

RÔMULO MONTAN COSTA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**AÇÃO ANTROPOGÊNICA SOBRE O RELEVO E SUA INFLUÊNCIA NA
MODELAGEM DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS E DE RISCO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TAPERA, JUIZ DE FORA - MG**

Orientador: RICARDO TAVARES ZAIDAN

JUIZ DE FORA

2019

RÔMULO MONTAN COSTA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**AÇÃO ANTROPOGÊNICA SOBRE O RELEVO E SUA INFLUÊNCIA NA
MODELAGEM DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS E DE RISCO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TAPERÁ, JUIZ DE FORA - MG**

Orientador: RICARDO TAVARES ZAIDAN

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal de
Juiz de Fora como requisito parcial
para obtenção do título de mestre.

JUIZ DE FORA

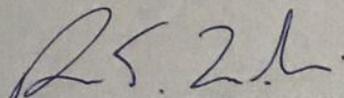
2019

RÔMULO MONTAN COSTA

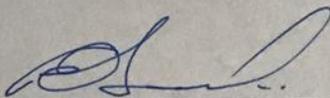
AÇÃO ANTROPOGÊNICA SOBRE O RELEVO E SUA INFLUÊNCIA NA
MODELAGEM DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS E DE RISCO
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÔRREGO TAPERA, JUIZ DE FORA -
MG

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial à obtenção do grau
de Mestre em Geografia.

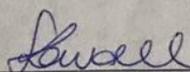
Dissertação defendida e aprovada em 02 de abril de 2019.



Prof. Dr. Ricardo Tavares Zaidan
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof.^a. Dr.^a. Sarah Lawall
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Costa, Rômulo Montan.

AÇÃO ANTROPOGÊNICA SOBRE O RELEVO E SUA INFLUÊNCIA NA MODELAGEM DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS E DE RISCO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO Córrego Tapera, Juiz de Fora - MG / Rômulo Montan Costa. -- 2019.

221 p.

Orientador: Ricardo Tavares Zaidan

Coorientador: Pedro José de Oliveira Machado

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2019.

1. Ação Antropogênica . 2. Escorregamentos. 3. Risco. 4. Modelagem. I. Zaidan, Ricardo Tavares, orient. II. Machado, Pedro José de Oliveira, coorient. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram e me ajudaram de alguma maneira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelas bênçãos concedidas, por zelar por mim nos momentos difíceis, me fazendo superar todos os obstáculos impostos pela vida.

Aos meus pais, Vanda e Armando, meus exemplos, pela luta, dedicação, confiança, e pelos ensinamentos que me conduziram à construção de meu caráter e moral. Só posso agradecê-los por todo sacrifício que fizeram em prol deste momento, e pelo amor incondicional que sempre me deram, AMO VOCÊS. A minha avó Zenith, pelo afeto, acolhimento e carinho e, a minha irmã Lorena, pelo companheirismo e pelos conselhos diários, você é parte de mim e responsável pelo que sou. Te Amo!

Aos meus amigos Alessandro Cabral, Angel Loo, Brenda Prado, Carolina Campos, Carina Raimundo, Charles Martinho, Felipe Pacheco, Geisa Dias, Jéssica Lana, Johnny Dias, Juliana Moreira, Leandro Assis, Lucas Camargo, Luciano Alves, Marcela Lacerda, Rafael de Souza, Ricardo Rocha, Victor Biancard, Vitória Caruso e Wendel Meirelles, por tornarem essa etapa da minha vida mais alegre. Em especial, gostaria de agradecer aos companheiros (Alan Bronny, Bruno Fernandes, Carolina Pereira, Francisco Carlos, Gustavo Amaral, Lucas Pinheiro, Myriam Ferreira, Rafael Alves, Robson Quina e Waltencir Menon) de laboratório-LGA, saibam que a parceria de vocês foi de fundamental importância para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa e para o meu crescimento como pessoa. Vocês são demais!

Ao professor Fabio de Oliveira Sanches e a professora Tatiana Tavares Rodriguez que, apesar do pouco tempo de convivência que tivemos, demonstraram-se solícitos e companheiros. Aos professores Pedro José de Oliveira Machado e Roberto Marques Netto, pela amizade e por me cederem valiosos ensinamentos. A professora Sarah Lawall, pela gentileza e atenção.

Ao meu amigo, professor e orientador Ricardo Tavares Zaidan, organizador dos meus pensamentos, pelos conselhos, incentivos, pelo convívio, amizade e pela salutar contribuição no que se refere ao desenvolvimento desta pesquisa.

Gostaria de agradecer à secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFJF, a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

*É preciso entender
É preciso entender que nessa vida adiar
é perder
Pois quem não sabe viver, não
consegue entender, que as vezes é
preciso perder para poder crescer
É preciso entender
Que viver é manter-se de braços
abertos para as coisas que vem e que
vão
É encontrar-se entre a razão e a
emoção
É preciso entender
Que viver é amar demais
É doar-se sem olhar para trás
É reinventar-se quando a vida pede um
pouco mais
É preciso entender
Que é preciso viver
Que não há tempo a perder
Por isso arrisque-se a ver, o que a vida
reserva para você
Simplesmente é preciso entender, que
não é preciso entender para viver...*

(Rômulo Montan Costa).

RESUMO

A organização do espaço geográfico do pequeno território onde se encontra inserida a Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT), tem experimentado nas últimas décadas um crescente e rápido processo de urbanização sobre setores de encostas não favoráveis à ocupação humana, o que tem gerado significativas e substanciais modificações (em diferentes escalas e extensões espaciais) em sua dinâmica, as quais contribuem de forma direta para a intensificação de processos morfodinâmicos, sobretudo no que se refere à ocorrência de escorregamentos. Doravante, baseando-se na problematização supracitada, a presente pesquisa buscou avaliar através da identificação das áreas que possuem probabilidade à ocorrência de escorregamentos em duas áreas piloto selecionadas na BHCT, se a ação antropogênica sobre o relevo influencia nos resultados gerados pelo modelo de predição a escorregamentos. Para isto, adotou-se para a investigação e identificação das áreas que possuem probabilidade e risco à ocorrência de escorregamentos, o modelo SINMAP em associação com as geotecnologias (Sistemas de Informações Geográficas, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria) e, a ferramenta sobreposição ponderada disponível no software ArcGIS. Os resultados obtidos indicam que as alterações levadas a efeito pela ação antropogênica sobre o relevo, só são captadas pelo modelo no que se refere aos fatores de ordem topográfica, ocasionando assim, uma falsa impressão de redução do risco e da probabilidade de ocorrência de escorregamentos, haja vista que, as condições geológica-geotécnicas presentes na área de estudo e que também contribuem de forma direta para a deflagração de escorregamentos, continuam ali presentes ao longo dos anos, só que agora, sobre a interferência de limiares de origem antropogênica, os quais responsabilizam-se pelas alterações não só nas formas do relevo, mas, também, nas propriedades e no posicionamento dos materiais e na magnitude e localização dos processos geomorfológicos, ocasionando assim, na prática, a intensificação do risco correlato a ocorrência de escorregamentos.

Palavras-chave: Escorregamentos, ação antropogênica, Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

ABSTRACT

The organization of the geographic space of the small territory where the Tapera Stream Hydrographic Basin (BHCT) is located has been experiencing in the last decades an increasing and rapid urbanization process on sectors of slopes not favorable to human occupation, which has generated significant and (at different scales and spatial extensions) in their dynamics, which contribute directly to the intensification of morphodynamic processes, especially with regard to the occurrence of landslides. Hence, based on the aforementioned problem, the present research sought to evaluate by identifying the areas that are likely to occur in landslides in two pilot areas selected in the BHCT, if the anthropogenic action on the relief influences the results generated by the prediction model landslides. For this purpose, the SINMAP model in association with geotechnologies (Geographic Information Systems, Geoprocessing, Remote Sensing, Aerophotogrammetry) and the weighted overlapping tool were adopted for the investigation and identification of the areas with probability and risk of landslides, available in ArcGIS software. The results indicate that the changes carried out by the anthropogenic action on the relief are only captured by the model with regard to the topographic order factors, thus giving rise to a false impression of risk reduction and the probability of occurrence of landslides, considering that the geological and geotechnical conditions present in the study area and also contribute directly to the development of landslides, are still present over the years, only now, on the interference of thresholds of anthropogenic origin, which are responsible for the changes not only in relief forms, but also in the properties and positioning of the materials and in the magnitude and location of the geomorphological processes, thus causing, in practice, the intensification of the risk related to the occurrence of landslides.

Keywords: Landslides; Anthropogenic Action; Tapera Stream Hydrographic Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eventos correlatos à ocorrência de Escorregamentos ocorridos na BHCT entre 1996 e 2014.....	22
Figura 2: Classificação de riscos, com destaque para os riscos de natureza geológicas, causados por dinâmica exógena. Fonte: Cerri e Amaral (1998, p.302).	40
Figura 3: Ilustração referente a um Escorregamento Rotacional. Fonte: http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html	50
Figura 4: Ilustração referente a um Escorregamento Translacional. Fonte: http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html	52
Figura 5: Ilustração referente a um Escorregamento em Cunha. Fonte: http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html	53
Figura 6: Conceitos dos fatores de coesão adimensional. Fonte: Adaptado de Pack <i>et al.</i> (2005, p.7).	74
Figura 7: Representação esquemática de utilização do SIG. Fonte: Hamada e Do Valle Gonçalves (2007, p.14).	86
Figura 8: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera em Juiz de Fora, no âmbito regional e local.....	90
Figura 9: Sesmaria do Rio Barro (Rio Paraibuna). Fonte: STEHLING, L. J. (1979, p. 105)..	93
Figura 10: Edificação mais antiga do município de Juiz de Fora, localizada na atual Rua Alencar Tristão, ao lado do cemitério Parque da Saudade Fonte: Blog Maurício Resgatando o Passado, Disponível em www.mauricioresgatandoopassado.blogspot.com.br/2016/02/fazenda	94
Figura 11: Traçado da Estrada Nova do Paraibuna. Fonte: LESSA, J. (1985, p.40).	95
Figura 12: Hospedaria Horta Barbosa. Fonte: Blog Maurício Resgatando o Passado, Disponível em www.mauricioresgatandoopassado.blogspot.com.br/search?q=Hospedaria+Horta+Barbosa . Acesso em: 08/09/2018.	98
Figura 13: Litotipos, contatos litológicos e estruturas presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.	100
Figura 14: Representação da Hipsometria presente na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.	107
Figura 15: Compartimentação do relevo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.....	108
Figura 16: Declividade presente na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.	109
Figura 17: Classes de Solos presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.	111
Figura 18: Localização das Áreas Piloto 1 e 2 no âmbito da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera, Juiz de Fora-MG.....	116
Figura 19: Aparelho utilizado nos ensaios de cisalhamento direto.....	121
Figura 20: Imagens utilizadas para os mapeamentos de uso, ocupação e cobertura da terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2017 para a BHCT. Nas imagens o vermelho representa o limite da bacia.....	126
Figura 21: Fluxograma de Funcionamento do Módulo SINMAP 2.0. Fonte: Adaptado de Menon Júnior (2016, p.88).....	128
Figura 22: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 1968.....	134
Figura 23: Áreas de Solo Exposto presentes no ano de 1968, onde hoje encontra-se localizado o bairro Bandeirantes. Fonte: Empresa LASA- Engenharia e Prospecções AS.	136

Figura 24: Intervenções Urbanísticas localizadas na BHCT entre as décadas de 1960 e 1980. A Foto A se refere ao processo da canalização do Córrego Tapera; A Foto B refere-se à obra de abertura da Garganta do Dilermando; A Foto C refere-se ao processo de expansão urbana. Fonte: Blog Maria do Resguardo, Disponível em: www.mariadoresguardo.com.br	138
Figura 25: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 1983.....	139
Figura 26: Área de Solo Exposto presente no ano de 1983, onde atualmente encontra-se localizado o bairro Quintas da Avenida. Fonte: EMBRAFOTO (1983).....	140
Figura 27: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2000.....	143
Figura 28: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2007.....	147
Figura 29: Visada do mirante presente no bairro Eldorado, indicando um forte processo de adensamento e de expansão urbana sobre áreas de encostas. Fonte: O autor, 2017.....	149
Figura 30: Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual pertencente à Área de Preservação Permanente da Mata do Krambeck localizada na porção oeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.....	150
Figura 31: Área de Gramíneas localizada em uma área particular na porção noroeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.....	150
Figura 32: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2017.....	151
Figura 33: Horticulturas presentes no bairro Bandeirantes. Fonte: O autor, 2017.....	152
Figura 34: Área referente à classe de Corpo D'água presentes na porção noroeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.....	153
Figura 35: Área de Solo Exposto presente na BHCT, vinculada à inserção de um novo empreendimento. Fonte: O autor, 2017.....	153
Figura 36: Evolução Multitemporal das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT. Fonte: do autor, 2019.....	154
Figura 37: Evolução Multitemporal das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT. Fonte: do autor, 2019.....	155
Figura 38: Representação da Evolução Multitemporal referente às Áreas Edificadas presentes na BHCT (1968 a 2017).....	156
Figura 39: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 1968.....	159
Figura 40: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 1983.....	162
Figura 41: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2000.....	165
Figura 42: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2007.....	167
Figura 43: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2017.....	169
Figura 44: Evolução das áreas que não possuem restrição ao parcelamento e uso do solo (Cinza), a das áreas que possuem restrição ao parcelamento e uso do solo (Preto). Fonte: do autor, 2019.....	170
Figura 45: Curva granulométrica do Solo 1.....	171

Figura 46: Curva granulométrica do Solo 2.....	172
Figura 47: Envoltória de resistência do solo 1.....	172
Figura 48: Envoltória de resistência do solo 2.....	173
Figura 49: Classes de Estabilidade de Encostas presentes na Área Piloto 1, referente, aos anos de 1983 e 2007.....	175
Figura 50: Hipsometria presente na Área Piloto 1, referente aos anos de 1983 e 2007.....	176
Figura 51: Orientação das Vertentes presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.....	178
Figura 52: Classes de Declividade presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.....	179
Figura 53: Classes de Estabilidade de Encostas presentes na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.....	183
Figura 54: Hipsometria presente na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.....	185
Figura 55: Orientação das Vertentes presente na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.....	185
Figura 56: Classes de Declividade presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.....	186
Figura 57: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 no ano de 1983.....	189
Figura 58: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 no ano de 2007.....	191
Figura 59: Gráfico referente à Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes na AP1 nos anos de 1983 e 2007.....	194
Figura 60: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 no ano de 1983.....	196
Figura 61: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 no ano de 2007.....	198
Figura 62: Gráfico referente à Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes na AP1 nos anos de 1983 e 2007.....	200
Figura 63: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 a partir da integração da carta de estabilidade de encostas do ano de 1983 com o uso, ocupação e cobertura da terra de 2007.....	203

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Termos e conceitos relacionados aos riscos. Fonte: adaptado de Cerri e Amaral (1998).	39
Quadro 2: Tipologias e características de movimentos de massa. Fonte: Modificado de Augusto Filho (1992).	48
Tabela 3: Tipologias e características de movimentos de massa. Fonte: Modificado de Augusto Filho (1992).	54
Quadro 4: Ações e inadequações provenientes da inserção de edificações em encostas, e suas implicações na potencialização de escorregamentos. Fonte: Modificado de Farah (1998).	64
Quadro 5: Definições das Classes de Estabilidade. Fonte: Modificado de (PACK <i>et al.</i> , 1998, p.5).....	75
Quadro 6: Parâmetros utilizados para a identificação de formas de relevo. Fonte: Adaptado do IPT (1981).....	123
Quadro 7: Parâmetros de entrada utilizados na execução do modelo SINMAP.	129
Quadro 8: Influência e notas para cada classe utilizada nas cartas de Risco para os anos de 1983 e 2007.....	130
Quadro 9: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km ² e Porcentagens na BHCT para o ano de 1968.	135
Quadro 10: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km ² e Porcentagens na BHCT para o ano de 1983.	137
Quadro 11: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km ² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2000.	142
Quadro 12: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km ² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2007.	146
Quadro 13: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km ² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2017.	149
Quadro 14: Evolução Multitemporal das Áreas Edificadas, representada em Km ² e em Porcentagens na BHCT.....	154
Quadro 15: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 1968.....	158
Quadro 16: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 1983.....	160
Quadro 17: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2000.....	164
Quadro 18: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2007.....	166
Quadro 19: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2017.....	168

Quadro 20: Classes de Estabilidade de encostas e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na área piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.	174
Quadro 21: Classes Hipsométricas e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na Área Piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.	177
Quadro 22: Classes de Declividade e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na Área Piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.	179
Quadro 23: Classes de Estabilidade de encostas e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na área piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.	181
Quadro 24: Classes Hipsométricas e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na Área Piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.	184
Quadro 25: Classes de Declividade e suas respectivas áreas de abrangência (km ² e %) presentes na Área Piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2018.	186
Quadro 26: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983. .	188
Quadro 27: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 2007. .	190
Quadro 28: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983. .	194
Quadro 29: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983. .	197
Quadro 30: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) baseados na integração da carta de estabilidade de encostas do ano de 1983 com o uso, ocupação e cobertura da terra de 2007.	202

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	24
3. ESTADO DA ARTE	25
3.1 Parcelamento do Solo e Crescimento Urbano	25
3.2 Risco Ambiental e Conceitos Associados: reflexões.....	33
3.3 Movimentos de Massa.....	45
3.4 Modelos: conceitos e definições.....	65
3.5 Geotecnologias.....	75
4. ÁREA DE ESTUDO	89
4.1 Aspectos Territoriais e Evolução Histórica	91
4.2 Aspectos Geoambientais.....	99
4.3 Áreas Piloto 1 e 2	116
5. MATERIAIS E METÓDOS	117
5.1 Levantamento e Obtenção de Dados Existentes.....	117
5.2 Criação e Organização do Banco de Dados Georreferenciados	119
5.3 Levantamentos de Campo.....	119
5.3.1 Coleta de Amostras de Solo e Caracterização Física	120
5.3.2 Cisalhamento Direto	120
5.4 Aquisição do modelo SINMAP.....	122
5.5 Elaboração dos Produtos Cartográficos: procedimentos técnicos.....	122
5.5.1 Modelos Digitais de Elevação (MDEs) para os anos de 1983 e 2007 e Declividade .	122
5.5.2 Morfologia	123
5.5.3 Litotipos e Símbolos Estruturais	124
5.5.4 Solos.....	124
5.5.5 Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e Conflitos de Uso da Terra	125
5.5.6 Análise e Classificação da Probabilidade a Escorregamentos: calibração e aplicação do modelo SINMAP.....	128
5.5.7 Avaliação de risco e elaboração dos mapas de risco a ocorrência de escorregamentos...	129
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	132
6.1 Cartas de Uso, ocupação e Cobertura da Terra.....	132
6.1.1 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1968)	133
6.1.2 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1983)	137
6.1.3 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2000)	142

6.1.4	Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2007)	145
6.1.5	Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2017)	148
6.2	Evolução Multitemporal de Áreas Edificadas na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera 154	
6.3	Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (1968)	157
6.4	Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (1983)	160
	.....	162
6.5	Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2000)	163
	.....	165
6.6	Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2007)	166
	.....	167
6.7	Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2017)	168
	.....	169
6.8	Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: resultados preliminares	171
6.9	Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: avaliação e comparação entre os anos de 1983 e 2007 na Área Piloto 1	173
6.10	Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: avaliação e comparação entre os anos de 1983 e 2007 na Área Piloto 2	181
6.11	Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes nas Áreas Piloto 1 e 2.	187
6.10.1	Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 em 1983	188
6.10.2	Áreas de Risco em 2007 na Área Piloto 1	190
	.....	194
6.10.3	Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 em 1983	194
6.10.4	Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 em 2007	197
6.10.5	Avaliação da Interferência da Ação Antropogênica no estabelecimento de Áreas de Risco.....	200
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	205
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	208

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente dos países centrais, onde o processo de expansão e consolidação urbana ocorreu de forma mais gradativa e planejada, no Brasil, tal processo se desenvolveu de forma intensa e sem um planejamento e gestão adequada (PIMENTEL, 2017), acarretando assim em um crescimento desordenado das cidades (TOMINAGA, 2007), cujas demandas crescem numa velocidade bem maior que a capacidade de atendimento das sucessivas administrações municipais (MACHADO, 2012).

Esse crescimento desordenado das cidades sobre áreas, muitas vezes, com condicionantes geológicos e geomorfológicos desfavoráveis à ocupação foi e tem sido orientada, entre outros aspectos, pela especulação imobiliária (SOUZA, 2003) e, por um intenso e inadequado processo de apropriação, exploração, reorganização espacial e de antropização das áreas naturais, provocado por mudanças agudas nos modelos de uso, ocupação e cobertura da terra, onde se verifica o predomínio do improvisado (ilegal), em detrimento do planejado (legal), ou seja, o caos superando a ordem (MONTEIRO *et al.*, 2015).

Essas transformações, decorrentes da relação histórica sociedade-natureza, tem alterado, sobremaneira, a dinâmica dos processos naturais (LEITE; ROSA, 2012), gerando assim, profundas discussões sobre as questões ambientais em todos os segmentos da sociedade (BASTOS; FREITAS, 2015).

Grostein (2001) contribui afirmando que tais discussões se encontram diretamente relacionadas aos processos de construção da cidade, sobretudo, no que se refere à ocorrência de inúmeros eventos catastróficos onde predominam assentamentos populares precários e ocupações desordenadas que, diuturnamente, perpassam o sentido de insustentabilidade, culminando no aumento de fatores negativos correlatos aos aspectos infraestruturais das áreas urbanas, ocasionando problemas socioambientais e situações de risco que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública.

Tal conjuntura, caracterizada pela inserção de profundas modificações (em diferentes escalas e extensões espaciais) nos elementos dos sistemas físico ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1980), contribui fortemente para a exposição crescente de parte da população aos riscos ambientais, em especial aos

movimentos de massa (SOUZA, 2003). No meio tropical, tal fenômeno se manifesta, principalmente, sob a forma de escorregamentos, os quais, quase sempre, se transformam em acidentes de grandes proporções, ocasionando a perda de inúmeras vidas humanas, além de grandes prejuízos econômicos (NUNES, 2015).

Esses processos da dinâmica externa terrestre acontecem de forma natural e possuem aporte no Brasil (TOMINAGA, 2007; PECHINCHA; ZAIDAN, 2017), principalmente no que se refere ao meio físico, caracterizado por especificidades climáticas, marcadas por intensas precipitações e, geomorfológicas, com a ocorrência de maciços montanhosos (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Contudo, quando são caracterizados como eventos que trazem risco estão relacionados principalmente a ocupação irregular de encostas (FERNANDES; AMARAL, 1996), com a conseqüente retirada da cobertura vegetal e com a inserção de cortes de taludes sem a técnica necessária para a implantação de moradias e de estradas, propiciando a construção de cenários que comprometem a qualidade de vida da população, ou seja, cenários marcados por iminentes riscos (CARVALHO; GALVÃO, 2006).

Nesse sentido, Nogueira (2002) evidencia que os riscos correlatos à ocorrência de escorregamentos se apresentam, quase sempre, como resultados de processos naturais ou socialmente produzidos, apresentando como característica, serem identificáveis, analisáveis e, em sua grande maioria, prognosticáveis, resultando em acidentes de grandes dimensões apenas quando as comunidades (população, infraestrutura, sistemas produtivos) estão vulneráveis a sofrerem seus impactos.

Assim, conforme aponta Ahrendt (2005), percebe-se que se faz necessário adotar ações cada vez mais intensas voltadas ao reconhecimento e ao entendimento em detalhe dos mecanismos de instabilização decorrente nas áreas afetadas ou não por estes eventos, e assim, diagnosticar os problemas existentes para que os mesmos possam ser evitados ou minimizados a partir da previsão de sua ocorrência.

Nogueira (2006) evidencia que se faz de fundamental importância para o gerenciamento do risco a fase de identificação e interpretação do mesmo. Para isto, segundo Ahrendt (2005), se faz necessário compreender os mecanismos que regem a atuação dos processos deflagradores e dos atributos predisponentes intrínsecos

aos escorregamentos, haja vista que, não há como planejar e agir adequadamente para minimizar seus efeitos sem que haja o conhecimento da dimensão do problema.

Dentro desse contexto, Nery (2011) evidencia que têm sido desenvolvidos diversos métodos que visam avaliar e identificar as áreas de ocorrência dos eventos relacionados à escorregamentos.

Fernandes *et al.* (2001) contribui apontando para a existência de quatro grandes grupos voltados a previsão desses eventos. O primeiro se refere à distribuição dos escorregamentos em campo. Tal método se baseia na identificação das áreas de ocorrência das cicatrizes e nos depósitos de escorregamentos, ou seja, na realização de inventários sobre esses eventos, os quais podem contribuir para a identificação de futuros padrões de instabilidade (FARIA, 2013).

O segundo grupo se refere às análises pautadas em mapeamentos geomorfológicos e/ou geotécnicos (FERNANDES *et al.*, 2001). Tal método se baseia na integração de mapas e de seus atributos através da atribuição de pesos e notas, determinando assim seu grau de importância na deflagração do evento (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1993; MARINO, 2008).

Os dois últimos grupos se referem, respectivamente, aos métodos pautados na utilização de modelos com bases estatísticas e nos modelos determinísticos, os quais têm sido cada vez mais utilizados para a previsão de escorregamentos (FERNANDES *et al.*, 2001). Estes modelos possuem como base os modelos de estabilidade e os modelos hidrológicos, considerando informações geotécnicas e hidrológicas das encostas (LISTO, 2015).

Buscam, com base em leis físicas da natureza, diminuir a subjetividade na análise de rupturas e contribuir para um melhor entendimento dos fatores condicionantes e dos mecanismos deflagradores dos escorregamentos, uma vez que, se estabelecem pautados na quantificação dos graus de probabilidade em valores absolutos, por meio do cálculo do Fator de Segurança (FS), possibilitando assim, a previsão de mudanças no quadro ambiental (GUIMARÃES, 2000; MONTGOMERY; DIETRICH, 2004; ZAIDAN, 2009).

Nesse contexto, o uso de modelos para a previsão de áreas instáveis, se constitui, quando associados às geotecnologias (Sistemas de Informações Geográficas, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria), como

um meio viável para previsão e redução das situações negativas geradas por estes eventos.

A percepção, o reconhecimento e o dimensionamento destas mudanças advindas da apropriação do relevo pelo homem a partir dos meios técnico-científicos supracitados passaram a contribuir, portanto, para o entendimento dos sistemas complexos da geografia (CHRISTOFOLETTI, 1982), uma vez que permitem estruturá-los para compreender melhor suas variáveis e suas interligações.

Conseqüentemente, possibilitam avaliar como a ocupação humana contribui para gerar ou potencializar determinados riscos ambientais associados a fatos antropogênicos e naturais (LUZ, 2015). Tal avaliação, geralmente, se traduz através da produção de documentos cartográficos, os quais contribuem, sobremaneira, para a inserção de ações de planejamento e gestão, os quais devem se desenvolver com fins a conservar e recuperar a natureza e ao mesmo tempo, não limitar, mas oposto a isso, promover o desenvolvimento social e econômico respeitando a geodiversidade dos sistemas ambientais (ROSS, 2009).

Dentre os modelos desenvolvidos se destacam o TRIGRS – *Transient Rainfall Infiltration and Grid-based Regional Slope-Stability Model*, SHALSTAB – *Shallow Landslide Stability Analysis*, SINMAP – *Stability Index MAPPING* - Mapeamento de índice de estabilidade, entre outros.

Cada modelo se encontra estruturado a partir de diferentes teorias e sistemáticas, as quais imprimem limitações quanto ao seu uso, à sua execução e aos resultados obtidos no que se refere à predição de áreas instáveis (FARIA, 2013), ou seja, a escolha de um determinado modelo deve se pautar, diretamente, na área de estudo escolhida, na escala de trabalho, nos objetivos da pesquisa, no volume, na qualidade dos dados disponíveis para sua aplicação e, no evento que se deseja estudar.

Em face ao exposto, a presente pesquisa adotou para a investigação e identificação das áreas que possuem probabilidade à ocorrência de escorregamentos, o modelo SINMAP, o qual se constitui como análogo abstrato, matemático-estocástico (PACK *et al.*, 1998).

A escolha do referido modelo se deve ao fato de que o mesmo já foi testado e validado através da implementação de estudos voltados a identificação de locais que possuem probabilidade a ocorrência de escorregamentos. Como exemplo da

aplicação do modelo SINMAP, cita-se os trabalhos de: Pack *et al.* (1998), Deb e El-Kadi (2009), Nery (2011), Michel, Kobiyama e Goerl (2012), Menon Júnior (2016), Pechincha e Zaidan (2017), entre outros.

No que se refere aos trabalhos supracitados, destaca-se que os mesmos utilizaram o modelo SINMAP buscando identificar as áreas que possuem instabilidade nas bacias hidrográficas selecionadas em seus trabalhos, ponto esse que se difere, em partes, daquilo que foi buscado na presente pesquisa, haja vista que, levou-se a efeito uma avaliação comparativa pautada na influência da ação antropogênica sobre o relevo e, nos resultados gerados pelo modelo SINMAP para diferentes anos, algo que, de certo, baseado nas buscas estabelecidas na bibliografia, concebe-se como algo ainda incipiente nas pesquisas desenvolvidas baseadas na modelagem.

Nesse contexto, se insere a área objeto da presente pesquisa, aqui identificada como Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT). A organização do espaço geográfico na área drenada pelo córrego Tapera se caracteriza pela presença de um processo histórico de espraiamento e consolidação da malha urbana em setores de encosta.

Esse crescente e rápido processo de urbanização, ensejado, de uma forma geral, de maneira desordenada e agressiva sobre setores não favoráveis a ocupação humana na BHCT, acarretou, segundo Costa (2016), em significativas e substanciais modificações em sua dinâmica. Modificações estas decorrentes de uma sucessão de intervenções urbanísticas, que se intensificaram nas últimas décadas e corroboraram de forma direta para a intensificação de processos morfodinâmicos, sobretudo no que se refere à ocorrência de escorregamentos, conforme observa-se na figura 1.

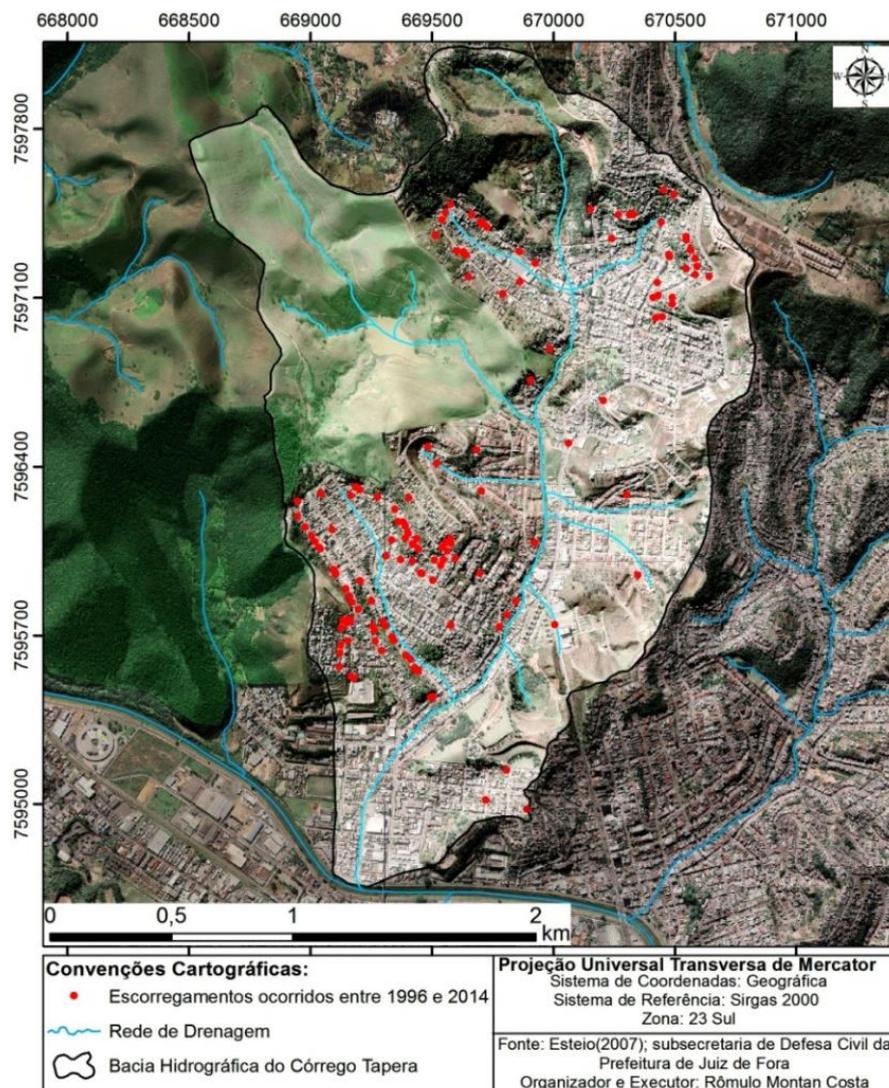


Figura 1: Eventos correlatos à ocorrência de Escorregamentos ocorridos na BHCT entre 1996 e 2014.

Exatamente por estas razões, a escolha da BHCT como área de estudo se justifica. Soma-se a esse cenário, a escassez de estudos voltados à predição de ocorrência de escorregamentos nessa localidade. Outro fator que torna salutar tal investigação se refere ao contexto socioambiental no qual a mesma se encontra inserida, o qual se caracteriza pela presença de um relevo acidentado, com encostas íngremes e vales profundos, marcado pela presença de um grande número de lineamentos e planos de descontinuidades acentuados, sob a influência do clima tropical úmido, com índices pluviométricos bastante elevados, associados, conforme já fora evidenciado anteriormente, à presença de ocupações desordenadas, o que favorece, sobremaneira, a potencialização dos eventos correlatos aos escorregamentos.

Por fim, destaca-se também a disponibilidade de dados que fornecem aporte analógico e digital, necessários à elaboração de cenários que possibilitem identificar possíveis áreas de ocorrência destes eventos.

Partindo desse pressuposto, se verifica que o estudo sobre os temas abordados anteriormente se justifica plenamente, entre outros argumentos, por sua grande complexidade e, por se tratar de um dos grandes problemas atuais das cidades, sobretudo no que se refere à busca da preservação da vida humana e do meio ambiente.

Doravante, como hipótese, a presente pesquisa considera, a partir da problematização feita até o momento, que avaliar e comparar numa perspectiva temporal a ação antropogênica sobre o relevo significa fornecer os subsídios necessários para entender se os resultados gerados pelos modelos de predição a escorregamentos se apresentam coerentes em estudos realizados em áreas densamente urbanizadas.

Adicionalmente, acredita-se que os meios técnicos científicos representados pelas técnicas de geoprocessamento e pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) permitirão a obtenção de informações correlatas à associação dos fatores condicionantes à deflagração dos escorregamentos, bem como da sua distribuição temporal, tornando possível estabelecer a probabilidade e o risco de ocorrência desses eventos, além de representá-los espacialmente através de produtos cartográficos.

2. OBJETIVOS

A presente dissertação possui como objetivo geral, avaliar se a ação antropogênica sobre o relevo influencia nos resultados gerados pelo modelo de predição a escorregamentos, SINMAP.

Complementarmente, postam-se alguns objetivos específicos que atuarão como etapas para o cumprimento do objetivo geral proposto:

- Elucidar o panorama geral do uso, ocupação e cobertura da terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2017 na BHCT;
- Classificar o modelo SINMAP quanto à probabilidade de ocorrência de escorregamentos para os anos de 1983 e 2007 em duas áreas piloto;
- Comparar os resultados gerados pelo modelo SINMAP no que se refere à probabilidade de ocorrência de escorregamentos para os anos de 1983 e 2007;
- Identificar as áreas que possuem risco à ocorrência de escorregamentos, para os anos de 1983 e 2007;

3. ESTADO DA ARTE

3.1 Parcelamento do Solo e Crescimento Urbano

Nas últimas décadas, observou-se, no Brasil, grandes transformações, as quais se encontram atreladas, sobretudo, a um contínuo e intenso processo de urbanização. Tal processo, geralmente, ocorre de forma desordenada, resultando, assim, na constituição de um ambiente desorganizado, onde se verifica constantemente a procura por moradia e o predomínio da produção de resíduos e um consumo voraz de recursos naturais, os quais se responsabilizam pelas reconfigurações do território e do espaço produzido, ensejando, dessa maneira, a necessidade de implementação de estudos que levem em consideração um contexto mais amplo da conceituação das relações sociedade-natureza, as quais são constantemente e mutuamente reconstruídas e reinventadas (Fundo de População das Nações Unidas-UNFPA, 2015).

A procura por moradia se constitui como um valor incorporado em todas as classes sociais do Brasil (LEONELLI, 2010). Essa busca incessante e comum a um grande contingente de pessoas tem ocasionado, de norte a sul do país, a produção de novas áreas urbanas nas grandes, médias e pequenas cidades brasileiras. Tal processo, que ocorre ora de forma progressiva e em um lapso de tempo relativamente longo, ora de forma mais drástica e em um tempo relativamente curto (UNFPA, 2015), se realiza através do parcelamento do solo feito sob a forma de loteamento, porção de terra que irá receber a moradia, seja ela unifamiliar ou multifamiliar (BARREIROS; ABIKO, 1998).

A questão do parcelamento do solo tem reflexos em inúmeros setores da sociedade e nos mais diversos ramos do direito, tanto público como privado (HORN, 2008). Em termos gerais, a legislação que trata da matéria se apresenta, a priori, como o aspecto jurídico mais importante no que cerne à estruturação e a construção do ambiente urbano (PINTO, 2003), haja vista que o crescimento urbano desenfreado das cidades brasileiras se estabelece baseado na produção de lotes, sejam eles regulares ou não, infraestruturados ou precários, dualidade esta que tem propiciado inúmeros problemas territoriais, socioeconômicos e ambientais (LEONELLI, 2010).

O espaço urbano, nesse cenário, talvez se constitua como a melhor forma de

exemplificar as práticas provenientes da ação antropogênica na alteração de um determinado ambiente. Sua ocupação de forma desenfreada e não antecedida por um planejamento eficaz podem trazer, além de problemas de natureza ambiental, riscos à população (MILARÉ, 2004).

A partir desse prisma, Tucci (2002) evidencia que o processo de crescimento urbano,

[...] tem sido caracterizado por expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o Plano Diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda. Esta tendência dificulta o ordenamento das ações não estruturais do controle ambiental urbano (TUCCI, 2002, p.5).

Essa conjuntura se reverbera, sobretudo, pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas da cidade (GUERRA; JORGE, 2011). Conforme apontam Silva, Rocha e Marques Neto (2015), a sociedade moderna se encontra situada sob uma matriz de racionalidade pautada em uma lógica de necessidades ilimitadas, introduzida, principalmente, pelo atual sistema econômico, o qual se encontra pautado cada vez mais no consumo desordenado de bens, produtos e serviços.

Tal cenário, caracterizado por problemas com a regulação e regularização do solo urbano, contribui de forma direta para o estabelecimento de assentamentos ilegais e precários nas periferias (BARREIROS; ABIKO, 1998), os quais se veem, diuturnamente, expostos a processos vinculados a ocorrência de inundações e escorregamentos, os quais muitas vezes redundam em tragédias (UFPNA, 2015).

Essas áreas se constituem quase sempre como reflexo de uma separação entre sujeito e objeto, onde a natureza é entendida como fonte de matérias-primas, recursos e, por conseguinte, passível de ser apropriada e transformada em mercadoria (SILVA; ROCHA; MARQUES NETO, 2015).

Nesse contexto, se evidencia o predomínio de um modelo de desenvolvimento urbano pautado em um padrão elitista e tecnocrático (GOUVÊA; RIBEIRO, 2005), o qual reflete, via de regra, uma empreitada econômica, um negócio, onde se observa a presença de atividades puramente mercadológicas que controlam a produção e a comercialização do espaço (HARVEY, 2005).

Em suma, segundo Souza (2003), percebe-se que o solo urbano tem sido

palco de um constante jogo de interesses, no qual,

[...]na grande maioria das vezes, os resultados financeiros adquirem destaque no contexto das negociações. As parcelas de terra privilegiadas pela localização e pela presença de amenidades têm sido alvo de grande valorização e, portanto, destinadas aos usos industriais e residenciais de alto padrão. Por outro lado, os terrenos desprovidos de potenciais locacionais ou ainda marcados por características físico-ambientais desfavoráveis adquirem baixa valorização, o que facilita a sua ocupação por parcelas sociais menos favorecidas (SOUZA, 2003, p.16-17).

Observa-se, portanto, que se faz necessário regular a atuação dos mercados (UNFPA, 2015), caso contrário, o quadro elucidado anteriormente continuará a contribuir para:

[...]o alto ritmo de crescimento das periferias, perpetuando um movimento de expansão da mancha urbana marcado pela segregação e exclusão da população de baixa renda. Esse mecanismo se retroalimenta e funciona como uma deplorável âncora que impede a produção de condições urbanas favoráveis e a superação dos principais problemas sociais, políticos e econômicos brasileiros (UNFPA, 2015, p.24).

Nesse sentido, o uso e o parcelamento do solo se apresentam, conforme aponta Mota (1980), como um dos itens de maior relevância para o ordenamento da cidade, principalmente no que se refere à organização espacial de novas áreas urbanas. Em conformidade com a linha de raciocínio do autor supracitado, Mesquita (2008) contribui afirmando que:

O parcelamento do solo pode ser considerado como o principal instrumento de estruturação do espaço urbano, uma vez que após sua implantação o espaço criado pelo mesmo manterá sua estrutura por muitos anos ou séculos e será ocupado por diversas gerações de habitantes da cidade. Dessa forma, torna-se de importância fundamental que seus projetistas dominem a forma técnica de manusear as variáveis ambientais e criar espaços de qualidade. O desconhecimento de critérios para a criação desses espaços poderá legar à posteridade vias mal projetadas que poderão contribuir para um maior número de acidentes, drenagem de águas pluviais inadequadas que contribuirá para a ocorrência de inundações, entre outros problemas de difícil solução (MESQUITA, 2008, p.10).

Assim, inserido no contexto e na problemática do fenômeno da urbanização, e a partir de certa tomada de consciência oriunda dos efeitos negativos da ação antropogênica sobre os ecossistemas terrestres (SILVA; ROCHA; MARQUES NETO, 2015), passou-se a regulamentar e a restringir, por vias jurídicas, o uso e o parcelamento do solo. Eis alguns exemplos a seguir.

A Lei Federal nº 6766/79 (BRASIL, *op cit.*, Cap I, art. 3º, parágrafo único) apresenta os seguintes itens restritivos no que tange ao parcelamento e uso do solo:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

A referida lei, segundo Barreiros e Abiko (1998), se destaca, a priori, por se tratar de uma lei de abrangência nacional que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e, a posteriori, porque possibilitou o estabelecimento de normas e parâmetros que vieram a nortear e determinar novas posturas nas legislações estaduais e municipais. Além disso, Horn (2008) elucida que tal lei propiciou aos Estados e aos Municípios autonomia para o estabelecimento de normas complementares relativas ao parcelamento do solo urbano, tanto na aprovação quanto na fiscalização dos projetos e das definições das peculiaridades de cada localidade.

Destarte, destaca-se a Constituição Federal, chamada de Constituição Cidadã, promulgada em 5 de outubro de 1988, a qual estabeleceu um conjunto de princípios e regras direcionadas para uma promoção política e urbana voltada para o ordenamento e desenvolvimento das funções sociais da cidade (HORN, 2008). A constituição supracitada retrata a política urbana através dos seguintes artigos:

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei têm por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º É facultado ao poder público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do

proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

- I - parcelamento ou edificação compulsórios;
- II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;
- III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

Art. 183. Aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º O título de domínio e a concessão de uso serão conferidos ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil.

§ 2º Esse direito não será reconhecido ao mesmo possuidor mais de uma vez.

§ 3º Os imóveis públicos não serão adquiridos por usucapião.

Com base nos artigos supracitados, observa-se que a maior contribuição da referida constituição se encontra diretamente relacionada à posição dos municípios, haja vista que os mesmos foram alçados ao status de entes federados responsáveis pela política de desenvolvimento urbano, ou seja, dotados de autonomia (HORN, 2008). Tal marco institucional conduz, conforme aponta Goulart (2009), para uma reflexão acerca do poder local e, conseqüentemente, para o estabelecimento de uma regulamentação infraconstitucional inovadora, o Estatuto da Cidade.

O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) vem regulamentar o que é proposto nos arts. 182 e 183 da Constituição, através da Lei Federal nº 10.257. Esta Lei estabelece, através de seu parágrafo único no artigo 1º, normas de ordem pública e de interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

No que se refere à inserção de políticas inerentes ao uso e ocupação da terra, se faz de fundamental importância ressaltar o que é explicitado no artigo 2º:

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

- I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- II – gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

VI – ordenação e controle do uso do solo de forma a evitar:

c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana; f) a deterioração das áreas urbanizadas;

g) a poluição e a degradação ambiental;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;

XIII – audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o conforto ou a segurança da população.

Goulart (2009) contribui afirmando que o Estatuto da Cidade, em tese, propiciou a preconização de:

[...]processos decisórios democráticos e participativos na formulação e implantação de políticas públicas de desenvolvimento urbano, além de novos instrumentos urbanísticos potencialmente transformadores em razão de sua capacidade de interferir na dinâmica real de uso e ocupação do solo urbano(GOULART, 2009,pag.97).

Nessa perspectiva, se faz possível observar que a promulgação do Estatuto da Cidade representou um avanço importante no que tange à matéria urbanística, uma vez que possibilitou a estruturação da ordem constitucional e a reorientação do poder público, do mercado imobiliário e da sociedade através de novos critérios econômicos, sociais e ambientais (HORN, 2008).

Assim, consolidando e aumentando o papel constitucionalmente concedido aos municípios para o controle e processo de desenvolvimento urbano, tem-se o estabelecimento de leis locais voltadas à normalização do processo de ocupação e urbanização por meio de uma equação própria, ou seja, com o intuito de organizar a ocupação do solo, assegurar uma distribuição adequada de lotes, vias e equipamentos públicos e garantir a preservação da qualidade ambiental (BARREIROS; ABIKO, 1998).

Nesse cenário, se destaca na cidade de Juiz de Fora a Lei municipal nº 6908, constituída no dia 31 de maio de 1986 (JUIZ DE FORA, *op. cit.*, Cap. II, Sec. I art.

6º). A referida lei define porções territoriais onde parcelamento é limitado, conforme pontuado nos seguintes incisos restritivos:

- III - terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas formuladas pela Prefeitura;
- IV - terrenos nos quais as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V – Áreas contendo preservação ecológica ou naqueles onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis de sua correção;
- VI – Áreas contendo matas ou florestas, sem prévia manifestação favorável das autoridades competentes;
- VII - áreas com reservas naturais que o Poder Público tenha interesse em sua defesa e proteção;
- VIII – Área de beleza natural paisagística de interesse público.

Assim sendo, se observa a partir da avaliação desse imenso conjunto de artigos e incisos das leis apresentadas, que as mesmas, em sua grande maioria, se sobrepõem umas às outras, ou seja, abordam os mesmos assuntos e delegam as responsabilidades na hierarquia do padrão da legislação brasileira (CHAVES, 2010).

Horn (2008) evidencia que tais leis se encontram defasadas e sem eficácia na atual conjuntura dos municípios brasileiros, contribuindo, assim, para o estabelecimento de um parcelamento irregular na maior parte do território do país, os chamados, conforme aponta Pinto (2003), “loteamentos clandestinos”.

Tais empreendimentos, realizados à margem da legislação urbanística, ambiental, civil, penal e registraria (PINTO, 2003), se constituem como o reflexo de um quadro caracterizado por um processo contínuo de exclusão, segregação e de má utilização das diversas formas de uso das terras, haja vista que os assentamentos, assim constituídos, quase sempre não obedecem a qualquer planejamento e são totalmente carentes de infraestrutura (HORN, 2008).

Destarte, levando em consideração os avanços introduzidos pela Lei 6.766/79, bem como pela aprovação do Estatuto da Cidade, precedido da Constituição de 1988, pode-se afirmar que ambas não foram pensadas a partir de uma visão sistêmica (GOUVÊA; RIBEIRO, 2010).

Horn (2008) evidencia, nesse sentido, que:

o grande problema sistêmico que se encontra surge do conflito entre a intenção da lei, incluindo o Município como o ente responsável pelo parcelamento do solo urbano, e a capacidade reduzida de gestão urbana desses (...), diante da falta de uma norma geral que determinasse diretrizes e instrumentos de política urbana para uma atuação correta e eficaz (HORN, 2008, p.30).

A partir desse cenário, é possível perceber que o parcelamento do solo urbano sempre foi concebido a partir de um ato unilateral dos proprietários de terra, os quais parcelavam independente da função social de sua propriedade e do processo de construção coletiva da cidade (GOUVÊA; RIBEIRO, 2010), ou seja, sem considerar os mecanismos referentes às condições sociais, econômicas, infraestruturais e ambientais que interagem entre si e que constituem uma rede de relações que possibilita a formação das cidades e, logo, a identificação de processos que conferem riscos à população (ZAIDAN, 2006).

Percebe-se, portanto, conforme aponta Chaves (2010), uma intrínseca relação entre o surgimento ou potencialização dos riscos ambientais com o ambiente urbano construído e com o processo de inserção de ocupações humanas nas áreas urbanas, sobretudo em áreas que possuem topografia acidentada, se constituindo, assim, como um dos fatores que mais contribuem para a intensificação e deflagração de escorregamentos, enchentes, inundações, entre outros eventos correlatos.

Sendo assim, nota-se que à medida que o caráter socioeconômico de uma cidade se altera, há uma resposta para a qual a política urbana deve estar atenta. Nesse sentido, se faz necessário estabelecer, de forma concomitante, ações de ordens técnicas pautadas nas realidades socioeconômicas, culturais, ambientais e urbanas que quase sempre se apresentam tão diversificadas (GUERRA; JORGE, 2011).

Gouvêa e Ribeiro (2010) elucidam que se faz necessário propiciar que:

[...]os índices e padrões dialoguem com a cidade real. Se isto não for alcançado, como outras leis, esta não sairá do papel e resultará apenas em uma coletânea de restrições. Na regularização fundiária, o direito à regularização da população moradora tem que ser traduzido em padrões técnicos, urbanísticos, ambientais e construtivos, minimizando a degradação ambiental já produzida e os efeitos negativos da ocupação do solo urbano, ao mesmo tempo em que viabilize a transformação da ocupação irregular em assentamento regularizado (GOUVÊA; RIBEIRO, 2010, s/p).

Argumenta-se, dessa maneira, em meio a esse quadro emblemático, que os códigos e as leis que regulam o uso e a ocupação do solo não têm dado origem ao equacionamento das conflitantes questões que foram levantadas.

Ilustra-se, portanto, a necessidade de estudos que utilizem a tecnologia em

prol da identificação, prevenção e do zoneamento de áreas que se apresentam predisponentes a sofrerem os efeitos negativos decorrentes da ocupação irregular do solo urbano, buscando assim ordenar de forma coesa o uso e ocupação da terra (GUERRA; JORGE, 2011).

Assim, em face ao exposto, observa-se que o planejamento do uso do solo urbano se apresenta como peça chave no que tange à readequação e inserção de políticas coerentes de ocupação de novas áreas no perímetro das cidades (GIRÃO; CORRÊA, 2004), sendo a avaliação dessas áreas de grande importância para a orientação da ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade (LEITE; ROSA, 2012). Verifica-se, também, a necessidade de inserção de um processo voltado à apropriação social da legislação pertinente ao uso e ocupação do solo, como forma e instrumento importante na melhoria da produção do espaço urbano e, logo, para prevenção e gerenciamento de riscos (UFPNA, 2015).

3.2 Risco Ambiental e Conceitos Associados: reflexões

A importância de se conhecer e de avaliar os riscos ambientais reside na possibilidade de interromper ou de redirecionar processos que podem resultar a curto ou em longo prazo, na degradação do meio ambiente (COUTO, 2005).

Assim, dada à importância de se reconhecer e avaliar os riscos se observa nas últimas décadas um avanço técnico-científico significativo no que se refere à produção de estudos acerca dos riscos ambientais, pelos mais variados setores e linhas de pesquisa, estando à noção de risco consideravelmente difundida na sociedade, figurando em debates, avaliações e em estudos no meio acadêmico e empresarial (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005).

As questões correlacionadas ao risco se encontram inseridas, em muitas situações, em meio a uma luta sobre abordagens distintas acerca da temática em discussão (MENDES, 2015). Tal cenário corroborou para a inserção do termo risco em um ambiente controverso, onde se verifica muita variação em sua definição (FERNANDES; ROCHA, 2007), o que acaba por inviabilizar a condução do mesmo a um conceito singular (SANTOS; ROCHA; ANDRADE, 2015).

As diferentes interpretações e designações com relação ao risco apresentam estruturas conceituais que se agrupam à temática e acrescentam informações

relevantes (MENEZES JÚNIOR, SILVA, 2015). Todavia, a polissemia que envolve o conceito corrobora para a particularização, fragmentação e para a complexificação do mesmo (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004), sendo comum, inclusive, observar situações em que o termo é utilizado através de um discurso comum e dotado de superficialidade, com um conjunto de significados e terminologias muitas vezes distintas e conflitantes (ALMEIDA-FILHO; COUTINHO, 2007).

Nessa perspectiva, Veyret e Richemond (2007) elucidam que a noção do risco é complexa, eles afirmam que:

Discute-se a origem do termo “risco”, presente em todas as línguas europeias (inglês: risk, italiano: rischio, espanhol: riza). Ela pode ser oriunda tanto dos termos latinos como rixare, significando “brigar”, ou resecare, “extirpar, suprimir”, quanto do grego rhizikon ou, ainda, do árabe, risk. Muito cedo, na Itália, o termo designa escolho, depois naufrágio e, em seguida, um perigo possível do qual o armador pode ser vítima. De fato, a palavra designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção, e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos (VEYRET; RICHEMOND, 2007. p. 25).

Menezes Júnior e Silva (2015) apontam que a própria origem do termo é incerta ou possui uma trajetória bastante sinuosa, fato este que dificulta sua compreensão, haja vista que o mesmo se concebe como um sistema que articula práticas de gestão, atores e espaços segundo lógicas diversas (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

Cardona (2001) contribui afirmando que o risco se apresenta como um conceito complexo e estranho, o qual concebe algo que parece irreal, na medida em que está sempre relacionado ao acaso, às possibilidades, ou seja, a algo que ainda não aconteceu. O autor argumenta, ainda, que outra razão que atribui complexidade ao conceito de risco se encontra relacionado ao entendimento do mesmo como uma ideia composta, onde três aspectos distintos convergem concomitantemente: a eventualidade, as consequências e o contexto (capacidade de gerenciamento e atores relacionados). Este último se responsabiliza pela determinação do limite, do motivo, do propósito e das interações a serem consideradas no processo de avaliação e classificação do risco.

O risco, portanto, segundo Lavell (1996), pode ser compreendido como uma categoria complexa, como resultado da interação de múltiplos elementos, os quais se constituem como altamente dinâmicos e em constante mudança, sobretudo

devido à nova ordem econômica mundial e aos impactos que ela causa no meio urbano dos países em desenvolvimento.

Doravante, em meio ao quadro apresentado, Rocha (2005) aponta que em países como o Brasil correm-se ainda mais riscos, haja vista a inexistência da chamada cultura de segurança e de uma prática de cidadania bem estruturada. Thouret (2007) elucida que o grande crescimento demográfico e a crescente metropolização caracterizam a maior parte dos países em desenvolvimento, os quais pertencem, sobremaneira, ao mundo tropical.

Nesses locais predominam grandes transformações como a transferência da população para as cidades em uma velocidade maior do que os serviços de infraestrutura conseguiram acompanhar (NUNES, 2015), evidenciando, assim, um cenário caracterizado por uma tendência de modernização a qualquer preço, bem como por uma maior propensão ao risco (BECK, 1992).

Tal fato contribuiu, dessa maneira, para a instalação de problemas agudos, dado que os riscos se encontram relacionados à urbanização acelerada, um ambiente degradado, à fragilidade da capacidade de resposta (THOURET, 2007), como também a ausência ou ineficácia de políticas voltadas à gestão dos riscos, nos tornando assim mais propensos e vulneráveis a processos de ordem natural, ou aqueles desencadeados pelas ações de processos tecnológicos ou sociais (ROCHA, 2005).

Nesse sentido, cabe ressaltar que essa falta de eficácia da gestão de risco, aparentemente, se encontra correlacionada à forma inadequada com que o mesmo é estimado e avaliado. Diuturnamente, se verifica a realização de consultas técnicas voltadas à avaliação dos riscos desenvolvidas de forma reducionista e fragmentada, ou seja, sem a inserção de uma visão holística do risco, isto é, de uma avaliação integral e multidisciplinar de todas as variáveis que o constituem, o que poderia facilitar e orientar a tomada de decisões em uma dada localidade e, por conseguinte, contribuir para melhorar a eficácia da gestão e para identificar e priorizar medidas viáveis e eficientes para reduzir o risco (CARDONA, 2001).

Assim, baseado nas considerações feitas até o momento e partindo do princípio de que se faz necessário um melhor entendimento do que é risco, serão abordadas algumas definições e termos afins.

Veyret e Richemond (2007) entendem o risco como um objeto social, eles o definem como:

[...]a percepção do perigo da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o aprende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados (...) o risco é uma construção social. A percepção que os atores têm de algo que representa um perigo para eles próprios, para os outros e seus bens, contribui para construir o risco que não depende unicamente de fatos ou processos objetivos. Nada espantoso, ainda, que o risco, tal como acabamos de defini-lo, não exista em todas as culturas (VEYRET; RICHEMOND, p.11-23).

O conceito de risco, em sua definição mais simples, segundo Lavell (1996), se refere à probabilidade de que algo prejudicial atinja uma população (pessoas, estruturas físicas, sistemas de produção, etc.), ou seja, para que haja risco se faz necessária a presença de uma ameaça e de uma população vulnerável a sofrer seus impactos. Ainda segundo o autor, os riscos se constituem, portanto, como:

[...]una condición latente o potencial, y su grado depende de La intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes. En este sentido, La vulnerabilidad es una expresión del desequilibrio o desajuste, en igual medida, entre la estructura social (ampliamente concebida) y el medio físico-constructivo y natural que lo rodea. La vulnerabilidad, entonces, nunca puede tener un valor absoluto, sino que depende siempre del tipo e intensidad de la amenaza. A nuestro modo de ver, la amenaza y el riesgo nunca deben considerarse sinónimos, como lo hacen algunos autores; por otra parte, el grado de riesgo siempre está en función de la magnitud de la amenaza y de la vulnerabilidad, es, entonces, una condición dinámica, cambiante y teóricamente controlable (LAVELL, 1996, p.10).

Para Castro (2000) o risco se estabelece como a probabilidade de ocorrência de um perigo. O autor argumenta que:

El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre encuan to a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). La valoración cualitativa puede hacerse cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia. Cuando se cuenta com los datos adecuados para realizar un cálculo de probabilidades se puede definir el riesgo. En cambio, cuando no existe posibilidad de calcular probabilidades, sino que solo existe intuición o criterio personal, se está frente a una incertidumbre (CASTRO, 2000, s/p).

Castro, Peixoto e Pires do Rio (2005) no mesmo sentido conceituam o risco como:

[...]uma categoria de análise associada a priori às noções de **incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos** materiais, econômicos e humanos em função de processos de ordem "natural" (tais como os processos exógenos e endógenos da Terra) e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas. O risco (lato sensu) refere-se, portanto, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005, p.12).

Beck (1998), em conformidade com a linha de raciocínio dos autores supracitados, conceitua o risco como uma forma sistemática de agir perante um cenário caracterizado por inseguranças e pela ocorrência de catástrofes advindas dos efeitos ocasionados pela modernidade.

Nessa conjuntura, Zolo e Beck (2002) em seu diálogo apontam para a existência de duas modernidades, a primeira se caracteriza pela presença de uma sociedade estatal e nacional, de estruturas coletivas, com pleno emprego, rápida industrialização e um aproveitamento da natureza não "visível", enquanto que a segunda modernidade ou "modernidade reflexiva" se caracteriza pelas insuficiências e pelas antinomias da primeira modernidade.

Para Beck (2002, p.5), portanto, o risco se apresenta como:

el enfoque moderno de la previsión y control de las consecuencias futuras de la acción humana, las diversas consecuencias no deseadas de la modernización radicalizada. Es un intento (institucionalizado) de colonizar el futuro, un mapa cognitivo (BECK, 2002, p.5).

A partir desse prisma, Avzaradel (2012) evidencia que os riscos são, geralmente, representados por uma magnitude e uma probabilidade. Ele exemplifica apontando que:

[...]no furto de um automóvel, a magnitude pode, no caso de um furto, ser medida pelo valor de mercado deste (se não recuperado) ou pelo valor do conserto das avarias (se recuperado). Já a probabilidade irá variar de acordo com as estatísticas definidas em função das ocorrências de furtos e roubos em determinada região na qual reside o proprietário do veículo. Outros fatores concorrem para o cálculo do valor a ser pago mensalmente como o sexo e a idade dos condutores, etc. Os cálculos da magnitude e da probabilidade são marcados por incertezas científicas, o que nem sempre é admitido por quem avalia o risco (AVZARADEL, 2012, p.277).

O termo risco, segundo Cerri e Amaral (1998), pode ser entendido como a probabilidade de ocorrência de situações de perigo, perdas ou danos ao homem e

suas propriedades, situações estas que se constituem como resultado de interações entre as ameaças naturais ou de cunho antropogênico e de condições de vulnerabilidades, sejam elas induzidas ou não.

Assim, admitindo a probabilidade como um mecanismo intrínseco ao funcionamento do risco, se pode dizer, conforme apontam Dagnino e Carpi Junior (2007), que o mesmo se apresenta correlacionado de forma direta situações ou áreas onde existe a probabilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, acaso ou azar de ocorrer algum tipo de ameaça, perigo, problema, impacto ou desastre.

Imerso nesse contexto, Nardocci (1999) aponta que todas as definições de risco cunhadas de forma objetiva implicam, conseqüentemente, em uma associação entre a probabilidade de ocorrência de um evento e de suas conseqüências, mas não de forma precisa e direta.

Nesse panorama, Veyret (2007) elucida que se faz necessário interpretar os riscos a partir de três níveis. O primeiro nível se refere à necessidade de questionamento do estatuto da representação implicado por ele, onde se faz necessário remeter à sociologia, história, geografia, assim como outras ciências, ou seja, se basear em pesquisas científicas sólidas. O segundo nível se refere à necessidade de interpretação das relações entre os riscos e os territórios e, nesse sentido, os geógrafos se apresentam como agentes importantes no que se refere à mediação desse processo. Já no que se refere ao terceiro nível, a autora argumenta que o risco deve ser compreendido como uma importante alavanca para ações efetivas, devendo, portanto, ser integrado às práticas de gestão e de organização em diversas escalas.

Partindo desse pressuposto, Rocha (2005, p.38) aponta que para minimizar os riscos, impactos e/ou suas conseqüências, se deve:

- Identificar o contexto do ambiente de risco, e determinar que receptores e/ou recursos estão sob risco.
- Identificar todas as ameaças ou riscos que podem afetar o local com necessidade de proteção.
- Estimar a probabilidade de ocorrência de um acidente.
- Determinar o impacto ou efeito sobre as coisas se uma perda realmente ocorrer.

Dessa forma, levando em consideração o cenário apresentado e a heterogeneidade de sentidos que o risco pode assumir, torna-se imprescindível

consolidar algumas definições (Quadro 1), haja vista que se observa frequentemente a substituição ou associação do termo risco à potencial, susceptibilidade, vulnerabilidade, sensibilidade ou danos potenciais (DAGNINO; CARPI JUNIOR, 2007).

Quadro 1: Termos e conceitos relacionados aos riscos. Fonte: adaptado de Cerri e Amaral (1998).

TERMO	CONCEITO
ACIDENTE	Evento não intencional que pode causar ferimentos, pequenas perdas e danos materiais e/ou ambientais, mas é prontamente controlado pelo sistema de gestão (exemplo: incêndio em uma indústria, controlado pelos bombeiros).
EVENTO	Assim como o acidente, evento é um fato já ocorrido, fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registradas no tempo, onde foram registradas consequências sociais e/ou econômicas (perdas e danos).
FREQUÊNCIA	Número de ocorrências por unidade de tempo.
CONSEQUÊNCIA	O impacto de um acidente nas pessoas, no ambiente ou no investimento.
DESASTRE	Evento não intencional que pode causar ferimentos médios e graves, danos materiais/ambientais razoáveis, e é parcialmente controlado pelo sistema de gestão (exemplo: vazamento e explosão de material inflamável, com contaminação de curso d'água e solo).
CATÁSTROFE	Evento não intencional que pode causar mortes, danos materiais/ambientais significativos e não é controlado pelo sistema de gestão (exemplo: vazamento de óleo na baía de Guanabara; rompimento de barragens de produtos tóxicos; fatalidades em áreas de movimentos de massa).
PERIGO (HAZARD)	Condição ou fenômeno com potencial de ameaçar a vida humana, a saúde, propriedade ou ambiente, trazendo consequências desagradáveis.
VULNERABILIDADE	Grau de fragilidade de um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.
SUSCETIBILIDADE	Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.
ÁREA DE RISCO	Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeitos adversos. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos integridade físicas, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).
ACEITABILIDADE DO RISCO	Estabelecimento de níveis de risco que podem ser aceitos pela sociedade.
ANÁLISE DE RISCO	Análise de perigos potenciais, possíveis eventos acidentes e medidas de segurança para determinar frequência e consequências de eventos acidentais.
RISCO ATUAL	Corresponde ao risco instalado (ou efetivo) em áreas ocupadas.

Existem diversos tipos de riscos, no entanto, nem todos serão abordados neste estudo. Segundo Barbosa e Zanella (2009), a classificação dos diferentes tipos de riscos ambientais pode ser construída com base nos fenômenos que constituem a ameaça. Assim, baseado nessa perspectiva, dar-se-á ênfase à

proposta de classificação para os riscos ambientais elaborada por Cerri e Amaral (1998), conforme pode ser visualizado na figura 2.

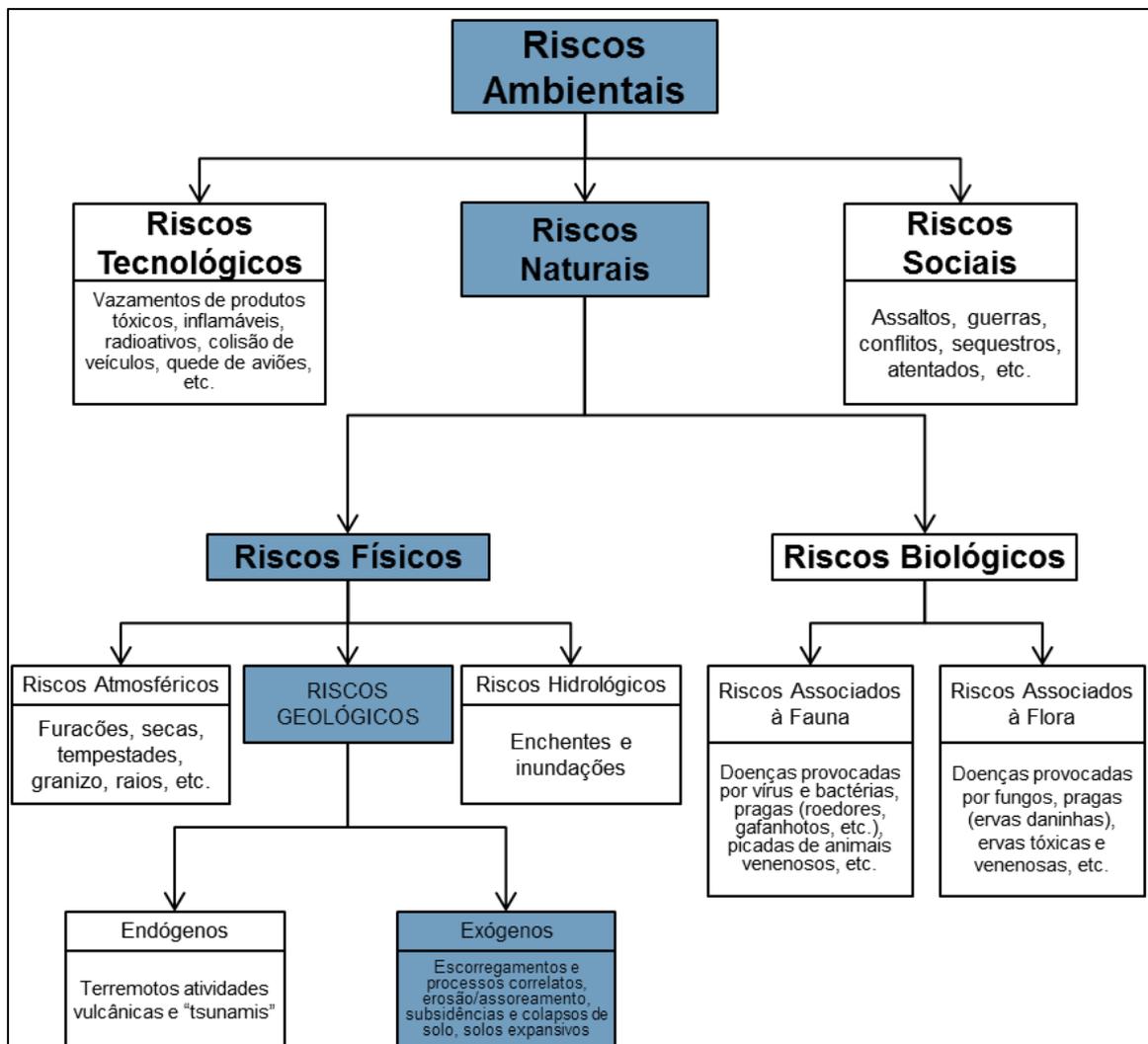


Figura 2: Classificação de riscos, com destaque para os riscos de natureza geológicas, causados por dinâmica exógena. Fonte: Cerri e Amaral (1998, p.302).

Contudo, cabe ressaltar que essa classificação, apesar de ser feita para facilitar o entendimento dos tipos de riscos, não contempla alguns processos que podem estar inseridos em mais de um grupo de riscos.

A classificação desenvolvida por Cerri e Amaral (1998) entende que os riscos ambientais se constituem como a maior classe de riscos, os quais se encontram divididos, por sua vez, em classes e subclasses. Cabe ressaltar que, destacar-se-á, nesse sentido, os riscos naturais, haja vista que os mesmos envolvem os riscos físicos no qual se encontra inserida a categoria dos riscos geológicos, que se subdividem em dois tipos, endógenos e exógenos. Neste último, se destacam

principalmente os escorregamentos, foco do presente estudo (CERRI; AMARAL, 1998).

Os riscos ambientais, segundo Veyret (2007), resultam de uma relação mútua entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos de cunho natural, os quais são agravados, sobremaneira, pela ação recorrente e atuante da ação antropogênica no que se refere às alterações promovidas nas formas de uso e ocupação do território, propiciando, assim, o desencadeamento e a intensificação de eventos como as inundações e os escorregamentos.

Egler (1996) entende que o conceito de risco ambiental pode ser definido a partir de duas concepções radicalmente distintas de avaliação dos recursos naturais. O referido autor aponta que a primeira concepção se encontra atrelada a uma visão onde o aproveitamento dos recursos está limitado apenas pela renda marginal na pior terra, expresso no patamar mínimo de lucro que compense o investimento produtivo, enquanto que a segunda concepção se encontra pautada na noção de sustentabilidade, onde as restrições ao uso indiscriminado dos recursos naturais devem ser definidas pela sua capacidade de suporte e de renovação.

Já no que se refere aos riscos naturais, Nardocci (1999) e Veyret e Richemond (2007) elucidam que os mesmos se caracterizam como aqueles que são pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou por um indivíduo que se encontra vulnerável a sofrer a ação ou os efeitos de um determinado fenômeno, que pode ocorrer de forma imediata ou em longo prazo, como, por exemplo, enchentes, terremotos, vulcões, movimentos de massa, entre outros.

Castro, Peixoto e Pires do Rio (2005) evidenciam que os riscos naturais possuem uma relação intrínseca com os processos e eventos de origem natural, ou por aqueles induzidos por atividades relacionadas à ação antropogênica. Eles afirmam que:

A natureza destes processos é bastante diversa nas escalas temporal e espacial, por isso o risco natural pode apresentar-se com diferentes graus de perdas, em função da intensidade (magnitude), da abrangência espacial e do tempo de atividade dos processos considerados (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005, p.22).

Nessa perspectiva, se observa que os riscos naturais possuem uma ligação direta com as atividades provenientes da ação antropogênica, podendo apresentar

sua origem ou serem intensificados a partir da mesma. A esse respeito, Lavell (1996, p.5) argumenta que:

[...]existe una serie creciente de eventos físicos que afectan a las ciudades, que aparentan ser naturales, pero em su esencia son creados por la intervención humana. Estos eventos se gestan em la intersección de la sociedad con los procesos de la naturaleza, y pueden convenientemente denominarse eventos o, em su caso, amenazas sócio naturales. Aquí se trata, en particular, de los casos de inundaciones, deslizamientos, hundimientos y de sequías que afectan a muchas ciudades, particularmente en los países pobres, cuyos orígenes se encuentran em el inadecuado manejo del entorno natural de la ciudad y de su región circundante (LAVELL, 1996, p.5).

Sendo assim, apesar da forte vinculação que os riscos naturais possuem com os fenômenos extremos da natureza, se ressalta que os mesmos devem ser compreendidos e interpretados a partir de um ponto de vista mais amplo, ponto de vista este que o remete à noção de risco ambiental. Nesse sentido, esses riscos devem levar em consideração e, também, serem tratados como um fenômeno de ordem social, uma vez que são intensificados pela ação antropogênica e, ao mesmo tempo, atingem populações socialmente vulneráveis, como as que normalmente se instalam em áreas urbanas sujeitas a inundações e a escorregamentos (BARBOSA; ZANELLA, 2009).

Percebe-se, a partir do quadro apresentado, que os diversos tipos de riscos existentes e seus efeitos não podem ser avaliados separadamente das respostas provenientes da ação do homem (DAGNINO; CARPI JUNIOR, 2007). Os riscos de inundações e de escorregamentos mencionados anteriormente se inserem, portanto, nessa perspectiva, haja vista que possuem uma multiplicidade de elementos que os condicionam.

Destarte, Lavell (1996) enfatiza que só é possível minimizar os efeitos provenientes do risco a partir da compreensão dos processos que envolvem a sua formação, e a partir da identificação dos principais fatores que contribuem para o seu desenvolvimento. A estimativa do risco depende, portanto, da maneira com que a sociedade integra ou percebe uma catástrofe em seu cotidiano (VEYRET, 2007).

Assim, observa-se a necessidade de adoção de uma escala padrão de análise do risco pautada em uma estrutura única e integradora, haja vista que a mesma possibilitará a definição de áreas que possuem distintos potenciais à ocorrência de riscos ambientais.

Os riscos, assim como muitas outras características ambientais, ocorrem em áreas específicas, por este motivo se torna de fundamental importância espacializá-los. Nessa perspectiva, Veyret (2007) evidencia que a cartografia e o zoneamento se constituem como a base de uma política de prevenção dos riscos.

Zaidan (2006), seguindo essa linha de raciocínio, enfatiza que a melhor forma de espacializar a distribuição do risco em uma dada área se dá através da elaboração de cartas de risco. Comumente, tal procedimento se baseia na utilização de técnicas pautadas na integração de informações referenciadas espacialmente, de forma a obter um produto cartográfico no qual estariam representados os processos geomorfológicos, conforme seu grau de probabilidade e risco.

Nesse contexto, e levando em consideração os trabalhos de Girão e Côrrea (2004) e de Santos e Ross (2012), como também de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2007) percebe-se que se faz de fundamental importância compreender a estrutura da paisagem e as relações existentes de forma sistêmica entre os componentes que a formam e das subunidades que se organizam, revelando a essência existente em seu interior.

A estrutura da paisagem pode ser compreendida como formações integrais provenientes da combinação do relevo, drenagem, solos e biota, sob um mesmo clima e estrutura geológica, ou seja, de seus elementos funcionais e das regulações que determinam sua essência, morfologia e integridade, os quais nos permitem observar a organização do sistema paisagístico. Constitui-se, portanto, como um relevante aspecto para o planejamento e uso do solo urbano (CAVALCANTI; CÔRREA, 2016).

A paisagem, assim como qualquer outro sistema material, se encontra propícia a sofrer transformações. Nessa perspectiva, a análise dinâmico-evolutiva se constitui como um importante elemento para o entendimento das mudanças graduais quantitativas de uma invariante (mesma estrutura), haja vista que permite esclarecer as leis e as regularidades que orquestram modificações nos sistemas (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007).

Deste modo, o estado dinâmico funcional da paisagem pode ser entendido como uma determinada correlação dos parâmetros da estrutura e o funcionamento em um prazo de tempo dado, no qual as modificações dinâmicas se manifestam. Tais modificações se caracterizam pela periodicidade e reversibilidade, as quais são

resultantes de consequências advindas de processos que ocorrem no interior das paisagens e em partes da autorregulação, propriedade esta que evidencia a intensidade das relações que se desenvolvem no interior dos sistemas (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007).

Tem-se, portanto, que as representações e interpretações destes atributos de forma integrada, em consonância com os constantes registros das formas de uso, ocupação e cobertura da terra, proporcionam, conforme aponta Silva (2016), a realização de um diagnóstico do quadro ambiental da área a qual se propõe estudar, com foco a promover uma melhor compreensão das potencialidades de cada sistema, bem como as práticas e usos mais coerentes com as peculiaridades de cada geoambiente. Tornam-se, assim, a partir da interpretação dos inúmeros arranjos e relações que compõem a paisagem, instrumentos valiosos para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental (IBGE, 2006).

Dentro desse cenário, apresenta-se a bacia hidrográfica como referência espacial adequada aos estudos integradores e como área-objeto da presente pesquisa. Sua compreensão como uma unidade complexa, organizada (MORIN, 1977), propicia avaliar as interações existentes entre os subsistemas vertentes e o canal fluvial, os quais resultam na organização do sistema como um todo integrado.

Tais características possibilitam avaliar os fluxos de matéria e energia que se estabelecem na bacia, a partir da compreensão do input dado pela precipitação até o output da matéria no exutório da mesma e, por conseguinte, possibilita obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais, elemento este essencial na gestão do território (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Nesse sentido, apreende-se que as bacias hidrográficas, enquanto células básicas de análise geoambiental, possibilitam uma visão integrada do comportamento das condições naturais (relevo, solos, subsolo, flora e fauna) e das condições sociais ou atividades humanas (uso, ocupação e cobertura da terra) nelas desenvolvidas (CUNHA; GUERRA, 2004).

Observa-se, portanto, que se faz de fundamental importância compreender a bacia hidrográfica através de uma visão totalizante, buscando entender de forma dinâmica as interações que ocorrem entre os seus componentes naturais e sociais, bem como que a inserção de mudanças significativas em qualquer um desses

componentes pode acarretar no comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado aparente de equilíbrio dinâmico (SPÖRL; ROSS, 2004).

Assim, levando em consideração o quadro supraexposto, se revela a importância de implementação de estudos de forma integrada, haja vista que os mesmos possibilitam, conforme apontam Marques Neto *et al.* (2014), o estabelecimento de discussões concisas acerca dos principais problemas ambientais e das potencialidades e restrições de uso da terra, ou seja, propiciam, assim, um melhor entendimento das variáveis envolvidas na ocorrência de fenômenos que conferem riscos a população e, no caso da presente pesquisa, dos movimentos de massa, sobretudo no que se refere aos agentes, as causas e aos seus condicionantes.

3.3 Movimentos de Massa

A priori, cabe ressaltar que não é objetivo nesta pesquisa descrever em detalhes ou mesmo comparar os diversos sistemas de classificação existentes, mas sim fornecer ao leitor uma descrição simples e direta sobre os movimentos de massa com ênfase nos escorregamentos.

Os diversos tipos de movimentos de massa, com materiais diversos, consolidados ou não, constituintes de vertentes, se caracterizam como importantes processos erosivos naturais responsáveis pela evolução do relevo (VANACÔR, 2006), principalmente em regiões tropicais e subtropicais, onde se observa a presença de relevos acidentados e o predomínio de índices pluviométricos elevados (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2015), os quais propiciam, através da atuação e interação das águas com as forças gravitacionais, a remoção de elementos detríticos ou solúveis (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Nesse sentido, cabe ressaltar que as vertentes permitem delimitar um espaço de relações processuais de natureza geomorfológica, incorporando os mais diferentes tipos de variáveis. Ou seja, fornecem subsídios para a compreensão dos processos morfogenéticos responsáveis pela elaboração do relevo na escala de tempo geológico, como, também, para o entendimento das mudanças processuais recentes na escala de tempo histórico (CASSETI, 2005).

Dentre as mudanças processuais recentes, predominam, sobretudo, a ação antropogênica, caracterizada pelas ocupações desordenadas e aceleradas (GIRÃO;

CORRÊA, 2004) que levam, dentre outras ações, ao lançamento e concentração de águas pluviais, cortes de taludes de forma inadequada, remoção de vegetação e, por conseguinte, contribuem para o aumento da probabilidade e do risco de ocorrência de movimentos de massa (CARVALHO; GALVÃO, 2006; NUNES, 2015).

Tal cenário elucidada, portanto, a necessidade de incremento de estudos correlatos às causas e aos mecanismos dos movimentos de massa nas vertentes das mais variadas regiões, principalmente em áreas urbanizadas (FERNANDES; AMARAL, 1996). Nesses locais, a ação antropogênica se constitui como o principal fator modificador e desencadeador da quebra do limiar de estabilidade, levando a problemas de caráter não só ambiental, mas também de consequências sociais, tendo no substrato rochoso ou nos solos os mais variados reflexos da intensa alteração provocada, sobretudo, em áreas de topografia instável (GIRÃO, CORRÊA, 2004).

Guerra e Marçal (2006) entendem que os fenômenos correlatos aos movimentos de massa são influenciados de forma direta pela ação da gravidade, a qual propicia o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, processo esse que, segundo os autores, pode ser potencializado, ou não, pela ação da água. Seguindo essa linha de raciocínio, Suguio (2003) evidencia que os movimentos de massa se constituem como movimentos coletivos de blocos de rochas e de materiais terrosos ligados a regolitos, e que tais movimentos só são deflagrados devido ao efeito da gravidade e da ação da água que atua como lubrificante.

Selby (1993) aponta que os movimentos de massa consistem na remoção e transporte, vertente abaixo, das formações superficiais e do material rochoso sob influência da gravidade. Ocorrem quando a tensão de cisalhamento é excedida (NUNES, 2015) e, geralmente, em locais que possuem por característica a presença de litologias friáveis e/ou camadas superpostas ou justapostas de diferentes graus de coesão, e em relevos marcados por espessos mantos de intemperismo e declives acima de 20° (IBGE, 2009).

Partindo dessa premissa, e levando em consideração a classificação concebida por Ab'Saber, se faz possível situar os movimentos de massa em seu terceiro nível de abordagem, o qual se refere à dinâmica atual, ou seja, as características não habituais do clima e aos processos correlatos às atividades

humanas, as quais ocasionam, sobremaneira, alterações na fisiologia de uma determinada paisagem (IBGE, 2009).

Os diferentes tipos de movimentos de massa que ocorrem na natureza se diferenciam a partir das especificidades físicas de cada localidade (CAMPOS, 2011). Os materiais, processos e fatores condicionantes que propiciam sua deflagração atribuem a esses fenômenos uma grande complexidade e produzem condições para diversos tipos de movimentos (FERNANDES; AMARAL, 1996; SILVEIRA, 2008), o que resulta, quando associado às diversas interpretações e classificações, seguindo critérios diferenciados de acordo com cada autor, em dificuldades quanto a sua compreensão (VARNES, 1984).

Nesse cenário, em meio a esse quadro caracterizado pela presença de uma grande variedade de movimentos de massa, Selby (1993) elucida que os mesmos podem ser diferenciados através dos seguintes critérios, são eles: tipos de material, velocidade, mecanismo do movimento, material, modo de deformação, geometria da massa mobilizada e do conteúdo de água.

Silveira (2008) entende que os movimentos de massa correspondem aos mecanismos de transporte de sedimentos, solos ou rochas, que são induzidos pela força gravitacional e pela ação conjunta ou isolada de fatores como a presença de águas superficiais e subterrâneas ou ações antropogênicas como desmatamentos, cortes, aterros, entre outras. De acordo com estes mecanismos dominantes, os pesquisadores do assunto agrupam e categorizam os diferentes tipos de movimentos.

Nesse sentido, Crozier (1986) evidencia que a classificação dos movimentos de massa se constitui como elemento essencial para a compreensão desses fenômenos. O autor argumenta que o processo de classificação se apresenta como o primeiro passo da investigação científica, e que a realização da mesma facilita o reconhecimento dos fenômenos relatados, haja vista que propicia o enquadramento dos mesmos em grupos e categorias a partir da identificação de atributos em comum.

Tominaga (2007) elucida que se observa na literatura a presença de inúmeros trabalhos que propuseram classificações para os fenômenos correlatos aos movimentos de massa. Dentre as classificações de cunho internacional destacam-se a de Sharpe (1938), Terzaghi (1950), Varnes (1958 e 1978), Hutchinson (1988) e

Sassa (1989). Já no que se refere às classificações brasileiras voltadas, sobretudo, para as regiões tropicais e subtropicais úmidas, destacam-se as propostas de Freire (1965), Vargas (1966), Costa Nunes (1969), Guidicini e Nieble (1984), IPT (1991) e Augusto Filho (1992).

Dentre as classificações supracitadas, destacar-se-á, no presente estudo, a de Augusto Filho (1992). O referido autor, baseado na proposta classificatória de Varnes (1978), agrupou, de forma sucinta, os principais tipos de movimentos de massa que ocorrem com mais frequência na dinâmica ambiental dos ambientes tropicais e subtropicais brasileiros. De acordo com sua classificação, os movimentos de massa podem ser subdivididos em quatro grandes grupos, são eles: rastejo (*creep*), escorregamentos (*slides*), quedas (*falls*) e corridas (*flows*), conforme elucidado no Quadro 2

Quadro 2: Tipologias e características de movimentos de massa. Fonte: Modificado de Augusto Filho (1992).

PROCESSOS	DINÂMICA/GEOMETRIA/MATERIAL
Rastejos (<i>creep</i>)	<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.
Escorregamentos (<i>slides</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos planos de deslocamento (externos). • Velocidades médias (m/h) a altas (m/s). • Pequenos a grandes volumes de material. • Geometria e materiais variáveis: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Planares/Translacionais – solos pouco espessos, solos e rochas com 1 plano de fraqueza ✓ Circulares/Rotacionais – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas ✓ Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas (<i>falls</i>)	<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.
Corridas (<i>flows</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Muitas superfícies de deslocamento. • Movimento semelhante ao de um líquido viscoso. • Desenvolvimento ao longo das drenagens. • Velocidades médias a altas. • Mobilização de solo, rocha, detritos e água. • Grandes volumes de material. • Extenso raio de alcance mesmo em áreas planas.

Sendo assim, diante dos principais tipos e características de movimentos de massa apresentados no quadro 2, será dada uma ênfase aos escorregamentos, uma vez que estes ocorrem de forma frequente na área de estudo. Restringem-se,

de acordo com a classificação utilizada, em circulares ou rotacionais, planares ou translacionais e em cunha.

Os escorregamentos, segundo Ahrendt (2005), se caracterizam como uma consequência da deformação cisalhante que pode ocorrer ao longo de uma ou mais superfícies, podendo abranger materiais rochosos ou solo. Tais superfícies podem se apresentar como visíveis, razoavelmente inferidas ou estarem correlacionadas a zonas relativamente limitadas. Ainda segundo a autora, os escorregamentos não precisam, necessariamente, originar-se de uma superfície de ruptura propriamente dita, ou seja, podem se propagar de uma ruptura localizada, de pequena extensão, como por exemplo, fendas de tração.

Nessa perspectiva, Guidicini e Nieble (1984) e Infanti Jr e Fornasari filho (2004) evidenciam que os escorregamentos se caracterizam como movimentos que apresentam velocidades médias (m/h) a altas (m/s), com limites laterais e profundidades bem definidas tanto em profundidade como lateralmente. Tal fato permite a distinção entre o material deslizado e o material estável, o qual se encontra correlacionado a massas de solos, rochas, ou por uma complexa mistura de solo e rocha, muitas vezes com depósitos de lixo doméstico (FERNANDES; AMARAL, 1996).

Sua deflagração ocorre quando uma massa coesa do regolitos e liberta e então desliza de acordo com a inclinação ao longo de uma superfície plana ou curva (GUIDICINI; NIEBLE, 1984). Tal processo ocorre devido à queda da resistência e ao aumento das tensões atuantes, levando os terrenos que constituem os taludes e vertentes a se romperem por cisalhamento (FERNANDES; AMARAL, 1996).

Os escorregamentos rotacionais ou circulares (*slumps*) se caracterizam pela presença de uma superfície de ruptura curva, côncava para cima (FERNANDES E AMARAL, 1996), sendo que as fissuras expostas após a movimentação são concêntricas em planta e côncavas na direção do movimento (AHRENDT, 2005). Ocorrem principalmente em solos coesivos, relativamente homogêneos, onde o material em movimento sofre pouca deformação e em geral envolve apenas uma ou poucas unidades litológicas, ocorrendo preferencialmente ao longo de superfícies de deslizamento internas (figura 3) (FERNANDES; AMARAL, 1996; AHRENDT, 2005).

O movimento de rotação que caracteriza tais eventos se desenvolve em torno de um eixo paralelo, que se encontra inserido ao redor da vertente. O declive mais comum para a ocorrência desse tipo de movimento varia entre 20 e 40 graus, traduzindo-se em eventos que variam de extremamente lentos a moderadamente rápidos (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008). Apresentam como feições típicas, segundo Vargas (2015), escarpas de topo, fendas transversais na massa escorregada e uma língua de material na base da vertente.

Ahrendt (2005) contribui afirmando que o mecanismo de ruptura para este tipo de escorregamento, em materiais que possuem por característica a homogeneidade, está relacionado à infiltração da água da chuva, a qual contribui, através de um processo de infiltração constante, para a perda de equilíbrio do maciço, que pode variar em função do tipo de material, de suas propriedades hidráulicas e da relação entre a quantidade de água infiltrada e a resistência ao cisalhamento do maciço. Já no que se refere à sua ocorrência em materiais heterogêneos, a autora argumenta que a ruptura pode ocorrer pelo mesmo processo que ocorre nos solos homogêneos, entretanto, a superfície de ruptura estará condicionada às discontinuidades.

Nesse sentido, Augusto Filho (2001) elucida que tais eventos podem estar também atrelados a transições de solo-rocha (saprolitos), rochas fraturadas e alteradas, aterros, cortes da encosta para a implantação de estradas, erosão fluvial no sopé das vertentes, aumento do nível de água subterrânea devido ao enchimento de reservatórios e indução por abalos sísmicos.

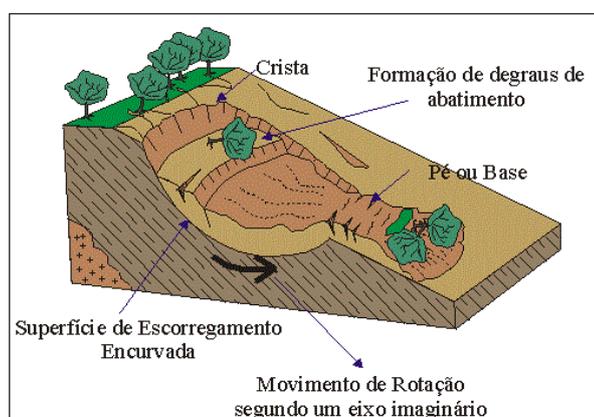


Figura 3: Ilustração referente a um Escorregamento Rotacional. Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html>.

Os escorregamentos translacionais ou planares (figura 4) se constituem como os processos mais frequentes na dinâmica das encostas brasileiras (CAMPOS, 2011), ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades e estando normalmente vinculados a processos geológicos (acumamentos, fraturas e outros), geomorfológicos (depósito de encosta) e pedológicos (contatos entre horizontes, solum/saprolito) (FERNANDES; AMARAL, 1996).

Nessa perspectiva, Guidicini e Nieble (1984) evidenciam que tais processos se constituem como:

[...]um reflexo da estrutura geológica do terreno e pode consistir em planos de estratificação, xistosidade, gnaissificação, acumamento, diaclasamento, falha, juntas de alívio de tensões, fendas preenchidas por materiais de alteração, contatos entre camadas (GUIDICINI; NIEBLE, 1984, p. 19-20).

Ahrendt (2005) aponta que nos escorregamentos translacionais o material em movimento apresenta grande deformação. Estes processos possuem a face de ruptura planar (FERNANDES; AMARAL, 1996) e, geralmente, resultam em cicatrizes compridas e rasas, com planos de ruptura que apresentam profundidades que variam de 0,5m a 5,0m (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008).

Highland e Bobrowsky (2008) enfatizam que a massa deslocada durante a ocorrência de um escorregamento translacional se desloca para fora, ou para baixo e para fora, ao longo de uma superfície relativamente plana, com pequeno movimento rotacional ou inclinação para trás. Tais superfícies se desenvolvem ao longo de um limite entre materiais de solo de diferente densidade ou permeabilidade (AUGUSTO FILHO, 1992), estando normalmente associadas a uma dinâmica hidrológica mais superficial, a qual propicia um aumento excessivo da poro-pressão e, logo, provoca a instabilidade do material, que pode variar de solo solto e não adensado até grandes placas de rochas, ou ambos (VARGAS, 2015).

Ahrendt (2005) evidencia que este tipo de escorregamento, quando relacionado à infiltração da água da chuva, pode ocorrer a partir de dois mecanismos.

O primeiro mecanismo, denominado de saturação pela base ou ascendente, se encontra relacionado a materiais que possuem propriedades hidrogeológicas diferentes, de modo que exista uma barreira para movimentação descendente

contínua da água dentro do maciço. Tal fato corrobora para a elevação do nível de água, como também para a elevação da pressão neutra e conseqüentemente para a ruptura do maciço (AHRENDT, 2005).

Já no que se refere ao segundo mecanismo, denominado como saturação pelo topo ou descendente, Ahrendt (2005) aponta que o mesmo se encontra associado a encostas muito íngremes, onde a estabilidade do maciço depende principalmente da coesão do solo incrementado pelas forças de sucção. A autora argumenta, ainda, que tal mecanismo se caracteriza pela infiltração contínua da água, a qual eleva a umidade do solo até a diminuição significativa da força de sucção, fato este que dependerá diretamente das características de capacidade de retenção de cada solo.

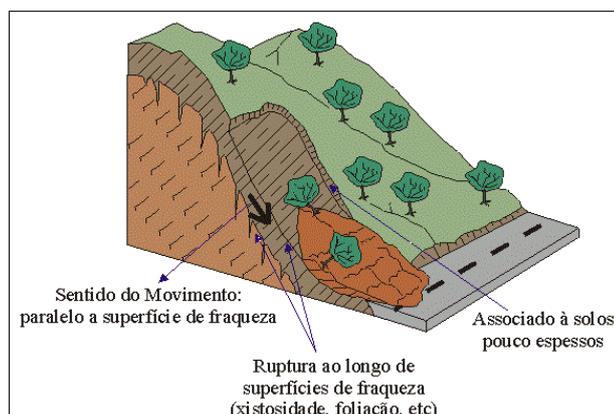


Figura 4: Ilustração referente a um Escorregamento Translacional. Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html>

Quanto aos escorregamentos em cunha (figura 5), Chaguri (2012) evidencia que os mesmos são característicos das áreas que possuem um relevo bem controlado por estruturas geológicas. Em geral, se encontram vinculados a saprolitos e maciços rochosos pouco ou muito alterados, onde a existência de duas estruturas planares (geológicas) permite a compartimentação desses maciços em blocos e, por conseguinte, condicionam o seu deslocamento ao longo do eixo de intersecção de seus planos de fraqueza (INFANTI JR; FORNASARI FILHO, 2004).

Augusto Filho (1992) e Fernandes e Amaral (1996) elucidam que os escorregamentos em cunha se relacionam de forma direta com a elevação de poro-pressões ou à ocorrência de pressões hidrostáticas que atuam, sobretudo, em planos de ruptura das rochas. Tais processos ocorrem, principalmente, em taludes

de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento natural ou antropogênico (CHAGURI, 2012).

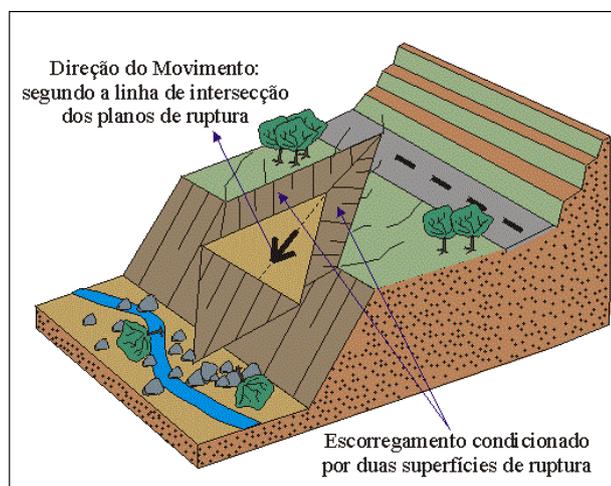


Figura 5: Ilustração referente a um Escorregamento em Cunha. Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html>.

Observa-se, portanto, que os escorregamentos ocorrem em função de uma complexa relação entre uma série de fatores condicionantes (PINTO, 2015), ou seja, resultam desde a relação entre a gravidade e os elementos climático-hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, vegetacionais, até a ação antropogênica sobre as diversas formas de uso e ocupação das terras (FERNANDES; AMARAL, 2001; CUNHA; GUERRA, 2009).

Ahrendt (2005) aponta que a maioria dos fatores condicionantes podem ser reconhecidos, e os seus efeitos ranqueados ou pesados, e em alguns casos eles podem ser mapeados e correlacionados uns com os outros e com as rupturas já ocorridas. Contudo, a autora argumenta que o foco deve estar sempre voltado para o entendimento dos processos e mecanismos que propiciam a ocorrência de escorregamentos, o que permite prevê-los.

De maneira ampla, deve-se, então, segundo Cunha (1984), ordenar os agentes responsáveis pela ocorrência dos escorregamentos, bem como diferenciar as causas que representam o modo de atuação de um determinado agente. Cabe ressaltar que os agentes podem se expressar por meio de uma ou várias causas.

Nesse sentido, Guidicini e Nieble (1984) evidenciam que os agentes se distinguem em predisponentes, efetivos preparatórios e em efetivos imediatos,

enquanto que as causas se subdividem em internas, externas e intermediárias (Quadro 3).

Tabela 3: Tipologias e características de movimentos de massa. Fonte: Modificado de Augusto Filho (1992).

CLASSIFICAÇÃO DOS AGENTES E CAUSAS DOS ESCORREGAMENTOS			
AGENTES	Predisponentes	Complexo geológico, complexo morfológico, complexo climático-hidrológico, gravidade, calor solar, tipo de vegetação original.	
	Efetivos	Preparatórios	Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação de nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana inclusive
		Imediatos	Chuvas intensas, fusão do gelo e neve, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem.
CAUSAS	Internas	Efeitos das oscilações térmicas; diminuição dos parâmetros de resistência por intemperismo.	
	Externas	Mudanças na geometria do sistema; efeitos de vibrações; mudanças naturais na inclinação das encostas.	
	Intermediárias	Elevação do nível piezométrico em massas "homogêneas"; elevação da coluna da água em descontinuidades; rebaixamento rápido do lençol freático; erosão subterrânea retrogressiva (<i>piping</i>); diminuição do efeito de coesão aparente.	

Os agentes predisponentes correspondem ao conjunto de condições naturais e intrínsecas dos terrenos, nos quais o escorregamento pode ocorrer (GUIDICINI; NIELBLE, 1984), ou seja, trata-se das condições naturais dadas pelas características inerentes aos materiais, sem os efeitos da ação antropogênica (AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004). Estes fatores podem ser compreendidos, portanto, como as propriedades inerentes dos materiais das encostas de forma anterior a ruptura, como por exemplo, os complexos geológico-geomorfológico e climático-hidrológico, a gravidade e, quando existe, a vegetação original (CUNHA, 1984).

O complexo geológico-geomorfológico, segundo Cunha (1984), se caracteriza pelas particularidades geológicas presentes em uma determinada área, ou seja, pelo comportamento das rochas existentes, as quais são influenciadas de forma direta pelo seu grau de resistência frente à ação do intemperismo, haja vista que, o mesmo afetará o perfil e a espessura do solo. Nesse sentido, Pinto (2015) evidencia que, como toda rocha se constitui de um agregado de minerais, sua resistência ao intemperismo vai depender da resistência ao intemperismo dos minerais que a compõem, bem como da resistência à desagregação entre os minerais.

Já no que se refere ao complexo climático-hidrológico, cabe ressaltar que o mesmo se caracteriza pelos padrões de precipitação anual e pela oscilação térmica, estando de uma forma geral associado ao intemperismo físico e químico (CUNHA, 1984).

Já os agentes efetivos, por sua vez, conforme apontam Lopes (2006) e Tominaga (2007), se referem ao conjunto de elementos diretamente responsáveis pela deflagração dos escorregamentos, incluindo a ação antropogênica que, em função da forma de participação, podem ser subdivididos em preparatórios e em imediatos.

Cunha (1984) evidencia que os agentes efetivos preparatórios se caracterizam pela pluviosidade, erosão pela água e vento, variação de temperatura e umidade, oscilação dos níveis de saturação dos solos, pela ação antropogênica, onde se destaca o desmatamento e as mutilações causadas nos terrenos, entre outros. Tominaga (2007) destaca no que se refere aos agentes efetivos imediatos, as chuvas intensas, vibrações, erosão, ondas, vento e a ação antropogênica. Ressalta-se ainda, segundo Augusto Filho e Virgilli (2004), que a atuação de tais elementos deve ser levada em consideração no momento que antecede a ruptura.

Com relação as causas, cabe ressaltar que as mesmas são originadas a partir da atuação de um determinado agente e em relação ao talude, podendo serem subdivididas em internas, externas e intermediárias (GUIDICINI; NIELBLE, 1984).

As causas internas se referem a algum tipo de ação que altere a configuração original do talude (GUIDICINI; NIELBLE, 1984). Encontram-se relacionadas ao efeito das oscilações térmicas e à atuação do intemperismo, processos estes responsáveis pela diminuição da resistência ao cisalhamento do material e, conseqüentemente, de sua ruptura. As causas externas ocorrem por mudanças desencadeadas na geometria do sistema (efeitos de vibrações e às mudanças nas inclinações das camadas), situação esta que promove o aumento das tensões ao cisalhamento, ocasionando uma ruptura. Em contrapartida, as causas intermediárias resultam de efeitos causados por agentes externos no interior do talude como a diminuição do efeito de coesão aparente, processos de erosão subterrânea retrogressiva, rebaixamento do nível freático, entre outros (GUIDICINI; NIELBLE, 1984; SELBY, 1993).

Considerando o enfoque da pesquisa em questão, dar-se-á ênfase a alguns fatores condicionantes mencionados anteriormente, destacando-se, nesse sentido, os condicionantes geológicos e geomorfológicos, pedológicos, climáticos, aqueles relacionados à cobertura vegetal, bem como à ação antropogênica, haja vista sua particular importância e contribuição para a deflagração dos eventos correlatos aos escorregamentos.

Dentre os fatores geológicos, Tominaga (2007) evidencia que se destacam como importantes elementos para a deflagração dos escorregamentos a composição mineralógica ou físico-química das diferentes litologias, as propriedades mecânicas, estruturas geológicas e o intemperismo. Pinto (2015) e Vanacôr (2006) corroboram, nessa perspectiva, apontando que as características geológicas, sob a ação de diferentes meios morfoclimáticos, interferem diretamente na instabilidade dos terrenos, haja vista que, cada litologia comporta-se de forma diferente em relação ao cisalhamento, permeabilidade e outras características.

Fernandes e Amaral (1996) evidenciam, nesse sentido, que se faz de fundamental importância avaliar as estruturas tectônicas e atectônicas inerentes às xistosidades, fraturas e texturas, haja vista que as mesmas se constituem como planos de fraqueza natural e caminhos preferenciais ao aparecimento de descontinuidades, tanto em termos mecânicos quanto hidráulicos, facilitando, assim, quando associadas a planos de ruptura, a surgência de zonas de instabilidades. Ainda segundo os autores supracitados, cabe ressaltar também a influência da foliação e/ou bandamento composicional, estruturas características de rochas metamórficas, que atuam de forma direta na estabilidade das vertentes

Tominaga (2007), imerso nesse contexto, evidencia que os solos residuais (saprolitos) se caracterizam, também, pela presença de descontinuidades, as quais se originam de feições estruturais como falhas, fraturas, foliação, entre outras, e por horizontes de solos conformados através de processos pedogenéticos.

Tais feições estruturais favorecem a ocorrência de escorregamentos, sobretudo, quando as mesmas mergulham para fora das vertentes, ocasionando o seu extravasamento. Entretanto, há de se ressaltar a presença de outras características que corroboram para a ocorrência de tal processo, dentre elas se destacam o preenchimento das descontinuidades por material argiloso, que ocasiona a formação de barreiras ao fluxo d' água, e a redução dos ângulos de atrito

e da coesão devido ao avanço do intemperismo sobre essas feições estruturais (SELBY, 1993).

A partir desse prisma, Fernandes e Amaral (1996) elucidam que os escorregamentos rotacionais se encontram diretamente vinculados às vertentes que possuem fraturas pouco espaçadas, fato este que resulta na constituição de saprolitos homogêneos e granulares. Ainda segundo os autores, geralmente, nas vertentes onde os saprolitos apresentam feições estruturais provenientes de processos correlatos ao alívio de tensão ou do bandeamento composicional, predominam a ocorrência de escorregamentos translacionais.

No que se refere aos parâmetros geomorfológicos ou topográficos, Vanacôr (2006) e Pinto (2015) evidenciam que estes se constituem como produtos de uma complexa interação de processos de ordem hidrológica, morfogenética e climática de uma dada região, influenciando de forma direta na instabilidade das encostas. Faria (2013) aponta que estes condicionantes englobam parâmetros variados, tais como: declividade, forma da encosta, área de contribuição, orientação da encosta (aspecto), espessura do solo, comprimento da encosta e as simetrias dos vales e elevação.

Dentre todos os parâmetros topográficos apresentados, a declividade se constitui como o elemento que mais vem sendo utilizado nos estudos de definição e previsão de áreas instáveis (VANACÔR, 2006). Sua análise, segundo Pinto (2015), permite o reconhecimento da distribuição das inclinações na superfície e, conseqüentemente, possibilita a análise do balanço de retirada, transporte e deposição de materiais na superfície.

Lopes (2006) contribui afirmando que a declividade influencia diretamente na velocidade de deslocamento de material das encostas, assim como na capacidade de transporte de solos e rochas, sendo, portanto, uma das principais causas predisponentes na deflagração de escorregamentos.

Apresenta-se, portanto, como um elemento determinante para o aumento das tensões cisalhantes, as quais favorecem a instabilidade, processo este ocasionado pela predisposição de solos rasos, em vertentes do tipo convexa, que de forma indireta atuam na diminuição do ângulo de atrito interno e na coesão dos materiais (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Outros fatores de grande importância se apresentam baseados nas formas e nas orientações das vertentes. Vanacôr (2006) argumenta que as formas das vertentes atuam indiretamente na deflagração de escorregamentos. Segundo o autor, suas formas se encontram diretamente relacionadas à geração de zonas de divergência e convergência nos fluxos de água superficiais e subsuperficiais, chamando a atenção o papel desempenhado pelas formas côncavas do relevo.

Essas formas côncavas do relevo favorecem a saturação dos solos de forma intensa em momentos de rápida descarga de água durante os episódios chuvosos (FERNANDES; AMARAL, 1996). Nessa perspectiva, a orientação das vertentes influenciará na exposição da mesma à luz solar e, conseqüentemente, no controle entre o ciclo úmido e seco do solo. Essa oscilação propiciará o surgimento de fraturas e potencializará a presença de macroporos, aumentando, assim, a capacidade de infiltração e elevação da poro-pressão da água e, logo, propiciarão a deflagração de escorregamentos (MONTGOMERY; DIETRICH, 1994; AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004).

Vanacôr (2006) aponta que os segmentos côncavos se encontram comumente associados à lixiviação e deposição de tálus. No caso de taludes lixiviados, há um aumento do fluxo de água em direção à base do talude por causa do aumento da contribuição a partir do divisor de águas.

Outro fator topográfico importante se refere à orientação das vertentes, ou seja, à posição das faces do terreno frente à disposição da luz solar, as quais se responsabilizam pelo grau de umidade e, conseqüentemente, pelo tipo de cobertura vegetal e espessura dos solos (FERNANDES; AMARAL, 1996).

Dai e Lee (2002) contribuem afirmando que outro aspecto que se deve levar em consideração são as precipitações e a direção predominante dos ventos, haja vista que a quantidade de chuva é maior nas encostas expostas a esses eventos atmosféricos.

Ou seja, a exposição das vertentes frente às variáveis climatológicas como o vento, frequência e incidência da radiação solar, poderão levar à constituição de solos mais úmidos (PINTO, 2015), o que favorecerá a geração de zonas de instabilidade, visto que a variação no teor de umidade das vertentes desencadeará transformações nas características físico-químicas dos solos que se encontram ali conformados (AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004).

Os diferentes tipos de solos, assim como todos os fatores ambientais, relevo, vegetação, rocha e clima, se inter-relacionam e se concebem como importantes figuras na composição da paisagem (LEPSCH, 2011).

Nesse contexto, segundo Lepsch (2011), se faz necessário compreender as questões que envolvem os solos a partir de uma visão sistêmica, uma vez que, ao hierarquizá-lo de forma simplificada e direta como o principal elemento do ambiente, estaríamos negando seu caráter geográfico e os fatores ambientais citados anteriormente que corroboram para a sua formação.

Oliveira (2011), a partir de desta perspectiva, define o solo como:

[...]um corpo tridimensional da paisagem, resultante da ação combinada de vários processos pedogenéticos (adição, perdas, transformações...) e dependente da intensidade de manifestação dos fatores de formação - clima, relevo e organismos - sobre o material de origem durante certo período de tempo. As inúmeras combinações de intensidades de manifestação desses fatores condicionam a formação de uma imensidade de tipos de solos que apresentam natureza, composição e comportamentos diferenciados (OLIVEIRA, 2011, p.13).

Resende *et al.* (2014) contribui afirmando que os solos podem apresentar diferentes materiais de origem, ou seja, seu processo de formação pode estar vinculado a rochas ou, a um sedimento inconsolidado, seja ele aluvial (depósito de rio) ou coluvial (depósito de material no sopé das elevações).

Nesse sentido, a evolução pedológica, principalmente em meio tropical úmido, como se faz presente na cidade de Juiz de Fora, local onde se encontra inserida a BHCT, desempenha, em associação com o material de origem, importante papel no que se refere à ocorrência de movimentos de massa, principalmente os do tipo escorregamentos.

Lopes (2006) evidencia que, sob estas condições climáticas, as ações físicas, químicas e biológicas são mais intensas, o que favorece a formação de maiores espessuras de solo. Todavia, cabe ressaltar que, os diferentes tipos de rochas (ígneas, sedimentar e metamórfica) apresentam diferentes resistências frente à ação dos processos intempéricos, ou seja, sob as mesmas condições climáticas, ação dos organismos, de relevo e tempo, pode haver a formação de solos com diferentes mantos de alteração (RESENDE *et al.*, 2014), fato este que, proporciona a formação

de zonas de diferentes resistências e permeabilidades, entre outras características que se associam aos mecanismos de rupturas (AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004).

Dentre as características e propriedades dos materiais que constituem os solos e que propiciam a deflagração dos escorregamentos, se destacam a condutividade hidráulica, coesão e ângulo de atrito interno, estrutura, textura, porosidade, permeabilidade, profundidade, espessura, transições, descontinuidades ao longo do perfil, entre outras (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; BIGARELLA, 2003).

Todos esses elementos, segundo Fernandes e Amaral (1996), atuam de forma integrada e determinam a estabilidade natural dos materiais e também propiciam o surgimento de descontinuidades. Nesse panorama, cabe ressaltar que tais descontinuidades muitas vezes atuam como barreiras que impedem a infiltração e a percolação da água, sobretudo em locais que possuem contato solo – rocha, atuando, portanto, de modo significativo no interior das vertentes e, conseqüentemente, na sua estabilidade, haja vista que as mesmas ocasionam o aparecimento de planos preferenciais de atuação do intemperismo (FERNANDES; AMARAL, 1996; AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004).

Observa-se, portanto, a partir do cenário ilustrado, que o elemento água, principalmente aquele proveniente de precipitações, se constitui como primordial na predisposição e deflagração dos escorregamentos (AUGUSTO FILHO; VIRGILLI, 2004).

Rabaco (2005), seguindo essa linha de raciocínio, enfatiza que o elemento água provoca a maioria das instabilizações, haja vista que o mesmo contribui para a acentuação do intemperismo químico dos materiais, alterando assim a coesão e o ângulo de atrito, como também o peso específico dos solos, além de propiciar a criação de fluxos subterrâneos e paralelos à superfície das vertentes.

Godois (2011) argumenta que os principais processos de instabilização, ocasionados pelos modos de atuação da água nas vertentes, ocorrem devido ao fluxo d'água em solos e rochas. Nos solos, os fluxos d'água ocasionam o aparecimento de forças de percolação, elevação das poro-pressões, erosão interna, saturação com a diminuição da coesão aparente, dentre outros.

Nas regiões tropicais brasileiras é comum a associação dos escorregamentos ao período de chuvas, que vai de outubro a abril com incidência de eventos extremos nos meses de verão (FREITAS, 2004). Entretanto, segundo Guidicini e

Nieble (1984), embora os escorregamentos de grandes proporções estejam relacionados aos períodos de chuvas, os mesmos não ocorrem somente sob essas condições, se faz necessário também considerar sua intensidade, duração e tempo de atuação (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Nesse contexto, a vegetação se constitui também como um fator muito importante na estabilidade de encosta, as alterações promovidas em sua cobertura podem, inicialmente, retardar o movimento ou até mesmo acelerar a deflagração dos escorregamentos (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013).

Prandini *et al.* (1976 *apud* TOMINAGA, 2007) expõe três níveis específicos de ações positivas que são proporcionadas pela atuação da cobertura vegetal:

- O conjunto das copas e demais partes aéreas da floresta atua por meio da interceptação, retenção e evapotranspiração, reduzindo e atenuando os efeitos da pluviosidade na vertente;
- Os detritos vegetais (serrapilheiras) em contínua acumulação no terreno da floresta, contribuem para: a retenção de parte da água que atinge o terreno; o escoamento hipodérmico, juntamente com o sistema radicular superficial; e, frenagem do escoamento superficial, em condições de maior pluviosidade, favorecendo o escoamento hipodérmico, e evitando os efeitos erosivos e de instabilização;
- O sistema radicular promove a estabilização das vertentes diretamente pelo efeito mecânico de estruturação do solo, o qual fornece um acréscimo substancial de resistência ao cisalhamento e, indiretamente, através da continuidade de sua estrutura em forma de malha, que distribui na encosta as tensões originadas em pontos críticos. No aspecto hidráulico, o sistema radicular permite o estabelecimento de escoamento hipodérmico, que desvia e/ou reduz a intensidade da infiltração efetiva no maciço. Indiretamente, como parte da ação biológica, o sistema promove a sucção, com dois efeitos benéficos para a estabilidade: a criação de pressões neutras negativas, as quais aumentam a coesão do solo e pela subtração de parte da água destinada à infiltração efetiva no maciço (Prandini *et al.*, 1976 *apud* TOMINAGA, 2007, p.68-69).

Por outro lado, há de se ressaltar também os aspectos negativos proporcionados pela cobertura vegetal no que se refere à estabilidade das vertentes. Nesse sentido, Vanacôr (2006, p.59) apresenta os seguintes efeitos desfavoráveis:

[...]efeito alavanca, que é a força cisalhante transferida pelos troncos das árvores ao terreno, quando suas copas são atingidas por fortes ventos; efeito cunha, originado pela pressão lateral causada pelas raízes ao penetrar em fendas, fissuras e canais de solo ou rocha; e a sobrecarga vertical causada pelo peso das árvores, principalmente em encostas com alta declividade (VANACÔR, 2006, p.59).

Entretanto, embora existam efeitos negativos da cobertura vegetal no que se refere à ocorrência de escorregamentos, cabe ressaltar que a mesma se constitui como um importante componente no que se refere à estabilidade das vertentes (GUIDICINI; NIEBLE, 1984), haja vista que atua como um manto protetor frente à ação direta das águas das chuvas, reduzindo seus efeitos sobre o maciço natural, contribuindo, também, segundo Selby (1993), para a redução dos fluxos superficiais e subsuperficiais e dos processos erosivos.

Nesse sentido, Lima-e-Silva e Guerra e Dutra (2015) acrescentam que a cobertura vegetal nas vertentes tem um papel preponderante, haja vista que:

[...]atuam na produção de húmus (produto da decomposição parcial dos restos vegetais na primeira camada do solo), que proporciona melhor estrutura para os solos. Contribui também para diminuir as taxas de erosão, porque aumenta a bioporosidade, aumentando em consequência a permeabilidade desses solos; ou seja, graças a isso os solos florestais possuem maior capacidade de infiltração. As raízes igualmente contribuem para a infiltração das águas. Dessa forma, a remoção das florestas nas encostas [...] tende a promover uma aceleração dos processos erosivos e dos movimentos de massa (LIMA-e-SILVA; GUERRA; DUTRA, 2015, p.228).

Portanto, conforme evidenciam Pinto, Passos e Caneparo (2013), é perfeitamente aceitável considerar a retirada da cobertura vegetal das vertentes, sobretudo as mais íngremes, como dispositivo direto de perda do equilíbrio da mesma e, por conseguinte, para o aumento do risco de ocorrência de escorregamentos.

Além dos elementos naturais mencionados anteriormente, tem-se na conjuntura atual a presença de inúmeros processos correlatos aos escorregamentos associados ao elemento antropogênico. Pinto, Passos e Caneparo (2013) evidenciam, nesse sentido, que a ação do homem se dá principalmente sobre as diversas formas de uso e ocupação das terras, as quais alteram diretamente a dinâmica natural de evolução das encostas.

Tais alterações, segundo Fernandes e Amaral (1996) e Augusto Filho e Virgilli (2004), ocorrem, sobretudo, através da remoção da cobertura vegetal, cortes para implantação de edificações e estradas, atividades de mineração, lançamento de águas servidas e de lixos, vazamentos na rede de abastecimento e esgoto, execução ineficiente de aterros, deposição inadequada de lixo e entulho nas

encostas e vibrações ocasionadas pelo tráfego pesado e por explosões, as quais acabam por interferir no equilíbrio das vertentes, induzindo a ocorrência desses processos, que quase sempre resultam em acidentes de grandes proporções, embora, segundo Pinto (2015), ocorram alguns casos de interferência no sentido de diminuir os movimentos de massa e seus efeitos.

Girão e Corrêa (2004) apontam que a ação antropogênica, dado ao seu caráter desestabilizador, apresenta consequências muitas vezes adversas aos sistemas ambientais naturais, eles enfatizam que isso ocorre devido aos:

[...]reflexos do uso inadequado de manejos e técnicas sobre determinados meios apropriados para determinados fins, assim como por um desconhecimento da interdependência dos componentes responsáveis pela dinâmica dos processos ambientais, que respondem pelo estado de equilíbrio dinâmico do meio físico. Ao desestabilizar o sutil equilíbrio das áreas de encostas, por exemplo, através da ocupação desordenada e sem o devido conhecimento dos processos morfodinâmicos desses compartimentos, têm-se variadas consequências, desde o desencadeamento de processos erosivos, com a formação de feições erosivas lineares (ravinas ou mesmo voçorocas), até movimentos de massa de alta magnitude e poder de destruição (GIRÃO; CORRÊA, 2004, p.55).

Partindo desse pressuposto, Farah (1998) evidencia algumas demandas típicas da ocupação urbana (Quadro 4), ensejada de forma inadequada, o que contribui de forma direta para a exposição das vertentes e para o decréscimo de sua resistência e do fator de segurança.

Quadro 4: Ações e inadequações provenientes da inserção de edificações em encostas, e suas implicações na potencialização de escorregamentos. Fonte: Modificado de Farah (1998).

AÇÕES PROVENIENTES DA INSERÇÃO DE EDIFICAÇÕES	INADEQUAÇÕES	POTENCIALIZAÇÃO DE ESCORREGAMENTOS
DESMATAMENTO	Retirada indiscriminada da vegetação.	Exposição do solo e perda da estruturação superficial conferida pelas raízes; aumento da infiltração; exposição à erosão.
EXECUÇÃO DE CORTES	Alteração inadequada de maciços	Desconfinamento do maciço, com possibilidade do aparecimento de juntas a montante, possibilitando infiltrações.
	Cortes com inclinação e/ou altura excessivas	Possibilidade de ultrapassagem do limite natural de estabilidade do talude.
	Cortes em descontinuidades de maciços	Possibilidade de quebra da situação anterior de equilíbrio das camadas sobrepostas.
	Cortes com ausência ou deficiência de proteção superficial ou drenagem	Saturação do solo, combinada ou não com elevação do lençol freático= escorregamentos mesmo em declives suaves.
	Cortes com erosão remontante	"Descalçamento" do pé do talude de corte.
EXECUÇÃO DE ATERROS	Aterros com fundações inadequadas	Recalque do aterro=escorregamentos.
	Deficiências no corpo do aterro propriamente dito	Deficiência ou ausência de compactação; adoção de características geométricas (altura e/ou inclinação) inadequadas ao tipo de solo= escorregamentos.
	Inadequações em aterros sobre linhas de drenagem	Não execução ou sub-dimensionamento de galerias ou sua obstrução por lixo ou entulhos vindos de montante.
	Deficiências ou ausências de drenagens internas e superficiais e de proteção superficial	Taludes de aterro normalmente requerem sistemas de drenagem interna e superficial para sua estabilidade (filtros-dreno, escadas de água, canaletas de pé e de crista, etc.) e proteção superficial (por vegetação ou outro sistema).
CONCENTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	Deficiência de concepção ou ausência de sistema de drenagem	Concentrações de fluxos e lançamento de águas pluviais podem causar escorregamento ou erosão, tanto em taludes naturais quanto em taludes de cortes ou aterros.
LANÇAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS	Ausência de redes de esgotamento sanitário	Infiltração contínua de água tende a saturar o solo e participar da elevação da carga piezométrica, principalmente quando somada a chuvas =escorregamentos.
TUBULAÇÕES DE ÁGUAS E ESGOTOS	Vazamentos	Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos=escorregamentos
FOSSAS NEGRAS OU SÉPTICAS	Ausência de redes de esgotamento sanitário	Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos =escorregamentos.
LANÇAMENTO DE LIXO OU ENTULHO	Ausência ou deficiência na coleta de lixo e entulhos e/ou deficiências de educação ambiental	A massa heterogênea constituída pelos detritos e refugos, com reduzidos parâmetros de resistência, é capaz de armazenar grande quantidade de água durante as chuvas e se instabiliza, podendo também afetar a estabilidade de porções do terreno do substrato.

Apreende-se, portanto, que apesar dos escorregamentos se apresentarem como processos naturais vinculados às dinâmicas das vertentes, a ação antropogênica, por meio do uso e ocupação inadequados da terra, interfere de forma significativa para a intensificação e potencialização desses eventos. Contudo, cabe ressaltar que, o principal fator que leva à instabilidade de encostas, causado pela atuação do homem, é a falta de diagnóstico e planejamento acerca das ações a serem implementadas (GIRÃO; CORRÊA, 2004).

Evidencia-se, assim, a necessidade de inserção de estudos calcados em um levantamento histórico sobre a evolução e as intervenções correlatas aos agentes antropogênicos e, conseqüentemente, da inserção do mesmo enquanto elemento ativo nas transformações ensejadas sobre o relevo (CASSETI, 2005). Tal fato propicia a compreensão das complexas e contraditórias relações que se coadunam em um ambiente extremamente utilitarista, predatório e degradado (NEVES, 2016), o qual reflete a falta de sintonia entre a capacidade humana em promover alterações nos ecossistemas terrestres e sua habilidade em gerenciá-las (NUNES, 2015).

Nesse sentido, as geotecnologias, sobretudo o Sistema de Informações Geográficas, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e a Aerofotogrametria, inseridas no contexto da análise digital do relevo através da modelagem (FERNANDES, 2016), se apresentam como meios técnico-científicos capazes de preencher as lacunas existentes em termos de previsão, alerta, prevenção e mitigação de acidentes associados aos escorregamentos (NOGUEIRA, 2002; LANG; BLASCHKE, 2009).

O reconhecimento e dimensionamento destas mudanças advindas da apropriação do relevo pelo homem, a partir dos meios técnico-científicos supracitados, contribuem, portanto, para o entendimento dos sistemas complexos da geografia (CHRISTOFOLETTI, 1982), uma vez que permitem estruturá-los para compreender melhor suas variáveis e suas interligações e, por conseguinte, avaliar como a ocupação humana contribui para gerar ou potencializar determinados riscos ambientais associados a fatos antropogênicos e naturais (LUZ, 2015).

3.4 Modelos: conceitos e definições

A utilização de modelos sempre foi muito difundida no campo das geociências, entretanto, a tomada de consciência de uma maneira mais explícita se deu a partir da década de 1960, com o surgimento das obras “*Na Introduction to Statistical Model in Geology*” de W.C. Krubeim e F.A. Graybill (1965) e a coletânea de ensaios organizada por R.J. Chorley e P.Hagget sobre “*Models in Geography*” em 1967 (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Em uma perspectiva recente, no que tange a modelagem ambiental, destacam-se dois documentos. O primeiro se refere à criação da comissão sobre modelagem de sistemas geográficos através da União Geográfica Internacional, durante o congresso realizado em Haia, em agosto de 1996. Enquanto que o segundo faz alusão ao lançamento da revista “*Geographical and Environment Modelling*”, concebendo-se como a primeira revista internacional dedicada à modelagem de sistemas geográficos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

No Brasil, destaca-se o livro “Modelagem de Sistemas Ambientais” do autor Antônio Christofolletti, divulgado em 1999. Embora a referida obra se conceba como um marco na produção bibliográfica nacional neste tema possui uma abordagem predominantemente descritiva, admitindo a ideia de que podemos modelar (ou mesmo avaliar) sistemas ambientais sem compreender e discutir as equações que se encontram envolvidas em sua estrutura (FERNANDES, 2016).

Rocha e Salvi (2017) elucidam que:

[...]os modelos científicos são pensados e construídos pela comunidade científica, possuindo características e funções próprias e, apesar de a representatividade ser um dos seus principais aspectos, é preciso entender que esses estão articulados a teorias e leis que fazem as ligações do conhecimento científico com o mundo real, o que os diferencia de outros tipos de modelos. No caso específico dos modelos geográficos, eles possuem uma base empírica muito forte, pois na maior parte das vezes são construídos a partir de um recorte da realidade estudada (ROCHA; SALVI, 2017, p.150).

Entretanto, conforme aponta Minshull (1975), notam-se, através de autores das mais variadas linhas de pesquisa e da vasta literatura, destacando o uso de modelos em estudos teóricos e aplicados, interpretações diferenciadas com relação aos modelos e a ausência de qualquer avaliação comparativa entre elas, corroborando para a complexificação do termo. Consequentemente, ainda segundo Minshull (1975), os modelos a partir deste ambiente controverso apresentam-se na literatura com diferentes definições, tais como: uma hipótese, uma lei, uma teoria formalizada, uma descrição de um fenômeno em termos matemáticos, uma representação, uma abstração, uma equação, um caminho de olhar as coisas, uma ideia estruturada, uma analogia e uma versão simplificada da realidade.

Essa multiplicidade de definições acerca de modelos, segundo Fernandes (2016), deve ser compreendida como algo benéfico. Com tantas formas possíveis de

modelos, a busca por uma definição rígida é pouco útil, podendo estes serem compreendidos, em um contexto mais amplo, como estruturas simplificadas de uma determinada realidade que supostamente apresentam (ou preservam) as suas características ou relações mais importantes.

Pereira e Silva (2001) argumentam que os modelos se constituem como instrumentos da abordagem sistêmica e, como tais, devem:

[...]representar a estrutura dos elementos do sistema, descrever o funcionamento do sistema, o inter-relacionamento entre seus elementos e ser uma explicação “suficiente” do sistema e seu funcionamento. O modelo representa características da estrutura e funcionamento do sistema, todavia a realidade não estará representada na sua totalidade no modelo (PEREIRA; SILVA, 2001, p.99).

Em conformidade com tais ideias, Christofolletti (1999) aponta que os modelos se constituem como estruturas inerentes a qualquer representação simplificada da realidade ou de um aspecto ou característica intrínseca ao mundo real, propiciando a reconstrução da realidade, a predição de comportamentos, transformações ou evoluções. Representa, portanto, a natureza interpretada a partir da visão dos homens, ou seja, a maneira como eles enxergam e percebem a realidade (VIEIRA; MARTINS, 2016).

Rodrigues (1990) entende que os modelos se caracterizam como a abstração de algo, enquanto que esta abstração se apresenta como a capacidade que os indivíduos possuem de lidar com situações que se apresentam complexas, ou seja, de apreender informações que os possibilitem representar um fenômeno escolhido de forma subjetiva. Nesse sentido, Xavier-da-Silva (2001) evidencia que é preciso lembrar que:

É preciso lembrar, no entanto, que a modelagem ambiental é, por si mesma, complexa. É praticamente impossível lançar luz, ao mesmo tempo e com a mesma intensidade, sobre todos os aspectos da realidade ambiental. Os modelos ambientais representam sínteses, que se resolvem segundo a expressão espacial das entidades envolvidas, ou seja, sua distribuição territorial. Como sínteses, constituem-se em uma visão de conjunto, altamente elucidativa do jogo integrado dos fatores físicos, bióticos e sócioeconômicos responsáveis pela realidade ambiental. Não podem, ao mesmo tempo, conter todos os aspectos desta realidade, tendo que restringir-se aos eventos e entidades relevantes (XAVIER-DA-SILVA, 2001, p.11).

Os modelos se apresentam como reflexo de sínteses, as quais se consolidam a partir da expressão espacial das entidades envolvidas, ou seja, de sua distribuição territorial. Ou seja, como sínteses, expressam de forma elucidativa e integrada os fatores físicos, bióticos e socioeconômicos responsáveis pela realidade ambiental de uma determinada localidade (MEIRELLES; CÂMARA; ALMEIDA, 2007).

Todavia, apesar dos modelos se constituírem como uma representação simplificada da realidade, os mesmos se apresentam de grande importância, sobretudo, em termos de criação de respostas imediatas para tomada de decisões, simulação e previsão de possíveis situações de risco, ou seja, possuem alto potencial de apoio às diagnoses de situações ambientais (FERNANDES; AMARAL, 1996; CHRISTOFOLLETTI, 1999), haja vista que, possibilitam testar e avaliar um sistema em situações nas quais não é possível, por razões técnicas, econômicas ou políticas, experimentar ou construir a situação real (PEREIRA; SILVA, 2001).

Sendo assim, se observa que a construção e o uso de modelos se apresentam de fundamental importância para as análises espaciais geográficas, sobretudo se levarmos em consideração, que os mesmos, abordam e se baseiam em conceitos como: lugar, região, território, paisagem, entre outros (ROCHA; SALVI, 2017).

Dessa forma, a partir do contexto ilustrado, devemos ter em mente que os modelos não reproduzem a realidade propriamente dita, mas sim a nossa visão do sistema em estudo e a maneira como percebemos e compreendemos essa realidade (VIEIRA; MARTINS, 2016). Ou seja, os modelos simulam através da aproximação de alguns aspectos do mundo real, seleção de uma gama de variáveis e, de uma íntima relação entre teoria, método e técnica, a realidade simplificada de uma dada localidade que se propõe estudar.

Fernandes (2016) elucida que, assim como em qualquer outra área da ciência, a questão da tipologia de modelos na geografia é bastante complexa e confusa. Os diferentes tipos de modelos possuem uma relação direta com o grau de abstração da realidade, apresentando-se e estruturando-se desde formas mais simples a complexas e específicas.

Nesse sentido, Christofolletti (1999) ilustra, através da configuração tipológica delineada por Chorley (1967) e Woldenberg (1985), as seguintes categorias de

modelos: Modelos que sintetizam Sistemas; Análogos naturais; e Análogos Abstratos.

Os modelos que sintetizam sistemas se estabelecem através da busca pela sintetização da forma dos sistemas, ou seja, buscam fornecer um quadro amplo da totalidade intrínseca ao sistema, estruturando um grau de conhecimento sobre suas partes componentes, interações e funcionamento correlato aos inputs e outputs (CHRISTOFOLLETI, 1999). Esses modelos podem ser abordados a partir de sua complexidade organizacional que se subdivide conforme explicitado por Kirkby *et al.* (1987 *apud* CHRISTOFOLLETI, 1999) em modelos caixa branca, caixa cinza e caixa preta.

Nos modelos caixa branca a estrutura do sistema é construída pelo conhecimento das variáveis envolvidas e das suas relações, buscando, assim, tentar explicar o sistema em sua totalidade (CHRISTOFOLLETI, 1999).

Os modelos caixa cinza tentam extrair resultados sem o completo conhecimento do trabalho interno do sistema, ou seja, extraem informações específicas através das relações que se estabelecem nos subsistemas, permitindo, assim, uma compreensão parcial do comportamento do sistema sob diferentes condições de entrada (CHRISTOFOLLETI, 1999).

Já no que se refere aos modelos caixa preta, tem-se que os mesmos exigem pouca ou nenhuma informação detalhada dos componentes do sistema, havendo somente o interesse na natureza das saídas resultantes das diferentes entradas, e sendo os resultados extraídos sem o conhecimento da estrutura interna do sistema (VIEIRA; MARTINS, 2016).

Com relação aos modelos análogos naturais, Christofolleti (1999) evidencia que os mesmos possuem como finalidade esclarecer determinados fenômenos ou sistemas, seus aspectos supostamente importantes ou característicos se traduzem por meio de uma representação analógica considerada mais simples, melhor conhecida ou sob um aspecto mais prontamente observável que as ocorrências da natureza.

Esses modelos se subdividem em análogos históricos e análogos espaciais, os quais se caracterizam, respectivamente, por englobar fenômenos considerados como parte de uma sequência de eventos reais, individuais e inter-relacionados com alto grau de similitude e, por proporcionar a inter-relação entre fenômenos através

da comparação com outras áreas consideradas, de certa forma, semelhantes, permitindo algumas generalizações no estudo (FERNANDES, 2016; VIEIRA; MARTINS, 2016).

Finalmente, nos modelos análogos abstratos, tem-se segundo Christofolleti (1999), que os mesmos privilegiam a análise da estrutura do sistema, entendendo suas partes componentes para então verificar suas inter-relações, levando a uma possível organização completa dos componentes no todo funcional.

Esses modelos se subdividem em duas categorias: experimentais e matemáticos, os quais se caracterizam, respectivamente, por simular, de forma palpável, as características e a composição dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLLETI, 1999) e por ilustrar as relações observadas em campo, seja com relação aos processos de transporte (por ex., escoamento superficial, rastejo, salpico, descarga fluvial) ou às feições morfológicas através de uma expressão que contém variáveis, parâmetros e constantes matemáticas (FERNANDES, 2016).

Chorley e Haggett (1967) *apud* Christofolleti (1999) subdividem os modelos matemáticos em três categorias: empíricos, determinísticos e estocásticos. Os modelos empíricos, segundo Fernandes (2016, p.219), “não possuem suas relações derivadas de teorias ou leis físicas. Em geral, estes modelos refletem relações entre variáveis derivadas dos dados disponíveis, obtidos em mensurações, monitoramentos ou experimentos, seja de campo ou de laboratório”.

Com relação aos modelos determinísticos, evidencia-se que os mesmos se baseiam nas noções matemáticas clássicas de relações previsíveis, as quais se baseiam no conhecimento dos processos físicos e químicos (CHRISTOFOLLETI, 1999).

Fernandes (2016) enfatiza que os resultados gerados pelos modelos determinísticos refletem os valores de entrada atribuídos nas variáveis envolvidas, assim como das condições iniciais e de limites do problema modelado. Ou seja, a resposta gerada pelos modelos dependerá da qualidade dos dados obtidos, onde o valor numérico obtido para os inputs determinará aqueles que serão obtidos nos outputs.

Por fim, se têm os modelos estocásticos, os quais se caracterizam pelo envolvimento de variáveis, parâmetros, constantes matemáticas, juntamente com um

ou mais componentes aleatórios resultantes de flutuações imprevisíveis dos dados de observação ou da experimentação (CHRISTOFOLLETI, 1999).

Assim, se observa que o referido modelo é muito influenciado pela qualidade da informação, pelo controle que se tem sobre o sistema e pelo objetivo que se pretende alcançar com o estudo, haja vista que o valor numérico de uma determinada variável refletirá uma determinada probabilidade de ocorrência (VIEIRA; MARTINS, 2016).

Imerso nesse contexto, percebe-se que os modelos contribuem, portanto, segundo Vieira e Martins (2016), para:

[...]o desenvolvimento de conceitos; formulação e/ou reformulação de teorias; identificação de hipóteses sobre um determinado processo natural; análise da importância dos diversos parâmetros envolvidos no problema e maior percepção do papel das variáveis do sistema, assim como de suas conexões (VIEIRA; MARTINS, 2016, p.204).

Entretanto, embora sejam sensíveis os avanços no uso de modelos ao longo das últimas décadas (FERNANDES, 2016), se faz necessário frisar alguns problemas e desafios existentes que, diuturnamente, precisam ser enfrentados para que a modelagem possa ser utilizada de forma eficaz no âmbito da geografia.

Como desafios, coloca-se de uma maneira geral, a necessidade de reflexão acerca da abordagem teórica e metodológica por parte daqueles que usam, ou que pretendem usar modelos (MEIRELLES; CAMARA; ALMEIDA, 2007).

Nessa conjuntura, Fernandes (2016) contribui afirmando que:

[...]observa-se uma falta de interesse em tentar compreender como o modelo escolhido funciona, ou seja, como ele se propõe a simular o fenômeno, quais as suas hipóteses e o significado delas em termos da interpretação dos resultados alcançados. Com frequência, observamos usuários que se limitam a rodar o modelo e a apresentar os resultados, sem desenvolver uma discussão mais profunda sobre o significado científico deles. Paralelamente, para que o usuário consiga tirar o máximo proveito da ferramenta modelagem é necessário que ele adquira uma visão crítica do modelo em uso, conhecendo no detalhe suas bases conceituais, as escalas espaciais e temporais mais adequadas para a sua implementação, os parâmetros e variáveis que são mais relevantes, assim como as suas principais potencialidades e limitações (FERNANDES, 2016, p.227).

Doravante, se observa que os modelos possuem especificidades, fazendo-se necessário por parte de seus usuários, o desenvolvimento e o estabelecimento de

uma visão crítica voltada às potencialidades e as suas limitações, sobretudo, no que se refere às escalas espaciais e temporais mais adequadas para a sua implementação e, os parâmetros e as variáveis que são mais relevantes (FERNANDES, 2016; VIEIRA; MARTINS, 2016).

Outro fator que limita o avanço e o uso dos modelos, segundo Fernandes (2016), refere-se à qualidade das mensurações, monitoramentos e experimentos de campo. Evidenciando, portanto, a necessidade, conforme fora mencionado anteriormente, de uma maior reflexão sobre a representatividade dessas mensurações, tanto no espaço quanto no tempo.

A partir da conjuntura ilustrada, percebe-se, portanto, que se faz necessário reconhecer as concepções teórico-metodológicas, como também filosóficas e epistemológicas envolvidas à construção dos modelos e de sua utilização como categoria de análise, haja vista que, os mesmos se constituem de fundamental importância neste momento de intensas transformações na paisagem e de debates sobre as alternativas para a crise das cidades.

Imerso nesse contexto, se faz de fundamental importância ressaltar as características que envolvem o modelo SINMAP, haja vista que, conforme já fora explicitado no preâmbulo inicial da presente pesquisa, o mesmo foi adotado para os procedimentos de investigação e identificação das áreas que possuem probabilidade à ocorrência de escorregamentos na BHCT.

Michel, Kobiyama e Goerl (2012) elucidam que modelo SINMAP realiza a classificação de estabilidade do terreno com base na variação espacial da declividade e da área de contribuição e, de outros parâmetros ligados às características climáticas e pedológicas.

Cada parâmetro mencionado anteriormente se encontra pautado em uma complexa e vasta rede numérica inserida sobre uma determinada área de estudo. A priori, no que se refere ao processo de modelagem, se utiliza o índice de estabilidade - valor numérico usado para classificar ou categorizar a estabilidade do terreno (PACK *et al.*, 2005).

As variáveis topográficas são calculadas automaticamente a partir do modelo digital de elevação (MDE), enquanto que o conjunto de parâmetros ligados ao solo e à precipitação possui uma série de incertezas, motivo este responsável pela

utilização de valores máximos e mínimos para estes referidos parâmetros (MICHEL; KOBIYAMA; GOERL, 2012).

Doravante, segundo Pack *et al.* (2005), os parâmetros de entrada do SINMAP podem ser subdivididos em constantes e de incerteza. Os parâmetros constantes se referem aos valores únicos inseridos no modelo no momento que precede sua execução.

O primeiro parâmetro constante se refere à profundidade vertical do solo, ou seja, a espessura do solo perpendicular à base superficial plana. Cabe ressaltar que não se leva em consideração o declive da localidade que se propõe estudar e que a unidade de medida é em metros (m). O segundo parâmetro constante se encontra relacionado a profundidade perpendicular do solo. Tal parâmetro leva em consideração a espessura do solo que estaria perpendicular à superfície e é medido em metros (m), entretanto, diferentemente do anterior, leva em consideração a declividade do terreno (PACK *et al.*,1998; PACK *et al.*,2005).

Os demais parâmetros constantes se referem à aceleração da gravidade, a densidade da água e a densidade do solo úmido. Os dois primeiros se constituem como uma constante universal e, equivalem, respectivamente, a $9,81 \text{ m/s}^2$ e a 1000 Kg/m^3 . Já no que se refere ao último parâmetro supracitado, cabe ressaltar que o mesmo é medido em Kg/m^3 e que informa implicitamente a variabilidade de retenção de água, compactação e infiltração do solo (PACK *et al.*, 1998).

Já em relação aos parâmetros de incerteza, tem-se que os mesmos se referem às faixas de valores máximos e mínimos inseridos no modelo. O primeiro parâmetro faz alusão à relação entre a transmissividade do solo (m^2/h) e a recarga de água (m^3/h) - (T/R). O mesmo se refere ao comprimento de uma vertente plana, não convergente, necessária para desenvolver saturação em período de elevada precipitação. O segundo parâmetro se constitui como adimensional e se refere a coesão dos solos (C) (Figura 6). O terceiro e último parâmetro de incerteza se refere ao ângulo de atrito interno do solo, o qual corresponde à ligação de partículas somente pelas suas formas e pelo atrito gerado entre as mesmas. Cabe destacar que a perda de atrito, geralmente, se encontra relacionada à declividade local, a rugosidade, a forma, entre outros (PACK *et al.*,1998; PACK *et al.*,2005).

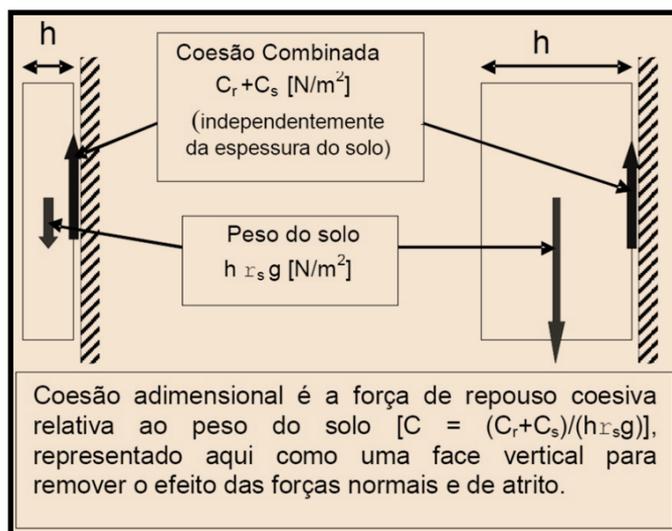


Figura 6: Conceitos dos fatores de coesão adimensional. Fonte: Adaptado de Pack *et al.* (2005, p.7).

Destarte, cabe ressaltar que os produtos gerados pelo modelo SINMAP possuem intrínseca relação com o índice de estabilidade (SI) (PACK *et al.*, 1998). O SI é definido conforme apontam Michel, Kobiyama e Goerl (2012) como a probabilidade de uma região ser estável, assumindo distribuições uniformes de parâmetros sobre esses intervalos de incerteza.

Normalmente, segundo descrevem Pack *et al.* (2005) e Tominaga (2007), os valores de SI podem variar entre 0 (mais instável) e 1 (menos instável), conforme descrito no quadro 5, no qual se observa a presença de seis índices ou classes. Cabe destacar que, nas áreas onde o índice de estabilidade corresponde a um valor menor que 1, há uma maior probabilidade de deflagração dos eventos correlatos aos escorregamentos. Por conseguinte, quando o índice resulta em valores maiores que 1 a área tende para o limiar de completa estabilidade, e quando o coeficiente atinge um valor superior a 1,5 considera-se a área estável, ou seja, a chance de ocorrência de escorregamentos é pouco provável (PACK *et al.*, 1998).

Apreende-se, portanto, que a confecção do mapa do índice de estabilidade (probabilidade de ocorrência de escorregamentos) se constitui como condição *sine qua non* para a estruturação do mapa de risco a ocorrência de escorregamentos. Haja vista que, tal mapa representará de forma ordenada os valores quantitativos encontrados para a área de estudo, a partir de uma equação estatística.

Quadro 5: Definições das Classes de Estabilidade. Fonte: Modificado de (PACK *et al.*, 1998, p.5).

CONDIÇÃO	CLASSE	ESTADO PREVISTO	POSSÍVEL INFLUÊNCIA DE FATORES
$SI > 1,5$	1	Área Estável	Fatores desestabilizadores significativos são necessários para que haja instabilidade.
$1,5 > SI > 1,25$	2	Área Moderadamente Estável	Fatores desestabilizadores moderados são necessários para que haja instabilidade.
$1,25 > SI > 1,0$	3	Área com Baixa Estabilidade	Fatores de desestabilização menores poderiam levar à instabilidade.
$1,0 > SI > 0,5$	4	Área com Baixa Instabilidade	Os fatores desestabilizadores não são necessários para que haja a instabilidade.
$0,5 > SI > 0,0$	5	Área Moderadamente Instável	Fatores de estabilização podem ser responsáveis pela instabilidade.
$0,0 = SI$	6	Área Instável	Fatores de estabilização são necessários para a estabilidade.

Assim, se faz necessário frisar, conforme apontam Tominaga (2007) e Nery (2011), que os resultados gerados pelo modelo SINMAP dependem diretamente da qualidade do material utilizado no processo de confecção do modelo digital de elevação (MDE) e dos parâmetros utilizados no momento de calibração do modelo. Desta forma, o inventário de cicatrizes de escorregamentos se constitui como um elemento de suma importância no que se refere ao processo de validação dos resultados gerados pelo modelo (ZAIDAN, 2006). Evidencia-se também, segundo Pack *et al.* (2005), que a utilização do modelo SINMAP deve se dar prioritariamente entre uma escala de 1:20.000 a 1:5.000, haja vista que tal fato propiciará interpretações concisas sobre o evento que se deseja estudar.

Nesse cenário, as geotecnologias se constituem como um importante meio técnico científico no que se refere à operacionalização dos métodos descritos anteriormente. Sua utilização, segundo Câmara e Davis (2003) e Silva, Rocha e Aquino (2017), tem propiciado, sobremaneira, uma revolução nas investidas espaciais, sobretudo, no que se refere às dinâmicas inerentes ao meio urbano, local este, onde se faz presente de forma copiosa os eventos correlatos à ocorrência de escorregamentos.

3.5 Geotecnologias

Historicamente a observação e a representação da superfície terrestre têm se apresentado como fator relevante na organização e desenvolvimento das sociedades (ROSA, 2013).

Em meio a esse quadro, se percebe que as formas de representação da superfície terrestre têm evoluído ao longo do tempo, evolução esta que possui correlação direta com os avanços tecnológicos (KRAAK; ORMELING, 2010). Em termos contemporâneos, se observa, principalmente no ramo da cartografia, um grande desenvolvimento tecnológico, forçado por necessidades militares, levantamento de recursos naturais e, mais recentemente, monitoramento e controle do meio ambiente, suscitando assim, uma necessidade cada vez maior de coleta e de processamento de um grande volume de informações geográficas (PEREIRA; SILVA, 2001).

Nesse contexto, percebe-se que as geotecnologias podem ser de enorme utilidade como coadjuvante desse processo, assumindo um papel estratégico na administração, planejamento ou pesquisa de cidades ou regiões (PEREIRA; SILVA, 2001), uma vez que, permitem, de forma muito mais ágil, conforme a necessidade, a escala e o objetivo, a atualização e o monitoramento das alterações exercidas sobre a superfície terrestre e, por conseguinte, a realização de prognósticos e interpretações geoambientais (SOUZA, 2016).

Seja no contexto da produção de conhecimento ou na perspectiva da intervenção, as geotecnologias, tem possibilitado, cada vez mais, a interpretação dos fenômenos ambientais e socioeconômicos que se reverberam nas cidades (SILVA; ROCHA; AQUINO, 2017). Tais meios técnico-científicos, segundo Rosa (2005), possibilitaram integrar variáveis espaciais de diferentes áreas a aparatos computacionais, viabilizando o aprimoramento, desenvolvimento e a consolidação de métodos associados às novas possibilidades analíticas, com uma rapidez e precisão sem precedentes, propiciando pesquisas integradas, dinâmicas e interdisciplinares da atuação dos fenômenos e processos que se coadunam no tempo e espaço.

Nesse sentido, Martins e Oliveira (2015, p, 5748) apontam que:

A inserção das tecnologias possibilita a gradativa evolução do planejar e gerir um território, haja vista, que o manuseio das informações qualitativas e quantitativas resulta em alguns produtos essenciais, tais como: Banco de Dados, informações cotejadas, gerações de temas etc. As geotecnologias ultrapassam a mera produção de mapas, e alcançam o status de meio para o estudo do ambiente e sociedade, e desse modo estimula a elaboração e implementação de políticas públicas (MARTINS; OLIVEIRA, 2015, p, 5748).

Todavia, se faz necessário frisar, em meio a esse quadro caracterizado pelos benefícios das geotecnologias, a ausência de estudos que discutam, de forma epistemológica, a influência das mesmas, no que se refere à ciência geográfica (FERREIRA, 2006). Essa reflexão é necessária e, segundo apontam Silva, Rocha e Aquino (2017), cabe ao geógrafo explicitar os critérios que envolvem essa postura geotecnológica, buscando ao menos, através do desenvolvimento de debates na filosofia da ciência, uma visão mais totalizante da realidade, haja vista, que a ausência dos mesmos, acarretam em erros e interpretações superficiais sobre um determinado fenômeno se deseja estudar.

Seguindo essa linha de raciocínio, cabe destacar que:

[...]se o conhecimento técnico-científico é fundamental, ele não é suficiente. Para dar conta das demandas sociais que se acumularam ao longo do tempo e da complexidade socioambiental é preciso estabelecer um diálogo entre saberes, combinando o conhecimento técnico e o conhecimento cotidiano. Para tanto, é imperativo estabelecer bases sólidas para a democratização do acesso à informação e reconhecer o valor das diversidades enraizadas na cultura e identidades locais e coletivas. Formas tradicionais de conhecimento e aprendizagem e as tecnologias de informação e comunicação têm contribuições específicas e complementares (UFNPA, 2015. p.45).

Evidencia-se também, que se faz necessário enxergarmos, ao adotarmos as geotecnologias como a base para a interpretação da paisagem, a escala como uma categoria geográfica aberta (e não reclusa), ou seja, de maneira mais dinâmica (em oposição à perspectiva fixa e única), a qual se constitui como reflexo de um constructo baseado nas relações sociais, culturais, econômicas e políticas (NUNES, 2012).

Percebe-se, portanto, que as geotecnologias se constituem como um conjunto de tecnologias (satélites, radares, hardwares, softwares, banco de dados espaciais, entre outros) para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise, manipulação e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica sobre feições e/ou fenômenos (ZAIDAN, 2017), fato este, que possibilita a compreensão e a investigação de relações espaço-temporais de forma a avaliar variáveis naturais, sociais, econômicas e políticas e distinguir potencialidades e, por fim, auxiliar na tomada de decisões (ROSA, 2005).

No entanto, as geotecnologias abordam temas relativamente complexos e não podemos deixar de esclarecer alguns conceitos básicos. Nessa conjuntura, em

linhas gerais, destacar-se-á na presente pesquisa, dois de seus campos de incontáveis aplicações, são eles: Sistemas de Informações Geográfica – SIG e o Geoprocessamento.

De maneira geral, percebe-se ao longo da história uma intrínseca relação entre cartografia, geoprocessamento e os SIG. Rosa (2013) evidencia que desde os tempos remotos até a atualidade, as informações e dados espaciais têm sido apresentados de forma gráfica pelos antigos cartógrafos e utilizados por navegadores e demais profissionais.

Destaca-se nesse sentido, segundo Rosa (2013), que as primeiras tentativas de automatizar e otimizar parte do processamento de dados datam de épocas muito anteriores ao desenvolvimento de tecnologias computacionais.

Um exemplo disso pode ser visualizado, principalmente, através da criação dos mapas da Batalha de Yorktown (Revolução Americana), pelo cartógrafo francês Louis-Alexandre Berthier em 1781, visando identificar a movimentação das tropas, como também, em 1854, através do infectologista britânico, Dr. John Snow (CÂMARA; DAVIS, 2003; SILVA, 2003).

Thomé (1998) evidencia, nesse sentido, que:

[...]o infectologista sobre o mapa das ruas e residências da cidade, marcou com “x” os poços de água e com “ponto” as residências onde haviam ocorridos mortes como decorrência da doença. Com estas duas classes de informações espacializadas no mapa, o doutor John, realizando o que hoje é denominado de análise espacial, verificou que havia muitos “pontos” (casos de cólera) próximos a um “x” (poço) da “Broad Street”. Portanto, decidiu lacrar o referido poço. Como consequência, constatou-se a diminuição dos casos de cólera e evidenciou-se a associação da cólera com a água (THOMÉ, 1998, p.37).

Assim, segundo Thomé (1998), se ilustra, portanto, a ação de fazer geoprocessamento, uma vez que, os dados obtidos foram espacializados de modo a subsidiar o processo de tomada de decisão. Tal cenário, marcado pela necessidade de tomada de decisão e de evolução dos SIG e do geoprocessamento, ganha força, segundo Silva (2003), sobretudo, com o advento da Revolução Industrial. Tal marco propiciou o aparecimento de técnicas inovadoras de cartografia, haja vista, a necessidade de registro dos diversos níveis de informações e, do desenvolvimento de mapeamentos temáticos que retratassem de forma compreensiva a realidade geográfica da época.

Entretanto, Antenucci *et al.* (1991) e Medronho (1995), evidenciam que as primeiras tentativas de fundamentação técnica de um SIG, se deram somente a partir do surgimento do primeiro computador eletrônico na década de 1940. Até então, os documentos, cartas e mapas eram elaborados de forma analógica, impossibilitando o desenvolvimento de interpretações e avaliações mais precisas, haja vista, as dificuldades existentes em termos de integração entre os mapas e os dados existentes (ROSA, 2013).

Silva (2003) argumenta que os avanços de diversas tecnologias na década de 40, ocasionou a modificação dos padrões clássicos da cartografia. O autor argumenta que:

O processo de cálculos matemáticos via computadores abriu possibilidades de pesquisa na manipulação de grandes quantidades de dados, especialmente os dados espaciais. Inicialmente, a análise dos dados era limitada por um determinado número de caracteres alfanuméricos, que representava os dados espaciais (SILVA, 2003, p.62).

Contudo, a precariedade em termos tecnológicos na época bloqueava o processo evolutivo desses elementos, impossibilitando assim que estes sistemas fossem classificados como “sistemas de informação” (CÂMARA; DAVIS, 2003).

Todavia, os crescentes avanços em equipamentos e “softwares” ocorridos nas décadas posteriores fomentaram o desenvolvimento de sistemas mais potentes e de novas aplicações, as quais propiciaram a obtenção, armazenamento e representação de informações geográficas em ambiente computacional, delineando assim, um momento de grande transformação para o avanço das geociências (CÂMARA *et al.*,1996).

Hamada e Do Valle Gonçalves (2007), imersos nesse contexto, elucidam que os SIG como conhecemos atualmente, apresentam sua origem correlacionada com o desenvolvimento do “*Canadian Geographic Information System*” (CGIS), no início dos anos de 1960. Star e Estes (1990) em conformidade com a afirmação dos autores supracitados apontam que a criação dos SIG, no referido ano, foi propiciado em virtude do refinamento das técnicas cartográficas, do rápido desenvolvimento dos sistemas computacionais digitais e, também, pela ascensão de uma revolução quantitativa nas análises espaciais.

Estes sistemas, no entanto,

[...]eram muito difíceis de serem usados, pois não existiam monitores gráficos, os computadores eram excessivamente caros, a velocidade de processamento e a capacidade de armazenamento eram muito baixas e a mão de obra tinha que ser altamente especializada. Na época, não existiam soluções comerciais prontas para uso, e cada interessado precisava desenvolver seus próprios aplicativos, o que demandava muito tempo e muito dinheiro (ROSA, 2013, p.4).

A posteriori, na década de 1970, se observa um grande desenvolvimento do SIG, com o aumento da capacidade computacional e o desenvolvimento de tecnologias/áreas relacionadas (HARNADA; DO VALLE GONÇALVES, 2007), momento este, que ocorre o surgimento da expressão *Geographic Information System* (CÂMARA; DAVIS, 2003).

Cabe ressaltar também, nesse período, o desenvolvimento de alguns fundamentos matemáticos voltados para a cartografia, assim como, o surgimento dos primeiros sistemas comerciais de CAD (*Computer Aided Design*), o qual propiciou melhorias em termos de produção de desenhos e plantas, e serviram de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada (CÂMARA; DAVIS, 2003; ROSA, 2013).

No entanto, Harnada e Do Valle Gonçalves (2007), evidenciam que o SIG ainda tinha o seu uso restrito às universidades, órgãos de pesquisa e poucas empresas privadas, devido aos custos e ao fato destes proto-sistemas ainda utilizarem, exclusivamente, computadores de grande porte.

Doravante, já na década de 1980, se tem a consolidação do SIG. Harnada e Do Valle Gonçalves (2007, p.13), argumentam que tal feito se deu em virtude do desenvolvimento significativo dos microprocessadores e, devido à proliferação de *softwares* de baixo custo, muitos deles disponíveis para computadores pessoais, desencadeando o processo de consolidação e dinamização dos SIG.

A partir dessas premissas, Zaidan (2017) elucida que ao final da década de 1980, as questões correlacionadas aos SIG estavam muito bem consolidadas, fato este, que suscitou, na década de 1990, a necessidade de uma maior integração entre os usuários com este meio técnico-científico.

No Brasil, a inserção do geoprocessamento e dos SIG apresenta uma história recente. Inicia-se através do projeto RADAMBRASIL em 1975, desenvolvido como forma de otimizar a geração, armazenamento, recuperação e a análise de do seu banco de dados ambientais primários, através da Divisão de Informática e a criação

do SIGA em 1978 – Sistema de Informação Geo-Ambiental (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Contudo, o grande marco no que se refere à consolidação dos meios técnico-científicos supracitados, se encontra relacionado ao esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80(CÂMARA; DAVIS, 2003), assim como fora feito, pela parceria realizada entre a Comissão Brasileira da União Geográfica Internacional (UGI), chefiada por Esperidião Faissol, subsidiada por uma Comissão de Processamento de Dados Geográficos, com o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Esforço este, que resultou na vinda, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro GIS (o *Canadian Geographical Information System*), fazendo despertar assim, diversos segmentos e grupos da sociedade interessados no desenvolvimento tecnológico.

Destacam-se, dentre esses grupos emergentes, conforme apontam Câmara e Davis (2003), a:

- UFRJ: O grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, sob a orientação do professor Jorge Xavier, desenvolveu o SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental). O SAGA tem seu forte na capacidade de análise geográfica e vem sendo utilizado com sucesso com veículo de estudos e pesquisas.
- MaxiDATA: os então responsáveis pelo setor de informática da empresa de aerolevantamento AeroSul criaram, em meados dos anos 80, um sistema para automatização de processos cartográficos. Posteriormente, constituíram empresa MaxiDATA e lançaram o MaxiCAD, software largamente utilizado no Brasil, principalmente em aplicações de Mapeamento por Computador. Mais recentemente, o produto dbMapa permitiu a junção de bancos de dados relacionais a arquivos gráficos MaxiCAD, produzindo uma solução para "desktop mapping" para aplicações cadastrais.
- CPqD/TELEBRÁS: O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS iniciou, em 1990, o desenvolvimento do SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa), uma extensiva aplicação de Geoprocessamento no setor de telefonia. Construído com base num ambiente de um SIG (VISION) com um banco de dados cliente-servidor (ORACLE), o SAGRE envolve um significativo desenvolvimento e personalização de software.
- INPE: Em 1984, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto (a Divisão de Processamento de Imagens - DPI). De 1984 a 1990 a DPI desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para ambiente PC/DOS, e, a partir de 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas), para ambientes UNIX e MS/Windows (CÂMARA; DAVIS, 2003, p.3-4).

Assim, percebe-se, que o avanço e a sistematização do conhecimento nas mais variadas áreas e as facilidades de acesso à informação propiciadas pelo geoprocessamento como técnica e instrumental de suporte aos SIG, propiciou otimizar o trabalho geográfico, haja vista, que possibilitou a inserção de instrumentos capazes de capturar, armazenar, processar e exibir informações referenciadas espacialmente de diferentes naturezas, tipos, escalas e resoluções (UFPNA, 2015).

O termo Geoprocessamento, concebido através da junção das palavras Geo, a qual se deriva do termo grego gaia – Terra e, processamento, referente à capacidade de processar informações (PEREIRA; SILVA, 2001), apresenta um processo de desenvolvimento, conforme fora visto anteriormente, recente, apresentando uma evolução correlacionada, principalmente, com o crescimento da utilização de seus métodos e técnicas, o que por vezes, resulta em um cenário de questionamentos e discussões sobre suas diferentes definições e aplicações (XAVIER-DA-SILVA, 2009).

Seu potencial interdisciplinar, associado à sua eficácia em termos de processamento de dados, segundo Zaidan (2006), ocasionou sua difusão maciça nos últimos anos. Todavia, tal fato, desencadeou também, efeitos perversos, sobretudo, no que se refere à tentativa de definir tal conceito, ensejando assim, uma visão turva nas mentes de alguns jovens pesquisadores. (XAVIER-DA-SILVA, 2009).

Xavier da Silva (2009), em meio a esse cenário, evidencia que:

[...]pode-se afirmar que a adoção de uma definição de Geoprocessamento como abrangendo as atividades de Geoprocessamento propriamente dito, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Posicionamento Global, serve à proliferação de uma falta de percepção quanto à natureza de suas atividades, por parte de técnicos e pesquisadores usuários de grandes bases de dados (XAVIER-DA-SILVA, 2009, p.44).

Portanto, percebe-se que, se faz necessário distinguir o Geoprocessamento e os SIG, afim de se evitar e esclarecer as discrepâncias teóricas existentes em termos de seus conceitos, funções e aplicações.

Mendes e Cirillo (2001) concebem o geoprocessamento a partir de uma perspectiva mais ampla, os autores entendem que além das capacidades técnicas de codificar, armazenar e recuperar dados geográficos, o geoprocessamento propicia meios para a representação e interpretação das complexas relações entre

os aspectos, variáveis, características dos processos físicos, econômicos e sociais que se desenvolvem e se perpetuam no tempo e no espaço.

Para Xavier da Silva (2009) e Zaidan (2017), o geoprocessamento pode ser entendido como um ramo de atividades, no qual se congregam um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que interagem entre si e, atuam sobre bases de dados georreferenciados, propiciando a geração de informações relevantes, ou seja, interpretações e avaliações que consideram, de forma integrada, as propriedades intrínsecas e geotopológicas dos eventos e das entidades identificadas a partir dos procedimentos de coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento destes dados que, necessariamente, devem estar referenciados (geocodificados).

Couto (2005) argumenta que os dados geográficos possuem uma correlação direta com o espaço e, que os mesmos se caracterizam por sua natureza dual, ou seja,

[...]possuem uma localização no espaço geográfico que é expressa em coordenadas, e atributos descritivos que podem ser armazenados em um banco de dados convencional. Existem várias formas de abordagem do espaço, segundo diferentes áreas do conhecimento, são exemplos de categorias de análise: espaço-físico, espaço-distância, espaço-solo, espaço-imagem, espaço social, etc. Todas as formas de análise podem conter um grande número de informações com diferentes tipos de armazenamento (COUTO, 2005, p.31).

Xavier da Silva (2001) entende que, o geoprocessamento, ao propiciar a análise desse grande volume de dados referenciados (geocodificados), reduz o risco de não se interpretar de forma adequada o contexto ambiental no qual os mesmos se encontram inseridos. Nesse sentido, Xavier da Silva (2009) enfatiza que o contexto ambiental se constitui como o referencial do Geoprocessamento e que a geração das novas informações provenientes da interpretação integrada desse grande volume de dados pode ser denominada geoinclusão.

Tal conjuntura possibilita revelar os atributos espaciais dos fenômenos que se deseja estudar. Dentre estes atributos, Xavier da Silva (2009) destaca:

[...]as localizações sistemáticas ou eventuais; extensões de ocorrência e respectivos níveis diversos de intensidade; formas e padrões de distribuição espacial; níveis de proximidades geográficas, de tempo e de custo; relacionamentos hierárquicos e funcionais de inúmeras naturezas, a serem usados em classificações ambientais, em simulações sinérgicas e na elaboração de cenários prospectivos (XAVIER-DA-SILVA, 2009, p.42).

Ainda no que se refere as definições acerca do geoprocessamento, Câmara e Davis (2003), entendem que o mesmo se caracteriza como o ramo do conhecimento que se estrutura através da apreensão e utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, as quais fornecem elementos de suma importância para os estudos e empreendimentos desenvolvidos nas áreas de Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Piroli (2010), seguindo essa linha de raciocínio, evidencia que se utiliza no âmbito do tratamento das informações geográficas, diversas tecnologias, dentre as quais se destacam os Sistemas de Posicionamento Global – GPS, sensoriamento remoto, digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas e a utilização de SIG.

Cabe ressaltar, que evolução e inserção de tais tecnologias possibilitaram, portanto, agregar mais dados aos sistemas e a ampliar a abrangência das análises e, por conseguinte, reduzir o tempo de processamento dos mesmos, contribuindo, sobremaneira, para os estudos acerca dos sistemas ambientais, haja vista, a presença de um grande número de variáveis a serem consideradas (COUTO, 2005).

Nessa conjuntura, se faz possível observar que a definição do que seja Geoprocessamento se constitui como uma tarefa difícil (XAVIER-DA-SILVA, 2009). No entanto, Pereira e Silva (2001) evidenciam que a definição do que seria um SIG, se apresenta como uma tarefa ainda mais problemática, tendo em vista, a confusão entre os conceitos e significados que envolvem tal área de conhecimento, cenário este, ocasionado, sobretudo, pela carência de um arcabouço teórico e conceitual.

Quintanilha (1995) elucida que as confusões e a grande variedade de definições que envolvem o SIG se encontram relacionadas ao desenvolvimento rápido desta Geotecnologia, a qual se apropria de variadas fontes, tais como: levantamentos cadastrais, aerolevantamentos, imagens de satélite, censos, levantamentos topográficos, entre outros.

Em virtude disso, nessa pesquisa, em meio a algumas definições, tais como SGI (Sistemas Geográficos de Informação), GIS (*Geographic information systems*), se adotou como já fora percebido anteriormente, o termo SIG. Visto que, nem sempre as informações que se encontram contidas nos bancos de dados apresentam um caráter de cunho geográfico (ZAIDAN, 2017).

O uso dos SIG, conforme aponta Leal (2001) vem angariando espaço no campo das análises geográficas e ambientais. Sua capacidade de organizar os dados e, de acrescentar significado aos mesmos, os transformando em informação útil (KRAAK; ORMELING, 2010), possibilita a realização de interpretações integradas acerca dos fatores que condicionam a ocorrência de fenômenos que, corriqueiramente, colocam em risco a vida humana.

Pereira e Silva (2001) argumentam que o SIG não deve ser entendido como um sistema computacional e, sim, como um sistema que tem elementos computacionais. Os autores argumentam que:

Neste modo de ver SIG (*lato sensu*), o Sistema de Informações Geográficas se refere ao conjunto de *software*, *hardware*, base de dados e organização. Num sentido restrito (*strictu sensu*), o SIG se refere a um pacote de *software* que permite o tratamento automatizado de dados gráficos e não gráficos georreferenciados. Neste texto o termo SIG é usado para designar um sistema constituído de hardware, software e dados geográficos (PEREIRA; SILVA, 2001, p.98).

Já Couto (2005) entende que os SIG se constituem como:

[...]sistemas de informação que possibilitam a realização de operações de análise espacial envolvendo dados georreferenciados, ou seja, dados referenciados geograficamente em relação à superfície terrestre. Esses sistemas permitem que se associem a elementos gráficos informações descritivas e que esses elementos gráficos com localizações definidas sejam conectados através de 34 relacionamentos espaciais, tornando possível uma série de análises e consultas de forma integrada (COUTO, 2005, p.33-34).

Pela abrangência expressa nas definições acima, se pode notar que os SIG lidam, diuturnamente, com informações multidisciplinares, as quais se caracterizam por uma grande heterogeneidade e complexidade (HAMADA; DO VALLE GONÇALVES, 2007).

Desta forma, os SIG tem uma característica básica de integração de informações, tornando-se uma ferramenta que procura agregar dados artificialmente separados pelo homem, de forma a manipulá-los e apresentá-los de outras maneiras, proporcionando uma nova visão ao usuário (THOMÉ, 1998), ou seja, uma multiplicidade de usos e funções, que o possibilita direcionar a construção de futuros cenários e agilizar os procedimentos voltados ao apoio às tomadas de decisões referentes às aplicações ambientais (FRANCISCO, 1995).

No SIG ocorrem, portanto, processos de entrada de dados, gerenciamento de dados, armazenamento e análise de dados, que substituem os métodos tradicionais de tratamento de dados geográficos (Figura 7). A partir dessa rotina, são geradas informações, que são expressas, geralmente, através de produtos cartográficos, como mapas, gráficos e tabelas (MIRANDA, 2010).

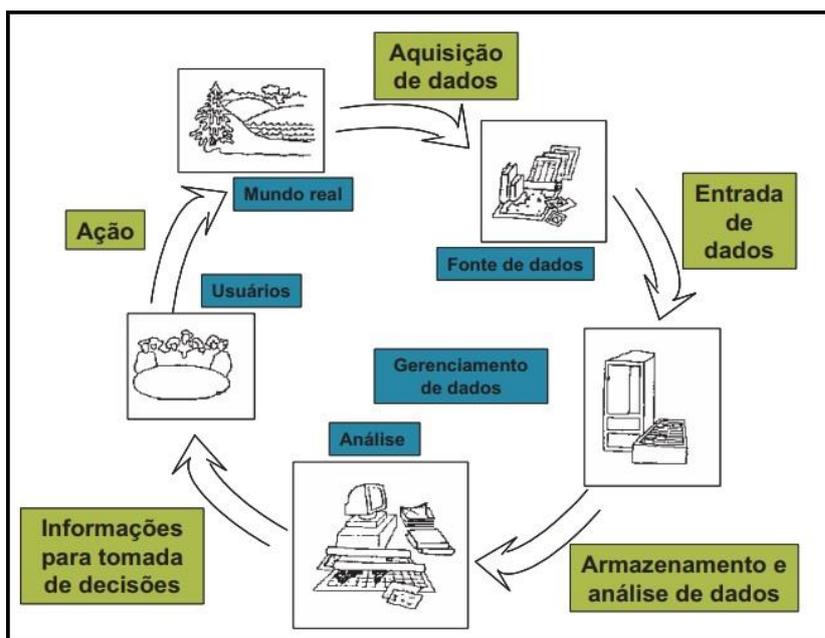


Figura 7: Representação esquemática de utilização do SIG. Fonte: Hamada e Do Valle Gonçalves (2007, p.14).

Percebe-se, portanto, que os SIG apresentam, em sua definição, vários aspectos já abordados na definição de Geoprocessamento. Podendo ser definido e entendido, conforme aponta Zaidan (2017), como:

[...]um sistema composto por softwares e hardwares que estão submetidos a uma organização de pessoas interligadas para um mesmo fim, que se utilizam de dados georreferenciados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, a edição, o processamento, a análise e a disponibilização, visando a possibilidade de planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico através dos produtos gerados pelo sistema, que são arquivos digitais contendo Mapas, Gráficos, Tabelas e Relatórios convencionais(ZAIDAN, 2017, p.200).

Nesse cenário, ressalta-se que a correlação entre as técnicas de geoprocessamento em estruturas de SIG, proporcionaram ganhos incomensuráveis para a análise e gerenciamento de dados espaciais (ROSA, 2013).

Tais geotecnologias através do manuseio de informações qualitativas e quantitativas propiciaram, assim, uma evolução gradativa da ação de planejar e gerir um território (MARTINS; OLIVEIRA, 2015), uma vez que, possibilitaram a identificação de situações ambientais presentes e, a predição de futuros cenários correlatos a eventos que afetam a vida de populações, cita-se como exemplo, a ocorrência de escorregamentos, objeto da presente pesquisa.

Contudo, Goes e Xavier-da-Silva (1996) frisam que para se aplicar de forma conjunta e eficaz o geoprocessamento e os SIG se deve, prioritariamente, reconhecer os aspectos contidos na realidade ambiental da área que se propõe estudar. Destacam-se, nesse sentido, os seguintes elementos:

- As limitações e as potencialidades ambientais expressas territorialmente;
- O volume de dados disponíveis, visto que dados em excesso podem vir a ocasionar conflitos, fazendo-se necessário, portanto, cuidados no seu processo de seleção e aquisição;
- A expansão do uso de técnicas correlatas ao sensoriamento remoto como importante meio de aquisição de dados e monitoramento de situações ambientais, aliado ao uso dos SIG para armazenar, transformar, recuperar e analisar os dados obtidos;
- A necessidade de associação entre uma base de dados geocodificadas e um banco de dados, como forma de apoio às tomadas de decisão.

A partir do que fora explicitado, cabe ressaltar que, a utilização conjunta dos SIG com o geoprocessamento para o desenvolvimento de estudos que abordem a questão espacial deve se dar prioritariamente através de investigações e critérios bem definidos. Caso contrário, sem o emprego de procedimentos e técnicas que respeitem a diversidade dos dados ambientais existentes e, sem a cautela necessária no que se refere a avaliar a veracidade dos dados obtidos e armazenados, se podem incorrer a avaliações equivocadas e tendenciosas acerca de fenômenos, os quais apresentam origens diversas (FITZ, 2008).

Por fim, cabe ressaltar que, embora as geotecnologias se constituam na atualidade de fundamental importância para os estudos geográficos, proporcionando ganhos em termos de agilidade e precisão, não se deve, jamais, exagerar a importância que as mesmas possuem, especialmente, no que tange ao ambiente de

pesquisa. Afinal, a inteligência, criatividade e um bom preparo profissional são insubstituíveis (SOUZA, 2016).

Destaca-se também, que para responder as demandas sociais e, as questões inerentes à complexidade socioambiental, se faz necessário, estabelecer um diálogo entre saberes, combinando o conhecimento técnico-científico e o conhecimento cotidiano, no qual estão contidas as diversidades e as identidades locais e coletivas (UFPNA, 2015).

4. ÁREA DE ESTUDO

A BHCT se encontra situada na cidade de Juiz de Fora, a sudeste do Estado de Minas Gerais, na Mesorregião Geográfica da Zona da Mata Mineira, região da Mantiqueira Setentrional.

No âmbito local, a referida bacia se encontra posicionada na Região Nordeste de Juiz de Fora, se caracterizando como uma das 156 sub-bacias hidrográficas (PJF, 2004) responsáveis por drenarem a área urbana desta cidade, estando sua foz localizada na margem esquerda do rio Paraibuna (Médio Paraibuna), o qual partilha do sistema hidrográfico capitaneado pelo rio Paraíba do Sul, principal rio da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007).

Ocupando uma área de 4,84 km², a BHCT abrange, de forma parcial ou integral, os seguintes bairros: Alto Eldorado, Bom Clima, Bandeirantes, Centenário, Granjas Betânia, Nossa Senhora das Graças, Parque Guarani, Quintas da Avenida, Santa Terezinha, Vista Alegre e Vivendas da Serra, onde residem, segundo dados do Censo (IBGE, 2010), aproximadamente 36 mil habitantes (Figura 8).

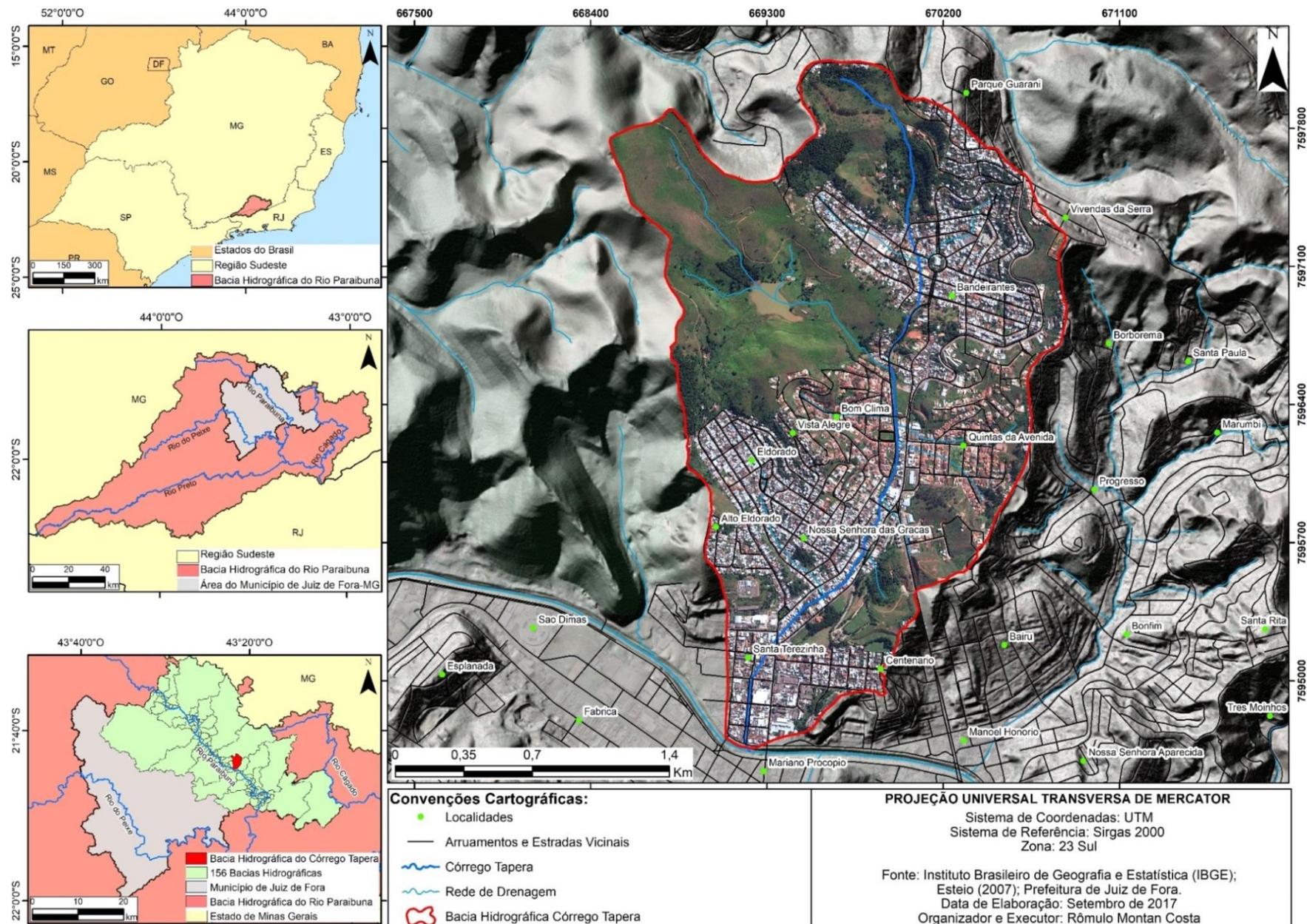


Figura 8: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera em Juiz de Fora, no âmbito regional e local.

4.1 Aspectos Territoriais e Evolução Histórica

Para que haja compreensão adequada dos aspectos territoriais e da evolução histórica referente à região na qual se insere a BHCT, faz-se necessário, mesmo que brevemente, remetermos à própria história de Juiz de Fora, perpassando pelos períodos de desbravamentos, povoamentos e inserção dos principais eixos estruturadores, destacando-se, nesse sentido, o Caminho Novo.

A história de Juiz de Fora encontra-se atrelada ao rio chamado pelos índios de Paraybuna e pelos bandeirantes de Paraibuna. Sampaio e Silveira (1985) apontam que o Paraibuna representou o ponto de partida para a descoberta de novos lugares, constituindo-se como objeto de orientação para a implementação de um caminho importantíssimo, encomendado pelo rei de Portugal. Seu traçado em terras mineiras, a partir da divisa com o Rio de Janeiro, dava-se à margem esquerda deste rio, tornando-se mais tarde caminho obrigatório entre a Corte e a região das grandes minas.

Sua estruturação inicia-se a priori em 1701 através das picadas realizadas por Garcia Rodrigues Paes Leme, cabendo de forma posterior ao seu cunhado, Domingues Rodrigues da Fonseca, a tarefa de concluir tal empreitada. Seu trajeto inicia-se a partir da margem do rio Iguaçu, no estado Fluminense, desenvolvendo-se de forma a transpor a Serra dos Órgãos até o vale do Paraíba do Sul, de onde rumou para o vértice da Serra da Mantiqueira, chegando até a Borda do Campo (atual Barbacena), trajeto este alcançado em 1709 quando data sua inauguração.

A picada recebeu o nome de “Caminho Novo dos Campos Gerais”, assim denominado como forma de diferenciar-se da antiga e longa rota de extensão do “Caminho Velho”. O novo percurso caracterizava-se por sua forma quase retilínea, ligando diretamente o porto do Rio de Janeiro à Vila Rica (atual Ouro Preto), ao longo de aproximadamente 515 quilômetros, o que possibilitou e propiciou respectivamente, a descoberta de áreas férteis, e a comunicação com diversos pontos da província (BASTOS, 1987; DILLY, 2004).

A abertura do Caminho Novo é considerada por alguns autores, como marco histórico e significativo no que se refere ao desbravamento e ocupação da região conhecida como atual Zona da Mata Mineira. Tal região, caracterizada por sua opulência em termos de vegetação e por seu relevo acidentado, era ocupada a

princípio apenas por povos indígenas. Nesse sentido, Valverde (1958) aponta que o Caminho Novo constituía-se como:

[...]a primeira via de circulação através da Zona da Mata. Nenhuma outra estrada, até centenas de quilômetros para leste e para oeste, atravessava aquele mar de verdura denso e sombrio, mais difícil de transpor do que as nossas serras mais altas. O Caminho Novo era uma artéria estreita, porém única numa longa extensão, e vital para o organismo da Colônia (VALVERDE, 1958, p.26).

O Caminho Novo possibilitou, ao longo de seu traçado, a formação de pequenos e isolados núcleos de habitação, além da inserção de atividades agrícolas concedidas pela coroa como forma de suporte para com os viajantes, visto que estes precisavam assegurar sua alimentação e a de seus animais. Ou seja, constituiu-se como o primeiro vetor efetivo de povoamento e ocupação da Zona da Mata Mineira (LESSA, 1985; DILLY 2004).

Origem de diversas cidades mineiras, o Caminho Novo representou também ponto de partida para o processo de ocupação do vale, onde encontra-se inserido uma parcela significativa da cidade Juiz de Fora (PJF, 2004). Esse processo direcionado a priori pela margem esquerda do Rio Paraibuna, proporcionou a abertura de roças, pousos e ranchos ao redor desses núcleos embrionários, os quais desenvolveram-se com o passar do tempo, dando origem, séculos depois, segundo Bastos (1987):

[...]a vilas, municípios e cidades, como por exemplo, as vilas de Simão Pereira de Sá, de Matias Barbosa, de Santo Antônio do Paraibuna, de Chapéu D`uvas etc., que posteriormente viriam a ser partes constituintes do extenso e histórico Município de Paraibuna, cujo topônimo foi alterado, mais tarde, para Juiz de Fora, com a vila sede transformada em cidade, que não demorou a se impor como uma das mais dinâmicas e prestigiadas do Império (BASTOS, 1987, p.10).

Lamas (2006) contribui afirmando que:

[...]estas roças e pousos formados ao longo do Caminho Novo foram de importância impar para o povoamento da Mata Mineira, uma vez que alteravam o meio ambiente por meio do trabalho, tanto para sustento próprio quanto para comercialização, seja do espaço físico (acomodação de muares e de pessoas) seja de gêneros alimentícios (oferecidos aos transeuntes) (LAMAS, 2006, p.1).

Garcia Rodrigues Paes Leme ao chegar na área que viria a ser o município de Juiz de Fora abriu caminho rumo à montante, pela margem esquerda do rio Paraibuna, sobrepondo assim a meia encosta das elevações, através do Morro da Boiada, atual bairro Santo Antônio. Seguindo a margem esquerda do Rio Paraibuna, chegou ao ponto onde hoje encontra-se localizado o bairro Santa Terezinha, onde fundou o primeiro núcleo de povoamento, o qual foi denominado de Rocinha, local onde mais tarde seria construída a Fazenda Tapera (BASTOS, 1987; BASTOS, 2004).

A origem desta região encontra-se relacionada à antiga sesmaria concedida ao Alcaide-Mor Tomé Corrêa Vasques, no início do século XVIII. Entretanto, as posses das sesmarias ao longo do Caminho Novo estabelecem-se apenas em 1717, através da “Real Ordem Nº 14”, sendo atribuída a Tomé Correia Vasquez a “Sesmaria do Rio Barro” (Rio Paraibuna), o qual mandou subdividi-la em vinte e cinco quadras conforme exposto na figura 9. A fazenda Tapera, chamada a priori de Pera segundo consta nos documentos da família Tristão, surge então através de Thomé Correa Vasques, genro de Garcia Paes Leme, constituindo-se como a primeira fazenda da região. Sua área abrangia as terras onde hoje localizam-se os bairros Santa Terezinha, Bandeirantes e Granjas Betânia. (STEHLING, 1979; BASTOS, 2004; OLIVEIRA, 2009).

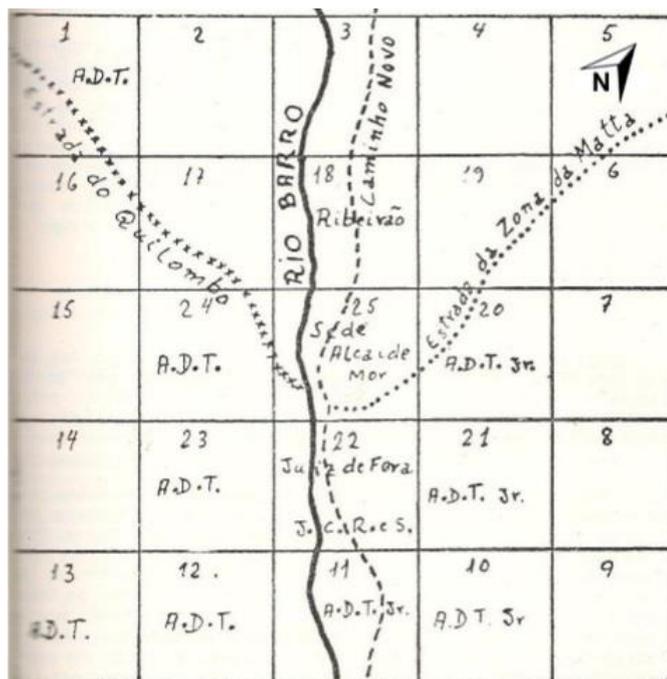


Figura 9: Sesmaria do Rio Barro (Rio Paraibuna). Fonte: STEHLING, L. J. (1979, p. 105).

Antes mesmo da legalização da concessão da sesmaria, em torno de 1700, Tomé Corrêa Vasques havia contratado Pedro Durval para construção de uma casa, onde aquele residiu até sua morte. Esta casa (Figura 10) apresenta-se como a residência e a mais antiga repartição pública de Juiz de Fora e de toda a região do Estado de Minas Gerais, localizada na atual Rua Alencar Tristão, ao lado do cemitério Parque da Saudade. Tal localidade organizar-se-ia nesse período como ponto obrigatório de passagem para todos que transitassem pelo Caminho Novo (BASTOS, 2004).

Neste local, Tomé Corrêa Vasquez desempenhou a função de Alcaide-Mor, responsabilizando-se pela arrecadação e pela fiscalização da renda devida à Fazenda Pública. Após sua morte, a sede da casa denominada Fazenda do Alcaide-Mor, da Tapera ou Alcaidemia foi adquirida pela família Vidal, que nela residiu de 1756 a 1764, perpassando pelos Tostes em 1879 e finalmente pela família Tristão, em 1883. Os terrenos da fazenda bem como suas ruínas são atualmente propriedade da Santa Casa de Misericórdia (BASTOS, 2004; FUNALFA, 2016).



Figura 10: Edificação mais antiga do município de Juiz de Fora, localizada na atual Rua Alencar Tristão, ao lado do cemitério Parque da Saudade. Fonte: Blog Maurício Resgatando o Passado, Disponível em www.mauricioresgatandoopassado.blogspot.com.br/2016/02/fazenda.

Cabe ressaltar, a partir do cenário ilustrado, que apesar do iminente potencial de valorização da margem esquerda do Rio Paraibuna, dado, sobretudo, pela abertura do Caminho Novo, a efetiva ocupação do que seria a então cidade de Juiz de Fora deu-se de fato na margem direita do Rio Paraibuna, consolidada principalmente pela abertura de uma nova estrada por Heinrich Wilhelm Ferdinand

Halfeld (Figura 11) entre 1836 e 1840, haja vista que o Caminho Novo já não mais atendia às necessidades. Como afirma Lessa (1985, p.39): “(...) havia o governo resolvido transformar aquele tortuoso, e mais que centenário caminho escorregadio em uma boa estrada carroçável compatível com as necessidades”. Tal fato proporcionou a estruturação do primeiro núcleo de aglomeração urbana do município, localizado onde hoje encontra-se situado o bairro Alto dos Passos. A partir daí tem-se um processo de expansão ensejado de forma linear, no sentido norte, ao longo da atual Avenida Barão do Rio Branco, ocupando de forma posterior as áreas onde encontra-se o leito de inundação do Rio Paraibuna (OLIVEIRA, 1966; LESSA, 1985).

Lessa (1985) descreve tal fato elucidando que Halfeld abandonou a margem esquerda do Rio Paraibuna, atravessando-a nas proximidades onde hoje encontra-se inserido o bairro Benfica. Delineou de forma posterior a Rua Bernardo Mascarenhas (atual bairro Mariano Procópio) sentido Morro da Gratidão (atual Morro da Glória cortado pela Avenida dos Andradas), contornando a posteriori um imenso corpo d`água de aproximadamente 50.000 metros quadrados situado no atual Largo do Riachuelo, de lá rumou através de uma reta de três quilômetros (atual Avenida Rio Branco até o Alto dos Passos), seguindo caminho pela esquerda até a região de Graminha, descendo-a através de um traçado sinuoso até reencontrar o Rio Paraibuna na ponte do Zamba, atual divisa entre as cidades de Juiz de Fora e Matias Barbosa, retornando, a partir desse ponto, o percurso para a margem esquerda.

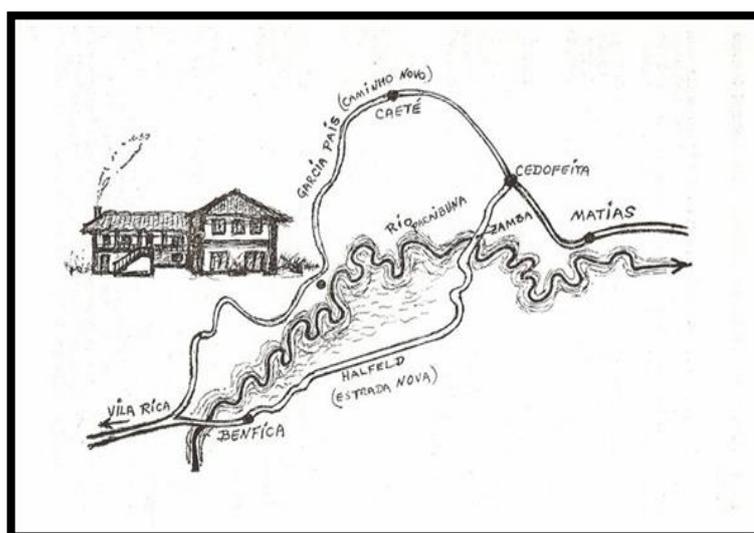


Figura 11: Traçado da Estrada Nova do Paraibuna. Fonte: LESSA, J. (1985, p.40).

Miranda (1990) enfatiza que além de contribuir para o processo de desenho e projeção dessa nova estrada (atual Avenida Barão do Rio Branco), tida como a principal artéria do que viria a ser o município de Juiz de Fora, Halfeld também contribuiu para o início do processo de ocupação efetiva da margem direita do Rio Paraibuna, através da compra de diversas propriedades, ensejando nessas localidades a inserção de arruamentos e casas, ou seja, atuando dessa maneira na definição dos principais eixos de expansão da malha urbana.

O avanço expressivo da cultura cafeeira no início do século XIX e o iminente declínio das atividades auríferas ocasionaram uma rápida expansão e desenvolvimento na região central do povoado, transformando-o e consolidando-o como um local de atração de muitos imigrantes, e não mais somente como um local de passagem. O que contribuiu de forma direta para a formação de um setor terciário de abastecimento, e para a criação de novas formas de vida e trabalho, desencadeando assim a intensificação dos processos de ordenamento e evolução socioespacial, sobretudo, no povoado de Santo Antônio do Paraibuna, que transformar-se-ia no principal núcleo urbano da região.

A grande expansão econômica decorrente das plantações de café e a estruturação das atividades essencialmente urbanas provenientes, sobretudo, da inserção da nova estrada por Halfeld, contribuíram de forma direta para que no dia 31 de maio de 1850, através da Lei Provincial Nº 472 (Artigo 8º), o povoado fosse elevado à condição de Vila de Santo Antônio do Paraibuna, conquistando dessa maneira sua emancipação de Barbacena. A então denominada Vila de Santo Antônio do Paraibuna continuou a progredir, sendo elevada à condição de cidade pela Lei de 02 de maio de 1856, com o nome de Paraibuna, denominação que perdurou até 1865, quando passa a chamar-se Juiz de Fora (BASTOS, 1987; MIRANDA, 1990).

Miranda (1990) descreve tal momento elucidando que:

Estavam lançadas as bases para que investimentos de capital fossem realizados independentemente da propriedade fundiária (...). Além disso, estavam também criadas as estruturas de controle da população (...). Aos poucos, as trocas embrionárias e com baixos níveis de monetarização cediam lugar a uma base comercial próspera garantida pela cidade-entrepasto. (MIRANDA, 1990, p.91)

O rápido crescimento da cultura cafeeira demandava o aprimoramento logístico do sistema viário e dos transportes voltados a melhores condições no que se refere ao escoamento da produção. Como meio de solucionar esta situação, tem-se a priori a construção da estrada União Indústria entre 1856 e 1861, e a posteriori, em 1875, a chegada da Ferrovia D. Pedro II (denominada com o passar tempo de Estrada de Ferro Central do Brasil, Rede Ferroviária Federal e atual MRS Logística). Ambos os empreendimentos se responsabilizaram pela inauguração de uma nova fase de crescimento urbano do município e pela diversificação da economia, uma vez que propiciou a incorporação das áreas referentes à planície aluvial do Rio Paraibuna à malha urbana, e, por conseguinte, intensificou os processos correlatos à divisão social do trabalho e de troca de mercadorias (OLIVEIRA, 1966; LESSA, 1985; GIROLETTI, 1988).

Nesse cenário, tem-se que o processo de expansão e consolidação urbana da região nordeste, onde encontra-se inserida a BHCT, não fugiu à regra do contexto ilustrado anteriormente. Desenvolveu-se de forma inicial pela influência direta do Rio Paraibuna, sobretudo no que se refere à introdução do eixo estruturador Caminho Novo, apresentando um processo de urbanização mais intenso de forma posterior, a partir do adensamento populacional desencadeado na margem direita do município, fato que desencadeou um processo de expulsão da população de baixa renda dessas áreas que apresentavam uma melhor disposição morfoestrutural, obrigando-as a ocuparem os vales secundários formados pelos afluentes do Rio Paraibuna.

Constituiu-se também como elemento de suma importância para o processo de expansão e consolidação urbana da região nordeste, a instalação no dia 7 de setembro de 1888 da hospedaria Horta Barbosa (Figura 12), já em plena abolição da escravatura, na extensa área cedida pelo Coronel Custódio da Silveira Tristão, correspondente a tradicional Fazenda Tapera. Atualmente essa hospedaria situa-se no bairro Santa Terezinha, mais precisamente onde encontra-se o 2º Batalhão de Polícia Militar. Sua construção encontra-se atrelada de forma direta à recepção dos imigrantes, sobretudo os italianos, fato que cooperou para colocar tal localidade de forma contundente no mapa da cidade, haja vista que existia até então, mesmo que relegado, somente a Fazenda Tapera.

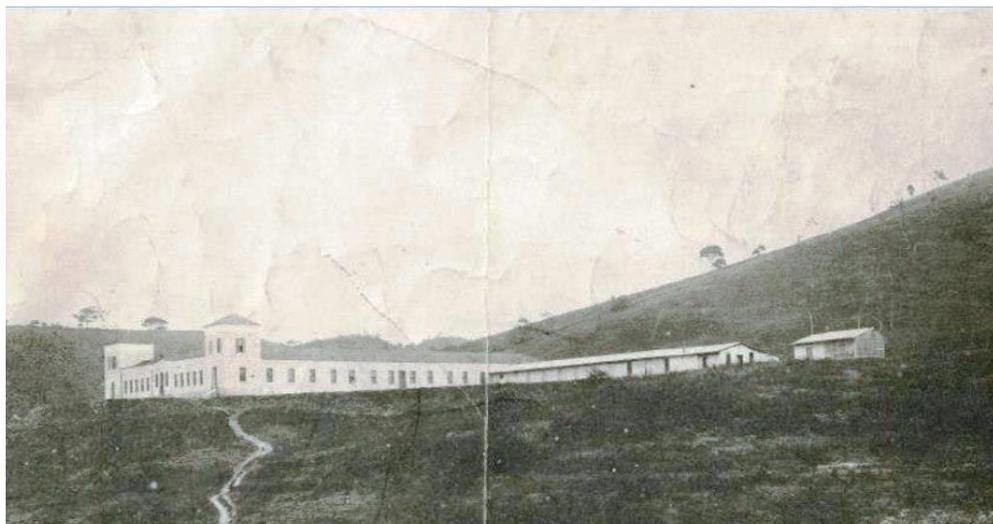


Figura 12: Hospedaria Horta Barbosa. Fonte: Blog Maurício Resgatando o Passado, Disponível em www.mauricioresgatandoopassado.blogspot.com.br/search?q=Hospedaria+Horta+Barbosa. Acesso em: 08/09/2018.

Desta forma, evidencia-se que a construção da hospedaria Horta Barbosa ensejou uma nova dinâmica nessa localidade, contribuindo para a atração de muitos imigrantes, e, também, de fazendeiros em busca de mão de obra, uma vez que o município de Juiz de Fora neste período constituía-se como o centro mais importante no que se refere à cultura cafeeira do Estado de Minas Gerais. Esse cenário, marcado pela atração de muitos imigrantes e fazendeiros, responsabilizou-se então pelo fomento de uma microeconomia local, e, por conseguinte da expansão dos limites urbanos em direção onde atualmente encontra-se localizado o bairro Santa Terezinha.

Nessa perspectiva, destaca-se também, no processo de evolução urbana da região onde encontra-se inserida a BHCT, a implantação da rodovia MG-353. Esta rodovia além de proporcionar a ligação da Zona da Mata com Juiz de Fora, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, desempenhou papel fundamental de integração entre esta região e a malha urbana localizada no centro da cidade, influenciando de forma direta nas diversas formas de ocupação e parcelamento do solo (PJF, 2004).

Tal conjuntura propiciou na área onde insere-se a BHCT, próximo ao Rio Paraibuna e em setores que encontram-se localizados próximos à Mata do Krambeck e pelas altas vertentes que a separam da bacia do Córrego Matirumbide, o surgimento dos bairros Santa Terezinha, Nossa Senhora das Graças, Bom Clima,

Quintas da Avenida, Vale dos Bandeirantes, Eldorado, Vista Alegre, Alto Eldorado, Vivendas da Serra, Parque Guarani, Centenário e Granjas Betânia.

O bairro Santa Terezinha apresenta-se como o mais antigo da região, estando atrelado de forma direta à história de abertura do Caminho Novo, à conformação através de Tomé Corrêa Vasques da Fazenda do Tapera, e da instalação da hotelaria Horta Barbosa. De forma particular, caracteriza-se hoje pela presença de um forte comércio e por um número significativo de empresas dos setores de indústria e serviços (PJF, 1996).

Em relação aos bairros Bandeirantes, Eldorado e Granjas Betânia, nota-se que seus processos de crescimento encontram-se diretamente correlacionados à inserção da rodovia MG-353 e de diversos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda, implantados ao longo dos anos 70. Tal assentamento trouxe consigo infraestrutura necessária ao crescimento de forma significativa da ocupação local, constituindo-se como um processo intenso, constante no que tange àqueles já existentes. Fora deste contexto de ocupação encontra-se o bairro Bom Clima, estabelecido através de um empreendimento imobiliário destinado às famílias com maior poder aquisitivo.

4.2 Aspectos Geoambientais

A rede de drenagem que compõe a BHCT dissecou litologias pertencentes aos domínios geológicos referentes ao Complexo Mantiqueira e à Megassequência Andrelândia (DUARTE *et al.*, 2003) (Figura 13). Tais domínios se caracterizam como unidades de grande extensão, onde se faz possível observar o predomínio de uma ampla variedade de rochas metamórficas, coerentes, duras e resistentes de idade pré-cambriana, as quais se apresentam como o resultado da atuação de intensos e antigos processos de falhamentos, dobramentos e fraturamentos (ROCHA; LATUF, DO CARMO, 2003; ROCHA, 2005).

Cabe ressaltar, ainda, que, estratigraficamente, sobre essas litologias se encontram conformados materiais residuais, colúviais e aluviais, com espessuras e características singulares e distintas, sedimentos esses que apresentam alto potencial erosivo quando associado ao processo de remoção da cobertura vegetal (ROCHA; LATUF; DO CARMO, 2003; ROCHA, 2005).

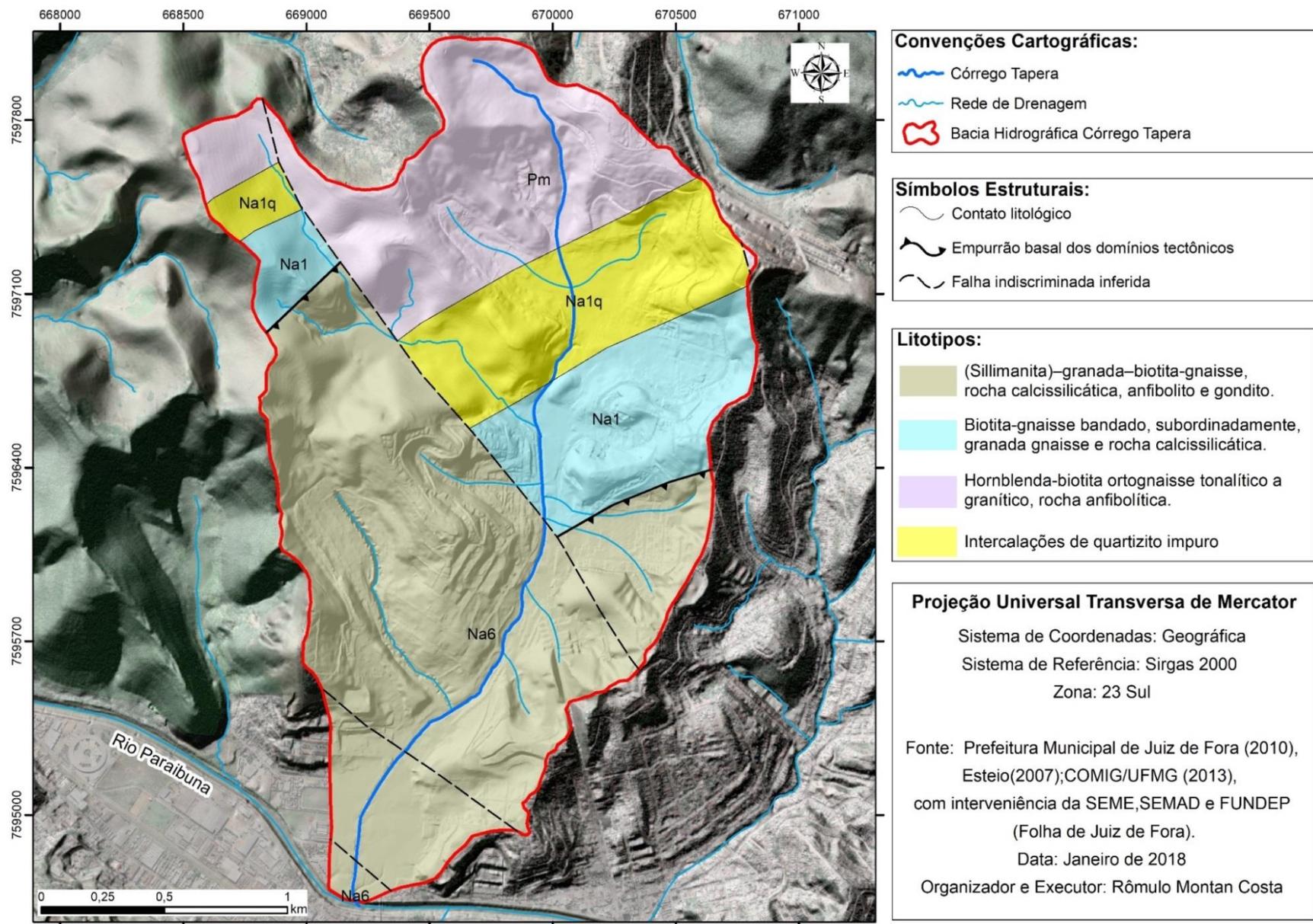


Figura 13: Litotipos, contatos litológicos e estruturas presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.

Originado no Paleoproterozóico (entre 2,5Ga e 1,6Ga), o Complexo Mantiqueira se apresenta constituído por diversos litotipos ortoderivados, provenientes de paragêneses da fácies anfibolito superior, conspícuas a um forte retrabalhamento da crosta arqueana (DUARTE *et al.*, 2003).

Neste complexo predominam, sobretudo, conforme aponta Duarte (1998), a presença de biotita-anfibólio ortognaisse, bandado de composição tonalítica a granítica, com bandas, enclaves e/ou lentes centimétricas a métricas. Em uma escala local, cabe ressaltar que, tais litotipos, se expressam através de corpos tabulares discordantes de rochas metabásicas (DUARTE *et al.*, 2003), onde se observa a presença de estruturas que se caracterizam por um dobramento isoclinal e transposto (PINTO, 1991).

Suas semelhanças em termos de composições mineralógicas ocasionam um entrave ao reconhecimento destas unidades litológicas nos afloramentos, haja vista os diferentes graus de deformação e retrometamorfismo ensejados ao longo de sua história geológica (PINTO, 1991; DUARTE, 1998). Todavia, se faz necessário pontuar, que os afloramentos rochosos são pouco frequentes. Tal fato pode ser explicado devido à presença de um manto de intemperismo bastante espesso, dezenas de metros de espessura, o qual dificulta, sobremaneira, as exposições de rochas frescas (PINTO, 1991).

Destarte, Duarte *et al.* (2003) elucida que a presença desses litotipos na cidade de Juiz de Fora se apresentam, geralmente, localizados em boas exposições, sobretudo em cortes de rodovias e em várias pedreiras abandonadas ou ainda em exploração.

Nesse contexto, cabe destacar que na BHCT as litologias pertencentes ao Complexo Mantiqueira se encontram evidenciadas na porção Norte-Noroeste da mesma, mais precisamente onde se encontram situados os bairros Bandeirantes e Parque Guarani.

Nessas localidades se observa a presença do litotipo hornblenda-biotita gnaisse tonalítico a granítico, rocha anfibolítica, o qual se apresenta, respectivamente, inserido em um contexto de transições litológicas e controlado por uma falha indiscriminada inferida de direção sudeste-noroeste, caracterizando possivelmente a ação da morfoestrutura (COSTA, 2016).

Com relação ao domínio geológico referente à Megassequência Andrelândia, tem-se que o mesmo se concebe como uma sucessão metassedimentar, e que possui sua origem vinculada ao Neoproterozóico (entre 1Ga e 0,78Ga) (DUARTE *et al.*, 2003).

Tal sucessão metassedimentar, segundo Duarte (1998), é composta por rochas meta-ígneas máficas associadas, as quais se caracterizam por seu variado grau de metamorfismo, desde fácies xisto-verde até fácies granulito de alta pressão, os quais se constituem, regionalmente, através de associações de litofácies que se agrupam nas unidades de mapeamento Na1, Na1q, Na3, Na4, Na5, Na6 e Na6g. Inclui-se, nesse sentido, a presença xistos, gnaisses grauvaquianos e quartzitos, com quantidades subordinadas de rocha calcissilicática, anfibolito, microclina gnaiss e biotita-plagioclásio-gnaiss (PINTO, 1991).

No âmbito da BHCT, se identifica a presença de duas unidades distintas pertencentes à Megassequência Andrelândia, as quais se encontram situadas, majoritariamente, nas porções centro-sul e em parte da porção noroeste da referida bacia.

A primeira unidade, conforme pode ser visualizado na figura 20, se subdivide em biotita gnaiss bandado (Na1) e biotita gnaiss bandado, com intercalações de quartzito impuro (Na1q), enquanto que a segunda se refere ao litotipos illimanita granada-biotita gnaiss (Na6).

Com relação à primeira unidade, Duarte *et al.* (2003) argumenta que a mesma se caracteriza:

[...]pela presença de bandamento marcante que pode ser observado mesmo quando bastante intemperizada. Este bandamento é dado pela alternância entre níveis félsicos e níveis biotíticos (bandamento gnáissico) e também pela presença de bandas e/ou lentes centimétricas de quartzito e de rocha anfibolítica [...] Localmente, há um aumento gradual na quantidade e na espessura das bandas quartzíticas até que o gnaiss dá lugar a um quartzito com pouco feldspato. A rocha tem textura granoblástica, localmente protomilonítica, e a estrutura bandada ocorre também a nível milimétrico. Os minerais constituintes são plagioclásio, biotita, quartzo, K-feldspato, granada, apatita, zircão e mineral opaco [...] a noroeste da Folha Juiz de Fora, ocorrem, encaixadas no biotita gnaiss bandado, lentes decamétricas de um conjunto fortemente bandado, em escala centimétrica a métrica, composto por uma intercalação entre rochas máficas (anfibolitos e metagabros) e biotita-hornblenda gnaiss leucocrático de composição granítica a tonalítica (DUARTE *et al.*, 2003, p. 179).

Já no que se refere à segunda unidade, Duarte *et al.* (2003) enfatiza que a mesma se apresenta como resultado da:

[...]interestratificação de outros litotipos, principalmente biotita gnaisse bandado, quartzito e rochas calcissilicáticas que ocorrem sob a forma de camadas lenticulares [...] Quando alterada, essa rocha assemelha-se a um xisto. Observa-se uma alternância de níveis pelíticos e níveis félsicos mais grossos interpretados como leucossomas peraluminosos com granada e biotita[...]tem granulometria fina a média, textura granoporfioblástica, localmente protomilonítica, e é constituído de plagioclásio, quartzo, biotita, sillimanita (fibrolita), granada, ortoclásio e, como fases acessórias, mineral opaco, apatita, zircão e rutilo (DUARTE *et al.*, 2003, p.180-181).

Imerso nesse contexto, se faz de fundamental importância ressaltar, também, a presença de uma falha geológica regional que fora reativada durante o rifteamento plataformal que acometeu o interior da placa (rifte Sudeste) (MARQUES NETO, 2017). A referida falha, de orientação geral ENE-SSW, segundo Soares *et al.* (2002), influencia de forma direta os diversos litotipos pertencentes ao Complexo Mantiqueira e ao complexo referente à Megassequência Andrelândia.

De acordo com o projeto RADAMBRASIL (1983) tal controle estrutural se evidencia por:

[...]extensas linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes, que por sua vez atuaram sobre antigas falhas. Os processos morfoclimáticos que têm submetido todo o conjunto não obliteraram os traços das estruturas primárias (RADAMBRASIL, 1983, p. 333).

A origem dessas falhas possui correlação direta com o fim do Ciclo Brasileiro. A reativação tectônica, denominada Reativação Wealdeniana, correlata ao início do Mesozóico, proporcionou a configuração das principais feições de relevo da área na qual se encontra a Faixa de Dobramentos Remobilizados (RADAMBRASIL, 1983).

Tal domínio compreende diferentes tipos de modelados, os quais apresentam suas origens vinculadas aos períodos Arqueozóico e Proterozóico e a ocorrência de ciclos orogênicos responsáveis pela forte incidência de movimentos crustais, os quais se responsabilizam pela formação de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos e, conseqüentemente, para a imposição de um forte

controle estrutural sobre as morfologias atuais (RADAMBRASIL, 1983; CPRM, 2001).

Tal conjuntura perdurou até o final do Terciário, se responsabilizando ao final de sua última fase de atuação por um conjunto de deslocamentos verticais, os quais contribuíram para a formação do vale do Paraíba do Sul e das escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira (RADAMBRASIL, 1983).

Doravante, passam a predominar, agora já no Quaternário, os processos correlatos à esculturação do relevo, os quais contribuíram para a elaboração de grandes expressões topográficas, dentre as quais se destacam as Colinas e Maciços Costeiros, Planalto do Paranapiacaba, Escarpas e Reversos da Serra do Mar, Vale do Paraíba do Sul, Planalto de Amparo, Compartimentos Planáltico a Leste de Minas, Mantiqueira Meridional e Mantiqueira Setentrional, estando localizados, nestas duas últimas, importantes municípios do Estado de Minas Gerais como Manhuaçu, Carangola, Juiz de Fora, etc. (RADAMBRASIL, 1983).

Marques Neto (2012) aponta que a região da Serra da Mantiqueira se apresenta como:

o segundo degrau orográfico do planalto brasileiro, se avultando quando a Serra do Mar é transposta. Corresponde a imensos blocos falhados em sentidos predominantemente ENE-WSW causados por movimentos epigenéticos relacionados à reativação tectônica sofrida pela área durante o rompimento do megacontinente Gondwana. Nessas falhas se instalou uma drenagem conseqüente que erode as rochas menos resistentes e cava gargantas nas mais compactas. O escarpamento abrupto dos contrafortes de origem tectônica se limita com o Vale do Paraíba em desníveis superiores a 2000 metros (MARQUES NETO, 2012, p.58).

Tal região, segundo Machado Filho *et al.* (1983), se pronuncia através de dois planaltos principais, um meridional e outro setentrional. A região meridional, que se encontra limitada, ao norte pelo planalto do alto Rio Grande, a leste pelo Planalto Centro-Sul de Minas, ao sul pelo vale do Paraíba do Sul e a oeste pelo Planalto de Amparo, abrange uma área de aproximadamente 13.176 km², onde se encontram inseridas as unidades geomorfológicas referentes aos planaltos de Campos do Jordão e de Itatiaia (MARQUES NETO, 2012).

Já no que se refere à região da Mantiqueira Setentrional, cabe ressaltar que a mesma faz divisa a oeste com a região dos compartimentos planálticos do leste de Minas, a sul com o Vale do Paraíba do Sul, e a leste com as colinas e os maciços,

se pronunciando, portanto, a leste do Estado de Minas Gerais, sul do Espírito Santo, e em parte do Rio de Janeiro (MARQUES NETO, 2012). Caracteriza-se pela presença de colinas alongadas, serras de grande altitude, e por escarpas derivadas de falhamentos e vales retilíneos, onde se projetam três grandes unidades geomorfológicas, são elas: Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Maciços do Caparaó e as Serranias da Zona da Mata Mineira (RADAMBRASIL, 1983). Cabe destacar que, nesta última unidade geomorfológica, se encontra inserida a BHCT.

As Serranias da Zona da Mata Mineira se constituem, conforme aponta o projeto RADAMBRASIL (1983), por:

escarpas adaptadas as falhas, sulcos estruturais, grandes linhas de cumeadas e cristas simétricas alinhadas, que, [...] indicam a direção dos dobramentos e falhamentos ocorridos na área. Algumas áreas com predominância de forma de topos aguçados são balizadas por cristas de maior altitude, escarpadas e de topos também aguçados [...] Estes relevos têm uma forte tendência a orientação estrutural no sentido SO-NE e apresentam como característica principal uma menor espessura no manto de alteração; as encostas são quase destituídas dessas alterações, deixando entrever em algumas partes a rocha nua (RADAMBRASIL, 1983, p 347-348).

Embora sua denominação se encontre atrelada de forma intrínseca à zona fisiográfica homônima da qual pertence, há de se ressaltar que não era em termos de vegetação que se dava a principal diferença dessa parte do Estado das demais regiões vizinhas (VALVERDE, 1958), mas, sobretudo, pelas características marcantes do relevo definidas por alinhamentos de cristas e por superfícies deprimidas no interior da região (RADAMBRASIL, 1983).

Destaca-se, no relevo local, segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEAM (1996), uma grande ocorrência de morros, colinas e áreas montanhosas, apresentando relevos que variam de ondulado a montanhoso, com topos alongados e vertentes convexas e côncavo-convexas, terminando em vales planos de larguras variáveis. Giovanini (2006) contribui afirmando que tais formas de relevo têm forte tendência a apresentarem uma orientação SO-NE, refletindo, assim, a direção dos dobramentos a que a região foi submetida.

Embora existam áreas menos sujeitas aos processos desnudacionais em seu interior, cabe destacar que se faz presente de forma marcante os processos correlatos à ocorrência de processos erosivos, bem como dos fenômenos associados aos movimentos de massa (GIOVANINI, 2006).

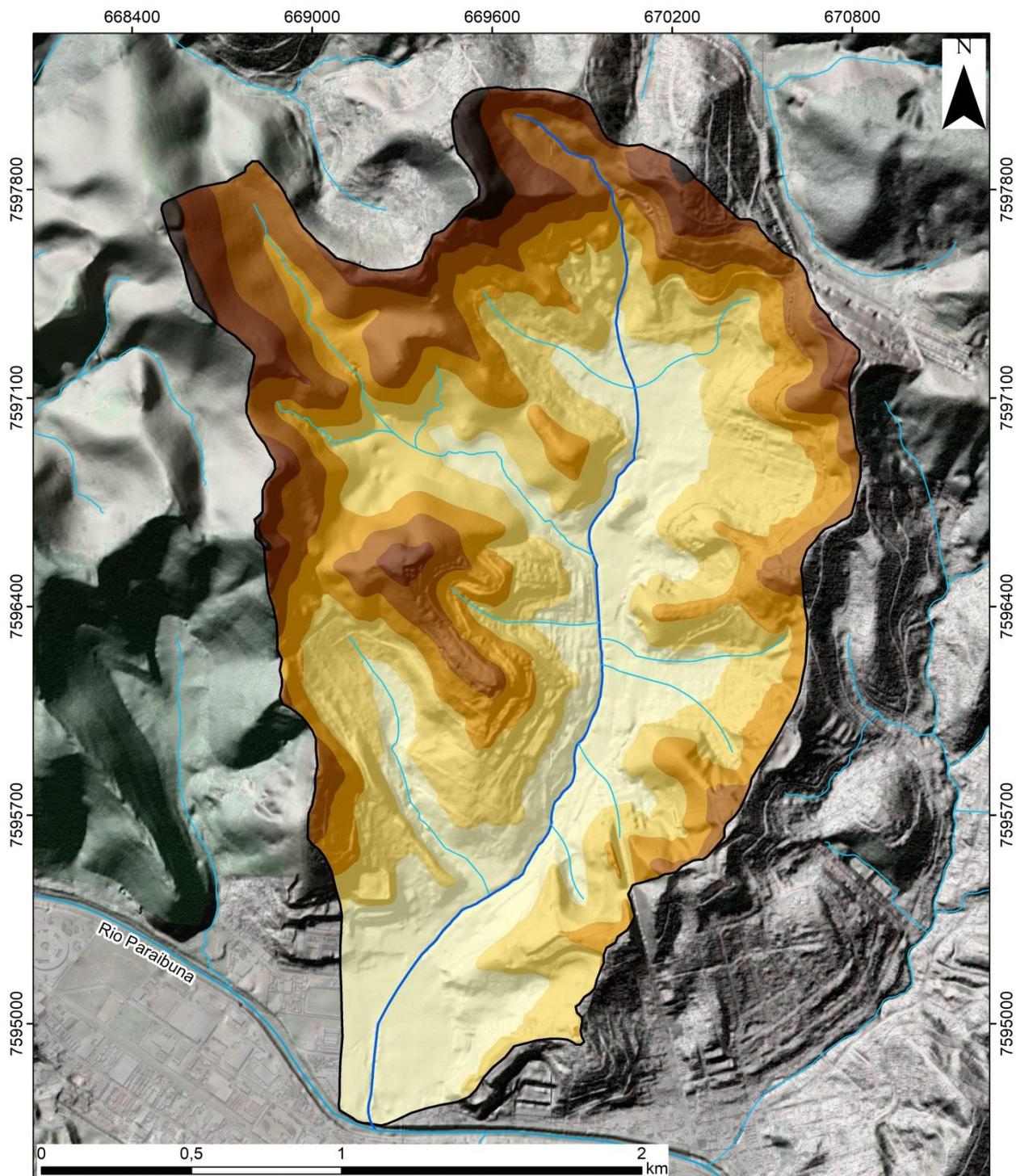
Tal cenário se reverbera, sobretudo, devido à influência direta de uma combinação dinâmica de elementos naturais e sociais, tais como: profundos mantos de alteração, declives acentuados, elevado índice pluviométrico anual, presença de políticas ineficazes e de um intenso processo desordenado de ocupação, os quais contribuem, sobremaneira, para imprimirem a esta região uma dinâmica superficial intensa (AB'SÁBER, 2003).

Imerso nesse contexto, se encontra inserida a BHCT. Ao longo de toda sua extensão territorial se faz possível notar a presença de um relevo que varia de ondulado a fortemente ondulado, com vertentes que tendem a convexidade, associada à formação de anfiteatros, ou seja, se faz possível destacar o predomínio de morfologias mamelonares, sendo correspondente ao planalto cristalino rebaixado ou domínio dos “mares de morros”, conforme preconizado por Ab'Sáber (2003).

Em suma, se observa na referida bacia um relevo caracterizado pela presença de altitudes médias, compreendidas no intervalo de 885 metros a 674 metros (Figura 14), sendo o ponto mais baixo, 674 metros de altitude, correspondente à foz do córrego Tapera no Rio Paraíba, enquanto que o ponto mais elevado, 885 metros, se localiza na porção extremo norte da bacia, mais precisamente no bairro Parque Guarani.

Tal cenário reflete a presença de uma morfologia composta majoritariamente por dois tipos genéticos de modelados: os de acumulação, os quais ocupam 10,6% da área total da bacia, evidenciado pela presença de Rampas de Colúvio e de uma Planície Alúvio Colúvionar; e os de dissecação, evidenciados pela ocorrência de Morros e Morrotes, os quais abrangem os outros 89,40 % da área total da BHCT (Figura 15). Destaca-se que tal compartimentação possui, de forma indissociável, relação direta com a declividade, uma vez que a mesma permitiu diferenciar, de forma geral, os tipos genéticos de modelado encontrados.

Nesse sentido, cabe ressaltar que predominam na BHCT declives inferiores a 30%, o que representa 76,03% da área total da bacia. Os 23,97% restantes se encontram situados em declives superiores a 30%, os quais se fazem presentes, sobretudo, nas porções extremas da bacia, conforme ilustrado na figura 16, vinculando-se de forma direta, conforme constatado em campo, a maior ocorrência de cicatrizes de escorregamentos.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rede de Drenagem Córrego Tapera Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: UTM Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>						
<p>Classes Hipsométricas (metros):</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"> 674 - 709</td> <td style="text-align: center;"> 745 - 779</td> <td style="text-align: center;"> 816 - 850</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 710 - 744</td> <td style="text-align: center;"> 780 - 815</td> <td style="text-align: center;"> 851 - 885</td> </tr> </table>	674 - 709	745 - 779	816 - 850	710 - 744	780 - 815	851 - 885	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora (2010). Data de Elaboração: Janeiro de 2018 Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>
674 - 709	745 - 779	816 - 850					
710 - 744	780 - 815	851 - 885					

Figura 14: Representação da Hipsometria presente na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.

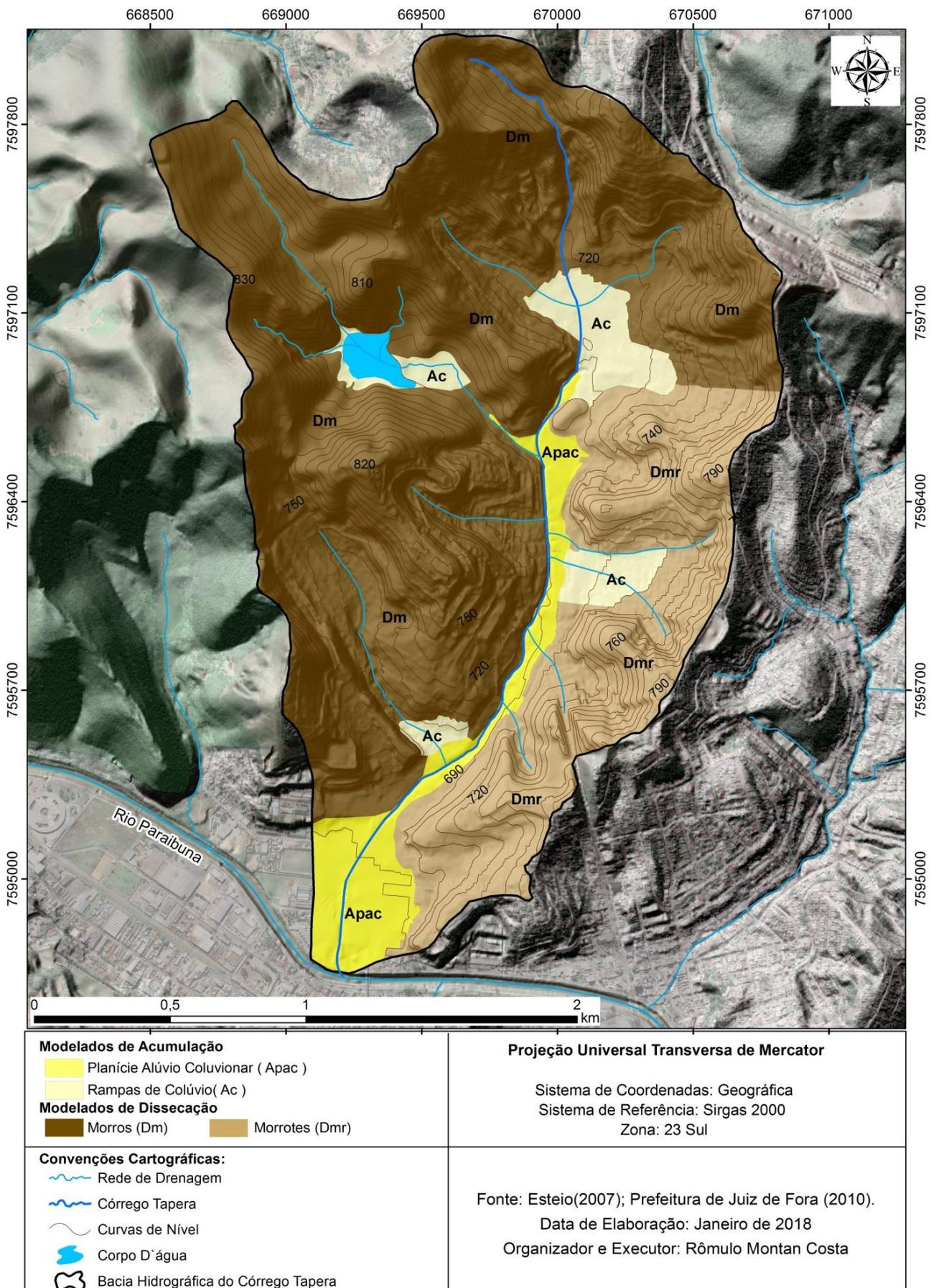
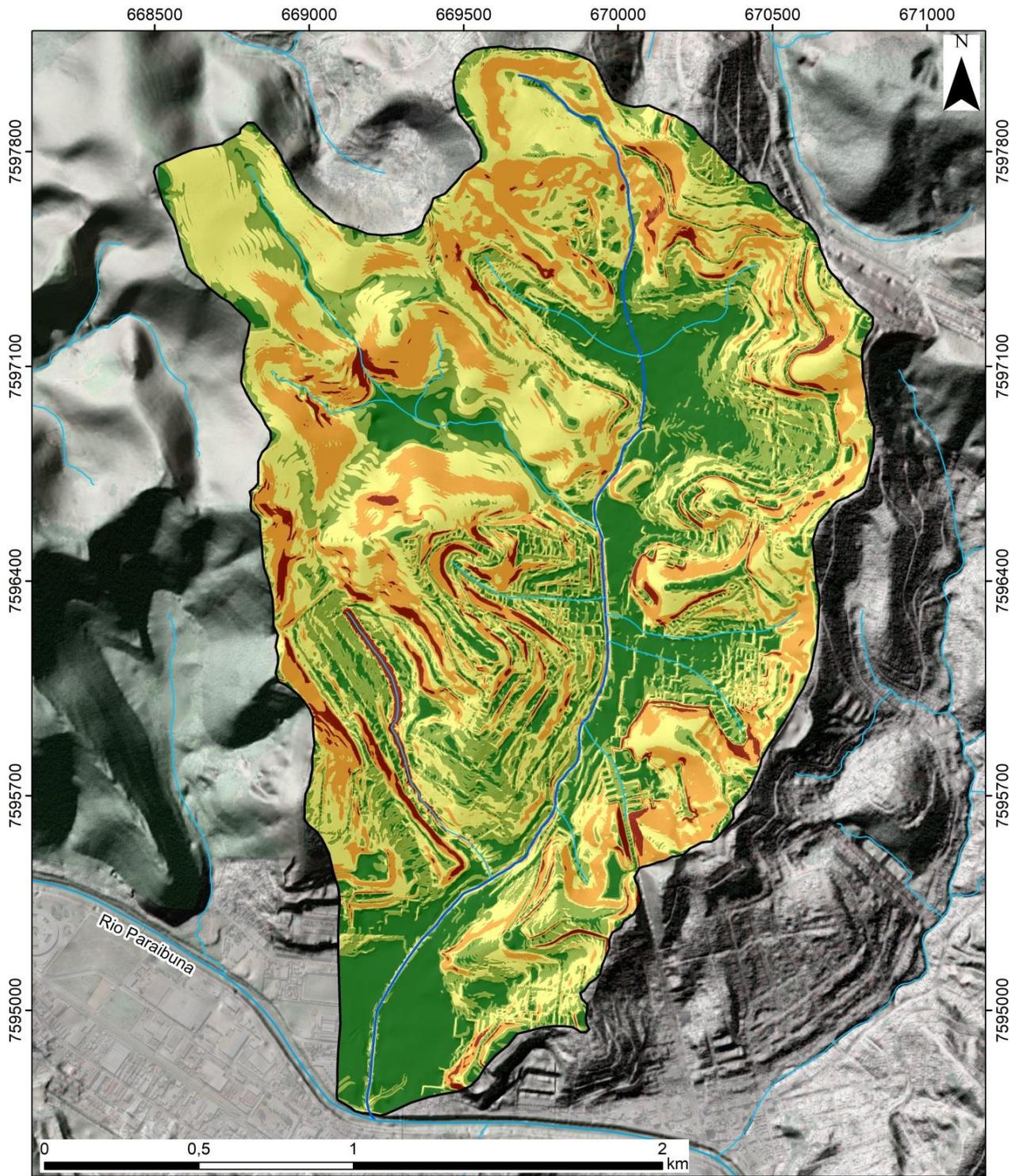


Figura 15: Compartimentação do relevo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.



Convenções Cartográficas:

-  Rede de Drenagem
-  Córrego Tapera
-  Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera

Classes de Declividade (%):

-  0 - 6
-  15 - 30
-  47 - 100
-  6 - 15
-  30 - 47

Projeção Universal Transversa de Mercator

Sistema de Coordenadas: UTM
 Sistema de Referência: Sirgas 2000
 Zona: 23 Sul

Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora (2010).

Data de Elaboração: Janeiro de 2018

Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa

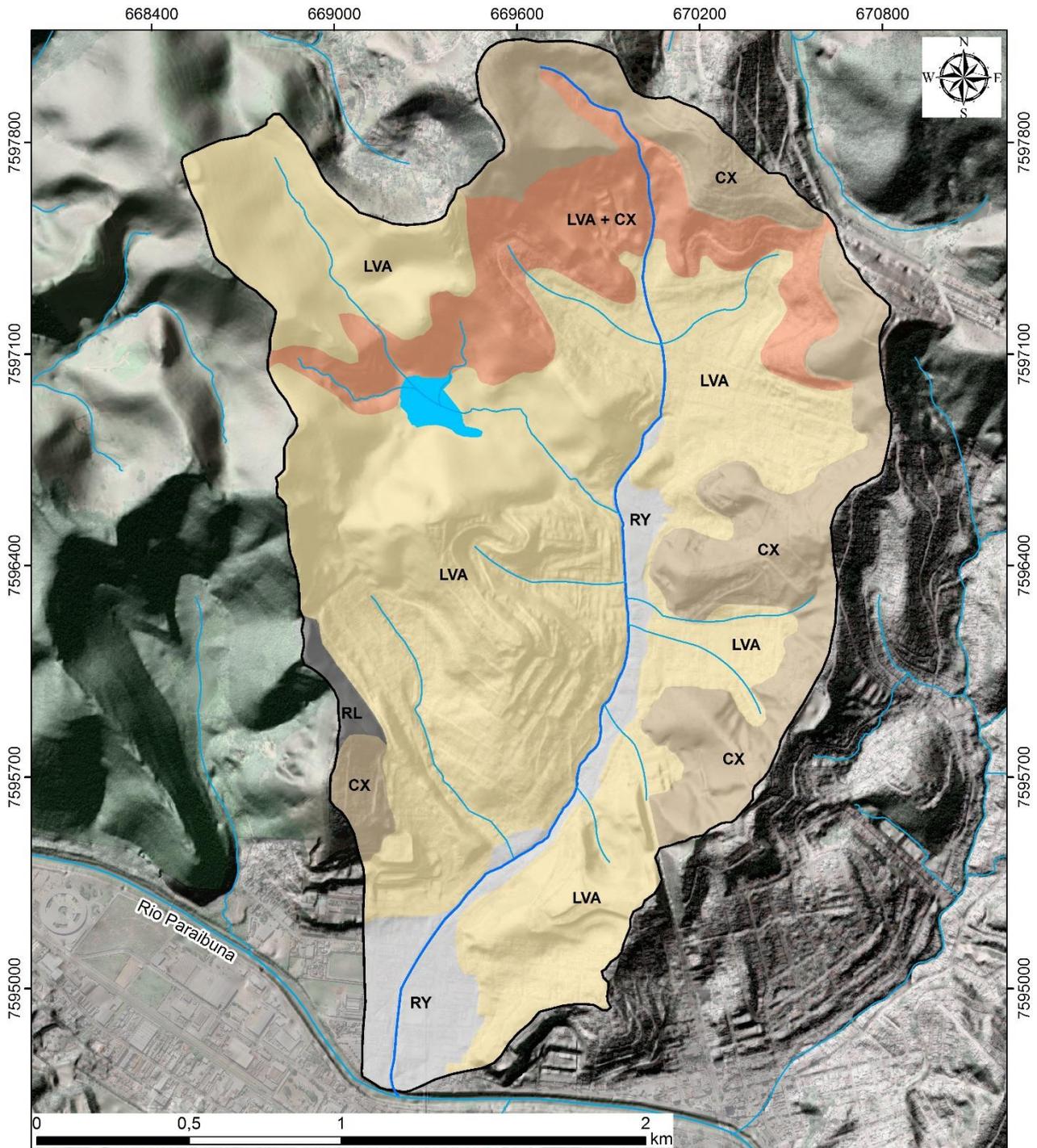
Figura 16: Declividade presente na Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera.

Os Morros e Morrotes mapeados se caracterizam pela presença de topos predominantemente convexos e vertentes convexo-retilíneas e declividades médias a altas. Diferenciam-se em relação à profundidade de dissecação, haja vista que nos morros a mesma ocorre de forma acentuada, enquanto que nos morrotes ela se apresenta de forma menos profunda, possibilitando a conformação de amplos anfiteatros erosivos (COSTA, 2016).

Nota-se de forma dominante, nestes tipos genéticos de modelado, a presença de Latossolos Vermelho-Amarelos e de Cambissolos Háplicos (Figura 17). De forma restrita, ressalta-se também a presença de Neossolo Litólico, o qual se apresenta localizado nos setores da vertente onde se encontra situado o mirante do bairro Eldorado, perseguindo os setores da vertente onde se encontra situado o mirante do referido bairro. Nas incursões realizadas em campo, Costa (2016) apontou que tal solo se caracteriza como pouco evoluído, onde a massa pedológica se adelgaça até desaparecer em afloramentos rochosos.

Já no que se refere à Planície Alúvio-Coluvionar e às Rampas de Colúvio, cabe frisar que, as mesmas se encontram associadas, respectivamente, às margens do Córrego Tapera e de alguns de seus tributários e, pontualmente, nos segmentos inferiores das vertentes, transicionando o domínio das encostas com os fundos de vale. Observa-se que esses modelados de acumulação se encontram relacionados, sobretudo, à presença de Neossolos Flúvicos, os quais são observados em grande medida, em restritas exposições que se estendem do bairro Bandeirantes até o bairro Santa Terezinha.

Cabe ressaltar que estes solos correspondem, em regra geral, a solos minerais não hidromórficos, formados por um processo de sobreposição de camadas de sedimentos aluviais recentes, sem relações pedogenéticas entre elas, devido ao seu baixo desenvolvimento pedogenético, haja vista que, geralmente, ocorrem com horizonte A sobre C (EMBRAPA, 2006). No âmbito da BHCT, tais solos se evidenciam pelo seu baixo grau de retrabalhamento, dado, sobretudo, pelas alterações desencadeadas pelo forte e intenso processo de consolidação e expansão das áreas edificadas.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rede de Drenagem Córrego Tapera Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: Geográfica Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de solos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambissolo Háplico Latossolo Vermelho Amarelo Latossolo Vermelho Amarelo+Cambissolo Háplico Neossolo Flúvico Nossolo Litólico 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora (2010); Universidade Federal de Viçosa-UFV (Departamento de Solos-DPS / LABGEO); Universidade Federal de Lavras-UFLA (Departamento de Ciência do Solo-DCS); CETEC (Centro Tecnológico de Minas Gerais), e FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente). Data de Elaboração: Outubro de 2016 Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 17: Classes de Solos presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos se caracterizam como a unidade de maior ocorrência na BHCT, abrangendo 54 % da área total da mesma. Observou-se em campo, principalmente nos bairros Eldorado, Vista Alegre, Bom Clima, Bandeirantes e Quintas da Avenida, que os Latossolos Vermelho-Amarelos possuem estreita relação com a ocorrência de cicatrizes de escorregamentos na bacia.

Segundo elucida a PJF (2004),

A maior parte dos Latossolos Vermelho-Amarelo da região são álicos, por conterem percentagens de saturação de alumínio superiores a 50%, chegando a 95%. Os solos distróficos são encontrados nas porções setentrionais do município, sendo caracterizados pela presença de saturação de bases inferior a 50%, distribuindo-se preferencialmente pelos terrenos mais movimentados (PJF, 2004, p.20).

De forma sucinta, esses Latossolos podem ser definidos como solos bem desenvolvidos, os quais se caracterizam como solos minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), horizonte B muito espesso (> 50 cm), com sequência de horizontes A, B e C pouco diferenciados (EMBRAPA, 2006). Ressalta-se, ainda, que os mesmos apresentam pouca diferenciação textural entre os horizontes, ou seja, são solos bastante intemperizados, apresentando argilas de baixa atividade, pouca retenção de bases e conseqüente ausência de minerais primários (RESENDE *et al.*, 2014).

Os Cambissolos Háplicos, por sua vez, se caracterizam como solos constituídos por material mineral, com horizonte B (RESENDE *et al.*, 2014). Conforme aponta a EMBRAPA (2006), tais solos apresentam características que variam de um local para o outro, fato este que se encontra vinculado à grande heterogeneidade em termos de material de origem, formas de relevo e condições climáticas que regem a formação dos mesmos.

No que se refere às suas áreas de ocorrência na BHCT, cabe destacar que os mesmos se encontram vinculados, sobretudo, às porções leste, nordeste e norte, correspondendo respectivamente aos bairros Quintas da Avenida, Vivendas da Serra, Bandeirantes e Parque Guarani, e em uma pequena porção referente à encosta do bairro Eldorado. Faz-se importante elucidar o grande número de cicatrizes de escorregamentos observadas nessas áreas onde predominam os Cambissolos Háplicos.

Observa-se, portanto, a partir do cenário apresentado, que a BHCT conforma coberturas pedológicas diversas, atreladas à sua diversidade litológica e geomorfológica, bem como pela atuação direta do clima, o qual é considerado como um elemento ativo do solo (LEPSCH, 2011), sobretudo, no domínio tropical atlântico.

Ferreira (2012) elucida que:

O conhecimento das condições climáticas de uma determinada localidade, como um dos elementos a ser considerado nas tomadas de decisões, seja a nível econômico, de planejamento territorial ou para fins de manejo dos recursos terrestres é de extrema importância, pois propicia um melhor ordenamento do território, podendo desta forma, minimizar, por exemplo, eventos de escorregamentos de massa e enchentes [...] (FERREIRA, 2012, p.85).

Contudo, cabe evidenciar, segundo Machado (2012), a presença de rede meteorológica insuficiente, problema este que influencia de forma direta as pesquisas regionais e, sobretudo, locais. Tal cenário se faz presente na BHCT, inviabilizando, assim, o detalhamento de suas condições climáticas específicas, o que, porém, não impede sua compreensão e caracterização geral.

O clima da região na qual se encontra situada a BHCT possui características diversificadas, sofrendo influência direta dos aspectos dinâmicos da atmosfera (sistemas meteorológicos de micro, meso e grandes escalas), das condições geomorfológicas, bem como das alterações exercidas sobre as formas de uso, ocupação e cobertura da terra (INMET, 2012). Torres (2006) aponta para a existência de uma sazonalidade bem definida, apresentando de Outubro a Abril temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de Maio a Setembro, com temperaturas mais baixas, onde predominam a menor presença de chuvas.

Nessa perspectiva, Britto e Ferreira (2013) evidenciam que:

As temperaturas mais altas são frequentemente registradas sob a ação da Massa Tropical Atlântica (MTA) e as mais baixas, sob a ação da Massa Polar Atlântica (MPA). A MTA atua com ventos de norte a nordeste, implicando em tipos de tempo geralmente estáveis e o Anticiclone Polar Atlântico produz incursões de massas frias, sempre precedidas por sistemas frontais geradores de precipitação e acompanhadas de ventos do quadrante sul (BRITTO; FERREIRA, 2013).

Ressalta-se, no que se refere aos eventos pluviométricos, a grande influência exercida pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a qual é considerada como o principal fenômeno atmosférico típico de verão (QUADRO, 1994). Sua

atuação, segundo Abreu (1997), impõe uma nova reorganização em quase todo o sistema atmosférico do território nacional, se caracterizando por uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, cuja área de atuação engloba o centro-sul da Amazônia e Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Sant'anna Neto (2005) evidencia que a consolidação da ZCAS se encontra diretamente correlacionada à associação entre os sistemas de latitudes médias (frentes) e os de latitudes tropicais (Linhas de Instabilidade Tropical – IT, depressões ou calhas induzidas), ou seja, entre a Frente Polar Atlântica (FPA) e a convecção tropical. A associação entre as duas pode aumentar consideravelmente o volume de precipitação registrada, contribuindo, dessa maneira, quando associado às ocupações desordenadas causadas pelo grande crescimento urbano, para a deflagração de inundações e escorregamentos, os quais acarretam, sobremaneira, em grandes prejuízos econômicos e em perdas de vidas humanas.

Tais condições climáticas, predominantemente quentes e úmidas, pertencentes ao domínio morfoclimático tropical atlântico, apresentam como região fitoecológica predominante, a Floresta Estacional Semidecidual, a qual se encontra inserida no domínio das Florestas Tropicais Úmidas (VELOSO; GÓES, 1982). Tal região se encontra condicionada, conforme apontam Veloso e Goes (1982, p.57), pela presença de “duas épocas típicas, uma chuvosa e outra seca, na área tropical (com médias de 22°C) e outra subtropical (com médias de 18°C) com um período de acentuada baixa térmica em torno dos 15°C, sem, contudo, apresentar seca pronunciada, a não ser em período curto”.

Tal fisionomia, em termos de densidade e área de abrangência, se apresenta de forma marcante sobre consideráveis extensões nas escarpas mais íngremes da linha de falha principal da Serra da Mantiqueira. Marques Netto (2012), nesse sentido, enfatiza que:

[...]ao transpor as rupturas de declive que marcam a passagem para os compartimentos embutidos mais rebaixados, os corredores florestais dão lugar a situações fragmentárias a subsistirem nas altas encostas onde envolvem as nascentes. As condições de conservação das fisionomias florestais são especialmente variáveis, assinalando quadros favoráveis em municípios mais próximos do sistema Mantiqueira [...] e situações mais desoladoras como as áreas de atividades agropecuárias intensivas, como os municípios cafeicultores [...] ou no caso da pecuária secular [...] que aprofundou o desmatamento em prol das pastagens (MARQUES NETTO, 2012, p 71).

De uma forma geral, a floresta possui, em seu conjunto, espécies perenes e caducifólias (MACHADO, 2012). No que se refere ao município de Juiz de Fora, tem-se que a mata original ocupava, principalmente, as áreas mais férteis, coexistindo-se através de campos naturais caracterizados pela presença de plantas lenhosas arbóreas, de pequeno a médio porte, onde se evidencia uma grande variedade em termos de espécies, fauna e avifauna (PJF, 2004).

Na área urbana da cidade se nota um quadro marcado pela substituição das florestas por fisionomias antrópicas, caracterizadas pela presença de Pastagens e Capoeiras. Tal cenário, segundo Machado (2012), se constitui como o reflexo das atividades exercidas nos últimos 100 anos na Zona da Mata. O autor argumenta que:

[...]todas as atividades econômicas desenvolvidas (fundamentalmente, primárias e monocultoras) demandaram grandes áreas e solo “limpo” disponível, algo só conseguido à custa da supressão da vegetação nativa. Assim se deu com a cultura cafeeira em quase toda a Zona da Mata e após seu declínio, também com o gado (primeiro de corte e depois leiteiro), que demandou enormes áreas para pastagens e que conferiu à região a paisagem ainda dominante, os pastos (MACHADO, 2012, p.120).

O cenário descrito se faz presente na BHCT, onde se verifica a presença de coberturas vegetacionais não homogêneas. Os únicos fragmentos referentes à fisionomia florestal situados na BHCT (Floresta Estacional Semidecidual) se encontram vinculados às formações secundárias em estágios avançados de regeneração, sobretudo na porção oeste da bacia, onde se encontra situada a Mata do Krambeck, tida como um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica em área urbana no município (PJF, 2004).

Atualmente, a tônica da bacia é dada por pastagens e capoeiras, as quais se apresentam em um estágio avançado de degradação, fato este responsável por desencadear um processo contínuo de formação de áreas que apresentam-se caracterizadas pela presença de solo exposto, particularidade esta que dificulta o processo de recuperação de fisionomias florestais ou antrópicas sem que haja interveniência direta do homem (COSTA, 2016).

Por fim, cabe ressaltar que tais fisionomias florestais e antrópicas partilham de intensa impermeabilização do solo e de inúmeros impactos ambientais vinculados, sobretudo, ao crescimento desordenado que se faz presente na BHCT.

4.3 Áreas Piloto 1 e 2

Imerso no contexto apresentado acerca dos aspectos históricos e geoambientais da BHCT, selecionou-se duas áreas piloto (Figura 18), as quais permitiram estabelecer uma análise comparativa dos modelos topográficos e das cartas de estabilidade de encostas para os anos de 1983 e 2007 e, logo, se a ação antropogênica sobre o relevo influencia nos resultados gerados pelo modelo de predição a escorregamentos, SINMAP e, por conseguinte, se a aplicação de modelos de predição a escorregamentos em áreas densamente urbanizadas apresentam resultados consistentes.

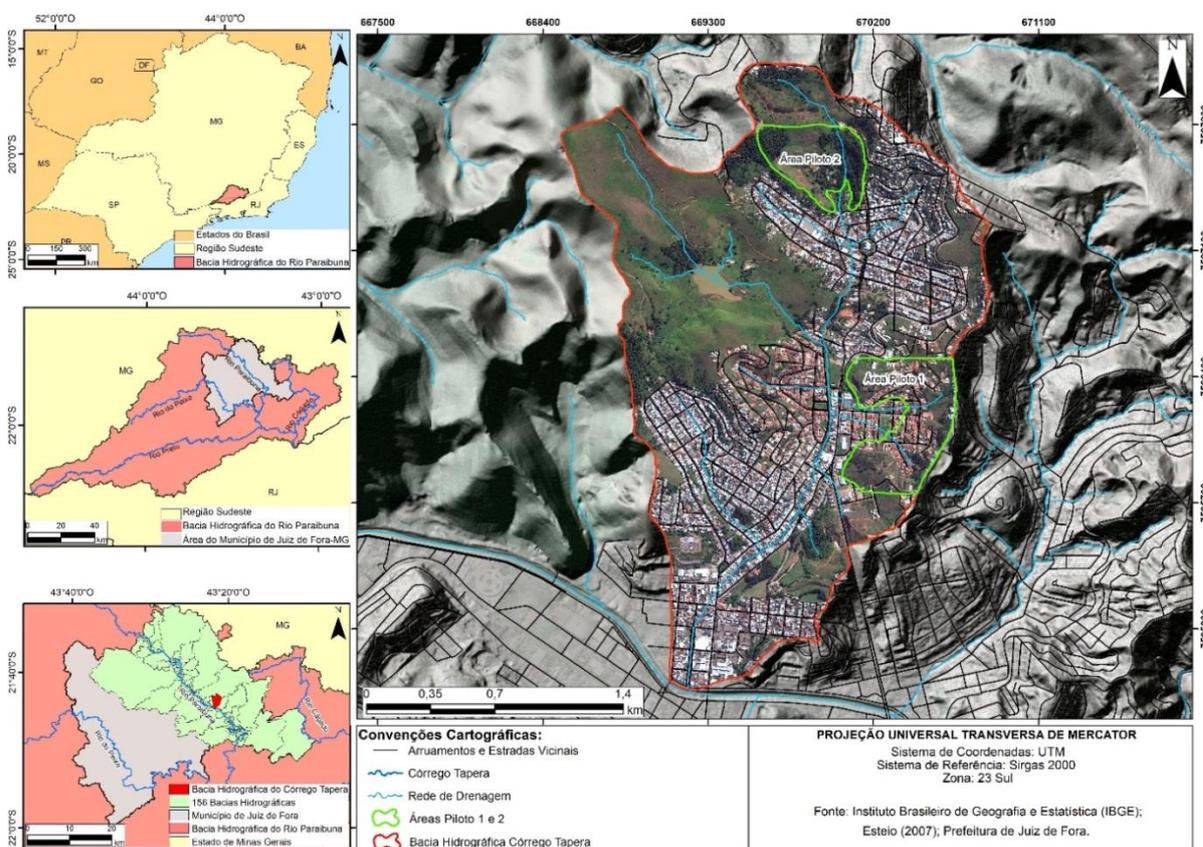


Figura 18: Localização das Áreas Piloto 1 e 2 no âmbito da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera, Juiz de Fora-MG.

A escolha das referidas áreas baseou-se, a priori, nos pontos de coleta que haviam sido predeterminados para a realização e levantamentos dos parâmetros físicos dos solos e, a *posteriori*, nos dados vetoriais referentes às curvas de nível de 1983, as quais abarcavam as duas áreas piloto selecionadas, propiciando assim a avaliação comparativa estabelecida com os dados de 2007.

5. MATERIAIS E METÓDOS

Considerando-se a hipótese de trabalho, os objetivos propostos e ciente que, os escorregamentos, objeto de estudo da presente pesquisa, apresentam um caráter interdisciplinar e uma grande complexidade, fez-se necessário adotar um conjunto de técnicas e métodos, pautados em uma abordagem integradora, que possibilitassem o reconhecimento das características, do funcionamento, bem como da inter-relação das variáveis envolvidas na deflagração destes eventos, para sua posterior interpretação e avaliação.

Assim, diante do exposto, estruturou-se um plano metodológico, o qual se encontra evidenciado a partir das seguintes etapas principais:

- Levantamento e obtenção de dados existentes;
- Criação e Organização de um banco de dados georreferenciados;
- Levantamentos de campo
- Aquisição do modelo SINMAP;
- Elaboração dos produtos cartográficos: procedimentos técnicos;
- Análise e classificação da probabilidade a escorregamentos: Calibração e aplicação do modelo SINMAP;
- Avaliação de risco e elaboração dos mapas de risco a ocorrência de escorregamentos.

Todavia, destaca-se que, a ordem das etapas descritas foram alteradas de acordo com as necessidades de investigação, principalmente, em função dos trabalhos de campo e dos primeiros resultados gerados.

5.1 Levantamento e Obtenção de Dados Existentes

A priori, cabe ressaltar que, a etapa preliminar pautou-se e pautar-se-á, durante todo o tempo, na revisão bibliográfica que fora realizada para construção do embasamento teórico-conceitual da presente pesquisa, buscando assim facilitar o diálogo entre os resultados que foram e que serão encontrados neste e em outros trabalhos correlatos.

O levantamento de dados cartográficos consistiu na busca de arquivos no formato shapefile, cartas, mapas, fotografias aéreas e de imagens de satélite disponíveis que abrangessem a área de estudo. Foram obtidos junto à Prefeitura de Juiz de Fora os levantamentos aerofotogramétricos referentes aos anos de 1983 e 2007, bem como os levantamentos aerofotográficos referentes aos anos de 1968 e 2000. Destaca-se ainda, a obtenção dos levantamentos topográficos por LIDAR, gerado pela Empresa Brasileira de Aerofotogrametria S/A (EMBRAFOTO) e ESTEIO S/A para os anos de 1983 e 2007 respectivamente, com resolução de 1 metro.

O primeiro mosaico de imagens utilizado, composto por 19 pranchas, as quais se articulam abrangendo grande parte do perímetro urbano do município de Juiz de Fora, se refere ao levantamento fotogramétrico realizado pela empresa LASA – Engenharia e Prospecções S. A. em setembro de 1968.

O segundo mosaico de imagens, cuja articulação possui 72 pranchas, se refere ao levantamento realizado pela empresa Empresa Brasileira de Aerofotogrametria S A (Embrafoto) no ano de 1983. Constitui-se como o primeiro levantamento aerofotogramétrico que, efetivamente, cobriu os 1429 km² de área do município de Juiz de Fora.

A terceira imagem se refere ao levantamento aerofotográfico realizado e encomendado, respectivamente, pela empresa Foston S/A e pela Companhia de Saneamento e Pesquisa do Meio Ambiente (CESAMA, 2000), no ano de 2000.

A quarta imagem, proveniente do sensor digital LEICA ADS40 e registrada as faixas espectrais R, G, B, PAN e Infravermelho, se refere a um levantamento realizado pela empresa ESTEIO S/A no período de 08/06/2007 a 19/06/2007 (ESTEIO, 2007). Cabe ressaltar que, a resolução adotada para os imageamentos, em todas as bandas espectrais, foi de 20 cm na área URBANA e de 50 cm na área RURAL (SEPLAG/PJF, 2018).

Doravante, cabe ressaltar, que se obteve também, um mosaico de imagens de alta resolução, com data de 15/11/2017, capturadas através da versão Pro do Google Earth, a qual permite que as imagens sejam salvas ou impressas com qualidade superior (4800 pixels).

Além da base cartográfica fundamental elencada acima, outras bases cartográficas disponíveis foram e serão utilizadas na execução da pesquisa, a saber:

- Base de dados geológica referente ao Projeto Sul de Minas, na escala 1:100.000, desenvolvida pela COMIG/UFMG, com interveniência da ex-Secretaria de Estado de Minas e Energia – SEME, SEMAD e FUNDEP. Folha de Juiz de Fora.
- Base de dados pedológica, na escala de 1:650.000, desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa-UFV (Departamento de Solos-DPS / LABGEO) em associação com a Universidade Federal de Lavras-UFLA (Departamento de Ciência do Solo-DCS) e com as fundações CETEC (Centro Tecnológico de Minas Gerais), e FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente).
- Projeto Radambrasil (1983): escala 1:1.000.000, Folha SF-23 Vitória/ Rio de Janeiro;
- Arquivos vetoriais referentes aos limites dos Países, Estados e Municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE).

Para o entendimento dos aspectos climáticos da área de estudo, levantou-se dados junto ao ECP/JF (Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /UFJF) e à subsecretaria de Defesa Civil da Prefeitura de Juiz de Fora e do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

5.2 Criação e Organização do Banco de Dados Georreferenciados

A criação e a organização de um banco de dados georreferenciados tem como finalidade armazenar e gerenciar todas as informações que foram e que ainda serão coletadas. Cabe ressaltar, nesse sentido, que todos os dados foram separados, organizados, sistematizados, editados e estruturados no sistema de coordenadas UTM, sistema geodésico Sirgas 2000 e Zona 23. Utilizou-se para isto, os softwares Microsoft Excel 2010 e, sobretudo, o ArcGIS.

5.3 Levantamentos de Campo

Nas campanhas de campo utilizou-se os seguintes instrumentos: GPS (Garmin Etrex30), câmera digital, manual técnico de pedologia (IBGE, 2007), uma trena de 10 metros, além do emprego do ferramental elementar para a limpeza

dos perfis e para a coleta das amostras de solo referentes à enxada, espátula e cilindros de PVC.

5.3.1 Coleta de Amostras de Solo e Caracterização Física

Para as análises, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. As amostras deformadas foram obtidas por coleta com espátula e armazenamento em sacos plásticos; as amostras indeformadas foram coletadas pela cravação de cilindros de PVC em campo. Os cilindros foram levados a laboratório e deles foram extraídos anéis de 2,3 cm de altura e 6 cm de diâmetro com o auxílio de um extrator de amostras para ensaios de cisalhamento direto.

A posteriori, as amostras deformadas foram preparadas para a realização da caracterização física, a qual foi realizada com base na ME 041 do DNER (1994a), seguindo as etapas de secagem ao ar, destorroamento, pesagem da massa total e determinação da umidade higroscópica.

A curva granulométrica foi obtida por meio de resultados dos ensaios de análise granulométrica, composta por peneiramento grosso, sedimentação e peneiramento fino. Tais procedimentos foram feitos de acordo com a ME 051 do DNER (1994b). Executou-se, também, o ensaio para a obtenção da massa específica dos sólidos com base na ME 093 do DNER (1994c), no qual foram utilizados picnômetros de 250 ml e 500 ml, preenchidos com cerca de 50 g e 70 g, respectivamente. Consequentemente, ressalta-se o estabelecimento de um tempo de fervura maior que 15 minutos para garantir a expulsão do ar existente entre as partículas de solo, bem como um tempo de banho para equilíbrio de cerca de 24 horas.

Por fim, realizou-se ensaios para a obtenção dos limites de plasticidade e liquidez, com base na ME 082 do DNER (1994d) e na ME 122 do DNER (1994e), respectivamente.

5.3.2 Cisalhamento Direto

Os ensaios de cisalhamento direto para a obtenção dos parâmetros de resistência foram executados com base na D3080 da ASTM (1998). O ensaio foi

realizado em condição embebida e consistiu em três etapas: saturação, adensamento e cisalhamento.

Buscando ensejar uma maior proficiência nos processos, considerou-se um tempo de cerca de 24 horas para as etapas de saturação e adensamento. As tensões adotadas foram de 12,5, 25 e 50 kPa – com ressalva para o solo 1, no qual realizou-se os ensaios com tensões de 12,5, 25 e 100 kPa. A escolha das tensões encontra-se diretamente correlacionada às tensões encontradas em campo. As forças tangenciais e os deslocamentos foram registrados por extensômetros do aparelho de cisalhamento e a coleta dos dados foi feita pelo software CDREV, desenvolvido pelo Engenheiro Ricardo Gil, da COPPE/UFRJ. As constantes de conversão usadas foram: 1,16 mm/V para deslocamento vertical, 2,659 mm/V para deslocamento horizontal e 2,188 kN/V para o anel de carga. A Figura 19 apresenta o aparelho em que o ensaio foi realizado.



Figura 19: Aparelho utilizado nos ensaios de cisalhamento direto.

Por fim, destaca-se que as caracterizações físicas dos solos coletados, bem como os ensaios de cisalhamento direto, foram desenvolvidos no Laboratório de Geotecnia e Transportes, o qual encontra-se presente na Faculdade de Engenharia, localizada na Universidade Federal de Juiz de Fora-MG.

A escolha de apenas duas áreas para a coleta dos solos e realização dos ensaios deu-se em virtude do tempo que demandaria para a realização de todos os processos envolvidos na realização dos ensaios necessários para a apreensão dos parâmetros para a calibração do modelo SINMAP. Outro ponto que cabe ressaltar,

se refere ao fato que a escolha das duas áreas baseou-se também nas mudanças levadas ao efeito pelo homem sobre o relevo, sendo suma importância, portanto, conciliar as bases de dados disponíveis com a seleção de uma área que não havia sido tão modificada pela ação antropogênica, o que propiciou a avaliação comparativa que foi levada a efeito na presente pesquisa

5.4 Aquisição do modelo SINMAP

Essa etapa consistiu na aquisição do modelo de estabilidade SINMAP para o mapeamento das áreas que possuem probabilidade à ocorrência de escorregamentos.

Para a aquisição do referido modelo, fez-se necessário acessar o sítio eletrônico da Universidade do Estado de Utah (<http://hydrology.usu.edu/sinmap2/>), local onde encontra-se disponível para download o módulo SINMAP 2.0. Cabe ressaltar que o referido módulo é gratuito e possui interface direta com o software ArcGis.

5.5 Elaboração dos Produtos Cartográficos: procedimentos técnicos

5.5.1 Modelos Digitais de Elevação (MDEs) para os anos de 1983 e 2007 e Declividade

Para a elaboração dos produtos cartográficos referentes ao MDEs e à Declividade utilizou-se as curvas de nível com equidistância de 2 metros provenientes do aerolevante realizado pela Empresa Brasileira de Aerofotogrametria S A (Embrafoto) no ano de 1983 e, o modelo topográfico de perfilhamento a Laser - o *Light Detection and Ranging* (LiDAR). O material supracitado foi gerado através do levantamento aerofotogramétrico realizado pela empresa ESTEIO no período de 23/06/07 a 03/07/07, conforme os seguintes parâmetros: Ângulo de abertura (FOV): 25°; Altura de vôo aproximada: 1.200 metros; Largura da faixa: 530 metros; Distância entre faixas: 330 metros; Superposição lateral (entre faixas): 40 %; Número de faixas: 67; Direção do vôo: NW/SE; Densidade de pontos (média): 2/m² (SEPLAG/PJF, 2018).

O procedimento técnico utilizado para a geração do MDEs baseou-se na interpolação das curvas de nível com resolução espacial de 2 m x 2 m. Cabe

ressaltar que, utilizou-se a rede de drenagem como linha de quebra para a configuração dos vales em ambos os MDEs. O procedimento supracitado se desenvolveu no software ArcGIS, através da ferramenta disponível no ArcToolbox: *Spatial Analyst* > Interpolação > Topo para Raster.

A posteriori, com base no MDE proveniente do LiDAR, gerou-se uma grade retangular de declividade em %, através das ferramentas disponíveis no ArcToolbox: *Spatial Analyst* > Superfície > Declividade – presentes no software ArcGis. O produto cartográfico referente à declividade foi elaborado baseado nas propostas de Herz e De Biasi (1989) e Valente (1996), as quais subsidiaram o fatiamento desta grade em intervalos manuais. Assim, fez-se possível estabelecer as seguintes classes de declividade: < 6%; 6 –15%; 15 - 30%; 30 - 47%; 47 – 100%.

5.5.2 Morfologia

Os procedimentos técnicos utilizados para a elaboração do mapa morfológico basearam-se na interseção do mapa de declividade com as curvas de nível e, com os pontos cotados identificados na BHCT, fato este que possibilitou, a priori, a realização da morfometria e, de forma posterior a compartimentação do relevo presente na bacia. O processo de compartimentação do relevo pautou-se na vetorização manual das feições identificadas segundo a metodologia proposta por Tricart (1965) e adaptada por Ross (1992), a qual se baseia na identificação de unidades morfológicas ou padrão de formas semelhantes.

Foram discernidos os seguintes tipos genéticos de modelados (IBGE, 2009): Modelados de acumulação e Modelados de dissecação. Para a delimitação dos tipos genéticos supracitados, utilizou-se os critérios morfométricos estabelecidos pela metodologia implantada pelo IPT (1981) (Quadro 7).

Quadro 6: Parâmetros utilizados para a identificação de formas de relevo. Fonte: Adaptado do IPT (1981)

Padrões de Formas	Declives predominantes	Amplitudes locais
Relevo plano ou suavemente colinoso	< 5%	< 50m
Relevo Colinoso	< 15%	< 100m
Morros com Encostas Suavizadas	< 15%	100 a 300m
Morrotes	>15%	< 100m
Morros	>15%	100 a 300m
Relevo Montanhoso	>15%	> 300m

Ressalta-se que, a partir da metodologia empregada, se fez possível identificar, na BHCT, respectivamente, os tipos genéticos de modelado de dissecação, os quais foram representados pelos Morros e Morrotes e, os tipos genéticos de modelado de acumulação, os quais foram representados pelas Rampas de Colúvio e pela Planície Alúvio Coluvionar. Destaca-se ainda que, as feições identificadas foram representadas por diferentes tonalidades de cores primárias.

5.5.3 Litotipos e Símbolos Estruturais

Para confecção do mapa litológico utilizou-se a base cartográfica desenvolvida pela COMIG/UFMG, com interveniência da SEME, SEMAD e FUNDEP na escala 1:100.000. Buscando maior respaldo e confiabilidade na confecção do referido mapa, foram mantidas as cores e os símbolos estruturais presentes nos arquivos originais.

5.5.4 Solos

A ausência de mapeamentos de solo em escala de detalhe para a área objeto da presente pesquisa constitui-se como um dos principais problemas a serem superados para a realização da mesma, haja vista que todos os mapas existentes trazem consigo informações generalizadas, ou seja, estes mapeamentos muitas das vezes possuem por característica tendenciar ou negar os fatores ambientais responsáveis pela formação dos solos (COSTA, 2016).

Portanto, dada à ausência de mapeamentos de solo em escala de detalhe, adotou-se como material base para o desenvolvimento do presente estudo, o mapa de solos elaborado por Costa (2016).

O referido autor, baseado nas propostas de Carvalho *et al.* (1975), Ippoliti *et al.* (2003), Menezes *et al.* (2009) e de Marques Neto *et al.* (2014), buscou minimizar a distorção da escala de trabalho referente ao mapa de solos elaborado pela Universidade Federal de Viçosa-UFV *et al.* (2010) em escala de 1: 650.000.

Assim, baseado nas propostas dos autores supracitados, Costa (2016) adotou como metodologia, a utilização de fotografias aéreas para o delineamento manual das unidades de solo-paisagem, além da identificação de padrões fisiográficos através da interpretação visual do modelo de elevação, das classes de declividade, da pedoforma das curvas de nível e do perfil da encosta. Ressalta-se também que, foram realizadas descrições macromorfológicas, as quais se pautaram e foram desenvolvidas, respectivamente, no Manual técnico de pedologia do IBGE (2007) e nos perfis de solo que se encontravam expostos na área de estudo.

Após a identificação de cada unidade pedogeomorfológica, o autor supracitado separou pontos de observação para sua posterior constatação em campo, possibilitando assim a identificação das classes de solo, conceituadas e cartografadas em nível de detalhe compatível com os recursos de trabalho e com as condições de acesso à área.

Para realização de tal procedimento foram utilizadas fotografias aéreas verticais, em escala 1:5.000, da cobertura aerofotogramétrica da área onde se encontra situada a BHCT, e cartas restituídas, em escala 1:2.000, com curvas de nível de 1 m em 1 m. A seguir, como forma de validação do mapeamento realizado, verificou-se em campo, em locais acessíveis, os limites estabelecidos, procurando confirmar tanto as unidades que ocorriam bem como os seus limites.

Tal metodologia propiciou a identificação das seguintes unidades pedológicas na área onde se encontra situada a BHCT: Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo Háplico, Neossolo Flúvico, associação Latossolo Vermelho-Amarelo + Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico.

5.5.5 Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e Conflitos de Uso da Terra

Para a confecção dos produtos cartográficos referentes ao Uso, Ocupação e Cobertura da terra da BHCT para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2017 se utilizou as imagens provenientes dos levantamentos fotogramétrico, aerofotogramétricos, aerofotográficos e, do software Google Earth Pro (Figura 20). Para a realização de tal procedimento se fez necessário, a princípio, compatibilizar os dados cartográficos para as cinco datas estudadas na escala de 1:5.000.

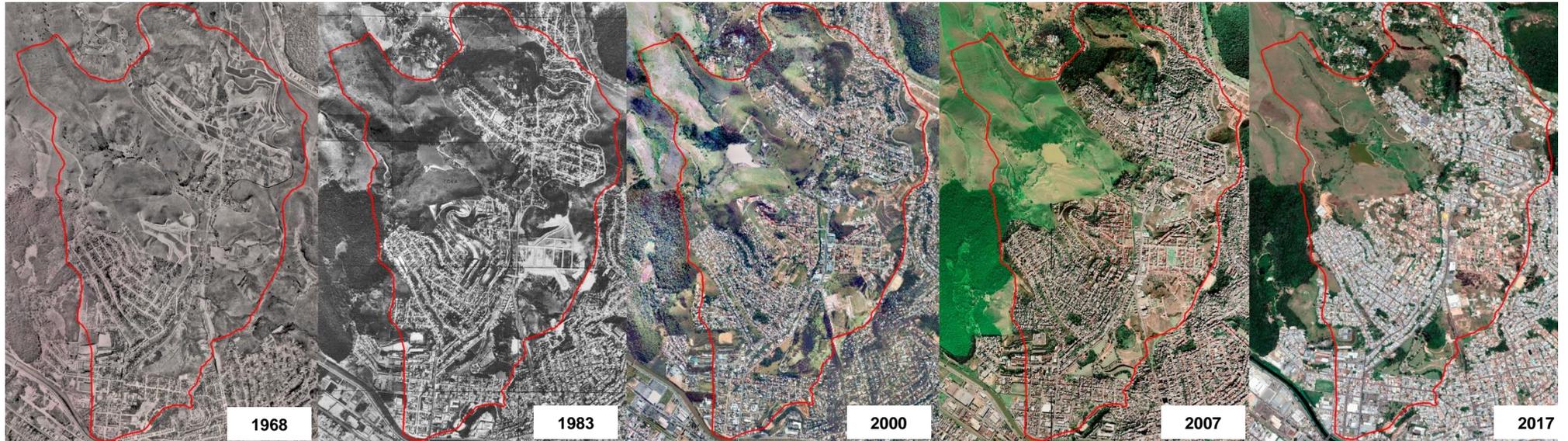


Figura 20: Imagens utilizadas para os mapeamentos de uso, ocupação e cobertura da terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2017 para a BHCT. Nas imagens o vermelho representa o limite da bacia.

A interpretação e vetorização dos limites das classes de uso, ocupação e cobertura da terra identificadas na BHCT, foram realizadas através da ferramenta “edição de polígonos” do software de geoprocessamento ArcGIS. Tal classificação se desenvolveu através do procedimento de interpretação visual, visto que uma classificação automática ou semiautomática poderia resultar na extrapolação e/ou em incongruências das classes identificadas, evidenciando assim resultados que fugiriam da realidade presente na área de estudo.

Em suma, identificou-se, a partir desse procedimento técnico, sete classes de uso, ocupação e cobertura da terra para as cinco datas estudadas, são elas: Áreas Edificadas, Horticulturas, Corpos D`agua, Capoeira, Floresta Estacional Semidecidual, Gramíneas e Solo Exposto.

Assim, faz-se necessário evidenciar que, após a vetorização dos polígonos e da definição das classes de uso, ocupação e cobertura da terra, todos os arquivos vetoriais gerados, para as cinco datas, passaram por uma reavaliação e edição final. Em seguida, em ambiente SIG, todos os arquivos gerados foram sobrepostos, fato este que permitiu a interpretação e a geração de documentos cartográficos voltados à identificação de mudanças ocorridas em cada classe estudada ao longo de 49 anos.

Doravante, foram elaborados os produtos cartográficos referentes aos conflitos de uso da terra. A identificação destas áreas que apresentam conflitos quanto ao parcelamento e uso do solo baseou-se na sobreposição das cinco cartas de uso, ocupação e cobertura da terra com o mapa de declividade no software ArcGis.

A realização do procedimento supracitado baseou-se nas exigências atribuídas em âmbito nacional pela Lei federal nº 6766 (BRASIL, 1979) e em âmbito local pela lei municipal nº 6908 (JUIZ DE FORA, 1986). Tal fato ocasionou a necessidade de realização de uma nova classificação do arquivo matricial referente à declividade através de um processo manual, adotando-se os seguintes intervalos: <30% (áreas que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo) e >= 30 % (áreas que apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo). Ressalta-se que, o estabelecimento das referidas classes de declividade encontra-se diretamente relacionado ao item III das lei mencionadas anteriormente.

5.5.6 Análise e Classificação da Probabilidade a Escorregamentos: calibração e aplicação do modelo SINMAP

A calibração e a aplicação do modelo SINMAP, no software ArcGis, foi realizada através da equação 1 descrita abaixo, a qual permitiu a geração da análise e a classificação da probabilidade a ocorrência de escorregamentos na BHCT.

$$SI = FS = \frac{Ca + \cos \theta \left[1 - \min \left(\frac{R x a}{T x b x \sin \theta}, 1 \right) x r \right] \tan \varphi}{\sin \theta} \quad (1)$$

Onde:

ca = forma adimensional da coesão;

r = é a relação entre a densidade da água e a densidade do solo úmido (ρ_w = densidade da água; ρ_s = densidade do solo úmido);

φ = Ângulo de atrito interno do solo;

θ = Declividade da encosta;

R/T = comprimento de vertente plana não saturada;

a = Área de contribuição;

b = Comprimento de contorno.

Evidencia-se que o modelo permite trabalhar os MDEs, onde foram obtidas as variáveis topográficas e hidrológicas para os anos de 1983 e 2007, e onde foram acopladas as demais variáveis referentes às condições climáticas e geotécnicas obtidas através das campanhas de campo e da fase correspondente ao levantamento bibliográfico (Quadro 8). Na figura 13 faz-se possível evidenciar as etapas de funcionamento do módulo SINMAP 2.0.

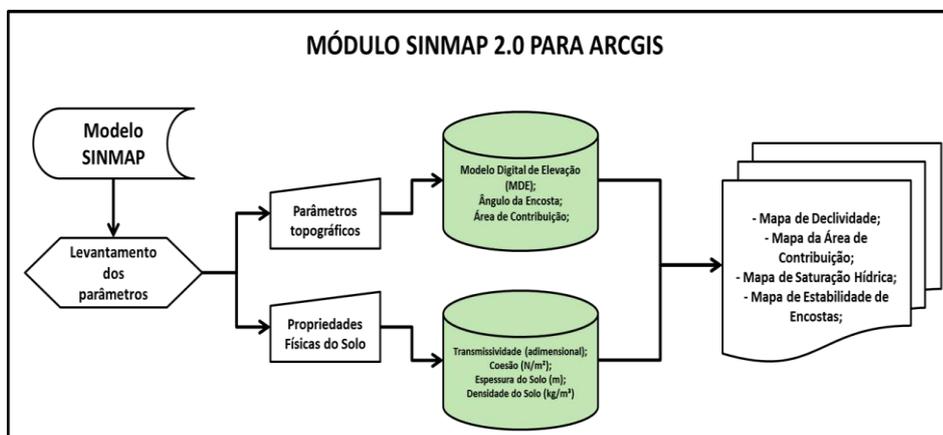


Figura 21: Fluxograma de Funcionamento do Módulo SINMAP 2.0. Fonte: Adaptado de Menon Júnior (2016, p.88).

Quadro 7: Parâmetros de entrada utilizados na execução do modelo SINMAP.

Parâmetros do SINMAP	Valores		Referências Utilizadas
Linha de umidade do SA Plot (%)	20		Definido pelo autor
Número de pontos no AS Plot	1000		Definido pelo autor
Densidade da água (Kg/m ³)	1000		Constante universal
Ângulo de atrito interno do solo (°)	Mínimo	Máximo	Laboratório de Geotecnia e Transportes (Faculdade de Engenharia-UFJF, 2018).
	14,8	29	
C = Coesão adimensional (Solo 1)	Mínimo	Máximo	Laboratório de Geotecnia e Transportes (Faculdade de Engenharia-UFJF, 2018).
	0,421	0,514	
C = Coesão adimensional (Solo 2)	Mínimo	Máximo	Laboratório de Geotecnia e Transportes (Faculdade de Engenharia-UFJF, 2018).
	0,405	0,496	
ps = densidade do solo 1 (kg/m ³)	2690		Laboratório de Geotecnia e Transportes (Faculdade de Engenharia-UFJF, 2018).
ps = densidade do solo 2 (kg/m ³)	2730		Laboratório de Geotecnia e Transportes (Faculdade de Engenharia-UFJF, 2018).
g = aceleração da gravidade (m/s ²)	9,81		Constante universal
T/R (m) (CXbd)	Mínimo	Máximo	Fonseca et al. (2016); INMET (2015).
	52	350	

Após a apreensão dos resultados gerados pelo SINMAP, os mesmos foram apresentados através do mapa de probabilidade à ocorrência de escorregamentos (ou Estabilidade de Encostas) contendo seis classes automaticamente elaboradas para os anos de 1983 e 2007, sendo três classes favoráveis à estabilidade (Áreas Estáveis, Áreas Moderadamente Estáveis, Áreas com Baixa Estabilidade), e outras três classes favoráveis à instabilidade (Áreas com Baixa Instabilidade, Áreas Moderadamente Instáveis, Áreas Instáveis).

5.5.7 Avaliação de risco e elaboração dos mapas de risco a ocorrência de escorregamentos

A avaliação e a elaboração dos mapas de risco a ocorrência de escorregamentos consistiu na integração nas cartas de uso, ocupação e cobertura

da terra referentes aos anos de 1983 e 2007, com o mapa de probabilidade à ocorrência de escorregamentos referente aos anos de 1983 e 2007 através da ferramenta de sobreposição ponderada disponível no software ArcGIS, fato este que possibilitou a criação dos mapas de risco à ocorrência de escorregamentos e, por conseguinte, permitiu traçar a evolução temporal do risco.

A ponderação dos mapas pautou-se na atribuição de pesos iguais, ou seja, 50% para cada um deles. Já as classes de valores encontradas nas legendas de cada mapa receberam valores distintos, através da escala de avaliação presente no software ArcGIS, para as quais convencionou-se a adoção da escala de 1 a 9. No quadro 9, pode-se visualizar os valores de ponderação atribuídos para cada classe, tanto para o mapa de probabilidade à ocorrência de escorregamentos, quanto para as classes de uso, ocupação e cobertura da terra presentes nos de 1983 e 2007 nas áreas piloto selecionadas (Quadro 9).

Quadro 8: Influência e notas para cada classe utilizada nas cartas de Risco para os anos de 1983 e 2007.

Tipos de Cartas	Classes	Nota das Classes	Influência da Carta
Classes de Estabilidade de Encostas	Áreas Instáveis	9	50%
	Áreas Moderadamente Instáveis	7	
	Áreas com baixa Instabilidade	5	
	Áreas com baixa Estabilidade	3	
	Áreas Moderadamente Estáveis	2	
	Áreas Estáveis	1	
Uso, Ocupação e Cobertura da Terra	Áreas Edificadas	9	50%
	Horticulturas	4	
	Capoeira	1	
	Floresta Estacional Semidecidual	1	
	Gramíneas	1	
	Solo Exposto	1	

A atribuição das notas para as classes presentes no mapa de estabilidade de encostas baseou-se no grau de risco que cada uma pode apresentar, ou seja, as classes com menor valor são aquelas que apresentam menor risco (Áreas Estáveis, Moderadamente Estáveis e Áreas com Baixa Estabilidade) e, por sua vez, as classes com maior valor são aquelas que apresentam maior risco (Áreas com Baixa Instabilidade, Áreas Moderadamente Instáveis e Áreas Instáveis).

Destarte, no que se refere às classes de uso, ocupação e cobertura da terra, ressalta-se que à atribuição das notas pautou-se no grau de risco correlacionado as perdas econômicas e de vidas. Destaca-se ainda que, cada plano de informação foi avaliado de forma isolada, haja vista que a correlação entre uma característica e outra se constrói pela aplicação do método referente à sobreposição ponderada, o qual proporciona à integração de todos os componentes intrínsecos a pesquisa.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ciente dos objetivos que foram propostos para a realização do presente estudo, e buscando estabelecer uma correlação entre os aspectos referentes à Fundamentação Teórica - sobre as diferentes temáticas abordadas, e a prática – referente à utilização dos Materiais e Métodos, serão apresentados neste capítulo os resultados e as discussões.

A priori, apresentar-se-á as cartas referentes ao Uso, Ocupação e Cobertura da Terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2018; em um segundo momento serão apresentadas as cartas correspondentes à evolução multitemporal das áreas edificadas e de conflitos de uso da terra para cada ano supramencionado; em um terceiro momento, serão apresentados os produtos cartográficos referentes à Estabilidade de Encostas para os anos de 1983 e 2007, ou seja, referente às áreas que possuem probabilidade à ocorrência de escorregamentos, produtos estes gerados a partir da aplicação do modelo SINMAP, onde demonstrar-se-á as disposições das classes ao longo das áreas piloto selecionadas na bacia, desde as mais estáveis (Áreas Estáveis, Áreas Moderadamente Estáveis e Áreas com baixa Estabilidade) até as mais instáveis (Áreas Instáveis, Áreas Moderadamente Instáveis e Áreas com baixa Instabilidade), as quais permitirão avaliar se a ação antropogênica sobre o relevo influencia nos resultados gerados pelos modelos de predição a ocorrência de escorregamentos. Em um quarto e último momento, serão apresentadas as cartas referentes à evolução temporal das áreas de risco para as áreas piloto 1 e 2.

6.1 Cartas de Uso, ocupação e Cobertura da Terra

As evidentes complexidades dos processos de uso dos recursos e de alteração das condições naturais do ambiente exigem esforços teórico-metodológicos distintos dos tradicionais (FELIPPE, 2009). As diferentes interpretações e percepções sobre as formas de uso e ocupação da terra e de suas dinâmicas fornecem elementos que possibilitam reflexões e novas perspectivas no que se refere aos processos de expansão e consolidação urbana, os quais podem desarticular, temporária ou definitivamente, nossos modos de vida (NUNES, 2015).

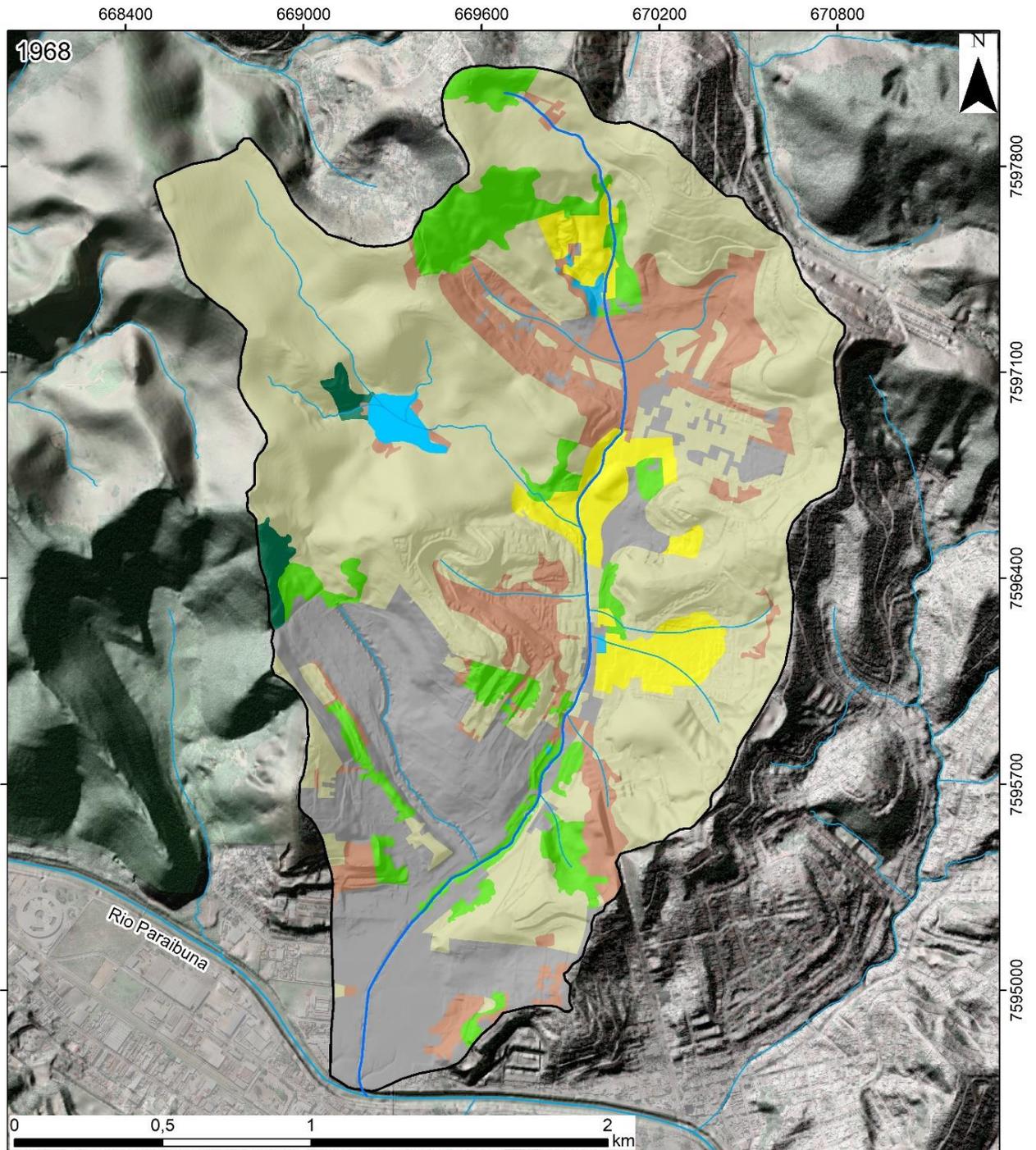
Imerso nesse contexto, as geotecnologias se constituem como importantes meios técnico-científicos para a gestão e planejamento das cidades, sobretudo neste momento de intenso debate sobre as alternativas para a crise das mesmas (NOGUEIRA, 2002). Apresentam-se, quando associados a políticas públicas eficazes, de enorme utilidade para a avaliação de impactos, simulações, representação e interpretação conforme a necessidade, escala e objetivo dos diversos tipos de riscos existentes e, por conseguinte, para romper com a inércia que se faz presente em nossas cidades (ROSA, 2005; MARTINS; OLIVEIRA, 2015).

Nessa perspectiva, Singh (1989) aponta que as análises multitemporais do uso, ocupação e cobertura da terra, apoiadas pelo uso das geotecnologias, se constituem como uma alternativa e condição *sine qua non* para a implementação de estudos correlatos às alterações ocasionadas na superfície terrestre. Propiciam o prognóstico de diferentes cenários voltados às dinâmicas espaciais inerentes aos processos de urbanização e, logo, para o gerenciamento de riscos (GUERRA; MARÇAL, 2006), sobretudo no que se refere à ocorrência de escorregamentos, uma vez que os mesmos se constituem hoje como um problema de grande dimensão em muitas cidades brasileiras (NOGUEIRA, 2002).

Partindo desse pressuposto, serão apresentados neste item os produtos cartográficos referentes ao Uso, Ocupação e Cobertura da Terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2018, respectivamente. Tais produtos possibilitarão evidenciar de forma quantitativa e qualitativa a forma que se deu o processo de constituição, expansão e consolidação urbana ao longo de 50 anos na BHCT.

6.1.1 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1968)

Conforme pode-se visualizar na figura 22, nota-se que a BHCT, em seus 4,84 km² de área, compreendia em 1968, ao longo de toda sua extensão territorial, as formas de uso, ocupação e cobertura da terra referentes à: Áreas Edificadas, Capoeiras, Corpos D'água, Floresta Estacional Semidecidual, Gramíneas, Horticulturas e Solo Exposto.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: Geográfica</p> <p>Sistema de Referência: Sirgas 2000</p> <p>Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1968):</p> <ul style="list-style-type: none">  Áreas Edificadas  Capoeiras  Corpos D' água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramíneas  Horticulturas  Solo Exposto 	

Figura 22: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 1968.

Destarte, a partir da produção do produto cartográfico supracitado e, logo, da interpretação espacial desse mapeamento, fez-se possível determinar os valores em km² e em porcentagem (%) de cada classe de uso, ocupação e cobertura da terra, valores estes que encontram-se sintetizados no quadro 10.

Quadro 9: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km² e Porcentagens na BHCT para o ano de 1968.

Classes de Uso Ocupação e Cobertura da Terra (1968)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas	0,94	19,42
Corpos D`água	0,01	0,21
Capoeira	0,37	7,64
Floresta Estacional Semidecidual	0,04	0,83
Gramíneas	2,67	55,17
Horticulturas	0,24	4,95
Solo Exposto	0,57	11,78

Assim, baseado na interpretação conjunta da figura 22 e do quadro 10, faz-se possível identificar que a classe referente às áreas edificadas caracterizava-se por concentrar-se nas porções sul e sudoeste da área em estudo, abrangendo 0,94 (km²) ou 19,42 (%) da área total da BHCT.

Tais áreas edificadas compreendem atualmente os bairros Santa Terezinha, Eldorado, Alto Eldorado e Nossa Senhora das Graças, os quais possuem estreita relação com a abertura e efetivação do Caminho Novo, à concessão de sesmarias, à construção da Hotelaria Horta Barbosa e, sobretudo, à implantação da Avenida Brasil que, a partir da década de 1960, possibilitou a intensificação do processo de traslado da expansão da cidade para a margem esquerda do Rio Paraibuna, dando início a um processo de rápida urbanização.

Em face ao exposto, torna-se necessário ressaltar também, que as áreas edificadas presentes no ano de 1968 e, por conseguinte, nos bairros supramencionados, encontravam-se intimamente ligadas às morfologias referentes à planície alúvio-coluvionar e a alguns setores de morros com declives que oscilam entre 15 e 30%, fato este responsável, a princípio, por um processo de constituição, expansão e consolidação urbana ensejado de horizontalizada.

Com relação às classes de uso, ocupação e cobertura da terra referentes às horticulturas e aos corpos d`água, observa-se que as mesmas correspondiam a uma pequena parcela da área total da BHCT, totalizando, respectivamente, 0,24 km² (4,95 % da área) e 0,01 km² (0,21% da área).

As classes supracitadas encontravam-se localizadas de forma majoritária em torno das sedes das sesmarias, as quais eram doadas, em muitos casos, exatamente para promover a ocupação dessas localidades através da agricultura, ou seja, eram plantados “mantimentos para o sustento dos passageiros” (CASTRO, 1998, p.20). Como pode-se observar, as sedes das sesmarias e, logo, às horticulturas e os corpos d`água ocupavam, sobremaneira, as morfologias referentes à planície aluvio-coluvionar e às rampas de colúvio, haja vista que tais tipos genéticos de modelado permitiam o manejo das terras sem a necessidade de interveniência da mecanização.

Outra classe menos expressiva em termos quantitativos refere-se à floresta estacional semidecidual, a qual ocupava somente 0,04 km², ou seja, 0,83% da área total da bacia e encontrava-se situada, sobretudo, na porção oeste da mesma, local onde hoje encontra-se localizado um fragmento da atual Área de Proteção Ambiental Mata do Krambeck e, nas porções norte e sul, mais precisamente, nas proximidades dos atuais bairros Bandeirantes e Santa Terezinha.

Já no que se refere à classe referente às áreas de solo exposto, as quais, notadamente, possuíam estreita relação com a abertura de vias e lotes, cabe ressaltar que as mesmas ocupavam 0,57 km², ou seja, 11,78% de toda extensão territorial da BHCT e encontravam-se localizadas, sobretudo, onde atualmente encontram-se situados os bairros Bom Clima, Bandeirantes e Quintas da Avenida (Figuras 23).



Figura 23: Áreas de Solo Exposto presentes no ano de 1968, onde hoje encontra-se localizado o bairro Bandeirantes. Fonte: Empresa LASA- Engenharia e Prospecções AS.

Por fim, destaca-se também, conforme pode-se observar na figura 25, a presença das classes de uso, ocupação e cobertura da terra referentes às áreas de

gramíneas e de capoeiras, as quais ocupavam no ano de 1968, respectivamente, 2,67 km² (55,17%) e 0,37 km² (7,64%) da área total da bacia em estudo.

Esse cenário, onde verifica-se o predomínio das áreas de gramíneas e em menor proporção de capoeiras em detrimento da mata original, desenvolveu-se, a priori, pela expansão da cultura cafeeira, a qual perdurou até o período industrial, sob a égide da monocultura, do latifúndio e do trabalho escravo; e a posteriori, após o declínio do café, pelas atividades pecuárias, principalmente a leiteira, que passou a ocupar as terras, “substituindo definitivamente a vegetação originariamente arbóreo-arbustiva da floresta pela graminóide” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:267 *apud* MACHADO, 2012), bem como pela nova dinâmica estabelecida pelas nuances do processo de urbanização.

6.1.2 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1983)

A elaboração do produto cartográfico de uso, ocupação e cobertura da terra para o ano de 1983, e a individualização das seguintes classes – áreas edificadas, área de cultivos, capoeiras, corpos d’água, floresta estacional semidecidual, gramíneas e solo exposto – presentes no mesmo, propiciou quantificar e estimar a área e a porcentagem de cada classe mapeada (quadro 11), fornecendo assim subsídios para o estabelecimento de um parâmetro de comparação e interpretação referente a conjuntura presente no ano de 1968.

Quadro 10: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km² e Porcentagens na BHCT para o ano de 1983.

Classes de Uso Ocupação e Cobertura da Terra (1983)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas	1,69	34,92
Corpos D’ água	0,03	0,61
Capoeira	0,15	3,11
Floresta Estacional Semidecidual	0,35	7,23
Gramíneas	2,24	46,28
Horticulturas	0,07	1,45
Solo Exposto	0,31	6,40

Nessa conjuntura, e baseado no produto cartográfico referente ao ano de 1968, fez-se possível observar na BHCT a presença de um quadro caracterizado por um rápido e rico processo de constituição, expansão e consolidação urbana. Percebe-se que o histórico de ocupação da bacia do Córrego Tapera encontra-se

atrelado, sobretudo, às décadas de 1960 e 1970, onde pode-se visualizar um avanço expressivo do processo de ocupação urbana por toda sua extensão territorial, o qual desencadeou-se, principalmente, pelo processo de inserção de uma série de mudanças infraestruturais (Figura 24).

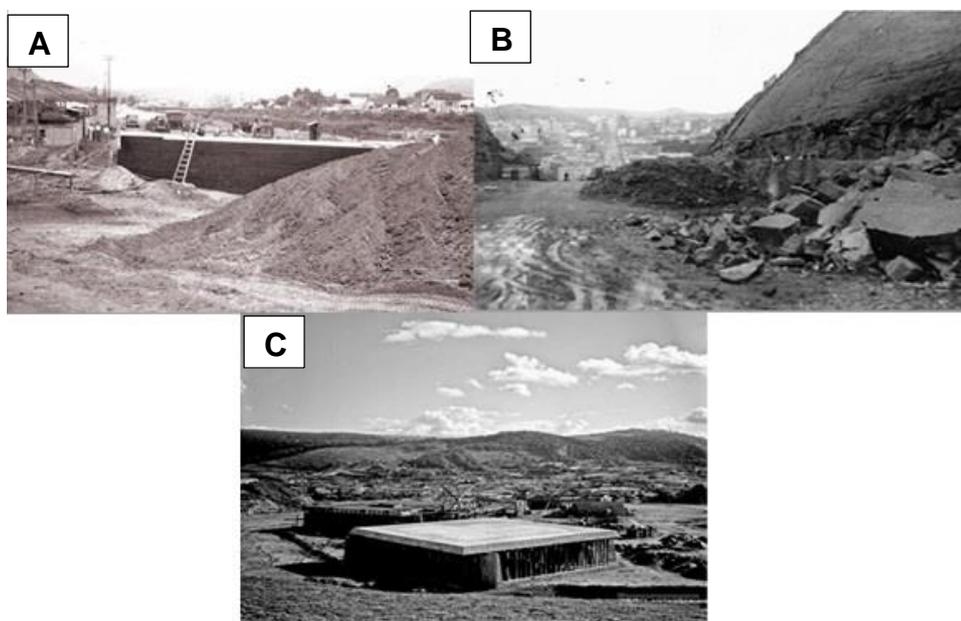
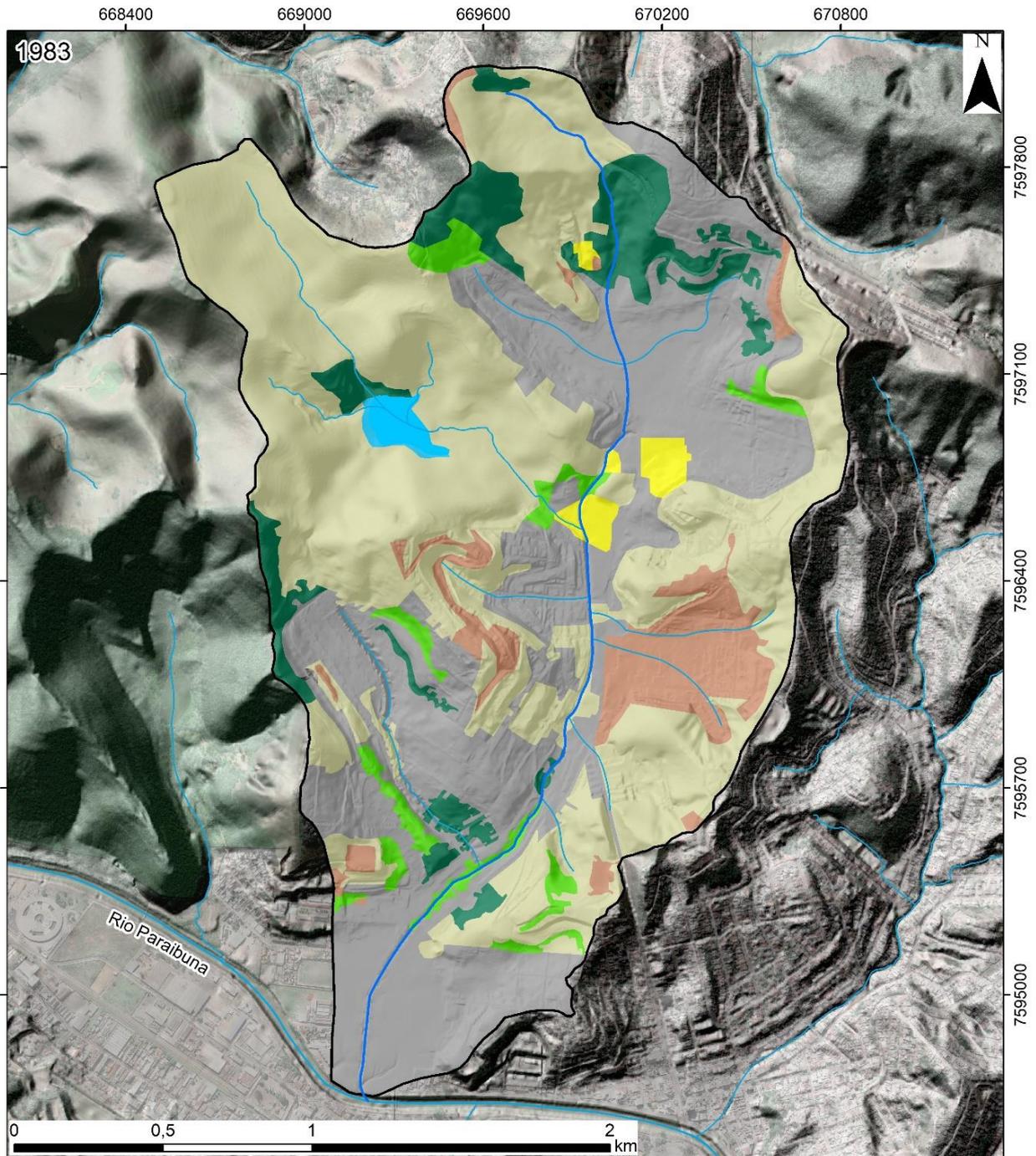


Figura 24: Intervenções Urbanísticas localizadas na BHCT entre as décadas de 1960 e 1980. A Foto A se refere ao processo da canalização do Córrego Tapera; A Foto B refere-se à obra de abertura da Garganta do Dilermando; A Foto C refere-se ao processo de expansão urbana. Fonte: Blog Maria do Resguardo, Disponível em: www.mariadoresguardo.com.br.

Ainda no que se refere à inserção de mudanças infraestruturais empreendidas na BHCT, cabe ressaltar, a implantação da Avenida Brasil e da rodovia estadual MG-353, as quais propiciaram estabelecer a ligação da Região Nordeste com o centro da cidade, apresentando-se, portanto, como uns dos elementos mais importantes e significativos no que se refere à consolidação deste quadro de forte processo de expansão e ocupação urbana.

Em termos de ocupação territorial, a BHCT consolidou-se quase que por completo na porção à jusante, mais precisamente nas proximidades do Rio Paraibuna e das principais vias de acesso ao centro da cidade (Bairros Centenário e Santa Terezinha). Tal ocupação desenvolveu-se sobre toda a área de planície aluvio-coluvionar, seguindo rumo à montante até as partes mais íngremes da bacia, sobretudo sobre as áreas de morros onde localizam-se atualmente os bairros Alto Eldorado, Eldorado, Bandeirantes, Bom Clima, Nossa Senhora das Graças e Parque Guarani, evidenciando um novo vetor de expansão urbana na bacia (Figura 25).



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator Sistema de Coordenadas: Geográfica Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1983):</p> <ul style="list-style-type: none">  Áreas Edificadas  Capoeiras  Corpos D' água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramineas  Horticulturas  Solo exposto 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Empresa Brasileira de Aerofotogrametria S/A (Embrafoto-1983). Data de Elaboração: Janeiro de 2018. Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 25: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 1983.

Portanto, a partir da avaliação da carta de uso, ocupação e cobertura da terra de 1983 (Figura 25) e, conseqüentemente, dos dados presentes no quadro 11, fez-se possível verificar o cenário descrito anteriormente, onde observa-se uma grande expansão da classe referente às Áreas Edificadas para o ano de 1983. Em áreas absolutas, a bacia passou de 0,94 km² para 1,69 km² (pouco mais de 34% da área total da BHCT), ou seja, um aumento expressivo de aproximadamente 44% do ano de 1968 para o ano de 1983.

Com relação à classe referente às Horticulturas, percebe-se uma redução em termos quantitativos da mesma em relação ao ano de 1983. Em 1968 a classe supracitada apresentava uma área de 0,24 km², enquanto que em 1983 passou a representar uma área de 0,07km², ou seja, observa-se um decréscimo de aproximadamente 70% em relação ao período anterior. Tal fato encontra-se atrelado, principalmente, ao avanço expressivo da classe referente às Áreas Edificadas, as quais apropriaram-se, sobremaneira, das áreas conspícuas às pequenas propriedades rurais presentes no ano de 1968, como também pela abertura de novos loteamentos e vias onde atualmente localiza-se o bairro Quintas da Avenida (Figura 26), ocasionando assim, a substituição da classe área de cultivo pela classe referente ao solo exposto.

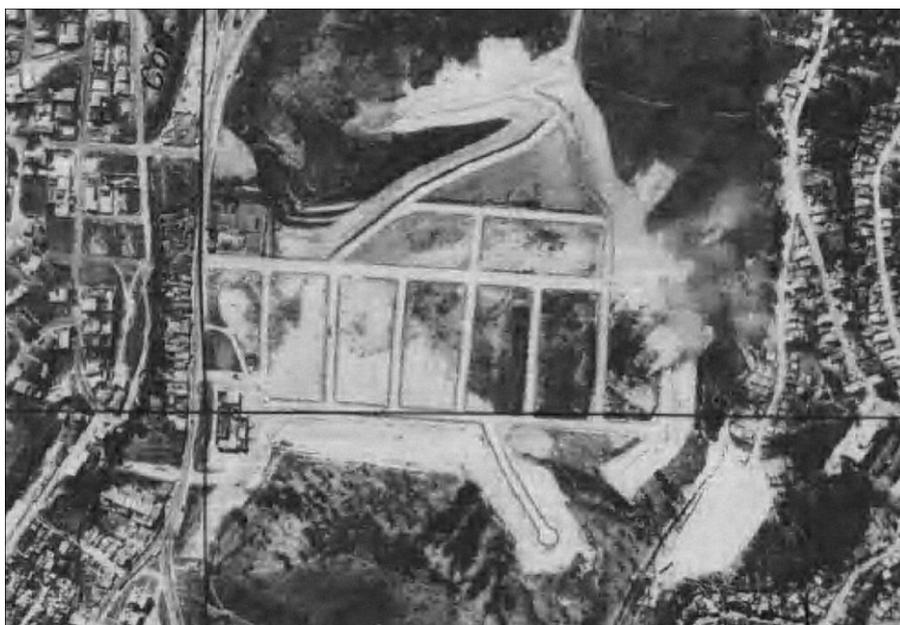


Figura 26: Área de Solo Exposto presente no ano de 1983, onde atualmente encontra-se localizado o bairro Quintas da Avenida. Fonte: EMBRAFOTO (1983).

Já no que se refere à classe de solo exposto, verifica-se um pequeno decréscimo de sua área de abrangência (passando de 0,57 km² em 1968 para 0,31km² em 1983). Tal fato encontra-se vinculado, especialmente, ao processo de consolidação da ocupação urbana nas áreas de Solo Exposto presentes no ano 1968, as quais situavam-se em grande parte nos bairros Bandeirantes e Bom Clima.

Doravante, ressalta-se ainda que, as áreas de Solo Exposto presentes no ano de 1983, mantendo as características daquelas existentes em 1968, encontram-se vinculadas à abertura de loteamentos e vias onde consolidar-se-ia o bairro Quintas da Avenida e, também, à alguns setores da porção nordeste e centro-oeste da bacia do Córrego Tapera associados a morfologia de morros e morrotes.

As áreas de Gramíneas são aquelas que dão a tônica no que diz respeito ao uso, ocupação e cobertura da terra da Bacia do Córrego Tapera. Mesmo reduzindo 0,43 km² de sua área de abrangência, ainda no ano de 1983 a referida classe responsabilizava-se pela maior porção da área total da bacia (2,24 km² ou um pouco mais de 46% da área total da bacia). Parte desse processo de recuo deu-se em virtude do avanço da classe referente às áreas edificadas, como também pelo processo de recuperação de pequenos redutos da classe referente à Floresta Estacional Semidecidual, principalmente nas porções norte e oeste da bacia.

No caso das áreas de Capoeira observa-se um declínio considerado em relação ao ano de 1968, a referida classe passou de 0,37km² (7,64 %) para 0,15 km² (3,11 %) em 1983, ou seja, reduziu cerca de 59% no que se refere à sua área de abrangência. Tal fato pode ser explicado devido ao avanço expressivo da ocupação urbana, ou seja, das áreas edificadas e, possivelmente, pelo estabelecimento de um processo de sucessão ecológica e de regeneração inicial de alguns fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.

Em contrapartida ao cenário exposto, nota-se no ano de 1983 um aumento expressivo da classe referente à Floresta Estacional Semidecidual. Em 1968 tal classe correspondia a 0,04 km², passando em 1983 para 0,35km², ou seja, representando um salto quantitativo considerável, quase nove vezes mais em relação ao período anterior. Os grandes fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual encontram-se atrelados, sobremaneira, à porção norte da bacia do Córrego Tapera, principalmente nas encostas que dividem os bairros Bandeirantes e Parque Guarani, onde observa-se a presença de declives acentuados, fator este

preponderante para o aumento da cobertura vegetal, haja vista que este constitui-se como um dos agentes inibidores do processo de ocupação urbana.

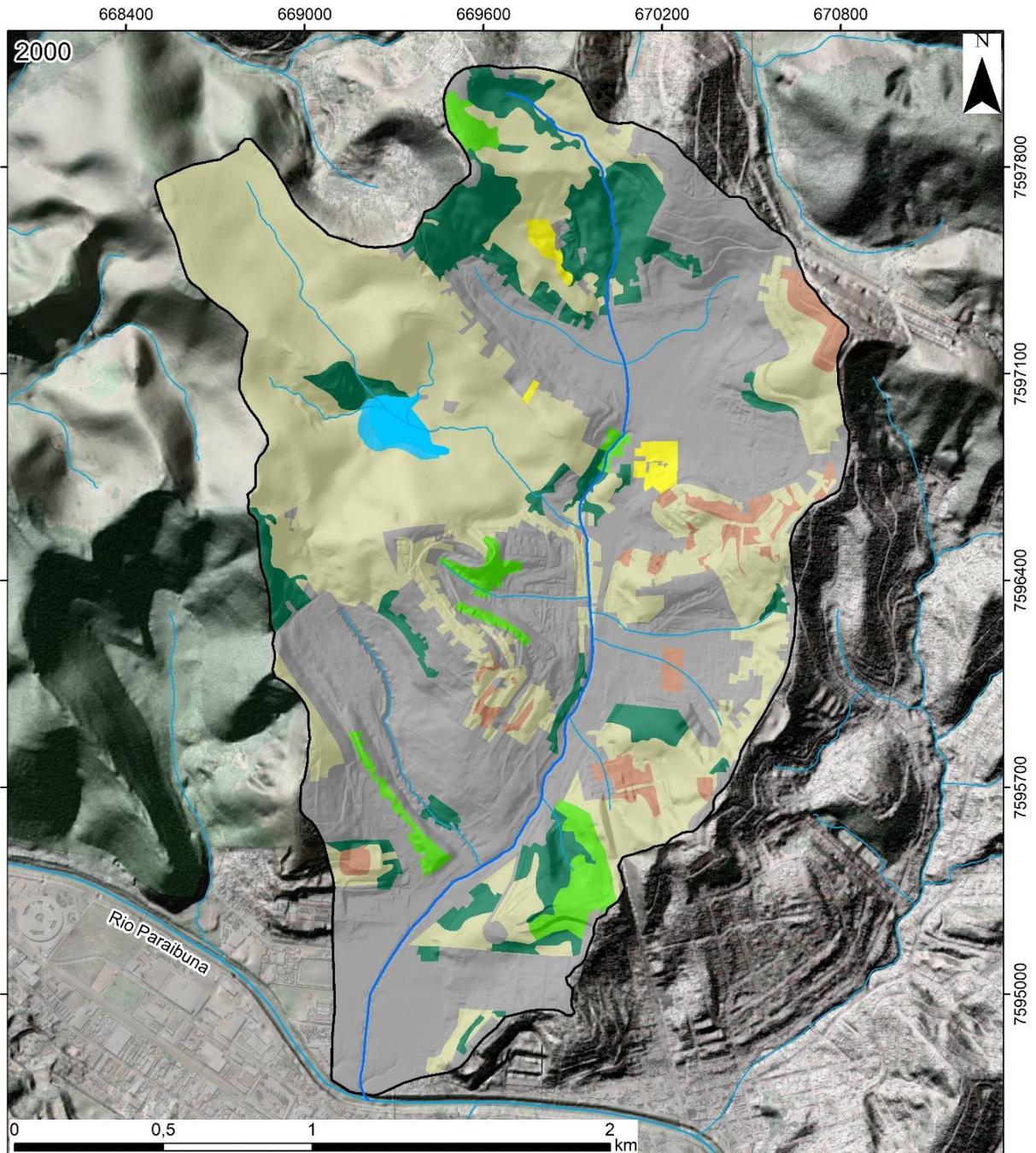
Por fim, destaca-se no que se refere à classe referente aos Corpos D`água, um aumento em sua área de abrangência, passando de 0,01 km² em 1968 para 0,03 km² em 1983, ou seja. Esse aumento encontra-se atrelado a implantação de um lago na porção noroeste da bacia do Córrego Tapera, mais precisamente onde hoje encontra-se localizada uma propriedade particular.

6.1.3 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2000)

O mapeamento das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes no ano de 2000 (Figura 27), permitiu a identificação, individualização e, por conseguinte, a quantificação em termos de áreas e percentuais (Quadro 12) das seguintes classes: Áreas Edificadas, Área De Cultivos, Capoeiras, Corpos D`água, Floresta Estacional Semidecidual, Gramíneas e Solo Exposto.

Quadro 11: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2000.

Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2000)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas	2,16	44,63
Corpos D`água	0,03	0,62
Capoeira	0,13	2,69
Floresta Estacional Semidecidual	0,48	9,91
Gramíneas	1,85	38,22
Horticulturas	0,03	0,62
Solo Exposto	0,16	3,31



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Córrego Tapera Rede de Drenagem Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: Geográfica</p> <p>Sistema de Referência: Sirgas 2000</p> <p>Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2000):</p> <ul style="list-style-type: none"> Áreas Edificadas Capoeiras Corpos D'água Floresta Estacional Semidecidual Gramíneas Horticulturas Solo Exposto 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Empresa Foston S/A-1983.</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 27: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2000.

Notam-se, conforme exposto na figura 27 e no quadro 12, importantes mudanças em várias das classes mapeadas ao longo dos três períodos avaliados até aqui, mudanças estas que elucidam um intenso e histórico processo de constituição, expansão e consolidação urbana na BHCT.

Nesse cenário, pode-se observar com relação à classe referente às Áreas Edificadas, um processo gradual de expansão da mesma. Entre o último período avaliado (1983) e o atual, referente ao ano de 2000, verifica-se um aumento em termos de área de abrangência, de 1,69 km² para 2,16 km², representando, portanto, um acréscimo de quase 22%, ou seja, no ano de 2000 a referida classe passou a ocupar 44,63 % da área total da bacia do Córrego Tapera.

Tal conjuntura, caracterizada por um contínuo processo de adensamento e expansão da ocupação urbana, se faz visível, sobretudo, nas porções leste, centro-oeste e norte da bacia, mais precisamente onde encontram-se situados os bairros Quintas da Avenida, Bom Clima, Vista Alegre, Bandeirantes e Vivendas da Serra. O avanço da ocupação urbana nessas localidades justifica-se, principalmente, pela implantação da rodovia MG-353, a qual propiciou e fomentou o processo de expansão e consolidação urbana a montante da BHCT, uma vez que possibilitou a ligação dos bairros constituídos à sua margem com a área central da cidade.

Em contrapartida ao crescimento da classe referente às Áreas Edificadas, nota-se um decréscimo considerável ao longo dos três períodos estudados na classe referente às Horticulturas, a qual passou a ocupar em 2000 uma área de 0,03 km², ou seja, apenas 0,62% da área total da BHCT. A manutenção no ano supracitado de tal classe encontra-se diretamente relacionado à presença de pequenas propriedades rurais localizadas ao longo do canal principal, a montante da bacia, mais precisamente nas proximidades dos bairros Bandeirantes, Bom clima e Parque Guarani.

Nessa perspectiva, destaca-se também a classe referente às áreas de Solo Exposto presentes na BHCT, as quais recuaram de forma progressiva e significativa, sobretudo, ao longo dos dois últimos períodos avaliados. Abrangiam em 1968 0,57 km², 0,31 km² no ano de 1983 e, no último período avaliado até aqui, referente ao ano de 2000, apenas 0,16 km², ou seja, 3,31 % da área total em estudo. Grande parte dessas áreas que deixaram de ser solo exposto foram substituídas, quase que na sua totalidade, pela classe referente às áreas edificadas, evidenciando assim

uma relação intrínseca com os processos de expansão e consolidação urbana vigentes na bacia do Córrego Tapera.

Apesar da redução gradual ao longo dos períodos estudados, nota-se ainda na BHCT, a presença maciça da classe referente às Gramíneas, a qual ocupa, de forma ainda marcante no ano de 2000, uma área de 1,85 km², ou seja, 38,22 % da área total da bacia. Nesse sentido, destaca-se também uma pequena redução entre os anos de 1983 e 2000 na classe referente às Áreas de Capoeiras, as quais passaram de 0,15 km² para 0,13 km², ou seja, passaram a representar, portanto, somente 2,69% da área total da bacia do Córrego Tapera.

Por outro lado, observa-se entre os anos de 1968, 1983 e 2000 um aumento dos percentuais da classe referente à Floresta Estacional Semidecidual, sobretudo, nas porções norte e sudeste da BHCT. No ano 2000 a referida classe passou a abranger uma área de 0,48 km², ou seja, 9,91% da área de estudo. Tal fato pode ser explicado devido a presença de declives acentuados, sobretudo, nas encostas onde encontram-se situados os bairros Bandeirantes e Parque Guarani, característica esta que, possivelmente, dificultou e dificulta a ação antropogênica nessas localidades e, por conseguinte, o processo de remoção da cobertura vegetal, constituindo-se, portanto, como um dos elementos que colaboraram para o processo de regeneração natural da vegetação ali presente.

Por fim, e não menos importante, cita-se também à classe referente aos Corpos D'água. Elucida-se que assim como mencionado no ano de 1983, a classe supracitada encontra-se ainda vinculada de forma majoritária a uma propriedade particular localizada na porção noroeste da BHCT.

6.1.4 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2007)

O penúltimo período observado (Figura 28) para elaboração das cartas de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra refere-se ao ano de 2007. Tal período compreende um dos levantamentos de imagens mais recentes adquiridos pela Prefeitura de Juiz de Fora, o qual é utilizado pelos setores de planejamento e gestão do município. O quadro 13 apresenta a disposição das classes mapeadas (Áreas Edificadas, Área De Cultivos, Capoeiras, Corpos D'água, Floresta Estacional

Semidecidual, Gramíneas e Solo Exposto), individualizadas e suas respectivas áreas e percentuais presentes no ano supracitado.

Quadro 12: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2007.

Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2007)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas	2,58	53,31
Corpos D' água	0,03	0,62
Capoeira	0,34	7,02
Floresta Estacional Semidecidual	0,29	5,99
Gramíneas	1,57	32,44
Horticulturas	0,01	0,21
Solo Exposto	0,02	0,41

A partir da conjuntura ilustrada e dos dados contidos no quadro 13, faz-se possível observar um crescente e rápido processo de expansão das áreas edificadas ao longo dos quatro períodos estudados até aqui.

Verifica-se, sobremaneira, que tal processo foi ensejado de forma desordenada e agressiva sobre as áreas que possuem potencial à ocorrência de fenômenos naturais na BHCT, ocasionando assim significativas e substanciais modificações em sua dinâmica. Modificações estas decorrentes de uma sucessão de intervenções urbanísticas, que intensificaram-se nas últimas décadas, sobretudo na porção a montante da bacia, onde observa-se o avanço das áreas edificadas, em sua grande maioria, para setores não favoráveis a ocupação humana, ou seja, sobre áreas que apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo, constituindo-se, portanto, em setores de encosta problemáticos, caracterizados pela presença de declives acentuados que em associação com fatores climáticos, pedológicos, entre outros, corroboram para a intensificação de processos morfodinâmicos.

Nesse cenário, e baseado nos dados contidos no quadro 13, pode-se observar com relação à classe referente às Áreas Edificadas, um avanço ainda bem significativo das mesmas. Entre o último período mapeado (2000) e o atual (2007) houve um acréscimo de 16,3% nesta classe, o que evidencia um processo contínuo de adensamento e expansão da ocupação urbana (de 2,16 km² para 2,58 km²), ou seja, no ano de 2007 a referida classe passou a representar 53,31% da área total da bacia do Córrego Tapera.

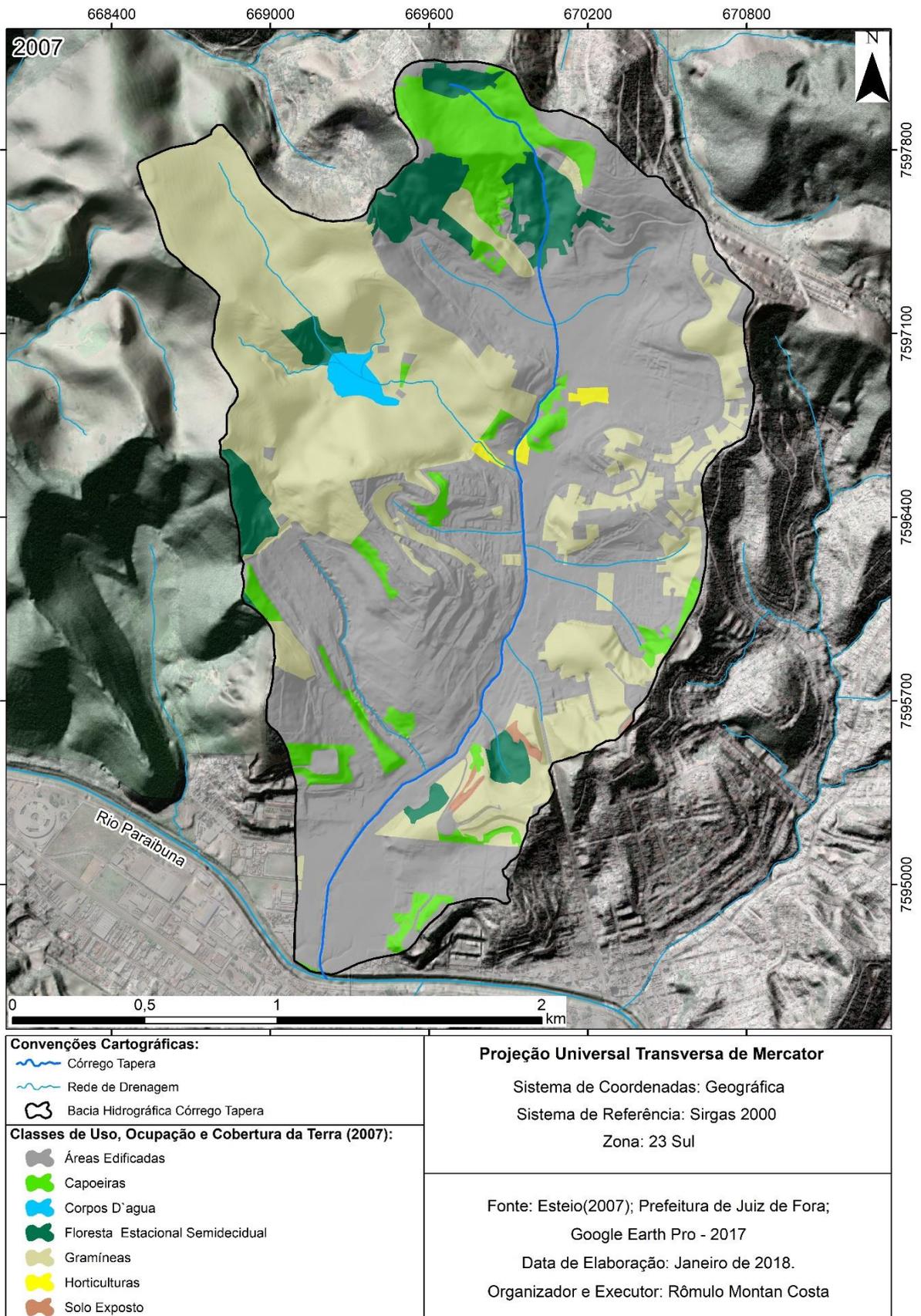


Figura 28: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2007.

A classe referente às Horticulturas, conforme evidenciado nos anos anteriores, continuou a regredir, passando a ocupar em 2007 uma área de 0,01 km², ou seja, apenas 0,21% da área total da bacia. Tal classe, no ano supracitado, encontra-se ainda atrelada a pequenas propriedades rurais localizadas nas proximidades dos bairros Bandeirantes e Bom clima.

Com relação às áreas de Solo Exposto presentes na BHCT no ano de 2007, evidencia-se que as mesmas continuaram a recuar de forma marcante, passando a ocupar somente 0,02 km², ou seja, 0,42% da bacia em estudo. Nota-se, conforme pode-se observar na figura 28, que a redução da classe supracitada encontra-se vinculada de forma direta ao avanço do processo de expansão urbana, ensejado ainda de forma horizontalizada, presente na BHCT, sobretudo, nas porções nordeste, leste e sudeste.

Seguindo esse panorama e, ainda atrelado ao processo de expansão urbana que ainda encontrava-se intenso na BHCT entre os anos de 2000 e 2007, destaca-se também, a redução da classe referente às áreas de Gramíneas, as quais passaram a ocupar no último ano supramencionado uma área de 1,57 km², ou seja, 32,44% da área total da BHCT. Ainda imerso nesse contexto, destaca-se também a redução da classe referente à Floresta Estacional Semidecidual, a qual passou a ocupar no ano de 2007 uma área de 0,29 km², logo, apenas 5,99% da área total da BHCT. Ressalta-se ainda, que grande parte das áreas de Floresta Estacional Semidecidual foram suprimidas em virtude de sucessivas intervenções infraestruturais, as quais contribuíram para o surgimento de áreas de sucessão secundária (Capoeiras).

Já no que se refere à classe referente aos Corpos D'água, evidencia-se que a mesma encontra-se ainda restrita a uma propriedade particular localizada na porção noroeste da BHCT.

6.1.5 Carta de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2017)

O último período observado refere-se ao ano de 2017. Nota-se conforme pode-se observar no quadro 14, pouca variação em termos quantitativos das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra mapeadas (Áreas Edificadas, Área De

Cultivos, Capoeiras, Corpos D'água, Floresta Estacional Semidecidual, Gramíneas e Solo Exposto) se comparado com o ano de 2007.

Quadro 13: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra e suas respectivas Áreas em Km² e Porcentagens na BHCT para o ano de 2017.

Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2017)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas	2,71	55,99
Corpos D'água	0,03	0,62
Capoeira	0,36	7,44
Floresta Estacional Semidecidual	0,25	5,16
Gramíneas	1,46	30,17
Horticulturas	0,01	0,21
Solo Exposto	0,02	0,41

Doravante, e baseado nos dados contidos no quadro 14, faz-se possível identificar, com relação à classe referente às Áreas Edificadas, um pequeno avanço em termos de sua área abrangência na BHCT. No ano de 2007 a classe supracitada ocupava uma área de 2,58 km², passando a ocupar, 10 anos depois, no ano de 2017, uma área de 2,71 km², o que representa um aumento de apenas 5% em termos de área ocupada pela classe referente às Áreas Edificadas (Figura 29).



Figura 29: Visada do mirante presente no bairro Eldorado, indicando um forte processo de adensamento e de expansão urbana sobre áreas de encostas. Fonte: O autor, 2017.

Contudo, ainda imerso nesse contexto, cabe ressaltar, o processo atual de expansão urbana vertical que encontra-se vigente por toda extensão territorial da BHCT, o qual se espraia e se consolida, sobretudo, devido alto valor do uso do solo e do grande adensamento urbano já existente. Destaca-se ainda, a existência da Área de Preservação Permanente da Mata do Krambeck (Figura 30) na porção oeste da BHCT e, de uma propriedade particular (Figura 31) com características rurais, com predomínio de Gramíneas, na porção noroeste, as quais atuam como

uma espécie de barreira ao processo histórico de expansão urbana ensejado de forma horizontal.

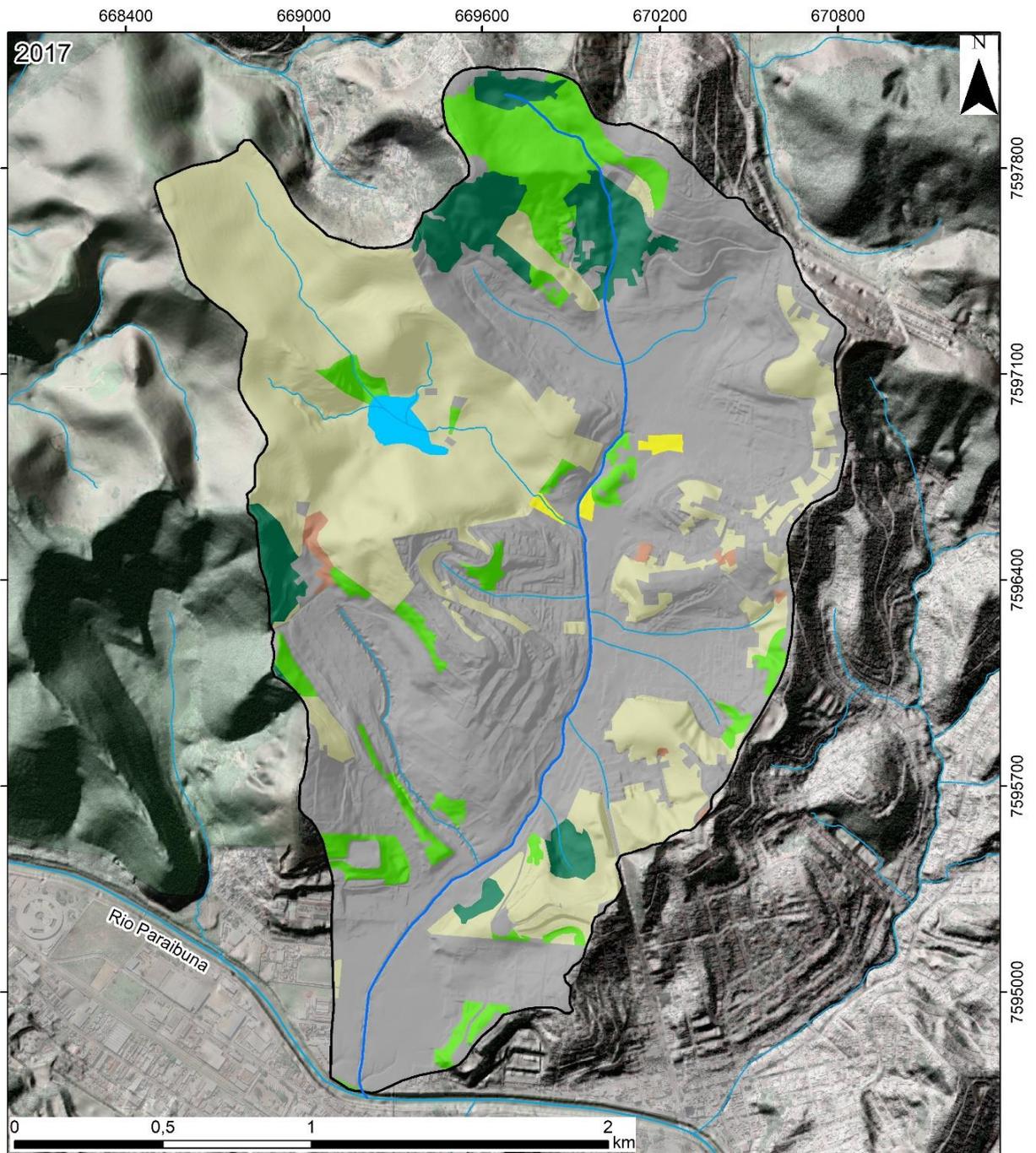


Figura 30: Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual pertencente à Área de Preservação Permanente da Mata do Krambeck localizada na porção oeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.



Figura 31: Área de Gramíneas localizada em uma área particular na porção noroeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.

Sendo assim, faz-se possível inferir que, embora tenha-se verificado um pequeno crescimento em termos de área das Áreas Edificadas na BHCT (Figura 32), na prática e a partir do que fora constatado através de incursões de campo, tem-se hoje um processo ainda atuante e expressivo de expansão urbana, o qual não dá sinais de estabilização.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p align="center">Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p align="center">Sistema de Coordenadas: Geográfica Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2017):</p> <ul style="list-style-type: none">  Área Edificada  Capoeira  Corpo D'água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramíneas  Área de Cultivo  Solo Exposto 	
<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Google Earth Pro - 2017</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>	

Figura 32: Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT no ano de 2017.

Outras três classes que apresentaram alterações em termos quantitativos entre os anos de 2007 e 2017 se refere às áreas de Capoeiras, Floresta Estacional Semidecidual e Gramíneas. Diferentemente do que ocorre com as duas últimas classes supracitadas, nota-se um aumento em termos de área da classe referente às Capoeiras, a qual passa a ocupar no ano de 2017 uma área de 0,36 km², ou seja, 7,44% da área total da BHCT. As demais classes passam a representar, respectivamente, 0,25 km² (5,16%) e 1,46 km² (30,17%). Ressalta-se nesse sentido, que a redução na classe de Gramíneas encontra-se diretamente vinculado ao avanço das Áreas Edificadas.

As demais classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra mapeadas (Horticulturas, Corpos D'água e Solo Exposto) para o ano de 2017, não apresentaram alterações em termos quantitativos. Fato este que denuncia a manutenção das características descritas para as mesmas no período anterior. As áreas referentes à classe de Horticulturas continuam vinculadas a pequenas propriedades rurais localizadas nas proximidades dos bairros Bandeirantes e Bom Clima (Figura 33) e, ainda ocupam uma área de 0,01 km².



Figura 33: Horticulturas presentes no bairro Bandeirantes. Fonte: O autor, 2017.

Com relação às classes de Corpos D'água (Figura 34) e Solo Exposto (Figura 35), destaca-se que as mesmas continuam, respectivamente, atreladas a uma propriedade particular localizada na porção noroeste da BHCT e, a aberturas de novos loteamentos.



Figura 34: Área referente à classe de Corpo D'água presentes na porção noroeste da BHCT. Fonte: O autor, 2017.

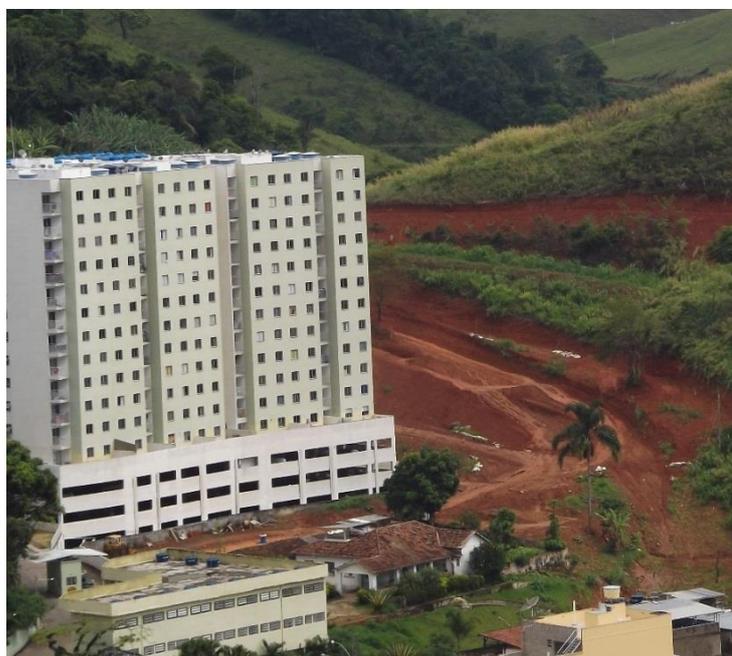


Figura 35: Área de Solo Exposto presente na BHCT, vinculada à inserção de um novo empreendimento. Fonte: O autor, 2017.

O cenário descrito anteriormente, referente ao processo de alteração nas classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra para os 5 períodos avaliados, encontra-se ilustrado na figura 36.

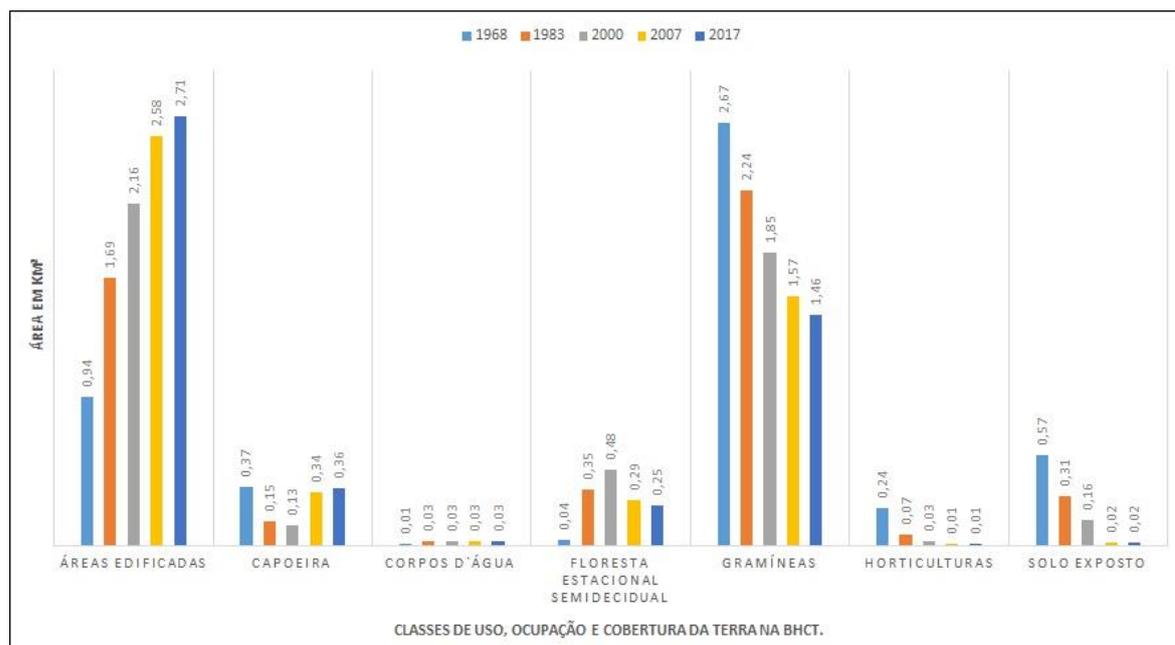


Figura 36: Evolução Multitemporal das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT. Fonte: do autor, 2019.

6.2 Evolução Multitemporal de Áreas Edificadas na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera

A elaboração das cartas de Uso, Ocupação e cobertura da Terra para os anos de 1968, 1983, 2000, 2007 e 2017, possibilitou avaliar a evolução multitemporal das áreas edificadas mapeadas ao longo de toda a extensão territorial da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera. Com a individualização das áreas edificadas mapeadas para as cartas de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra, referentes aos anos supracitados, fez-se possível calcular as áreas e os percentuais presentes para cada ano mencionado anteriormente, conforme mostra o quadro 15 e figura 37.

Quadro 14: Evolução Multitemporal das Áreas Edificadas, representada em Km² e em Porcentagens na BHCT.

Evolução Multitemporal das Áreas Edificadas	Área (Km²)	Soma das Áreas (Km²)	Soma das Áreas (%)
Áreas Edificadas até 1968	0,94	0,94	19,42
Áreas Edificadas entre 1968 e 1983	0,75	1,69	34,92
Áreas Edificadas entre 1983 e 2000	0,47	2,16	44,63
Áreas Edificadas entre 2000 e 2007	0,42	2,58	53,31
Áreas Edificadas entre 2007 e 2017	0,13	2,71	55,99

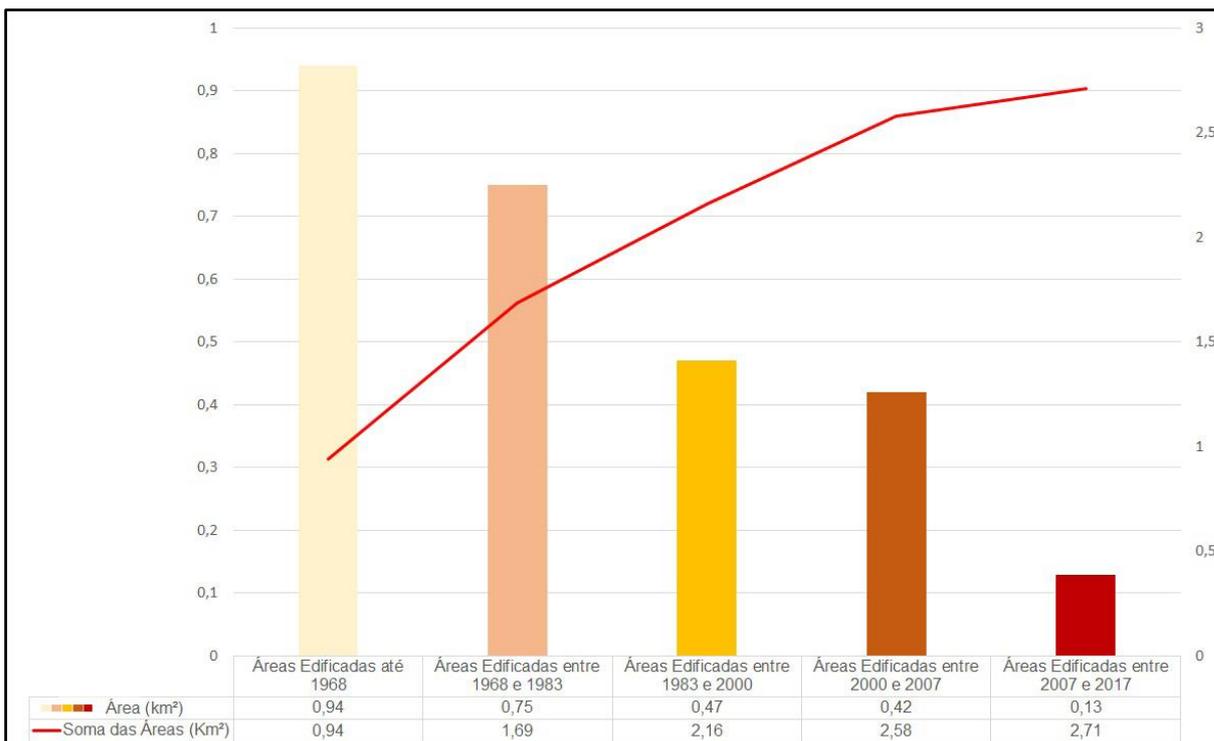


Figura 37: Evolução Multitemporal das classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra presentes na BHCT. Fonte: do autor, 2019.

A figura 38 apresenta 5 momentos da expansão urbana presente na BHCT. Nota-se, no ano de 1968, que apenas 0,94 km² (19,42%) da bacia estava ocupada pela presença de áreas edificadas. Doravante, faz-se possível observar um aumento expressivo das áreas edificadas, as quais apresentam entre os anos de 1968 e 1983 um aumento de 0,75 km², passando a somar 1,69km², ou seja, 34,92% da área total da bacia. Tal cenário, caracterizado por um forte processo de expansão urbana, continua a progredir, ocasionando entre os anos de 1983 e 2000 um aumento de 0,47 km², passando a abranger, por conseguinte, 2,16km², ou seja, 44,63% da área total da BHCT. Ainda imerso nesse contexto de expansão das áreas edificadas, verifica-se, entre os anos de 2000 e 2007 e entre 2007 e 2017, respectivamente, um aumento de 0,42 km² e de 0,13 km² em termos de área ocupada, passando a ocuparem, portanto, uma área de 2,58 km² (ou 53,31% da área total da BHCT) e, logo, 2,71 km², ou seja, 55,99% da área total da bacia em estudo.

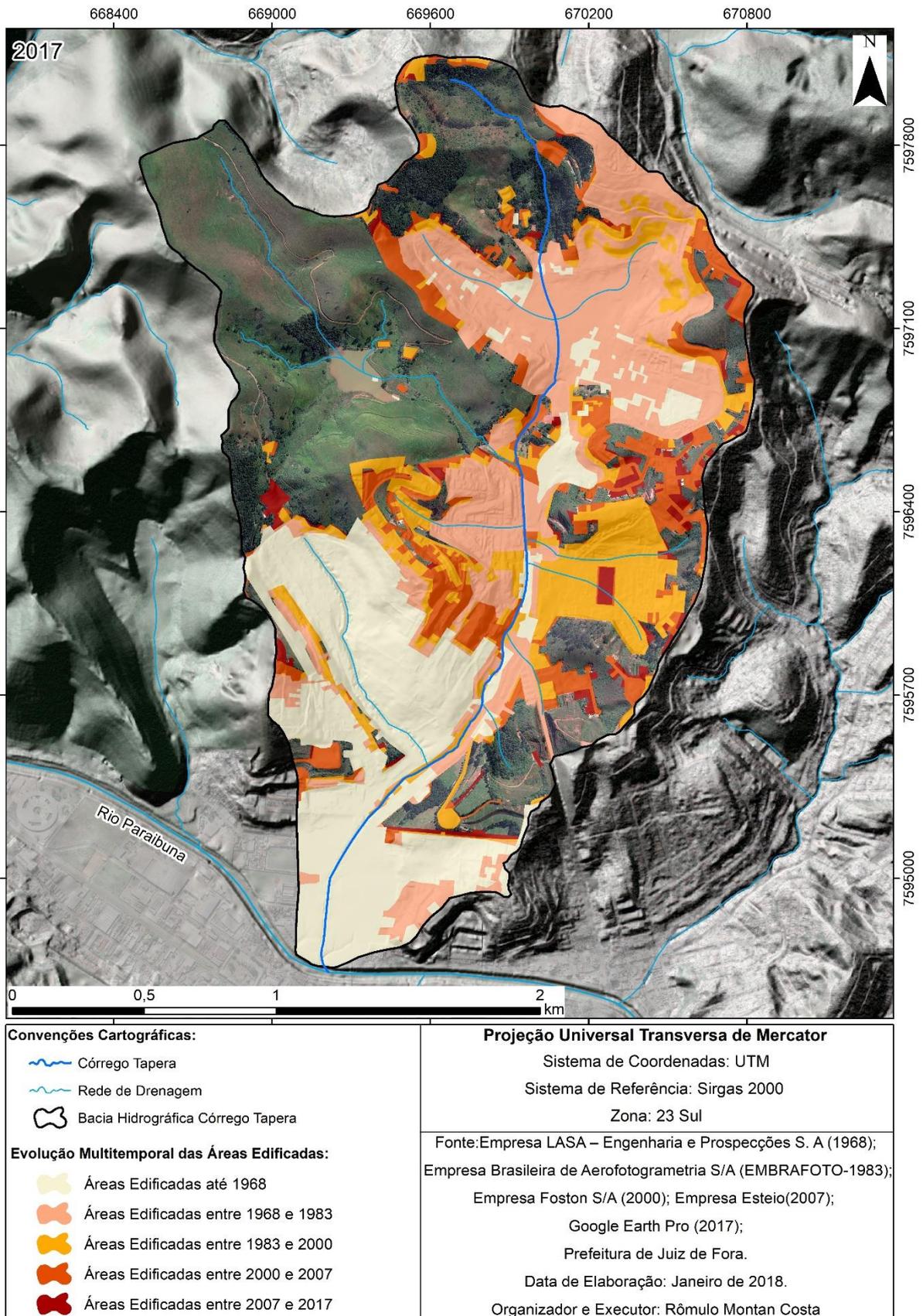


Figura 38: Representação da Evolução Multitemporal referente às Áreas Edificadas presentes na BHCT (1968 a 2017).

Nesse cenário, e partir dos dados contidos no quadro 15 e na Figura 38, cabe ressaltar que o período de maior expansão das áreas edificadas presentes na BHCT ocorreu entre os anos de 1968 e 1983 e, entre os anos de 1983 e 2007, sobretudo, nas porções centro-oeste, leste, nordeste e norte da bacia. Ressalta-se, nesse sentido, o estabelecimento do bairro Quintas da Avenida e a consolidação do processo de ocupação urbana iniciado no ano de 1968 nos bairros Parque Guarani, Bandeirantes, Vivendas da Serra, Vista Alegre e Bom Clima.

Muitos desses bairros caracterizam-se historicamente por um processo de ocupação de áreas que possuem por característica topografias irregulares e pontos vulneráveis a escorregamentos. Os mapeamentos realizados para os cinco períodos estudados e, os dados gerados, possibilitaram um maior entendimento da conjuntura correlata ao processo de ocupação urbana da BHCT, permitindo-nos inferir que, o processo de parcelamento e uso do solo e, por conseguinte, de expansão, ocupação e consolidação urbana presentes na BHCT, concebe-se de forma desordenada e contínua, apresentando como característica a presença de cortes e aterros indiscriminados, remoção da cobertura vegetal, ocupações em áreas de drenagens naturais, entre outros fatores que, associados, tem as tornado áreas de risco potencial.

Há de ressaltar-se também, apesar de não conceber-se como foco da presente pesquisa, que o aumento da ocupação a montante da bacia influencia de forma direta em consequências à jusante da mesma, principalmente no que se refere ao estabelecimento de episódios correlatos a enchentes e inundações. Tal conjuntura é propiciada pela presença de um modelo de ocupação caracterizado pela remoção da cobertura vegetal e pela substituição das mesmas por superfícies impermeabilizadas, as quais responsabilizam-se pela diminuição do processo de infiltração e, por conseguinte, no aumento do escoamento superficial, contribuindo assim para a deflagração dos fenômenos mencionados anteriormente.

6.3 Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (1968)

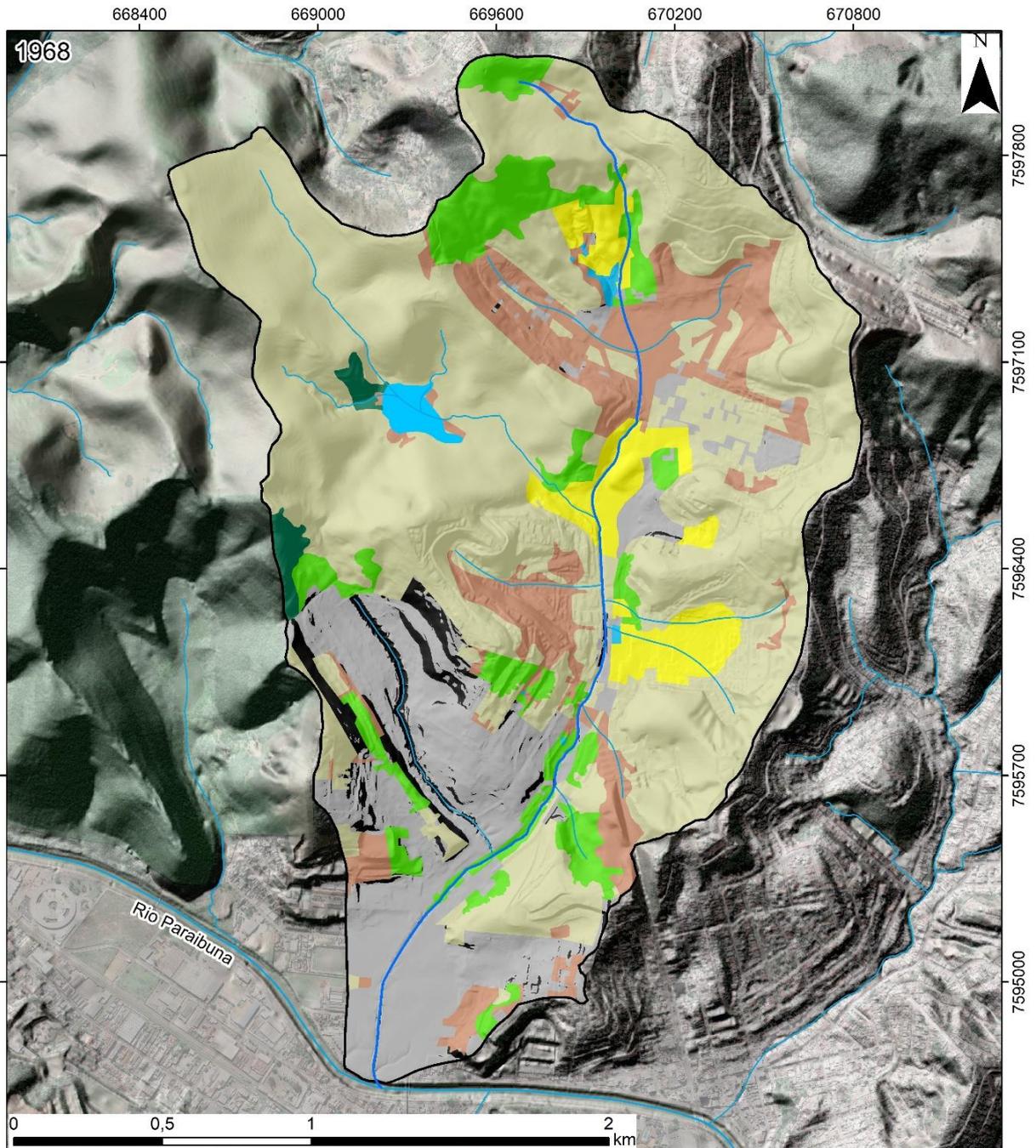
A carta de conflitos de uso da terra referente ao ano de 1968 juntamente com os dados do Quadro 16 evidenciam que, no ano supracitado, as áreas edificadas presentes na BHCT ocupavam 0,94 km² dos 4,84km² da área total da bacia.

Nesse cenário, e a partir dos mapeamentos e dos cálculos realizados, fez-se possível estimar que 0,82 km² (ou 87,23 % das áreas edificadas) encontravam-se situadas dentro de áreas que encontram-se relacionadas ao que é estabelecido pelo item III das leis Federal nº 6766/79 e Municipal nº 6908/86, o qual não atribui restrições ao parcelamento e uso do solo em áreas com declives inferiores à 17° ou menores do que 30%, enquanto que os outros 0,12 km² (ou 12,77%) das áreas edificadas presentes no ano de 1968 estariam situadas, ainda de acordo com o item III das leis mencionadas anteriormente, em áreas que possuem declives superiores ou iguais à 17° ou 30%, ou seja, sobre áreas que apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo.

Entretanto, ressalta-se que a lei mencionada anteriormente entrou em vigor somente no ano de 1979, pouco mais de 10 anos depois do período estudado, ou seja, do ponto de vista legal, todas as áreas edificadas construídas antes dessa lei encontravam-se passíveis ao processo de parcelamento do solo e, por conseguinte ao processo de ocupação.

Quadro 15: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 1968.

Conflitos de Uso da Terra (1968)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas situadas sobre locais que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo (Declividade < 30 %)	0,82	87,23
Áreas edificadas situadas sobre locais que apresentam restrições ao Parcelamento e Uso do solo (Declividade >= 30%)	0,12	12,77
Total	0,94	100



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Córrego Tapera Rede de Drenagem Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: UTM</p> <p>Sistema de Referência: Sirgas 2000</p> <p>Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1968):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capoeiras Corpos D' água Floresta Estacional Semidecidual Gramíneas Horticulturas Solo Exposto 	
<p>Conflitos de Uso da Terra - Áreas Edificadas (Declividade %):</p> <ul style="list-style-type: none"> < 30% >= 30% 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Empresa LASA - Engenharia e Prospecções SA (Folha nº 12).</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 39: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 1968.

Conforme pode-se visualizar na figura 39, as áreas edificadas presentes no ano de 1968 concentravam-se principalmente nas porções sul e sudoeste da BHCT, mais precisamente onde situam-se hoje os bairros Alto Eldorado, Eldorado, Nossa Senhora das Graças e Santa Terezinha. Nesse primeiro momento de ocupação da BHCT, é possível observar que a presença das áreas edificadas construídas até 1968 dava-se de forma quase que absoluta nas áreas com declives inferiores a 30%, ou seja, os primeiros núcleos de adensamento da bacia conformaram-se, sobremaneira, sobre as áreas conspícuas à planície alúvio-coluvionar e sobre alguns setores de morro com a presença de encostas menos íngremes (declividade inferior a 30%), com exceção de algumas poucas áreas localizadas próximas a um dos afluentes do Córrego Tapera, entre os bairros Alto Eldorado e Nossa Senhora das Graças, como também na encosta onde encontra-se situado o mirante do bairro Eldorado.

Cabe ressaltar que no ano de 1968, a presença de áreas edificadas, concentrava-se, sobretudo, na margem direita do Córrego Tapera, salvo exceção de alguns poucos focos de expansão urbana que começavam a expandir-se ao longo do canal principal, rumo a montante da BHCT.

6.4 Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (1983)

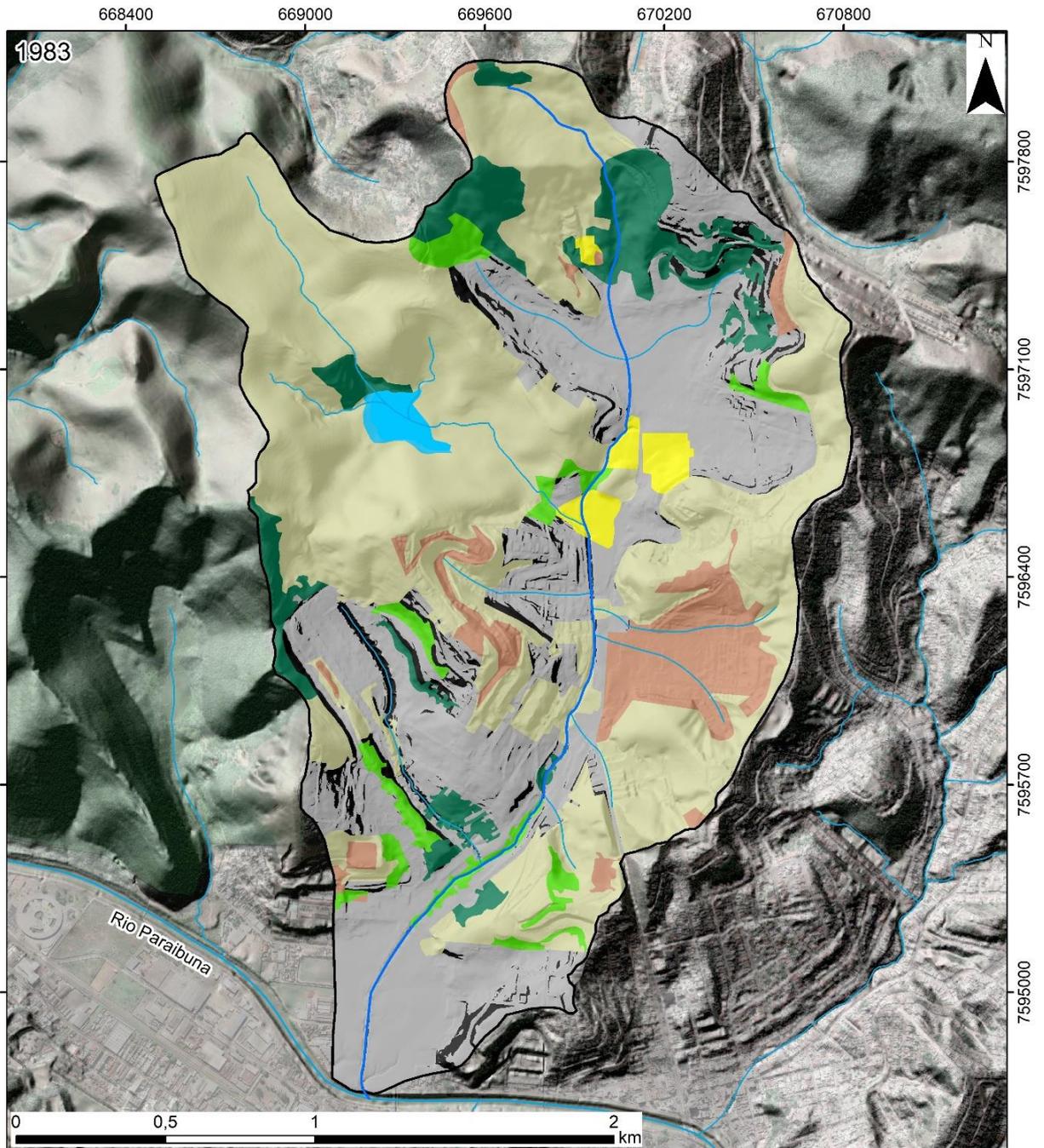
A partir do mapeamento realizado para o ano de 1983 (Figura 40), tornou-se possível calcular as áreas e os percentuais referentes às áreas edificadas identificadas ao longo de toda extensão territorial da BHCT para o ano supracitado. Os dados obtidos encontram-se ilustrados no quadro 17.

Quadro 16: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 1983.

Conflitos de Uso da Terra (1983)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas situadas sobre locais que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo (Declividade < 30 %)	1,5	88,76
Áreas edificadas situadas sobre locais que apresentam restrições ao Parcelamento e Uso do solo (Declividade >= 30%)	0,19	11,24
Total	1,69	100

Os dados explicitados no quadro acima permitem inferir que no ano de 1983 as áreas edificadas mapeadas ao longo da BHCT ocupavam 1,69 km² dos 4,84km² da área total da bacia, ou seja, um percentual de 34,92%. De toda essa área, 1,5 km² (ou 88,76 % das áreas edificadas) encontravam-se situadas, sobremaneira, sobre setores da bacia caracterizados pela presença de declives inferiores a 17° ou 30%, ou seja, localizavam-se sobre áreas que não apresentam restrição ao processo de parcelamento e uso do solo, conforme estabelecido em lei.

Em contrapartida, nota-se também no ano de 1983 a presença de 0,19 km² (ou 11,24 %) das áreas edificadas situadas sobre setores da BHCT com declives superiores ou iguais a 17° ou 30%, ou seja, sobre áreas que apresentavam restrições ao processo de parcelamento e uso do solo. Nota-se entre os anos de 1968 e 1983 um aumento de 0,07 km² dessas áreas edificadas situadas sobre áreas que apresentavam restrições ao parcelamento e uso do solo conforme estipulado por lei, principalmente a montante da bacia.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p align="center">Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p align="center">Sistema de Coordenadas: UTM Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (1983):</p> <ul style="list-style-type: none">  Capoeiras  Corpos D'água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramineas  Horticulturas  Solo exposto 	
<p>Conflitos de Uso da Terra - Áreas Edificadas (Declividade %):</p> <ul style="list-style-type: none">  < 30%  >= 30% 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Empresa Brasileira de Aerofotogrametria S/A (Embrafoto-1983). Data de Elaboração: Janeiro de 2018. Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 40: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 1983.

Portanto, a partir do cenário ilustrado anteriormente, faz-se possível observar que houve um avanço significativo das áreas edificadas entre os anos de 1968 e 1983. Percebe-se nas áreas próximas a foz da bacia, mais precisamente onde hoje encontram-se localizados os bairros Centenário e Santa Terezinha, um forte processo de adensamento e consolidação urbana das áreas que ainda não encontravam-se ocupadas no ano de 1968, sobretudo nas áreas de planície aluvio-colvionar onde predominam declives inferiores a 30% e, de alguns poucos setores de encostas, caracterizados nessa porção a jusante da bacia pela presença de declives superiores a 30%.

Outros pontos de destaque, no que se refere aos processos de consolidação e expansão das áreas edificadas, encontram-se relacionados de forma direta às áreas onde atualmente situam-se os bairros Bandeirantes, Bom Clima, Parque Guarani e Vista Alegre. Percebe-se a presença de um crescimento significativo em direção à porção centro-norte e nordeste da BHCT, ou seja, rumo a montante, caracterizado, a priori, pela ocupação das morfologias referentes à planície aluvio-colvionar e às rampas de colúvio e, a posteriori, pela ocupação de alguns setores de encostas intrínsecas à morfologia de morros, onde pronunciam-se de forma marcante declives acentuados, em geral maiores que 30%, principalmente em parte dos bairros Vista Alegre, Bom clima e Bandeirantes.

Cabe ressaltar que esse processo de expansão das áreas edificadas na BHCT concentrava-se, assim como no ano de 1968, de forma maciça nas áreas referentes à margem direita do Córrego Tapera, salvo exceção para parte do bairro Bandeirantes que já encontrava-se consolidado na porção nordeste da bacia e para alguns poucos focos de expansão urbana localizados a leste da mesma, onde consolidar-se-ia o bairro Quintas da Avenida.

6.5 Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2000)

Ao relacionarmos e avaliarmos o mapeamento apresentado na figura 41 e os dados contidos no quadro 18 faz-se possível perceber que no ano de 2000 as áreas edificadas presentes na BHCT ocupavam 2,16 km² dos 4,84 km² da área total da bacia. Deste valor, 1,85 km² (ou 85,65% das áreas edificadas) encontravam-se

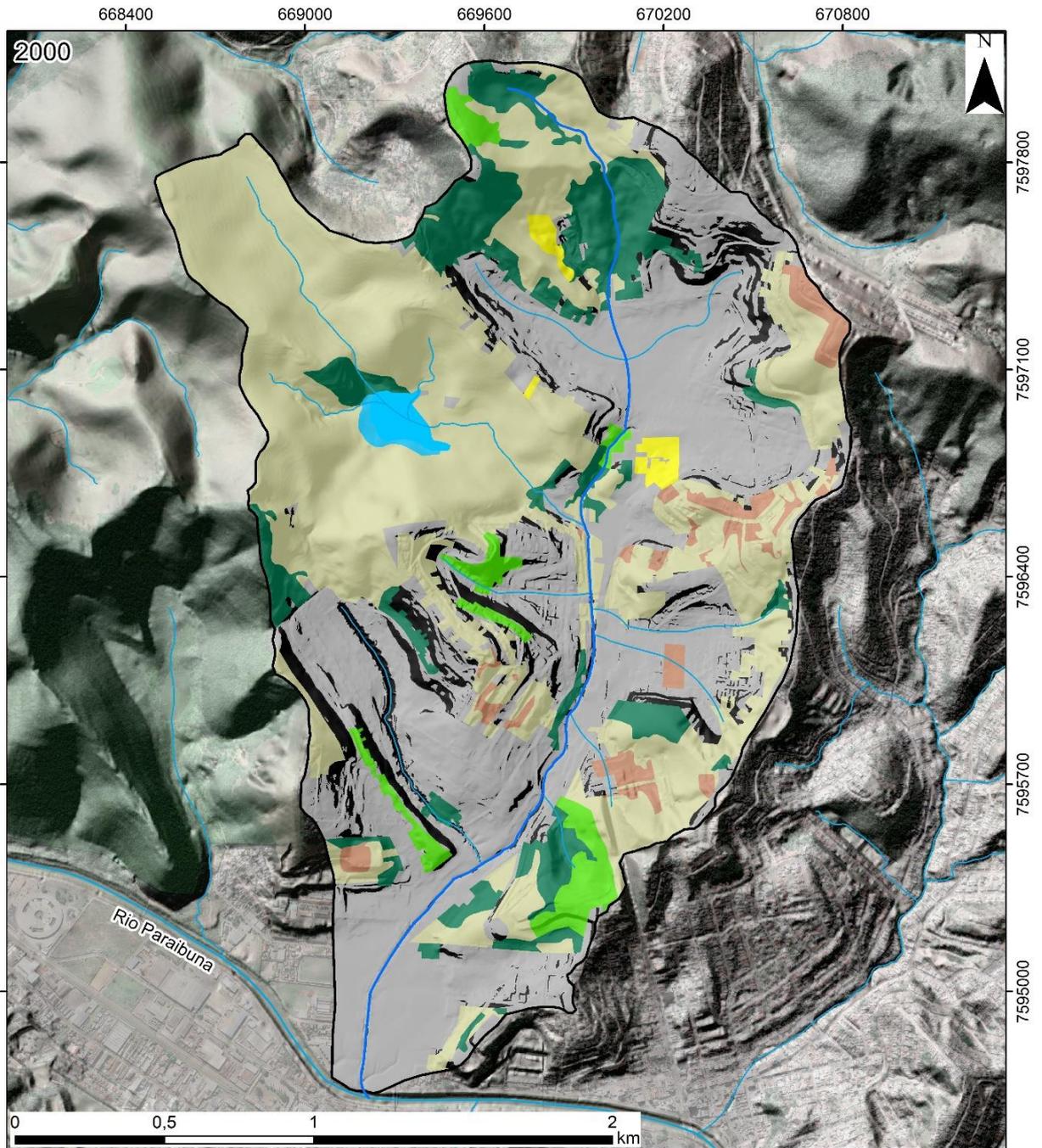
conformadas sobre áreas que não apresentam, legalmente, restrições ao processo de parcelamento e uso do solo (ou seja, em áreas que apresentavam declives inferiores a 17° ou 30%).

Já no que se refere aos outros 0,31 km² (ou 14,35%) de áreas edificadas presentes na bacia no ano de 2000, nota-se que as mesmas encontram-se consolidadas sobre áreas que apresentavam restrições no que tange ao parcelamento e uso do solo, segundo consta no item III das leis Federal nº 6766/79 e Municipal nº 6908, as quais frisam que nenhuma modalidade de parcelamento do solo será permitida em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas formuladas pela Prefeitura. Em relação ao período anterior, é possível visualizar um aumento de 0,12 km² das áreas edificadas que encontram-se em setores da BHCT que apresentam restrições ao processo de parcelamento e uso do solo.

Quadro 17: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2000.

Conflitos de Uso da Terra (2000)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas situadas sobre locais que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo (Declividade < 30 %)	1,85	85,65
Áreas edificadas situadas sobre locais que apresentam restrições ao Parcelamento e Uso do solo (Declividade >= 30%)	0,31	14,35
Total	2,16	100

Nessa conjuntura, percebe-se que os processos de consolidação e expansão das áreas edificadas presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera, entre os anos de 1983 e 2000, caracterizam-se, a princípio, por um forte processo de adensamento nas margens do Córrego Tapera, sobretudo, nas unidades morfotopográficas de fácil urbanização como as áreas de planície aluvio-coluvionar e em alguns setores caracterizados pela presença de rampas de colúvio, os quais possibilitaram um processo de expansão horizontalizado e, foram rapidamente destinados ao estabelecimento de formas de ocupação de caráter residencial ou comercial, sobretudo, no bairro Santa Terezinha e em parte dos bairros Centenário, Quintas da Avenida e Bandeirantes.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Córrego Tapera Rede de Drenagem Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: UTM</p> <p>Sistema de Referência: Sirgas 2000</p> <p>Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2000):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capoeiras Corpos D'água Floresta Estacional Semidecidual Gramíneas Horticulturas Solo Exposto 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Empresa Foston S/A-1983.</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>
<p>Conflitos de Uso da Terra - Áreas Edificadas (Declividade %):</p> <ul style="list-style-type: none"> <30% >=30% 	

Figura 41: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2000.

Ao observarmos a figura 45, percebe-se que no ano de 2000 tem-se na BHCT a inserção de um processo de expansão urbana ensejado de forma desordenada, direcionado, em sua grande maioria, para as áreas de relevos mais acentuados (morros e morrotes). Destaca-se, nesse sentido, a presença de um grande número de ocupações instaladas nas encostas mais íngremes presentes nos bairros Bandeirantes, Bom Clima, Eldorado, Parque Guarani e Vista Alegre, as quais caracterizam-se, quase sempre, pela ilegalidade e pela periculosidade, acarretando no estabelecimento de uma relação dicotômica entre o que é proposto pelas leis e o que se observa em meio à realidade do espaço urbano.

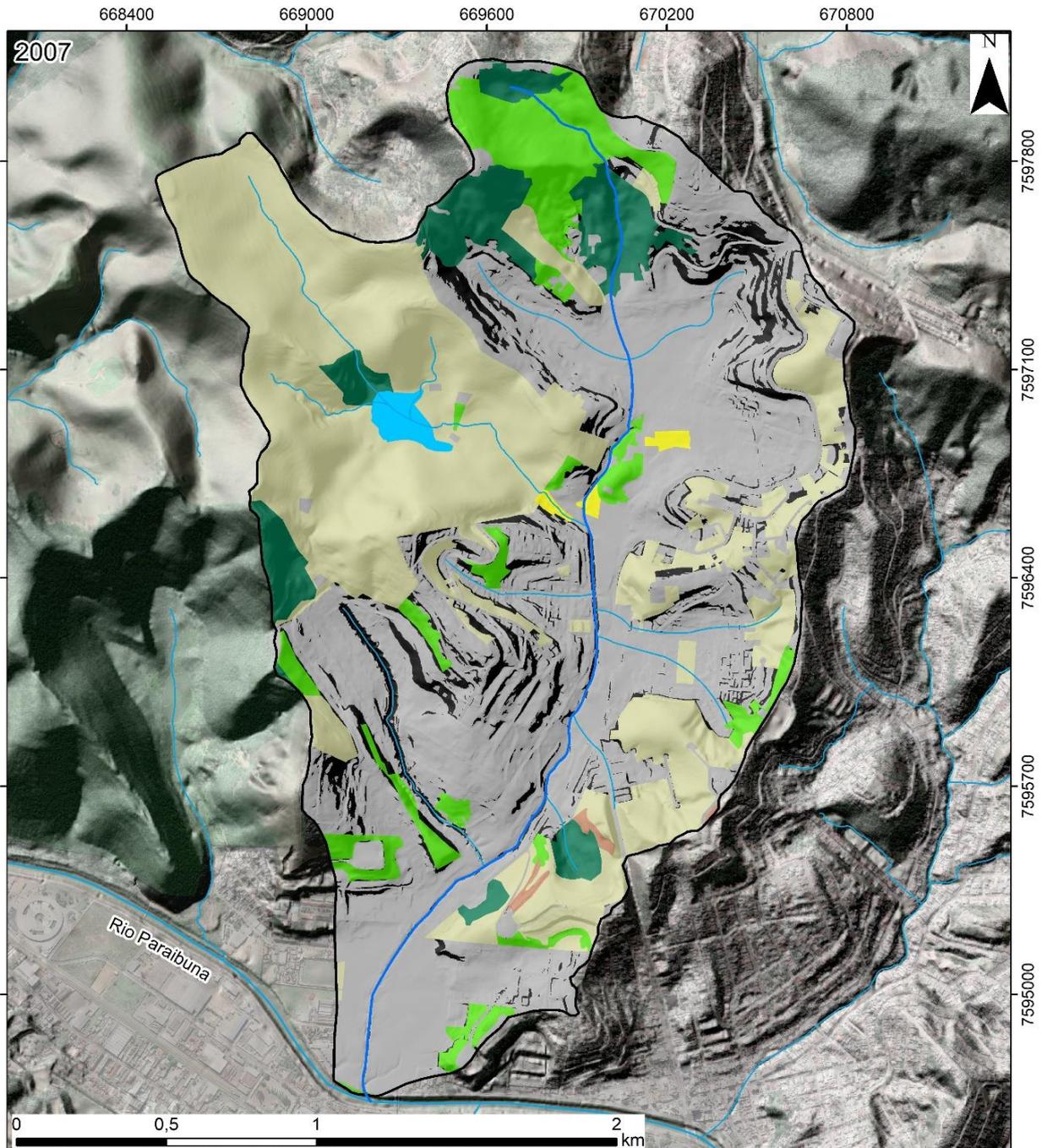
6.6 Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2007)

O cenário descrito anteriormente, referente ao processo de expansão urbana, continuou a progredir entre os anos de 2000 e 2007, assim como mostram o mapeamento contido na figura 42 e os dados contidos no quadro 19.

Quadro 18: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2007.

Conflitos de Uso da Terra (2007)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas situadas sobre locais que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo (Declividade < 30 %)	2,26	87,59
Áreas edificadas situadas sobre locais que apresentam restrições ao Parcelamento e Uso do solo (Declividade >= 30%)	0,32	12,41
Total	2,58	100

Conforme pode-se observar no quadro 16, nota-se que no ano de 2007 às áreas edificadas presentes na BHCT ocupavam uma área de 2,58 km², ou seja, 53,31%. Deste total, 2,26 km² (ou 87,59% das áreas edificadas) encontravam-se situados sobre áreas que não apresentam, legalmente, restrições ao processo de parcelamento e uso do solo. Em contrapartida, os outros 0,32 km² (ou 12,41% das áreas edificadas) situavam-se que apresentavam restrições no que tange ao parcelamento e uso do solo.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p>Sistema de Coordenadas: UTM</p> <p>Sistema de Referência: Sirgas 2000</p> <p>Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2007):</p> <ul style="list-style-type: none">  Capoeiras  Corpos D'água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramíneas  Horticulturas  Solo Exposto 	
<p>Conflitos de Uso da Terra - Áreas Edificadas (Declividade %):</p> <ul style="list-style-type: none">  < 30%  >= 30% 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora.</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 42: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2007.

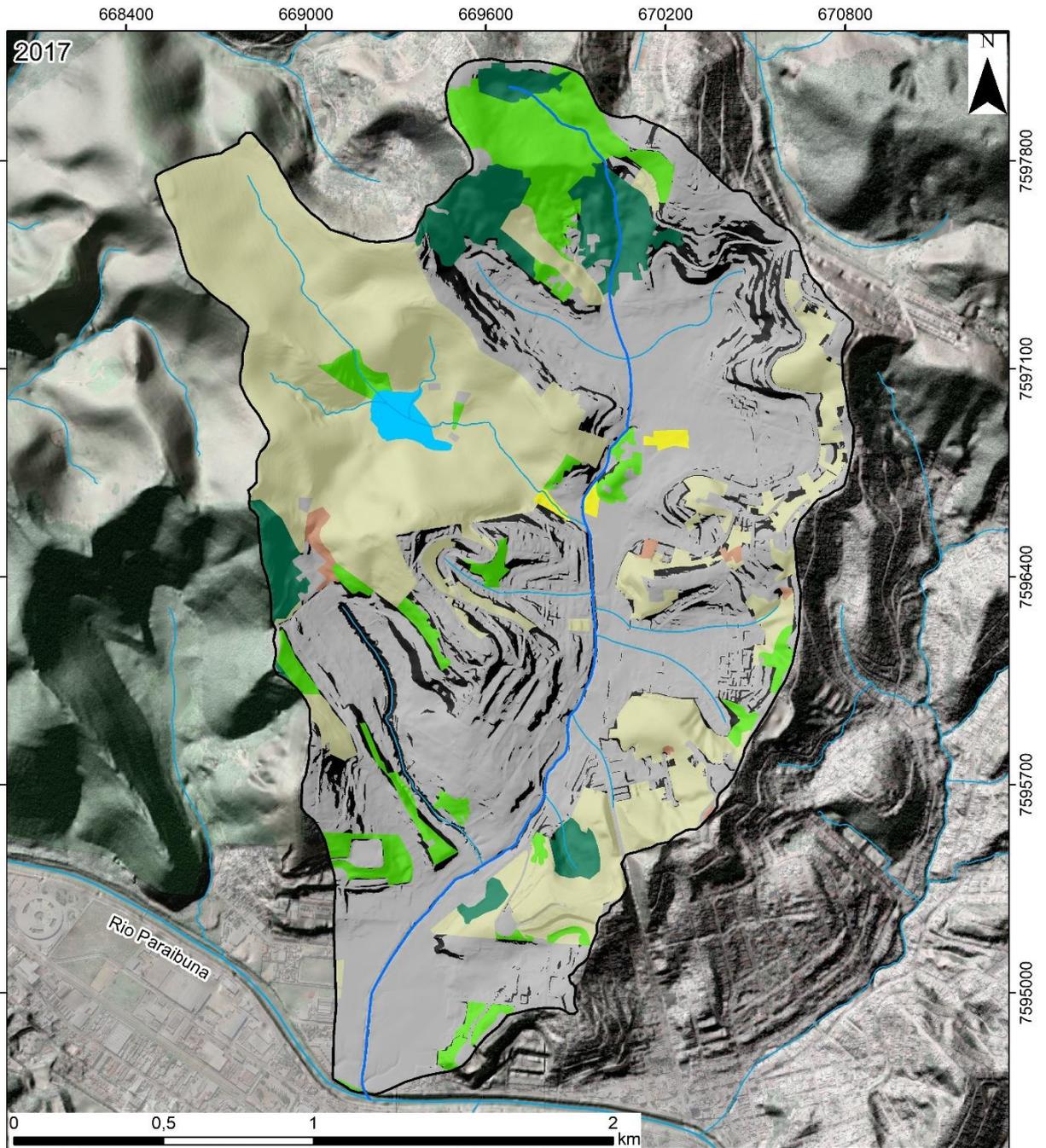
Assim, baseado na inter-relação das informações contidas na figura 42 e no quadro 19, percebe-se, ainda que em uma menor proporção de crescimento em termos percentuais entre os anos de 2000 e 2007, a manutenção do processo de urbanização sobre setores de encostas íngremes, sobretudo, nas porções norte e nordeste da BHCT, mais precisamente, onde encontram-se situados os bairros Bandeirantes, Vivendas da Serra e Parque Guarani. O crescente avanço das áreas edificadas sobre as áreas de encostas com declives superiores a 17° ou 30%, constitui-se como o principal elemento modificador e desencadeador da quebra da estabilidade dinâmica destes compartimentos geomorfológicos e, por conseguinte, contribuem para a configuração de áreas representativas de eventuais riscos ambientais em potencial.

6.7 Conflitos de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (2017)

No último período avaliado, o qual encontra-se entre os anos de 2007 e 2017, verifica-se que, dos 2,71 km² de áreas edificadas presentes na BHCT, 2,33 km² (ou 85,97%) encontram-se situadas sobre áreas sem restrição ao processo de parcelamento e uso do solo, enquanto que, os 0,33 km² (ou 14,03%) restantes, encontram-se conformadas sobre setores de encostas que possuem declives superiores a 17° ou 30%, ou seja, sobre áreas que, pela lei, possuem restrições ao processo de parcelamento e uso do solo. Tal cenário pode ser visualizado nos dados contidos no quadro 20 e na figura 43.

Quadro 19: Áreas edificadas e seus valores (areais e percentuais) de acordo com as áreas que apresentam e não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo no ano de 2017.

Conflitos de Uso da Terra (2017)	Área (km²)	Área (%)
Áreas Edificadas situadas sobre locais que não apresentam restrições ao parcelamento e uso do solo (Declividade < 30 %)	2,33	85,97
Áreas edificadas situadas sobre locais que apresentam restrições ao Parcelamento e Uso do solo (Declividade >= 30%)	0,38	14,03
Total	2,71	100



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Córrego Tapera  Rede de Drenagem  Bacia Hidrográfica Córrego Tapera 	<p align="center">Projeção Universal Transversa de Mercator</p> <p align="center">Sistema de Coordenadas: UTM Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul</p>
<p>Classes de Uso, Ocupação e Cobertura da Terra (2017):</p> <ul style="list-style-type: none">  Capoeiras  Corpo D'água  Floresta Estacional Semidecidual  Gramíneas  Horticulturas  Solo Exposto 	
<p>Conflitos de Uso da Terra - Áreas Edificadas (Declividade %):</p> <ul style="list-style-type: none">  < 30%  >= 30% 	<p>Fonte: Esteio(2007); Prefeitura de Juiz de Fora; Google Earth Pro - 2017</p> <p>Data de Elaboração: Janeiro de 2018.</p> <p>Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa</p>

Figura 43: Classes de Áreas Edificadas em função das declividades que apresentam e não apresentam restrições quanto ao parcelamento do solo para o ano de 2017.

Avaliando os cinco períodos estudados até aqui (1968, 1983, 2000, 2007 e 2017) (Figura 44), faz-se possível ressaltar que a desestabilização das encostas provocada pela ação do homem na BHCT, através da inserção de áreas edificadas, contribuiu, historicamente, para a aceleração e ampliação dos processos de degradação, levando a efeito problemas tanto de ordem ambiental, quanto social, tendo no substrato rochoso ou nos solos os variados reflexos da intensa alteração provocada pelas diversas alterações ensejadas nessas áreas de topografia instável, dentre os quais destaca-se, como recorrente, a ocorrência de escorregamentos.

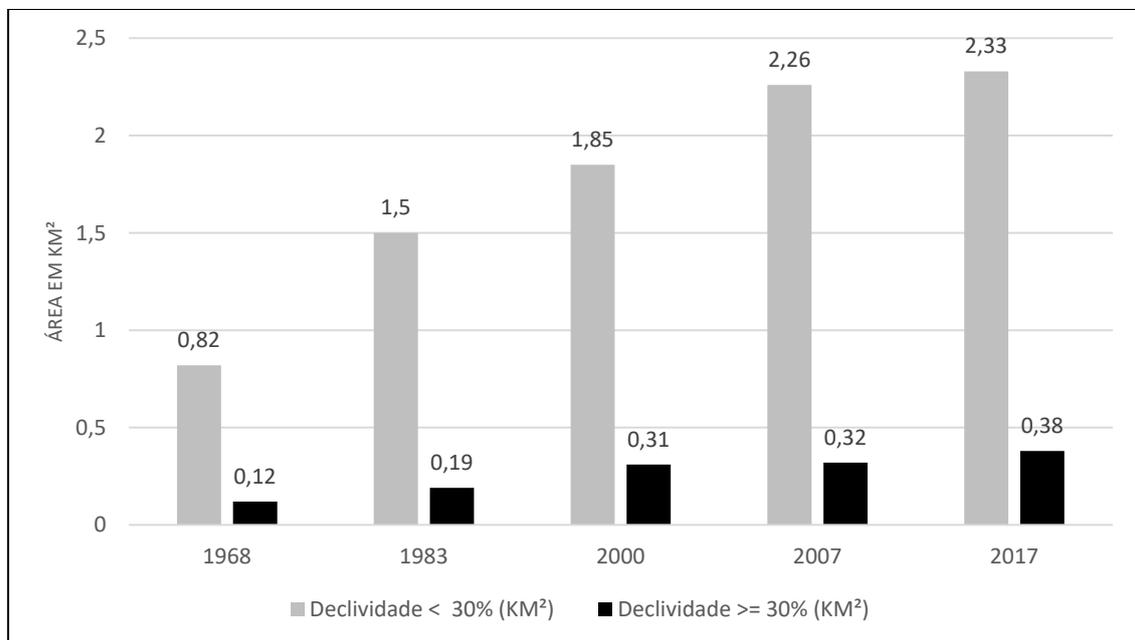


Figura 44: Evolução das áreas que não possuem restrição ao parcelamento e uso do solo (Cinza), a das áreas que possuem restrição ao parcelamento e uso do solo (Preto). Fonte: do autor, 2019.

Imerso nesse contexto, chama-se atenção para o atual vetor de crescimento das áreas edificadas na BHCT, o qual encontra-se diretamente vinculado a margem esquerda do Córrego Tapera, onde predominam os tipos genéticos de modelados de dissecação referentes aos morros e aos morrotes e, por conseguinte, encostas com declives superiores a 30%. Destaca-se nesse sentido, as encostas conspícuas aos bairros Quintas da Avenida, Bandeirantes e Vivendas da Serra, locais estes onde se verifica a abertura de sucessivos loteamentos.

Desse modo, pode-se apontar que grande parte dos eventos correlacionados à ocorrência de escorregamentos na BHCT encontra-se, em grande medida,

atrelados ao descumprimento da legislação que versa sobre o parcelamento e uso do solo urbano. O crescente adensamento populacional verificado na bacia em estudo reflete-se na expansão e intensificação ocupacional das zonas periféricas, ou seja, das áreas de encostas íngremes, evidenciando assim, um quadro caracterizado por uma gestão deficiente e não integrada do espaço, a qual deveria, em tese, limitar, direcionar, e participar de forma ativa do processo de urbanização.

6.8 Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: resultados preliminares

Conforme fora mencionado nos subcapítulos 5.3.1 e 5.3.2, foram levantados nas áreas piloto 1 e 2 alguns parâmetros físicos de solo necessários para a calibração e aplicação do modelo SINMAP.

O solo 1, localizado em uma das encostas presentes na Área Piloto 1, apresentou umidade higroscópica de 7,22% e massa específica de 2,69 g/cm³. Pela análise granulométrica, obteve-se as frações de 45% de areia, 16% de silte e 39% de argila, sendo classificado, portanto, como uma areia argilosa com silte. A figura 45 apresenta a curva granulométrica obtida através do ensaio.

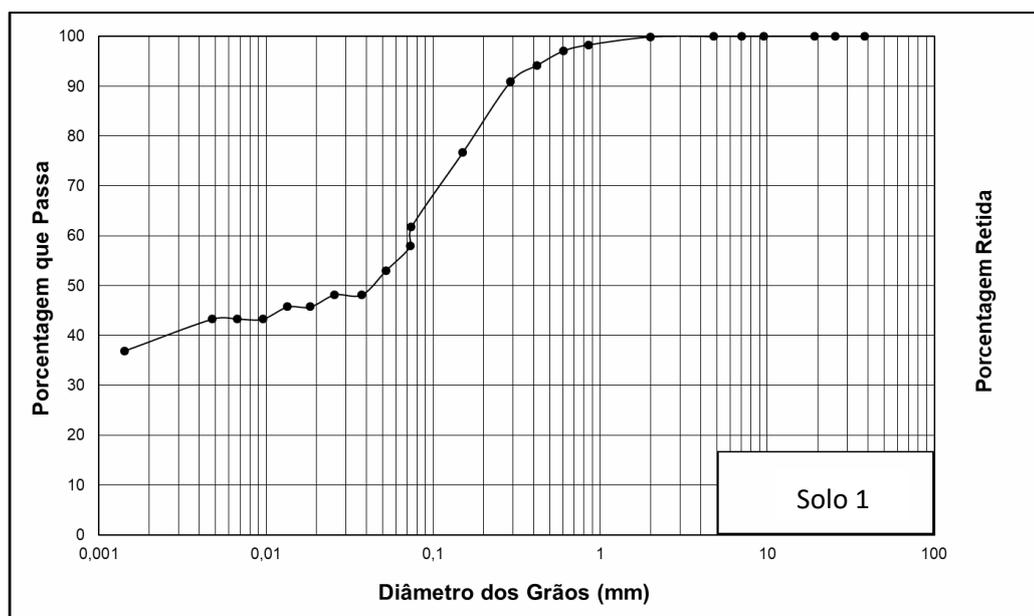


Figura 45: Curva granulométrica do Solo 1.

O solo 2, localizado em uma das encostas presentes na Área Piloto 2, apresentou umidade higroscópica de 12,71% e massa específica de 2,73 g/cm³.

Pela análise granulométrica, foram obtidas as frações de 23% de areia, 55% de silte e 22% de argila, sendo classificado, portanto, como um silte areno-argiloso. A Figura 46 apresenta a curva granulométrica obtida através do ensaio.

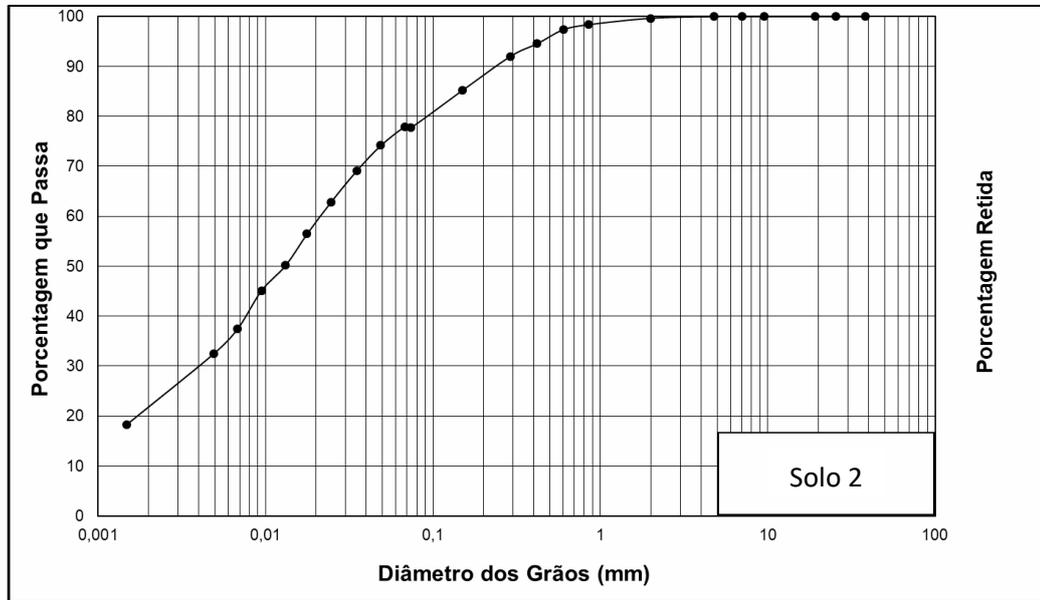


Figura 46: Curva granulométrica do Solo 2.

No que se refere aos ensaios inerentes ao cisalhamento direto, observa-se no solo 1 a presença de um intercepto coesivo de 18,9 kPa e ângulo de atrito de 14,8° (Figura 47).

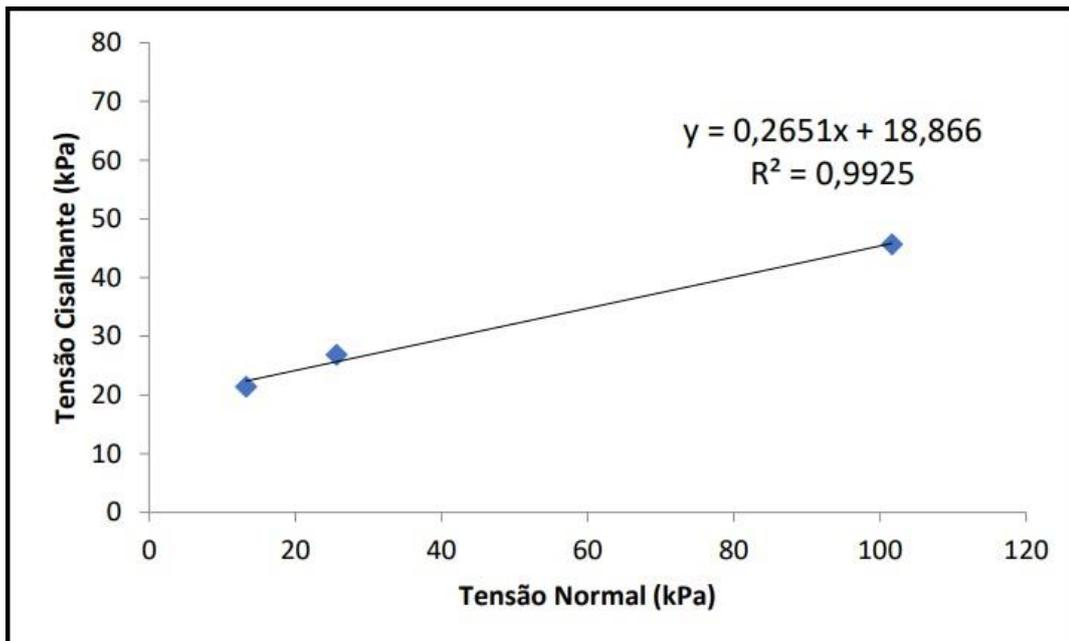


Figura 47: Envoltória de resistência do solo 1.

Já no solo 2, observa-se um intercepto coesivo de 18,2 kPa e um ângulo de atrito de 29,0° (Figura 48).

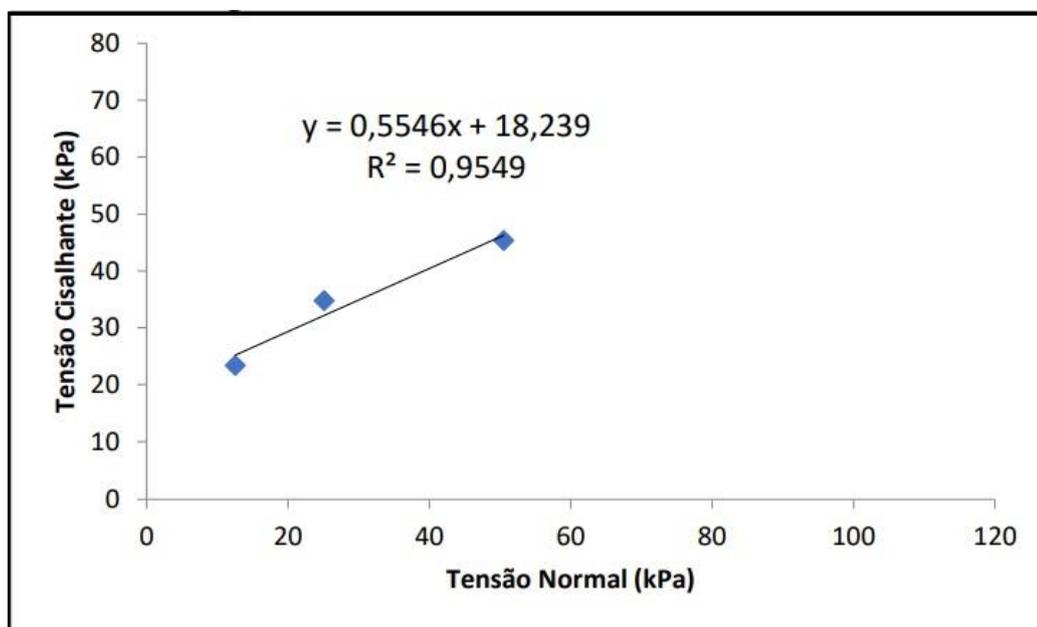


Figura 48: Envoltória de resistência do solo 2.

6.9 Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: avaliação e comparação entre os anos de 1983 e 2007 na Área Piloto 1

A figura 49 representa a carta de estabilidade de encostas elaborada para a área piloto selecionada e presente na encosta leste da BHCT, a qual foi desenvolvida a partir do resultado final gerado pelo modelo SINMAP para os anos de 1983 e 2007. A elaboração da carta baseou-se na metodologia desenvolvida por Pack *et al.* (1998), a qual atribui 6 classes de estabilidade (quadro 21), são elas: Áreas Estáveis, Áreas Moderadamente Estáveis, Áreas com Baixa Estabilidade, Áreas com Baixa Instabilidade, Áreas Moderadamente Instáveis e Áreas Instáveis. Ressalta-se que as três primeiras classes referem-se às áreas que possuem maior estabilidade dentro da bacia, enquanto que as três últimas classes correspondem às áreas que possuem maior instabilidade dentro da bacia, ou seja, que possuem maior probabilidade à ocorrência de escorregamentos.

Quadro 20: Classes de Estabilidade de encostas e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na área piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.

Classes	Área 1983 (km ²)	Área 1983 (%)	Área 2007 (km ²)	Área 2007 (%)
Áreas Estáveis	0,1681	53,45	0,1939	61,65
Áreas Moderadamente Estáveis	0,0436	13,86	0,0441	14,02
Áreas com Baixa Estabilidade	0,0533	16,95	0,0541	17,21
Somatório das Classes que possuem menor Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos	0,265	84,26	0,2921	92,97
Áreas com Baixa Instabilidade	0,0483	15,36	0,0192	6,11
Áreas Moderadamente Instáveis	0,0008	0,25	0,0031	0,98
Áreas Instáveis	0,0004	0,13	0,0001	0,03
Somatório das Classes que possuem maior Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos	0,0495	15,74	0,0224	7,03
Total Geral	0,3145	100	0,3145	100

Com base nos dados presentes no quadro 21, percebe-se que dos 0,3145 km² da área piloto avaliada no ano de 1983, 0,265 km² ou 84,26 %, apresentavam-se caracterizadas por um quadro marcado pela presença de áreas estáveis, moderadamente estáveis e áreas com baixa estabilidade, as quais abrangiam, respectivamente, deste valor total, 53,45%, 13,86% e 16,95%. Em contrapartida a este cenário, observa-se que os outros 0,0495 km², ou seja, 15,74% caracterizavam-se pela presença de áreas instáveis, moderadamente instáveis e áreas com baixa instabilidade, as quais representavam, respectivamente, 0,13%, 0,25% e 15,36%.

Destarte, no que se refere ao ano de 2007, nota-se para área supracitada que, dos 0,3145 km², 0,2921 km², ou 92,97% da área avaliada, encontravam-se diretamente correlacionadas à presença de áreas estáveis, moderadamente estáveis e áreas com baixa estabilidade, as quais ocupavam, respectivamente, 61,65%, 14,02% e 17,21%. Sendo assim, observa-se que os outros 0,0224 km² restantes, ou 7,03% da área estudada, caracterizavam-se pela presença de áreas instáveis, moderadamente instáveis e áreas com baixa instabilidade, as quais concebiam no ano supramencionado, respectivamente, 0,03%, 0,98% e 6,11%.

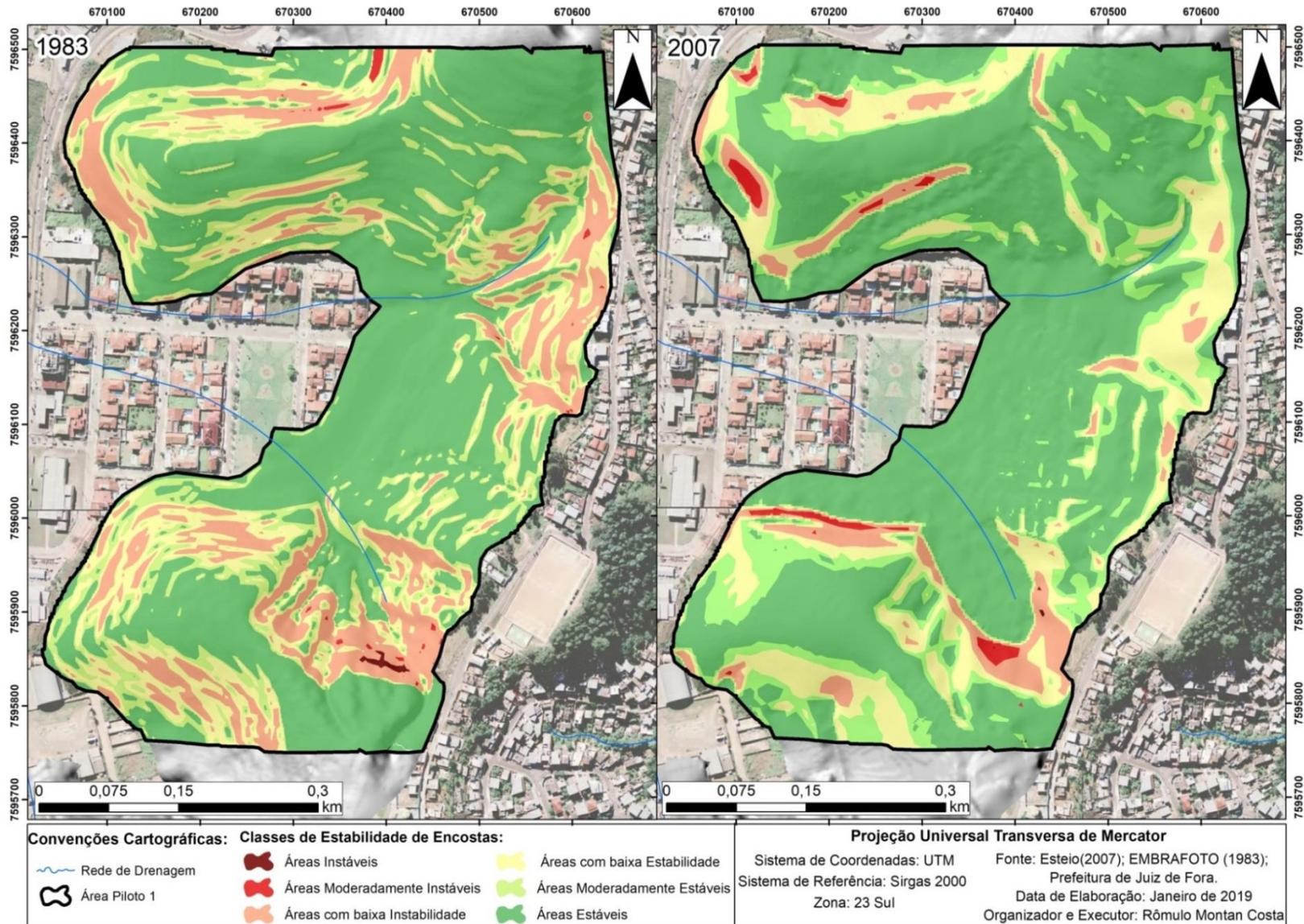


Figura 49: Classes de Estabilidade de Encostas presentes na Área Piloto 1, referente, aos anos de 1983 e 2007.

A partir da avaliação conjunta da figura 49 e dos dados contidos no quadro 21, fez-se possível notar, de uma forma geral, um aumento quantitativo nas classes que possuem maior estabilidade na área estudada e, por conseguinte, uma redução nas áreas que possuem maior instabilidade, ou seja, maior probabilidade à ocorrência de escorregamentos. Pode-se visualizar tal cenário, sobretudo, nas porções sudeste, leste e noroeste da área avaliada, onde verifica-se um intenso processo de alteração no relevo entre os anos de 1983 e 2007, o qual ocorreu, sobremaneira, em virtude do estabelecimento de formas de ocupação de caráter residencial ou comercial, elementos estes responsáveis pela inserção de mudanças significativas em sua morfologia e hidrologia.

Tais mudanças podem ser visualizadas, sobretudo, na hipsometria, orientação das vertentes e na declividade presente na Área Piloto 1 (AP1). No que se refere à hipsometria (Figura 50), nota-se, de forma conspícua, alterações no perfil do relevo, as quais foram levadas a efeito a partir dos processos de retificação e recuo expressivo da escarpa da vertente.

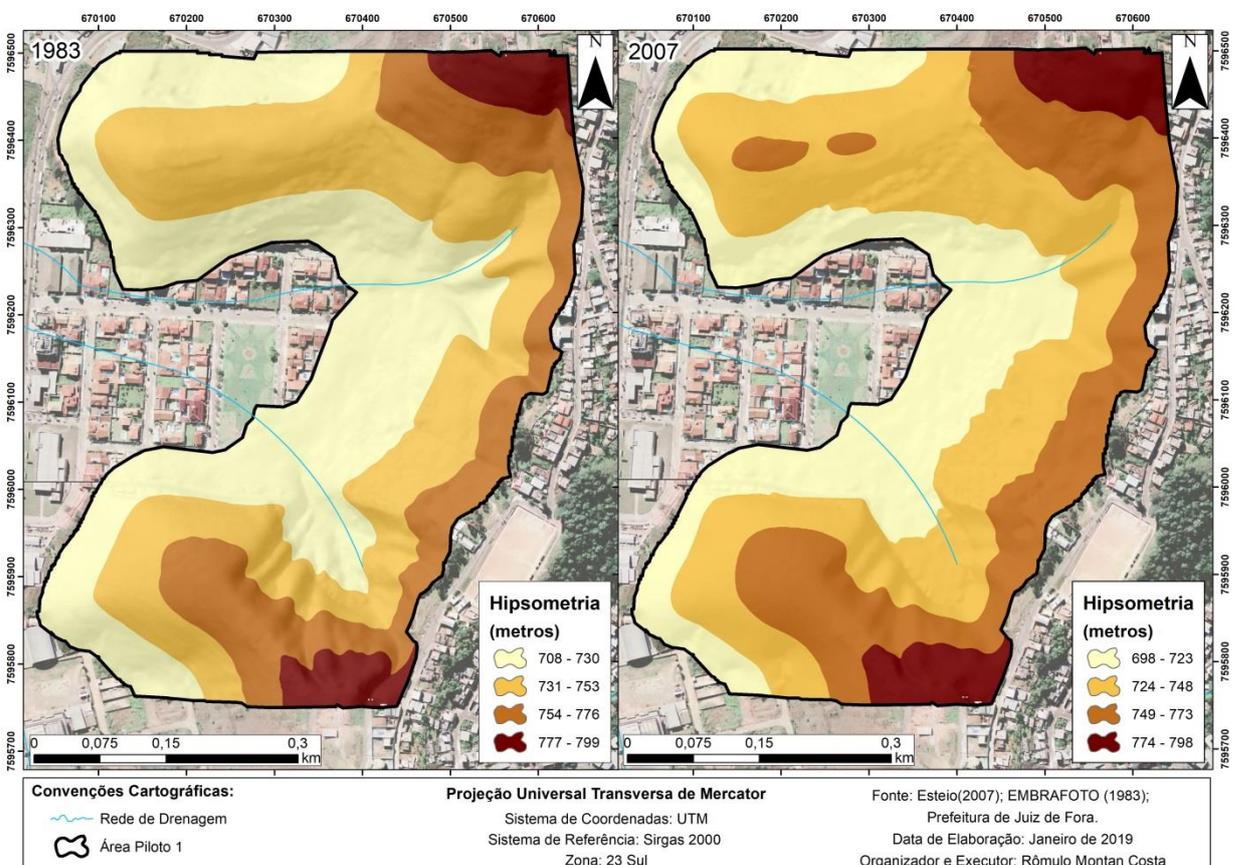


Figura 50: Hipsometria presente na Área Piloto 1, referente aos anos de 1983 e 2007.

Assim, verifica-se a partir da remoção e recuo de parte da encosta para inserção de vias e de loteamentos, a alteração do tipo genético de modelado ali presente, o qual, em vários setores da área estudada, deixou de ser de dissecação e passou a ser de acumulação. Pode-se verificar tal fato a partir da interpretação conjunta da figura 50 e dos dados contidos no quadro 22, nos quais faz-se possível perceber que houve, entre os anos de 1983 e 2007, uma redução na área de menor altitude presente na AP1, a qual passou de 708 metros para 698 metros, contribuindo assim, em algumas partes da encosta, para atenuação da declividade e, logo, para alteração na intensidade e direção do escoamento superficial e subsuperficial.

Quadro 21: Classes Hipsométricas e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na Área Piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.

Hipsometria-AP1 (1983)	Área km ²	Área (%)	Hipsometria-AP1 (2007)	Área km ²	Área (%)
708-730 metros	0,126	40,1	698-723 metros	0,094	29,9
731-753 metros	0,111	35,3	724-748 metros	0,121	38,5
754-776 metros	0,059	18,9	749-773 metros	0,077	24,5
777-799 metros	0,018	5,7	774-798 metros	0,022	7,1

A remoção do terço inferior das vertentes presentes em grande parte da área avaliada ocasionou, de forma menos expressiva, alterações na orientação das vertentes e, de forma mais significativa, redução das áreas que apresentavam declives mais acentuados, influenciando de forma direta na classificação do modelo Sinmap e, por conseguinte, na redução das áreas com maior instabilidade, haja vista que o fator declividade tem um peso significativo na calibração do modelo. Nesse cenário, a classe que mais chama atenção em termos de redução de área refere-se às Áreas com Baixa Instabilidade, a qual ocupava no ano de 1983 uma área de 0,0483 km² e, em 2007, passou a ocupar 0,0192 km².

Ao avaliarmos a figura 49, nota-se que a classe supracitada encontrava-se de forma mais bem distribuída ao longo da AP1, entretanto, as alterações provocadas pela ação antropogênica, ocasionou a substituição da mesma pelas classes de maior estabilidade e, propiciou o aumento em termos de área da classe referente às Áreas Moderadamente Instáveis a qual passou de 0,0008 km² em 1983 para 0,0031 km² em 2007. Ressalta-se ainda que, apesar da redução da classe referente às

Áreas com Baixa Instabilidade, a mesma passou a concentrar-se nas localidades onde verifica-se as maiores alterações propiciadas pela ação antropogênica, sobretudo, através de cortes no talude, os quais contribuem de forma direta para a modificação da dinâmica natural do terreno.

Alterações essas que podem ser constatadas, conforme já fora dito anteriormente, na orientação das vertentes e na declividade. A partir da interpretação da figura 51, observa-se, a partir das várias modificações ensejadas no relevo da AP1, pequenas alterações no que se refere à dinâmica do escoamento superficial ali presente. As áreas antes com predomínio de orientação sul, sudoeste e noroeste passam a ter, de forma mais significativa porções com orientação oeste no ano de 2007, a qual já se fazia presente de forma marcante no ano de 1983 e, pequenas porções com orientação norte e sudeste. Tais alterações, em consonância com a acentuada impermeabilização das vertentes, contribuem para alteração na direção e na intensidade do escoamento superficial e subsuperficial, fato que contribui de forma direta para à ocorrência de eventos como inundações e escorregamentos.

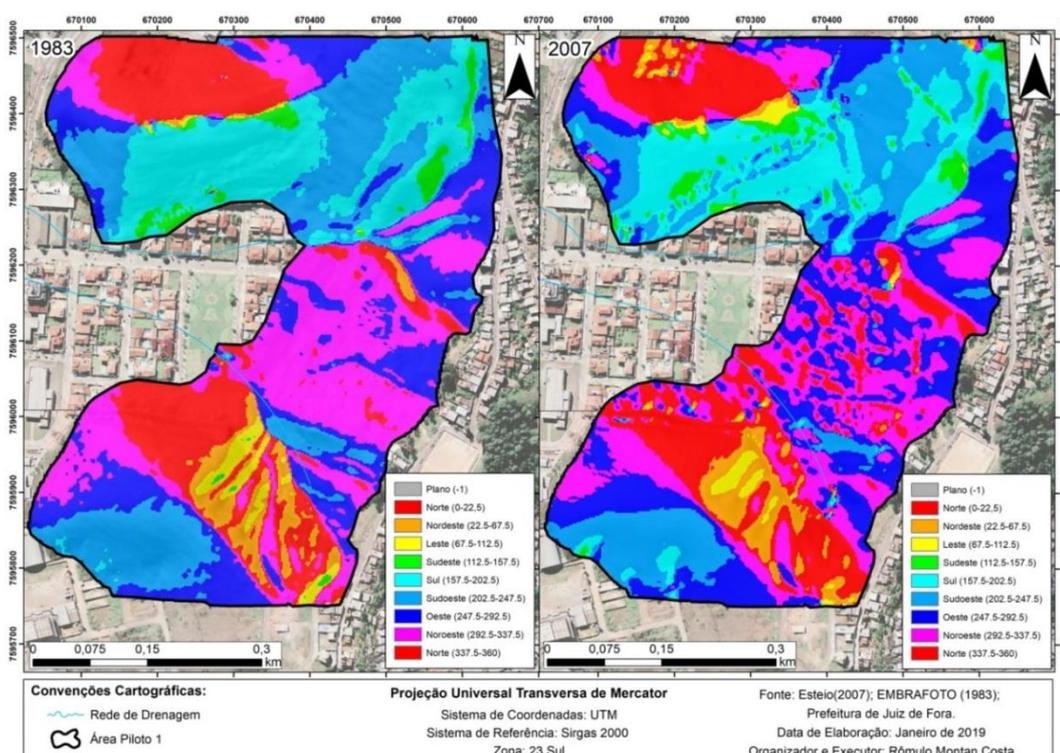


Figura 51: Orientação das Vertentes presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.

Com relação à declividade presente na AP1, nota-se entre os anos de 1983 e 2007, conforme pode-se visualizar no quadro 23 e na figura 52, um aumento

significativo das classes contidas nos intervalos de 0 a 6% e de 6 a 15% e, em contrapartida, uma redução nos intervalos que variam de 15 a 30%, 30 a 47% e, por fim, de 47 a 100%.

Quadro 22: Classes de Declividade e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na Área Piloto 1 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.

Declividade (%) - AP1 (1983)	Área km ²	Área (%)	Declividade (%) - AP1 (2007)	Área km ²	Área (%)
0-6	0,008	2,5	0-6	0,031	9,9
6-15	0,032	10,2	6-15	0,082	26,1
15-30	0,137	43,6	15 - 30	0,115	36,6
30-47	0,105	33,5	30-47	0,071	22,6
47-100	0,032	10,2	47-100	0,015	4,8

Doravante, observa-se, portanto, na AP1, um processo de evolução das superfícies planas, ou seja, de uma maneira geral, de suavização do relevo, sobretudo, nas localidades onde verifica-se a presença de diversas modificações provocadas pelo histórico e agressivo processo de ocupação presente na área estudada. Elemento este que, durante a aplicação do modelo Sinmap, contribuiu de forma direta para o aumento, entre os anos de 1983 e 2007, das classes que possuem maior estabilidade.

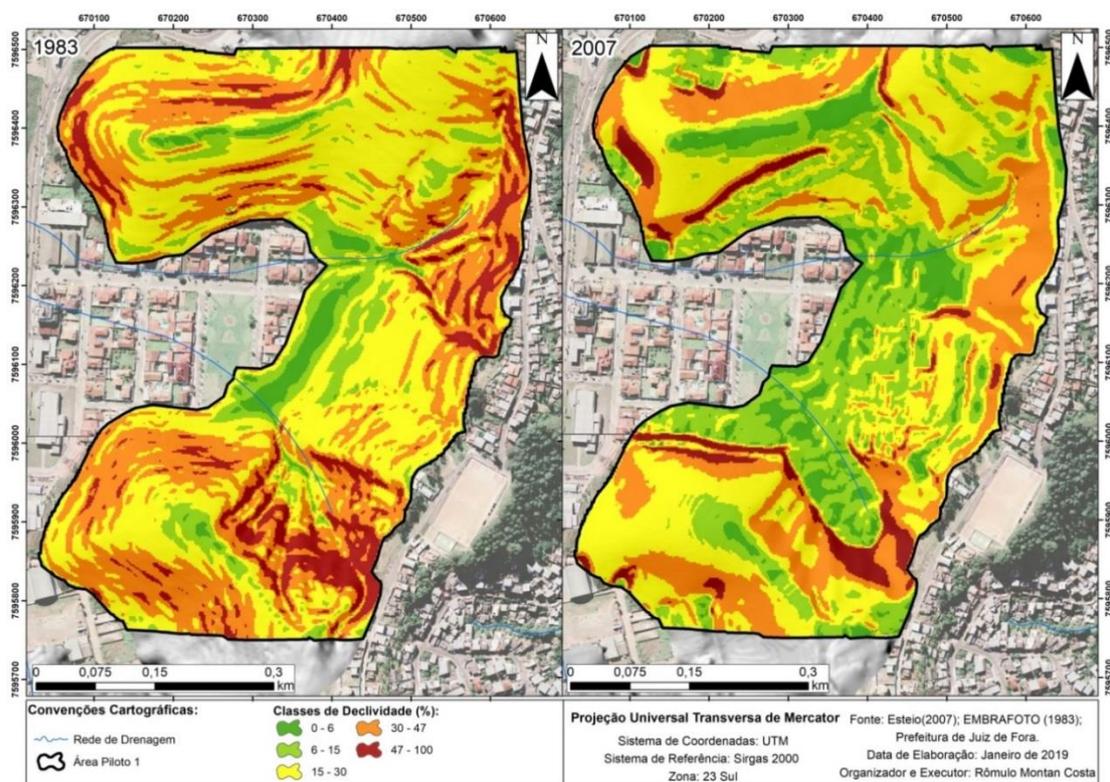


Figura 52: Classes de Declividade presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.

Em face ao exposto, e baseado nos resultados gerados pelo modelo Sinmap para os anos de 1983 e 2007, percebe-se, portanto, a existência de uma falsa percepção de segurança no que se refere à redução das áreas de maior instabilidade, ou seja, de maior probabilidade à ocorrência de escorregamentos na AP1.

Apesar do avanço em termos de área das classes de maior estabilidade e da redução das classes de maior instabilidade, faz-se necessário avaliar cada uma delas de forma independente. O que se verifica na AP1 é a retificação de parte dos topos e, sobretudo, conforme já fora dito anteriormente, do terço inferior das vertentes entre os anos de 1983 e 2007, elementos estes que ocasionaram o aumento em termos quantitativos das áreas de menor probabilidade à ocorrência de escorregamentos.

Em contrapartida, quando avaliamos cada classe de forma separada, faz-se possível perceber nas encostas adjacentes a essas áreas onde ocorreram os processos de retificação e remoção do relevo para a abertura de vias e de loteamentos para a inserção de áreas edificadas, a partir de cortes nos taludes com ausência ou deficiência de proteção superficial ou drenagem, ou seja, nessas localidades onde as estruturas urbanas não se encontram totalmente implantadas, que tais fatores ocasionaram o estabelecimento de degraus no relevo e o aumento da inclinação do talude, deixando tais áreas mais propensas à elevação das tensões cisalhantes, principalmente pelo aumento da concentração do escoamento superficial, podendo assim, levar o solo a romper-se.

Verifica-se, portanto, apesar do aumento em termos de áreas das classes que possuem menor probabilidade à ocorrência de escorregamentos que, na prática, constata-se entre os anos de 1983 e 2007, uma maior concentração das áreas que possuem maior probabilidade a ocorrência de escorregamentos nessas áreas ao entorno de onde verifica-se elementos da ação antropogênica, os quais modificaram sobremaneira a dinâmica natural da área em estudo, ocasionando em um primeiro momento uma falsa percepção de segurança, haja vista que as áreas instáveis, na verdade, continuam ali presentes e agora sobre a influência direta dos vários elementos provenientes das ocupações, os quais não conseguem serem abarcados pelos modelos de base física.

6.10 Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos: avaliação e comparação entre os anos de 1983 e 2007 na Área Piloto 2

Mantendo a estrutura estabelecida para o item 6.8, elaborou-se uma carta de estabilidade de encostas (Figura 53) para a Área Piloto 2 (AP2), a qual encontra-se presente na encosta norte da BHCT. A elaboração da carta supracitada baseou-se também na metodologia desenvolvida por Pack *et al.* (1998), a qual atribui 6 classes de estabilidade (quadro 24), são elas: Áreas Estáveis, Áreas Moderadamente Estáveis, Áreas com Baixa Estabilidade, Áreas com Baixa Instabilidade, Áreas Moderadamente Instáveis e Áreas Instáveis. Estando as três primeiras classes caracterizadas pelas áreas que possuem maior estabilidade dentro da bacia e, as três últimas classes, pelas áreas que possuem maior instabilidade dentro da área avaliada, ou seja, que possuem maior probabilidade à ocorrência de escorregamentos.

Quadro 23: Classes de Estabilidade de encostas e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na área piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.

Classes	Área 1983 (km ²)	Área 1983 (%)	Área 2007 (km ²)	Área 2007 (%)
Áreas Estáveis	0,099	52,38	0,091	48,15
Áreas Moderadamente Estáveis	0,031	16,4	0,038	20,11
Áreas com Baixa Estabilidade	0,046	24,34	0,047	24,86
Somatório das Classes que possuem menor Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos	0,176	93,12	0,176	93,12
Áreas com Baixa Instabilidade	0,013	6,88	0,013	6,88
Áreas Moderadamente Instáveis	0	0	0	0
Áreas Instáveis	0	0	0	0
Somatório das Classes que possuem maior Probabilidade à Ocorrência de Escorregamentos	0,013	6,88	0,013	6,88
Total Geral	0,189	100	0,189	100

Com base nos dados que encontram-se presentes no quadro 24, percebe-se que dos 0,189 km² presentes na AP2 no ano de 1983, 0,176 km² ou 93,12 %, apresentavam-se caracterizados pela presença de um quadro marcado pela presença de áreas estáveis, moderadamente estáveis e áreas com baixa estabilidade, as quais abrangiam, respectivamente, deste valor total, 52,38%, 16,4% e 24,34%. Em contrapartida a este cenário, observa-se que os outros 0,013 km², ou

seja, 6,88% restringiam-se a presença de áreas com baixa instabilidade, haja vista que, as áreas instáveis e moderadamente instáveis não se fizeram presentes nos resultados gerados pelo modelo SINMAP.

Doravante, ressalta-se que o cenário ilustrado anteriormente manteve-se para o ano de 2007. No referido ano, as áreas que possuíam maior estabilidade também ocupavam uma área de 0,176 km², ou seja, 93,12% da AP2, diferenciando-se do ano de 1983 somente quando avaliamos de forma individual as classes de probabilidade à ocorrência de escorregamentos, uma vez que, as áreas estáveis, moderadamente estáveis e as áreas com baixa estabilidade ocupavam, respectivamente, 0,091 km² (ou 48,15%), 0,038 km² (ou 20,11%) e 0,047 km² (ou 24,86%) da área total avaliada.

Com relação às áreas de maior instabilidade, cabe destacar que, assim como no ano de 1983, apenas a classe referente às áreas com baixa instabilidade se fez presente, a qual ocupava também uma área de 0,013 km², ou seja, 6,88% da AP2.

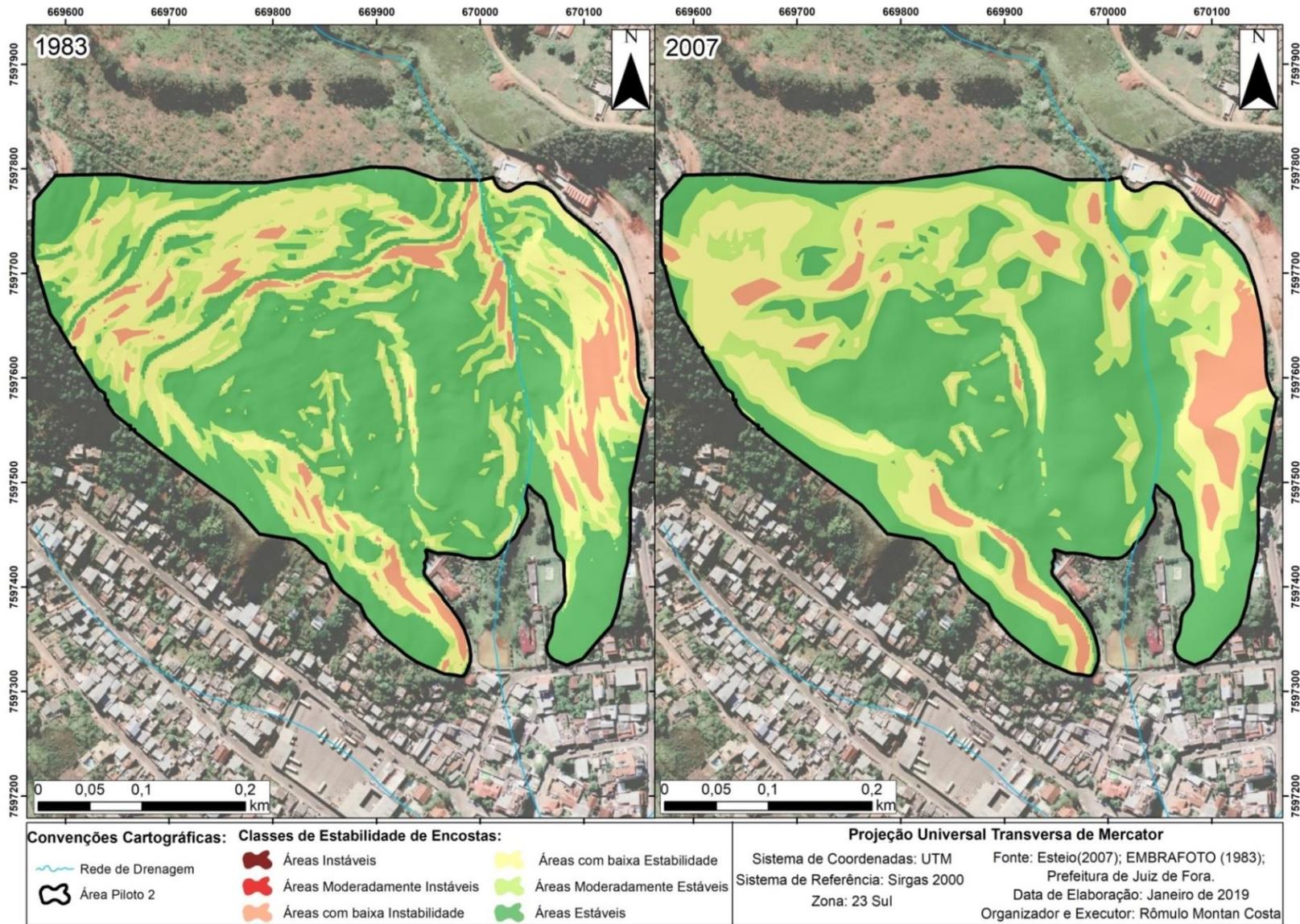


Figura 53: Classes de Estabilidade de Encostas presentes na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.

Diferentemente do que se verifica na AP1, onde observa-se um alto grau de intervenção do homem na alteração do relevo, nota-se na AP2 um grau de intervenção que varia de baixo a moderado, fato este que faz-se visível ao compararmos os atributos referentes a hipsometria, orientação das vertentes e ao declividade para os anos de 1983 e 2007. Nesse sentido, acredita-se que tal fato encontra-se diretamente correlacionado a equidade dos resultados gerados pelo modelo Sinmap, no que se refere às áreas que possuem maiores e menores probabilidades à ocorrência de escorregamentos para os anos supracitados.

Nota-se, a partir da interpretação dos dados contidos no quadro 25 e na figura 54 para os dois períodos estudados que, aparentemente, o relevo presente na AP2 não sofreu grandes alterações.

Quadro 24: Classes Hipsométricas e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na Área Piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2019.

Hipsometria-AP2 (1983)	Área km ²	Área (%)	Hipsometria-AP2 (2007)	Área km ²	Área (%)
714-756 metros	0,081	42,9	709-753 metros	0,078	41,3
757-798 metros	0,069	36,4	754-796 metros	0,071	37,6
799-840 metros	0,027	14,3	797-840 metros	0,029	15,3
841-883 metros	0,012	6,4	841-884 metros	0,011	5,8

Diferentemente da AP1, onde observa-se a inserção de modificações decorrentes de uma sucessão de intervenções urbanísticas, apresentando como característica principal a remoção da cobertura vegetal, cortes e aterros indiscriminados, aplainamentos, ocupação em áreas de drenagens naturais e, conseqüentemente, pela inserção de um processo de impermeabilização extensiva ao longo de praticamente toda sua extensão territorial, nota-se na AP2, entre os anos de 1983 e 2007, que as intervenções supracitadas não foram levadas a efeito na área estudada. Fato este que, certamente, contribuiu para a manutenção da dinâmica presente no relevo ao longo desse hiato temporal de 24 anos, bem como para a equidade do resultado gerado pelo modelo Sinmap, no que tange às áreas que possuem maiores e menores probabilidades a ocorrência de escorregamentos.

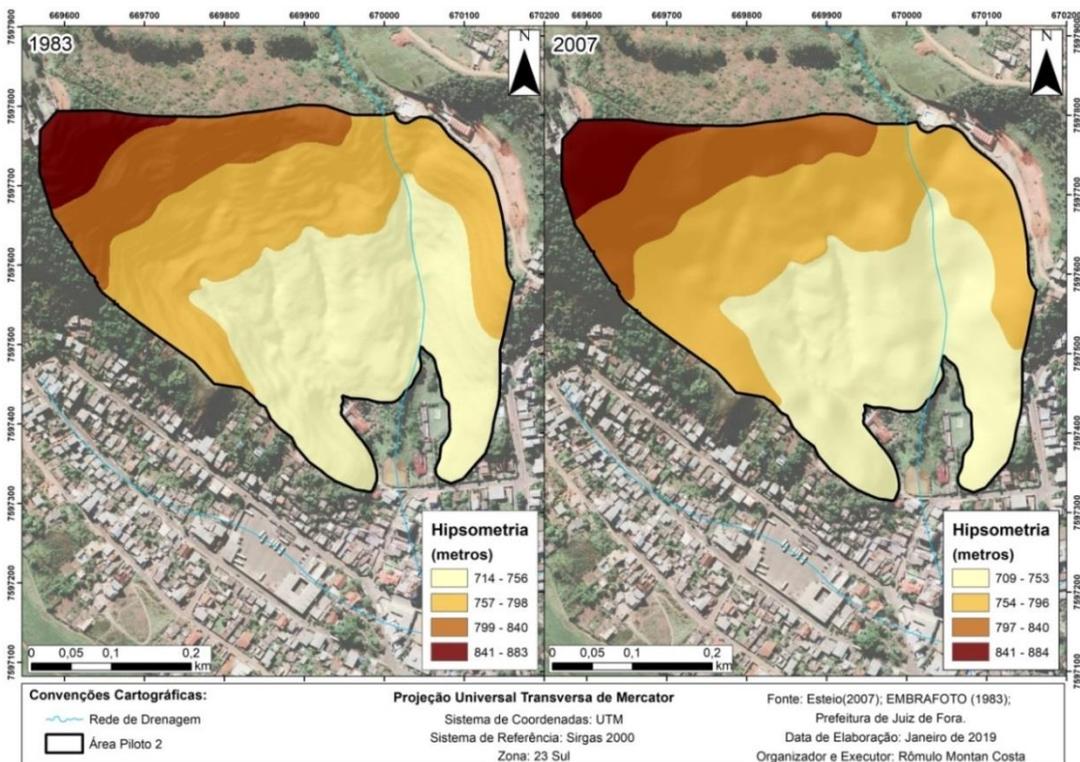


Figura 54: Hipsometria presente na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.

Tal cenário, caracterizado pela equidade em termos de características do relevo tanto para o ano de 1983 quanto para o ano de 2007, faz-se presente também no atributo referente à orientação das vertentes (Figura 55).

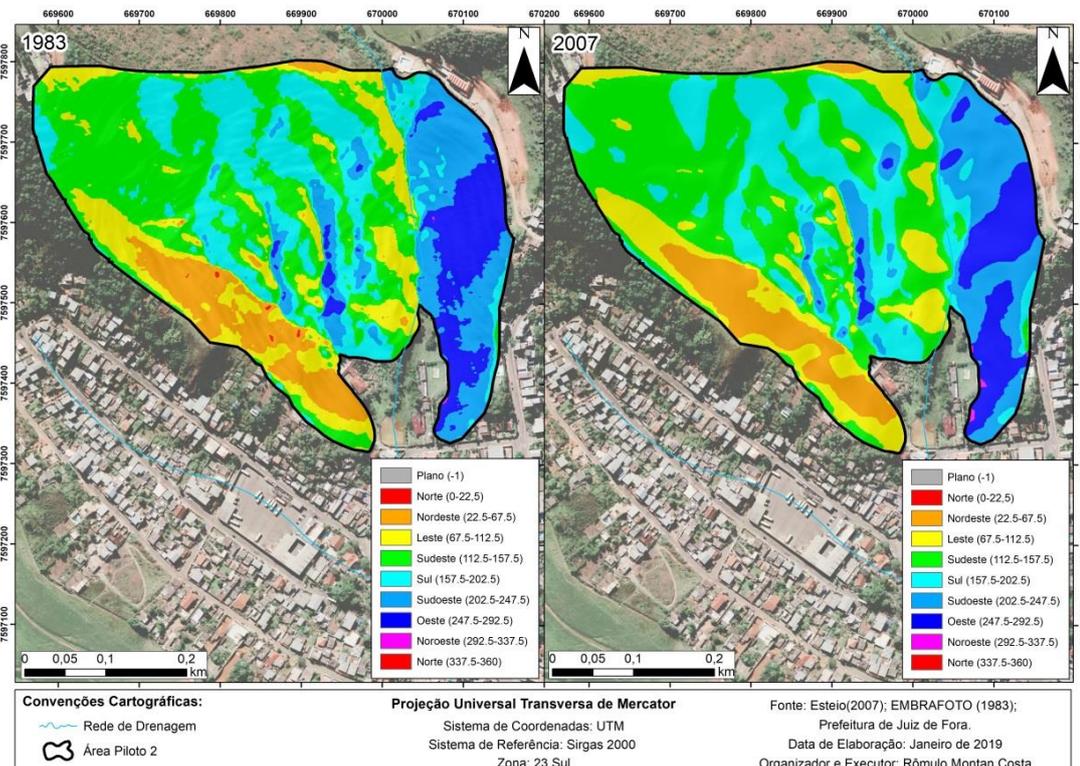


Figura 55: Orientação das Vertentes presente na Área Piloto 2 referente aos anos de 1983 e 2007.

Observa-se de uma forma geral, a partir da interpretação da figura 55, o predomínio tanto para o ano de 1983, quanto para o ano de 2007, das orientações leste, sudeste, sul e sudoeste, as quais evidenciam para os anos supramencionados, a direção do escoamento superficial e subsuperficial. Ressalta-se ainda, que orientações supracitadas, mantiveram-se espacializadas, sobremaneira, do ano de 1983 para 2007, nas mesmas localidades, fato este que evidencia ainda mais a manutenção das características presentes no relevo.

Com relação à declividade presente na AP2, nota-se, também, uma equidade no que se refere às informações geradas tanto para o ano de 1983, quanto para o ano de 2007, conforme pode-se visualizar no quadro 26 e na figura 56.

Quadro 25: Classes de Declividade e suas respectivas áreas de abrangência (km² e %) presentes na Área Piloto 2 para os anos de 1983 e 2007. Fonte: do autor, 2018.

Declividade (%)- AP2 (1983)	Área km ²	Área (%)	Declividade (%)- AP2 (2007)	Área km ²	Área (%)
0-6	0,001	0,5	0-6	0,002	1,1
6-15	0,011	5,8	6-15	0,014	7,4
15-30	0,038	20,1	15-30	0,036	19
30-47	0,058	30,7	30-47	0,054	28,6
47-100	0,081	42,9	47-100	0,083	43,9

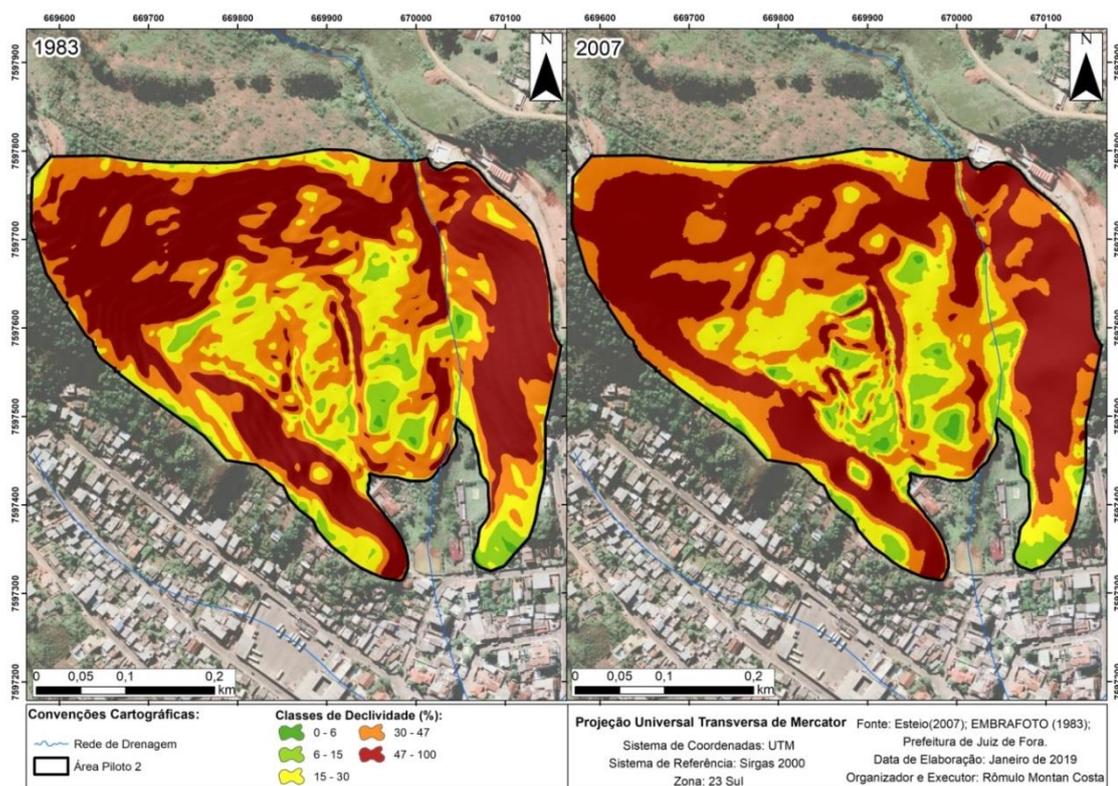


Figura 56: Classes de Declividade presente na Área Piloto 1 referente aos anos de 1983 e 2007.

Destarte, conforme pode-se visualizar no quadro 26 e na figura 56, nota-se, de uma forma geral, um pequeno aumento nas classes contidas nos intervalos de 0 a 6%, 6 a 15% e de 47 a 100% e, em contrapartida, observa-se uma pequena redução nos intervalos que variam de 15 a 30% e de 30 a 47%. Destaca-se, que o aumento e a redução das classes de declividade supracitadas, encontram-se de forma pontual, vinculadas ao processo de retificação do relevo, sobretudo, em alguns pontos da média para baixa vertente, processo esse, levado a efeito para a inserção de algumas edificações.

Imerso nesse contexto, e levando em consideração a equidade existente entre os dados obtidos para a AP2 tanto para os atributos referentes à hipsometria, orientação das vertentes e declividade, bem como para os resultados gerados pelo modelo SINMAP para os anos de 1983 e 2007, faz-se perceptível a importância da ação antropogênica no que tange as alterações que as mesmas provocam na dinâmica natural do relevo e, por conseguinte, na influência que a mesma possui sobre os resultados gerados pelos modelos de predição à ocorrência de escorregamentos, no caso específico da presente pesquisa, no modelo SINMAP.

6.11 Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes nas Áreas Piloto 1 e 2.

Neste tópico apresentar-se-á, de maneira ampla, as cartas de risco à ocorrência de escorregamentos para os anos de 1983 e 2007, além da quantificação dos percentuais e das áreas de cada classe de risco presente, buscando assim traçar a evolução temporal do risco presente na BHCT. Acredita-se que o zoneamento das áreas que possuem menores e maiores riscos à ocorrência de escorregamentos podem subsidiar na proposição de estratégias voltadas à contenção e minimização do potencial de dano na BHCT, uma vez que identificam-se nas encostas e nos sopés ao longo de toda sua extensão territorial a presença de edificações caracterizadas por um processo de ocupação desordenado e agressivo, resultando em uma maior exposição destas localidades aos acidentes urbanos que, diuturnamente, vitimam a população e causam danos à economia das cidades.

6.10.1 Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 em 1983

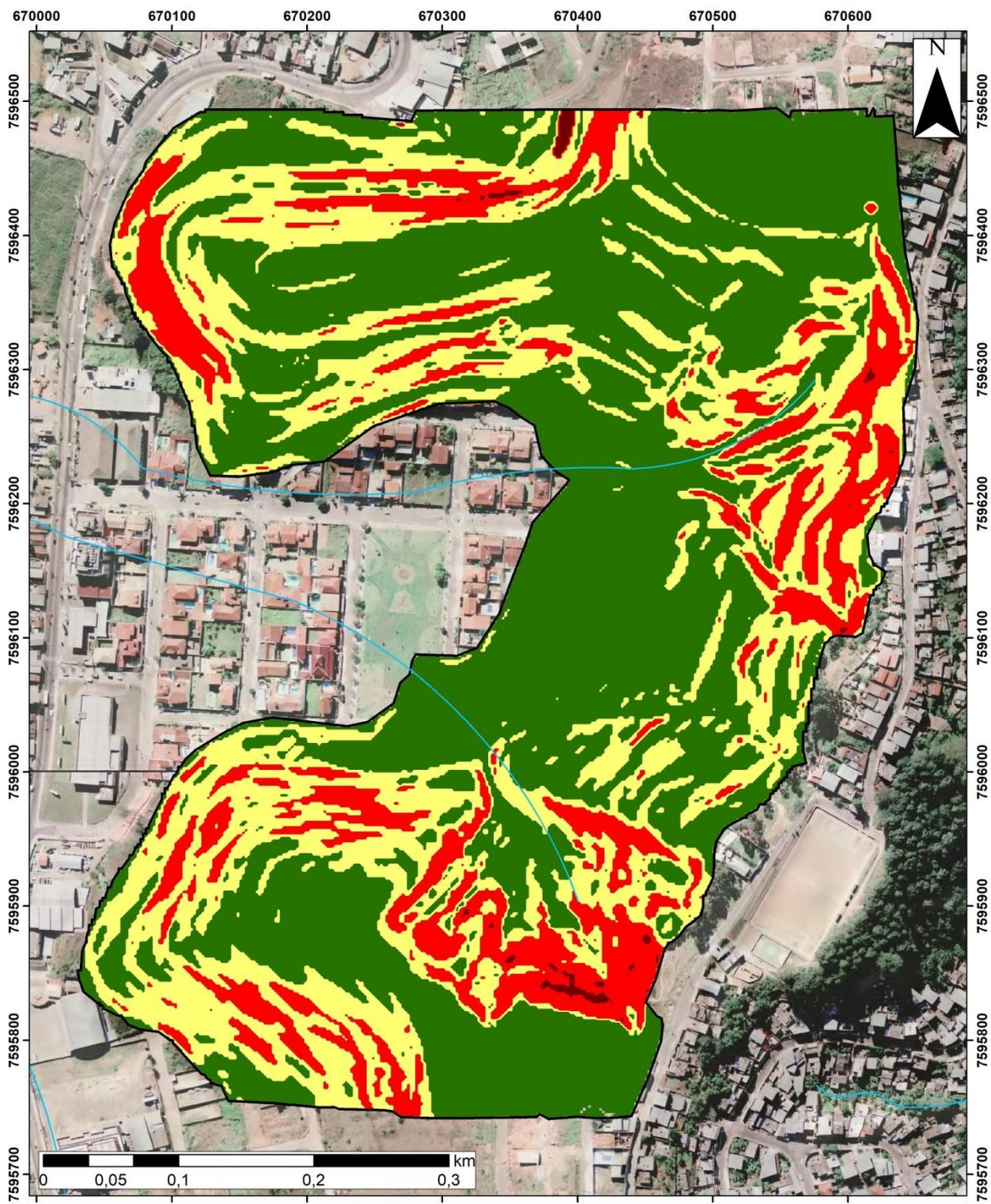
Percebe-se, a partir da visualização da figura 57 e da avaliação dos dados presentes no quadro 27, o predomínio, no ano de 1983, das áreas que possuem baixo risco, as quais ocupavam 0,167km², ou seja, 53,1 % da área total da AP1. As demais áreas, referentes às classes de médio, alto e muito alto risco presentes no ano supracitado, ocupavam, respectivamente, 0,096km² (ou 30,5%), 0,048 km² (ou 15,3%) e 0,003 km² (ou 1,1%). Observa-se, portanto, que áreas de alto e muito alto risco, abrangiam no ano de 1983 0,051 km², ou seja, 16,4 % da área total em estudo, evidenciando assim, já naquele ano, um percentual significativo de áreas que possuíam maior risco à ocorrência de escorregamentos.

Quadro 26: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983.

Classes de Risco 1983	Área (km²)	Área (%)
Baixo	0,167	53,1
Médio	0,096	30,5
Alto	0,048	15,3
Muito Alto	0,003	1,1
Total	0,314	100

Ao avaliarmos de forma conjunta os dados provenientes do quadro 27 e da figura 57, faz-se possível notar que as classes de risco muito alto, alto e médio se concentravam, principalmente, nas áreas de encostas presentes na AP1. Todas essas áreas mencionadas anteriormente possuíam como ponto em comum estarem vinculadas, ao associarmos a carta de uso, ocupação e cobertura da terra referente ao ano de 1983 com a carta de estabilidade de encostas, respectivamente, à presença das classes de Solo Exposto e Gramíneas, as quais encontravam-se de forma predominante na AP1, bem como com as classes de probabilidade referente às Áreas com Baixa Instabilidade, Áreas Moderadamente Instáveis e Áreas Instáveis.

Ressalta-se nas localidades supracitadas, o predomínio de declives superiores a 30% e, por conseguinte, a presença de um acelerado processo de evolução das encostas por processos erosivos e de movimentação de material inconsolidado, além de um aumento dos fluxos referentes ao escoamento superficial, o que valida, sobremaneira, as classes de risco alto e muito alto, haja vista que tais fatores se constituem como predisponentes à ocorrência de escorregamentos.



Convenções Cartográficas:

-  Rede de Drenagem
-  Área Piloto 1

Classes de Risco (1983):

-  Baixo
-  Médio
-  Alto
-  Muito Alto

Projeção Universal Transversa de Mercator

Sistema de Coordenadas: UTM
 Sistema de Referência: Sirgas 2000
 Zona: 23 Sul

Fonte: Esteio(2007); EMBRAFOTO (1983);
 Prefeitura de Juiz de Fora.
 Data de Elaboração: Janeiro de 2019
 Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa

Figura 57: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 no ano de 1983.

Apreende-se, portanto, a partir da interpretação dos dados contidos no quadro 27 e da figura 55 que o predomínio das classes de risco baixo e médio justificam-se, uma vez que tais áreas encontram-se presentes nas porções mais estáveis da AP1, conforme pode-se visualizar na figura 49, bem como encontram-se sobre a influência de formas de uso, ocupação e cobertura da terra em associação com a presença de morfologias mais suavizadas, onde predominam declives inferiores a 30% (Figura 52), fatores estes que tendem a não oferecer riscos à ocorrência de escorregamentos e, por conseguinte, a perdas de vida humanas e/ou econômicas.

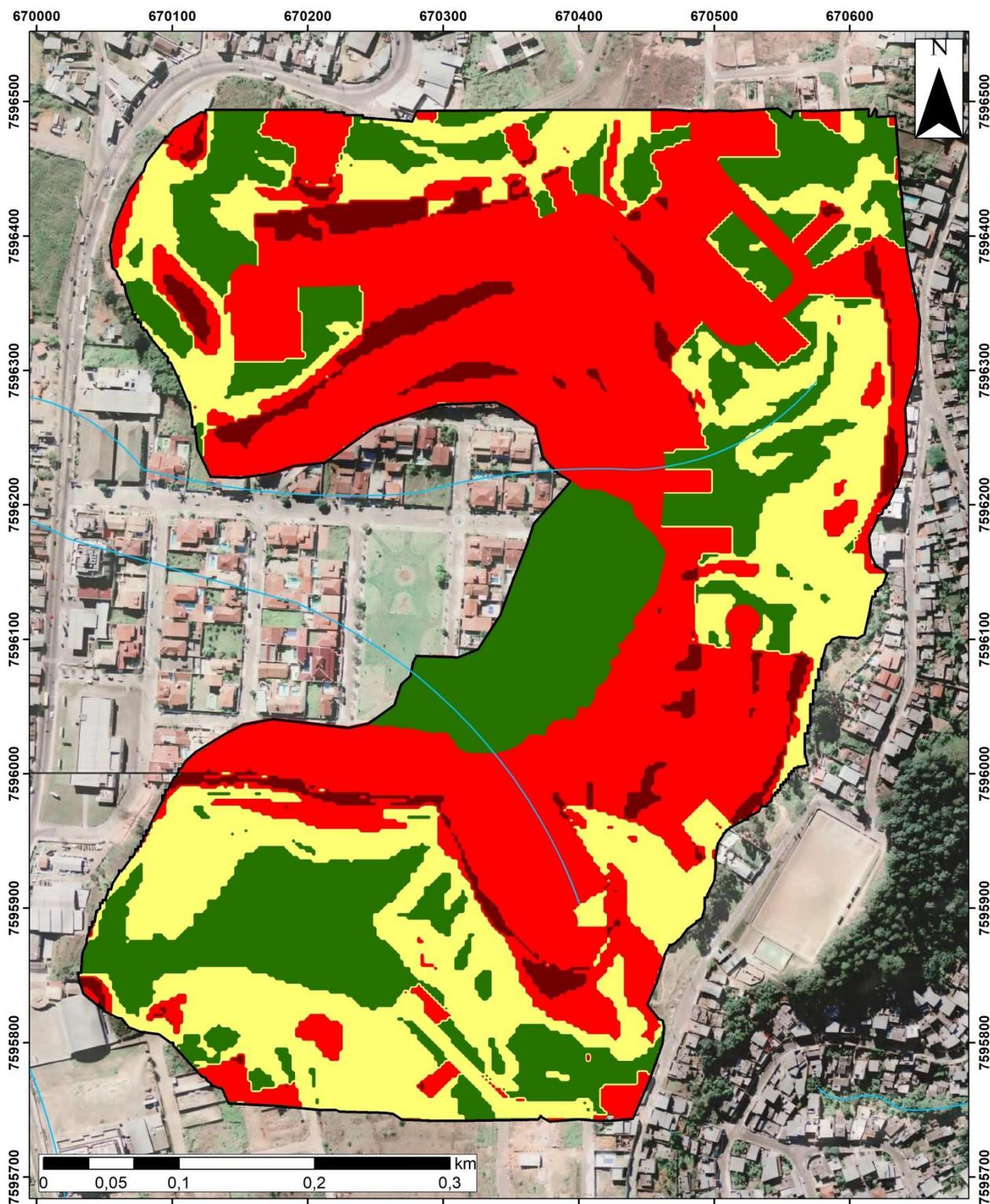
6.10.2 Áreas de Risco em 2007 na Área Piloto 1

Os dados do quadro 28, obtidos através da elaboração da carta de risco para o ano de 2007 (Figura 58), permitem observar uma redução de 0,086 km² e 0,028 km², respectivamente, para áreas que possuem baixo e médio risco à ocorrência de escorregamentos, as quais passam a englobar, ainda de forma absoluta, no ano supracitado, uma área de 0,081 km² (ou 25,9 % da área total da AP1) e 0,068 km² (ou 21,6% da área total da AP1). Em contrapartida, nota-se um aumento para as demais áreas referentes às classes de risco alto e muito alto, as quais passam a ocupar, respectivamente, 0,147 km² (ou 46,8%), e 0,018 km² (5,7%), evidenciando assim um aumento expressivo nas classes de risco alto e muito alto, as quais passam a somar no ano de 2007, 0,165 km², ou seja, 52,5% da área total da AP1.

Quadro 27: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 2007.

Classes de Risco 2007	Área (km²)	Área (%)
Baixo	0,081	25,9
Médio	0,068	21,6
Alto	0,147	46,8
Muito Alto	0,018	5,7
Total	0,314	100

Nota-se ainda no ano de 2007, conforme ilustrado no quadro 28, a presença ainda marcante das áreas classificadas com risco baixo, as quais mantiveram-se, ainda que com uma redução em sua área de abrangência, predominantemente concentradas nas porções mais estáveis da AP1, onde observa-se o predomínio classes de uso, ocupação e cobertura da terra referente à presença, sobretudo, de Gramíneas e em menos proporção de Capoeiras e de Áreas Edificadas.



Convenções Cartográficas:

-  Rede de Drenagem
-  Área Piloto 1

Classes de Risco (2007):

 Baixo	 Alto
 Médio	 Muito Alto

Projeção Universal Transversa de Mercator

Sistema de Coordenadas: UTM
 Sistema de Referência: Sirgas 2000
 Zona: 23 Sul

Fonte: Esteio(2007); EMBRAFOTO (1983);
 Prefeitura de Juiz de Fora.
 Data de Elaboração: Janeiro de 2019
 Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa

Figura 58: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 no ano de 2007.

A redução da referida classe encontra-se associada, principalmente, à substituição das áreas de solo exposto presentes no ano de 1983 pelas áreas de Gramíneas e, principalmente, pelo avanço expressivo das Áreas Edificadas por toda extensão territorial da AP1, inclusive, sobre as encostas ali presentes, as quais contribuíram, sobremaneira, para o aumento das classes de risco alto e muito alto.

Em relação às áreas de risco médio, faz-se perceptível uma pequena redução nas mesmas entre os anos de 1983 e 2007. Apresentando, conforme avaliação conjunta dos quadros 27 e 28, uma redução de 0,028 km², ou seja, a mesma passou a ocupar, no ano de 2007, uma área de 0,068 km² (ou 21,6%), no que se refere à área total da AP1. Tal redução, conforme já fora mencionado para área de baixo risco, possui também relação direta com o aumento das classes de risco alto e muito alto. Observa-se uma relação intrínseca entre essas áreas de risco médio e a presença das classes de uso, ocupação e cobertura da terra referente à presença de áreas de Gramíneas e Capoeiras e, no que se refere à carta de estabilidade de encostas (Figura 49), a classe referente às áreas com baixa estabilidade.

No que diz respeito às classes de risco Alto e Muito Alto, percebe-se que o aumento das mesmas encontra-se condicionado, sobretudo, aos processos de expansão e consolidação urbana presentes na AP1. Observa-se entre os anos de 1983 e 2007, um avanço expressivo das áreas edificadas a princípio, sobre as áreas de morfologias mais suavizadas e, a posteriori, após adensamento dessas localidades, tem-se o desenvolvimento de um processo de expansão urbana direcionado sobre as áreas de encostas mais íngremes, onde predominam a presença de declives superiores a 30% e, conforme a classificação do modelo SINMAP para o ano de 2007, áreas com baixa instabilidade, moderadamente instáveis e instáveis.

Em face ao exposto, verifica-se, portanto, que o avanço expressivo das áreas edificadas sobre as áreas de encostas, muitas das vezes, de forma mal planejada, ocasiona profundas alterações na dinâmica local, alterando o fluxo inerente às águas superficiais e subsuperficiais, o que valida, sobremaneira, a presença e o aumento dessas classes de risco alto e muito alto, ou seja, tem-se como fator determinante para o aumento do risco à ação antropogênica.

A partir da conjuntura apresentada, percebe-se na AP1 a presença de um aumento expressivo e progressivo das áreas que possuem iminente risco. Os

problemas presentes na AP1 possuem raízes históricas que intensificaram-se, sobretudo, a partir da década de 1980, momento este em que as ocupações direcionadas rumo às áreas de encostas começavam a progredir de maneira intensa. A ineficácia dos setores destinados a coibir tais ações contribuiu para a construção do atual cenário, o qual se replica, sobremaneira, na BHCT, onde verifica-se um processo de expansão urbana desordenado e, em alguns casos, às margens do que é imposto pela legislação de parcelamento e uso do solo.

Sobre a compreensão da evolução temporal das áreas que possuem risco à ocorrência de escorregamentos, é possível observar uma evolução marcante e acentuada entre os dois períodos estudados. A presença de características desfavoráveis do ponto de vista morfológico e geotécnico, associadas à ação antropogênica levadas a efeito nessas localidades, induziram e continuam a induzir variados eventos de escorregamentos e processos correlatos, o que afeta de forma direta as infraestruturas locais e as comunidades que encontram-se situadas, sobretudo, ao longo das encostas presentes ao longo de toda a extensão territorial da AP1, bem como da BHCT.

A figura 59 apresenta os dois momentos referentes à evolução temporal do risco na AP1. Através dos mapeamentos realizados, pode-se concluir que entre os anos de 1983 e 2007 houve uma redução nas áreas de abrangência das classes caracterizadas pela presença de baixo e médio risco, as quais passaram, respectivamente, de 0,167km² (53,1%) e 0,096 km² (30,5%) no ano de 1983, para 0,081 km² (25,9%) e 0,068 km² (21,6%) no ano de 2007. Em contrapartida, tem-se no mesmo período, um aumento expressivo das áreas de risco alto e muito alto, haja vista que ocupavam no ano de 1983, respectivamente, uma área de 0,048 km² (15,3%) e 0,003 km² (1,1%), passando a abranger no ano de 2007 uma área de 0,147 km² (46,8%) e 0,018 km² (5,7%).

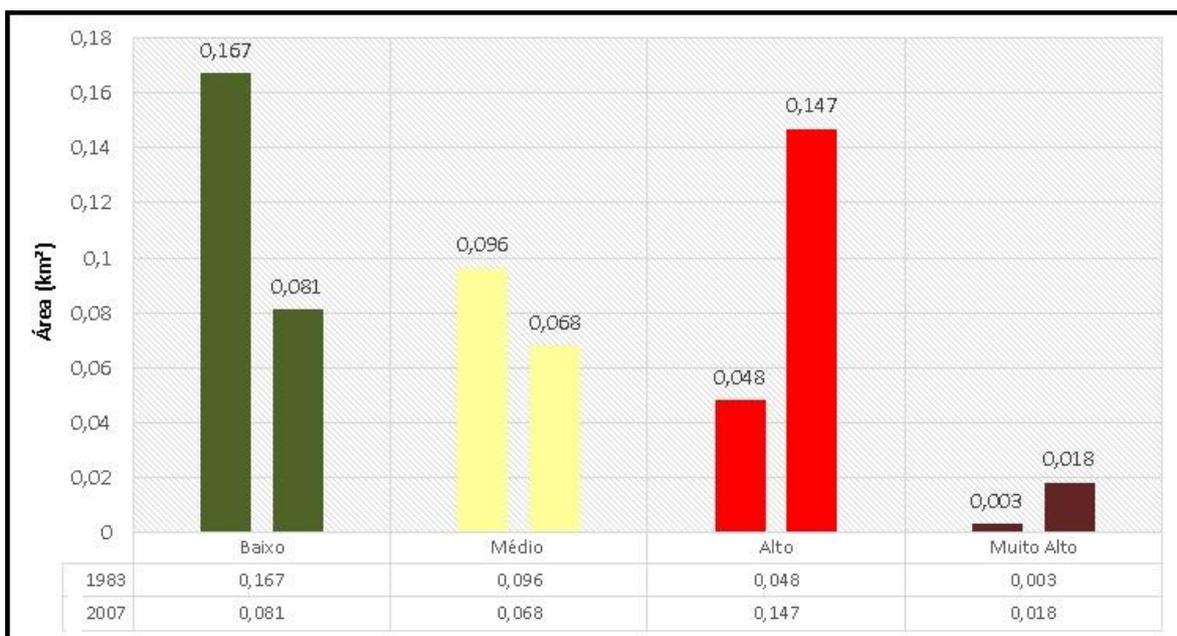


Figura 59: Gráfico referente à Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes na AP1 nos anos de 1983 e 2007.

6.10.3 Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 em 1983

O resultado do mapeamento (Figura 60) e os dados obtidos (quadro 29) evidenciam que em 1983, na AP2, as áreas classificadas com médio e baixo risco encontravam-se presentes de forma expressiva predominantes, as quais ocupavam, respectivamente, uma área de 0,102 km², (ou 53,9 %) e 0,041 km² (ou 21,7). Em relação às áreas de alto e muito alto risco nota-se, no ano supracitado, que as mesmas ocupavam uma área de 0,043 km² e 0,003 km², ou seja, se somadas, 24,4% da área total da AP2, um percentual significativo para o período avaliado.

Quadro 28: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983.

Classes de Risco 1983	Área (km ²)	Área (%)
Baixo	0,041	21,7
Médio	0,102	53,9
Alto	0,043	22,8
Muito Alto	0,003	1,6
Total	0,189	100

As áreas classificadas com Baixo e Médio risco, assim como fora colocado anteriormente, apresentam-se de forma marcante na AP2, se somadas, ocupam 76,6% da área total avaliada. As referidas classes de risco encontram-se vinculadas,

sobretudo, as porções classificadas como Áreas Estáveis e Moderadamente Estáveis (de acordo com a figura 53) e, no geral, as classes de uso, ocupação e cobertura da terra correlacionadas à presença de Gramíneas e de Floresta Estacional Semidecidual. Nesse sentido, os resultados obtidos se justificam, haja vista que os tipos de uso não oferecerem riscos a perda de vida humana e/ou econômica e encontram-se situados em locais onde a probabilidade de ocorrência de escorregamentos, segundo a classificação do modelo SINMAP, é muito pequena.

No que diz respeito às classes de risco Alto e Muito Alto, percebe-se que as mesmas encontram-se diretamente correlacionadas, segundo a classificação do modelo SINMAP, as áreas com Baixa Estabilidade e Instabilidade, salvo exceção para uma pequena porção da AP2, classificada com risco Alto, a qual encontra-se vinculada, sobremaneira, as áreas classificadas como Estáveis e, no que se refere as classes de uso, ocupação e cobertura da terra, a presença de horticulturas, fato este, que justifica sua classificação como uma área de Alto risco, haja vista o prejuízo econômico envolvido no caso de ocorrência de um escorregamento.



Convenções Cartográficas:  Rede de Drenagem  Área Piloto 2		Projeção Universal Transversa de Mercator Sistema de Coordenadas: UTM Sistema de Referência: Sirgas 2000 Zona: 23 Sul	
Classes de Risco (1983):  Baixo  Alto  Médio  Muito Alto		Fonte: Esteio(2007); EMBRAFOTO (1983); Prefeitura de Juiz de Fora. Data de Elaboração: Janeiro de 2019 Organizador e Executor: Rômulo Montan Costa	

Figura 60: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 no ano de 1983.

Destarte, cabe ressaltar também que, de uma maneira geral, as classes de risco Alto e Muito Alto encontram-se vinculadas de forma majoritária aos tipos de uso, ocupação e cobertura terra referentes à presença de Gramíneas e Floresta Estacional Semidecidual e, de forma menos expressiva, as classes de Solo Exposto e de Áreas Edificadas. Ainda no que se refere às classes de risco Alto e Muito Alto, destaca-se que as mesmas encontram-se conformadas sobre setores de encostas onde predominam declives superiores a 47%, ou seja, sobre localidades onde os processos morfogenéticos apresentam-se acentuados, fato este que, correlacionados aos fatores que foram supramencionados, justifica a classificação das referidas com Alto e Muito Alto risco.

6.10.4 Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 em 2007

A partir da interpretação dos dados contidos no quadro 30 e na figura 61, faz-se possível perceber, assim como ocorreu com os resultados provenientes do modelo SINMAP referente à estabilidade de encostas para AP2, uma similitude no que se refere aos dados gerados e a espacialização das classes de risco para os anos de 1983 e 2007, salvo exceção, para a classe de risco Muito Alto, a qual aumentou de forma significativa entre os anos supracitados.

Quadro 29: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) para o ano de 1983.

Classes de Risco 1983	Área (km²)	Área (%)
Baixo	0,038	20,1
Médio	0,098	51,9
Alto	0,041	21,7
Muito Alto	0,012	6,3
Total	0,189	100

Assim como mencionado no ano de 1983, verifica-se no ano de 2007 um percentual expressivo das áreas classificadas com Médio e Baixo risco a ocorrência de escorregamentos, as quais somadas ocupam 72% da área total da AP2. As classes supracitadas encontram-se vinculadas, assim como no ano de 1983, as porções classificadas como Áreas Estáveis e Moderadamente Estáveis e, no geral, as classes de uso, ocupação e cobertura da terra correlacionadas, sobremaneira, à presença de Capoeiras, Floresta Estacional Semidecidual e Gramíneas.

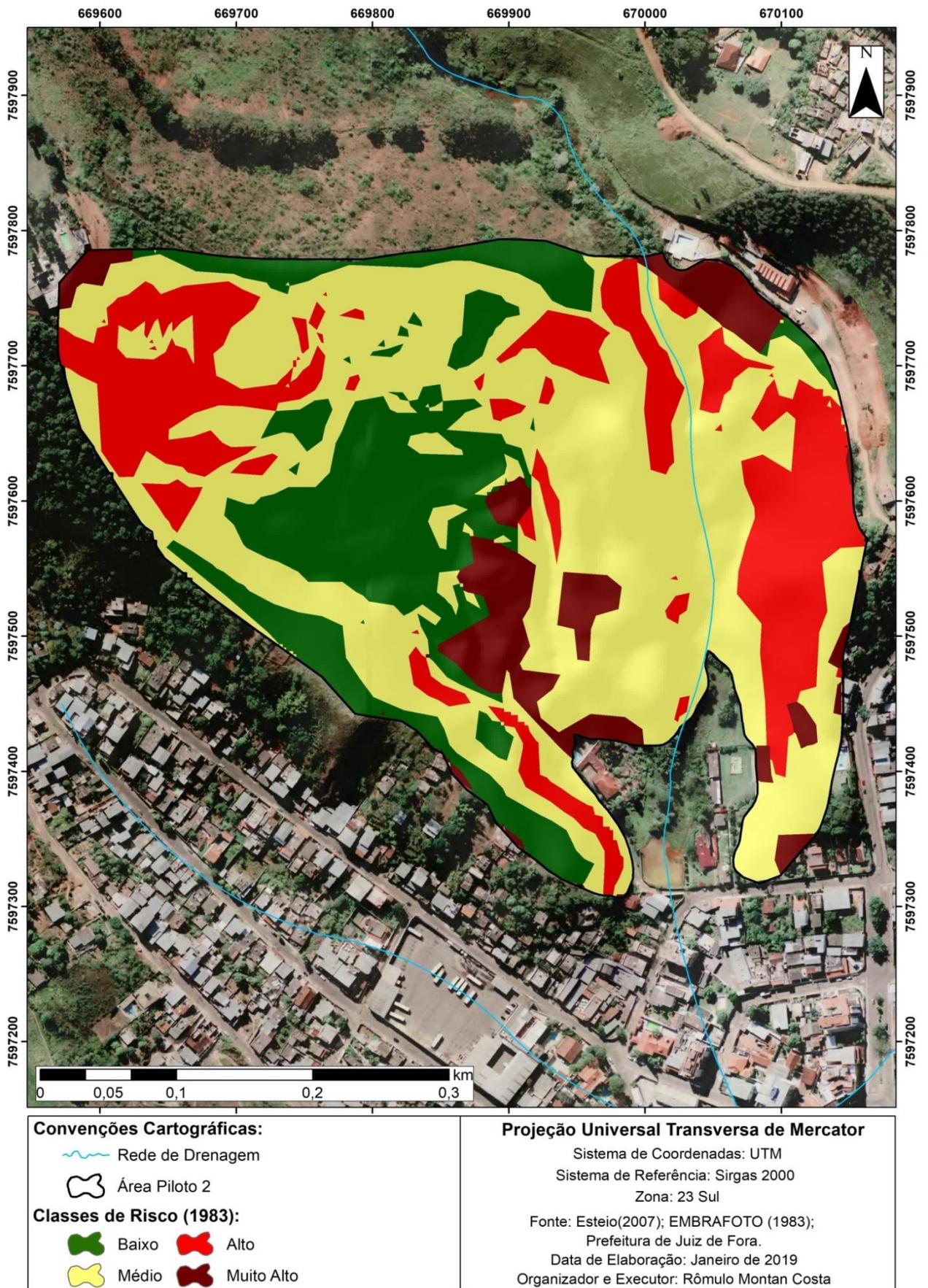


Figura 61: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 2 no ano de 2007.

Doravante, observa-se, portanto, que os resultados obtidos se assemelham a aqueles encontrados para o ano de 1983 e, se justificam, haja vista que, novamente, os tipos de uso não oferecerem riscos a perda de vida humana e/ou econômica e, por conseguinte, possuem uma intrínseca relação com as áreas que se apresentam mais estáveis segundo a classificação do modelo SINMAP.

Assim como no ano de 1983 nota-se, no ano de 2007, no que diz respeito às classes de risco Alto e Muito Alto, que as mesmas ainda encontram-se vinculadas, sobremaneira, as áreas classificadas pelo modelo SINMAP com Baixa Estabilidade e Instabilidade, salvo exceção, agora, para pequenas porções da AP2 classificada com risco Muito Alto, a qual encontra-se correlacionada a presença de áreas classificadas como Estáveis. Tal fato se justifica em virtude do avanço, ainda que incipiente, de novas áreas edificadas sobre esses setores de encosta que possuem inclinação de rampas mais suaves (abaixo dos 30% de declividade), inclusive, sobre a área onde no ano de 1983 encontrava-se presente a classe de uso, ocupação e cobertura da terra referente a uma área de horticultura, fato este que acentua os riscos correlacionados a perda de vida humana e/ou econômica e, por conseguinte, condiciona o aumento da classe de risco Muito Alto.

Doravante, evidencia-se a partir da interpretação conjunta dos dados obtidos para os anos de 1983 e 2007, o predomínio das classes de risco Médio e Alto, as quais encontram-se, de uma maneira geral, vinculadas aos tipos de uso, ocupação e cobertura da terra que não ofereceram quaisquer tipos de riscos a perda de vida humana e/ou econômica, entretanto, as referidas classes encontram-se conformadas sobre terrenos que possuem declives superiores a 30%, ou seja, sobre terrenos que possuem características desfavoráveis do ponto de vista morfológico e geotécnico.

Em face ao exposto, faz-se necessário, portanto, conter o avanço dos nichos de ocupação urbana que já começam a adentrar tais localidades a partir da proposição de ações e estratégias voltadas a eliminar e/ou reduzir os riscos já instalados, haja vista que a ação antropogênica nessas localidades contribuirá para acentuação do risco ali existente e para a indução de eventos correlatos a ocorrência de escorregamentos.

A partir das informações levantadas acerca das áreas de risco da AP2, para os dois períodos estudados, fez-se possível estabelecer a evolução temporal do risco.

Pode-se concluir através dos mapeamentos realizados e, conforme já fora mencionado na parte introdutória do presente item, que entre os anos de 1983 e 2007 houve uma similitude tanto em termos dos dados obtidos, quanto na espacialização das classes de risco presentes na AP2.

Nota-se, conforme pode-se visualizar na figura 62, uma pequena redução nas áreas de abrangência das classes caracterizadas pela presença de Baixo, Médio e Alto risco, as quais passaram, respectivamente, de 0,041km² (21,7%), 0,102 km² (53,9) e 0,043 km² (22,8%) no ano de 1983, para 0,038 km² (20,1%), 0,098 km² (51,9%) e 0,041 km² (21,7%) no ano de 2007. Em contrapartida, tem-se no mesmo período, um aumento de 0,009 km² das áreas de risco Muito Alto, haja vista que ocupavam no ano de 1983, uma área de 0,003 km² (1,6 %), passando a abranger no ano de 2007 uma área de 0,012 km² (6,3 %).

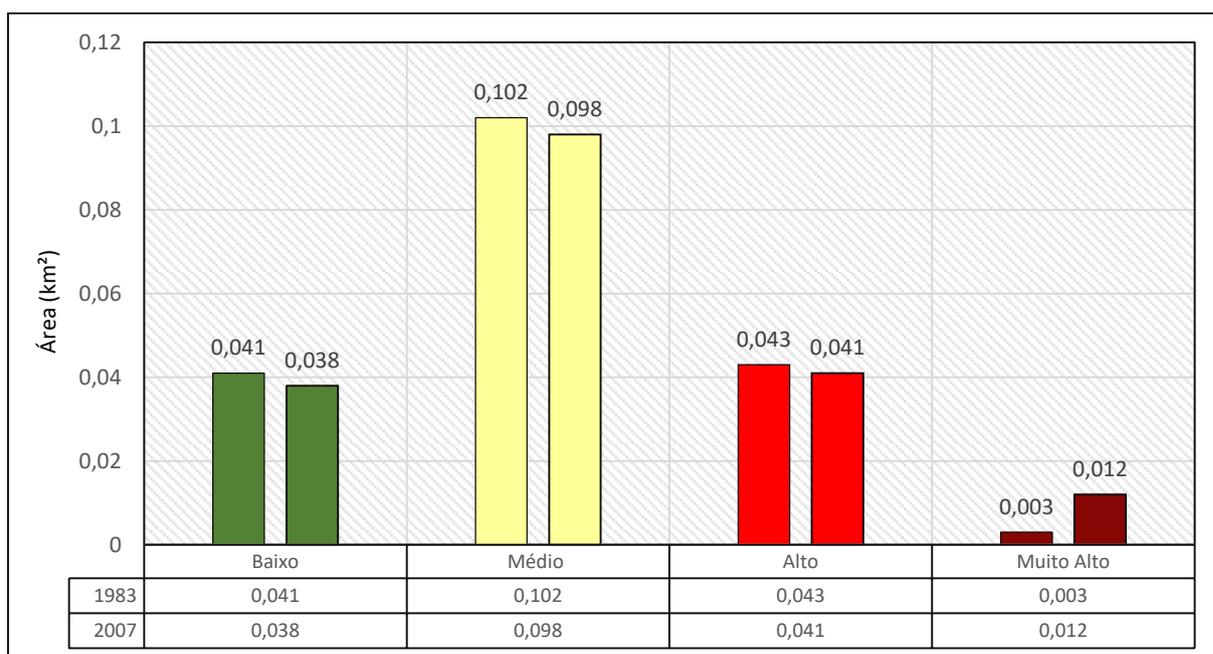


Figura 62: Gráfico referente à Evolução Temporal das Áreas de Risco presentes na AP1 nos anos de 1983 e 2007.

6.10.5 Avaliação da Interferência da Ação Antropogênica no estabelecimento de Áreas de Risco

Conforme fora explicitado no preâmbulo da presente pesquisa, buscou-se ao longo do desenvolvimento da mesma, avaliar e comparar numa perspectiva histórica, a partir da ação antropogênica sobre o relevo, se os resultados gerados

pelos modelos de predição a escorregamentos apresentam-se coerentes para áreas densamente urbanizadas.

Indubitavelmente, percebe-se que as alterações ensejadas sobre o relevo através de uma série de intervenções urbanísticas, as quais foram levadas a efeito ao longo dos períodos avaliados e, sobretudo, as modificações ocasionadas pelas mesmas nos tipos de uso, ocupação e cobertura da terra na BHCT e, por conseguinte, nas áreas piloto selecionadas, constituem-se como as variáveis mais influentes tanto na configuração das áreas que apresentam maiores e menores probabilidades à ocorrência de escorregamentos, quanto no estabelecimento das áreas de risco.

A partir da avaliação dos dados provenientes da aplicação do modelo SINMAP para as duas áreas piloto selecionadas, bem como daqueles advindos através da integração dos arquivos matriciais referentes à estabilidade de encostas com os tipos de uso, ocupação e cobertura da terra para os anos de 1983 e 2007, fez-se possível notar que a ação do homem contribui de forma direta para o estabelecimento de paisagens com predomínio de estruturas antropogênicas (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2010), as quais foram forjadas, sobremaneira, pelo rápido e agressivo processo de expansão urbana na BHCT.

Assim, a partir da interpretação das informações geradas e organizadas nos itens supraexpostos e, buscando evidenciar que a ação antropogênica sobre o relevo mascara os resultados gerados pelos modelos de predição a ocorrência de escorregamentos, realizou-se, na AP1, a integração do arquivo matricial referente à estabilidade de encostas do ano de 1983 com os tipos de uso, ocupação e cobertura da terra referente ao ano de 2007, buscando assim, estabelecer as áreas de risco e, logo, se as mesmas aumentavam quando comparadas com os dados presentes no item 6.10.2.

Depreende-se, portanto, a partir da integração dos dados supracitados, que as áreas classificadas com risco Alto e Muito Alto aumentaram, sobretudo, a classe de risco Muito Alto. Inexoravelmente, observa-se que tal fato se justifica e encontra-se atrelado a base topográfica de 1983, a qual encontra-se vinculada, conforme estabelecido por Rodrigues (2011), a um estágio de pré-perturbação, o qual compreende as condições físicas originais, ou seja, evidencia a morfologia cujos atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives, dentre

outros, não sofreram alterações significativas por intervenção direta ou indireta do homem.

Assim, observa-se ao compararmos as bases topográficas de 1983 e 2007 na AP1, a presença de uma maior energia do relevo no ano de 1983, fato este que conferia uma maior intensidade aos processos físicos de superfície no ano supracitado que, em associação com os tipos de uso, ocupação e cobertura terra de 2007, onde verifica-se a presença majoritária da ocupação urbana, com predomínio de áreas edificadas, acentuou as áreas classificadas com risco Alto e Muito Alto (quadro 31).

Quadro 30: Classes de Risco e seus valores (areais e percentuais) baseados na integração da carta de estabilidade de encostas do ano de 1983 com o uso, ocupação e cobertura da terra de 2007.

Classes de Risco 2007	Área (km²)	Área (%)
Baixo	0,076	24,1
Médio	0,058	18,5
Alto	0,153	48,7
Muito Alto	0,027	8,7
Total	0,314	100

Percebe-se, ao compararmos os dados presentes nos quadros 28 e 31 e as figuras 57 e 63, uma redução em termos quantitativos das áreas classificadas com Baixo e Médio risco, as referidas classes passaram a ocupar, respectivamente, uma área de 0,076 km² (ou 24,1%) e 0,058 km² (18,5%). Em contrapartida, tem-se um aumento de 0,006 km² e 0,009 km² nas áreas de risco Alto e Muito Alto, as quais passaram a ocupar 0,153 km² (48,7 %) e 0,027 km² (8,7 %) da área total da AP1.

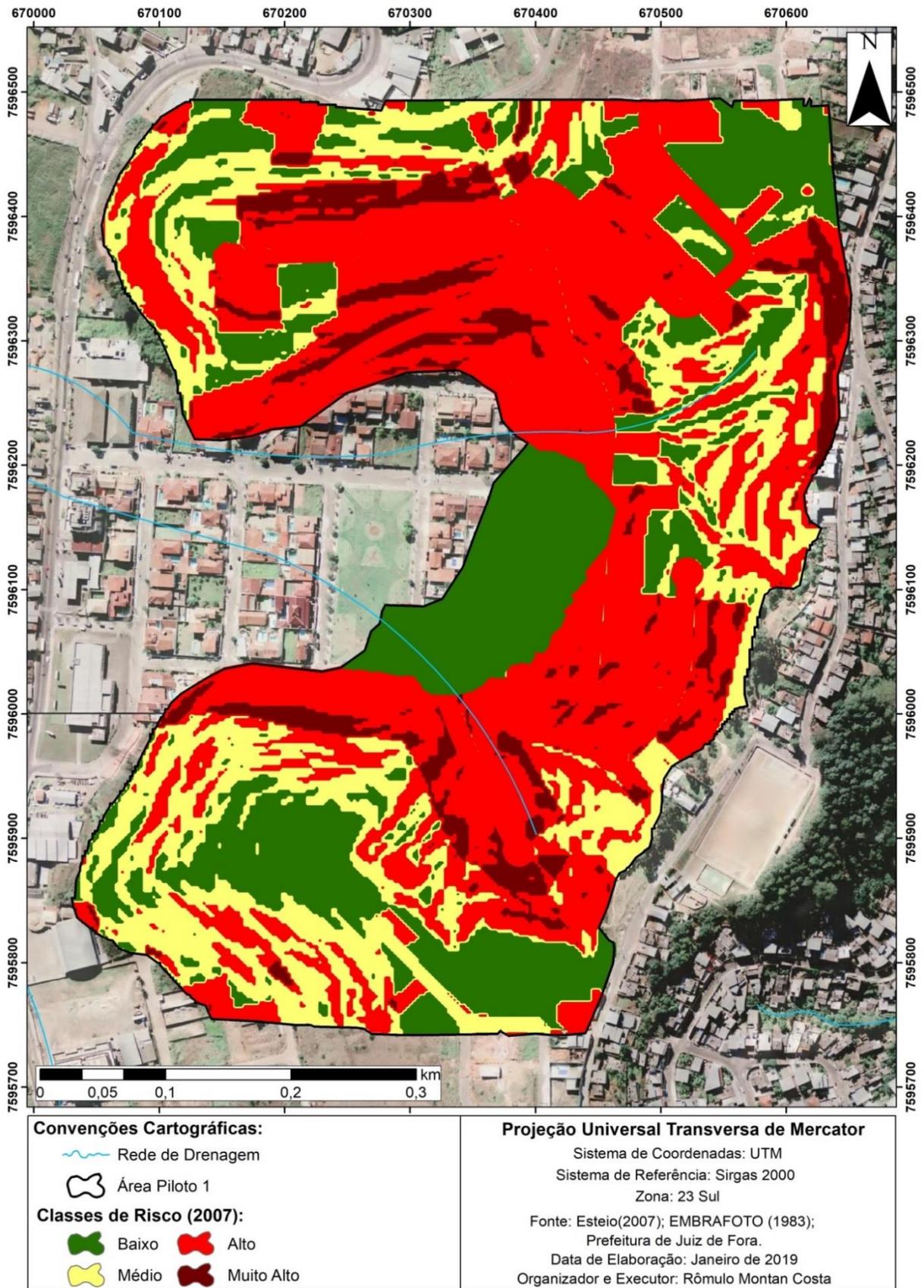


Figura 63: Áreas de Risco presentes na Área Piloto 1 a partir da integração da carta de estabilidade de encostas do ano de 1983 com o uso, ocupação e cobertura da terra de 2007.

Dessa forma, a partir dos resultados levantados até aqui, verifica-se que a ação antropogênica sobre o relevo interfere de forma direta nos resultados gerados pelos modelos de predição a ocorrência de escorregamentos e, no caso da presente pesquisa, do modelo SINMAP.

As diversas intervenções urbanísticas ensejadas sobre o relevo ocasionaram, conforme pode-se constatar entre os anos de 1983 e 2007, sobretudo, na AP1, na atenuação de seus declives, remoção do terço inferior das vertentes, aplainamento dos topos de morro, o que contribuiu de forma direta para a amenização das áreas que possuem maiores probabilidade e risco a ocorrência de escorregamento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos desordenados de expansão urbana ensejados de forma expressiva nas cidades brasileiras, sobretudo no contexto do domínio tropical atlântico, alheio às políticas públicas existentes e sem a adoção de medidas estruturais, educacionais e atividades de conscientização necessárias à inserção de edificações, vem intensificando e potencializando nas últimas décadas a ocorrência eventos correlatos aos escorregamentos em encostas densamente ocupadas, resultando assim na deflagração de acidentes de grande magnitude, os quais responsabilizam-se por um elevado número de óbitos, bem como por grandes perdas econômicas.

A partir da conjuntura ilustrada, percebe-se que faz-se de fundamental importância neste momento de intensas transformações sobre os elementos que inter-relacionam-se e coadunam-se na paisagem, reconhecer as condições pretéritas ao processo de urbanização através da busca de fontes históricas, sobretudo, de bases cartográficas.

Nesse sentido, destacam-se como elementos de suma importância, a utilização das técnicas de geoprocessamento, o avanço do conhecimento dos sistemas de informações geográficas e o auxílio dos modelos matemáticos desenvolvidos em bases físicas. Tais meios técnico-científicos em consonância com as bases cartográficas históricas, possibilitam, assim como no caso da presente pesquisa, o estabelecimento de análises comparativas e o mapeamento de mudanças em ambientes urbanos, permitindo, por exemplo, o reconhecimento de mudanças levadas a efeito pelo homem no relevo e nas formas de uso, ocupação e cobertura da terra, fornecendo assim elementos cruciais para a gestão da cidade e para o planejamento de seu futuro.

Assim, destaca-se que a aplicação da base teórica em associação com as técnicas descritas ao longo da presente pesquisa permitiu avaliar, respectivamente, o processo de evolução urbana na BHCT, as nuances que envolvem a temática referente à probabilidade e o risco à ocorrência de escorregamentos, fenômeno este que apresenta-se de forma copiosa na realidade urbana das cidades brasileiras, bem como, os efeitos da ação antropogênica sobre o relevo e, por conseguinte, se os resultados gerados pelos modelos de predição a escorregamentos se apresentam

coerentes em estudos realizados em áreas densamente urbanizadas.

Imerso nesse contexto, os resultados obtidos para a presente pesquisa, a partir da aplicação do modelo SINMAP em associação com as técnicas de geoprocessamento e com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas, indicam que as alterações levadas a efeito pela ação antropogênica sobre o relevo, só são captadas pelo modelo no que se refere aos fatores de ordem topográfica, ocasionando assim, uma falsa impressão de redução do risco e da probabilidade de ocorrência de escorregamentos, haja vista que, as condições geológica-geotécnicas presentes na área de estudo e que também contribuem de forma direta para a deflagração de escorregamentos, continuam ali presentes ao longo dos anos, só que agora, sobre a interferência de limiares de origem antropogênica, os quais responsabilizam-se pelas alterações não só nas formas do relevo, mas, também, nas propriedades e no posicionamento dos materiais e na magnitude e localização dos processos geomorfológicos, ocasionando assim, na prática, a intensificação do risco correlato a ocorrência de escorregamentos.

Nesse cenário, coloca-se de uma maneira geral, como desafios, a necessidade de reflexão acerca da abordagem teórica e metodológica por parte daqueles que usam, ou que pretendem usar modelos. Haja vista que, cada modelo possui especificidades, fazendo-se necessário por parte de seus usuários, o desenvolvimento e o estabelecimento de uma visão crítica voltada às potencialidades e as suas limitações, sobretudo, no que se refere às escalas espaciais e temporais mais adequadas para a sua aplicação.

Doravante, destaca-se ainda, baseado na presente pesquisa, que a avaliação de risco constitui-se como um resultado final de um processo que envolve uma gama de elementos que, em associação, corroboram para a identificação das características presentes na área de estudo. Estas etapas iniciais referentes à identificação das áreas que possuem probabilidade de risco apresentam-se como fundamentais e até mesmo como mais importantes que a própria avaliação final do risco, haja vista que, a carta de risco possui relação intrínseca com as condições ambientais vigentes no que se refere ao uso, ocupação e cobertura da terra, ou seja, baseia-se em um elemento que encontra-se em constante alteração, possuindo, portanto, se comparado à carta de probabilidade, curta duração.

Cumprir, por fim, a necessidade da realização de mais estudos de cunho comparativo acerca da influência da ação antropogênica sobre o relevo e, por conseguinte, nos modelos de previsão de escorregamentos. O avanço dos estudos sobre tal temática calcados na ampliação das análises de solos e das nuances que envolvem o relevo, propiciará discussões sobre os resultados gerados pelos modelos de previsão em áreas densamente urbanizadas, as quais passaram e continuam passando por constantes e intensas transformações nos mais diversos âmbitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios De Natureza No Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de convergência do atlântico sul. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 17–22, 1997.

AHRENDT, A. **Movimentos de massa gravitacionais-proposta de um sistema de previsão**: aplicação na área urbana de Campos do Jordão-SP. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2005, 364p.

ALMEIDA-FILHO, A.; COUTINHO, D. Causalidade, Contingência, Complexidade: o Futuro do Conceito de Risco. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 17(1): 95-137, 2007.

ANTENUCCI, J.; BROWN, K.; CROSWELL, P.; KEVANY, M. (1991). **Geographic Information Systems: a guide to the technology**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D3080: Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions**. 1998.

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas**: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUCRJ, 1992, v.2, p.721-733, 1992.

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas**: um ensaio em Caraguatatuba (SP). 2001. p. 166. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

AUGUSTO FILHO, O. & VIRGILLI, J. C. Estabilidade de Taludes. In: OLIVEIRA, A. M. D. S. & BRITO, S. N. A. D. (ed). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 2004. p. 243-269.

AVZARADEL, P. C. S. Riscos ambientais e o paradigma juridico. **Revista de Direito da Cidade**, v. 4, n. 2, p. 275-299, 2012.

BASTOS, A. C.S.; FREITAS, A. C. de. Agentes e Processos de Interferência Degradação e Dano Ambiental. In: CUNHA, A. J. T.; GUERRA, S. B. da. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 15ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

BARBOSA, L.; ZANELLA, S. M. E. **Percepção de riscos ambientais: teoria e aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 240 p.

BARREIROS, A. F.; ABIKO, A. K. Reflexões sobre o Parcelamento do Solo Urbano. **Boletim Técnico da USP**. São Paulo: 1998.

BECK, U. **La sociedad del riesgo**: hacia una nova modernidad. Barcelona: Paidós, 1998.

BECK, U. **La Sociedad Del Riesgo Global**. Madrid: SigloVeintiuno de España Editores, 2002.

BIGARELLA, J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. V.3 (p. 877-1436). Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

BRASIL, Lei número 10257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 11/ 07/ 2001.p.1**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 20 out. 2017.

BRASIL. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm. Acesso em: 20 out. 2017.

BRICALLI, L.L. 2016. Procedimentos Metodológicos e Técnicas em Geomorfologia Tectônica. **Revista Espaço Aberto/PPGG-UFRJ**, Vol. 6, Nº. 1, p. 75-110.

BRITTO, M. C. de.; FERREIRA, C. C. M. Análise dos Homicídios Ocorridos em Juiz de Fora entre os anos de 1980 a 2012 e sua Relação com as Condições Climáticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 214-235, 2013.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C.M.B.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas, 1996.197p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1-5.

CAMPOS, L. C. (2011). **Proposta de reanálise do risco geológico - geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte - Minas Gerais**. 2011. 139p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: “una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. **International Work-Conference on Vulnerability and Disaster, Theory and Practice**, 12-18, Wageningen, Holanda, 29 al 30 de junio, 2001.

CARVALHO, A.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J. B.; VALADARES, J.; ROTTA, C. L. Levantamento pedológico Semidetalhado do Município de Atibaia, S.P. **Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**. Campinas, v.34, n.1, p. 1-58, jan. 1975.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T. (Org) 2006. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. p. 301-310.

CASTRO, O. de A. **Apontamentos para a História de Matias Barbosa**. Juiz de Fora: Oficina de Impressão, 1998.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y Peligros: una visión desde la geografía. Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, n. 60. 15 marzo 2000.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES DO RIO, G. A. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 11-34, 2005.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.I]: 2005. Não paginado. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 10 de dez.2017.

CAVALCANTI, L.C.S.; CORRÊA, A.C.B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, jul./dez. 2016.

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

CESAMA. **Aerolevanteamento da área urbana de Juiz de Fora – MG**. PJF, 2000.

CUNHA, M. A. **Mecanismo de um escorregamento translacional em solo ocorrido em dezembro de 1979 nos morros de Santos e São Vicente, Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, IGc-USP, São Paulo, 103 p.

CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. **Degradação Ambiental**. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da (orgs): **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: CUNHA, Sandra. B da.& GUERRA, Antônio J. T (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. Cap. 7, p. 337-379.

CHAVES, T. S. **Expansão Urbana e Degradação de Encostas em Juiz de Fora-MG: um estudo de Caso do Alto Três Moinhos e do Morro do Imperador**, 2012. Dissertação (Especialização em Análise Ambiental), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Juiz de Fora, 2010.

CHAGURI, G. F. **Análise de métodos de mapeamento de perigo**: uma proposta de elaboração de mapeamento de perigo de escorregamento planar de solo via utilização do método participativo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

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

CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982. 318p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.236 p.

CONTI, J. B. **O meio ambiente Tropical**. Rio Claro, Geografia, v.14, n 28, 1989.

COUTO, M. D. S. **Avaliação dos riscos potenciais à qualidade das águas superficiais da bacia do Arroio Sapucaia utilizando técnicas integradas de SIG e sensoriamento remoto**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005, 150p.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. (2001). **Programas Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**: Geologia do Estado do Rio de Janeiro: Texto explicativo do Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília/DF, MME, 1 CD-ROM.

CROZIER, M. J. (1986) **Landslides**: causes, consequences, and environment. Croom Helm, London, 252p.

DAGNINO, R. S. de; CARPI JUNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, 2007.

DAI, F. C.; LEE, C. F. Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. **Geomorphology**, v. 42, n. 3-4, p. 213-228, Jan. 2002.

DEB, S. K.; EL-KADI, A. I. Susceptibility assessment of shallow landslides on Oahu, Hawaii, under extreme-rainfall events. **Geomorphology/Elsevier**, nº 108, p. 219-233, 2009.

DUARTE, B.P. **Evolução Tectônica dos Ortognaisses dos Complexos Juiz de Fora e Mantiqueira na Região de Juiz de Fora, MG: Geologia, Petrologia e Geoquímica**. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, 1998, 236p.

DUARTE, B.P.; HEILBRON, M.; NOGUERIA, J. R.; TUPINAMBÁ, L.; EIRADO, L. G.; VALLADARES, C. S.; ALMEIDA, J. C. H.; ALMEIDA, C. C. Geologia das Folhas Juiz de Fora e Chiador. In. PEDROSA-SOARES, A. C. *et al.* (Coords). **Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro**. Projeto Sul de Minas-Etapa I (COMIG-

UFMG-UFRJ-UERJ) - Relatório Final, Companhia Mineradora de Minas Gerais, cap.6, pag.153-250. 2003.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. ME 041: **Solos – Preparação de amostras para ensaios de caracterização.** São Paulo, 1994a.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. ME 051: **Solos – Análise granulométrica.** São Paulo, 1994b.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. ME 093: **Solos – Determinação da densidade real.** São Paulo, 1994c.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. ME 082: **Solos – Determinação do limite de plasticidade.** São Paulo, 1994d.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. ME 122: **Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito.** São Paulo, 1994e.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território. **Revista Território**, 1996, p.31-41.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA)/SONDOTÉCNICA. **Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, 2007.**

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa produção de informação;** Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p, 2006.

ESTEIO-S/A. Levantamento Aerofotogramétrico do Município de Juiz de Fora. Curitiba: ESTEIO S/A, 2007. (1: 2000).

FARAH, F. **Habitação e encostas.** 1998. 246f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FARIA, R. L. **Zoneamento da Susceptibilidade à Ocorrência de Escorregamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego do Yung.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013, 91p.

FERREIRA, C. C. M. APLICAÇÃO DA LÓGICA NEBULOSA (FUZZY CLUSTER) NA DEFINIÇÃO DE UNIDADES CLIMÁTICAS: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO PARAIBUNA-MG/RJ. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 10, jun. 2012.

FERREIRA, M. C. **Considerações Metodológicas sobre Orientações e a Inserção do Sistema de Informação Geográfica na Geografia.** In: VITTE, Antônio

Carlos. Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 101-125.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

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

FERNANDES, N. F.; GUIMARAES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B.C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. **Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Teoria, Evidências de Campo e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis.** Rev. Bras. de Geomorfologia, v. 2, no. 1, p. 51-71, 2001.

FERNANDES, B. J.; ROCHA, G. C. Educação sobre riscos ambientais: uma proposta metodológica. **Virtú (UFJF)**, v. 4, p. 01-15, 2007.

FERNANDES, N. F. Modelagem em Geografia Física: Teoria, Potencialidades e Desafios. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N.1, p. 209-247, 2016.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de textos, 2008.

FRANCISCO, C. N. **O Uso de Sistemas Geográficos de Informação (SGI) na Elaboração de Planos Diretores de Unidades de Conservação:** uma aplicação no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica/Engenharia, USP, São Paulo, 1995.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - FEAM. **Bacia do Paraibuna:** enquadramento das águas. Belo Horizonte: FEAM-MG, 1996.44 p. (Relatório Técnico).

FREITAS, N. C. Estudos dos movimentos de um colúvio no Sudeste Brasileiro. Tese de mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004, 186p.

GIOVANINI, R. R. **Regiões em movimento: um olhar sobre a Geografia-Histórica do sul de Minas e da Zona da Mata Mineira (1808-1897).** 2006. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. A contribuição da geomorfologia para o Planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia.** Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n. 2, jul/dez. 2004.

GODOIS, J. V. da S. **Estudo do comportamento de um escorregamento ativo na Serra da Cantareira-SP**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2011, 118p.

GOES, M. H. B.; XAVIER-DA-SILVA. **Uma Contribuição Metodológica para Diagnósticos Ambientais por Geoprocessamento**. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE O PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA, 1. Anais... Juiz de Fora, MG. UFJF, 1996.

GOULART, J. O. Arranjo federativo e governo local: o Estatuto da Cidade como prescrição democrática de políticas públicas. **21st World Congress da International Political Science Association (IPSA)**, 2009, Santiago, Chile.

GOUVÊA, D. C.; RIBEIRO, S. B. Reflexão sobre o processo de revisão da Lei Federal 6766/79. **Boletim do IRIB em Revista**, 2005, 175-185.

GOUVÊA, D. C.; RIBEIRO, S. B. **A revisão da Lei Federal nº 6766/79**—novas regras no “jogo” da cidade?, 2010.

GUERRA, A.J.T.; MARÇAL, M.D.S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 28-32.

GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C. O. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-142.

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

GUIMARÃES, R. F. **A modelagem matemática na avaliação de áreas de riscos a deslizamentos: o exemplo das bacias dos Rios Quitite e Papagaio (RJ)**. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

GUIMARÃES, R. F et al. Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 159-184.

GROSTEIN, M. A. **Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis**. São Paulo em Perspectiva, 15-01, 2001. p. 13-20.

HAMADA, E.; DO VALLE GONÇALVES, R. R. **Introdução ao Geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007.

HARVEY, David. A geografia da acumulação capitalista: Uma reconstrução da teoria marxista. In: HARVEY, David. **A produção do espaço capitalista**. São Paulo: Annablume, 2005.

HEILBRON, M. **O Segmento Central da Faixa Ribeira: Compartimentação Tectônica e Ensaio Evolutivo**. Tese de Livre Docência, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1995. 115p.

HORN, D. C. G. **O parcelamento do solo urbano em questão: experiências alternativas ao esgotamento de um modelo e perspectivas na nova ordem jurídico-urbanística.** Rio Grande do Sul: PUCRS, 2008. (Artigo extraído do Trabalho de Conclusão de Curso). Disponível em: <http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2008_2/daniel_colombo.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

HIGHLAND, L.M.; BOBROWSKY, P. **The landslide handbook** - A guide to understanding landslides. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325, 2008. 129 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra.** 2^a ed. Manuais técnicos em Geociências, número 7. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**, 2^a edição. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos de Dinâmica Superficial.** In: **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 2004. p.131-152.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1981.

IPPOLIT, G.; COSTA, L.M.; GAGGERO, M.R.; SCHAEFFER, C.E.; FERNANDEZ FILHO, E.I. Uso de geoprocessamento para o levantamento preliminar de solos de uma microbacia da Zona da Mata (MG). In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Belo Horizonte, 2003. Anais. Belo Horizonte, 2003. p.153-160.

JUIZ DE FORA. Lei nº 6908, de 31 de maio de 1986. Dispõe sobre o parcelamento do solo no Município de Juiz de Fora. **Tribuna de Minas.** Disponível em: http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?Chave=0000019206. Acesso em: 20 out. 2017.

KRAAK, M.J.; ORMELING, F. **Cartography: visualization of spatial data.** Guilford Press, 2010, 249p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG.** Tradução Hermann Kux, São Paulo, Oficina de Textos, 2009. 424 p.

LAVELL, A. Degradación ambiental, riego y desastre. In: FERNANDEZ, M.A. (Ed.) **Ciudades em riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres.** Lima: La Red, 1996.

LEAL, M.P. **Áreas Propícias para Instalação de Aterros Sanitários na Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro:** uma aplicação por geoprocessamento. Seropédica: UFRRJ, 2001. Tese de mestrado apresentada ao Curso de Pós-

Graduação em Ciências Ambientais e Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, p. 90-106, 2012.

LEONELLI, G. C. V. **A construção da lei federal de parcelamento do solo urbano 6.766**: debates e propostas do início do sec. XX a 1979. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LEPSCH, H. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LIMA-E-SILVA, P. P.; DUTRA, L. E. D. **Subsídio Para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Avaliação e Perícia Ambiental. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015, 286p.

LISTO, F. L. R. **Propriedades geotécnicas dos solos e modelagem matemática de previsão a escorregamentos translacionais rasos**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015, 187p.

LIU, C. C. **Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicações ao estado do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

LOPES, E. S. S. **Modelagem espacial dinâmica em Sistema de Informação Geográfica** – uma aplicação ao estudo de movimentos de massa em uma região da Serra do Mar paulista. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006. 276p.

LUZ, R. A. da. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização**. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M.W.; GONZALEZ, S.R.; SCHENINI, C.A.; SANTOS NETO, A.; PALMEIRA, R.C.B.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W. & CASTRO, H.E.F. - 1983 - **PROJETO RADAMBRASIL**. Folhas SF-23/24, Rio de Janeiro I Vitória (geologia). MME. VOL. 32, p. 27-304, Rio de Janeiro.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL**: instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas/MG. 2009. 244 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D.J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, ANPPAS, v. 7, n. 2, p. 95-109, jul./dez. 2004.

MARINO, T.B. **Metodologia para tomadas de decisão no âmbito de riscos sócio-ambientais em áreas urbanas: desmoronamentos e enchentes em assentamentos precários na bacia do córrego cabuçu de baixo - SP.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MARQUES NETO, R. **Estudo Evolutivo do Sistema Morfoclimático e Morfotectônico da Bacia do Rio Verde (MG), Sudeste do Brasil.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista (Campus Rio Claro), Rio Claro, 2012. 429f.

MARQUES NETO, R.; ZAIDAN, R. T.; MENON. JR. W.; MOURA. A. B. A. P. de. Estrutura e dinâmica da paisagem no município de Lima Duarte (MG): uma abordagem geoecológica. **Caminhos de Geografia.** Uberlândia v.15, n .52, p. 134-150, 2014.

MARQUES NETO, R. O Horst da Mantiqueira Meridional: Proposta de Compartimentação Morfoestrutural para sua Porção Mineira. **Rev. Bras. Geomorfol. (Online)**, São Paulo, v.18, n.3, (Jul-Set) p.561-577, 2017.

MARTINS, R. N. S.; OLIVEIRA, I. J. de.; Geotecnologias na Gestão e Planejamento do Espaço Urbano. **XI Encontro Nacional da ANPEGE**, A Diversidade da Geografia Brasileira: Escalas e Dimensões da Análise e Da Ação de 9 a 12 de Outubro, Presidente Prudente (SP), 2015.

MEDRONHO, R. A. **Geoprocessamento e Saúde:** uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/CICT/NECT, 1995. 135 p.

MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G. **Geomática:** modelos e aplicações ambientais. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 593 p.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J.A.**Geoprocessamento em Recursos Hídricos - Princípios, Integração e Aplicação**, Editora ABRH, 2001,533p.

MENDES, J. M. **Sociologia do risco:** uma breve introdução e algumas lições. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2015. 106p.

MENEZES, M.D.; CURI, N.; MARQUES, J.J.G.S.M.; MELLO, C.R.; ARAÚJO, A.R. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, vol.33, 2009.

MESQUITA, A. P. Parcelamento do solo urbano e suas diversas formas. **IESDE BRASIL SA**, 2008.

MENEZES JÚNIOR, E. M.; SILVA, O. G. da. Diferentes percepções para a compreensão do conceito de risco no enfoque ambiental. **Revista Casa da Geografia de Sobral.** v. 17, n. 2. p. 12-22. Jul. 2015.

MENON JÚNIOR, W.; Z Aidan, R. T. Mapeamento de Estabilidade de Encostas: O Caso da Bacia Hidrográfica do Córrego do Yung (Juiz de Fora-MG). **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 6, n. 2, 2017.

MILARÉ. **Direito do Ambiente**. 3ªed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004. 1024 p.

MONTEIRO, C.A.F.A.; SANT'ANNA NETO, J.L.; MENDONÇA, F.A.; ZAVATTINI, J. A. **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas, Editora: Alínea, 2015.

MOURA, A, C, M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análises multicritérios**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.

MOTA, F. S. B. **Disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano visando a preservação do meio ambiente**. 1980. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M.; GOERL, R. F. Análise comparativa entre os modelos Shalstab e Sinmap na identificação de áreas susceptíveis a escorregamentos translacionais. **Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**: artigos selecionados. Porto Alegre: ABRH, p. 209-225, 2012.

MINSHULL, R. **Na introduction to models in Geography**. New York: Longman Group Limited, 1975.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2. ed. rev. atual. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 425p.

MONTGOMERY, D. R. E.; DIETRICH, W. E. **A physically based model for the topographic control on shallow landsliding**. Water Resources Research, v.30, n.4, 1994. p. 1153-1171.

MORIN, E. **O Método: A Natureza da Natureza**. Tradução de Maria Gabriela de Bragança. 2.ed. Publicações Europa-América, Lda, 1977.

NARDOCCI, A. C. **Risco como instrumento de gestão ambiental**. 1999. 135p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo.

NERY, T. D. **Avaliação da Suscetibilidade a Escorregamentos Translacionais Rasos na Bacia da Ultrafértil, Serra do Mar (SP)**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, 211, 156p.

NEVES, C. E. Geossistema e Geografia Soviética: os legados teórico-metodológicos e a importância dos institutos e estações experimentais de pesquisa. **15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, Florianópolis, Santa Catarina, 2016. Disponível em: Acesso em: 05 out.2017.

NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos**: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal -- Rio Claro : [s.n.], 2002, 268 f.

NOGUEIRA, F. R. **Gestão dos Riscos nos Municípios**. In Brasil. CARVALHO, C. S e GALVÃO, T (orgs.). Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministérios da Cidades; Cities Alliance, 2006, p. 27-45.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 4. ed. Piracicaba, Sp: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - Fealq, 2011. 592 p.

PACK, R. T.; TARBOTON, D. G.; GOODWIN, C. N.; PRASAD, A. "**The SINMAP Approach to Terrain Stability Mapping**" Paper Submitted to 8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, British Columbia, Canada 21-25 September 1998.

PACK, R. T; TARBOTON D. G; GOODWIN C. N; PRASAD, A. "SINMAP user's manual", 2005.

PECHINCHA, M. G. H.; ZAIDAN, R. T. Zoneamento de Risco à ocorrência de escorregamentos: uma aplicação na bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG. **Revista Espinhaço**, 2017, p.45-57.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B.C.N. **Geoprocessamento e urbanismo**. 2001. In GERARDI, L. H. de O.; MENDES, I. A. (org.). teoria, técnica, espaço e atividades. Temas de geografia contemporânea. Rio Claro: Unesp; AGTEO, 2001, p. 97-137.

PIMENTEL, F. O. **Clima urbano**: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora- MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017, 146p.

PINTO, Claiton Piva (Org.). **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folha Lima Duarte SF-23-X-C-VI**. Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1991.

PINTO, V. **Ocupação irregular do solo urbano**: o papel da legislação federal, 2003. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/137/38.pdf?sequence=4>. Acesso em: 20 out. 2017.

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

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

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S.C. Mapeamento de suscetibilidade aos movimentos de massa com uso da Avaliação Multicritériopelo método da Média Ponderada Ordenada. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, 2015.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 1ª Edição. Juiz de Fora: Concorde, 2004. 580p.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1994, 94f.

QUINTANILHA, J. A. Entrada e conversão de dados: Processos de construção de bases digitais de dados espaciais. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1995.p. 29-58.

RABACO, L. M. L. **Avaliação de Modelos de Susceptibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa numa Faixa de Dutos**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005, 162p.

RADAMBRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Levantamento dos Recursos Naturais -Folhas SF 23/24**, Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro, 1983, v.32, p.780. (Escala: 1:1. 000.000).

RESENDE, M. *et al.* **Pedologia base para distinção de ambientes**. Editora UFV. Lavras-MG. 2014.

ROCHA, G. C.; LATUF, M. O.; DO CARMO, L. F. Z. Mapeamento de riscos ambientais à escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 1, p. 509-516, 2003.

ROCHA, G.C. **Riscos Ambientais: análise e mapeamento em Minas Gerais- Juiz de Fora**: ed. UFJF, 2005. 126p.

ROCHA, M. A.; SALVI, R. F. Repensando a Tipologia de Modelos em Geografia. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 1, p. 146-154, 2017.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 101-111, 30 abr. 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. (2010). **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC.2007. 220p.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16(2005):81-90.

ROSA, R. **Introdução ao geoprocessamento**. Uberlândia: Universidades Federais de Uberlândia, 2013, 142p.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 43-60, 2005.

SANTOS, J. de O.; ROSS, J. L. S. Fragilidade ambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 8, n. 10, p. 127-144, 2012.

SANTOS, V. J.; ROCHA, G. C.; ANDRADE, F. L. O conceito de risco. **Revista de Geografia**, PPGeo- UFJF, v. 5, nº.1, p. 33-42, 2015.

SELBY, M. J. **Hillslope Materials and Processes**. 2ªed. New York: Oxford University Press, 1993. 451 p.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG/PJF). **Sistema de Informações Geográficas de Juiz de Fora**. Disponível em: <<https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/geoprocessamento/cobertura.php>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SILVA, A. D. B. **Sistema de Informações Geo-referenciadas**: conceitos e fundamentos. Campinas: UNICAMP, 2003. 240 p.

SILVA, F. P.; ROCHA, C. H. B.; MARQUES NETO, R. Conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) da bacia hidrográfica do Ribeirão Ubá - MG. **Revista de Geografia**, V. 5, P. 141-156, 2015.

SILVA, F. P. **Dinâmica da Paisagem na Bacia do Ribeirão Ubá (MG)**: Interações entre a Fisiologia da Paisagem e a Abordagem Ecodinâmica. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

SILVA, J. L. T. da.; ROCHA, D. F.; AQUINO, C. M. F. de. GEOTECNOLOGIAS E AS NOVAS TENDÊNCIAS DA GEOINFORMAÇÃO: indicação de estudos realizados na região Nordeste, **InterEspaço**: Grajaú/MA, v. 2, n. 6, p. 176-197, mai/ago de 2016.

SILVEIRA, R. M. da. **Comportamento geotécnico de um solo coluvionar de São Vendelino (RS)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2008, 301p.

SINGH, A. Digital Change Detection techniques using remotely-sensed data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 10, n. 6, p. 989-1003, 1989.

SOARES, A. C. P; NOCE, C. M; TROUW, R. A. J; HEILBRON, M. **Projeto Sul de Minas**. COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ, 2002.

SOUZA, L. **Chuvas e escorregamentos na região Noroeste da área urbana de Juiz de Fora - MG: uma abordagem genética em climatologia**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003, 152p.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016, 558p.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos **GEOUSP – Espaço e Tempo**, nº 15, 2004. p. 39-49.

STAR, J.; ESTES, J. **Geographical Information Systems: An Introduction**. Englewoods Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1990.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: editora Edgard Blücher Ltda, 2003. 400p.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos**: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado 220 p + Mapas.

TORRES, F.T. P. Relações entre Fatores Climáticos e Ocorrências de Incêndios Florestais na Cidade de Juiz De Fora (MG). **Revista Caminhos de Geografia**, Junho de 2006.

TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre. Brasil, v.7, n.1 p. 5-27, Jan/Mar 2002.

THOMÉ, R. **Interoperabilidade em Geoprocessamento**: conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação Geográfica e Comparação com o Padrão Open GIS. São José dos Campos. Dissertação de Mestrado-INPE, 1998, 196p.

THOURET, J.C. **Avaliação, prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina**. In: VEYRET, Y. (org). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Contexto, São Paulo, 2007. 81-112.

UNFPA-Fundo de População das Nações Unidas. **Dinâmica populacional, urbanização e meio ambiente**: (subsídios para o Rio+20), Brasília, 2015.

VANACÔR, R. N. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao mapeamento das áreas susceptíveis a movimentos de massa na região**

nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. 132 f.

VALVERDE, O. **Estudo Regional da Zona da Mata Mineira.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, n.1, p.25-26, jan-mar. 1958.

VARGAS, L. V. **Suscetibilidade a Movimentos de Massa:** Um Estudo Geomorfológico na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim a Montante da Barragem do Dnos, em Santa Maria/RS. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2015.

VARNES, D. J. (1978) **Slope movements types and processes.**In Schuster, R.L. e Krizek, R.J. (eds.) Landslides Analysis and Control. National Academy of Science, Washington: 11-33.

VARNES, D. J. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. **United Nations Educational.Scientific and Cultural Organization.**Paris, 1984.Disponívelem: <http://www.bib.ub.edu/fileadmin/fdocs/landslidehazard.pdf>. Acessoem: 01 de Jan de 2018.

VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira:** classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Ministério das Minas e Energia/Projeto RADAMBRASIL, 1982. 80p. (Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL. Série vegetação, n. 1).

VEYRET, Y. **Os Riscos:** O homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. **O risco, o risco:** Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Trad. Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 2007. 23-80

VIEIRA, B. C.; MARTINS, T. D. Modelos em geografia física: conceitos e aplicações na previsão de escorregamentos. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 1, p. 194- 206, 2016.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO-FILHO, L.M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: **Análise Ambiental: Estratégias e ações.** Rio Claro: CEAD - UNESP, 1993, p.329-346.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental.** Rio de Janeiro: [s.n], 2001, 228p.

XAVIER-DA-SILVA, J. **O que é Geoprocessamento?.** UFRRJ, 2009, p.42-44.

ZAIDAN, R. T. **Risco de Escorregamento em Uma Bacia de Drenagem Urbana no Município de Juiz de Fora.** Rio de Janeiro: UFRJ/ CMNN/IGEO/PPgg. 2006 (tese de doutorado).

Z Aidan, R. T. Zoneamento de Susceptibilidade a Escorregamentos em Encostas Aplicado à Bacia de Drenagem Urbana do Córrego do Independência – Juiz de Fora/MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.2, 2009. p.57-76.

Z Aidan, R. T. Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista de Geografia – PPGeo - UFJF**. Juiz de Fora, v.7, n.2, (Jul-Dez) p.195-201, 2017.

Zolo, D.; Beck, U. A sociedade global do risco - Um diálogo entre Danilo Zolo e Ulrich Beck. **Prim@Facies-Direito, História e Política**, v. 1, n. 1, p. 18-39, 2002.