidade se enquadra individualmente entre as classes de alta (V12), a muito alta (V8, V9, V10, V11 e V12). Lembrando que a variável nove (V9) é importante indicador para se medir a vulnerabilidade de determinada área. Desta forma, entende-se que a área possui dificuldade de lidar e resistir quando do enfrentamento de evento adverso.

Quanto à adaptação aos eventos, o Setor 2 apresenta alta (V13 e V15) a muito alta vulnerabilidade (V14, V16 e V17). O grau de adaptação junto à capacidade de resposta frente a possível evento, determina a resiliência que o indivíduo ou grupo de indivíduos possui em

face de uma situação de perigo ou desastre. Neste contexto, a área possui alto grau de vulnerabilidade social e baixa resiliência frente ao enfrentamento de crises relacionadas a perigos, neste caso, de movimento de massa.

O Setor 3 (Quadro 8), apresenta em média vulnerabilidade classificada como alta.

Quadro 8 - Setor 3: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)

Variáveis	Categoria	VS
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	Muito/Alta
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Muito/Alta
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Média/Alta
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Média/Alta
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Baixa
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Média
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Média
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	Muito/Alta
V9	Renda total do domicílio	Muito/Alta
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	Muito/Alta
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	Muito/Alta
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	Alta
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	Muito/Alta
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	Muito/Alta
V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	Alta
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	Alta
V17	Moradores com experiência em presenciar situações de desastre (perigo) socioambiental	Muito/Alta
	Média aritmética dos fatores	4,2
	CLASSE DE RISCO	Alta

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

Semelhante aos setores anteriores, o Setor 3 dispõe de indicadores de baixa (V5), média (V6 e V7) a média alta (V3 e V4) e muito alta (V1 e V2) suscetibilidade a vulnerabilidade. Assim, percebe-se que as maiores classes se referem à categoria de sexo do responsável pelo domicílio (V1), ou seja, em sua maioria os domicílios desse setor são chefiados e/ou tem mulheres como responsáveis, portanto, possui maior vulnerabilidade. A variável de idade do responsável pelo domicílio (V2) apresentou classe muito alta, pois no Setor 3, grande porcentagem dos domicílios são chefiados por idosos. Assim, as classes de suscetibilidade social de muito alta vulnerabilidade no Setor 3, representam domicílios de reponsabilidade de mulheres e idosos.

No que diz respeito à capacidade de resposta no Setor 3, as classes dominantes são de alta (V12) e muito alta (V8, V9, V10 e V11) vulnerabilidade. Esses dados descrevem a dificuldade dos indivíduos deste Setor em lidar com possível evento ou fenômeno perigoso. Sendo difícil resistir e/ou recuperar-se em face de perda de patrimônio e/ou mesmo situações adversas que podem resultar em feridos e perda de vidas. A falta de veículo (V12) em domicílio dificulta o socorro até o hospital, posto de saúde ou clínica. O baixo nível de instrução (V8) e baixa renda (V9) dificultam a compreensão, a percepção de risco a que estão submetidos, bem como a incapacidade financeira de intervenção (obras de infraestruturas) e restauração quando afetadas por fenômeno adverso.

Em relação à adaptação aos possíveis eventos, as classes de vulnerabilidade variam entre alta (V15 e V16) e muito alta (V13, V14 e V17). As variáveis correspondentes às reformas e melhorias estruturais nas habitações (V15), bem como a variável de atendimento de moradores por programas de assistência social (V16), indicam a segurança e insegurança frente ao fenômeno. Assim, a classe alta dessas vulneráveis sugere que a maior parte da população do Setor 3, não fizeram reformas recentes nas habitações o que não assegura a integridade do imóvel e de indivíduos face ao fenômeno. A não assistência do governo potencializa, ainda mais, a situação de vulnerável. A existência de outra residência para mudança (V13), a preparação financeira dos indivíduos em caso de situação de fenômeno adverso e a experiência em presenciar evento danoso (V17), denotam a capacidade de enfrentamento perante evento desencadeado. Portanto, essas variáveis indicam a baixa resiliência enfrentada pelos indivíduos residentes nos domicílios do Setor 3, marcado pela alta e muito alta vulnerabilidade social.

O Setor 4 (Quadro 9), apresenta indicador médio geral de classe de vulnerabilidade média alta. A suscetibilidade a vulnerabilidade da população residente no Setor varia entre baixa (V2, V5 e V6), média (V1 e V3) e média alta (V4 e V7). Desta forma, a maior parte da amostra não possui idosos como responsáveis pela residência (V2), bem como apresenta número insignificativo de idosos e pessoas com necessidades especiais nos domicílios (V5 e V6). As variáveis inerentes ao sexo do responsável pelo domicílio (V1) e a quantidade total de moradores (V3) apresentam valores medianos. As variáveis relacionadas à quantidade de crianças até 12 anos de idade (V4) e à quantidade de homens no domicílio (V7), denotam a vulnerabilidade média a alta apresentada pelo Setor 4. Assim, o número significativo de crianças até 12 anos de idade e o número insignificativo de homens nos domicílios denota a vulnerabilidade do Setor 4.

Quadro 9 - Setor 4: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)

Variáveis	Categoria	VS
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	Média
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Baixa
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Média
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Média/Alta
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Baixa
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Baixa
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Média/Alta
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	Alta
V9	Renda total do domicílio	Média/Alta
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	Média/Alta
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	Muito/Alta
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	Alta
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	Média/Alta
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	Muito/Alta
V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	Média/Alta
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	Alta
V17	Moradores com experiência em presenciar situações de desastre (perigo) socioambiental	Muito/Alta
	Média aritmética dos fatores	3,2
	CLASSE DE RISCO	Média/Alta

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

A capacidade de resposta do Setor 4, pode ser medida através da leitura dos indicadores que variam entre média/alta (V9, V10 e V11) a alta (V8 e V12) vulnerabilidade. Estas variáveis salientam incapacidade de resposta frente a possível evento e/ou fenômeno adverso enfrentado pela população do Setor 4. No quesito adaptação a enfrentamento de possível fenômeno natural, o Setor 4 apresenta vulnerabilidade que varia entre média/alta (V13 e V15), alta (V16) e muito alta (V14 e V17) vulnerabilidade. Desta forma, a pouca opção quanto à mudança para residência alternativa, caso ocorra o fenômeno (V13), e as distintas reformas e melhorias nas residências (V15) indicam as poucas intervenções realizadas no setor. Por outro lado, a insignificância de atuação de programas sociais no setor (V16), o despreparo financeiro dos residentes dos domicílios (V14) e o número significativo de indivíduos que experienciou fenômenos adversos demonstram a incapacidade de lidar e resistir, portanto de resiliência do Setor 4.

O setor 5 (Quadro 10), se qualifica, em média, na classe de alta vulnerabilidade. A suscetibilidade da vulnerabilidade varia entre média/alta (V6), alta (V2, V3, V4 e V5), e muito alta (V1 e V7) vulnerabilidade.

Quadro 10 - Setor 5: Área de Interesse – Vulnerabilidade Social (VS)

Variáveis	Categoria	VS
V1	Sexo do Responsável pelo domicílio	Muito/Alta
V2	Idosos Responsáveis pelo domicílio	Alta
V3	Quantidade total de moradores no domicílio	Alta
V4	Quantidade de crianças até 12 anos no domicílio	Alta
V5	Quantidade de idosos no domicílio	Alta
V6	Quantidade de pessoas com alguma necessidade especial	Média/Alta
V7	Quantidade de Homens adultos no domicílio	Muito/Alta
V8	Nível de instrução do responsável pelo domicílio	Alta
V9	Renda total do domicílio	Alta
V10	Presença de morador com experiência em treinamento sobre risco socioambiental	Muito/Alta
V11	Presença de morador com curso de primeiros socorros	Muito/Alta
V12	Posse de Veículo a motor no domicílio	Muito/Alta
V13	Existência de outra residência para mudança em caso de desastre	Muito/Alta
V14	Preparação financeira dos moradores do domicílio em caso de desastre	Muito/Alta
V15	Reformas e melhorias estruturais nas habitações recentemente	Muito/Alta
V16	Atendimento dos moradores do domicílio por programas assistenciais do governo	Muito/Alta
V17	Moradores com experiência em presenciar situações de desastre (perigo) socioambiental	Muito/Alta
	Média aritmética dos fatores	4,5
	CLASSE DE RISCO	Alta

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

Desta forma, os maiores indicadores e/ou variáveis apresentadas no Setor 5, correspondem à categoria de sexo do responsável do domicílio (V1), no caso específico, diz respeito ao sexo feminino, e a outra variável diz respeito ao insignificante número de homens adultos residentes no domicílio (V7). Essas variáveis apontam uma característica marcante de famílias vulneráveis, onde elas geralmente são monoparentais (especialmente monoparental feminina). Quanto às classes de vulnerabilidade alta, observa-se que elas denotam que o setor apresenta alto quantitativo de idosos responsáveis pelo domicílio (V2), número total de moradores no domicílio (V3), crianças até 12 anos no domicílio (V4) e número de idosos residentes (V5). As variáveis demonstram o altíssimo índice de vulnerabilidade, apresentada pelas variáveis V1 a V5. O Setor 5 também apresenta média/alta vulnerabilidade em decorrência da existência de indivíduos com necessidades especiais (V6).

Sobre a capacidade de resposta, o Setor 5 apresenta alta (V8 e V9) a muito alta (V10, V11 e V12) vulnerabilidade. As maiores classes estão relacionadas à experiência e ao treinamento em situação de risco (V10), a presença de moradores com experiência em primeiros socorros (V11) e a posse de veículo a motor no domicílio (V12). Em outras palavras,

caso ocorra evento perigoso e este resulte em perigo à integridade física dos indivíduos do setor, a população não está preparada para lidar e resistir quando dessa possibilidade. Quanto ao nível de instrução, escolaridade (V8) e renda (V9), o Setor 5 apresenta alta vulnerabilidade, assim como está suscetível a baixa ou quase inexistência de percepção ao risco.

Finalizando, o Setor 5 apresenta muito alta vulnerabilidade e muitíssima baixa adaptação e enfrentamento quanto a possível incidência de fenômeno natural. A leitura das variáveis (V13 a V17), corroboram junto a leitura da capacidade de resposta do Setor 5 (V8 a V12). De forma geral em todos os Setores caracterizados, a Vila São Francisco de Assis possui uma alta vulnerabilidade social, muito arraigada em seu território, marcado por uma paisagem “que salta aos olhos”, tamanha clareza da apropriação indiscriminada e insalubre do espaço.

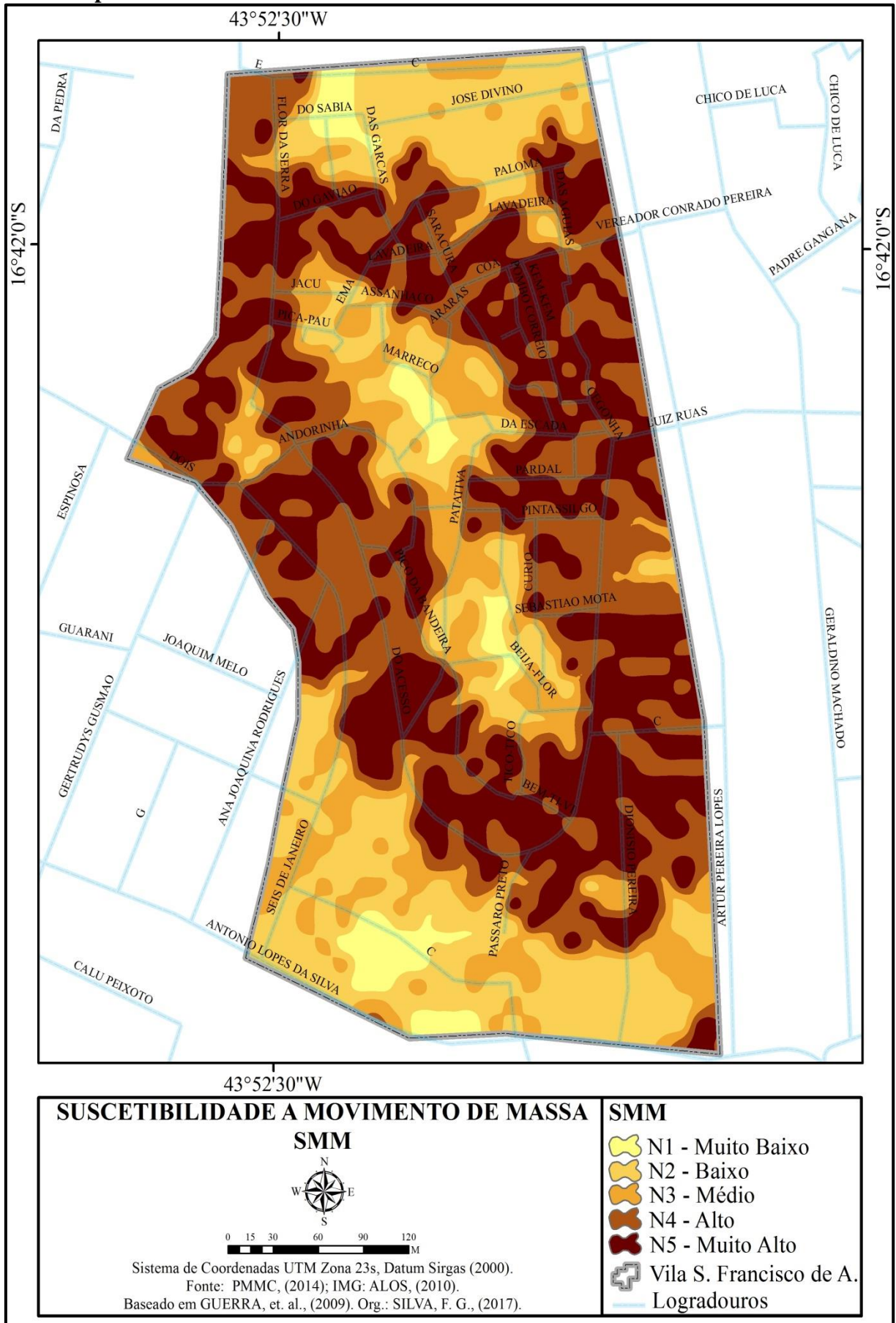
5.5 Índice de Exposição à Movimento de Massa – IEMM na Vila Francisco de Assis

O IEMM foi produzido segundo a metodologia apresentada no subitem 4.4.2 deste trabalho. Para a produção do índice considerou os indicadores topográficos e/ou morfométricos (declividade, hipsometria, forma das encostas - curvatura em perfil e curvatura em plano), correspondentes à suscetibilidade natural da Vila São Francisco de Assis. Posteriormente, os indicadores ou variáveis de exposição a movimento de massa (Quadro 10), foram interpolados gerando o mapa de vulnerabilidade ambiental. A seguir, foram interpolados os mapas de suscetibilidade natural e de vulnerabilidade ambiental, o que resultou no mapa de exposição a movimento de massa, também denominado de mapa de risco a movimento de massa.

Conforme salientado, para se obter o mapa de IEMM, foi necessário realizar dois processos antecedentes, e, neste contexto, o SIG foi determinante. Para isso, considerou-se que o risco é soma da função da suscetibilidade, do perigo natural e da vulnerabilidade, ou seja, o risco é a probabilidade de ocorrência x dano potencial.

A suscetibilidade a movimento de massa diz respeito à vertente espacial do risco, às características do meio natural, essencialmente geomorfológicas (topográficas), às condições propícias à ocorrência do fenômeno. A análise da suscetibilidade da área é a unidade básica para a organização do espaço. O Mapa 19 apresenta a suscetibilidade a movimento de massa na Vila São Francisco de Assis.

Mapa 19 - Suscetibilidade a Movimento de Massa na Vila São Francisco de Assis



A suscetibilidade a movimento de massa na Vila São Francisco de Assis, conforme distribuída no Mapa 19, está espalhada em sua maioria na área central, parte correspondente aos maiores declives e altimetria. O Mapa 19 foi gerado através da álgebra de mapas, em um processo em que foram atribuídas notas às classes de indicadores morfométricos (declividade, hipsometria e forma das encostas), posteriormente cruzadas. Seguiu orientações de Guerra et. al. (2009), que sugere que a declividade possui maior peso na deflagração de risco a movimento de massa, e que as declividades a partir de 20% são as que comandam a maior probabilidade ao movimento de massa. Em seguida, as formas das encostas, sendo que as formas côncavas/divergentes apresentam maior suscetibilidade, seguida pelas formas retilíneas, e convexo/convergentes. Logo após, têm-se a altimetria e assim como a declividade, quanto maior mais suscetível. Desta forma, a partir da leitura do Mapa 19, é possível perceber que o maior nível de suscetibilidade a movimento de massa é representado pela classe muito alta, com cerca de 30,52% da área total (Tabela 13).

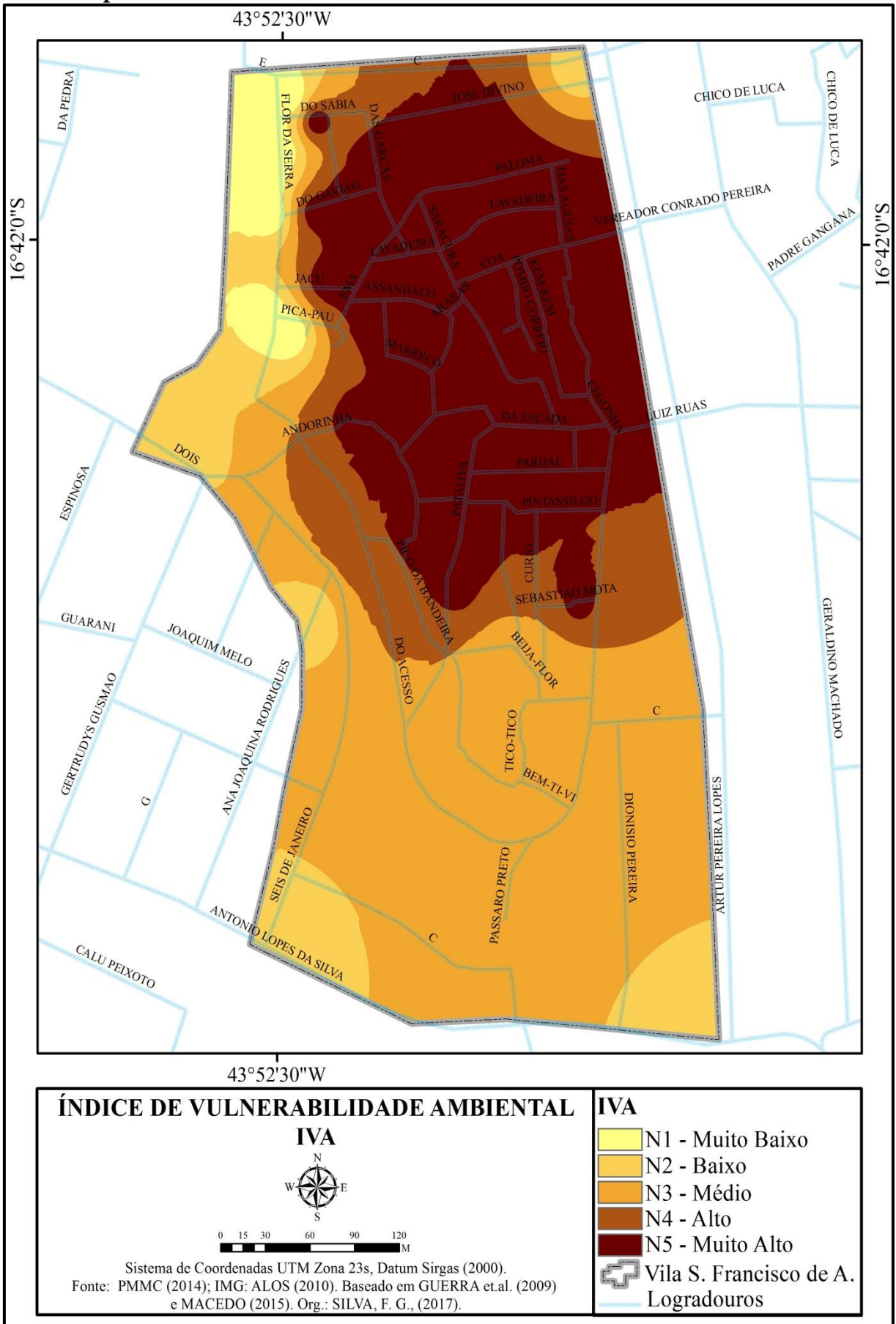
Tabela 13 - Área das classes de suscetibilidade a movimento de massa

Suscetibilidade a Movimento de Massa - IEMM		
Classe	Área	
	Km ²	(%)
N1 - Muito Baixa	0,006	3,35
N2 - Baixa	0,037	21,27
N3 - Média	0,028	16,07
N4 - Alta	0,050	28,79
N5 - Muito Alta	0,053	30,52
Total	0,173	100

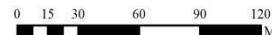
Org.: SILVA, F. G. (2017).

Em seguida, têm-se o nível 4 de suscetibilidade, a classe alta, correspondente a 28,79% da área total. Esses dados chamam atenção, já que quase 60% da Vila São Francisco de Assis, ou seja, 59,31% da área total se enquadra nos níveis de suscetibilidade alta e muito alta. O dado ratifica o perigo que a área está submetida, visto que é densamente ocupada. O menor nível de ocupação diz respeito à classe muito baixa com 3,35% da área, seguido pelo nível 3, classe de média suscetibilidade (16,07%) e o nível 2 – baixa suscetibilidade (21,27%) da área total. Desta forma, a suscetibilidade a que a Vila São Francisco de Assis, está exposta representa a fragilidade natural a movimento de massa da área, e constitui-se de extrema importância no planejamento territorial, sendo subsídio na prevenção e mitigação do risco. A seguir apresenta-se o mapa de vulnerabilidade ambiental da Vila São Francisco de Assis (Mapa 20).

Mapa 20 - Vulnerabilidade Ambiental na Vila São Francisco de Assis



ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL



Sistema de Coordenadas UTM Zona 23s, Datum Sirgas (2000).
 Fonte: PMMC (2014); IMG: ALOS (2010). Baseado em GUERRA et.al. (2009)
 e MACEDO (2015). Org.: SILVA, F. G., (2017).

IVA	
	N1 - Muito Baixo
	N2 - Baixo
	N3 - Médio
	N4 - Alto
	N5 - Muito Alto
	Vila S. Francisco de A. Logradouros

O índice de vulnerabilidade ambiental (Mapa 20), conforme já mencionado, foi obtido através da aplicação em campo do formulário tátil-visual, elaborado por Guerra et. al. (2009) e adaptado ao recorte espacial desse estudo. Semelhante ao processo que resultou no IVS, as variáveis relacionadas às características do meio ambiente da Vila São Francisco de Assis, foram quantificadas a partir de pesos atribuídos as variáveis. Os pesos variam entre -1 e 1, sendo que o peso negativo sugere baixa vulnerabilidade e o peso positivo alta vulnerabilidade.

A leitura do Mapa 20, mostra que as classes de vulnerabilidade muito alta (N5) e alta (N4) se concentram a norte e centro-leste do mapa. Essa área corresponde à área de maior adensamento dos domicílios, com o pior padrão construtivo, menor acesso por vielas e becos, rachaduras nos domicílios, cortes de talude, embarrigamento de muros, entre outros. A Tabela 14, apresenta a distribuição por quilômetros quadrados (km²) da vulnerabilidade do meio ambiente da Vila São Francisco de Assis.

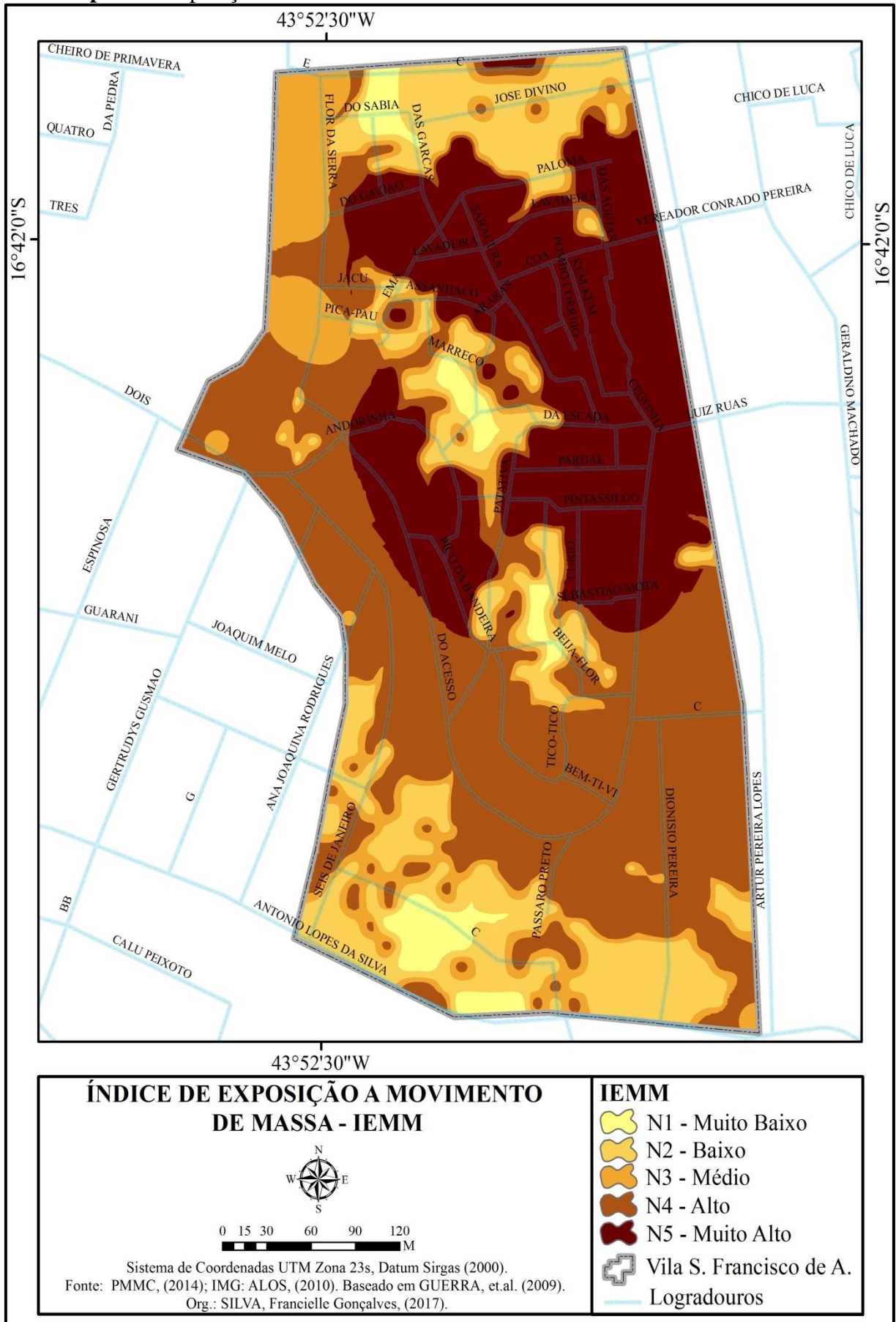
Tabela 14 - Área das classes de vulnerabilidade ambiental

Índice de Vulnerabilidade Ambiental – IVA		
CLASSE	ÁREA	
	Km²	(%)
N1 - Muito Baixo	0,006	3,50
N2 - Baixo	0,018	10,55
N3 - Médio	0,069	40,05
N4 - Alto	0,023	13,20
N5 - Muito Alto	0,057	32,69
Total	0,173	100

Org.: SILVA, F. G. (2017).

Conforme a leitura do Mapa 20 e da Tabela 14, a maior área em quilômetros quadrados corresponde a Classe N3 – Médio, equivalente a 40,05% do total. Em seguida têm-se a classe de índice de vulnerabilidade ambiental nível cinco N5 – Muito Alto, com 32,69% da área. A menor classe corresponde ao nível um (1) N1 – Muito Baixo, com 3,50% da área, em seguida o nível dois N2 – Baixo, com 10,55%, e o nível quatro N4 – Alto, com 13,20% da área. Os dados apontam que a vulnerabilidade ambiental da Vila São Francisco de Assis é localizada e essa vulnerabilidade coincide a exposição e/ou perigo a movimento de massa, portanto também, às áreas de suscetibilidade natural a movimento de massa. Assim, conhecer os danos potenciais a que a área está sujeita é essencial para medir os impactos relacionados a possíveis processos de movimentos de massa sobre os indivíduos e bens matérias da área exposta. Bem como para testar o grau de resiliência da população em risco. O Mapa 21, mostra exposição e o risco a qual a Vila São Francisco de Assis está exposta (IEMM).

Mapa 21 - Exposição a Movimento de Massa IEMM - Vila São Francisco de Assis



O Mapa 21, o IEMM, é resultado da sobreposição dos mapas de suscetibilidade natural (SMM) e do índice de vulnerabilidade ambiental (IVA). É possível identificar a partir da leitura do referido mapa, associado à Tabela 15, que a classe que apresenta maior área em quilômetros quadrados de exposição a movimento de massa é a classe N4 – Alto índice de exposição (38,84%) da área total. Consequente, tem-se a classe N5 – Muito Alto, com 28,44%, do índice de exposição a movimento de massa.

Tabela 15 - Área das classes de exposição a movimento de massa

Índice de Exposição a Movimento de Massa - IEMM		
Classe	Área	
	Km²	(%)
N1 - Muito Baixo	0,005	3,01
N2 - Baixo	0,028	16,30
N3 - Médio	0,023	13,41
N4 - Alto	0,067	38,84
N5 - Muito Alto	0,049	28,44
Total	0,173	100

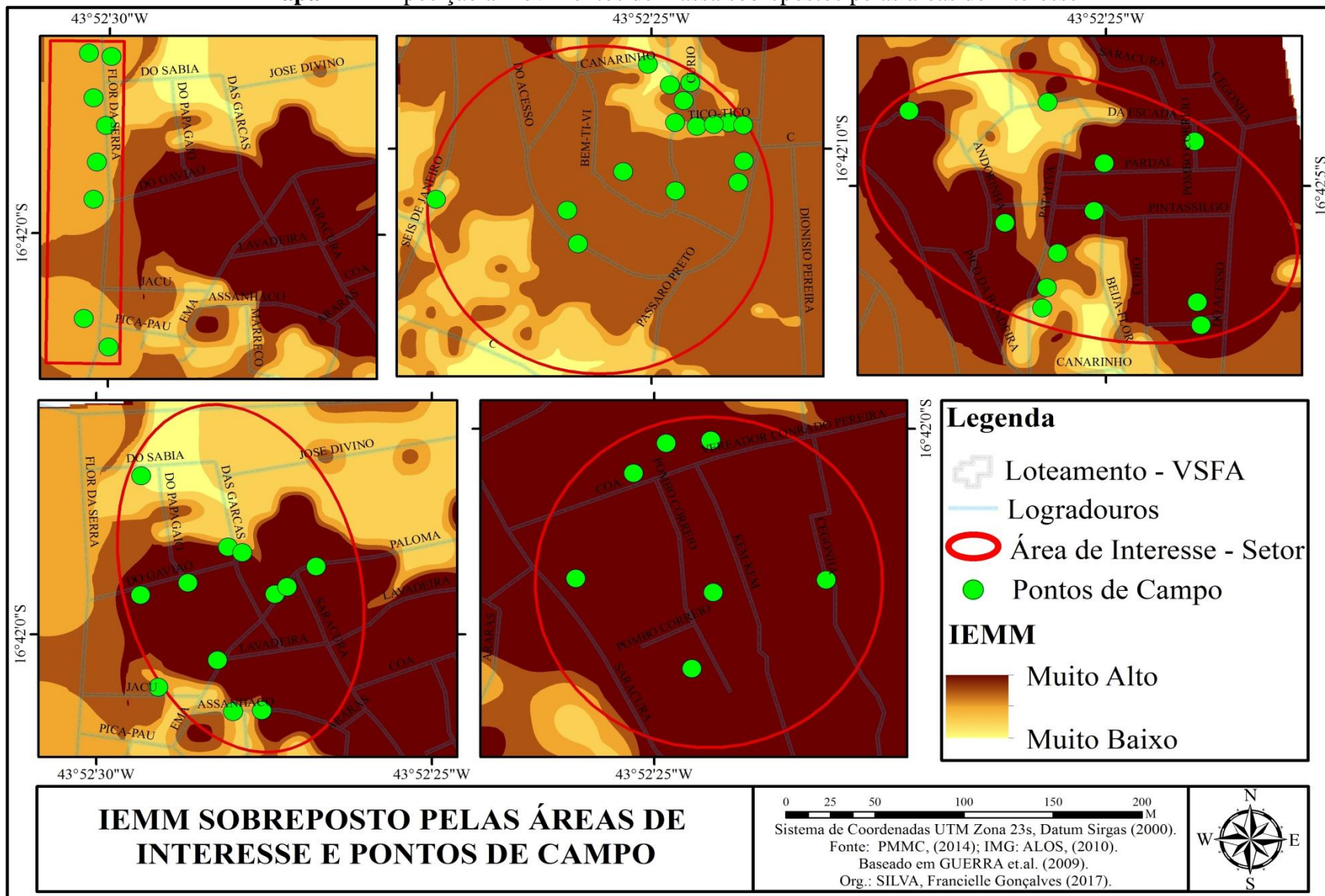
Org.: SILVA, F. G. (2017).

A partir destes dados, percebe-se que a Vila São Francisco de Assis, apresenta 67,28% da área inserida dentro da classe de índice de exposição a movimento de massa, com nível quatro (4) e nível cinco (5), respectivamente de alto e muito alto índice de exposição. Desta forma, compreende-se que a Vila São Francisco de Assis possui alto e muito alto potencial a dano, tanto por parte de prejuízos materiais e econômicos, como até mesmo, dano físico, emocional e perdas de vidas humanas.

A classe de variáveis que apresenta menor índice de exposição a movimentos de massa corresponde ao nível um (1) N1 – Muito Baixo, com 3,01% da área, seguido pelas classes: N3 – Médio 13,41% de índice de exposição e N2 – Baixo com 16,30% de índice de exposição a movimentos de massa.


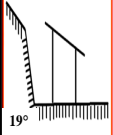
Os dados ratificam o observado na análise da suscetibilidade natural a movimentos de massa, e no índice de vulnerabilidade ambiental. A Vila São Francisco de Assis possui uma alta a muito alta vulnerabilidade ambiental e exposição ao risco de movimento de massa. Assim, o Mapa 21 – IEMM, também pode ser denominado de mapa de risco a movimento de massa, pois sintetiza a ideia de um perigo, mais ou menos previsível, associado a presença de indivíduos e/ou grupos de indivíduos expostos. Para melhor sintetizar o risco, o Mapa 22 demonstra a exposição e o risco a qual a população da Vila São Francisco de Assis está exposta - IEMM sobreposto pelas áreas setorizadas.

Mapa 22 – Exposição a movimentos de massa sobrepostos pelas áreas de interesse



Conforme a análise do Mapa 22, em que o IEMM foi sobreposto pelas áreas de interesse, determinadas pela proximidade das áreas de intervenção da COMDEC, a área correspondente ao Setor 1, apresenta majoritariamente médio IEMM. O setor corresponde à extensão da Rua Flor da Serra, onde há casas construídas sobre contato ao paredão rochoso localizado, a beira do topo da encosta. Localizava-se no limite dessa área antiga pedreira de exploração mineral, hoje desativada. Em decorrência da inexistência de espaço a serem ocupados essa área vem sendo ocupada indiscriminadamente (Quadro 11).

Quadro 11 - Setor 1: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Variáveis	Categorias	IEMM	Posição da edificação em relação à encosta/talude	
V1	Declividade (medida em graus)	N4		
V2	Drenagem natural (quantidade de canais)	N5		
V3	Rede de esgoto sanitário	N3		
V4	Rede de águas pluviais	N5		
V5	Abastecimento de água	N2		
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N3		
V7	Existência de cortes e/ou aterros	N2		
V8	Existência de obras de estabilização	N5		
V9	Cobertura do solo	N4		
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	N2		
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	N2		Contato direto da edificação à afloramentos de rocha calcária
V12	Qualidade da fundação das moradias	N3		
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e vias públicas)	N3		
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	N1		
V15	Existência de acesso para pedestres	N3		
V16	Densidade de ocupação (%)	N4		
	Média aritmética dos fatores	3,2		
CLASSE DE RISCO		Médio		

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

No setor 1, os maiores níveis de suscetibilidade foram atribuídos às variáveis: (V2) - drenagem natural e (V4) - rede de águas pluviais, onde a quantidade de canais de drenagem natural e a rede de águas pluviais nessa área são inexistentes; à variável (V8) - existência de obras de estabilização, onde foram observadas obras de estabilização na Vila São Francisco de Assis, em suma, muro de arrimo de pouca qualidade, construídos pelas próprias famílias; à variável (V9) - cobertura do solo, em que se observou solo exposto na área, gramíneas e vegetação nativa de pequeno porte; e à variável (V16) - densidade de ocupação (%), por se tratar de uma rua, onde existe passagem para automóveis de pequeno e grande porte, onde os passeios (pedestres) são pequenos e/ou inexistentes. A Figura 15, mostra o panorama de risco da ocupação da Vila São Francisco de Assis.

Figura 15 - Panorama da paisagem do Setor 1 - Vila São Francisco de Assis



Org.: A – Topo da encosta da Rua Flor da Serra – área íngreme. B – Habitações construídas sobre área de declive acentuado. C – Edificações construídas sob superfície de contato com paredão rochoso. D – Lixo acumulado no topo da encosta. Fotos: Pesquisa de campo, março de 2017.

Ao analisar os resultados de cada variável dos pontos amostrados do setor, pôde-se observar que a área não é uma das mais perigosas da Vila São Francisco de Assis, visto que corresponde a uma rua com padrão mais ou menos homogêneo de comportamento das variáveis, essencialmente no que diz respeito a infraestrutura, padrão construtivo das moradias e topografia em geral. Não obstante, a construção de edificações na encosta sujeita a deslizamento de terra e queda de blocos, levanta preocupações quanto ao perigo maximizado pela ausência da rede de drenagem, descarte de lixo no topo da encosta, substituição da vegetação nativa por árvores de raízes curtas e que retém água no solo, entre outros. Assim, esses fatores devem ser levados em consideração nas ações mitigadoras e estruturantes deste setor.

O Setor 2 (Quadro 12), corresponde ao nível 5, classe alta de risco a movimento de massa. A área corresponde à parte baixa da Vila São Francisco de Assis e do morro, parte da

Rua de Acesso ao Morro, e parte de vários becos e vielas com densa ocupação e pequeno acesso aos pedestres.

Quadro 12 - Setor 2: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Variáveis	Categoria	IEMM	Corte vertical da encosta e delizamento próximo à edificações
V1	Declividade (medida em graus)	N5	
V2	Drenagem natural (quantidade de canais)	N3	
V3	Rede de esgoto sanitário	N3	
V4	Rede de águas pluviais	N5	
V5	Abastecimento de água	N2	
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N3	
V7	Existência de cortes e/ou aterros	N4	
V8	Existência de obras de estabilização	N4	
V9	Cobertura do solo	N3	
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	N5	
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	N3	
V12	Qualidade da fundação das moradias	N4	
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e ias públicas)	N4	
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	N1	
V15	Existência de acesso para pedestres	N4	
V16	Densidade de ocupação (%)	N5	
	Média aritmética dos fatores	3,6	
		CLASSE DE RISCO	Alto

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

O Setor 2 se insere em área de alta a muito alta suscetibilidade e alto risco a movimentos de massa. As maiores vulnerabilidades ambientais dessa área foram atribuídas à declividade (V1) – N5; rede de águas pluviais (V4) – N5; aos aspectos geotécnicos das moradias (V10) – N5; a densidade de ocupação – (V16) – N5; existência de cortes e aterros (V7) – N4; existência de obras de estabilização (V8) – N4; qualidade da fundação das moradias (V12) – N4; impermeabilização do local (V13) –N4; e existência de acesso para pedestres (V15) – N4.

Foram observados na área processos de deslizamento de solo (Figura 16) e histórico de deslizamento com consequências de queda de parte da edificação (Foto A e D). Em algumas edificações os moradores construíram por conta própria muro de arrimo para conter taludes com cortes verticais em processo de deslizamento (Foto B). Em outros casos, observou-se edificações muito próximas com embarrigamento (Foto B) de parede, evidência de instabilidade. De forma geral, o setor apresenta número significativo de edificações próximas a taludes de cortes verticais, sem estabilizações adequadas, tendo apenas o muro de arrimo, em alguns casos, construídos pelos próprios moradores.

Figura 16 - Panorama da paisagem do Setor 2 – Vila São Francisco de Assis





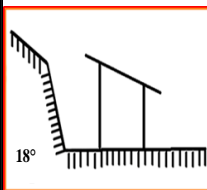
Org.: A – Deslizamento de solo, edificação a jusante e acima da área de deslizamento. B – Muro de arrimo construído para conter o talude que sofreu corte vertical. C – Edificações construídas em área de declive com embarrigamento da parede. D – Edificação próxima a talude de corte, com histórico de deslizamento. Fotos: Pesquisa de campo, março de 2017.

O Setor 2, encontra-se, em grande parte, impermeabilizado e densamente ocupado, com pouco espaço para acesso aos pedestres. As edificações são de baixo padrão construtivo, com edificação ruim, e apresentam, geralmente, alguma evidência de suscetibilidade a movimento de massa. Esses fatores, em especial o adensamento dos domicílios, suscitam preocupações, a saber, caso ocorra um evento de grandes proporções, associado à fragilidade das edificações e o perfil da população residente, pode gerar um desastre em efeito cascata.

A vegetação do setor é em maioria gramíneas, fator que agrega perigo à área, pois em caso de pluviometria intensa, o solo encontra-se sem a proteção natural, sendo suscetível a erosão. Percebeu-se também grande quantidade de lixo no entorno dos domicílios e a inexistência de canaletas, e outras obras de contenção para o escoamento das águas pluviais e

superficiais. Algumas casas, utilizam fossa como esgoto sanitário, e a água utilizada para lavar roupas, utensílios domésticos e banho, em alguns casos, são escoadas por tubulações, sendo lançadas água servida pelos becos, em outros casos, são escoados por canalizações ao rio mais próximo. O setor 3 (Quadro 13), corresponde a área de muito alto IEMM.

Quadro 13 - Setor 3: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Variáveis	Categoria	IEMM	Corte da encosta e deslizamento próximo à edificações
V1	Declividade (medida em graus)	N4	
V2	Drenagem natural (quantidade de canais)	N3	
V3	Rede de esgoto sanitário	N3	
V4	Rede de águas pluviais	N5	
V5	Abastecimento de água	N2	
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N4	
V7	Existência de cortes e/ou aterros	N5	
V8	Existência de obras de estabilização	N5	
V9	Cobertura do solo	N5	
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	N5	
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	N5	Área com histórico de deslizamento - queda de muro/entulho
V12	Qualidade da fundação das moradias	N4	
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e ias públicas)	N5	
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	N1	
V15	Existência de acesso para pedestres	N5	
V16	Densidade de ocupação (%)	N5	
	Média aritmética dos fatores	4,1	
		CLASSE DE RISCO	Muito Alto

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

As maiores vulnerabilidades dizem respeito aos fatores de rede de águas pluviais (V4 – N5); existência de cortes ou aterro (V7 – N5); inexistência de obras de estabilização (V8 – N5); cobertura do solo (V9 – N5); aspectos geotécnicos das moradias (V10 – N5); situação dos imóveis e seu entorno (V11 – N5); impermeabilização do local (V23 – N5); existência de acesso para pedestre (V15 – N5) e densidade de ocupação (V16 – N5). Notou-se, também, altas vulnerabilidades dos seguintes fatores: declividade (V1 – N4), lançamento de detritos (V6 – N4), e qualidade das fundações das moradias (V12 – N4).

No Setor 3, como se observa na Figura 17, é evidente a suscetibilidade a movimento de massa, processos correlatos de deslizamento planar, edificações construídas sem fundação adequada com material argiloso exposto (Foto B) e sob risco de queda e cortes de taludes (Foto A), com evidência de desprendimento de solo. Observa-se, também, a evidência de queda de muro (Foto C), lançamento de detritos no entorno dos domicílios (Foto C), becos e vielas estreitos, com adensamento populacional e residencial (Foto D).

Figura 17 - Panorama da paisagem do Setor 3 – Vila São Francisco de Assis





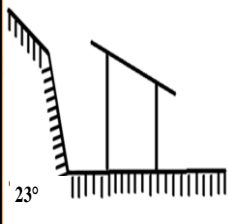
Org.: A – Deslizamento de solo, edificação sob risco de deslizamento. B – Material argiloso exposto embaixo de edificação mal alicerçada. C – Queda de muro decorrente de deslizamento. D – Edificações próximas a beco de acesso a transeunte. Fotos: Pesquisa de campo, março de 2017.

De forma geral, o Setor 3, apresenta muito alto IEMM e uma fragilidade construtiva das moradias, declividade acentuada em alguns pontos (aproximadamente 23°). Observou-se descarte de lixo próximo às edificações, e que a maior parte do setor é pavimentado. E quando não pavimentado apresenta solo exposto, salvo algumas exceções de loteamentos não edificadas onde se desenvolveu vegetação. O setor é densamente ocupado, e algumas moradias apresentam aspectos geotécnicos associados a construções sobre aterro, areia (barro), apresentando difícil acesso aos pedestres pelos becos e vielas.

O Setor 4 (Quadro 14), apresenta muito alto IEMM, sendo que as variáveis de maior exposição ao risco são: declividade (V1- N5); rede de águas pluviais (V4 – N5); lançamento de detritos (V6 – N5); existência de cortes ou aterro (V7 – N5); existência de obras de estabilizações (V8 – N5); cobertura do solo (V9 – N5); aspectos geotécnicos das moradias

(V10 – N5); situações dos imóveis e seu entorno (V11 – N5); impermeabilização do local (V13 – N5); existência de acesso aos pedestres (V15 – N5); densidade da ocupação (V16 – N5). E a qualidade da fundação das moradias (V12) apresenta nível 4.

Quadro 14 - Setor 4: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Variáveis	Categoria	IEMM	Via de acesso e densidade da ocupação dos becos
V1	Declividade (medida em graus)	N5	
V2	Drenagem natural (quantidade de canais)	N3	
V3	Rede de esgoto sanitário	N3	
V4	Rede de águas pluviais	N5	
V5	Abastecimento de água	N2	
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N5	
V7	Existência de cortes e/ou aterros	N5	
V8	Existência de obras de estabilização	N5	
V9	Cobertura do solo	N5	
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	N5	
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	N5	"Embarrigamento" de muro de contenção - sob risco de queda
V12	Qualidade da fundação das moradias	N4	
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e ias públicas)	N5	
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	N1	
V15	Existência de acesso para pedestres	N5	
V16	Densidade de ocupação (%)	N5	
	Média aritmética dos fatores	4,3	
	CLASSE DE RISCO	Muito Alto	

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

O Setor 4, de modo geral, apresenta muito alta exposição ao risco de movimento de massa. Foram observados na área fragilidades das edificações que evidenciam a exposição ao movimento de massa, tais como, rachaduras nas edificações, embarrigamento de muros e paredes. Foram relatados pelos moradores queda de cômodos, em alguns casos. As edificações apresentam deficiências na estrutura, mostrando uma paisagem que evidencia a baixa qualidade das moradias. Os domicílios não possuem calha, o que resulta em mais um agravante no contexto de risco a deslizamentos de terra e/ou movimento de massa. Desta forma, o setor além de ser instável do ponto de vista geomorfológico, ainda é propenso a deslizamentos de terra devido as suas características ambientais, de exposição ao perigo.

O Setor 4, encontra-se impermeabilizado, com pouquíssima vegetação. Observou-se escadarias nas áreas de maior declividade da Vila São Francisco de Assis, sem canaletas para

o escoamento pluvial de maneira superficial, sendo que o escoamento ocorre por meio das vias, o que pode potencializar o perigo de erosões no local. A Figura 18 ilustra estas situações.

Figura 18 - Panorama da paisagem do Setor 4 – Vila São Francisco de Assis





Org.: A – Escadarias em área de declividade acentuada e de densidade de ocupação do beco. B – Edificação próxima a muro de contenção. C – Rachaduras na parede com calha da edificação suspensa por gancho de aço para evitar queda. D – Embarrigamento de muro pela pressão da força gravitacional. Fotos: Pesquisa de campo, março de 2017.

O Setor 4, apresentou diversas evidências de exposição a movimento de massa, mas o que mais chamou atenção foi a estrutura das moradias, sujeitas a risco de deslizamento, inclusive com registro de ocorrência de queda de parte da edificação (Foto C). A densidade de ocupação nessa área é alta (acima de 60%), maximizando o risco de vítimas fatais devido a deslizamentos de terra.

Na Foto D da Figura 18, na área de corte de talude com declive acentuado, parte do talude deslizou trazendo abaixo um cômodo da edificação (2012), sendo necessária a construção de um muro de contenção por parte da família para conter possíveis deslizamentos. Contudo, é possível perceber que o muro está em processo de embarrigamento devido à força gravitacional da área de declive acentuado. A moradia também apresenta

inúmeras rachaduras, o que suscita preocupações sob perigo iminente de desastre. O Setor 5, semelhante ao Setor 4, apresenta muito alto IEMM, Quadro 15.

Quadro 15 - Setor 5: Área de Interesse – Exposição a Movimentos de Massa (IEMM)

Variáveis	Categoria	IEMM	Moradias de baixo padrão construtivo com rachaduras	
V1	Declividade (medida em graus)	N5		
V2	Drenagem natural (quantidade de canais)	N3		
V3	Rede de esgoto sanitário	N3		
V4	Rede de águas pluviais	N5		
V5	Abastecimento de água	N2		
V6	Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N4		
V7	Existência de cortes e/ou aterros	N5		
V8	Existência de obras de estabilização	N5		
V9	Cobertura do solo	N5		
V10	Aspectos Geotécnicos das moradias	N5		
V11	Situação dos imóveis e seu entorno	N5		Terreno vazio com lançamento de lixo e materiais de construção
V12	Qualidade da fundação das moradias	N4		
V13	Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e ias públicas)	N5		
V14	Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	N1		
V15	Existência de acesso para pedestres	N5		
V16	Densidade de ocupação (%)	N5		
	Média aritmética dos fatores	4,2		
	CLASSE DE RISCO	Muito Alto		

Org.: SILVA, F. G. (2017). Pesquisa de campo, março de 2017.

Observou-se no Setor 5 que os fatores que apresentaram maior exposição ao risco são: declividade (V1- N5); rede de águas pluviais (V4 – N5); existência de cortes ou aterro (V7 – N5); existência de obras de estabilizações (V8 – N5); cobertura do solo (V9 – N5); aspectos geotécnicos das moradias (V10 – N5); situações dos imóveis e seu entorno (V11 – N5); impermeabilização do local (V13 – N5); existência de acesso aos pedestres (V15 – N5); densidade da ocupação (V16 – N5). Outros fatores também apresentaram alto IEMM, como lançamento de detritos (V6 – N5); e a qualidade da fundação das moradias (V12) é de nível 4.

Identificou-se neste setor rachaduras nas edificações com potencial a queda caso ocorra deslizamento (Figura 19, Fotos A e B). As rachaduras, conforme já mencionado, potencializam o risco a movimento de massa. Observou-se que na parte dos fundos dos imóveis, geralmente há tubulações (Foto D) drenando água servida para as vielas e becos situados ao lado destas habitações. Há presença de lixo ao longo do setor, e embora exista coleta de lixo na Vila São Francisco de Assis, alguns moradores despejam lixo nos terrenos não ocupados, causando transtornos nas épocas de chuva. O lixo não coletado se acumula e

são levados nas áreas de escoamento de água pluvial. A Figura 19 (fotos: A, B, C e D) ilustram o problema.

Figura 19 - Panorama da paisagem do Setor 5 – Vila São Francisco de Assis



Org.: A – Edificação fraturada e inclinada sob risco de deslizamento. B – Rachaduras na edificação mal alicerçada. C – Entulho acima de 1 metro em terreno baldio. D – Lançamento de águas servidas a beco de acesso a transeunte. Fotos: Pesquisa de campo, março de 2017.

No geral, observou-se que os moradores constroem suas casas de forma precária, através do corte de talude e aterro, formando degraus escalonados de casas. Esse perfil de ocupação é muito perigoso, principalmente se levarmos em consideração o histórico da área, as características físicas e naturais e as atividades antrópicas negativas, como o lançamento de esgoto direto nos becos e vielas. Não há cobertura vegetal do solo suficiente e não há rede coletora de águas pluviais. Os detritos e lixos são lançados próximos aos domicílios e em loteamento não edificadas. Em dias de chuva, o aporte de água é muito grande, o que preocupa toda a comunidade.

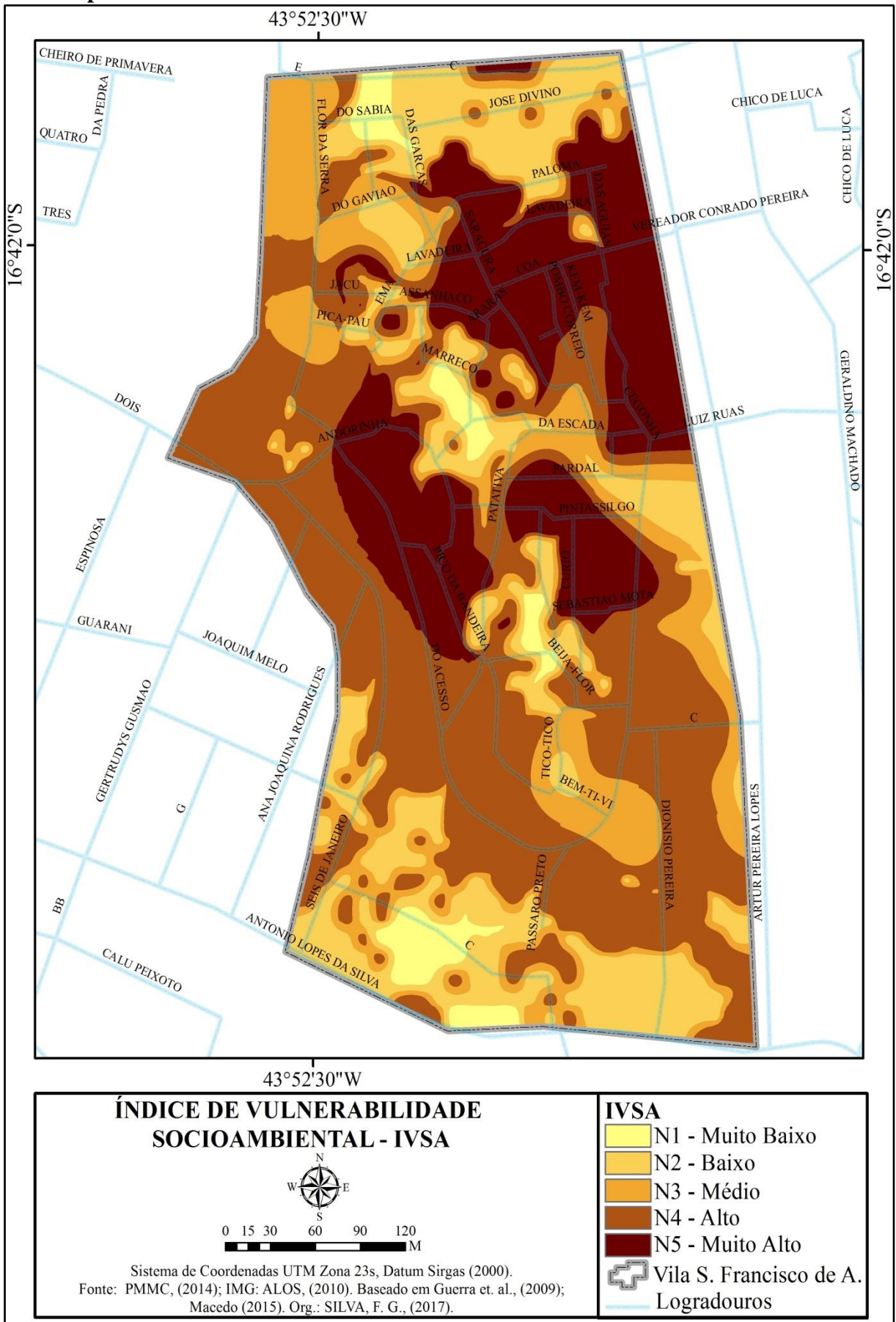
5.6 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA na Vila Francisco de Assis

O IVSA foi produzido segundo a metodologia apresentada no item 4.4.3 deste trabalho. Para a produção do índice, procedeu com a interpolação das variáveis coletadas em campo, via questionário (60 por domicílio) para produzir o índice de vulnerabilidade social; e pelo formulário tátil-visual (60 por domicílio) para produzir o índice de exposição aos movimentos de massa. Através da técnica de sobreposição cartográfica (*overlay*), o Índice de Vulnerabilidade Social – IVS e o Índice de Exposição a Movimento de Massa – IEMM foram sobrepostos. As duas etapas estão relacionadas à vulnerabilidade da população exposta (IVS) e à Vulnerabilidade natural e ambiental (IEMM) da área sob análise. O produto final resulta no mapa síntese do estudo da Vila São Francisco de Assis, ou seja, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA). O IVSA condensa a espacialização da suscetibilidade com as implicações geossistêmica, a vulnerabilidade dos indivíduos com suas marcas, modo de reprodução no território e artificialização da paisagem produto da apropriação do meio.

A análise do IVS, seguiu três parâmetros norteadores, conforme sugerido por Macedo (2015): a predisposição à vulnerabilidade, e/ou suscetibilidade em si; a capacidade de lidar ou enfrentar o fenômeno; e capacidade de adaptação a eventos extremos ou desastres. A primeira diz respeito à predisposição, à vulnerabilidade intrínseca aos indivíduos, a segunda ao momento de ocorrência do fenômeno, e a terceira, versa sobre as características futuras, basicamente a capacidade de resistir, recompor, adquirir resiliência frente ao fenômeno.

Para análise do IEMM, considerou a composição espaço-temporal do risco e o foco foi dado aos parâmetros essencialmente geomorfológicos (morfometria) do risco para compor a análise espacial da suscetibilidade natural. Para compor a análise ambiental, apoiou-se em fatores de vulnerabilidades a deslizamentos proposto por Guerra et. al. (2009). Assim considerou as variáveis preditoras para analisar o perigo visível na paisagem da Vila São Francisco de Assis. Esse exercício resultou no mapa de vulnerabilidade socioambiental da área de estudo, ou mesmo no mapa de risco a movimento de massa na Vila São Francisco de Assis (Mapa 23).

Mapa 23 - Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA na Vila São Francisco de Assis



Identificou-se a partir da leitura do Mapa 23 de IVSA e da Tabela 16, que a classe que apresenta maior área em quilômetros quadrados de exposição a movimento de massa é a classe N4 – Alto índice de exposição que representa 38,27% da área total. Em seguida, se apresenta a classe N5 – Muito Alto índice de exposição a movimento de massa, com 21,50%.

Tabela 16 - Área das classes de vulnerabilidade socioambiental

Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA		
Classe	Área	
	Km²	(%)
N1 - Muito Baixo	0,005	3,01
N2 - Baixo	0,031	18,03
N3 - Médio	0,033	19,19
N4 - Alto	0,066	38,27
N5 - Muito Alto	0,037	21,50
Total	0,173	100

Org.: SILVA, F. G. (2017).

A classe que apresenta a menor área em quilômetro quadrado no mapa é a classe de N1- Muito Baixo, com IVSA (3,01%), seguido pela classe N2 - Baixa (18,03), e a classe N3 - Médio com IVSA (19,19). O Mapa 23 de IVSA, resultou na espacialização e resultados bem próximos ao mapa de IEMM. Portanto ratifica as características já enfatizadas nas análises anteriores, de que a maior parte da Vila São Francisco de Assis corresponde ao índice de vulnerabilidade socioambiental de nível 4 – alto e de nível 5 – muito alto (59,77%) da área de estudo. Desta forma, a Vila São Francisco de Assis possui cinco (5) grandes áreas críticas e quatro (4) pequenas áreas críticas, com Muito Alto IVSA, e perigos associados a movimentos de massa. Possui, também, uma extensa área de Alto IVSA que percorre a Vila São Francisco de Assis de sul-noroeste-nordeste, e além dessa, foram identificadas outras 22 áreas de Alto IVSA.

Esse panorama é justificado pelos indicadores afirmados na pesquisa, em que a Vila São Francisco de Assis apresenta uma população de baixa renda e escolaridade, já que todos os setores apresentaram VS alta e muito alta nessas variáveis. Assim, percebeu que há uma interrelação entre essas duas variáveis (renda e escolaridade) na área de estudo. Outras variáveis que indicaram alto e muito alto VS na Vila São Francisco de Assis são a quantidade de idosos e de crianças até doze (12) anos nos domicílios. Estes fatores demonstram a dificuldade de locomoção em caso de desastre, em necessidade de evacuação rápida, e a menor resistência física em decorrência de desastre.

Os padrões construtivos dos domicílios em situação perigosa geraram preocupações quanto à iminência de desabamento, já que conforme a proporção do evento pode advir um efeito cascata ocasionado um desastre de grandes proporções. Vários problemas estruturais foram encontrados na Vila São Francisco de Assis, citando, por exemplo, as obras de contenções realizadas, em sua maioria, muro de arrimo, estão em péssimo estado de conservação. A existência de trincas, rachaduras em edificações e embarrigamento de muros é um problema latente que a comunidade convive com naturalidade, embora conscientes do perigo. De forma geral, as construções irregulares, e de baixo padrão construtivo necessita de maior atenção do órgão público, seja por meio da manutenção adequada dessas áreas ou mesmo revitalização da mesma.

Os problemas que são antes de tudo de ordem social, deixam as marcas da vulnerabilidade e da artificialização na paisagem, aumentando a condição de risco socioambiental no entorno destas habitações. Desta forma, a gestão dessas áreas para além da criação de medidas estruturais, que muitas vezes criam a sensação de falsa segurança, deve ser pensada no sentido de ordenamento do território, visando dentre outros a revitalização de áreas impróprias à ocupação e criando alternativas que visam o bem-estar físico, emocional e material da população exposta ao perigo, corroborando para mitigação do risco.

O panorama apresentado demonstra a consolidação socioambiental da Vila São Francisco de Assis, marcado por inúmeros problemas infraestruturais - adensamento populacional, e de domicílios, altas declividades, inexistência de rede de drenagem pluvial, entre outros. As consequências da apropriação do meio enquanto recurso, sem gestão adequada, são perceptíveis na paisagem, caracterizada por territórios de forte exclusão socioespacial, ocupados pela população de baixa renda, altamente vulnerável, induzida a ocupação de áreas inadequadas (susceptíveis a perigo) pela imposição do mercado imobiliário que direciona a ocupação do solo urbano.

Salienta-se, também, a ausência de políticas eficazes para o controle dessas áreas de população em risco, e a necessidade de se investigar as causas e dinâmica de produção dos riscos, para subsidiar o planejamento e ordenamento desses espaços. A deficiência no monitoramento e medidas de mitigação das áreas de risco por parte do poder público, as ações da população com ocupação desordenada, o descarte de lixo nas áreas de taludes, retirada da vegetação, favorecem a aceleração da perda de solo ocasionando processos erosivos e movimentos de massa.

Em geral, as populações carentes apresentam, frequentemente, menos mecanismos de lidar, se recuperar e se adaptar aos desastres. Quando há confronto entre instabilidade natural e vulnerabilidade social em locais de habitações humanas há a consolidação de áreas de riscos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa apontaram que os fatores geomorfológicos, essencialmente os indicadores morfométricos associados aos fatores ambientais, são essenciais na análise do risco a movimento de massa. Neste contexto, a análise da vulnerabilidade social da população exposta ao perigo, constitui em importante estratégia para se analisar o risco para além das perdas esperadas, por vez, associadas às perdas materiais e econômicas. Desta forma, a análise da vulnerabilidade social corrobora a compreensão das características que intensificam o perigo à exposição ao movimento de massa, tais como a capacidade de resposta e a resiliência da população exposta, ou seja, a capacidade de se preparar, lidar, resistir e possuir habilidade de se recompor em face ao fenômeno, o que possibilita a atuação preventiva da municipalidade. Esses condicionantes são importantes na análise dos riscos, pois possibilitam a contribuição na gestão, prevenção de acidentes e de danos aos moradores ocupantes das áreas de maior risco aos processos de movimento de massa, sejam naturais ou induzidos.

De forma geral, existe no perímetro urbano de Montes Claros – MG o risco associado pela vulnerabilidade natural (susceptibilidade) a movimento de massa, e especialmente de vulnerabilidade social, na maioria das áreas periféricas. As medidas estruturais são inexistentes ou inadequadas e as ocupações são precárias. O que permite concluir que o desencadeamento dos processos de dinâmica de vertentes pode causar perdas materiais e humanas consideráveis. Neste contexto, a Vila São Francisco de Assis possui maior parte de sua área em Alta e Muito Alta vulnerabilidade socioambiental a movimentos de massa, sendo definidas cinco (5) grandes áreas críticas e quatro (4) pequenas áreas críticas, com Muito Alto IVSA, e perigos associados a movimentos de massa. Identificou-se uma (1) extensa área e outras 22 áreas de Alto IVSA na Vila São Francisco de Assis. Ademais, a Vila São Francisco de Assis possui um espaço urbano consolidado, denso do ponto de vista populacional e da ocupação. Apresenta muito alta susceptibilidade e vulnerabilidade ao risco de movimento de massa. Deste modo, é imprescindível a tomada de decisão quanto a mitigação do risco.

No decorrer da pesquisa deparou-se com diversos desafios, superados através dos vários ajustes e adaptações metodológicas. O desafio inicial foi adaptar a metodologia preconizada por Guerra et. al. (2009) e Macedo (2015) à realidade local. Depois de superadas as limitações e feitas as adaptações, buscou-se estruturar os resultados com o apoio das concepções: espacial e geossistêmica – susceptibilidade; temporal e territorial – vulnerabilidade social; e da paisagem socioambiental – exposição ao perigo. Inicialmente

foram apresentados os resultados do IVS da Vila São Francisco de Assis, em seguida a suscetibilidade natural e a vulnerabilidade ambiental, dos quais resultou o IEMM. Por fim, foi feita a correlação entre o IVS e o IEMM resultando no IVSA da Vila São Francisco de Assis.

Outro problema superado foi a dificuldade de acesso a área de estudo para realização dos trabalhos de campo, pois a Vila São Francisco de Assis apresenta condições adversas de criminalidade e violência, o que dificulta o livre acesso aos pontos estratégicos para o desenvolvimento da pesquisa. Foi necessário um contato prévio com uma residente local para acompanhamento durante o campo da pesquisa.

Conforme os resultados observados na pesquisa, pode-se apontar que a Vila São Francisco de Assis apresenta condições socioambientais pertinentes à análise de risco a movimento de massa de forma integrada, o que garantiu responder a problematização da pesquisa com sucesso. Os produtos gerados podem servir de base nas ações locais de gestão e intervenção ao risco de movimento de massa. O estudo demonstra, também, a importância e contribuição que o geógrafo pode oferecer quando da atuação direta sobre problemas que muitas municipalidades brasileiras enfrentam, sobretudo, aqueles que dizem respeito aos riscos naturais, em especial no trato da problemática socioambiental, ou seja, de interface sociedade/natureza.

No mais, o estudo abre precedentes para estudos posteriores, tendo como suporte essa metodologia de detalhe em todo perímetro urbano. Embora Montes Claros apresente grande extensão de terreno em áreas com baixo potencial natural à suscetibilidade a movimentos de massa, existem áreas com alta suscetibilidade e/ou fragilidade natural que carecem de estudos mais aprofundados. Em decorrência da exiguidade de tempo para realização dos estudos não foi possível fazer o estudo detalhado em todo perímetro urbano, especialmente de vulnerabilidade social, optando por fazer uma análise da suscetibilidade natural da área. Não obstante, a dinâmica de expansão da ocupação e loteamentos em áreas de encostas em Montes Claros são uma das justificativas para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2007. 349p. [Edição fac-similar da *Tese (Doutorado)* – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957.].
- ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278 f. *Tese (Doutorado)* - Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- AMORIM FILHO, O. B.; BUENO, M. E. T.; ABREU, J. F. Cidades de porte médio e o programa de ações sócioeducativo- culturais para as populações carentes do meio urbano em Minas Gerais. *Boletim de Geografia Teórica*, Rio Claro-SP, v.2,n. 23-24,33-46,1982.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A.J.T; CUNHA, S. B. (org.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.p. 365-392.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada á estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUCRJ, 1992, v.2.
- _____. Cartas de Risco de Escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. *Dissertação de Mestrado* em Engenharia Civil - Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994, 167 p.
- AZEVEDO, P. G. Vulnerabilidades Socioambientais na Zona de Proteção Ambiental - 9, Natal/RN. *Dissertação (Mestrado em Geografia)* - Curso de Geografia, Departamento de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010, 120 f.
- BANDEIRA, A. P. N. Parâmetros Técnicos para Gerenciamento de Áreas de Riscos de Escorregamento de Encostas na Região Metropolitana do Recife. *Tese de Doutorado* - Universidade Federal de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife: 2010. 322p
- BARROS, M. V. F.; MENDES, C.; CASTRO, P. H. M. de. Vulnerabilidade socioambiental à inundação na área urbana de londrina – PR. *Confins [En ligne]*, 24 | 2015, mis en ligne le 21 juillet 2015, consulté le 07 décembre 2016. Disponível em: <http://confins.revues.org/10228> ; DOI : 10.4000/confins.10228.
- BERGER, M.G. Inundações/Alagamentos na área urbana de Santa Maria associada a ação antrópica e a distribuição das chuvas entre 1980 e 2000. 1999. 80f. *Monografia* (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico. *Revista IGEOP/USP*. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, USP, n. 13, 1971. pp. 1-27.

_____. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. *Revista Ra'E Ga*, Curitiba, n8, Ed. UFPR. p. 141-152, 2004. Tradução: Olga Cruz.

_____; BERTRAND, C. *Une géographie traversière – L'environnement à travers territoires et temporalités*. Paris: Editions Arguments, 2002.

_____; BERTRAND, C. *Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Org.: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2007. Tradução.

BÊZ, M.; FIGUEREDO, L. C. Algumas reflexões acerca da geografia socioambiental e Comunidade. *Geosul*, v.26, n.52, 2011.

BIGARELLA, J. J. *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003. 1026 p.

BINDA, L. A. Geomorfologia urbano-ambiental. *Revista Geografia e Pesquisa* - v.2 - n.1 jan-jun, 2008. Disponível em: <http://vampira.ourinhos.unesp.br/openjournalssystem/index.php/geografiaepesquisa/article/view/75/10>. Acesso: Abril 2015.

_____; MASCARELLO, L.W; SILVA, W.B. Alterações geomorfológicas no perímetro urbano da cidade de Guarapuava-PR. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 10, p. 78-86, 2009.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, BRASIL. *Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza tecnológica (Vol. 1a Parte da Natureza tecnológica)*. (M. d.Civil, Ed.) Brasília: Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2003.

_____. *Cadernos do Ministério das Cidades*. Brasília: MCidades/Governo Federal, 2006.

BUENO, F. *Métodos Heurísticos: Teoria e Implementações*. Tutorial IFSC/Araranguá, 2009. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/b/b7/Tutorial_m%C3%A9todos_heur%C3%ADsticos.pdf>. Acesso em julho 2016.

BUZAI, G. D; BAXENDALE, C.A. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Lugar Editorial. Buenos Aires. 2006.

CAMARGO, L. H. R. de. *A ruptura do meio ambiente*. Conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a Geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CÂMARA, G.; A. M. V. MONTEIRO; S. DRUCK; M. S. CARVALHO. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: Fuks, S. D.; M. S. Carvalho; G. Câmara; A. M. V. Monteiro (eds.), *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens, São José dos Campos, São Paulo, 2001. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf> >. Acesso em: 4 de Janeiro de 2016.

_____; MONTEIRO, A. M. V. In: *Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação*. Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.; D'Alge, J.C. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada). Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf> >. Acesso em: 16 Janeiro de 2017.

CARDONA, O. D. *The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management*. 2003. Disponível em: www.desenrendando.org. Acessado em: maio de 2014.

CARDOSO, J. M. A. A região norte de Minas Gerais: um estudo da dinâmica de suas transformações espaciais. In: OLIVEIRA, M.F.M. et al. *Formação social e econômica do Norte de Minas. Montes Claros*: Ed. Unimontes, 2000. p. 173-346. v.

CASTRO, A. L. C. *Manual de desastres. Desastres naturais*. Brasília MIN, 2003. 174 p.

CENAD – DEFESA CIVIL DO BRASIL – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Relatório consolidado sobre a capacidade local de proteção a desastres*. Local: MONTES CLAROS – MG. GeoEnvi - Geologia e Meio Ambiente LTDA. Florianópolis, 31 de Outubro de 2014.

_____. *Relatório consolidado sobre fatores físicos e ambientais de vulnerabilidade a inundações e deslizamentos*. Local: MONTES CLAROS – MG. GeoEnvi - Geologia e Meio Ambiente LTDA. Florianópolis, 31 de Outubro de 2014.

CERRI, L.E.S; AMARAL, C.P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 18, p.301-310.

CHORLEY, R. J. *Geomorphology and General Systems Theory*. US. Geological Survey Professional Paper, vol. 500-B, 1962, pp. 1-10.

_____; *A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas Gerais*. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 11, n. 21, p. 3-22, jun. 1971.

_____; KENNEDY, B. A. *Physical Geography: a systems approach*. London: Prentice Hall, 1971

_____; SCHUMM, S. A; SUGDEN, D. E; *Geomorphology*. Cambridge: Methuen, 1984. 606 p.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de Sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979.106p.

_____. *Análise de Bacias Hidrográficas*. In: CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. p. 103-127.

_____. *Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical*. In: SOUZA, M.A.A. (org) *Natureza e sociedade hoje: uma leitura geográfica*. Coleção o novo mapa do mundo. São Paulo: HUCITEC, 1993.

_____. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Büchler, 1999.

CROSS, J. A. Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability. *Revista Environmental Hazards*, nº3 (2001) pág 63–80.

CUNHA, L. RAMOS, A. M. Riscos Naturais em Portugal: Alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos Riscos Geomorfológicos. In. FREITAS, M. I. C; LOMBARDO, M. A. (Org.) *Riscos e vulnerabilidades: Teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro*. Edição: 1ª São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. (Recurso digital). 19-44.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil; UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. *Geologia da Folha Jequitai* SE.23-X-C-II*. Programa geologia do Brasil. Brasília, 2007.

_____; ANP. *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais*. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Belo Horizonte, 2010.

_____. Banco de Dados GEOBANK. *Carta Geológica de Montes Claros/MG*. 2014. Disponível em: < http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.download_layouts?p_webmap=N >. Acesso em março de 2016.

EINSTEIN, H. H. Landslides risk assessment procedure. *Anais do 5th International Symposium on Landslides*, Lausanne, v. 2, p. 1075-1090, 1988.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: uma Abordagem Geológico Geomorfológica. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*, GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.), Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 3º edição, 1998, 123 - 194pp.

_____; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. *Revista brasileira de Geomorfologia*, UGB, 2001. Vol. 2, Nº 1. p. 51-71.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto Para a Geomorfologia. In. FLORENZANO, T. G. (org). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: oficina de texto, 2008a, p. 31-71.

_____. Cartografia. In. FLORENZANO, T. G. (org). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: oficina de texto, 2008b, p. 105 - 128.

FRANÇA, I. S. de. A cidade média e sua centralidade: o exemplo de Montes Claros no Norte de Minas Gerais. 2007. Dissertação. (*Mestrado em Geografia*) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

GARCIA, R. A. C.; ZEZERÊ, J. L.; *Avaliação de risco geomorfológico: conceitos, terminologias e métodos de análise*. Trabalho apresentado no III Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2003.

GODOY, L. C. *Apostila de Geologia 6: processos de dinâmica superficial*. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Geociências. Ponta Grossa, 2005.

GOERL, R. F., KOBİYANA, M. e PELLERIN J. R. G. M. Mapeamento de vulnerabilidade no município de rio Negrinho – SC: uma proposta metodológica. *Caminhos de Geografia Uberlândia*, v. 12, n. 40 dez/2011 p. 10 – 26. 2011.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia – Uma atualização de bases e conceitos*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007.

_____. *Encostas Urbanas*. In: GUERRA, A. J.T. (org). *Geomorfologia Urbana*. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p.

_____. MENDONÇA, M. B. de; LOPES, P. B. M; LIMA, F. S; JORGE, M. C. O; MENDES, B. R. Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos sócio-ambientais no bairro quitandinha, bacia do rio Piabanha (afluente do Paraíba do Sul), Município de Petrópolis-RJ. *Anais II Seminário de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de áreas degradadas, serviços ambientais e sustentabilidade*, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 785-824.

_____; GUERRA, A. J. T. *Novo Dicionário geológico-geomorfológico*. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

_____. MARÇAL, M. S. *Geomorfologia Ambiental*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2006. 192 p.

GUIMARÃES, F. G.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. *Movimentos de Massa*. In: FLORENZANO, T. G. (org). *Cartografia*. In.: *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: oficina de texto, 2008 p. 159 - 184.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. São Paulo. Edgard Blücher; Ed. da Universidade de São Paulo, 1984. 194p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 332p.

_____. *Manual Técnico de Geomorfologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. 175 p.

_____. *Censo Demográfico de 2010 de Minas Gerais*. Rio de Janeiro, 2010.

_____. *Estimativas Demográficas de 2016 do município de Montes Claros/MG*. Disponível em << www.cidades.ibge.gov.br>> Acessado 20/02/2016.

INFANTI JR; FORSINARI FILHO, N. *Processos de Dinâmica Superficial*. In: OLIVEIRA, A. M. dos S. & BRITO, S.N.A. de (org). *Geologia da Engenharia*. São Paulo: ABGE -CNPq-FAPESP. 1998. 131-152.

IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA. Disponível em: <http://ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-All_FINAL.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

IPEA, Instituto de Pesquisas Espaciais Aplicadas. *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro*. – Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p. – (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013). Incl. bibl. ISBN: 978-85-7811-171-7

IPT. Manual: *Ocupações de Encostas*. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, 1991.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Geneva: United Nations, 2004. 431p.

JENKS, G. F. *O Conceito De Modelo De Dados Em Mapas Estatísticos*, Anuário Internacional de Cartografia 7: 186-190. 1967.

JORGE, M. C. O. *Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias*. In: GUERRA, A. J.T. (org). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p.

KOBIYAMA, M.; *et.al. Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba:Organic Trading, 2006. 109p.

LACERDA, H. Notas de geomorfologia urbana. In: IX Encontro Regional de Geografia - EREGEO, 2005, Porto Nacional (TO). *Anais do IX EREGEO*, 2005.

LEITE, M. E. Geotecnologias Aplicadas Ao Mapeamento Do Uso Do Solo Urbano E Da Dinâmica De Favela Em Cidade Média: O Caso De Montes Claros/MG. 2011. 287f. *Tese (Doutorado)* – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

_____; PEREIRA, A. M. *Metamorfose do espaço intraurbano de Montes Claros/MG*. Montes Claros: Unimontes, 2008.

_____; SANTOS, I. S.; ALMEIDA, J. W. L. Mudança de Uso do Solo na Bacia do Rio Vieira, em Montes Claros/MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2011, 779-792.

LOPES, L. G. N; SILVA, A. G; GOULART, A. C. O. Novos caminhos na análise integrada da paisagem: abordagem geossistêmica. *Natureza on line*. 12 (4): 156-159. 2014. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br>. Acesso Ago 2015.

MACEDO, S. Paisagem, Urbanização e Litoral: do éden à cidade. *Tese apresentada para o concurso de livre-docência junto a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo*, São Paulo. 1993.

MACEDO, Y. M. *Vulnerabilidade socioambiental do bairro Mãe Luíza, Natal, RN, Brasil. Dissertação* (Mestrado em Program de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Lutiane Queiroz de Almeida. 2015.

_____; *et.al. Vulnerabilidade Socioambiental em escala de detalhe: o caso de Mãe Luiza, Natal, RN, Brasil*. GEOSABERES - Revista de Estudos Geoeducacionais, Vol. 6, Nº 2, 2015.

MACIEL FILHO, C.; NUMMER, A. *Introdução à Geologia de Engenharia*. 4 ed. Santa Maria: Ed da UFSM, 2011.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. *Geosul*, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, jul./dez. 2004a. Disponível em: <http://morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/O-risco-em-perspectiva-tend%C3%A2ncias-e-abordagens.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016.

_____; HOGAN, D. J. “*Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos*”. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 7, n. 2, pp. 95-110. 2004b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24689.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

MARQUES, J. M. *Ciência Geomorfológica*. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Organização, Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. – 7ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p.23-45.

MARTÍNEZ, M. I. Estratigrafia e tectônica do Grupo Bambuí no norte do estado de Minas Gerais. *Tese de mestrado* – Instituto de Geociências UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

MARTINS, A. S.; LEITE, M. E. Análise do crescimento das favelas da cidade de Montes Claros – MG por imagens de alta resolução espacial. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0730.pdf>>. Acesso em Fev. 2017.

MENDONÇA, F. A. *Geografia Socioambiental*. In: *Terra Livre*, n. 16, p. 113-132, 1º sem. 2001.

_____. *Geografia, Geografia Física e Meio Ambiente: Uma Reflexão à Partir da Problemática Socioambiental Urbana*. *Revista da ANPEGE*. v. 5, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.

NASCIMENTO, M. A. do, e CARVALHO, P. F. de. *Pensando o planejamento ambiental para cidades pequenas: o caso de Perdões – MG*. In MENDES, A. A. & LOMBARDO, M. A. (orgs.). *Paisagens geográficas e desenvolvimento territorial*. Rio Claro, PPG-Unesp/Ageteo, 2005, páginas 27- 44

OGURA, A.; MACEDO, E. S. *Procesos y riesgos geologicos*. In: *II Curso internacional de aspectos geologicos de proteccion ambiental: notas de clases*. Montevideo: UNESCO, 2002. Cap. 8, p. 114-137.

OLIVEIRA, E. L. A. *Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização*. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PASSOS, M. M. dos. *Para que serve o GTP (Geosistema – Território – Paisagem)?* Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre 2011 pp. 1-19.

PEREIRA, A. M. *Cidade média e região: o significado de Montes Claros no Norte de Minas Gerais*. 347f. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

PHILIP, D.; RAYHAN, I. *Vulnerability and Poverty: What are the causes and how are they related?* Interdisciplinary Course, International Doctoral Studies Program at ZEF, Bonn, 2004. 28p. Disponível em: www.zef.de. Acessado em maio de 2014.

PINE, J. C. *Natural hazards analysis: reducing the impact of disasters*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London -New York, 2009.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO NO BRASIL. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2013. Disponível em: <<<http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>>>. Acesso 18/03/2016.

QUARANTELLI, E. L. Epilogue. In: Quarantelli E.L, editor. *Whatis a disaster? Perspectivesonthequestion*.NewYork: Routledge; 1998. p. 234-273.

_____. A social scienceresearch agenda for thedisastersofthe 21st century: theoretical, methodologicalandempiricalissuesandtheirprofessionalimplementation. In: Perry RW, Quarantelli E.L, editors. *Whatis a disaster? New answerstoold questions*. Newark: InternationalResearchCommitteeonDisasters; 2005. p.325-396.

RECKZIEGEL, B. W. *Áreas de Risco Geomorfológico: Um estudo na Vila Laranjeiras, Porto Alegre-RS*. 2004. 74f. Trabalho de Graduação B (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

RODRIGUES-CARVALHO, J. A. *Perigos geológicos, cartografia geotécnica e proteção civil*. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 3, Florianopolis, ABGE, 1988.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: EDUFC, 2004.

RODHE, G. M. *Epistemologia ambiental: uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética*. Porto Alegre: Ed. PUCS, 1996, Coleção Filosofia, 37.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia, ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990.

_____. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. In: *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo: Edusp. n.6, 17-30p. 1992.

_____. “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”. In: *Revista do Departamento de Geografia* n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

_____. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Regional. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 9, FFLCH-USP, São Paulo, 1995, p. 65-75.

_____. *O novo mapa do relevo brasileiro*. Ática, São Paulo, 1996.

_____. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SAADI, A. A Geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. *Geonomos* - v.5 n. 2, 1997.

SANTOS, R. F. *Planejamento Ambiental – Teoria e Prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTORO, J. Erosão continental. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*, Instituto Geológico. São Paulo, 2009.

SANTOS, A. dos. Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju. *Dissertação (Mestrado)* - (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SILVA, C. R. da. *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.: il.: 28 cm.

SILVEIRA, C. T. et. al. Mapeamento Preliminar da Suscetibilidade Natural a Movimentos de Massa da Serra do Mar Paranaense. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.15, n.1, (Jan-Mar) p.3-22, 2014.

SOUZA, L. A. Diagnóstico do Meio Físico como Contribuição ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana-MG. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. 2004. 182 p.

SOUZA, R. J. de. O sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema-SP. *Dissertação (mestrado)* - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: 2010, 173 f.

SOTCHAVA, V. B. *O estudo de geossistemas*. Métodos em questão, n.16, IGUSP. São Paulo, 1977. 51 p.

_____. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. *Biogeografia*. São Paulo, n. 14, 1978. 24p.

SCARIOT, N. *Processos de Riscos Ambientais Associados à Desastres Naturais no Município de Santa Maria-RS*. 2004. 42f. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SOARES, P. R. Cidades médias e aglomerações urbanas: a nova organização do espaço regional no Sul do Brasil. In: SPOSITO, E. S. SPOSITO, M. E. B. SOBARZO, O. (Orgs.).

Cidades médias: produção do espaço urbano e regional. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2006. (Série Geografia em Movimento).

STRAHLER, A. N. *Equilibrium theory of erosional slopes, approached by frequency distribution analysis*: 1950, Am. Jour. Sci., v. 248, p. 673-696, 800-814.

SZLAFSZTEIN, C.; et. al. *Referências Metodológicas para mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: Mapeando as vulnerabilidades*. Brasília: MMA, GTZ; 2010.

TOBIN, G. A; MONTZ, B.E. *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press, 1997.

TOMINAGA, L. K; et. al. *Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do Litoral Norte de São Paulo: conceitos e técnicas*. In: PEJON, O; ZUQUETTE, L. eds. *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental*, 5: 2004: São Carlos. p. 205-216.

_____. *Escorregamentos*. In. *Desastres naturais: conhecer para prevenir / Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosângela do Amaral (orgs.)* – São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRICART, J. I. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

_____. *Paisagem e Ecologia*. São Paulo: IGEO/USP, 1981.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de inundações urbanas*. Ministério das cidades. Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.

UNDP. *Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report*. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery. New York: UNDP, 2004.

VALERIANO, M. M. Curvatura Vertical de Vertentes em Microbacias pela análise de Modelos Digitais de Elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande (PB)*: 2003, DEAg/UFCG, v. 7, n. 3, p. 539-546.

_____. *Dados Topográficos*. In. FLORENZANO, T. G. (org). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: oficina de texto, 2008, p. 72 - 104.

VARNES, D. J. *Slope movements: types and processes - landslides analysis and control*. Washington: National Academy of Sciences, 1978. p. 11-13.

_____. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, natural hazards*. UNESCO, Paris, 1984.

VEDOVELLO, R; MACEDO, E. Deslizamentos de encostas. In: SANTOS, R. F. dos (org.). *Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?* Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2007.

VEYRET, Y. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2015. 2ª ed. 319p. (Tradutor Dilson Ferreira da Cruz).

WIGGERS, M. M.. Zoneamento das áreas de risco a movimentos de massa no perímetro urbano do município de Caxias do Sul (RS)./Monica Marlise Wiggers. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS. *Dissertação (Mestrado)*. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2013.

ZÊZERE, J.L. *Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos*. Centro de Estudos Geográficos, área de Geografia Física e Ambiente, relatório n°41, Lisboa: 2005, 129pp.

ANEXOS

ANEXO A – Laudos efetivados pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros (2009 – 2016)

DESLIZAMENTOS				
LAUDO	ENDEREÇO	BAIRRO	MOTIVO DA VISTORIA	DATA DA VISTORIA
046/2009	Avenida Liberdade N° 846	Alterosa	Deslizamento	09/11/09
058/2009	Rua 33, N° 45	Alto Boa Vista	Deslizamento	17/11/09
45/2011	Rua Herotildes Parrela N° 110	Clarice Athayde	Deslizamento	08/07/2011
292/2016	Rua I, 131	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua I, 110	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Avenida 202, 1255	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua H, 80	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua I, 29-A	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua H, 13	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua I, 120	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua I, 120	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
292/2016	Rua H, 13	Clarice Athayde	Deslizamento	30/06/16
005/2009	Rua “C”, N° 563-B	Eldorado	Deslizamento	19/01/09
011/2009	Rua “B”, N° 45	Itatiaia	Deslizamento	06/02/09
011/2009	Rua Circular, 198	Morrinhos	Deslizamento	10/02/09
005/2010	Beco 3 N° 389	Morrinhos	Deslizamento	18/03/2010
644/2014	Rua K N° 289	Nossa Senhora Das Graças	Deslizamento	22/12/14
620/2014	Final da Rua 4	Residencial Minas Gerais	Deslizamento	03/12/14
007/2009	Rua Chico De Luca, N° 111	Santos Reis	Deslizamento	28/01/09
052/2009	Rua José C. De Oliveira, N° 140 B	Vera Cruz	Deslizamento	11/11/09
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5539	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5590-B	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5700	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5511-A	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5730	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5501	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5481	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5475	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5533	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5493-A	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
289/2016	Avenida Jacques Morais, 5445	Vila Cedro	Deslizamento	30/06/16
050/2009	Rua Professor M. Fonseca, 347 A	Vila Brasília	Deslizamento	11/11/09
27/2011	Rua João de Bernardo N° 256	Vila Regina	Deslizamento	12/04/2011
003/2009	Rua Acesso, N° 184	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09

ANEXO A – Laudos efetivados pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Montes Claros (2009 – 2016) – (Continua ...)

006/2009	Rua Itatiaia N° 214	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09
02/2009	Rua Itatiaia, N° 155	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	14/01/09
008/2009	Rua Beco Parda, N° 64”A”	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	02/02/09
009/2009	Rua Beco Parda, 232	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	02/02/09
015/2009	Beco Pombo Correio, N° 52	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	17/02/09
040/2009	Rua Acesso, N° 32	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	15/09/09
042/2009	Rua Beco Pintassilgo, N° 51	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	26/10/09
09/2010	Beco Pintassilgo, 40	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	30/03/2010
36/2010	Rua Itatiaia N° 230	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	21/09/2010
58/2010	Beco Buriti N° 22	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	21/12/2010
35/2011	beco Coã, nº 27f	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	09/06/2011
291/2016	Beco Tico Tico, 86	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Rua Acesso, 344	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Rua Flor da Serra, 73	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	João de Barro, s/n	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Coã, 30	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Paloma, 79	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Paloma, 19	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Paloma, 43	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco das Garças, 31	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Gavião, 73	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco curió, 53	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Gavião, 73	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Paloma, 50	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Pombo Correio, 70	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Rua Flor da Serra, 81	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
291/2016	Beco Tico Tico, 50	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Sebastião Monta, 54	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Sebastião Monta, 54F	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Beija Flor, 20	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Rua Acesso Beco Patativa, 39	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Beija Flor, 57	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Curio, 12	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16
294/2016	Beco Beija Flor, 12	Vila São Francisco de Assis	Deslizamento	18/01/16

ANEXO B - Planilha dados de campo: Vulnerabilidade Social

FID	Shape *	PTO	ENDEREÇO	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	IVS	X	Y
0	Point	1	Beco Gavião, 50	0	25	3	1	0	0	1	3	3	0	1	1	0	1	0	1	0	2,325	-43,875	-16,7
1	Point	2	Beco Gavião, 27A	0	21	2	0	0	0	1	5	3	0	1	1	1	1	0	1	1	2,035	-43,875	-16,7
2	Point	3	Beco das Garças, 38	1	52	3	0	0	0	1	5	4	1	1	0	1	1	0	1	1	3,095	-43,874	-16,7
3	Point	4	Beco das Garças, 43	0	64	6	0	1	0	2	6	3	1	1	0	0	1	0	0	1	3,54	-43,874	-16,7
4	Point	5	Beco Jacu, 29	0	23	2	0	0	0	1	5	4	1	1	1	1	1	0	1	0	2,255	-43,874	-16,7
5	Point	6	Beco Paloma, 5	0	24	3	1	0	0	1	3	4	1	1	0	1	1	0	1	1	2,715	-43,874	-16,7
6	Point	7	Beco Paloma, 19	1	37	3	0	0	0	2	5	3	1	1	0	1	1	0	1	0	2,545	-43,874	-16,7
7	Point	8	Beco Paloma, 22	1	26	4	3	0	0	0	5	3	1	1	1	1	1	0	0	1	3,91	-43,874	-16,7
8	Point	9	Beco Jacú, s/n	1	31	6	3	1	1	0	5	3	1	1	1	1	1	0	0	1	5,06	-43,875	-16,7
9	Point	10	Rua Flor da Serra, 64	0	41	4	1	1	0	1	5	3	1	1	1	1	1	1	0	1	3,16	-43,875	-16,7
10	Point	11	Rua Flor da Serra, 70 A	0	49	7	2	2	1	2	3	3	1	1	0	1	1	1	1	1	4,665	-43,875	-16,7
11	Point	12	Rua Flor da Serra, 56	0	42	4	1	0	0	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,145	-43,875	-16,699
12	Point	13	Rua Flor da Serra, 38	0	33	3	1	0	0	1	2	3	1	1	0	0	1	0	0	1	2,38	-43,875	-16,699
13	Point	14	Rua Flor da Serra, 14	0	38	6	3	0	0	2	5	3	1	1	1	1	1	1	0	1	3,83	-43,875	-16,699
14	Point	15	Rua Flor da Serra,38	0	62	4	0	2	1	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,945	-43,875	-16,701
15	Point	16	Rua Flor da Serra, 80	0	33	3	0	0	0	1	5	3	1	1	0	1	1	0	1	0	2,305	-43,875	-16,7
16	Point	17	Beco Tico-Tico, 172	1	38	7	1	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	0	0	1	3,78	-43,873	-16,703
17	Point	18	Rua Acesso, 190	1	62	1	0	1	0	0	5	4	1	1	1	1	1	0	1	0	3,095	-43,873	-16,703
18	Point	19	Rua Acesso, 204	0	41	5	1	2	0	1	4	3	1	1	0	1	1	1	1	0	3,535	-43,873	-16,703
19	Point	20	Rua Acesso, 190 B	0	28	4	2	0	0	1	5	4	1	1	1	1	1	1	0	1	3,23	-43,873	-16,703
20	Point	21	Rua Itatiaia/Patativa, 137, F	1	40	12	3	0	0	0	5	4	1	1	1	1	1	0	0	1	6,25	-43,874	-16,702
21	Point	22	Rua Itatiaia/Patativa, 80	1	42	4	0	0	0	2	2	4	1	1	0	1	1	0	1	1	2,995	-43,874	-16,702
22	Point	23	Rua Itatiaia/Patativa, 155	0	28	4	1	0	0	1	4	4	1	1	0	1	1	1	1	1	2,855	-43,874	-16,702
23	Point	24	Beco Beija Flor, 72	1	43	5	2	0	0	1	5	4	1	1	0	1	1	0	1	1	4,105	-43,873	-16,703
24	Point	25	Beco Curió, 62	1	73	2	0	1	1	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3,355	-43,873	-16,702
25	Point	26	Beco Beija Flor, 76, F2	1	54	3	0	0	1	2	6	4	1	1	1	1	1	0	1	1	3,465	-43,874	-16,702
26	Point	27	Beco Canarinho, 46 F	1	58	6	0	0	0	5	5	4	1	1	1	1	1	0	1	1	3,605	-43,874	-16,702
27	Point	28	Beco Tico-Tico, 75	0	48	4	1	0	0	2	5	3	1	1	0	1	1	1	0	1	2,73	-43,873	-16,703
28	Point	29	Beco Tico-Tico, 40	0	74	1	0	1	0	0	6	4	1	1	1	1	1	0	1	1	3,065	-43,873	-16,703
29	Point	30	Beco Tico-Tico, 81	0	26	2	0	1	0	1	3	3	1	1	1	0	0	0	1	0	2,085	-43,873	-16,703
30	Point	31	Beco Tico-Tico, 33	0	38	5	1	0	0	2	5	4	1	1	1	1	1	0	1	1	3,455	-43,873	-16,703
31	Point	32	Beco João de Barro, 32	1	32	3	2	0	0	0	5	4	1	1	1	1	1	0	0	1	3,62	-43,874	-16,7
32	Point	33	Beco João de Barro, 29	1	48	4	0	0	1	2	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,405	-43,874	-16,7
33	Point	34	Beco da Coã, s/n	1	48	5	3	1	0	1	4	3	1	1	1	1	1	0	0	1	4,53	-43,874	-16,7
34	Point	35	Beco da Coã, S/N	1	42	4	3	0	0	0	5	4	1	1	1	1	1	0	0	1	4,27	-43,873	-16,7
35	Point	36	Beco da Coã, 16	1	32	3	1	0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	0	1	1	3,345	-43,874	-16,7
36	Point	37	Beco Pombo, S/N	0	24	4	2	0	0	1	3	4	1	1	1	1	1	0	0	1	3,29	-43,873	-16,7
37	Point	38	Beco Pombo Correio, 37	0	46	4	1	0	0	2	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,085	-43,874	-16,701
38	Point	39	Beco Sebastião Mota, 54	0	36	4	2	0	0	1	3	3	1	1	1	1	1	1	0	1	3,01	-43,873	-16,702
39	Point	40	Beco Sebastião Mota, 54 F	1	30	4	1	2	0	0	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3,825	-43,873	-16,702
40	Point	41	Beco Pitassilgo, 40	1	48	6	3	1	0	0	3	3	1	1	1	1	1	0	0	1	4,83	-43,874	-16,702
41	Point	42	Beco Andorinha, 80	0	64	5	1	2	0	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	4,215	-43,875	-16,701
42	Point	43	Beco Saracura, 44	1	41	6	3	1	1	0	4	3	1	1	1	1	1	0	0	1	5,11	-43,874	-16,7
43	Point	44	Beco Pardal, 64	1	38	4	1	1	0	1	4	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,655	-43,874	-16,701
44	Point	45	Beco Cegonha, 26	0	49	4	0	1	0	1	3	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,115	-43,873	-16,7
45	Point	46	Beco Andorinha, 36	0	57	5	0	2	0	2	4	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,695	-43,874	-16,702
46	Point	47	Beco Bem-Tivi, 70	0	39	4	1	0	0	1	4	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,065	-43,874	-16,703
47	Point	48	Beco da Escada, 64	0	48	6	1	2	1	2	4	3	1	1	1	1	1	0	1	1	4,455	-43,874	-16,701
48	Point	49	Beco Sabiá, 17	1	40	4	1	0	0	1	4	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,375	-43,875	-16,699
49	Point	50	Pombo Correio, s/n	0	28	4	2	0	0	1	3	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,205	-43,873	-16,701
50	Point	51	Rua Acesso, 184	0	46	6	0	0	0	4	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3,085	-43,873	-16,703
51	Point	52	Rua Acesso, 339 A	0	49	6	2	1	0	2	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	4,14	-43,874	-16,703
52	Point	53	Rua Acesso, 334	0	54	5	1	0	0	1	5	4	1	1	0	1	1	1	0	1	3,34	-43,874	-16,703
53	Point	54	Rua Flor da Serra, 6	0	66	5	1	2	0	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	4,235	-43,875	-16,699
54	Point	55	Beco José Divino, 75	0	56	5	0	0	0	2	5	3	1	1	1	1	1	0	1	0	3,035	-43,873	-16,699
55	Point	56	Rua Professor Monteiro Fonseca, 130	1	64	6	2	1	0	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	3,405	-43,873	-16,705
56	Point	57	Rua Antônio Lopes da Silva	0	63	4	0	2	0	2	4	3	1	1	0	1	1	0	1	1	3,625	-43,875	-16,704
57	Point	58	R. Seis de Janeiro	0	45	5	1	1	0	1	5	3	1	1	0	1	1	0	1	1	3,515	-43,875	-16,703
58	Point	59	R. Ana Joaquina Rodrigues, 204	0	54	6	1	0	0	2	4	3	1	1	0	1	1	0	1	1	3,665	-43,875	-16,702
59	Point	60	Rua Dois, 275	0	49	4	2	0	0	1	4	4	1	1	1	1	1	0	1	1	4,176	-43,876	-16,701

ANEXO C -. Planilha dados de campo: Vulnerabilidade Ambiental

FID	Shape *	PTO	ENDEREÇO	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	IVA	X	Y
0	Point	1	Beco Gavião, 50	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.875	-16,7
1	Point	2	Beco Gavião, 27A	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.875	-16,7
2	Point	3	Beco das Garças, 38	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
3	Point	4	Beco das Garças, 43	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
4	Point	5	Beco Jacu, 29	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
5	Point	6	Beco Paloma, 5	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
6	Point	7	Beco Paloma, 19	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
7	Point	8	Beco Paloma, 22	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
8	Point	9	Beco Jacú, s/n	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.875	-16,7
9	Point	10	Rua Flor da Serra, 64	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,7
10	Point	11	Rua Flor da Serra, 70 A	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,7
11	Point	12	Rua Flor da Serra, 56	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,699
12	Point	13	Rua Flor da Serra, 38	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,699
13	Point	14	Rua Flor da Serra, 14	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,699
14	Point	15	Rua Flor da Serra, 38	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,701
15	Point	16	Rua Flor da Serra, 80	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,7
16	Point	17	Beco Tico-Tico, 172	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
17	Point	18	Rua Acesso, 190	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
18	Point	19	Rua Acesso, 204	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
19	Point	20	Rua Acesso, 190 B	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
20	Point	21	Rua Itatiaia/Patativa, 13	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,702
21	Point	22	Rua Itatiaia/Patativa, 80	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,702
22	Point	23	Rua Itatiaia/Patativa, 15	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,702
23	Point	24	Beco Beija Flor, 72	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
24	Point	25	Beco Curió, 62	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,702
25	Point	26	Beco Beija Flor, 76, F2	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.874	-16,702
26	Point	27	Beco Canarinho, 46 F	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.874	-16,702
27	Point	28	Beco Tico-Tico, 75	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
28	Point	29	Beco Tico-Tico, 40	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
29	Point	30	Beco Tico-Tico, 81	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
30	Point	31	Beco Tico-Tico, 33	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
31	Point	32	Beco João de Barro, 32	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
32	Point	33	Beco João de Barro, 29	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
33	Point	34	Beco da Coã, s/n	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
34	Point	35	Beco da Coã, S/N	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.873	-16,7
35	Point	36	Beco da Coã, 16	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
36	Point	37	Beco Pombo Correio, 5	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.873	-16,7
37	Point	38	Beco Pombo Correio, 5	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,701
38	Point	39	Beco Sebastião Mota, 5	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.873	-16,702
39	Point	40	Beco Sebastião Mota, 5	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.873	-16,702
40	Point	41	Beco Pitassilgo, 40	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,702
41	Point	42	Beco Andorinha, 80	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.875	-16,701
42	Point	43	Beco Saracura, 44	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.874	-16,7
43	Point	44	Beco Parda, 64	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,701
44	Point	45	Beco Cegonha, 26	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.873	-16,7
45	Point	46	Beco Andorinha, 36	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,702
46	Point	47	Beco Bem-Tivi, 70	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.874	-16,703
47	Point	48	Beco da Escada, 64	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.874	-16,701
48	Point	49	Beco Sabiá, 17	4	3	3	5	1,5	2,5	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,42	-43.875	-16,699
49	Point	50	Pombo Correio, s/n	3	3	3	5	1,5	2	3,75	5	3,75	3,75	5	4	2,5	0,5	2,5	5	3,33	-43.873	-16,701
50	Point	51	Rua Acesso, 184	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.873	-16,703
51	Point	52	Rua Acesso, 339 A	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.874	-16,703
52	Point	53	Rua Acesso, 334	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.874	-16,703
53	Point	54	Rua Flor da Serra, 6	3	5	1	5	1,5	1,5	1,5	5	3	1,5	2	3	1,5	0,5	1,5	4	2,53	-43.875	-16,699
54	Point	55	Beco José Divino, 75	3	3	2	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	1,5	4	2,75	-43.873	-16,699
55	Point	56	Rua Professor Monteiro	3	3	2	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	1,5	4	2,75	-43.872	-16,705
56	Point	57	Rua Antônio Lopes da	3	3	2	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	1,5	4	2,75	-43.875	-16,704
57	Point	58	R. Seis de Janeiro	4	3	3	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	2	5	2,97	-43.875	-16,703
58	Point	59	R. Ana Joaquina Rodrig	3	3	2	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	1,5	4	2,75	-43.875	-16,702
59	Point	60	Rua Dois, 275	3	3	2	5	1,5	1,5	3	4	2,25	3,75	3	4	2	0,5	1,5	4	2,75	-43.876	-16,701

APÊNDICES

APÊNDICE A- Instrumento de Pesquisa: Questionário

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS – UNIMONTES CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA

QUESTIONÁRIO – FATORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL

Mestranda: Francielle Gonçalves Silva / **Orientador:** Expedito José Ferreira

Nº: _____

Data: ____/____/____ Ponto GPS: _____; _____

Altura: _____

Endereço: _____

I – Suscetibilidade

1. Sexo do Responsável pelo domicílio:
() Masculino () Feminino
2. Idade do Responsável pelo domicílio: _____.
3. Quantidade total de moradores no Domicílio: _____.
4. Quantidade de Crianças até 12 anos no domicílio: _____.
5. Quantidade de Idosos no Domicílio: _____.
6. Há pessoas com necessidades especiais no domicílio? Quantos? Qual deficiência.
() Sim Quantos: _____. Tipo de deficiência: _____.
() Não
7. Há homens adultos no domicílio? Quantos?
() Sim Quantos: _____.
() Não.

II – Capacidade de Resposta

8. Nível de instrução do responsável pelo domicílio:
() Analfabeto () Fundamental Incompleto () Fundamental Completo (.) Médio Incompleto () Médio Completo () Superior
9. Renda total do domicílio:
() Até 1s.m () De 1 á 3 s. m. () De 4 á 6 s. m. () De 7 acima s.m.

10. Você ou alguém do domicílio tem experiência em treinamentos ou situações de risco?

Sim Não

11. Alguém do domicílio tem curso de primeiro socorros? Sim Não

12. O morador possui veículo no domicílio? Sim Não

III – Adaptação aos eventos (Resistência; Enfrentamento)

13. Em caso de desastre, existe outra residência segura para mudança do domicílio. (se sim descrever a situação desta residência).

Sim Não

14. Os moradores do domicílio estão preparados financeiramente para custos em caso de desastre?

Sim Não

15. Houve reforma no domicílio ultimamente (melhoramento estrutural) ou obras de contenção?

Sim Não

16. Os moradores são atendidos por algum programa de auxílio social, qual?

Sim Não. Qual: _____.

17. Você ou alguém na casa já teve alguma experiência de presenciar uma situação perigosa (enchentes, desabamentos, etc.)?

Sim Não

OBSERVAÇÃO: TERMO DE CONSENTIMENTO: permito que a pesquisadora acima relacionada obtenha fotografia, filmagem ou gravação de minha rua, casa, propriedade para fins de pesquisa, científico e educacional.

Concordo que o material e informações obtidas relacionadas possam ser publicados em trabalhos de conclusão de cursos, aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não deve ser identificado por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, filmagens e gravações ficarão sob a propriedade do pesquisador pertinente ao estudo e, sob a guarda do mesmo.

Eu Concordo Eu Não Concordo.

Assinatura (opcional): _____

Se o sujeito é menor de 18 anos de idade, ou é incapaz, por qualquer razão de assinar, o Consentimento deve ser obtido e assinado por um dos pais ou representante legal.

APÊNDICE B - Instrumento de Pesquisa: Formulário de campo

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS – UNIMONTES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA**

Mestranda: Francielle Gonçalves Silva / **Orientador:** Expedito José Ferreira

Nº: _____

Data: ____/____/____ Ponto GPS: _____; _____

Altura:

Endereço:

**FORMULÁRIO DE CAMPO – FATORES DE VULNERABILIDADE A
MOVIMENTO DE MASSA – IEMM**

V1

Declividade (medida em graus)

(..) 0° - 5°; () 10° - 15°; () Acima de 20°; () 5° - 10°; () 15° - 20°.

Presença de material no solo

V2

- () Local sem ou com pouca presença materiais no solo
- () Local com presença materiais no solo – Entulho
- () Locais com presença materiais no solo – Bananeira
- () Locais com presença materiais no solo - Paredão de rocha
- () Local com presença materiais no solo - Bloco de rocha

Rede de esgoto sanitário

V3

- () Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuída espacialmente
- () Rede de esgoto com problemas de vazamento
- () Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento
- () 80% fossa e/ou sumidouro
- () Presença de valas a céu aberto

Rede de águas pluviais

V4

- (..) Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas, com boa distribuição espacial, e limpa.
- (..) Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/canaletas com distribuição espacial regular.
- () Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos que não são suficientes para a

vazão da água.

(..) Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas.

(..) Ausência de bueiros/canaleta canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta.

Abastecimento de água

- V5** () Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos.
() Baixo nível de vazamento e em poucos lugares.
() Médio nível de vazamentos e bem espalhados pela região.
() Alto nível de vazamentos das tubulações distribuídas por toda a área.
() Ausência total de abastecimento de água oficial.

Lançamento de detritos (lixo/entulho)

- () Ausência de lançamento de detritos.
(..) Presença de pequenas quantidades de detrito (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares.
V6 (..) Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídos ao redor da ocorrência.
(..) Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais.
(..) Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejados frequentemente ao redor da ocorrência e nos mesmos locais.

Existência de cortes e/ou aterros

- (..) Ausência de cortes e/ou aterros .
V7 (..) Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com contenções.
(..) Cortes e/ou aterros maiores que o anterior em tamanho (acima de 1,50m) e em quantidade e com contenções.
(..) Cortes e/ou aterros (até 1,50m) e sem contenções.
(..) Cortes e/ou aterros maiores que o anterior (acima de 1,50m) e sem contenções

Existência de obras de estabilização

- (..) Presença de obras de estabilidade de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações.
V8 (..) Obras de estabilização com pequenas rachaduras em poucos locais, com baixa deficiência da obra e altura até 1,50m.
(..) Obras de estabilização com pequenas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m.
(..) Obras de estabilização com bastantes rachaduras e infiltrações localizadas ao longo de toda a obra e com alta deficiência da obra.

(..) Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção.

Cobertura vegetal

- (..) Floresta densa e estabilizada.
- V9** (..) Árvores de médio porte e bem concentradas.
- () Árvores de pequeno porte e bem espaçadas.
- () Gramíneas capins e/ou arbustos.
- () Solo exposto/ Pavimentação.

Aspectos Geotécnicos das moradias

- () Imóveis alicerçados em concreto armado.
- () Rocha pouco fraturada (concreções ferruginosas).
- V10** () Aterro de entulho ou outro material de fácil desagregação .
- () Areia (barro).
- () Material argiloso exposto.

Situação dos imóveis e seu entorno

- () Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade.
- V11** () Sinais de avaria observados na estrutura construtiva de mais de 3 imóveis.
- (..) Sinais de escorregamento - árvores e/ou postes inclinados ou cicatrizes de movimento do solo.
- (..) 3 ou mais moradias tipo taipa, barraco de madeira e/ou papelão, ou outros materiais improvisados.
- (..) Mais de 3 imóveis em risco eminente e visível, com rachaduras e/ou descolamento da fundação ou “embarrigamento” de parede(s).

Qualidade da fundação das moradias

- (..) Casas com fundação em material estável, longe da crista e base de taludes/encosta.
- (..) Casas com fundação em material estável e estrutura construtiva deficiente.
- V12** (..) Casas com fundação e estrutura construtiva deficientes, com presença de rachaduras.
- (..) Casas sem fundação ideal, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras.
- (..) Casas sem fundação e sem estrutura com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos.

Impermeabilização do local (% de ocupação de casas e vias públicas)

V13

() 0 a 10%; () 11 a 25%; () 26 a 35%; () 36 a 45%; () Acima de 45%.

Existência de acessos viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)

V14

() 0 a 10%; () 11 a 25%; () 26 a 35%; () 36 a 45%; () Acima de 45%.

Existência de acesso para pedestres

V15

() Acima de 45%; () 36 a 45%; () 26 a 35%; () 11 a 25%; () 0 a 10%.

Densidade de ocupação (%)

V16

() 0 a 15%; () 16 a 30%; () 31 a 50%; () 51 a 60%; () Acima de 60%.