

Utilização de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para identificação de áreas de riscos no município de Viçosa – MG

Cinthia Maria Amaral ¹
Claudio Henrique Reis ²

¹ Universidade Federal Fluminense – UFF Campos
R. José do Patrocínio 71, Centro, 28010-385, – Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil
cinthiaamarall@gmail.com

² Universidade Federal Fluminense – UFF Campos
R. José do Patrocínio 71, Centro, 28010-385 – Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil
claudioreis@id.uff.br

Abstract. This study aimed to identify risk areas for landslides and flooding in the urban area of Viçosa, Minas Gerais. Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) were used as methodological tool and it had its basement on satellite and radar images from the RapidEye and TOPODATA/SRTM sensors, respectively. Image analysis showed, through the texture and tone/color, different forms of occupation intensities of the urban area, which was defined from the limits of the IBGE census sectors. Declivity maps and Elevation Model were made based on the local relief steepness which confirmed the predominance of more embedded valleys and steep areas. The Land Use and Cover map analyzed the urban occupation form identifying classes and allowing them to compare the definition of the occupation type and the circumscription of the risk areas. It was evidenced, therefore, that risk areas for landslides are those with higher slope and anthropic interference on the slopes while the floods occur near the confluences of rivers and due to the large volume of precipitation in areas already historically consolidated by the occupation process. In this sense, this research, in addition to identifying the areas of greatest weakness risks and confirm the importance of using contributes geotechnology also provides technical aid to performance measures and adequate prevention of governing bodies in these environments.

Palavras-chave: geotechnology, geoprocessing, image processing, natural disasters, geotecnologias, geoprocessamento, processamento de imagens, desastres naturais.

1. Introdução

A expansão urbana e a forma de ocupação e uso da terra interferem nos impactos ambientais em áreas denominadas de risco, aquelas que não são recomendadas para instalação ou qualquer tipo de construção para a atividade humana. Esses processos são importantes para compreensão e identificação das rápidas transformações da paisagem, sobretudo nas encostas urbanas e fundos de vales. As intervenções antrópicas nesses ambientes afetam as formas do relevo e seus processos naturais operantes podendo gerar desequilíbrio natural e catástrofes a depender da localização da área e do material constituinte (GUERRA, 2011; GONÇALVES; GUERRA, 2009).

O risco é a percepção humana de ameaça, perigo sobre sua vida, integridade física, e/ou socioeconômica, assim sendo, uma determinada área será considerada de risco se ali houver presença e/ou interferência antrópica (VEYRET, 2015). Levar-se em conta os fatores físicos, históricos e sociais se faz necessário para a compreensão do processo de ocupação dessas áreas, a sua dinâmica e desenvolvimento.

Guimarães et al. (2008) expõem que as atividades humanas nos espaços urbanos têm se tornado de maior preocupação devido a irregular e intensa ação nas encostas como corte de sopés, retirada de taludes e da cobertura vegetal acelerando e promovendo a ocorrência dos movimentos de massa, sobretudo os escorregamentos. Em contrapartida, nas áreas mais planas, o processo de inundação se torna cada vez mais problemático, uma vez que essas áreas também são ocupadas irregularmente.

Estudos especializados sobre os temas têm destacado a continuidade e frequência dos eventos caracterizando seus elementos naturais em conjunto com as alterações antrópicas nas

feições do relevo, seja em áreas com elevado grau de declividade ou nas planícies de inundação.

As técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para estudos de identificação de áreas de riscos, colaboram para uma análise mais aprofundada e específica através de imagens de satélite e radar que permitem estudar áreas de difícil acesso e, assim, tornam-se uma ferramenta essencial a esses estudos.

Deste modo, essa pesquisa objetivou identificar as áreas de riscos de escorregamentos e inundações na área urbana do município de Viçosa, Minas Gerais, através da correlação do mapeamento de uso e cobertura da terra, declividade, modelo de elevação e o tipo de ocupação de cada área.

2. Material e Métodos

O recorte de estudo é a área urbana do município de Viçosa (Figura 1) que está inserido a noroeste da Zona da Mata de Minas Gerais, com área total de 299,418 Km² e população de 72 220 habitantes, sendo que, aproximadamente, 93% destes estão sitiados em área urbana (IBGE, 2010).

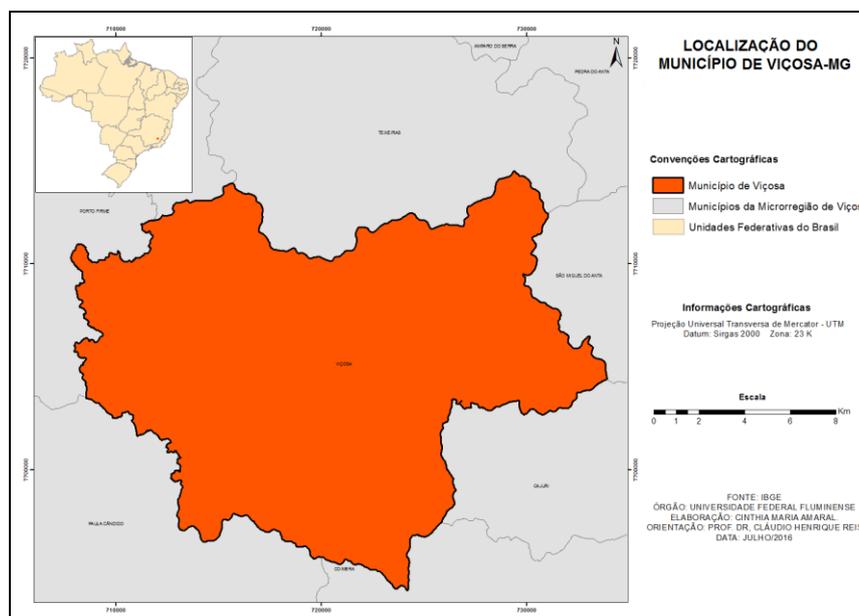


Figura 1. Localização do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

O primeiro procedimento realizado para elaboração desse trabalho foi a aquisição de dados. Assim, após levantamento bibliográfico, foram inseridos em banco de dados, imagem de satélite RapidEye, arquivos *shapefiles* de limites territoriais e curvas de nível (5 metros), extraídos da imagem de radar TOPODATA/SRTM. Esses arquivos foram cedidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), respectivamente.

A área urbana foi demarcada a partir dos setores censitários urbanos disponibilizados pelo IBGE. Os distritos de São José do Triunfo e Cachoeira de Santa Cruz, mesmo sendo área urbana, não fizeram parte dessa análise devido à maior ocorrência dos fenômenos analisados, escorregamentos e inundações, ocorrerem em áreas urbanas centrais.

A escolha da imagem de satélite do sensor RapidEye é devido sua alta resolução espacial o que permite e contribui para uma análise mais precisa e de maior qualidade para escalas maiores. A imagem utilizada teve passagem em 02 de agosto de 2014 e suas principais características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características do sensor RapidEye

SENSOR RAPIDEYE	
Resolução Espacial	5 metros
Resolução Espectral	Banda 3 (630-685 μm)
	Banda 4 (690-730 μm)
	Banda 5 (760-850 μm)
Resolução Radiométrica	12 Bits
Bandas e Sistemas de Canais (Red, Green and Blue – RGB)	3(R), 4 (G) e 5 (B)

Fonte: Adaptado de FELIX et al., 2014; EHLERS, 2007.

Além da imagem RapidEye para confecção do mapa de uso e cobertura da terra, foi utilizada imagem de radar do projeto TOPODATA (resolução espacial de 30 metros), oriunda da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (resolução espacial de 90 metros). Para composição dos mapas, os procedimentos realizados estão sintetizados no fluxograma a seguir (Figura 2), sendo o momento I realizado com o *software* Spring 5.4.1 e o momento II com o *software* ArcGIS 10.4.

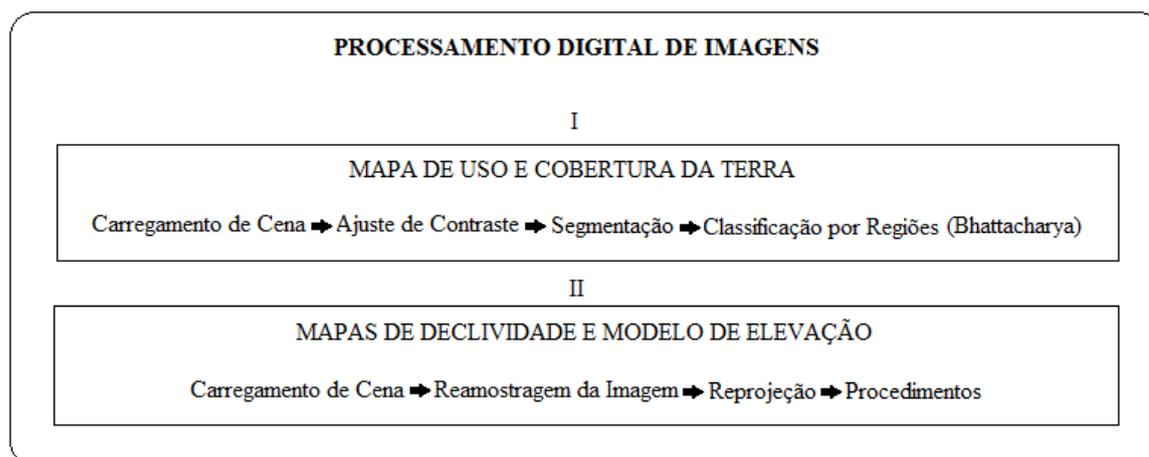


Figura 2. Procedimentos realizados para mapeamentos. Fonte: Próprio Autor, 2016.

Após realização dos procedimentos de mapeamento, foi realizado trabalho de campo no intuito de reconhecer as áreas de maior incidência de escorregamentos e inundações e, verificar os resultados obtidos na classificação digital com as características reais de cada tipo de ocupação, utilizando o mapa de uso e cobertura da terra elaborado a partir do sensor RapidEye e o mapa de modelo de elevação, confeccionado a partir da imagem de radar TOPODATA/SRTM, que permitiu distinguir os locais de menor e maior declividade. Com a inserção da rede hidrográfica no mapa de declividade, conseguiu-se identificar com mais facilidade locais de confluência de córregos, por exemplo, onde há grande incidência de inundações.

3. Resultados e Discussão

Devido à alta resolução espacial da imagem RapidEye, conforme mencionado anteriormente, foi possível subdividir as classes da área urbana, vegetação e cultura, permitindo uma análise mais detalhada para comparação às ocupações em áreas de risco.

Para a área urbana, as classes foram definidas como Área Urbana de Ocupação Alta (UrbA); Área Urbana de Ocupação Média (UrbM) e Área Urbana de Ocupação Baixa (UrbB). Isso se deve ao fator espectral, textura e contraste da imagem que permitiu diferenciar três instancias desta classe, a partir do relevo e da ocupação local (Figura 3).

Para a vegetação, as classes se subdividiram em Mata Secundária Regenerada (MSecReg) e Mata Secundária em Regeneração (MSecemReg), sendo que a primeira se caracteriza por fragmentos mais encorpados, homogêneos e que já atingiram clímax e, a segunda, por configurar vegetação arbustiva de pequeno a médio porte, mais espaçada e geralmente com algum tipo de interferência antrópica (Figura 4).

Por fim, a cultura se dividiu em Café e Eucalipto que também foram identificados na área urbana, mesmo que em menor frequência, inseridas do meio das encostas para seu topo. A identificação desses cultivos nessa imagem foi possibilitada através da configuração geométrica de cada uma dentro da área urbana (Figura 5).

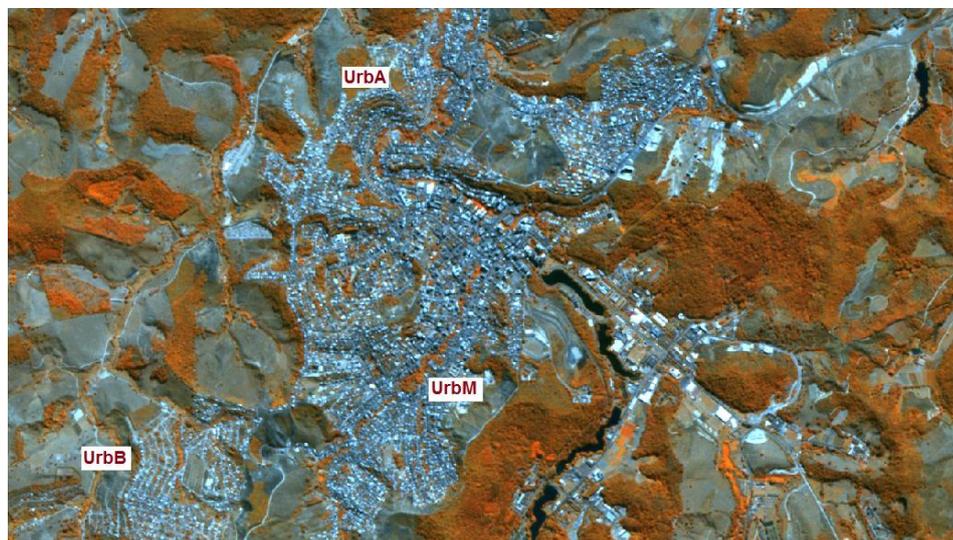


Figura 3. Exemplos das classes das áreas urbanas, Viçosa/MG. Fonte: MMA, 2015.

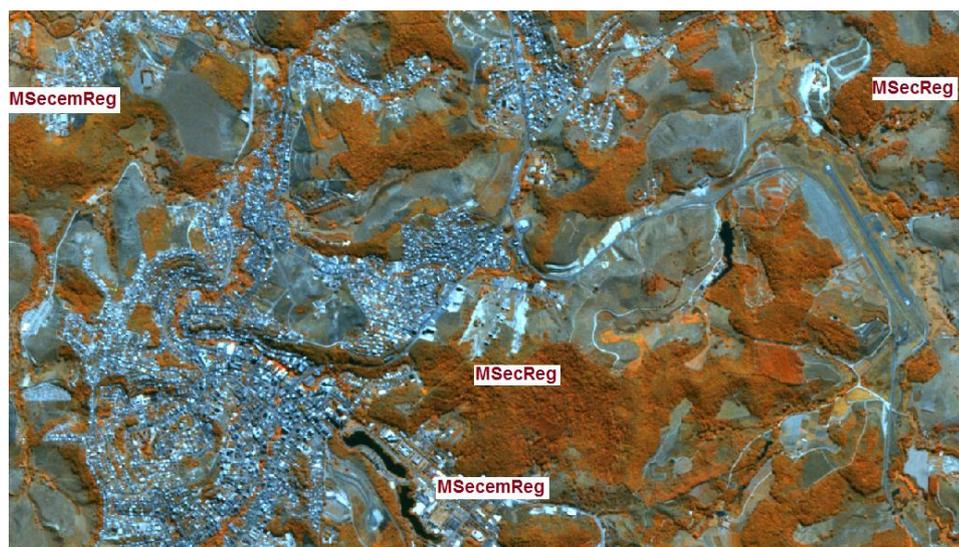


Figura 4. Exemplos das classes de vegetação, Viçosa/MG. Fonte: MMA, 2015.

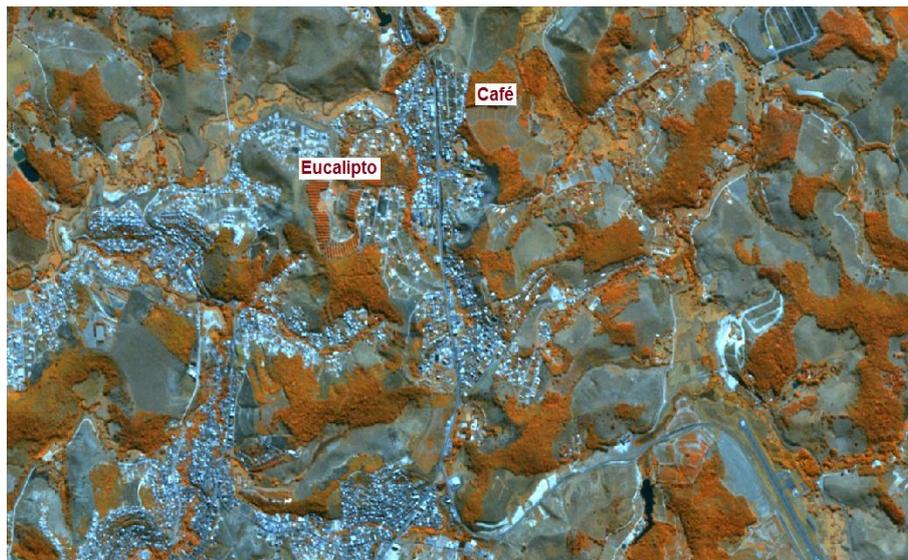


Figura 5. Exemplos das classes de cultura, Viçosa/MG. Fonte: MMA, 2015.

Sobre o uso e cobertura da terra (Figura 6) da área urbana do município, a maior predominância é de pastagem, seguido pelas Matas Secundárias Regeneradas e em Regeneração. A área urbana compactua, no total, com 22,84% de uma área de 42,12 Km². Sobre a drenagem se destacou as lagoas que, espectralmente, correspondem a áreas maiores, não sendo possível assim identificar córregos (ribeirões, riachos, etc.) que são de menor porte. Mesmo em área urbana, plantação de café e eucalipto foram encontrados e a menor parcela identificada é de solo exposto, representando valor inferior a 1%. A Tabela 2 detalha o resultado de todas classes obtidas nessa classificação.

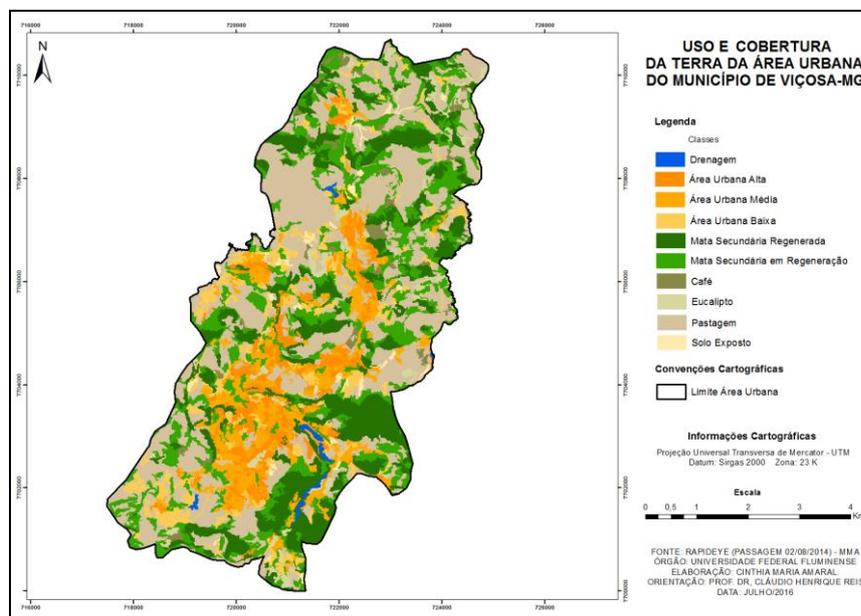


Figura 6. Mapa de uso e cobertura da terra da área urbana do município de Viçosa/MG.

Tabela 2. Cálculo de áreas da classificação realizada com imagem do sensor RapidEye.

CÁLCULO DE ÁREAS		
Classes	Área (Km²)	%
Drenagem	0,19	0,44
Área Urbana de Ocupação Alta	3,00	7,12
Área Urbana de Ocupação Média	3,86	9,17
Área Urbana de Ocupação Baixa	2,76	6,55
Mata Secundária Regenerada	7,45	17,70
Mata Secundária em Regeneração	8,04	19,09
Café	0,56	1,33
Eucalipto	0,98	2,33
Pastagem	14,90	35,37
Solo Exposto	0,38	0,90
Área total das classes	42,12	100,00
Área total dos polígonos não classificados	0,00	0,00

Fonte: Próprio Autor, 2016.

O relevo do município é em quase totalidade declivoso, fator esse que implica diretamente na ocorrência e frequência dos movimentos de massa e, devido aos vales mais encaixados, exutórios estreitos e forte carga de sedimentos originados a montante, as ocorrências de inundações, principalmente as bruscas. O mapa de modelo de elevação (Figura 7), mostra a configuração do relevo local bem como sua altimetria, que de acordo com os resultados do produto TOPODATA/SRTM, elaborado com curvas de nível de 5 metros, variam de 620 a 845 metros.

As áreas mais planas estão no intervalo de 620 a 645 metros e, a partir desse intervalo a diante, o relevo vai se configurando mais declivoso, com presença de colinas, morrotes e morros. Constata-se, portanto, que a variação altimétrica na porção central urbano do município é de 225 metros.

Para complementar as informações do modelo de elevação, o mapa de declividade (Figura 8), exhibe, em porcentagem, as áreas de menor e maior declividade, bem como os cursos d'águas dos topos de morro até aos fundos de vale (montante a jusante) que foram inseridos para melhor ilustrar a dinâmica do relevo *in loco* e promulgar embasamento dos processos atuantes e destacados nesse trabalho, afim de correlacionar os eventos de desastres naturais com o mapeamento gerado a partir do Sensoriamento Remoto e SIGs. As classes selecionadas variam conforme adaptação de De Biase (1992), considerando valor <2% para áreas propícias à inundação e os números seguintes, com enfoque para regiões declivosas (áreas propícias para escorregamentos).

Correlacionando os mapas de uso e cobertura da terra, modelo de elevação e declividade, é possível identificar as áreas de riscos a escorregamentos e inundações, bem como saber o tipo de ocupação que vem apresentando aquela área. A tabela 3, apresenta em síntese, um comparativo dos resultados mostrando e evidenciando que, conforme já citado e em predominância, as áreas de média a maior declividade estão, na classificação de área urbana, com ocupação média a alta, enquanto a de menor declividade apresenta área urbana de ocupação baixa. A declividade acima de 35% em sua maior parte, está ocupada por Mata Secundária (Regenerada ou em Regeneração) ou pastagem e, em alguns casos, por ocupação antrópica de classificação alta.

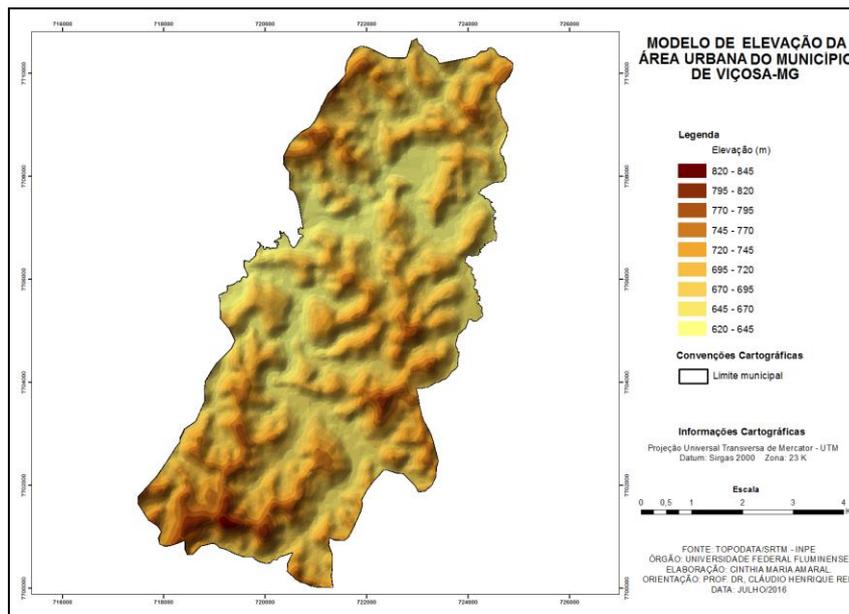


Figura 7. Mapa modelo de elevação da área urbana do município de Viçosa/MG.

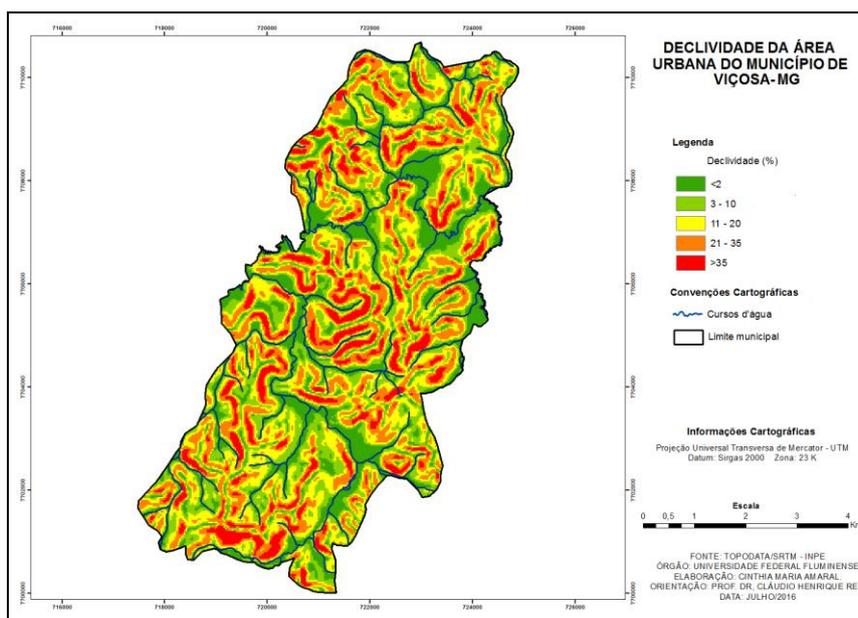


Figura 8. Mapa de declividade com drenagem da área urbana do município de Viçosa/MG.

Tabela 3. Relação da sobreposição dos resultados dos mapeamentos

RELAÇÃO DA SOBREPOSIÇÃO DOS RESULTADOS		
Altimetria (m)	Declividade (%)	Ocupação (Área Urbana) *
620 - 645	<2	Ocupação Baixa
645 - 670	3 - 10	Ocupação Baixa
670 - 695	11 - 20	Ocupação Baixa a Média
695 - 720	21 - 35	Ocupação Média a Alta
720 - 845	>35	Ocupação Alta

*Resultados conforme maior predominância, sem descartar ocorrência das classes em outros tipos de altimetria e declividade. Fonte: Próprio Autor, 2016.

4. Considerações Finais

A área urbana, assim como o município de Viçosa, possui alta declividade margeando-se entre morros com vales mais encaixados. As áreas mais planas, próximo aos cursos d'águas, estão historicamente ocupadas que após seu demasamento, ramificou-se para as encostas, incluindo as áreas não permitidas para construção e protegidas por lei.

A ocorrência dos eventos de escorregamentos e inundações, ocorrem com maior frequência nos meses de maior concentração de volume de chuvas, no período que abrange os meses de novembro a março. Cabe ressaltar que, sobre os escorregamentos, os mesmos não dependem da água (chuva) para ocorrerem, sendo a gravidade o fator principal. As inundações que mais ocorrem são a do tipo brusca, devido ao grande volume de chuva (mm) em relação ao curto espaço de tempo (min/hora).

A pesquisa encontra-se em andamento e posteriormente será caracterizado a população residente das áreas de riscos identificadas, através dos dados do censo demográfico de 2010 do IBGE com as variáveis de renda e número de habitantes, verificando assim a vulnerabilidade dos que ali habitam.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa através de bolsa de estudo. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e ao Laboratório de Geotecnologias (LAGEOT) da Universidade Federal Fluminense – UFF Campos.

Referências Bibliográficas

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.

EHLERS, M. Sensoriamento Remoto para usuários de SIG – Sistemas Sensores e Métodos: entre as exigências do usuário e a realidade. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores**. [tradução de Herman Kux]. – 2ª ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FELIX, I. M.; KAZMIERCZAK, M. L. ESPINDOLA, G. M. RapidEye: a nova geração de satélites de Observação da Terra. In: **Anais...** Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7619-7622. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.14.18/doc/7619-7622.pdf>. Acesso em: 26 de jul. de 2016.

GONÇALVES, L. F. H; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 189 – 252.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUIMARÃES, R. F. et al. Movimentos de massa. In: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 159 – 184.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico de 2010. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/690>. Acesso em 11 de maio de 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Catálogo de imagens de satélite RapidEye. Disponível em: <http://geocatalogo.mma.gov.br/>. Acesso em: 20 de jun. de 2015.

VEYRET, Y. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente (org.); [tradutor Dilson Ferreira da Cruz]. – 2. ed., 1ª reimpressão. – São Paulo: Contexto, 2015.