

LEANDRO ANTÔNIO ROQUE

**ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ASSOCIADAS  
A MOVIMENTOS DE MASSAS NO NÚCLEO URBANO DE  
VIÇOSA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

T

R786a  
2013

Roque, Leandro Antônio, 1983-

Áreas de risco geológico-geotécnico associadas a movimentos de massa no núcleo urbano de Viçosa-MG / Leandro Antônio Roque. – Viçosa, MG, 2013.

xi, 97 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Antônio Gomes Marques.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Geologia urbana - Viçosa (MG). 2. Mapeamento geológico - Viçosa (MG). 3. Avaliação de riscos ambientais. 4. Urbanização - Viçosa (MG). 5. Direito urbanístico.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

II. Título.

CDD 22. ed. 624.15178151

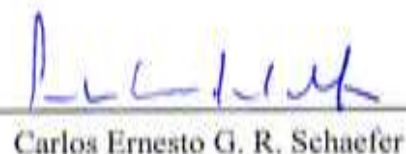
LEANDRO ANTÔNIO ROQUE

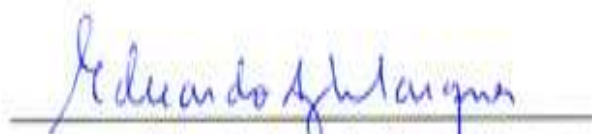
**ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ASSOCIADAS  
A MOVIMENTOS DE MASSAS NO NÚCLEO URBANO DE  
VIÇOSA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 06 de novembro de 2013.

  
Joel Grippy Junior  
(Coorientador)

  
Carlos Ernesto G. R. Schaefer

  
Eduardo Antonio Gomes Marques  
(Orientador)

*"Por mais árdua que seja a luta, por mais distante que um ideal se apresente, por mais difícil que seja a caminhada, existe sempre uma maneira de vencer." A. Nasser Jr.*

### **Dedicatória**

*Dedico primeiramente a Deus por permitir que eu chegasse até aqui, pela força nos momentos difíceis e por iluminar meu caminho.*

*Aos meus pais, João e Rita, pela ajuda, por acreditarem em mim, pelo esforço em me tornar um bom ser humano.*

*A minha grande companheira, minha querida e amada esposa Tomásia e ao maior presente da minha vida, o bem mais precioso que eu tenho a minha filha Maria Fernanda.*

*Aos meus irmãos Willian e Priscila pela amizade e carinho, a todos meus familiares, tios, primos e sobrinhos que graças a Deus são muitos ficando difícil de citar todos, mas carrego vocês em meu coração.*

## AGRADECIMENTOS.

*Agradeço aos meus pais, pelo esforço em me dar uma educação de qualidade.*

*A minha esposa e minha filha pelo apoio, incentivo e paciência ao longo do curso e pela bela família que formamos com a benção de Deus.*

*Ao professor Eduardo Marques, meu orientador, pela amizade e acolhida na pós-graduação, pela orientação segura e dedicada, pelos ensinamentos passados ao longo deste tempo.*

*Ao Professor Joel Gripp; meu co-orientador; pelas contribuições e sugestões durante a elaboração dos mapas.*

*Ao Professor Carlos Ernesto Shaefer; por participar desta banca, sua opinião será de extrema importância para este trabalho.*

*Ao Colega Ewerton Paiva o “Zé Comeia” pela amizade e companheirismo durante os trabalhos de campo.*

*A Bianca Néspoli, Fernanda Lelis e Dessirée Torres, pela amizade, ajuda e incentivo durante este trabalho.*

*À Cristina, secretária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo apoio administrativo e pela sua competência profissional.*

*Aos colegas da Divisão Gráfica Universitária, pela amizade, ajuda e incentivo.*

*Aos amigos “irmãos” David, Julio, Pablo e Tales, pelos fantásticos momentos vividos, pela torcia e ajuda ao longo do curso.*

*A todos os colegas da pós graduação, pela amizade e companheirismo.*

*Em fim a todos os meus familiares e amigos.*

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPITULO I - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVO.....	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
CAPITULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO.....	5
2.2 DESASTRES NATURAIS.....	7
2.3 MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.....	12
2.3.1 Rastejo.....	13
2.3.2 Escorregamentos.....	14
2.3.3 Movimento de Blocos.....	16
2.4 Condicionantes e causas dos movimentos gravitacionais de massa.....	17
2.4.1 Remoção da cobertura vegetal.....	18
2.4.2 Lançamento e concentração de águas pluviais e servidas.....	18
2.4.3 Vazamento na rede de abastecimento de água.....	19
2.4.4 Fossa sanitária.....	20
2.4.5 Execução de corte com altura e inclinação acima do limite de segurança....	20
2.4.6 Execução deficiente de aterros e patamares.....	21
2.4.7 Lançamento de lixo e entulho nas encostas.....	21
2.5 CLASSIFICAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	22
2.6 ESTADO DA ARTE DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.....	24
CAPITULO III – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	26
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	26
3.2 CLIMA.....	27
3.3 HIDROGRAFIA.....	28
3.4 GEOLOGIA.....	29

3.5 GEOMORFOLOGIA .....	30
3.6 SOLOS .....	32
3.7 VEGETAÇÃO.....	33
3.8 HISTÓRICO DO USO DE OCUPAÇÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPITULO IV – MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS ASSOCIADOS A MOVIMENTOS DE MASSAS NA ÁREA URBANA DE VIÇOSA-MG.....	
	38
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
4.1 INTRODUÇÃO.....	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.3 RESULTADOS .....	47
4.4 DISCUSSÃO.....	51
4.4.1 Bairro Nova Viçosa .....	51
4.4.2 Bairros Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.....	54
4.4.3 Bairros, Santa Clara, Betânia, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus.....	57
4.4.4 Bairros: Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú .....	61
4.4.5 Bairros João Braz, Liberdade e Silvestre .....	64
4.4.6 Bairros João Braz, Violeira e Santo Antônio .....	67
4.4.7 Condomínio Monte Verde e Bairro Romão dos Reis.....	69
4.5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
CAPITULO V – USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS E SUA RELAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG .....	
	73
RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	74
5.1 INTRODUÇÃO.....	75

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	77
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	80
5.3.1 Setor-1 (S1) .....	82
5.3.2 Setor-2 (S2) .....	84
5.3.3 Setor-3 (S3) .....	86
5.3.4 Setor-4 (S4) .....	88
5.3.5 Setor-5 (S5) .....	90
5.3.6 Setor-6 (S6) .....	92
5.3.7 Setor-7 (S7) .....	92
5.3.8 ANÁLISE GERAL.....	95
5.4 CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
CAPITULO VI CONCLUSÃO GERAL.....	97
6.1. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia.....	8
Tabela 2: Classificação COBRADE para Desastre Natural.....	10
Tabela 3: Classificação COBRADE para Desastre Tecnológico.....	11
Tabela 4: Classificação COBRADE para Desastre Tecnológico.....	12
Tabela 5: Classificação dos movimentos de massa proposta de Augusto Filho (1992). .....	12
Tabela 6: Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos destrutivos de escorregamentos.....	23
Tabela 7: Critério de Hierarquização de risco (Adaptado Ministério das Cidades, 2007). .....	46
Tabela 8: Histórico dos movimentos gravitacionais de massa em Viçosa-MG.....	47
Tabela 9: Quantidade de Pontos e Áreas de Risco por Bairro. ....	48
Tabela 10: Localização dos pontos de risco.....	49
Tabela 11: Comparativo dos mapeamentos nos anos 2000 (Vieira, 2000) e 2013. ....	51
Tabela 12: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-2....	84
Tabela 13: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-3....	86
Tabela 14: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-4....	88
Tabela 15: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-5....	90
Tabela 16: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-6....	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Movimento de Rastejo.....	13
Figura 2: Escorregamento Planar.....	14
Figura 3: Escorregamentos Circulares.....	15
Figura 4: Escorregamento em cunha.....	15
Figura 5: Quedas de Blocos.....	16
Figura 6: Rolamento de Blocos.....	17
Figura 7: Esquema representando a remoção da cobertura vegetal.....	18
Figura 8: Esquema de lançamento e concentração de águas pluviais e servidas.....	19
Figura 9: Esquema representando vazamento de rede de abastecimento de água.....	19
Figura 10: Esquema de vazamento em fossa sanitária.....	20
Figura 11: Cortes com declividade e altura excessiva.....	20
Figura 12: Esquema de construção irregular de aterro.....	21
Figura 13: Lançamento de lixo e entulho em encosta.....	21
Figura 14: Mapa de localização da Área de Estudo.....	26
Figura 15: Precipitação média em Viçosa no período de 1986 a 2012.....	27
Figura 16: Hidrografia da Área Urbana de Viçosa – MG.....	28
Figura 17: Bloco diagrama ilustrado dos ambientes na bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo.....	30
Figura 18: Topossequência original da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo.....	31
Figura 19: Localização dos Bairros em estudo.....	41
Figura 20: Ficha Cadastral.....	44
Figura 21: Mapa de risco de escorregamento em Viçosa – MG.....	50
Figura 22: Ponto 58 e 59 (vias no topo do talude sem pavimentação e drenagem).....	52
Figura 23: Mapa de risco de escorregamento do bairro Nova Viçosa.....	53
Figura 24: Mapa de Risco de Escorregamento Bairros: Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.....	55
Figura 25: Imagens de aspectos existentes nos pontos e áreas de risco dos bairros Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.....	56
Figura 26: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros Santa Clara, Betânea, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus.....	59

Figura 27: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros Santa Clara, Betânea, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus. ....	60
Figura 28: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú. ....	62
Figura 29: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú. ....	63
Figura 30: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros João Braz, Liberdade e Silvestre. ....	65
Figura 31: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros João Braz, Liberdade e Silvestre. ....	66
Figura 32: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros João Braz, Violeira e Santo Antônio. ....	67
Figura 33: Mapa de risco de escorregamento dos bairros João Braz, Violeira e Santo Antônio. ....	68
Figura 34: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas no Condomínio Monte Verde e no bairro Romão dos Reis. ....	69
Figura 35: Mapa de Risco de escorregamento do Condomínio Monte e Bairro Romão dos Reis. ....	70
Figura 36: Mapa de Localização da área em estudo. ....	77
Figura 37: Mapa de declividade da área urbana de Viçosa – MG. ....	79
Figura 38: Mapa de ocupação e legislação urbanística no município de Viçosa – MG. ....	81
Figura 39: Divisão dos setores. ....	82
Figura 40: Mapa do SETOR 1- S1. ....	83
Figura 41: Mapa do SETOR 2 - S2. ....	85
Figura 42: Mapa do SETOR 3 – S3 ....	87
Figura 43: Mapa do SETOR 4 – S4. ....	89
Figura 44: Mapa do SETOR 5 – S5 ....	91
Figura 45: Mapa do SETOR 6 – S6. ....	93
Figura 46: Mapa do SETOR 7 – S7 ....	94

## RESUMO

ROQUE, Leandro Antônio, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Outubro de 2013. **Áreas de risco geológico-geotécnico associadas a movimentos de massas no núcleo urbano de Viçosa-MG.** Orientador: Eduardo Antonio Gomes Marques. Coorientador: Joel Gripp Junior.

Nas últimas décadas a cidade de Viçosa (MG) vem passando por um acelerado e desordenado ritmo de crescimento urbano, em que o processo de ocupação é feito sem planejamento, desrespeitando leis e normas de ocupação do solo. O resultado deste processo é o surgimento de áreas de risco, em que a ocorrência de movimentos de massa passa a ser algo frequente nos períodos chuvosos, acarretando em perdas econômicas e, nos casos mais graves, perdas humanas no município. Visando a necessidade de avaliar a real situação das áreas de risco do município, este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento das áreas de risco geológico-geotécnicos associadas a movimentos de massas na área urbana de Viçosa-MG, através do cadastro de pontos e áreas de diferentes graus de risco geológico-geotécnico, de acordo com os critérios definidos pelo Ministério das Cidades. A área em estudo abrange 51 bairros do município, dos quais 32 apresentaram pontos ou áreas de risco. No total, foram mapeados 101 pontos e delimitadas 45 áreas de risco, que foram cadastradas em um banco de dados devidamente georreferenciado em ambiente SIG. Em uma segunda fase do trabalho foi feita uma análise levando em consideração o uso e ocupação do solo urbano, a declividade da área urbana e a legislação urbanística, com objetivo de correlacionar o uso e ocupação no município com as disposições da Lei Federal nº 6.766/79 e da Lei Municipal nº 1.469/01, que dispõem e regulamentam sobre a declividade máxima do terreno para o parcelamento de solo urbano. Constatou-se que em Viçosa 36 bairros apresentam áreas em que a ocupação descumpra a legislação, nas quais a declividade do terreno é superior à máxima permitida, totalizando aproximadamente 1.674 moradias em situação irregular. Ambas as metodologias permitem ao poder público municipal a busca de soluções, intervenções, monitoramento e prevenção de áreas de risco e uma melhor gestão e planejamento do crescimento urbano do município.

## ABSTRACT

ROQUE, Leandro Antonio, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2013. **Areas of geological and geotechnical risk associated with mass movements in the urban core of Viçosa-MG.** Adviser: Eduardo Antonio Gomes Marques. Co-adviser: Joel Gripp Junior.

In recent decades the city of Viçosa (MG) has been undergoing a rapid and uncontrolled urban growth in the settlement process is done without any planning, disregarding laws and regulations of land use. As a result of this process is the development of geological-geotechnical risk areas, in which the occurrence of mass movements becomes something common during the rainy season, resulting in economic losses and, in most severe cases, loss of lives. In order to assess the real situation of risk areas of the city, this work presents the results of geological and geotechnical mapping of risk areas associated with mass movements in urban areas of Viçosa city, throughout the registration of points and areas of different risk degrees in accordance with the criteria defined by the Brazilian Ministry of Cities. The study area covers 51 districts of the municipality, of which 32 have presented risk areas and where 101 points and 45 risk areas were mapped and inserted in a georefered data bank. In a second phase of the present research an analysis was done taking into account the use and occupation of urban soil, the slope of the urban area and federal and municipal urban legislation, in order to correlate land use and occupation of the city with both Federal Law No. 6.766/79 and Municipal Law No. 1.469/01, which regulates the maximum natural slope allowed for occupation of urban areas. As a result, 36 neighborhoods have occupied areas in discordance with those laws, where the natural land slope is greater than the maximum allowed, and totaling approximately 1,674 dwellings. Both methodologies can allow the municipal government to find solutions, interventions, monitoring and prevention of risk areas and better management and planning of urban growth of the city.

## CAPITULO I – INTRODUÇÃO GERAL

O uso inadequado e desordenado do solo urbano leva a um crescente processo de degradação das paisagens, trazendo como consequências a diminuição da qualidade de vida e a deflagração de acidentes que levam a perdas humanas e materiais. Isso faz com que temas como a expansão urbana, risco geológico e acidentes “naturais” despertem um interesse cada vez maior de especialistas, principalmente entre os profissionais que trabalham junto ao meio físico e antrópico. (BAPTISTA, 2005).

No Brasil, de maneira a se procurar enfrentar esta realidade, promulgou-se o Estatuto da Cidade, lei federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece em seu artigo segundo, que a política urbana deve programar e coordenar as ações estruturais e administrativas necessárias para o desenvolvimento das funções sociais da cidade.

O plano diretor das cidades, obrigatório para as cidades com população superior a 20.000 habitantes, se propõe a definir a função social da cidade e da propriedade, objetivando solucionar os problemas que contribuem para degradação da qualidade de vida dos moradores e afirma a necessidade do estabelecimento de ações que planejem o espaço urbano (BRASIL, 2007).

Neste contexto, esta dissertação de mestrado apresenta o resultado de estudos realizados no intuito de avaliar as atuais condições de uso do solo urbano na área urbana de Viçosa (Minas Gerais), com enfoque na identificação de áreas de risco de movimentos de massa, no cadastramento dos pontos de riscos e, por fim, uma avaliação do uso e ocupação do solo. O estudo permitiu a identificação de áreas não edificantes, áreas ocupadas que não cumprem a legislação municipal e federal, e áreas que poderão ser ocupadas com projetos específicos, em função da declividade do terreno.

Na área urbana de Viçosa há predominância das feições montanhosas e a ocupação urbana, desordenada, influenciada pela especulação imobiliária pela qual a cidade vem passando nesses últimos anos, faz com que a ocupação urbana se desenvolva comumente desrespeitando as leis orgânicas municipais e leis federais sobre uso e ocupação do solo.

Tal fato potencializa a probabilidade de um bem imóvel localizar-se em áreas de risco, visto que o próprio processo de construção de imóveis em muitos casos é feito sem planejamento, contribuindo para o surgimento de áreas de risco.

Dessa forma, tem-se a necessidade de estudos avaliativos e preditivos da situação atual das ocupações urbanas e das áreas de expansão urbana, a fim de se reconhecer e propor soluções que evitem a desordem habitacional.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

A cidade de Viçosa ainda não conta com um mapa das áreas de risco de acidentes associados a movimentos de massa da sua área urbana. Devido ao período de grande especulação imobiliária pelo qual Viçosa está passando nos últimos anos, com a parte central e o seu entorno tomada por grandes edifícios, a fim de atender a demanda gerada pela Universidade Federal de Viçosa e por outras instituições de ensino existentes na cidade. Os altos preços dos imóveis e alugueis nessa parte central faz com que a população de menor renda esteja sendo levada a buscar as áreas mais periféricas para morarem, em um processo conhecido como segregação espacial. Neste processo, comuns a muitas cidades brasileiras, a população de baixa renda acaba ocupando as encostas com construções sem planejamento, proporcionando o surgimento de áreas de risco.

No período de chuvas de Dezembro de 2011 à Março de 2012 foram registrados diversos pontos de ocorrência de movimentos de massa no município, grande parte deles gerados devido a construções mal planejadas ou construídas em locais inadequados.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a identificação, o mapeamento e a setorização das áreas de riscos de acidentes associados a movimentos de massa (escorregamentos, rastejos, queda de blocos etc.) nas encostas na cidade de Viçosa-MG, através de cadastro dos pontos de diferentes graus de risco geológico-geotécnico, dentro dos critérios definidos pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2007).

Numa segunda etapa, realizou-se o mapeamento do uso e ocupação das encostas no município de Viçosa-MG, correlacionando-o com a legislação urbanística, tendo como critério a Lei nº 1.469/2001 - Parcelamento do Solo do Município de Viçosa e a Lei Lehmann - Lei 6766/79, lei federal que também dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. Como resultado, gerou-se um mapa de avaliação da atual ocupação urbana do município em função das normas estabelecidas pelas leis citadas anteriormente.

### Objetivos Específicos

Para que se possa alcançar o objetivo geral apresentado anteriormente, os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificação dos principais mecanismos de movimentação de massa existentes na área urbana de Viçosa;
- ✓ Identificação, localização e descrição dos pontos e áreas de risco geológico-geotécnico, com acompanhamento fotográfico;
- ✓ Individualização das áreas de risco geológico-geotécnico de comportamento semelhante, tanto em relação ao grau quanto em relação à natureza do risco;
- ✓ Digitalização de todos os dados levantados para a área em estudo;
- ✓ Criação e implantação de um banco de dados georreferenciado em ambiente SIG;
- ✓ Elaboração de um mapa de áreas de risco de movimentos de massa em escala;
- ✓ Elaboração de uma mapa de ocupação e legislação urbanística.

### **1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Apresenta-se neste item a estrutura geral desse trabalho, com uma síntese do que trata cada capítulo. O trabalho está dividido em 6 capítulos, incluindo o presente Capítulo 1 – Introdução Geral.

O Capítulo 2 aborda a uma revisão de literatura sobre conceitos básicos de risco, desastres naturais e movimentos gravitacionais de massa, destacando a classificação dos movimentos gravitacionais de massa, os condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa e finalizando com um resumo sobre a classificação de risco geológico-geotécnico, que são fundamentais para auxiliar na execução e contextualização desta pesquisa e na análise e discussão dos resultados.

O Capítulo 3 apresenta a caracterização da área em estudo como localização, clima, hidrografia, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e o histórico de uso e ocupação.

O Capítulo 4 aborda um estudo sobre mapeamento das áreas de risco geológico-geotécnico associados a movimentos de massas na área urbana de Viçosa-MG.

O Capítulo 5 aborda um estudo sobre o uso e ocupação das encostas e a legislação urbanística no município de Viçosa – MG.

O Capítulo 6 discorre a respeito das conclusões gerais dos estudos realizados e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

## CAPITULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO

A palavra risco significa perigo ou possibilidade de perigo, possibilidade de perda ou responsabilidade de perda ou responsabilidade pelo dano. Sua origem provém do século XV, da variante gráfica “*risquo*”, a qual possui etimologia obscura (CUNHA, 1982).

Assim, a palavra “risco” refere-se tanto a algo que poderá acontecer, como à designação de uma linha ou traço separador. Desta forma, pode-se fazer uma alusão ao risco enquanto um limite entre partes, que se for ultrapassado resultará em perdas ao homem (VIEIRA, 2004).

Os riscos geológicos são classificados em dois tipos de processos:

- Processos endógenos (terremotos, vulcanismos e tsunamis),
- Processos exógenos (erosão, movimentos de massa, enchente e assoreamento).

Quanto à origem dos riscos geológicos é possível classificar os riscos naturais - provocados por fenômenos ou desequilíbrio da natureza sem a atuação humana; e os riscos induzidos, provocados pelas ações ou por omissões humanas que contribuem para gerar ou agravar desastres naturais.

Há ainda uma diferenciação entre pontos de riscos e áreas de risco (Amaral, 1992), ou entre cadastramento e zoneamento de risco (Cerri, 1992). Os pontos de riscos são situações pontuais nos quais devem ser empregadas soluções específicas e localizadas, como um maior nível de detalhamento e indicando as situações de risco de cada moradia ou local. Áreas de risco abrangem maiores porções de terreno, com forma e tamanhos irregulares (VIEIRA, 2000).

As áreas de risco delimitadas através de zoneamentos de risco podem conter ou não pontos de risco como o mesmo ou diferentes graus de risco, envolver várias moradias, e ou, áreas ainda não urbanizadas próximas às moradias que apresenta risco devido a sua declividade ou processos erosivos causados por desmatamento que levam a instabilidade da área. Neste caso o zoneamento de risco vem como forma de alerta, para

que a urbanização destas áreas seja feita com planejamento; ou então determina a não ocupação de uma área, formando assim as áreas não edificáveis.

As áreas de risco são áreas passíveis de serem atingidas por processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários) (BRASIL, 2007).

As situações de risco geológico podem ser definidas nas formas de risco atual ou de risco potencial (Cerri e Amaral, 1998). O risco atual representa a situações de risco já presente na área ocupada e o risco potencial representa a susceptibilidade a ocorrência de risco geológico de áreas ocupadas ou não. Desta forma a classificação de áreas ou pontos de risco como potenciais têm como objetivo a prevenção destas áreas.

Para uma análise quantitativa de risco (Augusto Filho, 2001), afirma que a análise de risco depende da obtenção e ponderação de dois parâmetros: a frequência ou probabilidade de um determinado fenômeno ocorrer, e a magnitude das consequências socioeconômicas associadas a eles. Assim sendo, a equação mais genérica para expressar o risco seria dada por:  $R = P \times C$ , em que **P** = probabilidade de ocorrência do processo em questão, e **C** = consequências sociais e econômicas potenciais associadas.

Cerri & Amaral (1998) reproduzem a equação de Varnes em que para risco natural:  $R_t = E \times R_s$ , em que **R<sub>t</sub>** = risco total (expectativa de perda de vidas humanas, pessoas afetadas, danos a propriedades, interrupção de atividades econômicas); **E** = elementos sob risco (sociedade, propriedades, atividades econômicas); **R<sub>s</sub>** = risco específico, ou seja, o produto do risco natural e da vulnerabilidade dos elementos sob risco expostos ao risco natural. As análises quantitativas de risco incorporam ao cálculo, a probabilidade de ocorrência do processo e a distribuição probabilística das consequências.

Nas análises qualitativas, o grau de risco é estabelecido por termos linguísticos (baixo, médio e alto) e as consequências podem ser definidas de forma similar, englobando intervalos de valores relacionados ao número de moradias expostas ao risco.

Para garantir uma análise quantitativa e ou qualitativa é necessário a elaboração de uma ficha de campo que contemple diversas características a serem observadas para que se torne possível a uniformização dos dados coletados, evitando que as avaliações de risco apresentem subjetividade ou divergências, principalmente quando executadas por equipes diferentes.

Foi com base nesse princípio que em 2007 o Ministério das Cidades, em parceria com Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED/UFSC) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), desenvolveu o curso de capacitação de técnicos e gestores municipais no mapeamento e gerenciamento de riscos de deslizamentos em encostas e inundações.

## **2.2 DESASTRES NATURAIS**

Segundo Tobin & Montz (1997) os desastres são conceituados como resultado de eventos adversos que causam grandes impactos há sociedade, sendo distinguidos principalmente em função de sua origem, ou seja, a natureza do fenômeno que os desencadeia.

A expressão desastre natural está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, independentemente se elas residem ou não em áreas de risco. Usualmente esta expressão tem sido associada a terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões, entretanto desastres naturais contemplam também processos e fenômenos mais localizados, tais como escorregamentos, inundações, subsidências e erosões, que podem ocorrer naturalmente ou serem induzidos pelo homem, através de degradação de áreas frágeis, potencializados pelo desmatamento e ocupação irregular (IG-SMA, 2006).

Existem três tipos de desastres: naturais, humanos e mistos. Desastres humanos são gerados pelas ações ou omissões humanas, como acidentes de trânsito, incêndios industriais, contaminação de rios etc. Desastres naturais são causados por fenômenos naturais de grande intensidade sobre uma área ou região povoada. Desastres mistos são iniciados pelas atividades antrópicas e potencializados por fenômenos naturais intensos (Castro, 2003). Nessa abordagem, a diferença está basicamente no nível de intervenção humana. Entretanto, considerando-se somente este critério, a grande maioria dos desastres conhecidos como naturais seriam de fato desastres mistos (CAMPOS, 2011).

Para Marcelino (2007), seria maior praticidade e menos conflituoso optar pela classificação dos desastres quanto sua origem, ou seja, em naturais e humanos, tendo como referencial o fenômeno que desencadeia o processo. Sendo assim os naturais seriam aqueles disparados por um fenômeno natural de grande intensidade e os humanos, pelas ações ou omissões de caráter antrópico.

Em relação à classificação dos desastres naturais, quanto a sua tipologia, apresenta-se na Tabela 1, a proposta por (TOBIN & MONTZ, 1997).

Tabela 1: Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia.

CATEGORIA	TIPOS DE DESASTRES
Meteorológicos	Furacões, Ciclones Tufões Vendaval Granizos Tornados Nevascas Geadas Ondas de Frio Ondas de Calor
Hidrológicos	Inundações Secas/Estiagens Incêndios Florestais
Geológicos	Vulcanismo Terremotos Tsunami Escorregamentos Subsidência

Fonte: Modificado de (TOBIN & MONTZ, 1997)

Em dezembro de 1999 a Organização das Nações Unidas (ONU) criou, como parte de seu secretariado, a *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR) que tem como objetivo assegurar a implantação da estratégia internacional para a redução de desastres, dedicada à promoção de soluções para Redução de Riscos de Desastres (DRR), desenvolvendo programas de prevenção para redução de desastres naturais.

Segundo a ONU (2013) em seu relatório para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR) afirmou que pela primeira vez na história, ocorreram perdas econômicas anuais de mais de 100 bilhões de dólares por três anos consecutivos, 2010 (138 bilhões), 2011 (371 bilhões) e 2012 (138 bilhões). As perdas se deram devido a um enorme aumento de exposição de bens industriais e de propriedades privadas em eventos de desastres extremos.

Com a globalização, as multinacionais estão criando instalações em países em desenvolvimento em busca de mão de obra barata como forma de garantir maior lucro e competitividade de preço de seus produtos. O grande problema que preocupa os especialistas no assunto é que esses locais são os menos preparados para enfrentar

desastres naturais, o que corrobora os dados da ONU sobre o aumento a exposição de bens industriais a eventos de desastres.

No Brasil de acordo com dados disponibilizados pela ONU (2012), estudos feitos pelo Banco Mundial em 2012 sobre o Risco Brasil, mostraram como os últimos desastres naturais foram prejudiciais à economia do país, sendo que as perdas depois dessas catástrofes foram de aproximadamente 15 bilhões de reais. Os estudos se referem às enchentes em Santa Catarina em 2008, às chuvas em Alagoas e Pernambuco em 2010 e às inundações e deslizamentos de terra na Região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011. Os estudos foram elaborados pelo Banco Mundial em parceria com governos estaduais e a Secretaria Nacional de Defesa Civil. O setor de habitação foi o mais afetado, com perdas de pelo menos 7 bilhões de reais.

De acordo com a normativa da Política Nacional de Defesa Civil, Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012 e da Normativa nº1 de 24 de agosto de 2012, em seu anexo 1, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) é adequada à classificação de desastres utilizada pela ONU, Tal classificação foi elaborada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) e do Centro de Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU). Esta classificação distingue duas categorias para desastres - Natural e Tecnológico.

Na Tabela 2 e na Tabela 3 apresenta-se o resumo de classificação e a respectiva codificação utilizada pela COBRADE.

Tabela 2: Classificação COBRADE para Desastre Natural.

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	COBRADE
1. NATURAL	1. GEOLÓGICO	1. Terremoto	1. Tremor de terra	0	1.1.1.1.0
			2. Tsunami	0	1.1.1.2.0
		2. Emissão vulcânica	0	0	1.1.2.0.0
			3. Movimento de massa	1. Quedas, Tombamentos e rolamentos	1. Blocos
		2. Lascas			1.1.3.1.2
		3. Matacões			1.1.3.1.3
		4. Lajes		1.1.3.1.4	
		2. Deslizamentos	1. Deslizamentos de solo e ou rocha	1.1.3.2.1	
		3. Corridas de Massa	1. Solo/Lama	1.1.3.3.1	
		2. Rocha/Detrito	1.1.3.3.2		
		4. Subsídências e colapsos	0	1.1.3.4.0	
		4. Erosão	1. Erosão Costeira/Marinha	0	1.1.4.1.0
			2. Erosão de Margem Fluvial	0	1.1.4.2.0
	3. Erosão Continental		1. Laminar	1.1.4.3.1	
			2. Ravinas	1.1.4.3.2	
			3. Boçorocas	1.1.4.3.3	
	2. HIDROLÓGICO	1. Inundações	0	0	1.2.1.0.0
		2. Enxurradas	0	0	1.2.2.0.0
		3. Alagamentos	0	0	1.2.3.0.0
	3. METEOROLÓGICO	1. Sistemas de Grande Escala/Escala Regional	1. Ciclones	1. Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas)	1.3.1.1.1
				2. Marés de Tempestade (Ressacas)	1.3.1.1.2
			2. Frentes Frias/Zonas de Convergência	0	1.3.1.2.0
		2. Tempestades	1. Tempestade Local/Convectiva	1. Tornados	1.3.2.1.1
				2. Tempestade de Raios	1.3.2.1.2
				3. Granizo	1.3.2.1.3
				4. Chuvas Intensas	1.3.2.1.4
				5. Vendaval	1.3.2.1.5
		3. Temperaturas Extremas	1. Onda de Calor	0	1.3.3.1.0
			2. Onda de Frio	1. Friagem	1.3.3.2.1
	2. Geadas	1.3.3.2.2			
	4. CLIMATOLÓGICO	1. Seca	1. Estiagem	0	1.4.1.1.0
			2. Seca	0	1.4.1.2.0
			3. Incêndio Florestal	1. Incêndios em Parques, Áreas de Proteção Ambiental e Áreas de Preservação Permanente Nacionais, Estaduais ou Municipais	1.4.1.3.1
2. Incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar				1.4.1.3.2	
4. Baixa Humidade do Ar		0	1.4.1.4.0		
5. BIOLÓGICO		1. Epidemias	1. Doenças infecciosas virais	0	1.5.1.1.0
	2. Doenças infecciosas bacterianas		0	1.5.1.2.0	
	3. Doenças infecciosas parasíticas		0	1.5.1.3.0	
	4. Doenças infecciosas fúngicas		0	1.5.1.4.0	
	2. Infestações/Pragas	1. Infestações de animais	0	1.5.2.1.0	
		2. Infestações de algas	1. Marés vermelhas	1.5.2.2.1	
			2. Ciano bactérias em reservatórios	1.5.2.2.2	
		3. Outras Infestações	0	1.5.2.3.0	

Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960)> Acesso: 01 outubro 2013.

Tabela 3: Classificação COBRADE para Desastre Tecnológico.

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	COBRADE	
2. TECNOLÓGICO	1. Desastres Relacionados a Substâncias radioativas	1. Desastres siderais com riscos radioativos	1. Queda de satélite (radionuclídeos)	0	2.1.1.1.0	
		2. Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares	1. Fontes radioativas em processos de produção	0	2.1.2.1.0	
		3. Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos	1. Outras fontes de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente	0	2.1.3.1.0	
	2. Desastres Relacionados a Produtos Perigosos	1. Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos		1. Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio	0	2.2.1.1.0
				1. Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável	0	2.2.2.1.0
		2. Desastres relacionados à contaminação da água		2. Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e aquíferos	0	2.2.2.2.0
				3. Desastres Relacionados a Conflitos Bélicos	1. Liberação produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares.	0
		4. Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos		1. Transporte rodoviário	0	2.2.4.1.0
				2. Transporte ferroviário	0	2.2.4.2.0
				3. Transporte aéreo	0	2.2.4.3.0
				4. Transporte dutoviário	0	2.2.4.4.0
				5. Transporte marítimo	0	2.2.4.5.0
				6. Transporte aquaviário	0	2.2.4.6.0
	3. Desastres Relacionados a Incêndios Urbanos	1. Incêndios urbanos	1. Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos.	0	2.3.1.1.0	
			2. Incêndios em aglomerados residenciais	0	2.3.1.2.0	
	4. Desastres relacionados a obras civis		1. Colapso de edificações	0	2.4.1.0.0	
			2. Rompimento/colapso de barragens	0	2.4.2.0.0	
	5. Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas		1. Transporte rodoviário	0	0	2.5.1.0.0
			2. Transporte ferroviário	0	0	2.5.2.0.0
			3. Transporte aéreo	0	0	2.5.3.0.0
4. Transporte marítimo			0	0	2.5.4.0.0	
5. Transporte aquaviário			0	0	2.5.5.0.0	

Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960)> Acesso: 01 outubro 2013.

## 2.3 MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Com relação à classificação dos movimentos gravitacionais de massa, a proposta de Varnes (1978), é a mais utilizada internacionalmente. Em termos nacionais, a classificação proposta de Augusto Filho (1992) é a que mais se adéqua às condições brasileiras, ambas as propostas encontram-se resumidas na Tabela 4 e na Tabela 5. Neste trabalho será discutida apenas a proposta de Augusto Filho (1992).

Tabela 4: Classificação COBRADE para Desastre Tecnológico.

Tipo de movimento			Tipo de material		
			Rocha	Solo (engenharia)	
				Grosseiro	Fino
Quedas			De rocha	De detritos	De terra
Tombamentos			De rocha	De detritos	De terra
Escorregamentos	Rotacional	Poucas Unidades	Abatimento e rocha De blocos rochosos De Rocha	Abatimento de detritos de blocos de detritos De detritos	Abatimento de terra de blocos de terra De terra
	Translacional	Muitas Unidades			
Expansões laterais			De Rocha	De detritos	De terra
Corridas / Escorregamentos			De rocha (rastejo profundo)	De detritos	De terra
			(Rastejo de solo)		
Complexos: Combinação de dois ou mais dos principais tipos de movimentos					

Tabela 5: Classificação dos movimentos de massa proposta de Augusto Filho (1992).

Processos	Características do Movimento, material e geometria
Rastejo ou Fluência ( <i>CREEP</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>✓ Velocidades de muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade</li> <li>✓ Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes,</li> <li>✓ Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>✓ Geometria indefinida</li> </ul>
Escorregamentos ( <i>SLIDES</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>✓ Velocidades de médias (km/h) a altas (m/s)</li> <li>✓ Pequenos a grandes volumes de material</li> <li>✓ Geometria e materiais variáveis</li> <li>✓ Planares solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza</li> <li>✓ Circulares solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas</li> <li>✓ Em cunha solos e rochas com dois planos de fraqueza</li> </ul>
Quedas ( <i>FALLS</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sem planos de deslocamento</li> <li>✓ Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>✓ Velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>✓ Material rochoso</li> <li>✓ Pequenos a médios volumes</li> <li>✓ Geometria variável: lascas, placas, blocos etc.</li> <li>✓ Rolamento de matacão</li> <li>✓ Tombamento</li> </ul>
Corridas ( <i>FLAWS</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)</li> <li>✓ Movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>✓ Desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>✓ Velocidades de médias a altas</li> <li>✓ Mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>✓ Grandes volumes de material</li> <li>✓ Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

### 2.3.1 Rastejo

Os rastejos são movimentos lentos e contínuos, sem superfície de ruptura bem definida, variando de mm a cm por ano, podendo englobar grandes áreas. Este processo ocorre geralmente nos horizontes superficiais, principalmente nos horizontes de transição solo/rocha e em baixa declividade.

Esses movimentos podem ser observados devido ao surgimento de trincas e degraus de abatimento ao longo do terreno e pela presença de árvores e postes inclinados. Os principais fatores condicionantes são antrópicos, devido à realização de cortes na parte inferior do terreno.

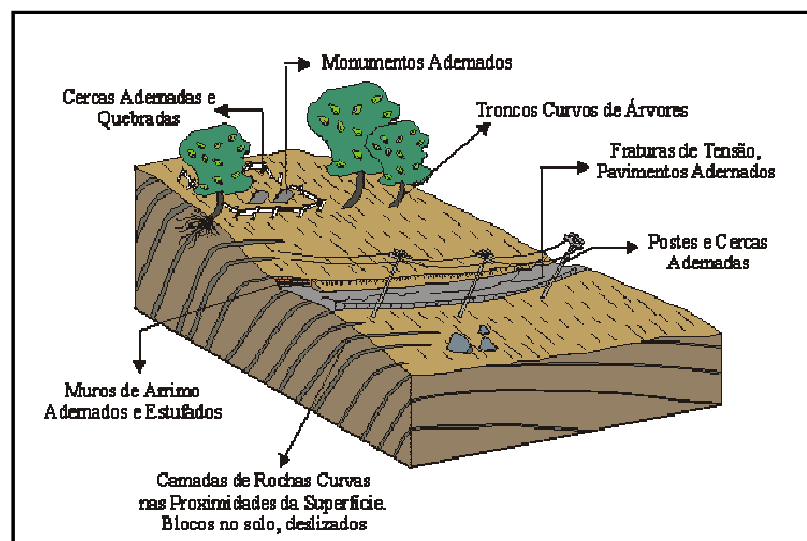


Figura 1: Movimento de Rastejo.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09a.html> Acesso:

08 de julho 2013.

### 2.3.2 Escorregamentos

Os escorregamentos são movimentos rápidos, com velocidade variando de m/h ou m/s, apresentam superfície de ruptura bem definida e o volume transportado é variado, mas pode ser facilmente medido ou inferido. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material e geralmente são deflagrados devido à chuva. Os escorregamentos são classificados em: planares ou translacionais; circulares ou rotacionais; e em cunha.

Escorregamentos planares ou translacionais ocorrem predominantemente em solos poucos desenvolvidos e com elevada declividade, comuns nas vertentes das encostas serranas brasileiras, em conjunto com a presença de um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade tais como fraturas, falhas, xistosidade, foliação etc.

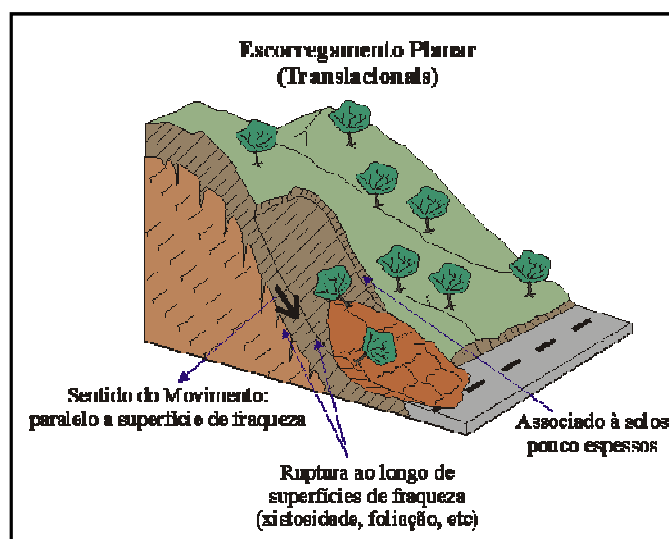


Figura 2: Escorregamento Planar.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09b.html> Acesso: 08 de julho de 2013.

Escorregamentos circulares ou rotacionais são escorregamentos em forma rotacional seguindo um eixo imaginário, com a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas. Estão associados a aterros, pacotes ou depósitos de solos mais espessos, formados sobre rochas sedimentares e cristalinas intensamente fraturadas e seu raio de alcance é menor se comparado com os escorregamentos planares (Brasil, 2007).

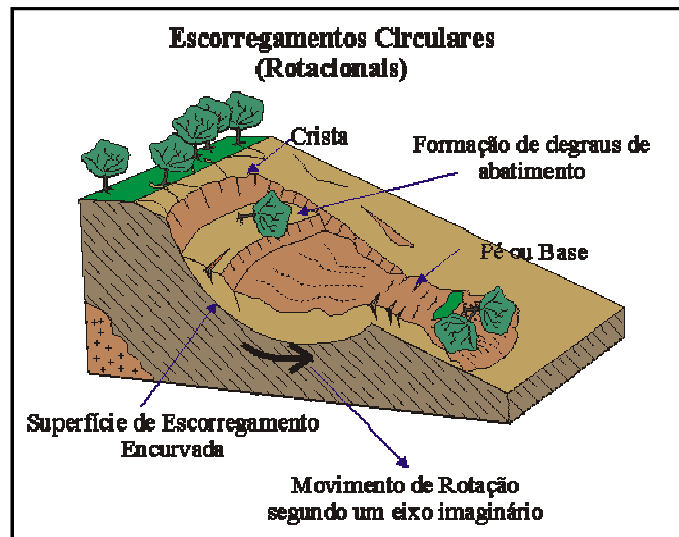


Figura 3: Escorregamentos Circulares.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09c.html> Acesso 08 de Julho de 2013.

Escorregamentos em cunha estão associados à saprolitos e maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares ou planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade que condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos, sendo comum a sua ocorrência em taludes de corte ou em encostas em que essas estruturas sofreram desconfinamento por meio natural ou antrópico.

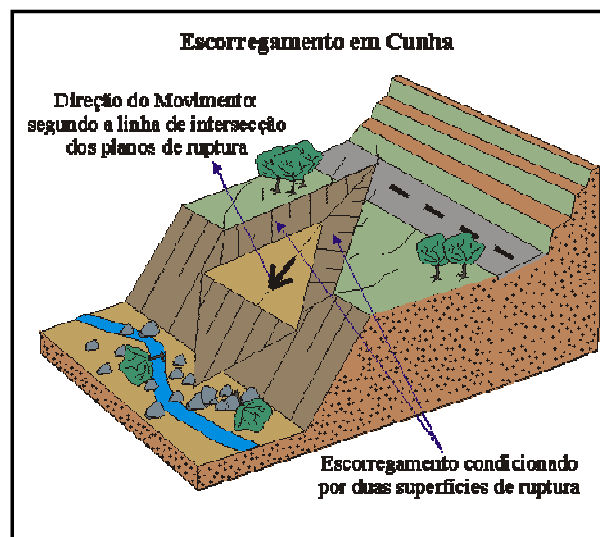


Figura 4: Escorregamento em cunha.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09d.html> Acesso: 08 de julho de 2013.

### 2.3.3 Movimento de Blocos

Os movimentos de blocos consistem em deslocamentos, por gravidade, de blocos de rocha, podendo ser classificados em: quedas de blocos; tombamento de blocos, rolamento de blocos e deslocamento de blocos.

As quedas de blocos são movimentos extremamente rápidos, que envolvem blocos ou lascas em movimento de queda livre. As causas básicas deste processo são as descontinuidades do maciço rochoso que são potencializadas pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha; pela subpressão, através do acúmulo de água; e pela penetração de raízes. Todos estes processos propiciam o isolamento de blocos unitários de rocha, e sua ocorrência está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra etc. (BRASIL, 2007).

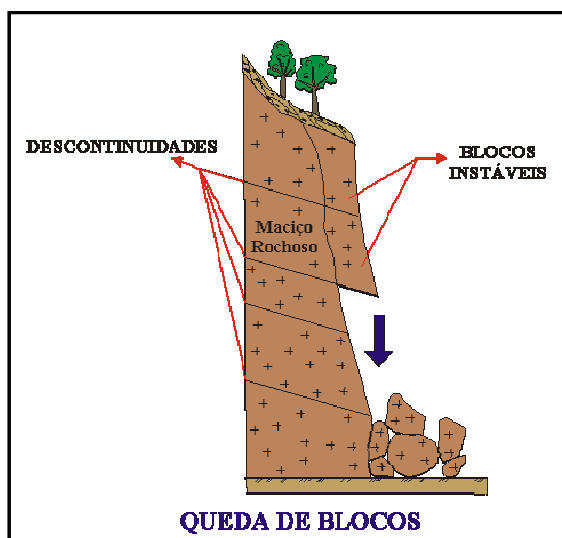


Figura 5: Quedas de Blocos.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09e.html> Acesso: 09 de julho de 2013.

Os rolamentos de blocos ocorrem quando processos erosivos ou escavação removem o apoio da base da rocha (descaçamento). É muito comum em áreas de rochas graníticas, onde existe a maior predisposição a originar matacões de rocha são, isolados e expostos em superfície. A ação antrópica é a mais comum no seu desencadeamento devido à ocupação desordenada das encostas em que as escavações removem o apoio dessas rochas (BRASIL, 2007).

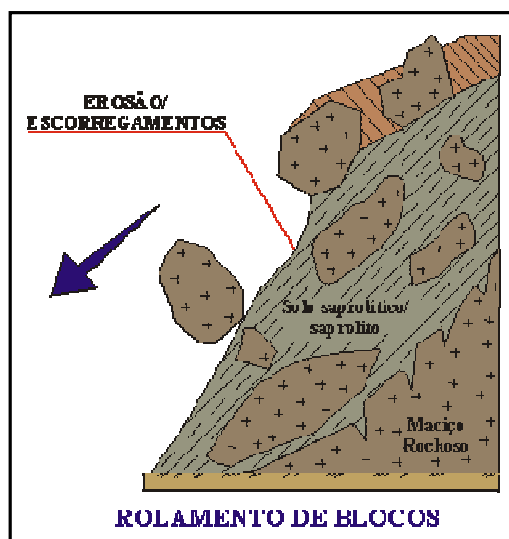


Figura 6: Rolamento de Blocos.

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09g.html> Acesso: 09 de julho de 2013.

#### 2.4 Condicionantes e causas dos movimentos gravitacionais de massa

Os movimentos gravitacionais de massa podem ser influenciados por condicionantes naturais, antrópico ou ambos. O entendimento destes condicionantes é de extrema importância para que se possa controlar e evitar que os movimentos gravitacionais de massa ocorram.

Os condicionantes naturais são divididos em agentes predisponentes e agentes efetivos. Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo, em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusos nesta categoria. Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, sendo estes diferenciados em *preparatórios* (pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento) e *imediatos* (chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.) (IPT, 2007).

### 2.4.1 Remoção da cobertura vegetal

A remoção da cobertura vegetal aumenta a probabilidade de escorregamentos superficiais (Figura 7) se comparadas com as áreas em que a cobertura foi preservada, com a exceção da existência generalizada de bananeiras, pois seu sistema radicular pouco profundo e alto poder de retenção de água que acaba atuando como peso extra, prejudicando a estabilidade do talude (CAMPOS, 2011).



Figura 7: Esquema representando a remoção da cobertura vegetal.  
Fonte: (CAMPOS, 2011).

### 2.4.2 Lançamento e concentração de águas pluviais e servidas

A deficiência e ou inexistência de um sistema de drenagem de águas pluviais, faz com que água infiltre no solo, através de trincas, levando à saturação, que acaba diminuindo sua resistência e provocando a ruptura de cortes e aterros. O problema se agrava nos períodos chuvosos, quando a saturação do solo aumenta naturalmente.

No caso das águas servidas, a inexistência ou deficiência de esgotamento sanitário permite uma infiltração contínua no solo, provocando sua saturação e consequentemente ruptura de cortes e aterro. O problema torna-se mais crítico nos período chuvoso pelo fato do solo apresentar mais saturado.



Figura 8: Esquema de lançamento e concentração de águas pluviais e servidas.  
Fonte: (CAMPOS, 2011).

### 2.4.3 Vazamento na rede de abastecimento de água

O vazamento na rede de abastecimento de água proporciona a saturação do solo e a diminuição de sua resistência, favorecendo a instabilidade de cortes e aterros. Este problema ocorre em muitos casos devido à construção da rede de abastecimento feita de forma improvisada pelos próprios moradores, com a utilização de canos e mangueiras inadequadas, com muitas emendas, e próxima à superfície facilitando a ocorrência de furos. Na Figura 9 mostra-se o esquema da rede de drenagem com vazamentos e seu efeito na instabilização de cortes e aterros devido o fluxo de água no interior dos mesmos.



Figura 9: Esquema representando vazamento de rede de abastecimento de água.  
Fonte: (CAMPOS, 2011).

#### 2.4.4 Fossa sanitária

A construção de fossas sanitárias é muito comum em áreas onde não existe rede coletora de esgoto, mas, em muitos casos, principalmente em áreas onde reside população de menor poder aquisitivo, as fossas são construídas sem nenhum tipo de revestimento impermeabilizante, levando à contaminação do lençol freático e em locais de maior declividade, estes vazamentos levam à saturação do solo e afetam a estabilidade de cortes e aterros, conforme mostra o esquema da Figura 10.

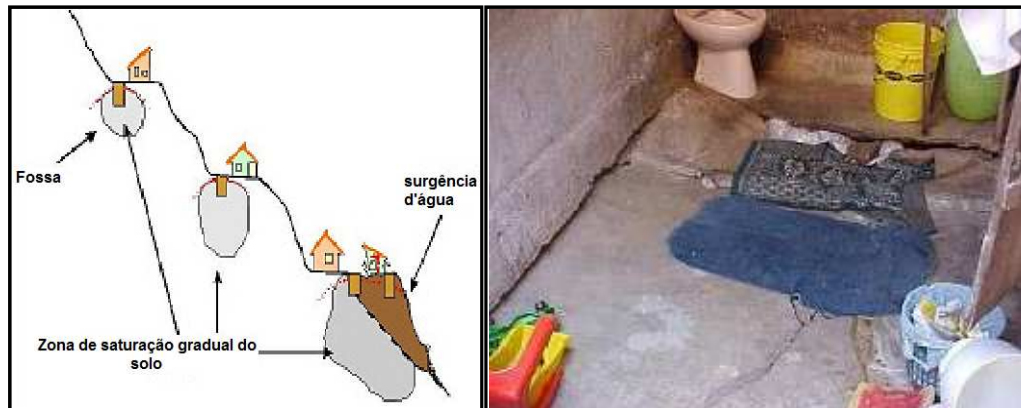


Figura 10: Esquema de vazamento em fossa sanitária.

Fonte: (CAMPOS, 2011).

#### 2.4.5 Execução de corte com altura e inclinação acima do limite de segurança

É muito comum à realização de cortes em encostas, seja para a implantação de sistema viário ou para construção de moradias, que apresentam altura e inclinação incompatíveis com os limites de resistência do solo, possibilitando a ocorrência de escorregamento. No caso de solos de alteração, cortes que não levam em conta as estruturas residuais da rocha (fraturas e outras descontinuidades) e o plano de mergulho do material de origem, podem originar rupturas planares.



Figura 11: Cortes com declividade e altura excessiva.

Fonte: (CAMPOS, 2011)

#### 2.4.6 Execução deficiente de aterros e patamares

É muito comum a ocorrência de escorregamentos em aterros, principalmente quando são executados de forma inadequada, em que o material é lançado sobre a superfície do terreno ou vegetação sem nenhum tipo de compactação. Este material sem compactação cria condições favoráveis ao aparecimento de caminhos preferenciais de água da chuva entre a superfície do terreno e a base do aterro, conforme ilustra a Figura 12. A situação mais crítica para a ocorrência de ruptura é quando o aterro é construído sobre surgência de água, mas esta situação é a menos frequente.



Figura 12: Esquema de construção irregular de aterro.  
Fonte: (CAMPOS, 2011)

#### 2.4.7 Lançamento de lixo e entulho nas encostas

O lançamento de lixo e entulho nas encostas conforme ilustra a Figura 13, cria condições favoráveis para a ocorrência de escorregamento, pois o material é extremamente poroso e, em período chuvoso, acumula água que se torna um peso extra, fazendo com que essa massa de material se desloque. O problema pode se agravar quando este material é lançado sobre as linhas de drenagem, seja natural ou servida.



Figura 13: Lançamento de lixo e entulho em encosta.  
Fonte: Arquivo do Autor

## 2.5 CLASSIFICAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Segundo Cerri (2006) um mapeamento de risco pode ser realizado de duas formas; zoneamento ou setorização de risco e o cadastramento de risco. O zoneamento de risco é delimitado setores nos quais se encontram um determinado número de moradias com situação de risco semelhante; enquanto no cadastramento a avaliação de risco é feita pontualmente, ou seja, moradia por moradia. Assim após o cadastramento é necessário fazer uma nova setorização para que este mapeamento não fique sendo generalista.

Os graus de probabilidade de ocorrência do processo ou risco, apresentados na Tabela 6, proposto por Cerri (2006) tem sido utilizados em mapeamentos e no gerenciamento de risco do Ministério das Cidades.

Os parâmetros utilizados juntamente com aplicação desse roteiro proposto por (Brasil, 2007) devem ser:

- Padrão construtivo (madeira ou alvenaria): para uma mesma situação a construção em alvenaria deve suportar maior solicitação e, portanto deve ser colocada em classe de risco inferior à moradia de madeira;
- Tipos de taludes: taludes naturais estão, normalmente, em equilíbrio. Taludes de corte e de aterro são mais propensos a instabilizações;
- Distância da moradia ao topo ou à base dos taludes: deve ser adotada como referência uma distância mínima com relação à altura do talude que pode sofrer a movimentação;
- Inclinação dos taludes: os escorregamentos ocorrem a partir de determinadas inclinações.
- A presença de água deve ser criteriosamente observada, a existência de surgências nos taludes e a infiltração de água sobre aterros devem ser tomadas como sinais de maior possibilidade de movimentações.
- A chave para a classificação é a presença de sinais de movimentação/feições de instabilidade. Essa presença pode ser expressiva e em grande número; presente; incipiente ou ausente.

Tabela 6: Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos destrutivos de escorregamentos.

Grau de Probabilidade	Descrição
<p><b>R1</b> <b>Baixo ou Sem risco</b></p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Não observa(m) sinal/feição/evidencia(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p><b>R2</b> <b>Médio Risco</b></p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidencia(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R3</b> <b>Alto Risco</b></p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.) Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R4</b> <b>Muito Alto Risco</b></p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação/tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de cotenção, arvores postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margens de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Fonte: (BRASIL, 2007).

## 2.6 ESTADO DA ARTE DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.

O mapeamento geotécnico consiste em representar em meio cartográfico os componentes geotécnicos de significância para o uso e ocupação do solo e subsolo em projetos, construções e manutenções quando aplicados à engenharia civil, de minas e nos problemas ambientais, sendo possível visualizar as unidades geotécnicas específicas de cada localidade, com informações sobre o tipo de solo, substrato e relevo predominante (COSTA & ALVES, 2006).

Foram elaborados nos últimos anos, nas mais diversas áreas de conhecimento (engenharia, geologia, geografia, entre outras), estudos sobre a classificação de risco geológico-geotécnico, com a utilização de diversas metodologias.

Macedo et al. (2004) apresentaram o mapeamento das áreas sujeitas a escorregamentos e solapamentos de margens em assentamentos precários e loteamentos irregulares do município de São Paulo, onde foi adotada uma metodologia elaborada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológica (IPT) e a Universidade Estadual Paulista (UNESP), com base em fotografias aéreas tiradas com sobrevoo de helicóptero e aplicação de questionários.

Baptista (2005) fez uma análise da paisagem e identificação das áreas suscetíveis a movimentos de massa na APA Petrópolis – RJ, com subsidio ao planejamento urbano. Esta autora utilizou três imagens orbitais e por meio de *softwares* classificou as imagens para a determinação do uso e ocupação e elaborou um mapa de susceptibilidade das áreas de risco a movimento de massa.

Pacheco e Coutinho (2006) propuseram uma avaliação de risco de deslizamento nas encostas de Petrópolis – RJ e da região metropolitana de Recife – PE, onde apresentou um critério de risco baseado no conceito  $risco = probabilidade \times consequência$ ; foram apresentadas comparações entre as cidades tomando-se por base uma formulação estatística para a modelagem territorial de mortalidade em deslizamento de terra, nesta formulação, a incerteza quanto à previsão de perdas de vida é quantificada através de distribuições probabilísticas especiais. Estas distribuições permitem a utilização de formulas bastante simples para a previsão de mortalidade, as estimativas prévias de mortalidade são essenciais ao planejamento de estratégias que visam minimizar os números de vitimas em futuros desastres.

Gomes et al. (2007) apresentaram o uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG, em que, a partir

de dados históricos de ocorrência registradas pelo corpo de bombeiros, obteve-se um banco de dados georreferenciados que proporcionou a definição das principais regiões de susceptibilidade a movimento de massa.

Natali et al. (2008) apresenta em artigo sobre a construção de cartas de risco de deslizamento de solo da área urbana de Ponte Nova – MG, em que através de levantamento sistemático de dados de escritório e campo possibilitou a elaboração de cartas temáticas (risco geológico-geotécnico, declividade, uso e ocupação do solo e litologia), que quando cruzadas permitiram a construção de gráficos atuais do potencial risco de deslizamentos de solo, o seu estudo procurou fornecer um diagnóstico das situações de risco na área urbana de Ponte Nova.

Campos (2011) apresentou uma proposta de reanálise de risco geológico-geotécnico de escorregamento em Belo Horizonte – MG, em que concluiu que a metodologia utilizada pelos técnicos do Programa Estrutural em Áreas de Risco (PEAR) não é confiável na classificação de risco alto e muito alto, pois esta análise é muito subjetiva e sem parâmetros definidos exigindo maior experiência dos avaliadores. Com base nisso, o autor propôs uma nova metodologia para a classificação de risco geológico-geotécnico para a cidade de Belo Horizonte na qual foi atribuída maior número de parâmetros a serem observados em campo.

Marques (2011) elaborou o estudo de metodologia de avaliação de risco a escorregamento de terra na área urbana do município de Juiz de Fora – MG, tendo como suporte a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades, na qual foram identificadas 42 áreas de alto risco.

Na cidade de Viçosa – MG nos últimos anos foram realizados trabalhos de mapeamentos das áreas de risco geológico-geotécnicas a movimento de massa na área urbana do município, Vieira (2000) realizou um estudo de caracterização preliminar do risco geológico da área urbana de Viçosa no qual foram identificados 68 pontos de risco, e propôs um programa de controle de taludes com foco no cadastramento e gerenciamento dos taludes em situação de risco.

Pimenta, Caixeta e Amaral (2011) elaborou o mapeamento das áreas susceptíveis a movimento de massa na área urbana de Viçosa com base em uma metodologia envolvendo cruzamento de dados tais como declividade da área, uso e ocupação, tipo de solo e a utilização de imagem de satélite de alta resolução.

## CAPITULO III – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.

### 3.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo é composta pela área urbana do Município de Viçosa-MG, contida na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu e bacia hidrográfica do Rio Turvo Sujo (Figura 14). A delimitação da área baseou-se no perímetro urbano mais adensado, devido à falta de imagem de satélite que abrangesse a totalidade da área urbana. Assim, como a imagem disponível não abrangia o bairro Novo Silvestre, o Distrito de Cachoeira de Santa Cruz (Cachoeirinha) e o Distrito de São José do Triunfo (Fundão), estes não foram inseridos no presente estudo.

Localizada na Macro Região da Zona da Mata Mineira, o município possui atualmente 72.200 habitantes, sendo que destes, 67.305 residem na área urbana (IBGE, 2010).

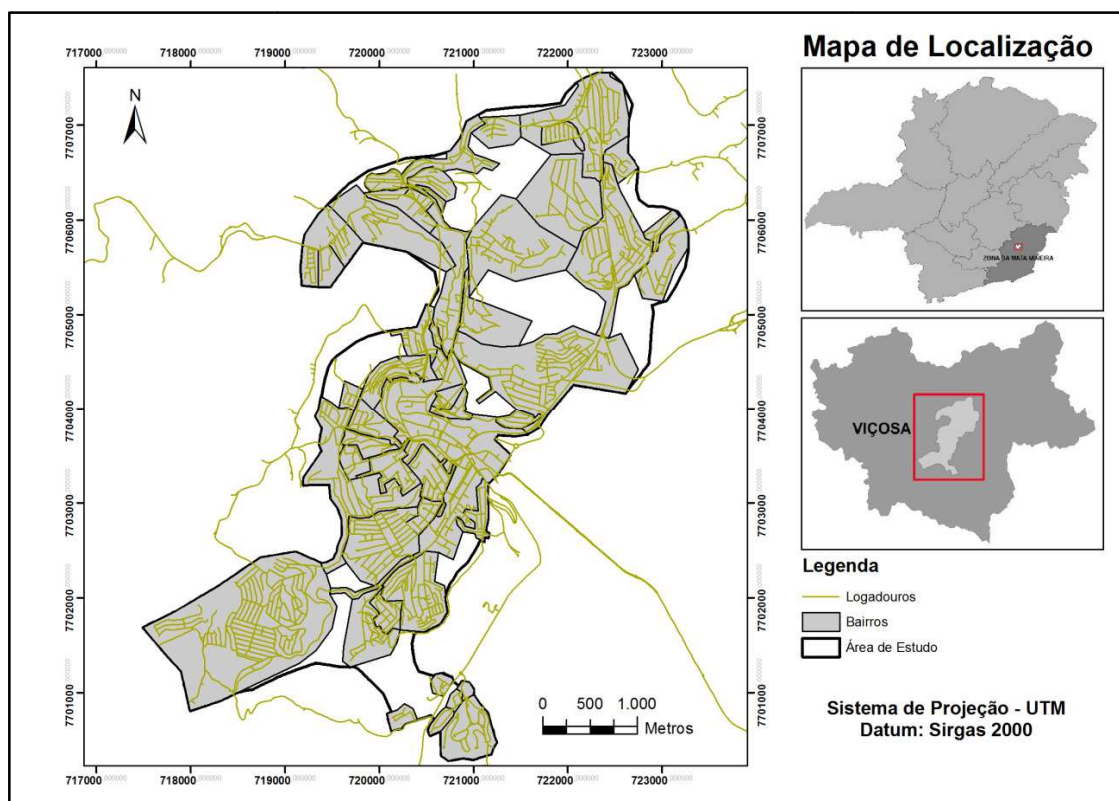


Figura 14: Mapa de localização da Área de Estudo.

### 3.2 CLIMA

O clima da região de Viçosa se enquadra no clima tipo Cwa (Clima Tropical de Altitude de Verões Brandos), de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, com precipitação média anual entre 1.200 mm a 1400 mm e temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e, do mês mais quente, superior a 22°C (ORLANDINI, 2002).

A cidade de Viçosa possui duas estações bem definidas, sendo uma estação caracterizada por chuvas que se concentram no período do verão, de dezembro à fevereiro (Figura 15), em que também são registrados os maiores valores médios para as temperatura máximas. A estação seca, referente aos meses de junho, julho e agosto; é marcada por baixos índices pluviométricos e nela são registrados os menores valores referentes às temperaturas mínimas mensais (BATISTA & RODRIGUES, 2010).

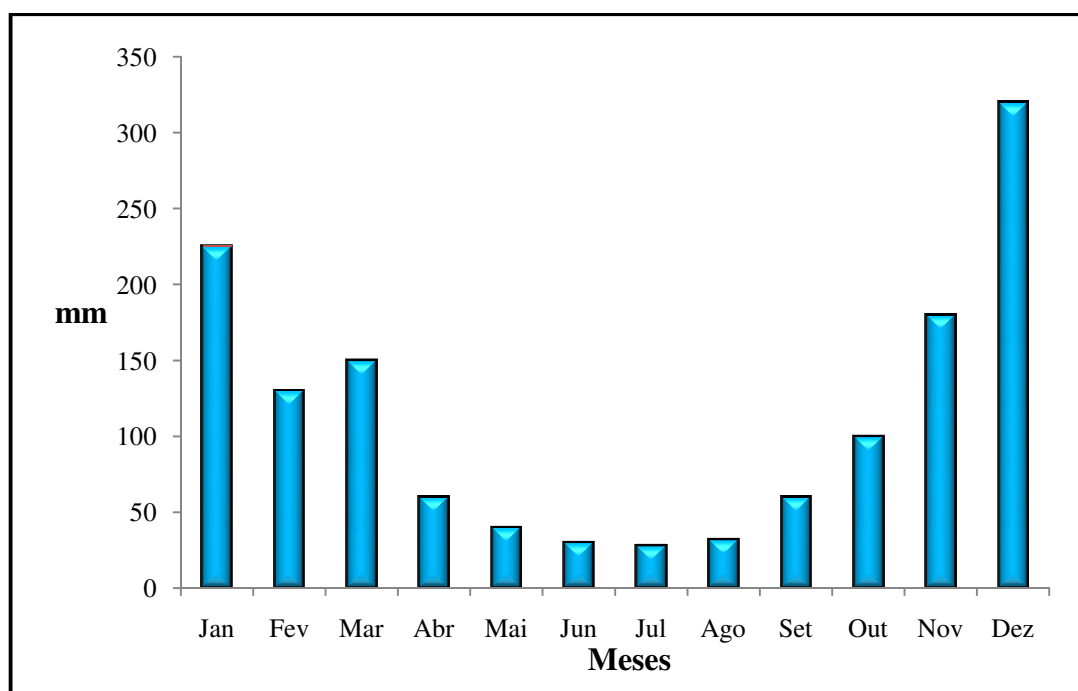


Figura 15: Precipitação média em Viçosa no período de 1986 a 2012.  
Fonte: INMET

### 3.3 HIDROGRAFIA

O Município de Viçosa (MG) está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo Sujo que corta o município no sentido SE-NW, e é afluente do rio Turvo Limpo, de acordo com o mapeamento feito pelo Instituto de Geociências Aplicadas da Secretaria do Estado de Minas Gerais no ano de 1982. Os principais afluentes do Rio Turvo Sujo dentro do município de Viçosa são o Ribeirão São Bartolomeu, Ribeirão Santa Tereza e os córregos Pau de Cedro, São João, São Silvestre, Ferreira e dos Nobres.

O Ribeirão São Bartolomeu recebe águas dos córregos Paraíso, Antuérpia, Santa Catarina, Engenho, Palmital, Machados, São Lucas, Conceição e da Posse, formando a Bacia Hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu, que abrange grande parte do centro urbano de Viçosa, e vem sendo muito usada como delimitação de área em trabalhos científicos na região. O Ribeirão Santa Tereza recebe águas dos córregos Pião, Condé, Buieí, Deveras, Fundo e Silêncio.

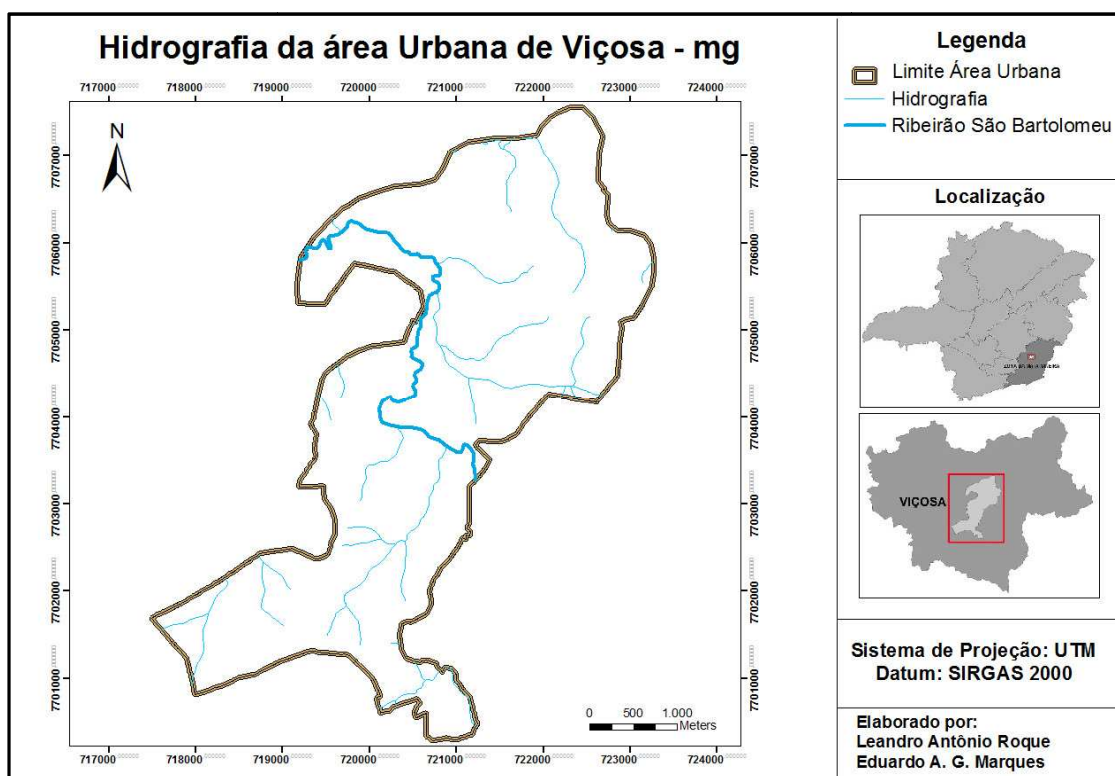


Figura 16: Hidrografia da Área Urbana de Viçosa – MG.

### 3.4 GEOLOGIA

A geologia da microrregião de Viçosa situa-se no Complexo Mantiqueira, composta por rochas do Embasamento Granito-Gnáissico indiviso, referentes ao período pré-Cambriano. São constituídas de gnaisses moderadamente indiferenciados e bastantes alterados, apresentam níveis quartzosos intercalados a níveis micáceos e a presença de intrusões de rocha metabásica às vezes concordantes ou discordantes com a foliação da rocha local (VIEIRA, 2000).

A série Mantiqueira foi definida por Octávio Barbosa em 1952, como unidade mais antiga do escudo brasileiro, incluindo rochas gnáissicas e migmatíticas, que se superporiam a Série Barbacena. Em 1986 o termo Mantiqueira foi empregado na categoria de grupo, para reunir os conjuntos de gnaisses bandados, os gnaisses migmatíticos, os gnaisses com intercalações de anfibolito e hornblenda-gnaisses e as ocorrências localizadas de charnoquito e de anfibolito sem orientação preferencial. Depois de uma criteriosa análise do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica, os executores deste projeto optaram por designar um amplo conjunto de rochas correspondente à antiga série Mantiqueira, de Barbosa, como Complexo Mantiqueira, devido a impossibilidade de individualizar, naquelas circunstâncias, as diversas litologias que o compõem (Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, 1991, apud Vieira, 2000).

De acordo com Lopes & Muggler (1989), que tiveram como base para seus estudos as Folhas Rio Espera (SF.23-X-B-IV) na escala de 1:100.000 (DNPM, 1991), a geologia de Viçosa caracteriza-se pelo predomínio de biotita-gnaisses, biotita-anfibólio-gnaisses e biotita-anfibólio-granada-gnaisses, localmente migmatizados, tendo, subordinadamente intercalações de quartzitos, xistos, anfibolitos e rochas cálcio-silicáticas.

O arcabouço estrutural da região predomina a ocorrência de foliações marcantes, penetrativas e onduladas com orientação NW/SE, as lineações minerais são paralelas à foliação e são representadas principalmente pela orientação da biotita. As fraturas apresentam-se às vezes preenchidas por veios de quartzo com tamanhos milimétricos a centimétricos e óxido de ferro (BAPTISTA et al., 1997).

### 3.5 GEOMORFOLOGIA

O município de Viçosa está inserido no domínio Planaltos Cristalinos Rebaixados situado entre as escarpas da Serra da Mantiqueira (Planalto do Alto Rio Grande) a leste, e a oeste no prolongamento da Serra do Caparaó (CORREA, 1984).

Segundo este mesmo autor (CORREA, 1984) o relevo denominado Mar de Morros, característico de regiões com ocorrência de rochas gnáissicas do período pré-cambriano (Complexo Cristalino), é que caracteriza a área de estudo. Sua pedoforma é composta por encostas geralmente convexo-convexas e concavo-convexas, embutidas em vales de fundo chato e intensamente recortadas por ravinas em forma de anfiteatros com laterais íngremes, formados por terraços amplos e leitos maiores bem encaixados, dominados por cursos d'água de pouca expressão. Os divisores de água são em sua maioria constituídos de topos aplainados que forma pequenas bacias e os prolongamentos de elevações em forma de ombreiras (planos intermediários), frequentemente convergem para os vales.

O processo de intemperismo nesta região é bastante significativo devido às suas condições morfoclimáticas com características de zonas intertropicais úmidas, que promoveram a formação de um manto de intemperismo bastante espesso, principalmente em locais com menor declividade, resultantes da atuação conjunta de processos químicos e biogênicos com processos mecânicos.

De acordo com Quinteiro (1997) a distribuição dos ambientes na bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, inserida no planalto de Viçosa pode ser esquematizada, pelos ambientes dos topos amplos, topos estreitos, encostas côncavas anfiteátricas, terraços, encostas convexas e leito maior, conforme a Figura 17.

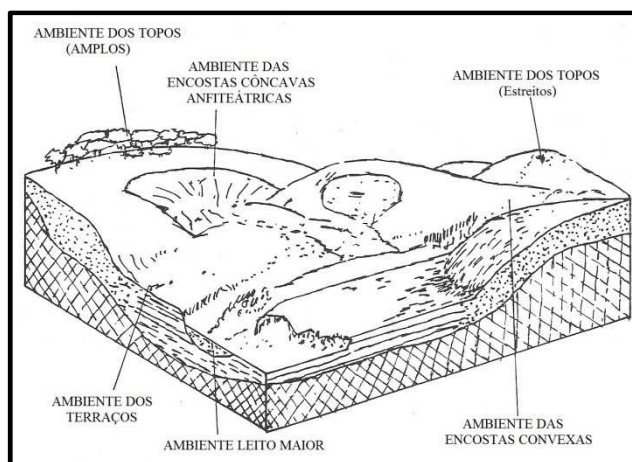


Figura 17: Bloco diagrama ilustrado dos ambientes na bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo.

Fonte: (QUINTEIRO, 1997).

O ambiente das encostas côncavas anfiteátricas é bastante peculiar e frequente na área estudada, sendo definido como um ambiente distinto do ambiente das encostas, por apresentar ravinas anfiteátricas com laterais íngremes (QUINTEIRO, 1997).

Os ambientes dos topos apresentam dois níveis de concordância: os topos mais elevados, com altitude de 945m, que formam o teto da paisagem; e um plano intermediário, onde as elevações (pedimentos dissecados), tendem para os vales. O ambiente das encostas convexas é o que mais está presente na área estudada. São compostos por vertentes em que predominam as pedoformas convexo-convexas, ou pedoformas côncavo-côncavas mais suáveis, com inclusões de planos inclinados e íngremes também ocorrem nesse ambiente.

O ambiente dos terraços são planos formados por depósito de material pré-intemperizado trazido das porções mais a montante das drenagens e apresentam solos com razoável fertilidade natural, sendo os mais usados na agricultura. O ambiente de leito maior são áreas pequenas às margens dos cursos d'água, num nível inferior ao ambiente dos terraços, e estão sujeitos a inundações frequentes (QUINTEIRO, 1997).

Segundo Rezende et al. (1972) o modelo típico da topossequência da região seria côncava-convexa-topo íngreme e terraço (Figura 18), na qual os solos mais desenvolvidos estariam localizados no seguimento convexo da topossequência devido ao fato de que os solos dos topos em sua maioria não correspondem ao pediplano original. Os solos das encostas íngremes são menos desenvolvidos, devido ao constante rejuvenescimento dos solos desses locais.

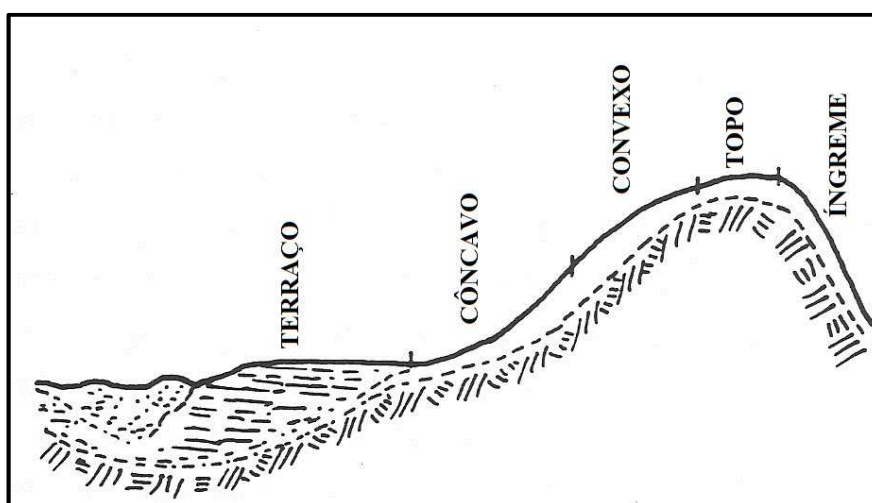


Figura 18: Topossequência original da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo.  
Fonte: (QUINTEIRO, 1997)

### 3.6 SOLOS

Ao realizar a caracterização geotécnica dos solos de Viçosa-MG (RAMALHO, 1994) descreveu cinco solos: cambissolos háplicos Tb distróficos, argissolos vermelhos distróficos, latossolos vermelho-amarelos, latossolos amarelos e gleissolos háplicos.

O cambissolos háplicos Tb distróficos é o material do horizonte de transição solo-rocha, constituído de massas predominantemente terrosas, friáveis e estruturadas, que transicionam, em profundidade, para núcleos rochosos com grau de decomposição variável, caracterizam-se por apresentar comportamentos geotécnicos heterogêneos, pois refletem as condições do maciço rochoso subjacente e os solos residuais sobrejacentes. Sua espessura varia entre 0 a 5m, mas podem ocorrer espessuras superiores a 50m.

O argissolos vermelhos distróficos é um material com textura areno-siltosa, pouco coesivo, com baixa plasticidade e com alta susceptibilidade à erosão, ocorre sobrejacente aos saprolitos e subjacente ao residual maduro, raramente aflorando. Entretanto, comumente aparecem em cortes de estradas, paredes de voçorocas e em locais com maior declividade, sua espessura varia entre 5 a 7 m, também podendo ocorrer espessuras superiores a 20 m em alguns locais.

O latossolos vermelho-amarelos predomina na maior parte da região. Apresenta granulação fina, com textura argilo-arenosa, com plasticidade média a alta e é pouco susceptível a erosão. Suas espessuras, entre 3 a 6 m, variam em função da posição topográfica, sua coloração é marrom e marrom avermelhada.

Os latossolos amarelos são predominantemente de granulação fina, com textura argilo-arenosa, com plasticidade média a alta, homogêneos e porosos, possuindo assim características semelhantes à do solo residual maduro, o que torna difícil a diferenciação. Apresenta coloração marrom, marrom-avermelhada e marrom-amarelada e suas maiores espessuras situam-se nas partes altas de encostas suaves, variando em função da posição nas encostas.

Os gleissolos háplicos são pouco desenvolvidos, ocorrem juntos aos leitos de rios e de terraços fluviais e são formados pelos sedimentos transportados pela água que decantam a medida em que a velocidade de escoamento diminui. Apresentam granulometria variável e estão restritos a pequenas áreas na região.

### **3.7 VEGETAÇÃO**

A vegetação nativa era a Floresta Estacional Semidecidual, expansão da Mata Atlântica das regiões serranas da vertente leste para o interior, As matas secundárias reduzem-se, atualmente, a pequenas manchas e capoeiras nas encostas íngremes e topo de morro, já que as originais foram substituídas pelos cafezais e posteriormente por pastos e outras lavouras.

A maior parte das terras da região está ocupada por pastagens naturais e artificiais (principalmente brachiárias), que suportam os rebanhos bovinos. Entre as culturas tradicionais da região, o café é a mais importante.

### **3.8 HISTÓRICO DO USO DE OCUPAÇÃO**

A cidade de Viçosa, localizada na Zona da Mata mineira apresenta em seu espaço uma série de problemas ambientais urbanos, entre eles, a ocupação desordenada das encostas e topos de morros.

Dentre os problemas ambientais causados pela ocupação sem planejamento tem-se o comprometimento da bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu, com diminuição da vazão e qualidade da água, aumento do assoreamento e turbidez, ao que se soma o intenso adensamento urbano por que passa a área central da cidade, devido à grande especulação imobiliária que promove a ocupação de áreas de preservação permanente às margens dos ribeirões da cidade e de algumas nascentes (PSA, 2009).

O processo de ocupação em Viçosa, de modo geral, vem se caracterizando por não obedecer a qualquer critério de planejamento, ocorrendo de forma desordenada, levando em conta somente os interesses financeiros e imediatistas. Este processo impulsiona a ocupação de áreas inadequadas para urbanização por parte dos mais carentes e gera os impactos socioambientais no sistema urbano, consequência da segregação socioespacial e das desigualdades econômicas.

O padrão de exploração da terra levou à redução da sua vegetação original, que se encontra restrita, mesmo assim como mata secundária, aos topos de morros e encostas íngremes. A cidade procurou se orientar ao longo dos terraços, locais de amenidades significativas quanto à topografia. Num momento posterior seguiu-se a ocupação de áreas com topografia restrita, entre elas as encostas e topos de morros, além das margens dos cursos d'água, em áreas consideradas de preservação permanente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C. **Cartas de risco de escorregamento em encostas favelizadas do Rio de Janeiro: revisão e estado da arte.** In: Conferencia Brasileira sobre Estabilidade de Taludes, Rio de Janeiro – RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PCRJ, v.2, p.595 – 603. 1992.

AUGUSTO FILHO, O. A. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica.** In: Conferencia Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, 1, Rio de Janeiro. **Anais.** Rio de Janeiro, 1992. 721 733p.

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de risco de escorregamento quantificada em ambiente de SIG como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba - SP.** 2001. 196 p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE/UNESP), Rio Claro, 2001.

BAPTISTA, C. A. **Análise da paisagem e identificação de áreas suscetíveis a movimentos de massa na APA Petrópolis - RJ: subsídio ao planejamento urbano.** 2005. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

BAPTISTA, E. I., LIMA, D. C., BUENO, B. S. **Análise de riscos para as encostas de Viçosa (MG).** In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Geólogos de Engenharia, 1997.

BATISTA, M. S., RODRIGUES, R. A. **Análise climática de Viçosa associada á ocorrência de eventos pluviométricos extremos.** Caminhos de Geografia – revista on line, Instituto de Geografia – ufu, v. 11, n.36, p. 52 - 67, dez. 2010. Disponível em <[www.ig.ufu.br/caminhosdegeografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhosdegeografia.html)> acesso em 23 mai. 2013.

BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. **Dispõe sobre as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo.** Disponível em <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 10 jul. 2012.

BRASIL. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. **Lei Lehmann, Lei Federal de Parcelamento do solo Urbano.** Brasil, Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legisla%C3%A7%C3%A3o/109566/lei-lehmann-lei-6766-79>> Acesso em: 06 mai. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios /** Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

BRASIL. **Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios.** Brasília, 2007. Disponível em: < <http://www.cidades.gov.br/> >. Acesso em: 12 mar. 2012.

CAMPOS, L. C. **Proposta de reanálise de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais.** Belo Horizonte: UFMG, 2011. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, 2011

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastre: desastres naturais.** Brasília: Ministério das Cidades, 2003, 174p.

CERRI, L. E. S. **Mapeamento de riscos nos municípios.** In: MINISTÉRIO DAS CIDADES/CITIES ALLIANCE. Prevenção de riscos de deslizamento em encostas; Guia para elaboração de Políticas Municipais. CARVALHO, C. S e GALVÃO, T. (Org.). Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. 111p.

CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos na região metropolitana de São Paulo.** In: Seminário de Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAS/ABGE/SBG, 1992. p. 209 – 225.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. **Riscos Geológicos.** In: BRITO, S. N. A., OLIVEIRA, A.M.S. (Ed). Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. 303-310p.

CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa.** Viçosa: UFV, 1984. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.

COSTA. A. N; ALVES. M. G. **Potencial do uso e ocupação urbana do solo no município de campos de Goytacazes – RJ, utilizando mapeamento Geológico-Geotécnico e Técnicas de Geoprocessamento.** Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro – RJ, n.58, p. 175-183, Agosto, 2006.

CUNHA, A. G. da. (Ed.) **Dicionário etimológico Nova Fronteira da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). **Anuário Mineral Brasileiro - 1991. Brasília: DNPM, 1991. 200p**

GOMES. G. J. C; SOBREIRA. F. G; CASTRO. J. M. G. **Uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis – SC, p. 2681-2688, 21 - 26 de Abril, 2007.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. **Censo demográfico.** Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: 10 julho, 2013.

IG-SMA (INSTITUTO GEOLÓGICO-SMA) 2006. **Mapeamento das áreas de risco a escorregamento e inundações no município de Ubatuba. Relatório Técnico.** Vol. 1 e 2.

INFANTI JR, N.; FORNASARI FILHO, N. 1998. **Processos de Dinâmica Superficial**. In: BRITO, S. N. A., OLIVEIRA, A. M. S. (Ed.) *Geologia de Engenharia*, 1. ed. São Paulo: ABGE. Cap. 9, p. 131-52.

IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo S. A). **Análise de Riscos Geológicos e Geotécnicos dos Bairros Cota 95/100, 200 e 400 no Município de Cubatão, SP** – Relatório Técnico n° 97 082-205, 2007. 34p.

LOPES, L. M., MUGGLER, C. C. **Aspectos da geologia de Viçosa, Minas Gerais. *Experientiae***, v.30, n.9, p. 114 – 121, 1989.

MACEDO, E. M.; CANIL, K.; GRAMANI, M. F.; ALMEIDA FILHO, G. S.; YOSHIKAWA, N. K.; MIRANDOLA, F. A.; VIEIRA, B. C.; BAIDA, L. M. A.; AUGUSTO FILHO, O.; SHINOHARA, E. J. **Mapeamento das áreas de risco de escorregamentos e solapamento de margens no município de São Paulo – SP: o exemplo da favela Serra Pelada, subprefeitura Butantã**. In: SIMPÓSIO brasileiro de desastres naturais. Florianópolis – SC, p. 59 – 72, 2004.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. São José dos Campos: INPE, 2007. 20p.

MARQUES, J. A. P. **Estudo de metodologia de avaliação de risco de escorregamento de terra em área urbana: o caso do município de Juiz de Fora – MG**. Juiz de Fora: UFJF, 2011. 144p. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído), Universidade Federal de Juiz de Fora. 2011.

NATALI, P. P; LIMA, D. C; MARQUES, E. A. G; CALIJURI, M. L; BUENO, B. S; PINTO, F. A; TRINDADE, T. P. **Soil landslide risk charts of the urban área of Ponte Nova – MG**. *Revista Soils and Rocks*. São Paulo – SP, v.29, n.2, p. 85-93, Janeiro - Abril, 2008.

ONU, 2012 Disponível em: <<http://www.onu.org.br/desastres-naturais-no-brasil-causaram-perdas-de-15-bilhoes-de-reais-diz-banco-mundial/>> acesso 02 de jun. 2013.

ONU, 2013 Disponível em: <<http://www.onu.org.br/desastres-naturais-causaram-prejuizo-de-138-bilhoes-de-dolares-calcula-onu/>> Acesso em: 02 jun. 2013.

ORLANDINI, D. **Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento da produção de água com qualidade**. Viçosa: UFV, 2002. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, 2002.

PACHECO, M; COUTINHO, R. Q. **Avaliação de risco de deslizamento nas encostas de Petrópolis – RJ e da região metropolitana de Recife – PE**. *Revista Soils and Rocks*. São Paulo – SP, v.31, n.2, p. 223-235, Maio - Agosto, 2006.

PIMENTA, D. F. N.; CAIXETA, P. R. C.; AMARAL, R. V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a movimento de massa na área urbana de Viçosa-MG**. Viçosa: UFV, 2011, 42p Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Viçosa, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. Lei n° 1469, de 26 de novembro de 2001. **Institui a Lei de Parcelamento do Solo do Município de Viçosa.** Viçosa, MG, 20 dez. 2001. Disponível em <<http://www.vicosamg.br/legislacao/leismunicipais/2001/LEI%20N%201469.pdf>> Acesso em: 06 mai. 2013.

PSA (Plano de Segurança da Água) – **Projeto Piloto PSA-UFV – Município de Viçosa - Minas Gerais – Brasil, 2009.151p.**

QUINTEIRO, F. Q. L. **Levantamento do uso da terra e caracterização de ambientes da bacia hidrográfica do Rio Turvo Sujo com a utilização de aerofotos não convencionais.** Viçosa - MG: UFV, 1997. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

RAMALHO, G. G. C. **Mapeamento geotécnico de Viçosa com uso de sistemas de informações geográficas,** Viçosa - MG: UFV, 1994. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

REZENDE, S. B.; RESENDE, M.; GALLOWAY. **Crono-toposequência de solos em Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa – MG. Revista Ceres, v.19, n.103, p. 167 -181, 1972.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration.** New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

VARNES D. J. **Slope movement types and processes. In: Landslides analysis and control.** Washington, National Academy of Sciences, 1978. 11-33p.

VIEIRA, R. **Um olhar sobre a paisagem e o lugar como expressão do comportamento frente ao risco de deslizamento.** Tese de Doutorado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas – Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2004. 197p.

VIEIRA, V. **Caracterização preliminar do risco geológico da área urbana de Viçosa - MG.** Viçosa: UFV, 2000. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa, 2000.

## **CAPITULO IV – MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS ASSOCIADOS A MOVIMENTOS DE MASSAS NA ÁREA URBANA DE VIÇOSA-MG.**

### **RESUMO.**

A cidade de Viçosa – MG apresenta um relevo acidentado marcado pelos topos de morros e encostas íngremes, o que, aliado a um processo de ocupação desordenada resultou no surgimento de áreas de risco de escorregamento. No presente trabalho apresentam-se os resultados de um mapeamento do uso do solo e das áreas de risco geológico-geotécnico associadas a movimento de massa na área urbana do município, utilizando-se da metodologia proposta pelo Ministério das Cidades. A área em estudo abrange 51 bairros do município, nos quais em 32, foram mapeados 101 pontos e delimitadas 45 áreas de risco. Todos os pontos e áreas de risco foram hierarquizados de acordo com os critérios propostos na metodologia utilizada. A metodologia utilizada mostrou-se eficiente, de baixo custo e de fácil aplicação à área de estudo, tendo sido produzidas uma série de informações e mapas georreferenciados, em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica) de fácil atualização, que permitiram identificar as principais áreas de risco a movimentos de massa na área urbana de Viçosa.

**Palavras-chave:** Risco Geológico-Geotécnico, Áreas de Risco de Escorregamentos, Ocupação de Encostas.

## ABSTRACT

The city of Viçosa – MG, with its rugged terrain marked by hills tops and steep slopes combined with a process of disordered sprawl promoted the emergence of landslide risk areas. This paper presents the results of a land use and a geological-geotechnical mapping of risk areas associated with mass movement in the urban area, using the methodology proposed by the Brazilian Ministry of Cities. The study area covers 51 districts of the municipality. In 32 of those districts a total of 101 risk points and 45 risk areas were identified. All risk points and risk areas were ranked throughout the criteria defined on the used method. The used method has proved to be an efficient, low cost and easy to apply to the study area. As a result, several georefered information and maps on GIS environment were produced for the entire study area. This data can be easily updated and allowed the identification the main landslide urban risk areas of Viçosa.

**Keywords:** Geological-Geotechnical Risk Mapping, Landslide Risk Areas, Occupation of Slopes.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O mapeamento das áreas de risco geológico-geotécnico é um importante meio de gestão territorial/ambiental, sendo aplicado dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável, como um mecanismo de prevenção aos acidentes geológicos (Gomes et al., 2007).

Segundo Tominaga (2007) o termo “área de risco” vem aos poucos sendo incorporado ao vocabulário da população brasileira, por meio de notícias sobre acidentes associados a escorregamento e inundações, muito frequentes nas ocupações das encostas serranas e nos grandes centros urbanos durante os períodos chuvosos, principalmente na região Sudeste do Brasil.

Os escorregamentos de solos e/ou rochas e as inundações são os principais fenômenos relacionados a desastres naturais que ocorrem no Brasil, os quais estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, frequentes nos períodos chuvosos. Embora as inundações causem maiores prejuízos econômicos, são os escorregamentos responsáveis pelas maiores perdas de vidas (CARVALHO & GALVÃO, 2006).

O presente estudo teve por objetivo avaliar as atuais condições de uso do solo e definir e hierarquizar as áreas de risco geológico-geotécnico de movimentos de massa na área urbana de Viçosa -MG abrangendo 51 bairros do município conforme o mapa da Figura 19, com enfoque na identificação de áreas de risco de movimentos de massa, aplicando uma metodologia nacional proposta pelo Ministério das Cidades, que permite um mapeamento que apresenta um menor grau de complexidade para a determinação e hierarquização das áreas de risco com um baixo custo de execução.

Estudos avaliativos e preditivos da atual situação das ocupações urbanas e das áreas de expansão urbana têm como objetivo reconhecer e propor soluções que evitem a desordem habitacional.

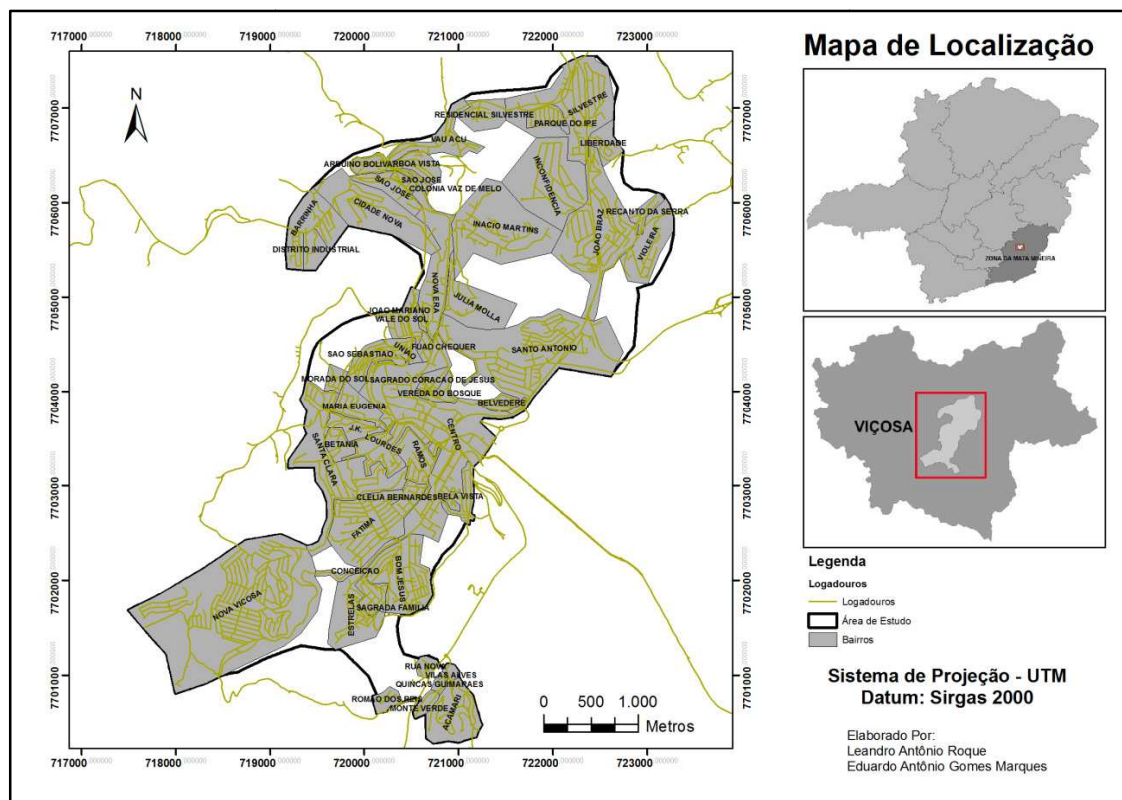


Figura 19: Localização dos Bairros em estudo.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o mapeamento das áreas de risco de acidentes associados a movimentos de massa na área urbana de Viçosa foram integradas as informações do meio físico previamente existentes e as informações produzidas durante os trabalhos de mapeamento e cadastramento dos pontos e áreas de risco geológico-geotécnico específico da presente pesquisa. Assim foi possível a criação de um banco de dados digital integrado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O SIG utilizado neste trabalho foi o ArcGis® versão 10.0, que contém um grupo de programas informáticos produzido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*).

No início da pesquisa realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a temática do assunto, em especial sobre metodologias de mapeamento de risco geológico-geotécnico, e um inventário dos trabalhos já realizados na área de estudo. Para a elaboração da base cartográfica do projeto utilizou-se a base cartográfica digital do Município de Viçosa, de 2009, que já dispõe do mapeamento urbano básico, incluindo limites dos bairros,

logradouros e pontos de referência municipal tais como escolas, hospitais, igrejas entre outros.

Para descrição da altimetria, foram utilizadas curvas de nível com equidistância de 5 metros, cordialmente cedidas pelo Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Solos (DPS) da UFV. As curvas foram geradas por estereoscopia de pares de imagens de alta resolução do satélite Ikonos da área em estudo datada de 2007, adquiridas no âmbito do projeto PSA-UFV (Plano de Segurança da Água da Universidade Federal de Viçosa), executado pelo Departamento de Engenharia Civil (DEC) (PORTES, 2008).

Para a coleta dos pontos de risco geológico-geotécnico foi utilizado um GPS de navegação Garmin OREGON 550, com precisão de posicionamento de 3 a 8 metros, que permite ainda fazer fotografias georreferenciadas dos pontos.

Os pontos de risco apurados nos trabalhos de campo foram acompanhados de uma ficha cadastral, na qual foram lançadas todas as informações necessárias para avaliação do grau de risco geológico-geotécnico, que por sua vez foi hierarquizado em baixo, médio e alto grau de risco.

Para auxiliar na verificação da precisão dos pontos de riscos referenciados e na divisão dos polígonos com as áreas de risco do mapa utilizou-se uma imagem digital orbital Ikonos, de 2007, georreferenciada e ortorretificada, de resolução espacial de 1,0m, em uma composição colorida das bandas: três, dois e um (RGB 3-2-1). Esta imagem também foi adquirida com recursos do Plano de Segurança da Água (PSA) e cedida pelo DEC.

O trabalho de mapeamento de risco foi feito em duas etapas. Inicialmente, através do uso da ficha cadastral (Figura 20) realizou-se o cadastramento dos pontos de risco. Ressalta-se que a elaboração da ficha cadastral teve como base o curso de capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco elaborado pelo Ministério das Cidades em 2007. A ficha contempla informações como número do ponto, coordenadas geográficas, localização, números das fotos tiradas no local, descrição do ponto, descrição do talude, tipo e eficiência da drenagem, tipo de vegetação, grau de ocupação, os tipos de ocorrência de acidente, causa provável ou agente potencial indutor, o grau de risco geológico-geotécnico, danos prováveis e finaliza com um croqui da área, no qual se procura retratar uma vista superior e de perfil da área.

Para a coleta dos pontos de risco primeiramente foi feita uma pesquisa na Defesa Civil de Viçosa e em jornais da cidade a fim de se determinar os bairros onde já havia um histórico de escorregamentos. Em seguida foi realizado o levantamento de campo,

no qual foram percorridas todas as ruas dos 51 bairros que compõem a área de estudo a fim de observar sinais de escorregamento e moradias em situação de risco. Naqueles locais em que foram observadas situações de risco realizava-se a marcação de um ponto e era feito o preenchimento da ficha cadastral, o georreferenciamento do ponto com uso do GPS, tiradas fotografias representativas da situação e, por fim, a determinação do grau de risco do ponto.

Para a determinação do grau de risco geológico-geotécnico no ponto de risco foi utilizado uma escala com 3 graus (níveis) de probabilidade de ocorrência, tendo como base nas informações geológico-geotécnico, sendo: Baixo (R1), Médio (R2) e Alto (R3).

Ficha Cadastral			
Profissional:			Data:
Ponto n°	Coordenadas Geográficas (WGS 84):		N° Fotos:
	Latitude:	Longitude:	
Localização:			
Endereço:			n°:
Complemento:	Bairro:		
Descrição do ponto:			
Talude:			
<input type="radio"/> Natural	Dist. da moradia a base do talude:	m	Inclinação:
<input type="radio"/> Artificial	Dist. da moradia ao topo do talude:	m	Altura:
			m
			Extensão:
			m
Drenagem Natural:		Drenagem Construída:	
<input type="radio"/> Eficiente	<input type="radio"/> Deficiente	<input type="radio"/> Eficiente	<input type="radio"/> Deficiente
		<input type="radio"/> Superficial	<input type="radio"/> Profunda
Vegetação Rasteira:		Vegetação Arbórea:	
<input type="radio"/> Densa	<input type="radio"/> Esparsa	<input type="radio"/> Média	<input type="radio"/> Inexistente
<input type="radio"/> Densa	<input type="radio"/> Esparsa	<input type="radio"/> Média	<input type="radio"/> Inexistente
Ocupação:			
<input type="radio"/> Urbanizada	<input type="radio"/> Desordenada	<input type="radio"/> Inexistente	<input type="radio"/> Densa
			<input type="radio"/> Média
			<input type="radio"/> Esparsa
Padrão Construtivo:			
<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	
Tipos de Ocorrência (Acidente):			
<input type="checkbox"/> Deslizamento Superficial	<input type="checkbox"/> Rolamentos de Blocos	<input type="checkbox"/> Descaçamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Erosão
<input type="checkbox"/> Deslizamento Profundo	<input type="checkbox"/> Trincas no Terreno	<input type="checkbox"/> Colapso da Estr. Construída	<input type="checkbox"/> Degraus de Abatimento
<input type="checkbox"/> Desplacamento de Rocha	<input type="checkbox"/> Trincas na Moradia	<input type="checkbox"/> Outros:	
Data da Ocorrência:	Danos Causados:		
Causa Provável ou Agente Potencial Indutor:			
<input type="checkbox"/> Cortes	<input type="checkbox"/> Contenções Insuficientes	<input type="checkbox"/> Lixo ou Entulho	<input type="checkbox"/> Inundações
<input type="checkbox"/> Aetrrros	<input type="checkbox"/> Construções mal Localizadas	<input type="checkbox"/> Desmatamentos	<input type="checkbox"/> Vibrações
<input type="checkbox"/> Erosão	<input type="checkbox"/> Drenagens Deficientes	<input type="checkbox"/> Outros:	<input type="checkbox"/> Chuvas Intensas
			<input type="checkbox"/> Água de Percolação
			<input type="checkbox"/> Estruturas Geológicas
Risco Geológico – Geotécnico:			
Grau de Risco:	<input type="radio"/> Baixo (R1)	<input type="radio"/> Médio (R2)	<input type="radio"/> Alto (R3)
	Natureza do Risco:		<input type="radio"/> Potencial
			<input type="radio"/> Atual
Danos Prováveis:			
<input type="checkbox"/> Pessoas	<input type="checkbox"/> Construções	<input type="checkbox"/> Infraestrutura	<input type="checkbox"/> Moradias
<input type="checkbox"/> Logradouro	<input type="checkbox"/> Outros:		
N° de Moradias Envolvidas:			
Croquis ou Fotos:			

Figura 20: Ficha Cadastral.

Na segunda etapa do estudo realizou-se o zoneamento/setorização do risco. Este zoneamento foi feito em escritório, com base nos pontos de risco e na análise das fichas de cadastro. Posteriormente, retornou-se ao campo para avaliar e corrigir a delimitação das áreas e dos graus de risco. Para a delimitação das áreas de igual risco considerou-se o padrão de construção das moradias, a inclinação do terreno, as condições de drenagem, a existência ou não de movimentos pretéritos e as características de cobertura vegetal. Destaca-se que nesta fase foi de extrema importância a utilização do mapa de declividade e da imagem de satélite de alta resolução com os pontos de risco plotados.

Baseado nas características das áreas de risco ocupadas foi possível neste trabalho determinar-se o grau de risco de áreas ainda não ocupadas, levando-se em conta fatores como declividade, tipo de solo, cobertura vegetal e sinais de movimentos de massa ou de processos erosivos.

Para a setorização de risco utilizou 4 graus (níveis) de probabilidade nos quais também se considerou as características geológico-geotécnicas: Sem Risco (R0), Baixo Risco (R1), Médio Risco (R2) e Alto Risco (R3).

Na determinação do grau de risco para os pontos de risco ou áreas de risco adotaram-se os critérios detalhados na Tabela 7, adaptada da proposta pelo Ministério das Cidades em 2007 (BRASIL, 2007). Além da descrição do grau de risco, utilizaram-se cores, de forma a facilitar a visualização dos pontos e das áreas de risco no mapa.

As adaptações feitas foram a inclusão do grau de risco (R0 - sem risco), para a delimitação das áreas em que não foram observados condicionantes geológico-geotécnico que potencializam a ocorrência de escorregamentos, sendo usado este grau de classificação somente para a classificação de áreas de risco. O segundo ajuste foi a exclusão do grau de risco (R4 - muito alto risco) já que na metodologia proposta pelo Ministério das Cidades a diferenciação das áreas e pontos R3 (alto risco) e R4 (muito alto risco) é confusa. No presente estudo classificou-se estas áreas somente como R3 (alto risco), em que a necessidade de intervenção tem que ser imediata, por se tratar de uma análise qualitativa não envolvendo ensaios geotécnicos classificar uma área em alto risco ou em muito alto risco poderá ocorrer erros, pois nesta classificação priorizaria a intervenção em áreas de muito alto risco, para depois as áreas de altos risco.

- Grau de risco e cor:
- (R0) Sem Risco – Incolor
  - (R1) Baixo Risco – Verde
  - (R2) Médio Risco – Amarelo
  - (R3) Alto Risco – Vermelho

Tabela 7: Critério de Hierarquização de risco (Adaptado Ministério das Cidades, 2007).

Grau de Probabilidade	Descrição
<p><b>R0</b> sem risco</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor é de nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Não observa(m) sina/feição/evidencia(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p><b>R1</b> Baixo</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidencia(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R2</b> Médio</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.) Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R3</b> Alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação/tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de cotenção, arvores postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margens de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

### 4.3 RESULTADOS

Para iniciar os trabalhos da caracterização do risco foi feita uma atualização do histórico dos movimentos gravitacionais de massa do município realizado por Costa (2006), que teve como fonte pesquisa as notícias publicadas no jornal Folha da Mata entre os anos de 1985 e 2012. O resultado deste levantamento é apresentado na Tabela 8. Este Histórico foi de extrema importância, pois a partir dele foi possível delimitar os primeiros locais a serem mapeados nos bairros que fizeram parte do estudo.

Tabela 8: Histórico dos movimentos gravitacionais de massa em Viçosa-MG.

Ano	Local	Perdas Socioeconômicas
1985	Bairros de Viçosa	500 pessoas desabrigadas, deslizamentos de encostas e desabamento de residências em vários pontos da cidade.
1986	Bairro Vau Açú Estrada Viçosa- Paula Candido.	Desabamento de ponte interrompendo o tráfego Viçosa-Belo Horizonte. Queda de Barreira na estrada que liga Viçosa a Paula Candido.
1987	Bairros de Fátima e Vale do Sol.	Deslizamentos de terras, atingindo moradias sem perdas materiais.
1988	Rua dos Passos	Desabamento de muro, sem perda materiais
	Alto Santa Clara	Desabamento Parcial de residência
1990	Bairro Nova Viçosa	Desabamento de Residência - 1 morte
1991	Bairro Bom Jesus	Desabamentos de casas – 18 pessoas desabrigadas
	Morro do café, Rua Santana, Aimerés e travessas Ênio.	Desabamentos de casas, com perdas materiais – sem vítimas.
1992	Bairro São Sebastião	Queda de barranco – 1 casa atingida
1993	Parte alta da Rua Santana.	Deslizamento – sem vítimas
1995	Bairro Nova Viçosa	Deslizamento de terra – 48 pessoas desabrigadas
1997	Vários Bairros de Viçosa	45 – Desabamento total, 154 – Desabamento Parcial 61 - Desabrigados
1998	Bairros, Nova Era e Amoras	Alagamento e queda de barranco.
2000	Bairro Sagrada Família	Desabamento de 2 casas na parte alta do bairro.
2004	Avenida Marechal Castelo.	Queda de Blocos próximo ao Condomínio do Edifício Marques do Pombal.
	Rua dos Passos	Deslizamento
	Bairro Vau Açú	Desabamento de casa – 5 pessoas desabrigadas
2005	Bairros João Brás, Silvestre e Ramos.	Deslizamentos de terra – sem vítimas.
2006	Bairro Santo Antônio	Desabamento parcial de casa.
2007	Bairros, Bom Jesus, Sagrada Família, Estrelas, Fuad Chequer, Santa Clara, São Sebastião, Boa Vista e Nova Era	Deslizamentos, queda de muros, desabamento de moradias – 16 famílias desabrigadas.
2008	Bairros, Bom Jesus, Carlos Dias, Silvestre e Vau Açú	Desabamentos – sem vitimas
2009	Rua dos Passos, Rua Milton Bandeira, Bairros de Fátima e Santa Clara.	Deslizamentos, desabamento parcial de casas – sem vítimas.
2011	Av. Santa Rita e Rua Dona Gertrudes.	Desabamento parcial de casa, deslizamento – sem vítimas.
2012	Vários bairros de viçosa, inclusive no centro.	74 residências com desabamento parcial, 5 residências com desabamento total, 66 pessoas desalojadas. Sem Vítimas.

Fonte: Jornal Folha da Mata (1985-2012).

Na Tabela 9 apresentam-se as áreas ou pontos de risco mapeados em cada um dos 32 bairros para os quais estes elementos foram identificados. Destaque deve ser dado para o grande número de ponto de riscos nos bairros de Nova Viçosa, no qual foram cadastrados 2 pontos de baixo risco, 4 pontos de médio risco e 9 pontos de alto risco; e Centro da cidade, com 5 pontos de baixo risco, 2 pontos de médio risco e 8 pontos de alto risco.

Tabela 9: Quantidade de Pontos e Áreas de Risco por Bairro.

Bairros	Pontos de Risco			Área de risco		
	R1-Baixo	R2-Médio	R3-Alto	R1-Baixo	R2-Médio	R3-Alto
Arduino Bolívar			2		1	
Barrinha				1		
Bela Vista			1	1		1
Betânia			4			2
Boa Vista		1		2	1	
Bom Jesus		1	3	1		3
Centro	5	2	8	4	2	3
Conceição		1				
Cond. Monte Verde			1			
Estrelas			2	1	1	
Fátima		3	2	2		1
Fuad Chequer			1		1	
Inácio Martins			1			
J.K		2			1	1
João Braz		3	2	1	2	
João Mariano					1	
Liberdade		1	1		1	
Maria Eugenia	1		2	1		
Nova Era			2	1		1
Nova Viçosa	2	4	9	2	2	2
Romão dos Reis		1				
Sagrada Família		1	6	1	1	1
Sagrado Coração de Jesus			1			
Santa Clara		3	5		1	1
Santo Antônio			1	2		
São Sebastião		1	3	1	1	
Silvestre	1		1	1		1
União					1	
Vale do Sol		1			1	
Vau Açú			1	1	1	
Vereda Do Bosque		2	2			1
Violeira		1				

Na Tabela 10 apresentam-se os números dos pontos cadastrados, o grau de risco e o bairro em que cada ponto está localizado. Cada ponto de risco foi numerado de forma a facilitar a sua localização conforme representado no mapa da Figura 21.

Tabela 10: Localização dos pontos de risco.

Bairros	Pontos de Risco			TOTAL
	R1-Baixo	R2-Médio	R3-Alto	
<b>Arduino Bolívar</b>			31; 32	2
<b>Bela Vista</b>			12	1
<b>Betânia</b>		74	53; 70; 71; 73	5
<b>Boa Vista</b>	101			1
<b>Bom Jesus</b>	16	15	13; 14; 81	5
<b>Centro</b>	2; 6; 25; 26; 90	1; 8; 9	7; 27; 28; 37; 41; 42; 87; 99	16
<b>Conceição</b>		80		1
<b>Cond. Monte Verde</b>			44	1
<b>Estrelas</b>		21; 22		2
<b>Fátima</b>		68; 69; 78	75; 79	5
<b>Fuad Chequer</b>			40	1
<b>Inácio Martins</b>			29	1
<b>J.K</b>		52; 71		2
<b>João Braz</b>		84; 85; 95	11; 83	5
<b>Liberdade</b>		86	96	2
<b>Maria Eugenia</b>	46		45; 47	3
<b>Nova Era</b>			30; 83	2
<b>Nova Viçosa</b>	77; 76	57; 61; 62; 65	56; 58; 59; 60; 63; 64; 66; 67	14
<b>Romão dos Reis</b>		43		1
<b>Sagrada Família</b>		23	17; 18; 19; 22; 24	6
<b>Sagrado Coração de Jesus</b>			93	1
<b>Santa Clara</b>		48; 51; 94	49; 50; 55; 54; 88; 89	9
<b>Santo Antônio</b>			10	1
<b>São Sebastião</b>		91	34, 35, 36	4
<b>Silvestre</b>	98		97	2
<b>Vale do Sol</b>		39	92	2
<b>Vau Açú</b>			100	1
<b>Vereda Do Bosque</b>		4; 9	3; 5	4
<b>Violeira</b>		82		1

# MAPA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO DE VIÇOSA - MG

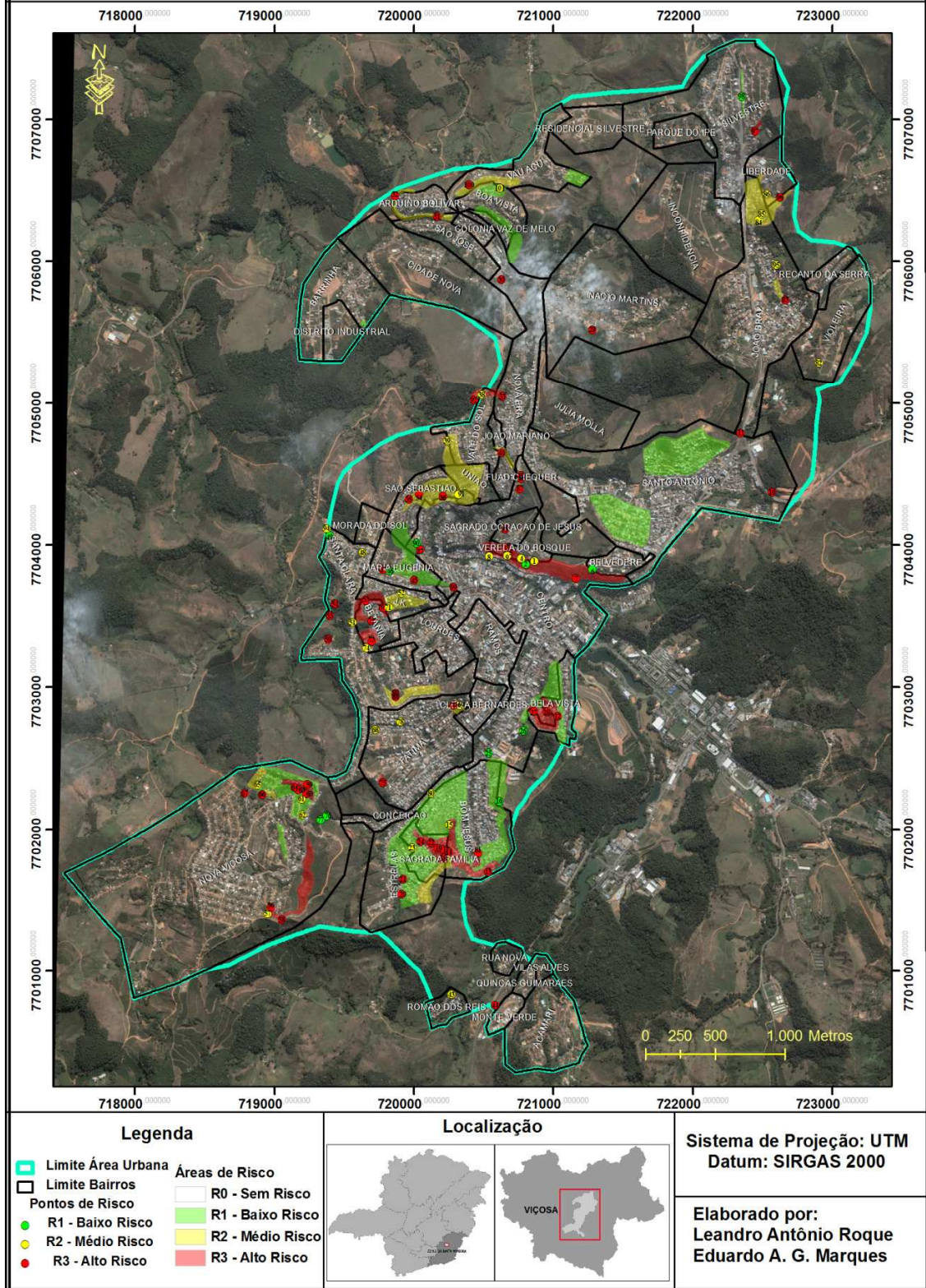


Figura 21: Mapa de risco de escorregamento em Viçosa – MG.

Em sua dissertação de mestrado Vieira (2000) apresentou uma caracterização preliminar do risco geológico da área urbana de Viçosa-MG, em que a autora mapeou 63 pontos de risco. Para mesma área de trabalho, a presente pesquisa resultou, após um período de treze anos, em um cadastro de 101 pontos de risco. Na Tabela 11 apresenta-se um comparativo dos mapeamentos realizados nos anos 2000 e 2013.

Tabela 11: Comparativo dos mapeamentos nos anos 2000 (Vieira, 2000) e 2013.

<b>Pontos de Risco</b>	<b>Ano 2000</b>	<b>Ano 2013</b>
Baixo Risco	34	11
Médio Risco	5	31
Alto Risco	29	59
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>101</b>

O mapeamento de risco geológico-geotécnico de movimentos de massa realizado na presente pesquisa possibilitou a geração de um mapa de risco (Figura 21). Destaca-se, entretanto, que a base de dados gerada no presente trabalho permite a confecção de cartas com qualidade visual em escalas de até 1:10.000, já que pretende-se que os resultados do presente estudo possam ser disponibilizados à municipalidade.

## **4.4 DISCUSSÃO**

Para a discussão dos resultados a área urbana do município foi dividida em 7 (sete) mapas com escala maior, de forma a facilitar a exibição dos resultados.

### **4.4.1 Bairro Nova Viçosa**

O bairro Nova Viçosa foi um dos que apresentou maior número de pontos de risco, num total de 14 pontos; e 6 áreas de risco. Este bairro insere-se em uma sub-bacia e o seu entorno apresenta encostas com declividades superiores a 30%.

Os pontos 56, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, de alto risco, encontram-se marcados pela presença de moradias de baixo padrão construtivo, localizadas em terrenos com taludes de cortes com altura e declividade elevada, com drenagem natural danificada e

drenagem artificial danificada ou inexistente, solo exposto, sinais de escorregamento e feições erosivas.

As fotos da Figura 22, tiradas nos pontos 58 e 59 mostram, como exemplo, vias de acesso sem pavimentação e drenagem sobre o topo do talude, moradias com baixo padrão construtivo, declividade elevada do terreno, solo exposto e presença de bananeiras que acaba acumulando água em suas raízes. Este conjunto de fatores gera instabilidade no terreno e alto risco de escorregamento nos períodos de chuva. As áreas de alto risco exigem ações estruturais com maior urgência. Sugere-se que ocupação urbana não se estabeleça nestas áreas de alto risco.



Figura 22: Ponto 58 e 59 (vias no topo do talude sem pavimentação e drenagem).

Nas áreas de médio risco e nos locais dos pontos 57, 61, 62, 65, os fatores de risco identificados nestes locais são principalmente a modificação das condições de drenagem natural (cortes e aterros) e a danificação da drenagem artificial, mas fatores como declividade, presença de lixo e entulho no talude, contribuem para que estas áreas e pontos sejam classificados como médio risco de escorregamento. Ressalta-se que, se ações preventivas e corretivas não forem implantadas estas áreas podem ter sua classificação de risco elevada à alto risco.

Os pontos 76 e 77 e as áreas de baixo risco mapeadas neste setor são locais em que os agentes desencadeadores de escorregamento exercem baixa influência, mas a ocupação dessas áreas deve se dar de forma planejada, de maneira a que o risco de escorregamento destas áreas não seja aumentado pela ocupação desordenada. O mapa da Figura 23 representa a localização dos pontos e áreas de risco.

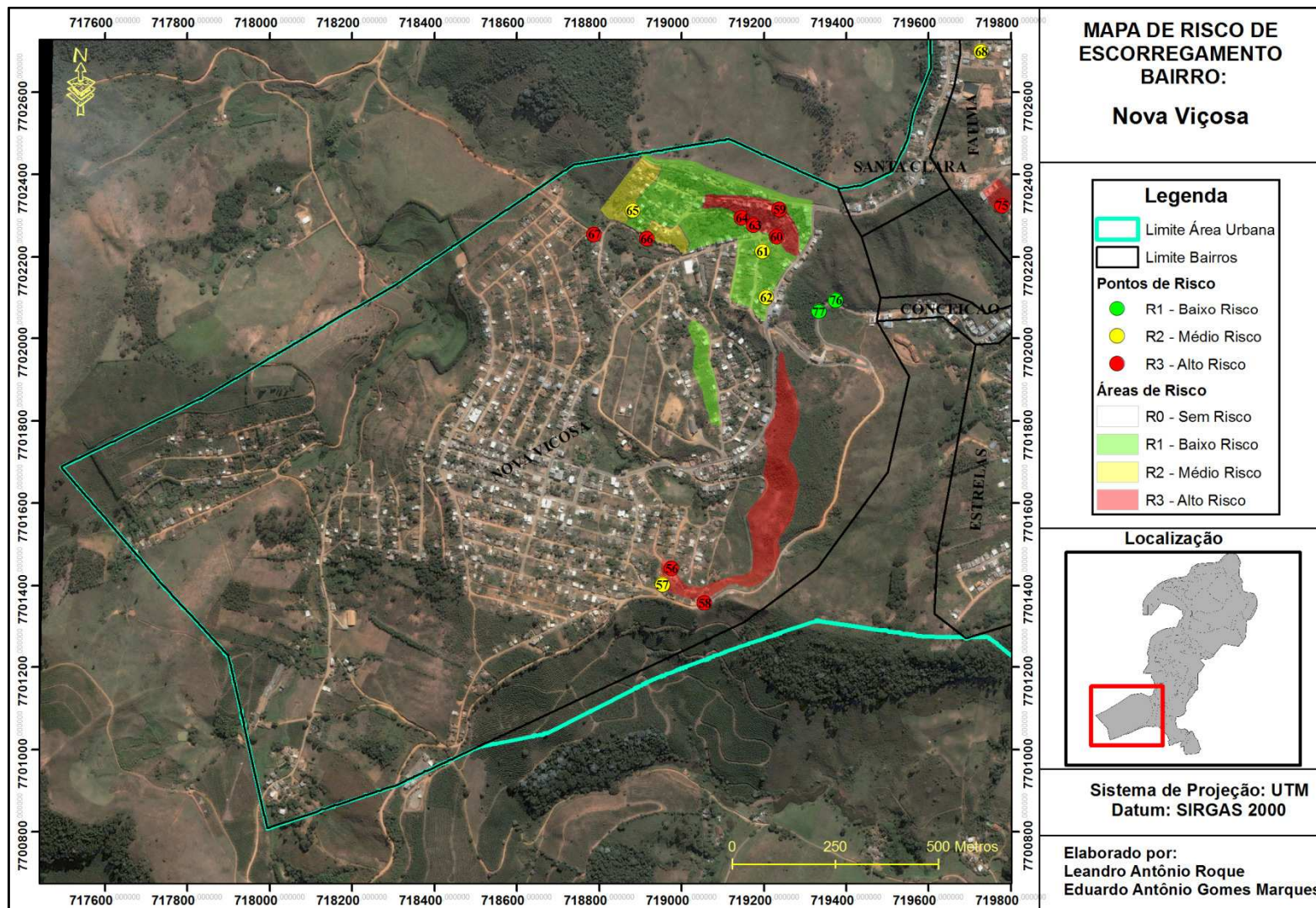


Figura 23: Mapa de risco de escorregamento do bairro Nova Viçosa.

#### **4.4.2 Bairros Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.**

Estes bairros, representados no mapa da Figura 24, tem como destaque a grande área de alto risco localizada entre os bairros Estrelas e Bom Jesus, nos quais foram identificados vários os pontos de alto risco (pontos 13, 14, 17, 18, 19, 22, 24, 81). A declividade é superior a 35%, com a presença de moradias de baixo padrão construtivo e a execução de cortes e aterros inadequados.

Os pontos de alto risco (20, 21, 27, 28, 75, 79, 88 e 89) são pontos que apresentam taludes com altura e declividade excessiva, nos quais já ocorreram deslizamentos. Para o ponto de alto risco de número 12, o fator de maior risco refere-se a um terreno no topo de morro com declividade maior que 40%, no bairro Bela Vista que é utilizado como bota fora pela comunidade, no qual foi observada uma grande quantidade de entulho, pondo em risco a população da rua São José, situada na parte de baixo do depósito. A delimitação da área de risco no entorno dos pontos 12, 27 e 28, baseou-se no fato de que grande parte das casas situadas no bairro Bela Vista, principalmente aquelas localizadas no topo da encosta, e que foram construídas abaixo do nível da rua, não possuem coleta de esgoto, que são simplesmente lançados encosta abaixo.

Os pontos de médio risco (15, 23, 68, 69, 78, 80) são pontos localizados em locais de maior declividade, com drenagem natural e artificial danificada, sendo necessárias medidas preventivas nos sistemas de drenagem para evitar escorregamentos.

Nos pontos de baixo risco (16, 25 e 26) foram observados sinais de processos erosivos devido à drenagem natural estar danificada e à inexistência de drenagem artificial. Na sequência de fotos da Figura 25 apresentam-se imagens dos aspectos descritos anteriormente.

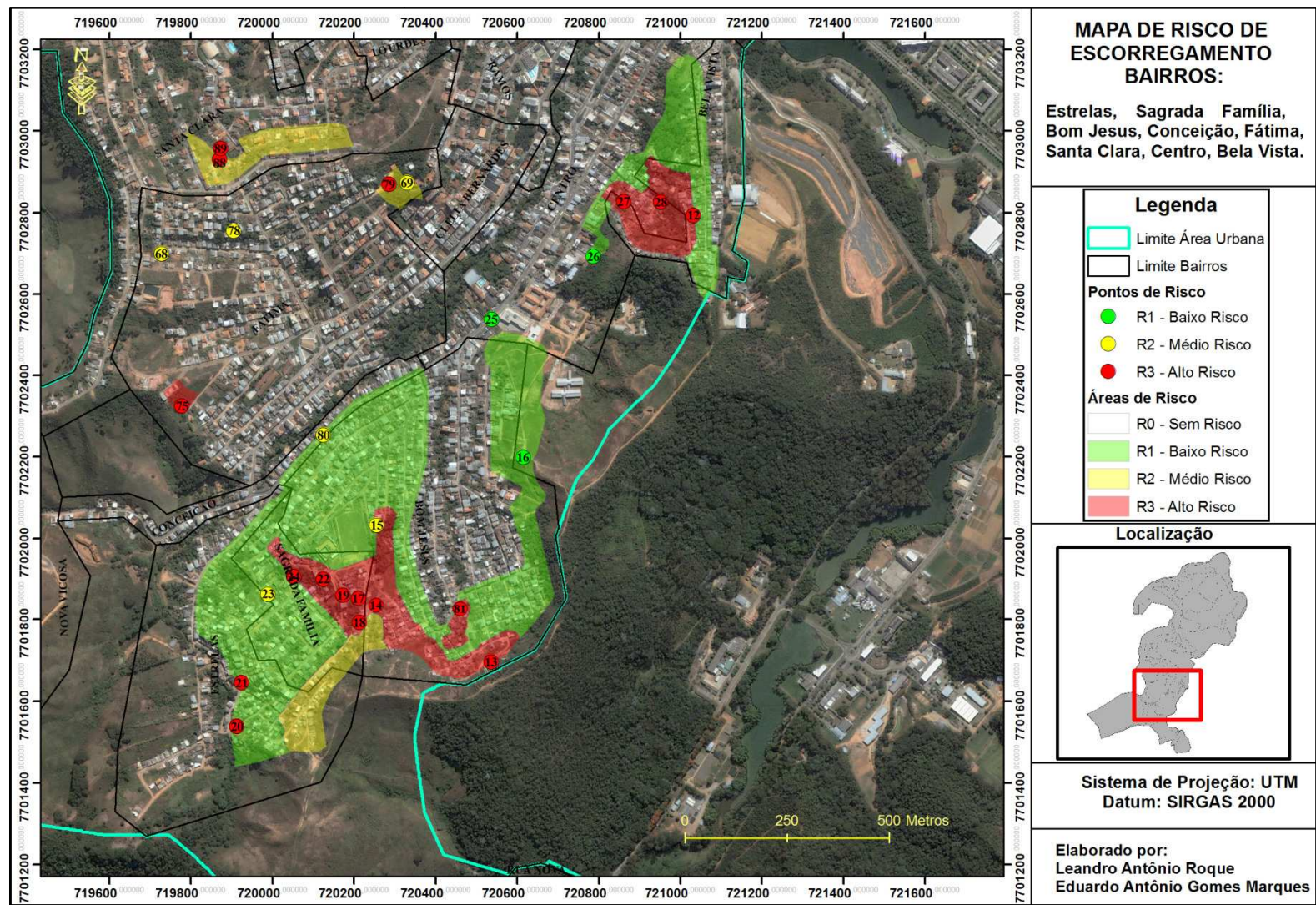


Figura 24: Mapa de Risco de Escorregamento Bairros: Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.



Ponto 24. (Talude com declividade excessivo).



Ponto 75. (Corte de talude com declividade acima do limite de segurança.)



Ponto 18 (Descalçamento de muro de contenção)



Ponto 17 (Lançamento de lixo e entulho no topo do talude).



Ponto 12 (Lançamento de lixo e entulho no topo do talude).



Ponto 15 (Drenagem da via no topo do talude danificada).

Figura 25: Imagens de aspectos existentes nos pontos e áreas de risco dos bairros Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus, Conceição, Fátima, Santa Clara, Centro e Bela Vista.

#### **4.4.3 Bairros, Santa Clara, Betânia, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus.**

Este conjunto de bairros representado na Figura 26 concentra o maior número de pontos de risco cadastrado no presente estudo, sendo 25 pontos classificados como de alto risco, 13 pontos classificados como de médio risco e 4 pontos classificados como de baixo risco, totalizando 42 pontos de risco.

Para os pontos de alto risco 3 e 5 verificou-se a ocorrência de desabamentos ocorridos em janeiro de 2012, devido principalmente à alta declividade do terreno, superior a 45%, à drenagem deficiente e às construções mal localizadas. No ponto 5 observa-se, além destes fatores, a presença de entulho que é jogado indiscriminadamente no topo do talude. Nos pontos 7, 37 e 45 o alto risco é ocasionado pela deficiência na drenagem natural e à drenagem artificial danificada, sendo que para o ponto 45 a falta de canalização das águas pluviais está gerando erosão que está encoberta pela mata.

A falta de pavimentação e drenagem de ruas que se localizam no topo do talude são situações observadas nos pontos 34, 47 e 53, enquanto que o alto grau de risco observado nos pontos 35 e 93 deve-se à presença de grande quantidade de lixo ou entulho.

Taludes de cortes com declividade e ou cortes excessivos também são fatores que caracterizam como alto risco de escorregamento os pontos 36, 40, 42, 50, 54, 55, 70, 72, 87 e 99. No ponto 55 ainda não existia, na data de realização da imagem, o conjunto de casas populares localizadas na base do talude do ponto 87. No ponto 40, além da declividade, há a presença de blocos de rocha no talude que se localiza nos fundos do posto de combustível situado na Rua dos Passos em que as moradias situadas no seu topo drenam a água dos telhados para a face do talude, Como existe uma densa vegetação composta por bambu, uma grande quantidade de água é retida neste talude, que atua como peso extra, potencializando o risco de escorregamento.

Para o ponto 41 o alto risco é ocasionado por moradia abandonada com risco de desabamento, devido à falta de manutenção na estrutura, localizada no topo do talude com declividade maior que 80% e altura de aproximadamente 12 metros.

A existência de um aterro sem compactação no topo de morro observado no ponto 49 gerou subsidência do terreno danificando estrutura da moradia, resultando em alto risco.

O solapamento de margem de córrego observado no ponto 92 provocou um grande degrau de abatimento próximo à uma moradia, tornando alto o risco de desabamento. Já no ponto 33, localizado no mesmo córrego, as chuvas excessivas de janeiro de 2012 destruíram uma galeria de drenagem e parte da linha férrea.

Nos pontos de Médio risco de escorregamento (1, 4, 8, 9, 38, 39, 40, 51, 52, 71, 74, 91 e 94) foram observados escorregamentos e processos erosivos ocasionados pela deficiência no sistema de drenagem, seja ela natural ou artificial, cabendo soluções preventivas para que não haja aumento no grau de risco destes locais.

Os pontos de baixo risco (2, 6, 46, 90) são locais onde fatores de risco exercem baixa influência cabendo apenas o monitoramento destes locais, de maneira a se evitar o surgimento dos fatores de risco.

Em todas as áreas de baixo risco a ocupação deve ser monitorada para se evitar o surgimento de fatores deflagradores de risco. Naqueles locais em que existe cobertura vegetal a ocupação deve ser evitada em locais de baixo risco, pois de maneira geral a presença de vegetação é que está garantindo o baixo risco de escorregamento do local.

Nas áreas de médio risco mapeadas nestes bairros a ocupação urbana de ser feita com cautela e planejamento, empregando projetos específicos para cada situação, evitando principalmente a construção de moradias com baixo padrão construtivo ou de grande porte.

As áreas de alto risco delimitadas são locais em que a ocupação deve ser evitada, e as ocupações existentes devem promover obras ou medidas para que se diminua o risco de escorregamento principalmente com relação a cortes de taludes e drenagem. Caso estas obras não sejam realizadas, há a necessidade de interdição de uma série de moradias. A figura 27 representa as citações de risco encontradas nestes conjuntos de bairros.

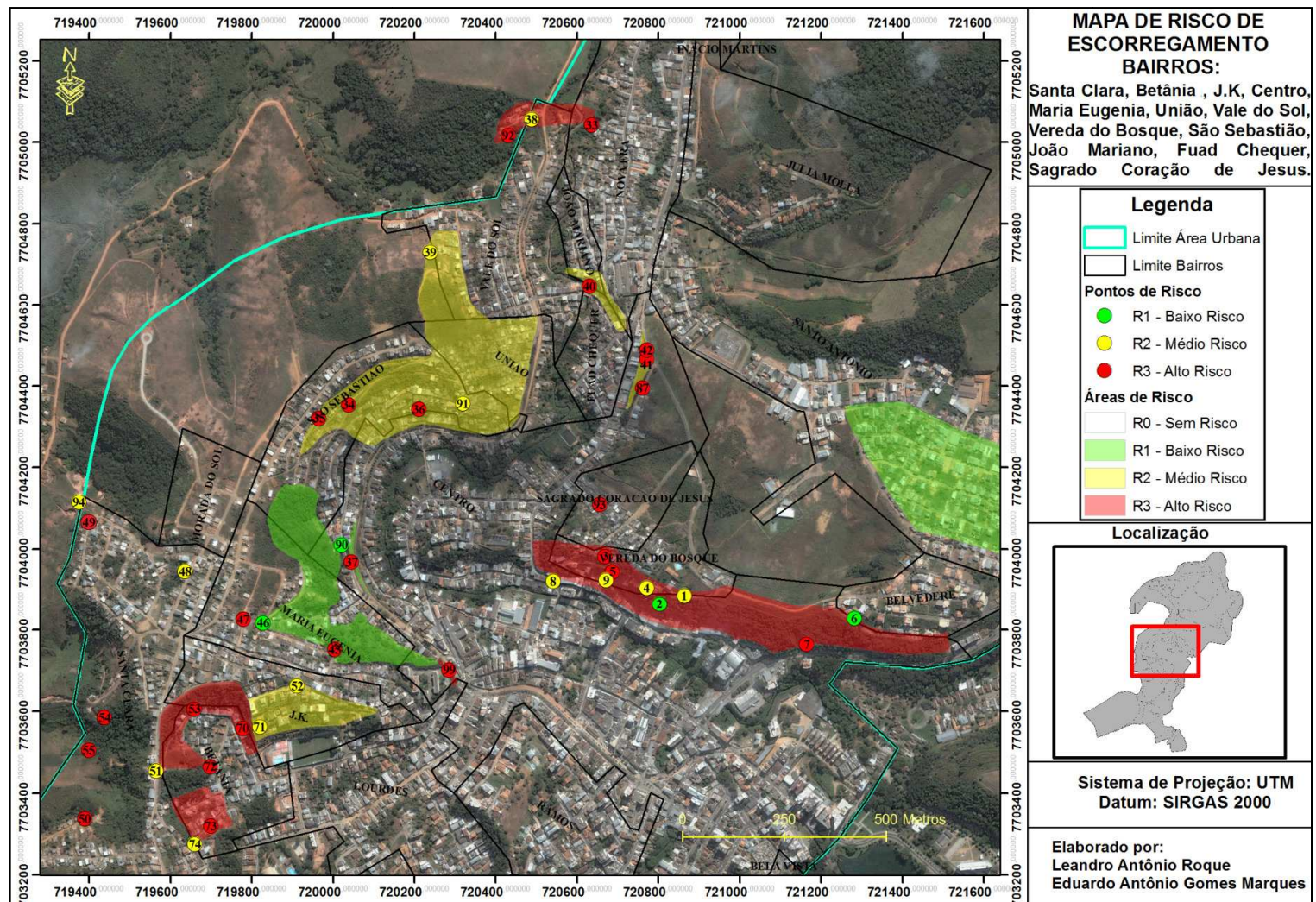


Figura 26: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros Santa Clara, Betânia, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus.



Ponto 03 (Deslizamento)



Ponto 49 (Trincas na moradia construída sobre aterro).



Ponto 05 (Lançamento de lixo e entulho no topo do talude).



Ponto 53 (Rua no topo do talude sem pavimentação e drenagem)



Ponto 07 (drenagem natural danificada)



Ponto 92 (Degrau de abatimento nas margens do ribeirão)



Ponto 33 (Galeria destruída solapamento de margens)



Ponto 99 (Talude com declividade excessiva).

Figura 27: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros Santa Clara, Betânia, J.K, Centro, Maria Eugenia, União, Vale do Sol, Vereda do Bosque, São Sebastião, João Mariano, Fuad Chequer e Sagrado Coração de Jesus.

#### **4.4.4 Bairros: Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú**

Nestes bairros (Figura 28) foram cadastrados cinco pontos de alto risco de escorregamento e 1 ponto de médio risco. Os pontos de alto risco de número 29 e 100 estão relacionados a taludes com cortes e altura excessivos sem contenção. Nos pontos 31 e 32 o alto risco é ocasionado pela rede de drenagem artificial danificada. Por fim, no ponto 31 a drenagem danificada da rua no topo do talude faz com que a água escorra para dentro dos terrenos das moradias danificando suas estruturas. Para o ponto de médio risco (ponto 32) a canalização (bueiro) danificada está gerando uma voçoroca que avança no sentido da rua. Nas imagens da Figura 29 apresentam-se aspectos que caracterizam o risco nestes locais.

Nas áreas de baixo risco a ocupação dever ser feita com planejamento, pois a declividade em média é superior a 30%, evitando o surgimento dos agentes desencadeares de risco, como a execução de cortes que estejam acima do limite de segurança.

As áreas de médio risco são áreas que também apresenta declividade superior a 30%, mas se verifica a presença de pontos de alto risco e de fatores que potencializam os riscos como drenagens das vias danificadas ao longo da área em que obras de caráter preventivo têm que ser implantadas de forma imediata.

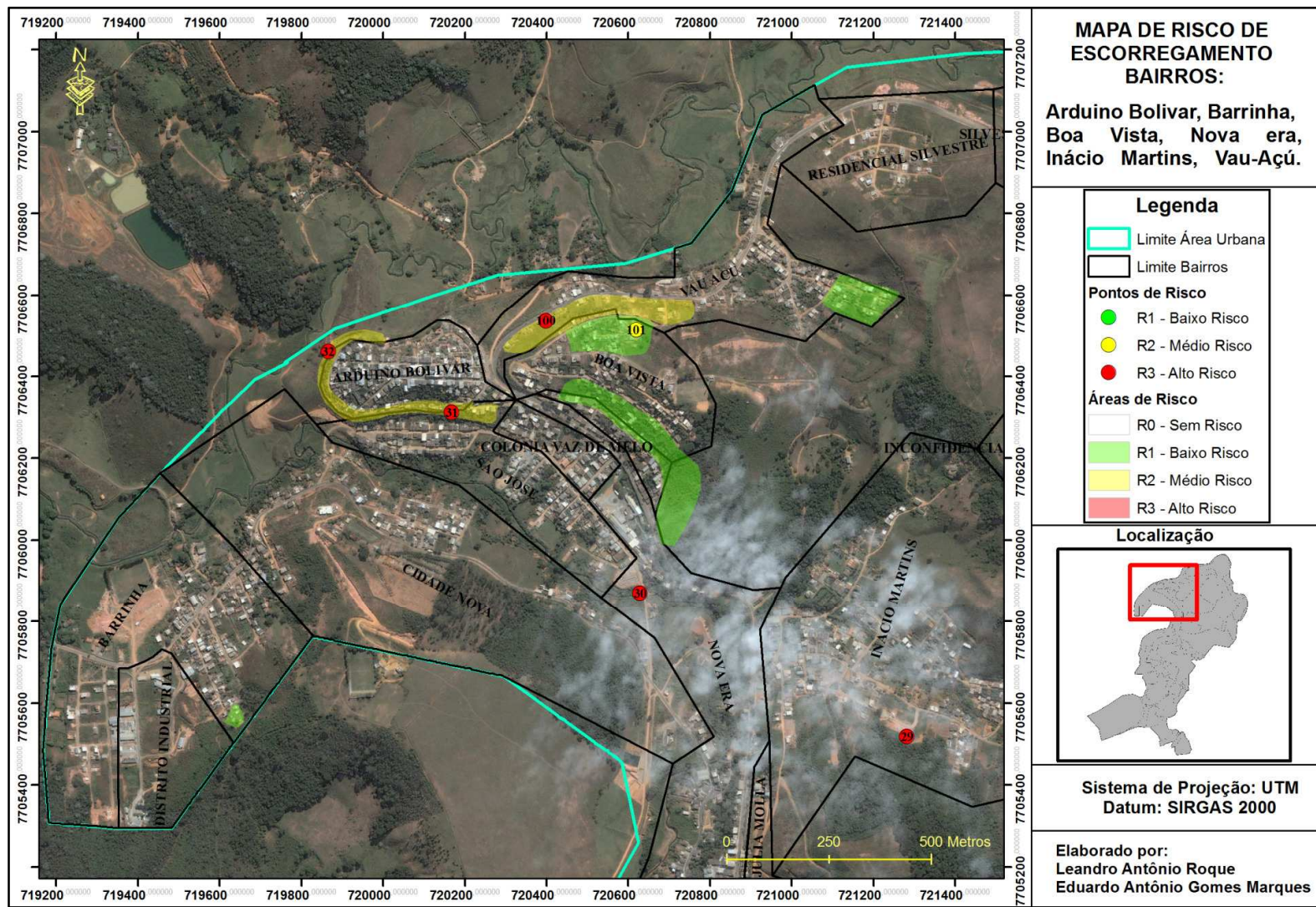


Figura 28: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú.



Ponto 29 (Talude com corte e declividade excessiva e solo residual jovem exposto).



Ponto 30 (Destruição da galeria por processo de solapamento).



Foto 19: Ponto 31 (Drenagem da rua danificada).



Foto 20: Ponto 32 (Escada hidráulica destruída e voçoroca na base do talude).



Ponto 100 (talude com declividade excessiva sem muro de contenção).



Ponto 101 (lançamento de entulho no topo do talude).

Figura 29: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros Arduino Bolivar, Barrinha, Boa Vista, Nova Era, Inácio Martins e Vau-Açú.

#### **4.4.5 Bairros João Braz, Liberdade e Silvestre**

Nestes três bairros foram cadastrados pontos e áreas de risco de escorregamento totalizando oito pontos de risco e quatro áreas de risco. A figura 30 está representada as condicionantes de risco observada em campo e a localização dos pontos e das áreas de risco estão representados no mapa da Figura 31.

O risco observado no ponto 30 é ocasionado pela destruição de galeria de drenagem durante as chuvas de janeiro de 2012 em que o risco de solapamento e escorregamento nas margens do ribeirão é extremamente alto.

Para o ponto 101 o médio risco de escorregamento é ocasionado pelo acúmulo de uma grande quantidade de entulho no topo do talude, com declividade maior que 45%, e com o sistema de drenagem na rua do topo do talude inexistente.

As áreas de baixo risco devem ser monitoradas e a ocupação deve ser evitada em locais onde há presença de mata. Na área de médio risco localizada no bairro Arduino Bolivar os principais fatores de risco são a declividade da encosta, majoritariamente superior a 40% e à presença de vários pontos com danos na rede de drenagem da Rua do Contorno na parte superior do talude, bairro Vau-Açú. O médio risco de escorregamento é atribuído à declividade do terreno e à existência de uma grande quantidade de moradias com baixo padrão construtivo e sistema de drenagem deficiente.

Os pontos 83, 96 e 97, de alto risco de escorregamento, apresentam taludes de corte com altura e declividade excessiva, sendo a declividade superior a 85% para o ponto (83), em local que a rua no topo do talude não apresenta sistema de drenagem potencializando o risco.

Nos pontos de médio risco de escorregamento (84, 85, 86 e 95) os taludes de corte apresenta declividade maior que 70%, com a drenagem natural danificada e a drenagem artificial inexistente, tendo sido observados processos erosivos ocorrendo no solo residual jovem exposto.

No ponto de baixo risco de escorregamento (98), juntamente com a área de baixo risco de escorregamento, os sistemas de drenagem das moradias no topo do talude e na rodovia na base do talude devem ser monitorados para que não se potencialize o risco de escorregamento na área.

Para as duas áreas de médio risco de escorregamento a ocupação deve ser feita de forma planejada, evitando construções em que os taludes tenham altura e declividade elevada, pois o solo residual jovem no local se encontra em baixa profundidade e apresenta alta susceptibilidade à erosão.

Na área de alto risco a ocupação deve ser evitada e intervenções como retaludamento do terreno, reparos nos sistemas de drenagem e revegetação são medidas que diminuirão o risco de escorregamento na área.

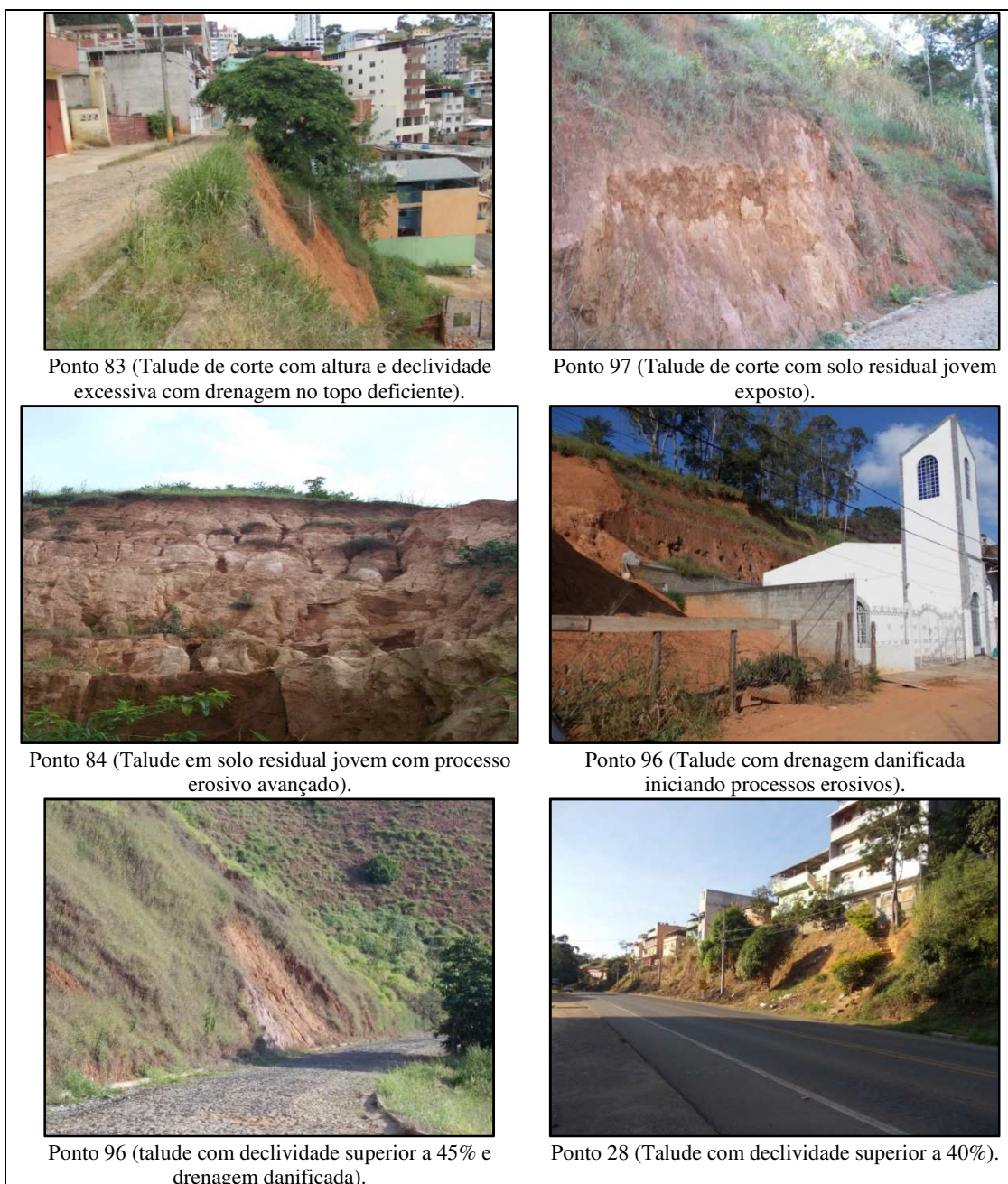


Figura 30: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros João Braz, Liberdade e Silvestre.

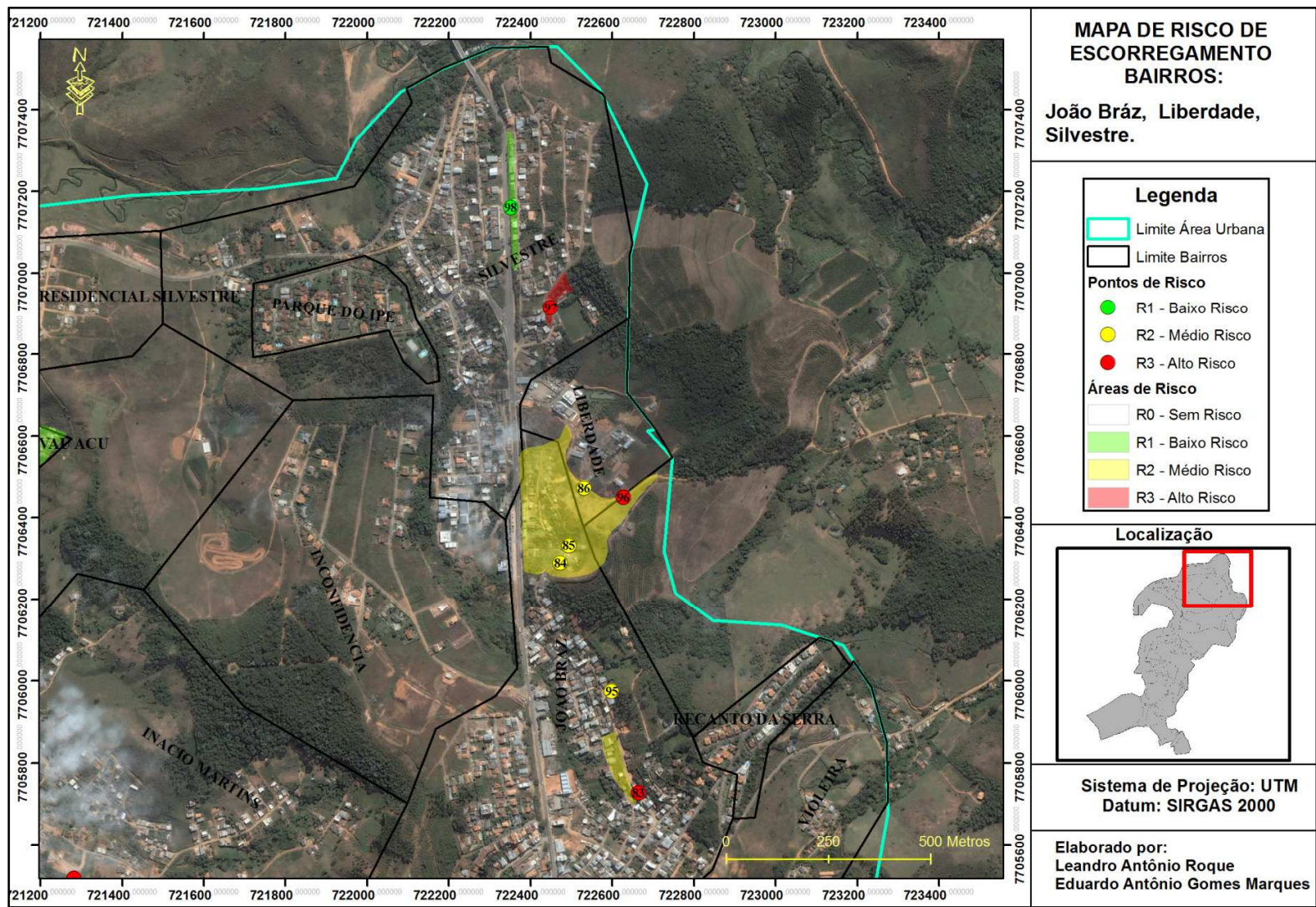


Figura 31: Mapa de Risco de escorregamento dos bairros João Bráz, Liberdade e Silvestre.

#### 4.4.6 Bairros João Braz, Violeira e Santo Antônio

Nestes bairros, foram cadastrados dois pontos de alto risco e um de médio risco de escorregamento, e duas áreas de baixo risco de escorregamento. Nas fotos da Figura 32 apresentam-se características de alguns dos pontos e áreas de risco mapeadas nestes bairros. A figura 33 representa o mapa de localização dos pontos e das áreas de risco destes bairros.

Nos pontos 10 e 11, de alto risco de escorregamento, os taludes apresentam declividade elevada, maior que 70%, com a ocorrência de escorregamentos. A drenagem natural está danificada e não existe drenagem artificial construída no topo do talude, enquanto a da base está obstruída, potencializando o risco de escorregamento.

No ponto 82, de médio risco de escorregamento, o agente potencializador é o corte do talude com declividade e altura excessiva, com sinais de erosão gerados pela deficiência no sistema de drenagem.

Nas duas áreas de baixo risco de escorregamento com declividade variando entre 25% a 45%, a sua ocupação deve ser feita com projeto específico, evitando-se cortes de taludes elevados e muito íngremes, enquanto os sistemas de drenagem devem ser monitorados para que não potencializem os riscos de escorregamento.



Ponto 10 (Talude com escorregamento superficial e drenagem da via obstruída).



Ponto 11 (talude com drenagem natural danificada com ocorrência de escorregamento).



Ponto 82 (Talude de corte com altura e declividade excessiva e drenagem natural danificada).

Figura 32: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas nos bairros João Braz, Violeira e Santo Antônio.

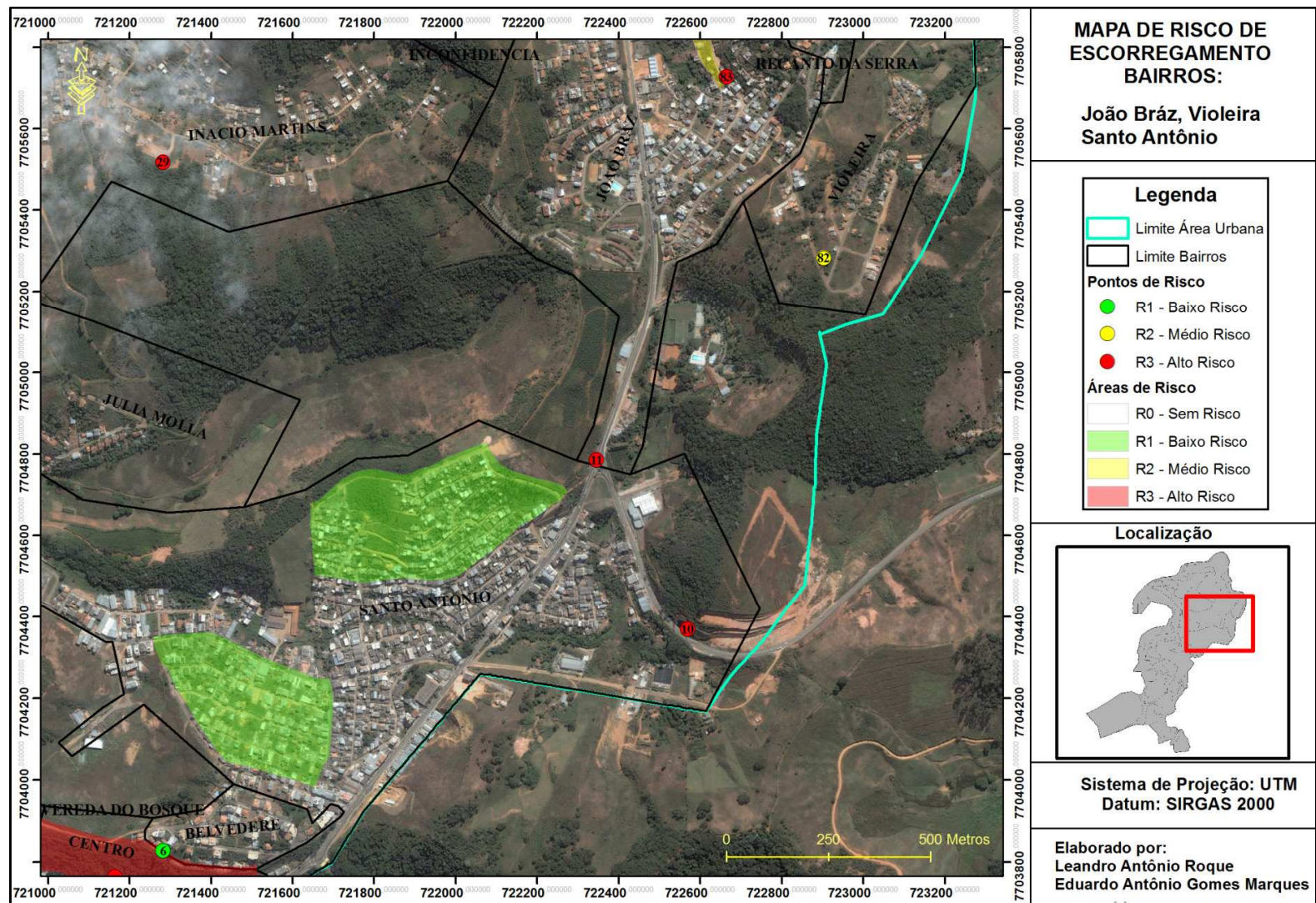


Figura 33: Mapa de risco de escorregamento dos bairros João Bráz, Violeira e Santo Antônio.

#### 4.4.7 Condomínio Monte Verde e Bairro Romão dos Reis

Nesta área foi cadastrado apenas um ponto de alto risco de escorregamento (ponto 44) em talude às margens da rodovia entre Viçosa e Paula Cândido, no qual se observa uma cicatriz de escorregamento ocorrido devido à deficiência no sistema de drenagem no topo do talude onde se localiza o condomínio Monte Verde.

No outro ponto, de médio risco de escorregamento (ponto 43), o risco é causado por cortes no talude, com declividade maior que 85%, sendo necessárias obras de contenção como muros e a construção de canaleta de drenagem no topo do talude.

Nas fotos da Figura 34 apresentam aspectos dos dois pontos de risco mapeados nesta região da cidade. A figura 35 representa o mapa de localização do (ponto 44).

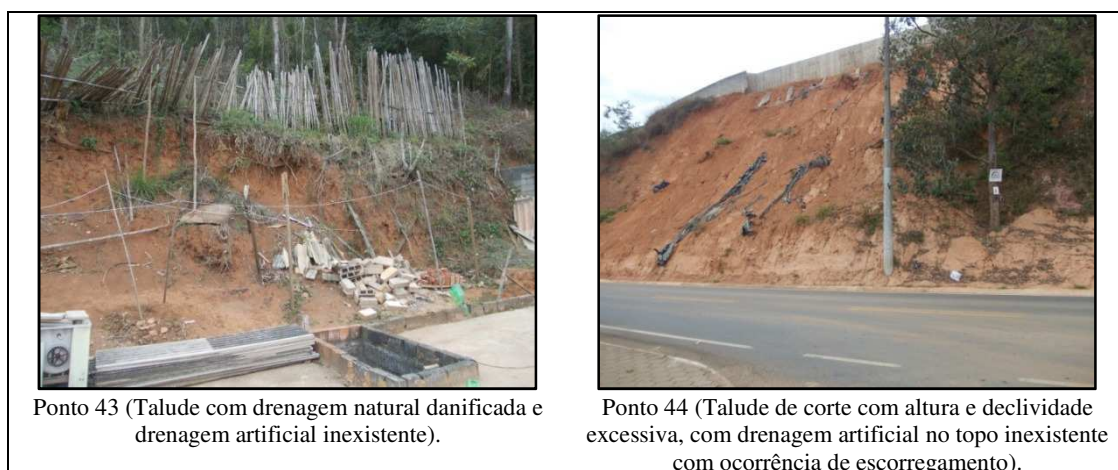


Figura 34: Imagens mostrando aspectos relevantes das principais situações de risco observadas no Condomínio Monte Verde e no bairro Romão dos Reis.

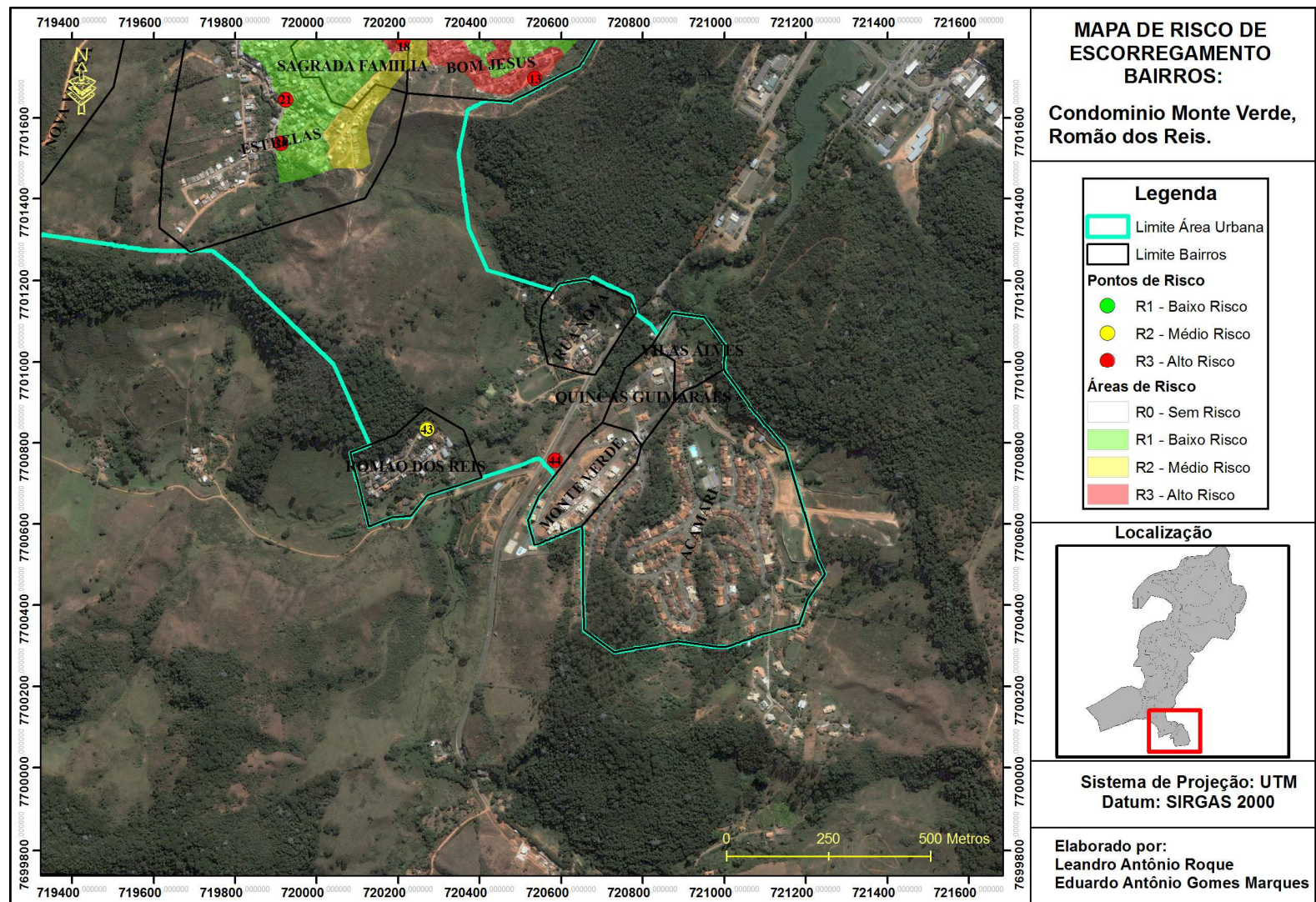


Figura 35: Mapa de Risco de escorregamento do Condomínio Monte e Bairro Romão dos Reis.

## 4.5 CONCLUSÃO

O aumento dos números de pontos de risco geológico-geotécnico cadastrados nos anos de 2000 e de 2013 é o resultado da expansão urbana acelerada que a cidade de Viçosa vem passando nesses últimos anos, que visa apenas os interesses dos agentes imobiliários, somada à falta de uma política pública incapaz de cumprir as leis de zoneamento e parcelamento do solo urbano, com um número cada vez maior de habitantes ocupando áreas de risco, em especial nas porções superiores das encostas e nos topos de morros, pois as baixadas e vales próximos à área central já se encontram saturadas.

Os principais processos geológicos-geotécnicos observados na cidade são os escorregamentos superficiais e processos erosivos relacionados à ocupação de terrenos com declividade superior a 40%, em que a drenagem natural se encontra danificada e a drenagem construída é inexistente ou insuficiente, e um pequeno número de ocorrências relacionadas à erosão de margens ribeirinhas

Os objetivos propostos no trabalho foram alcançados mesmo com a utilização de uma imagem com seis anos. A aplicação das fichas cadastrais permitiu ajustar a delimitação das áreas de risco à realidade atual do município.

A metodologia proposta pelo Ministério das Cidades e adaptada neste estudo garantiu um trabalho ágil, de fácil execução e a um baixo custo. A base de dados criada poderá ser utilizada na execução de obras e intervenções mitigadoras do risco identificado nas áreas de médio e alto risco, ou preventivas para as áreas de baixo risco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios.** Brasília, 2007. Disponível em:< <http://www.cidades.gov.br/> >. Acesso em: 12 março. 2012.

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

COSTA, F. O, **Dinâmica dos processos erosivos atuantes em três encostas no município de Viçosa-MG: Uma análise.** 2006. 62f. Monografia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

GOMES, G. J. C. et al, **Uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2681-2688.

**Jornal Folha da Mata.** Viçosa: 1985 a 2012. Consultado em 07 a 11/01/2013.

PORTES, R. C. **Determinação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG através de geoprocessamento e análise multicritério.** 2008. 58f. Monografia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2008.

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de metodologia de análise de risco de escorregamento: Aplicação de um ensaio em Ubatuba – SP.** São Paulo: USP, 2007, 220p, Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, 2007.

VIEIRA, V. **Caracterização preliminar do risco geológico da área urbana de Viçosa - MG.** Viçosa: UFV, 2000. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa, 2000.

## **CAPITULO V – USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS E SUA RELAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG**

### **RESUMO**

A cidade de Viçosa – MG vem nos últimos anos passando por um intenso processo de crescimento urbano desordenado que leva à ocupação indiscriminada de áreas em desrespeito às leis federais e municipais, resultando no surgimento de áreas de risco. Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo de correlação entre o uso e ocupação no município previsto na Lei Federal N° 6.766/79 e na Lei Municipal N° 1.469/01, que regulamentam sobre a declividade máxima do terreno para o parcelamento de solo urbano. Neste intuito, utilizou-se uma imagem de satélite de alta resolução, o mapa de declividade da área urbana de Viçosa, e um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A ocupação urbana atualmente observada em Viçosa foi classificada em três classes em função da declividade do terreno e das leis consideradas, a saber: áreas edificantes com a realização de projeto específico; áreas não edificantes; e áreas que descumprem a legislação. Dos 51 bairros estudados 36 apresentam áreas que descumprem a legislação, totalizando aproximadamente 1.674 moradias em situação irregular. A metodologia proposta neste estudo permite uma melhor gestão do crescimento urbano, permitindo o planejamento e monitoramento do desenvolvimento urbano ao longo do tempo, já que todas as informações foram cadastradas em um banco de dados georreferenciado.

**Palavras-chave:** Uso e Ocupação do Solo, Desenvolvimento Urbano, Legislações Urbanísticas.

## ABSTRACT

The city of Viçosa - MG has undergoing, in recent years, through an intense process of disordered urban growth, which has led to indiscriminate occupation and resulting in several areas of geological-geotechnical risk. This process is undergoing without any urban planning in which federal and municipal laws are not respected. The present study aimed to correlate the use and occupation of urban soil in Viçosa with the criteria defined on Federal Law No. 6.766/79 and on Municipal Law No. 1.469/01, both laws regulating maximum slope for land use. The proposed method is based on classification on the urban area based the use of high-resolution satellite images, slope map and on a Geographic Information System (GIS). Based on such information, the urban occupation of Viçosa was classified into three classes areas were occupation is only possible with specific civil engineering projects; areas not allowed to occupation; and areas that violate the law. Of the total 51 Viçosa neighborhoods, 36 neighborhoods have areas that violate the considered laws, comprising approximately 1,674 houses on irregular situation. The proposed method allows a better urban growth management in the future as all collected information were used to build a georefered databank allowing the planning and monitoring of urban development .

**Keywords:** Urban Land Use, Urban Development, Legislation Urbanistic.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A formação das cidades é decorrente da interação das atividades sociais e o meio ambiente. Como produto das ações do homem sobre o meio natural, as cidades atuam como o centro das relações sociais e econômicas, sendo esta a principal base territorial para o desenvolvimento do sistema capitalista.

O espaço urbano assume um papel central e peremptório na reprodução do capital, na extração da mais-valia, na realização do valor de troca, na exploração de lucros fundiários e imobiliários, sobretudo em nossos dias quando se observa uma aparente autonomização das bases financeiras do setor imobiliário, a ponto de, relativamente, convencioná-lo enquanto um capital particular com suas próprias lógicas de autovalorização, e se impor como momento ativo na reprodução social e na política do espaço (AMORIM, 2011).

De acordo com Santos (2009) o espaço urbano é artificial, construído no meio antes natural e, em seguida, manipulado numa teia de ações sociais, onde as relações entre os atores envolvidos nem sempre resultarão na aplicabilidade das soluções que visem os anseios da maioria.

Segundo Melo (2002) a urbanização das cidades brasileiras seguiu uma visão positivista e progressista derivada da Revolução Industrial que propunha a inesgotabilidade dos recursos naturais, subvertendo a ideia de interação harmônica com o meio natural, tendo como consequência os baixos níveis de qualidade físico-ambiental que comprometem a qualidade de vida da população e o desenho da paisagem como um todo.

A urbanização das cidades brasileiras ocorreu de forma rápida, diferente a dos países ricos, em que a urbanização durou entre cem a duzentos anos. No Brasil ela durou cerca de cinquenta anos, acontecendo concomitantemente com o processo de industrialização e não como consequência dele (CARNEIRO & FARIA, 2005).

Conforme o censo realizado pelo IBGE em 1970 a população brasileira tornou-se mais urbana, não havendo mais regressão nas taxas de urbanização desde então. Em 2000 a população urbana chegou a uma exorbitante taxa de 81%, no último censo de 2010 a taxa de urbanização foi de 84,36%.

Este processo rápido de urbanização contribui para o adensamento urbano nas cidades sobre tudo a partir da década de 70 e a falta de uma política voltada para a área ambiental e a crescente especulação imobiliária tem proporcionado a destruição de áreas verdes dentro das cidades e a ocupação de áreas frágeis como margens de rios, topo de morros e encostas.

A cidade de Viçosa-MG acompanha este contexto de crescimento desordenado e sem planejamento, sendo ela impulsionada pelo aumento no número de vagas oferecidas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) na década de 70 e pela concentração de serviços urbanos administrativos dentro do novo contexto nacional de divisão social de trabalho (PEREIRA et al., 2005).

A população urbana do município de Viçosa vem crescendo desde o final dos anos de 1950 em mais de 80% a cada década. Tal crescimento acelerado desencadeou uma série de problemas, como a alteração da ocupação dos entornos da cidade, impulsionando a abertura de inúmeros loteamentos populares (RIBEIRO FILHO, 1997).

De acordo com Carneiro & Faria (2005) o processo de ocupação em Viçosa, de modo geral, vem se caracterizando por não obedecer a qualquer critério de planejamento, ocorrendo de forma desordenada, levando em conta somente os interesses financeiros e imediatistas. Este processo impulsiona a ocupação de áreas inadequadas para urbanização por parte dos mais carentes e gera os impactos socioambientais no sistema urbano, consequência da segregação sócio-espacial e das desigualdades econômicas.

Em Viçosa a ocupação de encostas com declividade acentuada, principalmente pela população de menor renda e desprovida de infraestrutura urbana básica, leva ao surgimento de áreas de risco de escorregamento.

Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de uma avaliação do uso e ocupação das encostas na área urbana do município tendo como critério a legislação federal e municipal que regulamentam a declividade máxima do terreno em que é permitida a ocupação, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que permitiu a delimitação de áreas em que as leis de parcelamento do solo não estão sendo obedecidas, resultando no surgimento de áreas de risco de escorregamento. O estudo foi realizado na área urbana de Viçosa, abrangendo um total de 51 bairros do município conforme o mapa da Figura 36.

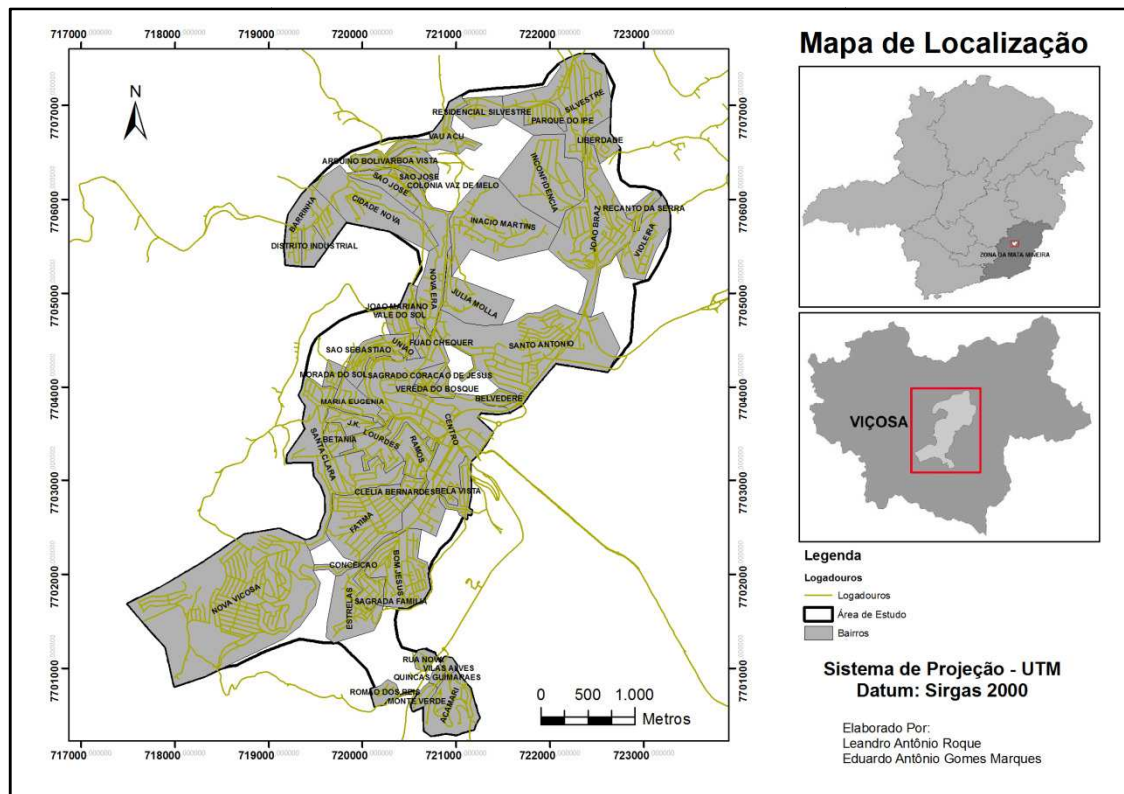


Figura 36: Mapa de Localização da área em estudo.

## 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação e legislação urbanística da área urbana de Viçosa, utilizou-se o cruzamento de dados através de um (SIG), com base na declividade da área urbana e no uso e ocupação, para os quais utilizou-se uma imagem de satélite de alta resolução, considerando-se a legislação federal e municipal que regulamenta a declividade máxima permitida para ocupação do solo.

O SIG utilizado neste trabalho para a interpolação dos dados foi o ArcGis® 10.0, que contém um grupo de programas informáticos e que constitui um Sistema de Informação Geográfica.

Para a elaboração da base cartográfica do projeto foi utilizada a base cartográfica digital do Município de Viçosa, de 2009, cedida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), que contém o mapeamento urbano básico, como limites dos bairros, logradouros e pontos de referência municipal como escolas, hospitais e igrejas, entre outros.

Para descrição da altimetria, foram utilizadas curvas de nível com espaçamento de 5 metros, cordialmente cedidas pelo Laboratório de Geoprocessamento do

Departamento de Solos (DPS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As curvas foram geradas por estereoscopia de pares de imagens de alta resolução do satélite Ikonos, adquiridas no âmbito do projeto PSA-UFV (Plano de Segurança da Água da Universidade Federal de Viçosa), executado pelo Departamento de Engenharia Civil (DEC) (PORTES, 2008). Estas curvas de nível foram fundamentais para elaboração do mapa de declividade.

Para auxiliar na classificação do uso e ocupação foi utilizada uma imagem digital orbital Ikonos, datada de 2007, georreferenciada, de resolução espacial de 1,0m, em uma composição colorida das bandas: três, dois e um (RGB 3-2-1). Esta imagem também foi adquirida com recursos do Plano de Segurança da Água (PSA) e cedida pelo DEC.

Para a avaliação da declividade considerou-se a Lei Federal nº 6.766 de 19 de Dezembro de 1979, conhecida como Lei Lehman que, em seu Art. 3º, § 1, Inciso III, dispõe que “Não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”. Assim, esta lei proíbe que as áreas com declividade elevada, consideradas a priori como de alto risco geológico-geotécnico, sejam loteadas para fins urbanos. Também se considerou, no presente estudo, o disposto na Lei Municipal que institui o parcelamento do solo do município de Viçosa – Lei Nº 1.469 de 26 de novembro de 2001, que em seu Art. 5º, Inciso III, dispõe que “Nenhuma modalidade de parcelamento do solo será permitida em terrenos com declividade superior a 40% (quarenta por cento)”.

Considerando os critérios das duas leis e em conjunto com a carta de declividade (Figura 37) e a imagem de satélite realizou-se a avaliação do uso e ocupação do solo, delimitando áreas da parte urbana do município que foram divididas em três categorias: (áreas edificantes com projeto, áreas não edificantes e áreas que não atendem à legislação).

- As áreas edificantes com projeto específico são áreas que estão localizadas em declividades de 30 a 40%, sendo necessária a elaboração de projetos específicos.
- As áreas não edificantes são áreas localizadas em declividade superior a 40%, em atendimento ao disposto na Lei Municipal Nº 1.469/2001.
- As áreas que não atendem a legislação são áreas ocupadas em locais em que a declividade é superior a 40%, não atendendo à legislação vigente.

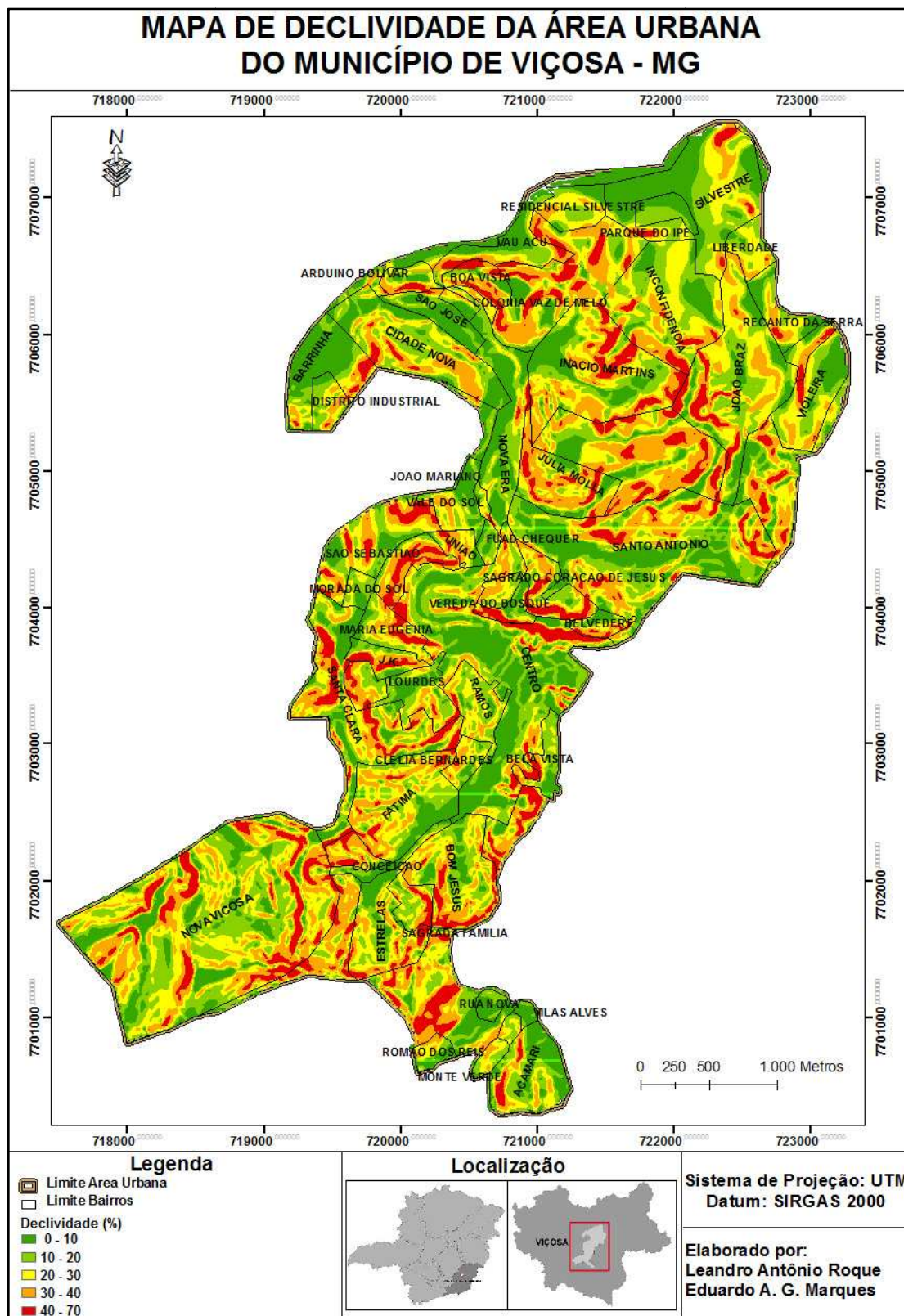


Figura 37: Mapa de declividade da área urbana de Viçosa – MG.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 38 apresenta-se o mapa de ocupação urbana e legislação urbanística da área urbana do Município de Viçosa – MG, elaborado a partir do cruzamento de dados de declividade, uso e ocupação e legislação urbanística, com na Lei nº 6.766/01 e na Lei nº 1.469/79. Para uma discussão mais detalhada dos resultados a área urbana foi dividida em sete setores obtendo assim sete mapas em escala maior conforme a Figura 39.

Os polígonos delimitados em cinza com círculos verdes são áreas com declividade superior a 40%, conforme o mapa da Figura 38, classificados como áreas não edificantes e foram destinados à áreas de preservação. As áreas com declividade menor que 40%, com vegetação, não estão sendo abordadas neste trabalho e sua ocupação é possível de acordo com a legislação.

As áreas delimitadas em amarelo no mapa da Figura 38, classificadas como áreas edificantes, são áreas com declividade entre 30% a 40% em que é permitida a ocupação pela lei municipal, mas a lei federal determina que a ocupação seja feita com projeto específico. Observa-se que estas áreas tem uma grande abrangência no município.

Demarcadas em vermelho, no mapa da Figura 38, apresentam-se as áreas que descumprem a legislação. Caracterizam-se por apresentar declividade superior a 40%, ocupadas ou com processo de ocupação iniciada, que descumprem a legislação federal e municipal considerada. Dos 51 bairros avaliados no presente estudo, 36 apresentam áreas que não atendem ao disposto na legislação, totalizando aproximadamente 1.675 moradias em situação irregular.



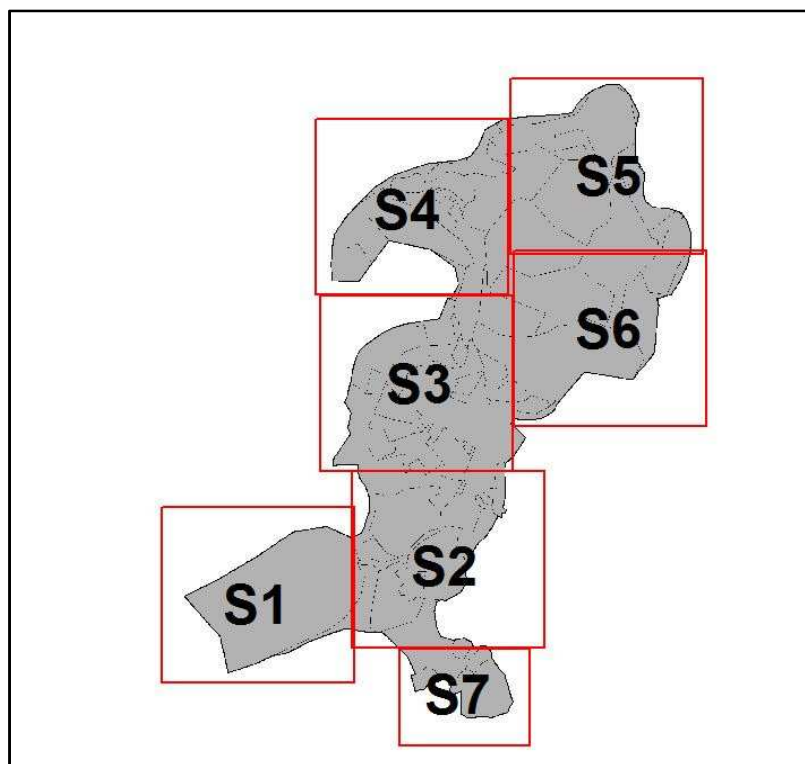


Figura 39: Divisão dos setores.

### 5.3.1 Setor-1 (S1)

O setor 1 (Figura 40) representa todo o bairro Nova Viçosa, que é um bairro com formação recente no município. O padrão construtivo no bairro é de baixo a médio, sendo muito comum o processo de autoconstrução, no qual a família adquire um lote urbano no mercado formal ou informal e constrói sua moradia por conta própria, sem a realização de projetos.

No bairro foram delimitadas 11 áreas classificadas como não edificantes e 21 áreas onde ocupação é permitida com a realização de projetos específicos para ocupação de áreas com declividade superior a 30%.

Para áreas ocupadas em terrenos com declividade superior a 40%, descumprindo a legislação foram demarcados 8 áreas, totalizando 130 moradias em situação irregular.

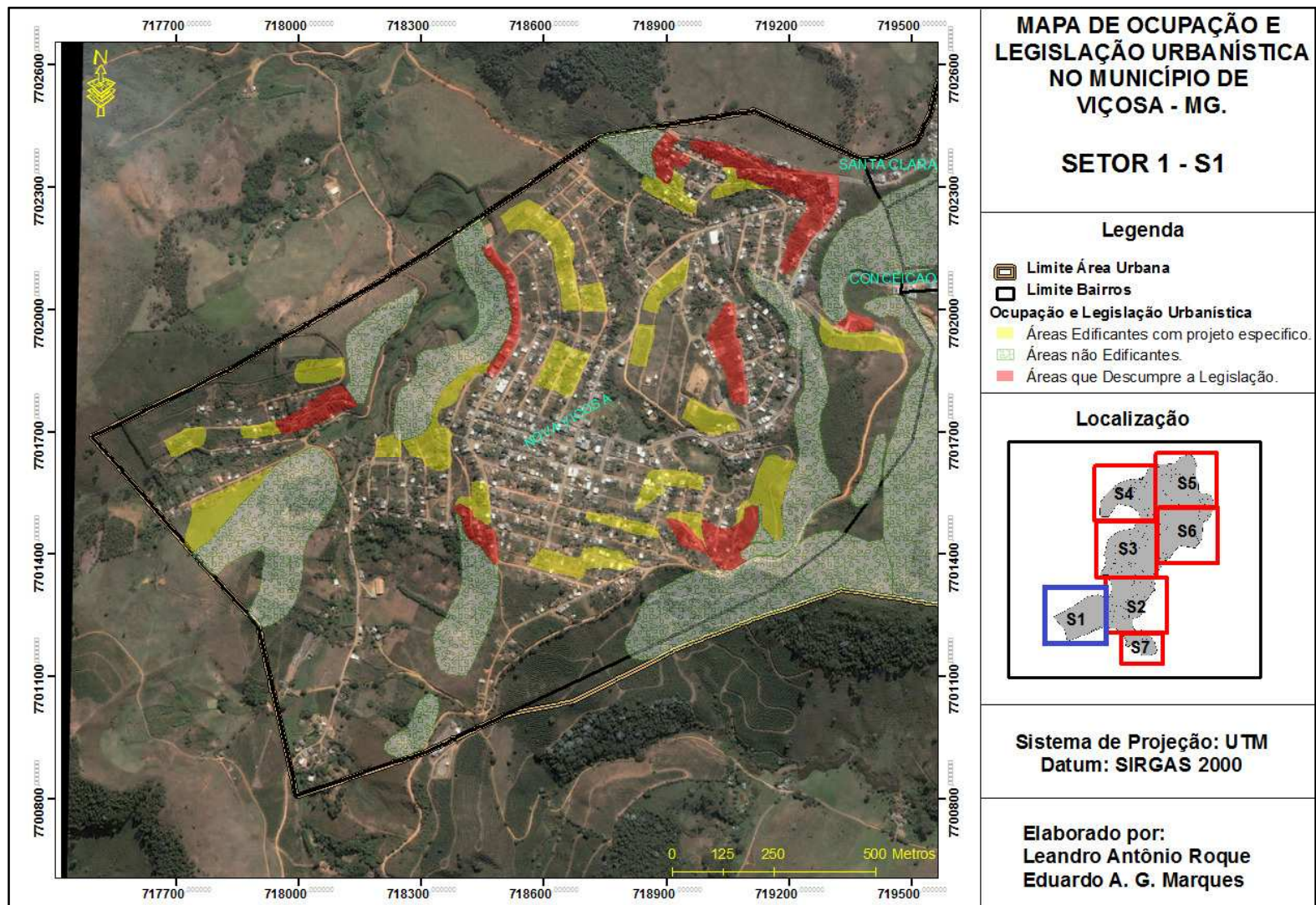


Figura 40: Mapa do SETOR 1- S1.

### 5.3.2 Setor-2 (S2)

Representando nove bairros o Setor 2 (Figura 41) é o segundo maior em número de moradias em situação irregular, totalizando 448 moradias localizadas em áreas que descumprem a legislação, ocupando terrenos onde a declividade é superior a 40%.

Os bairros Estrelas, Sagrada Família, Bom Jesus e Bela Vista são aqueles em que se encontram o maior número de moradias com baixo padrão construtivo do Setor 2, sendo muito comum a ocorrência de deslizamento nos períodos chuvosos, a quantidade de moradias em situação irregular está apresentada na Tabela 12.

Foram delimitadas 8 grandes áreas não edificantes, 36 áreas edificantes com projeto e 29 áreas que descumprem a legislação, totalizando 448 moradias irregulares. Nos Bairros, Bela Vista, Sagrada Família e Bom Jesus, grande parte das moradias em áreas que descumprem a legislação são de baixo padrão construtivo e é o resultado do processo de expansão urbana da cidade onde a população de baixa renda busca a ocupação dos morros no entorno do centro da cidade.

Tabela 12: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-2.

<b>Bairro</b>	<b>Nº de moradias</b>
Bela Vista	14
Bom Jesus	185
Centro	17
Clélia Bernardes	13
Estrelas	23
Fátima	76
Lourdes	15
Sagrada Família	49
Santa Clara	56

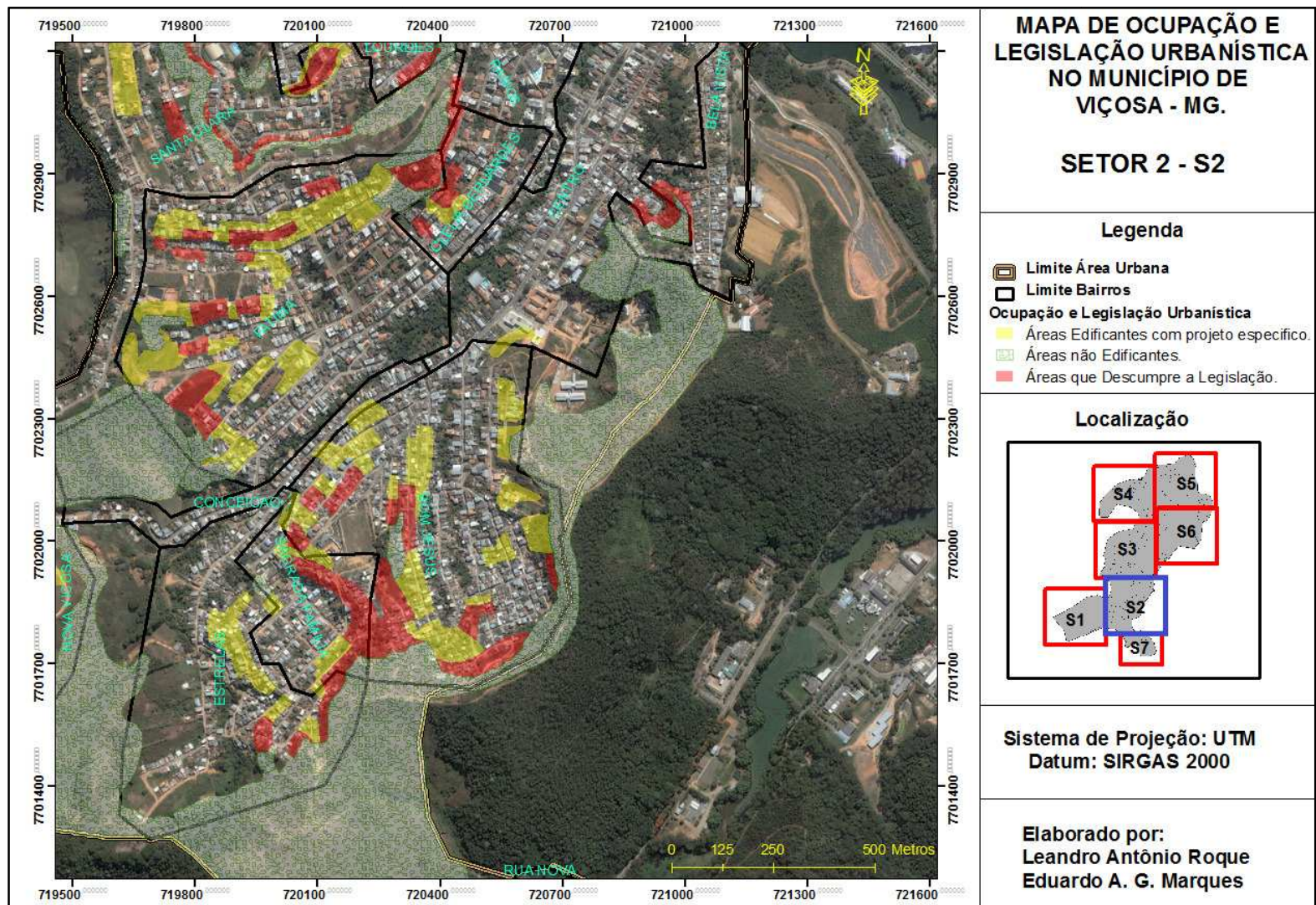


Figura 41: Mapa do SETOR 2 - S2.

### 5.3.3 Setor-3 (S3)

Os quinze bairros representado no setor 3 (Figura 42) foram os que apresentaram maior número de moradias em situação irregular, com cerca de 583 moradias em áreas que descumprem a legislação, tendo como destaque os bairros São Sebastião, com 151 moradias, o Bairro União e o Centro, com 102 moradias cada um em situação irregular.

Os bairros São Sebastião e União apresentam um grande número de moradias com baixo padrão construtivo, impulsionado pela grande especulação imobiliária que afasta a população de menor poder aquisitivo da área central da cidade, restando as áreas mais afastadas do centro ou como acontece nestes dois bairros, a ocupação irregular das encostas próxima ao centro. Para os demais bairros o número de moradias em situação irregular está representado na Tabela 13.

Tabela 13: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-3.

<b>Bairro</b>	<b>Nº de Moradias</b>	<b>Bairro</b>	<b>Nº de Moradias</b>
Betânia	35	Nova era	5
Centro	72 (102)	Sagrado Coração de Jesus	11
Fuad Chequer	10	Santa Clara	25 (81)
J.K.	26	São Sebastião	151
João Mariano	6	União	102
Julia Mollar	21	Vale do Sol	36
Lourdes	22 (37)	Vereda do Bosque	28
Maria Eugenia	33		

\*() – Soma dos números de moradias do Setor 2 mais o Setor 3.

Neste setor, ocorrem 26 áreas que descumprem a legislação, 15 áreas são edificantes com projeto e 24 áreas não edificantes.

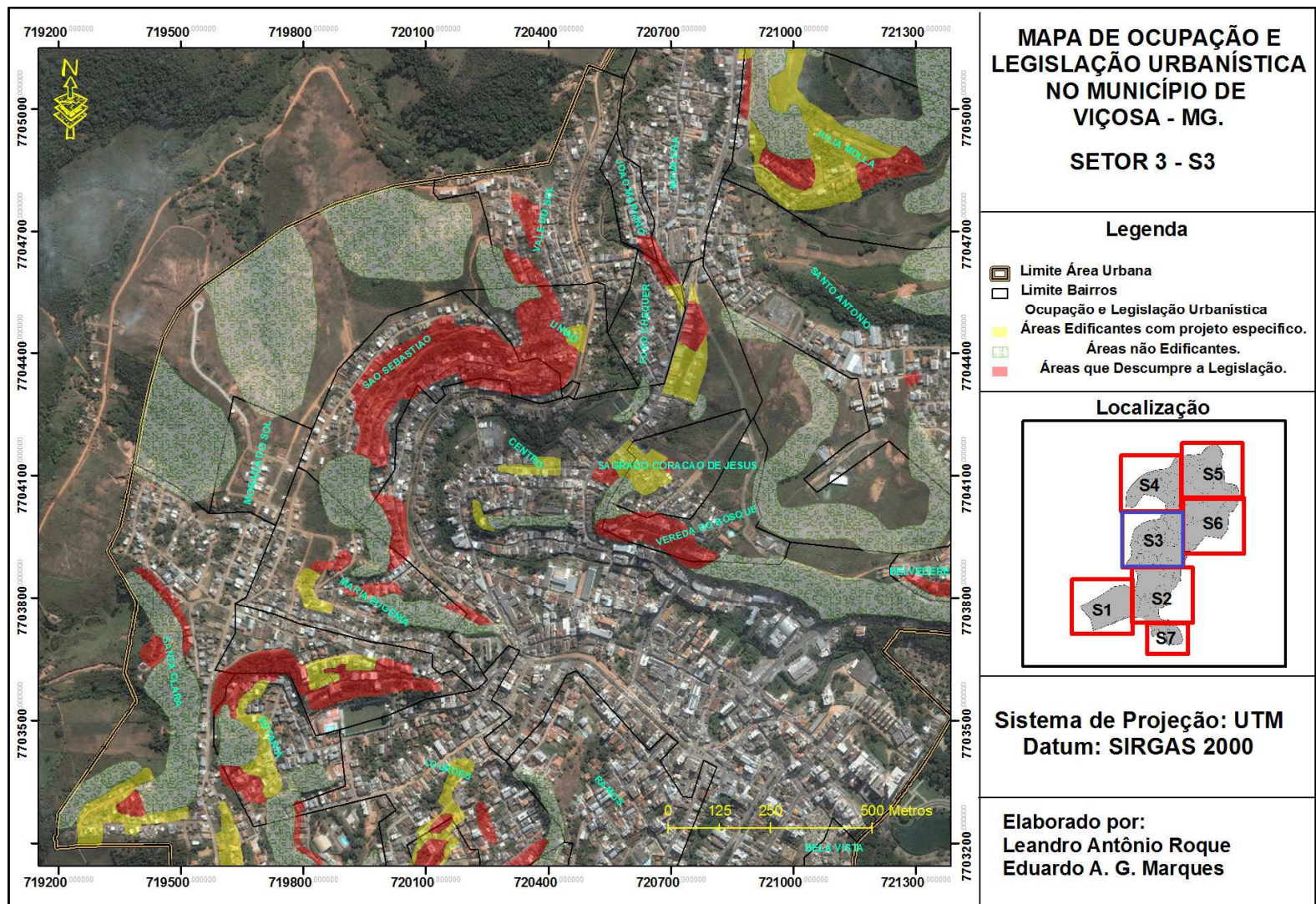


Figura 42: Mapa do SETOR 3 – S3

### 5.3.4 Setor-4 (S4)

O Setor 4 representado na (Figura 43) apresenta 10 áreas que descumprem a legislação, 16 áreas edificantes com projeto e 13 áreas não edificantes. Na Tabela 14 apresentam-se o número de moradias em situação irregular de cada bairro do setor, num total de 275 moradias.

Os bairros Arduino Bolivar e Boa Vista são os que apresentaram o maior número de moradias em áreas que não atende a legislação, marcado pela população de menor poder aquisitivo, ocupado as encostas com loteamentos sem planejamento e com moradias com baixo padrão construtivo, neste setor é muito comum o registro de desabamento e deslizamento nos períodos de chuvas mais intensas.

Tabela 14: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-4.

<b>Bairro</b>	<b>Nº de Moradias</b>
Arduino Bolívar	68
Barrinha	12
Boa Vista	109
Cidade Nova	4
Nova Era	30 (35)
São José	8
Vau-Acú	44

\*() – Soma dos números de moradias do Setor 3 mais o Setor 4.

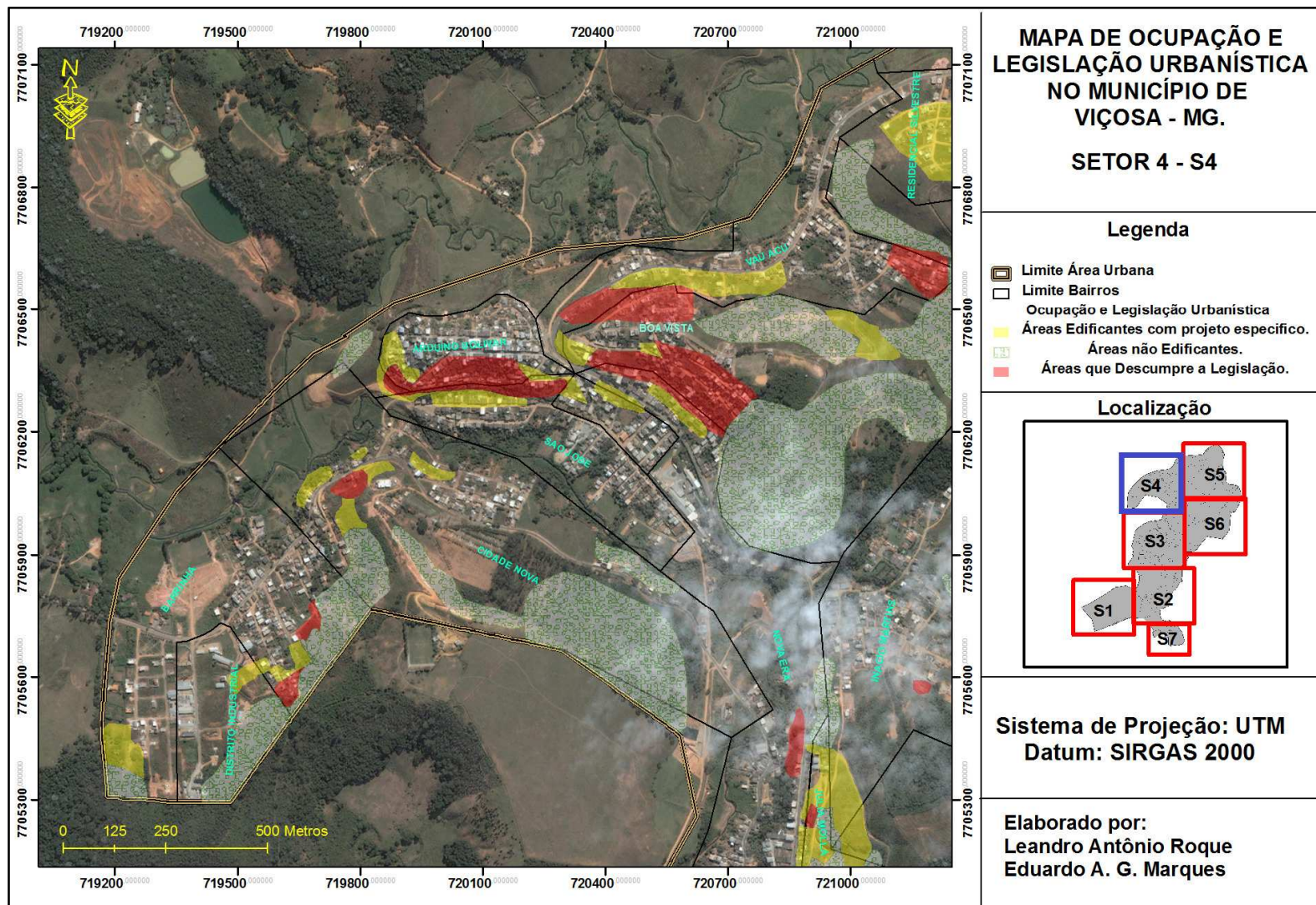


Figura 43: Mapa do SETOR 4 – S4.

### 5.3.5 Setor-5 (S5)

Com exceção do Setor 7 o Setor 5 (Figura 44) foi o que apresentou o menor número de moradias em situação irregular, num total de 42 moradias situadas em áreas que não cumprem a legislação, sendo os bairros Inácio Martins e Silvestre os que apresentaram o maior número de moradia em situação irregular, conforme a Tabela 15, nestes bairros o padrão construtivo das moradias é melhor se comparado com os outros setores e o relevo é menos acidentado.

Foram delimitadas 8 áreas que descumpre a legislação, 9 áreas edificantes com projeto específico e 7 áreas não edificantes.

Tabela 15: Números de moradias em áreas que descumpre a legislação no Setor-5.

<b>Bairro</b>	<b>Nº de moradias</b>
Inácio Martins	15
Inconfidência	1
João Braz	8
Silvestre	17
Violeira	1



### 5.3.6 Setor-6 (S6)

O setor 6 (Figura 45) apresentou uma grande quantidade de moradias em áreas que não atendem à legislação, totalizando 197 moradias em situação irregular. O bairro Santo Antonio é o que apresenta o maior número, 171 moradias conforme a Tabela 16, neste bairro, na área em que se concentra o maior número de moradias irregular se comparado com as moradias deste mesmo setor, o padrão construtivo é menor juntamente com o poder aquisitivo da população.

Na área do bairro em que se concentram as áreas que não cumprem a legislação e as áreas edificantes com projeto, o padrão construtivo é menor que o restante do setor, sendo propício ao surgimento de áreas de risco. No setor foram delimitadas 7 áreas não edificantes, 9 áreas edificantes com projeto específico e 10 áreas em que a ocupação descumpra a legislação.

Tabela 16: Números de moradias em áreas que descumpra a legislação no Setor-6.

Bairro	Nº de moradias
João Braz	9 (17)
Santo Antonio	171
Belvedere	17

\*() – Soma do número de moradias do Setor 5 mais o Setor 6.

### 5.3.7 Setor-7 (S7)

No setor 7 conforme os dados de altimetria disponível não foram registradas moradias em situação irregular conforme o mapa da (Figura 46). O que se observa é que o crescimento dentro da área urbana neste setor está bastante limitado, pois há poucas áreas a serem ocupadas. Destaque deve ser dado ao grande polígono de área não edificante à esquerda do mapa, que impede o crescimento urbano no sentido dos bairros Estrelas, Sagrada Família e Bom Jesus.

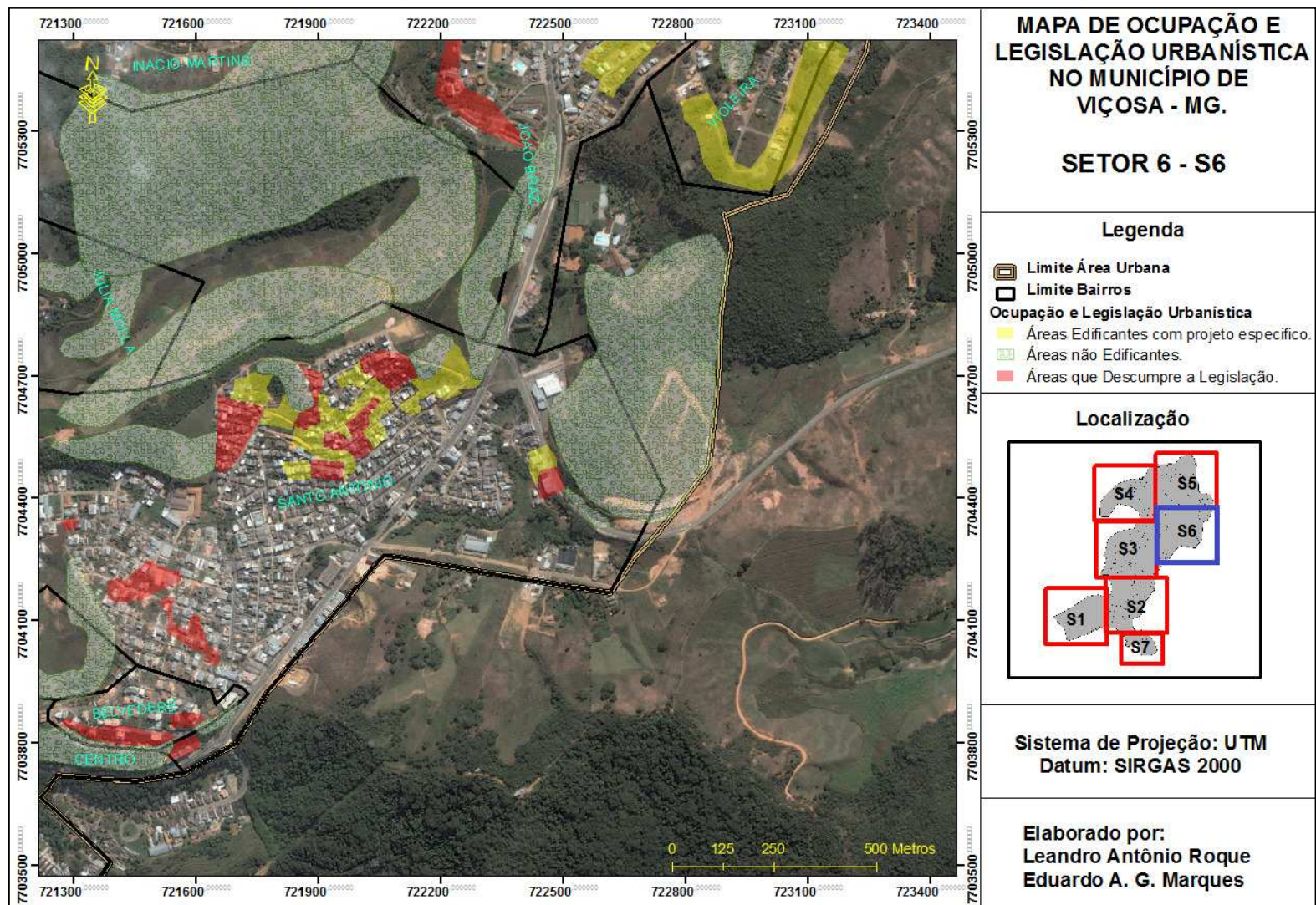


Figura 45: Mapa do SETOR 6 – S6.

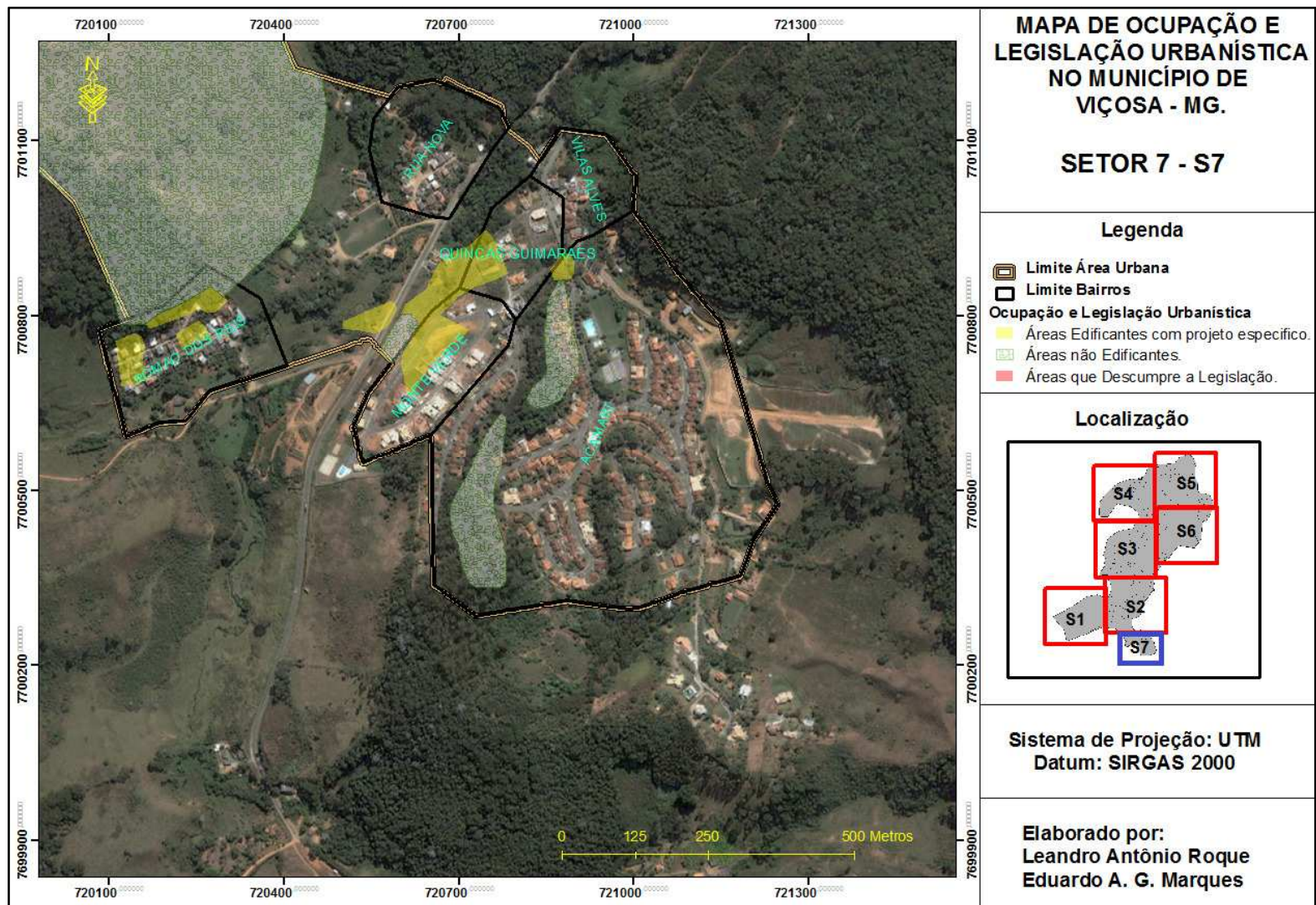


Figura 46: Mapa do SETOR 7 – S7

### **5.3.8 ANÁLISE GERAL**

A área urbana estudada abrange uma área de 16,44 Km<sup>2</sup>, onde foram delimitadas 96 áreas edificantes com projeto específico, num total de 1,17 Km<sup>2</sup>; 91 áreas em que a ocupação não obedece à legislação, totalizando 0,79 Km<sup>2</sup>; e, por fim, 74 áreas consideradas não edificantes de acordo a lei, com área total de 3,63 Km<sup>2</sup>.

### **5.4 CONCLUSÃO**

A metodologia proposta mostrou-se uma ferramenta eficaz na delimitação de áreas não edificantes, permitindo delimitar áreas em que a construção pode ser implantada, desde que haja projeto específico; áreas não edificantes; que devem ser definidas como áreas de preservação permanente; e áreas com ocupação irregular.

As áreas em que a ocupação urbana não cumpre a legislação com relação à declividade do terreno, são as de maior potencial de surgimento de áreas de risco de escorregamento, sendo necessário o monitoramento destas áreas e cabendo ao Poder Público concretizar a função social da cidade, onde alternativas habitacionais para a população de baixa renda que ocupa os espaços de forma irregular.

O estudo permitiu definir ainda que o crescimento urbano no município de Viçosa-MG encontra-se limitado dentro da atual área urbana devido à reduzida disponibilidade de áreas em que a ocupação não descumpra a legislação de parcelamento do solo urbano. Cabe ao Poder Público e não os agentes imobiliários a delimitação de novas áreas para expansão urbana para que possa suprir demanda do crescimento urbano que vem acontecendo no município nos últimos anos impedindo o mapeamento de terrenos ociosos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, W. V. **A produção social do espaço urbano em Londrina - PR: a valorização imobiliária e a reestruturação urbana.** - Presidente Prudente: [s.n], 2011 87 f: il.

BRASIL. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. **Lei Lehmann, Lei Federal de Parcelamento do solo Urbano.** Brasil, Disponível em <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109566/lei-lehmann-lei-6766-79>> Acesso em: 28 jun. 2013.

CARNEIRO, P. A. S.; FARIA, A. L. L. **Ocupação de encostas e legislação urbanística em Viçosa (MG).** Caminhos de Geografia – revista on line, Instituto de Geografia – ufu, v. 12, n.14, p. 121 -138, fev. 2005. Disponível em <[www.ig.ufu.br/caminhosdegeografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhosdegeografia.html)> Acesso em: 22 jun.2013.

MELLO, F. A. O. **Análise do processo de formação da paisagem urbana do município de Viçosa – MG.** 2002. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2002.

PEREIRA, S. H. F. et al. **Impactos sócio-ambientais do adensamento urbano em Viçosa (MG).** Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. 25 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. Lei nº 1469, de 26 de novembro de 2001. **Institui a Lei de Parcelamento do Solo do Município de Viçosa.** Viçosa, MG, 20 dez. 2001. Disponível em <<http://www.vicosamg.br/legislacao/leis-municipais/2001/LEI%20Nb0%201.469.pdf/view>> Acesso em: 28 jun. 2013.

RIBEIRO FILHO, Geraldo. **A Formação do Espaço Construído: Cidade e Legislação Urbanística em Viçosa, MG.** 244p. Dissertação (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.

SANTOS, C. D. **A formação e produção do espaço urbano: discussões preliminares acerca da importância das cidades médias para o crescimento da rede urbana brasileira.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional - G&DR. Taubaté – SP, v.5, n.1, p. 177-190, jan./abr. 2009.

## **CAPITULO VI CONCLUSÃO GERAL**

No presente trabalho foi feito o mapeamento das áreas de risco geológico geotécnico a movimentos de massa na área urbana identificando e classificando áreas e pontos de riscos e seus agentes pontencializadores. Numa segunda etapa através do mapeamento de uso e ocupação e sua correlação com a legislação urbanística em nível federal e municipal que regulamentam a declividade máxima do terreno para parcelamento do solo urbano, foram identificadas áreas em que a ocupação é permitida com a realização de projetos específicos, áreas não edificantes e áreas em que a ocupação observada não cumpre a legislação.

Os resultados obtidos neste estudo são de extrema importância para tomada de decisão, avaliação e seleção de áreas aptas à expansão urbana e no processo de monitoramento de áreas de risco, permitindo que faça uma melhor distribuição dos recursos financeiros de acordo com a prioridade de cada área ou ponto de risco.

A metodologia proposta neste trabalho é simples e de baixo custo, na qual são manipulados dados digitais como mapas cartográficos e temáticos e imagem de satélite espacialmente georreferenciados, manipulados em conjunto com o uso de critérios operacionais, socioeconômico e legislações, podendo ser facilmente aplicada pelos gestores municipais.

### **6.1. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

Para a continuidade de estudos de monitoramento das áreas de riscos e no desenvolvimento e planejamento urbano ainda há a necessidade de:

- ✓ Aquisição de uma imagem atualizada de satélite ou mosaico de fotografia aérea retificada, de alta resolução com tamanho de, no mínimo, 20 Km<sup>2</sup>, para que possa monitorar a área urbana atual e o seu entorno possibilitando o planejamento da expansão urbana.
- ✓ Elaboração de uma base altimétrica com curvas de nível com espaçamento de 1m em toda área da nova imagem, permitindo assim a elaboração de um mapa de declividade mais detalhado e atualizado,
- ✓ Ajuste na delimitação dos polígonos de cada bairro e no eixo de logradouros georreferenciados com a nova imagem.