



## PROBABILIDADE À OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TAPERA, JUIZ DE FORA – MG, A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO MODELO SAGA/UFRJ.

### LIKELY TO OCCUR IN LANDSLIDES BASIN STREAM TAPERA, JUIZ DE FORA - MG, A MODEL OF USE FROM SAGA / UFRJ.

#### **Bruno de Jesus Fernandes**

Universidade Federal de Juiz de Fora.  
Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Campus Universitário.  
CEP: 36036-330 Juiz de Fora MG.  
E-mail: brunofernandesgeo@gmail.com

#### **Rômulo Montan Costa**

Universidade Federal de Juiz de Fora.  
Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Campus Universitário.  
CEP: 36036-330 Juiz de Fora MG.  
E-mail: romulocosta.ufjf@hotmail.com

#### **Ricardo Tavares Zaidan**

Departamento de Geociências-ICH-UFJF- Sala B-III-03  
Rua José Lourenço Kelmer, s/n  
Campus Universitário, Bairro São Pedro  
CEP: 36036-330 - Juiz de Fora – MG  
E-mail: ricardo.zaidan@ufjf.edu.br

#### **Informações sobre o Artigo**

Data de Recebimento:  
11/2015  
Data de Aprovação:  
04/2016

#### **Resumo**

Nas últimas décadas ocorreu em Juiz de Fora um forte processo de crescimento urbano que, em grande parte, aconteceu de forma caótica e está associado a inúmeras problemáticas como os processos de escorregamentos nas áreas urbanas e conseqüentemente têm elevado significativamente o número de ocorrências que trazem enormes prejuízos econômicos, e, com frequência, levam à perda de muitas vidas. Desta forma, o objetivo central do presente estudo visa interpretar as áreas de probabilidade a

ocorrência de escorregamento na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT).

Para a execução deste estudo foram confeccionados e utilizados os mapas de litologia, lineamentos estruturais, solos, morfologia e declividade que serviram de base para a elaboração do mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos. Além da sua respectiva validação através da coleta de cicatrizes em campo. Quanto à validação, o resultado gerado foi satisfatório, uma vez que 32 cicatrizes de escorregamento se encontram em área de muito alta probabilidade e 4 cicatrizes em classe de alta probabilidade. Quanto à probabilidade, as áreas com a classe alta e muito alta totalizaram 57%. A presença destas áreas foi relacionada principalmente com o grau de declividade e morfologia do terreno. O SAGA/UFRJ mostrou ser um modelo pertinente, podendo subsidiar através dos seus resultados pesquisas sobre zoneamento de risco.

**Palavras-chave:** Escorregamento, SAGA/UFRJ, Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

#### **Abstract**

In recent decades occurred in Juiz de Fora a strong process of urban growth that largely happened chaotically and is associated with numerous problems such as landslides processes in urban areas and consequently have significantly increased the number of occurrences that bring huge economic losses, and often lead to the loss of many lives. Thus, the main objective of this study is to interpret the areas of

probability the occurrence of slip in Basin Tapera Stream (BHCT). For the execution of this study were made and used the lithology maps, structural lineaments, soil morphology and slope that formed the basis for the preparation of the probability of occurrence of landslides map. In addition to its respective validation by collecting scars on the field. As validation, the result was satisfactory generated, since 32 slip scars are much high probability area 4 and scars high probability class. As for the outlook, the areas with high and very high class totaled 57%. The presence of these areas was mainly related to the degree of slope and terrain morphology. The SAGA / UFRJ proved to be a relevant model and could support through its research results risk zoning.

**Keywords:** Landslide, SAGA / UFRJ, Watershed Stream Tapera.

---

## 1. Introdução

Historicamente, a relação do homem com as condições do meio ambiente tem sido conflituosa. Durante muitos séculos tais condições se mantiveram em limites aceitáveis sem causar impacto ambiental significativo. Sabe-se, entretanto, que décadas de ações nocivas ao meio ambiente mascaradas pelo tão aclamado desenvolvimento e progresso (pós-revolução industrial), nos remetem ao atual panorama, que bem pode ser chamado de catastrófico (GUERRA e CUNHA, 1998).

Neste contexto, o quadro de exclusão territorial e degradação ambiental de nossas cidades, além de submeter a maioria da população a uma inserção precária e vulnerável, gera graves situações de risco de morte por ocasião dos períodos chuvosos mais intensos, atingindo principalmente os habitantes das favelas e loteamentos inadequados instalados nas encostas de morros urbanos e em baixadas junto às margens de cursos d'água (IPT, 2006).

Desta forma, o uso indiscriminado do solo urbano, que não leva em conta os limites e riscos impostos pela natureza, tem sido responsável pelo surgimento de vários processos de movimentos de massa que, além de causarem prejuízos econômicos, têm comprometido a qualidade da vida da população e levado à perda de vidas humanas em várias partes do mundo (FERNANDES et al, 2001).

O município de Juiz de Fora localiza-se na Zona da Mata Mineira, inserido no contexto dos "mares de morros". Registra-se com certa frequência a ocorrência de alguns tipos de movimentos de massa, muitos deles, com danos associados, tanto em termos econômicos quanto em perda de vidas (ZAIDAN e FERNANDES, 2009).

A área escolhida para este estudo refere-se à Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT), por se tratar de uma área com importância considerável nos processos de vertente (Erosão e Movimentos de Massa) dentro do município.

Devido ao elevado número de ocorrências de escorregamentos nesta bacia, a sua importância como via de ligação de Juiz de Fora para outros municípios da microrregião da Zona da Mata (Ubá, Rio Pomba e Viçosa) e a falta de estudos relevantes, torna-se salutar e imperativo o presente trabalho.

Desta forma, o objetivo central do presente estudo visa interpretar as áreas de probabilidade a ocorrência de escorregamento na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT).

## 2. Área de Estudo

A BHCT está situada na região nordeste da área urbana do município de Juiz de Fora, na bacia do médio Paraibuna, que, por sua vez, pertence à bacia do rio Paraíba do Sul contando com uma área de 5 km<sup>2</sup>, contendo uma população aproximada de 25 mil habitantes. Situada na região da Mantiqueira Setentrional, em específico na área das Serrasias da Zona da Mata Mineira, a BHCT faz parte do mosaico que compõe o domínio de “mares de morros” (PJF, 2004). Além disso, localiza-se a aproximadamente 200 km da cidade do Rio de Janeiro através da rodovia BR 040 e a 262 Km de Belo Horizonte, capital do estado (Figura 1).

Com relação ao histórico de ocupação, os bairros Eldorado e Santa Terezinha (áreas de planície do córrego do Tapera) apresentam uma ocupação mais antiga, ao passo que na vertente do Bairro Vale dos Bandeirantes, o processo é mais recente e ocorre expandindo-se em direção as encostas mais próximas, onde as declividades são mais acentuadas. Até meados da década de 1960, os limites da mancha urbana não ultrapassavam a Garganta do Dilermando, via que liga a região nordeste com o centro do município (PJF, 2004).

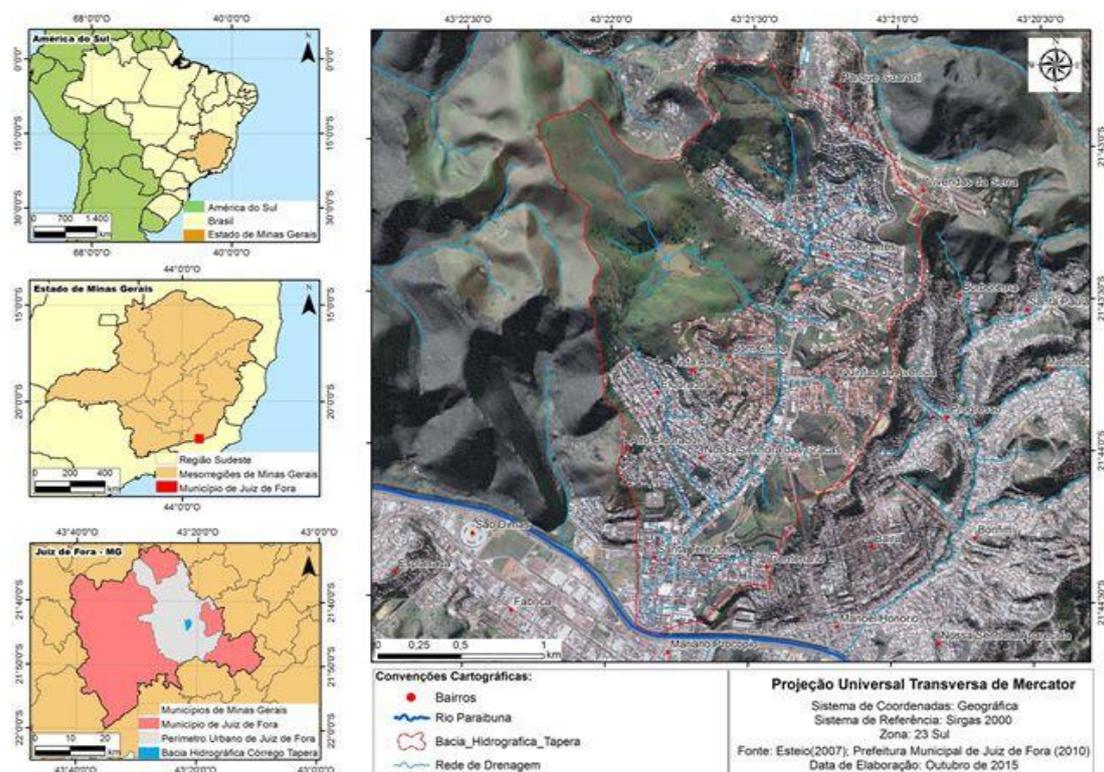


FIGURA 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Tapera (Juiz de Fora – MG). Fonte: Costa, Rômulo Montan, (2015).

A bacia hidrográfica em questão encontra-se associada a vertentes que apresentam um considerável desnível altimétrico (230m), sendo o ponto mais alto 900m e o ponto de menor altitude situado na cota de 670m. Esta característica atribui uma grande influência na alta

*Revista de Geografia – PPGEU - UFJF. Juiz de Fora, v.5, n.2, (Jul-Dez) p.171-184, 2015.*

incidência dos escorregamentos na bacia, principalmente aliado a convergência do fluxo d'água resultando no aumento da energia e velocidade da água ao longo da encosta durante os eventos chuvosos.

Portanto, é uma bacia hidrográfica que apresenta constantes registros de ocorrências de escorregamentos e intensa intervenção de caráter antrópico com destaque para: desmatamento voltado à pastagem e a atividades relacionadas à agricultura familiar; corte e aterro de encostas feitas de forma inadequada.

### **3. Materiais e Métodos**

#### **3.1 - Inventário Ambiental e Avaliações Ambientais Diretas**

O inventário é o levantamento das condições ambientais vigentes na extensão da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera. É composto por cinco planos de informação, que consistem em um modelo digital do ambiente compreendendo a Base de Dados Geocodificados da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (XAVIER DA SILVA e CARVALHO FILHO, 1993). Os planos de informação são: litologia, lineamentos estruturais, morfologia, solos e declividade.

Já as Avaliações Ambientais diretas foram processadas diretamente dos Cartogramas Digitais Básicos (Inventário Ambiental ou Base de Dados Geocodificados), obtendo-se o mapa de probabilidade de ocorrência de escorregamentos, representadas pelos Cartogramas Digitais Classificatórios Simples. É importante destacar que foi pensado cada item de modo isolado, pois a relação entre uma característica e outra será construída pela aplicação do modelo, que necessariamente cruza todos os componentes.

##### **3.1.1 - Litologia**

Para a elaboração do mapa de litologia (figura 2), foi utilizada a base da COMIG/UFMG na escala 1:100.000.

Neste foram compiladas as classes litológicas referentes a área de estudo. Este mapa orientou os trabalhos de campo, juntamente com a utilização de ortofotocartas na escala 1:10.000.

A atribuição de peso 10% para a litologia se deve ao fato do mapeamento litológico da área de estudo estar em escala de pouco detalhe 1:100.000, enquanto os outros mapeamentos estão em escala de grande detalhamento (1:10.000). Cabe ressaltar que para adaptar o mapa litológico as escalas de trabalho dos outros mapas foram necessárias inúmeras idas a campo para verificar os tipos de rocha mais comum na BHCT.

Com relação às notas dadas a cada classe litológica, estas foram influenciadas pelo o número de cicatrizes de escorregamento em cada classe litológica para assim dar as notas.

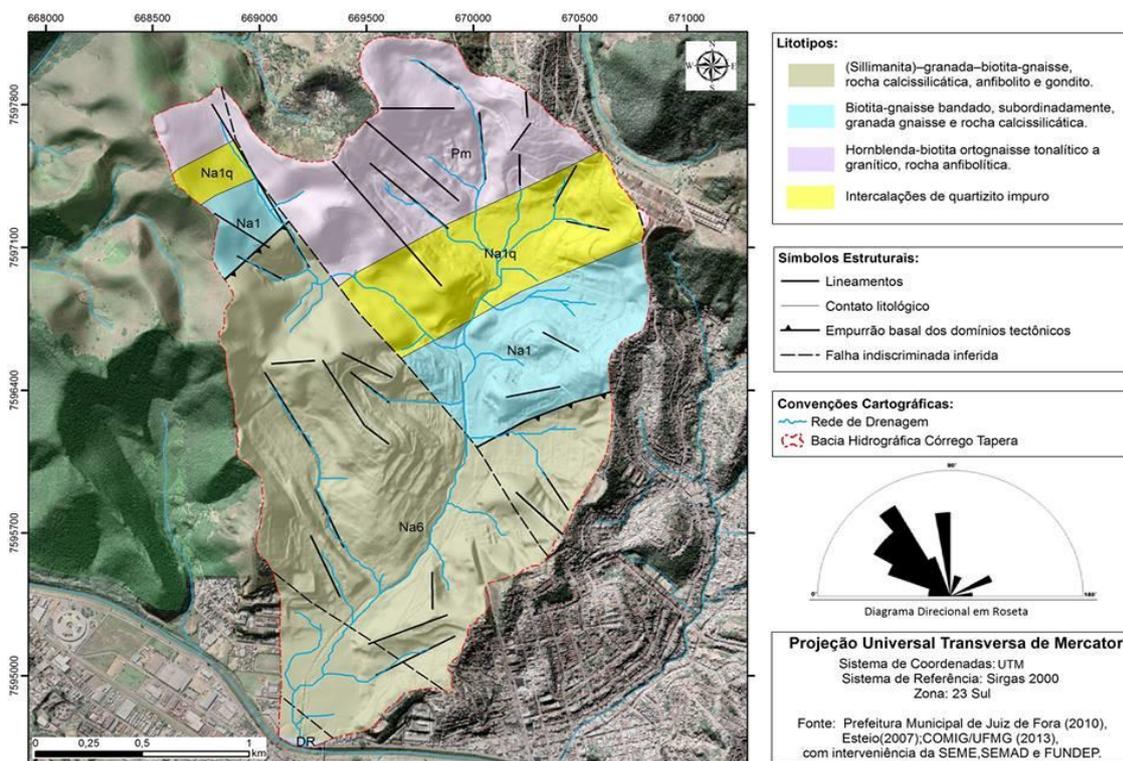


FIGURA 2: Litotipos, contatos litológicos e lineamentos estruturais da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

### 3.1.2 – Lineamentos Estruturais

O mapa de lineamentos estruturais (figura 3) teve por base o mapeamento do Projeto Sul de Minas do ano de 2002 e dados cedidos pela Prefeitura de Juiz de Fora, por meio da Defesa Civil (2004). A estes foram acrescentados lineamentos extraídos de feições lineares de relevo a partir de imagens de relevo sombreado, com aplicação de iluminação artificial ao MDE nas declinações de 45°, 120°, e 360°, e elevação de 45° com exageros de relevo. Os valores de acréscimo na escala vertical da superfície em relação à escala horizontal variaram entre 2 a 20. Na etapa seguinte foi efetuada a interpretação dos MDTs, gerados pelas imagens do LIDAR para a área de estudo, onde foram extraídos os principais lineamentos estruturais e posteriormente aplicado à estatística e geração dos gráficos de rosetas

Para a confecção do mapa de lineamentos estruturais a bacia hidrográfica de estudo foi digitalizada em software ArcGIS para sobreposição em imagens de satélite e radar para extração dos principais lineamentos estruturais representativos de traços retilíneos do relevo, muitas vezes vinculados as zonas de cisalhamento.

O peso dado a este parâmetro foi devido à influência dos lineamentos estruturais na probabilidade de ocorrência de escorregamentos. Cabe ressaltar que não necessariamente uma cicatriz de escorregamento vá ocorrer sobre exatamente um lineamento, por isso o uso do mapa de proximidade de lineamentos e o peso atribuído. A atribuição de notas para cada classe de proximidades ocorreu de acordo com o número de cicatrizes de escorregamento mapeadas em cada proximidade de influência.

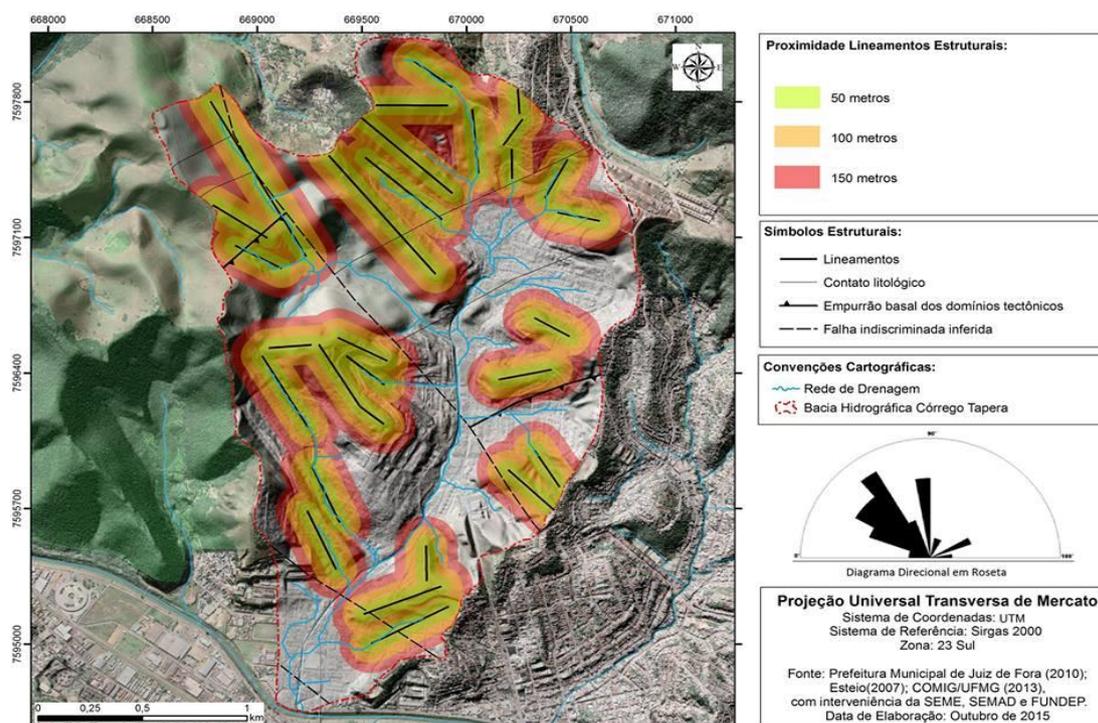


FIGURA 3: figura representando a proximidade de lineamentos estruturais da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

### 3.1.3 – Solos

Para a confecção do mapa de solos (figura 4) na escala de 1:10.000 procedeu-se à busca de informações bibliográficas a respeito dos solos de ocorrência na área, geologia, geomorfologia que pudessem contribuir para um melhor conhecimento prévio. Ainda, durante esta etapa, procedeu-se à interpretação preliminar, com base nos mapas planialtimétricos e de classes de declive, para a identificação de padrões fisiográficos.

Em cada unidade pedogeomorfológica homogênea foram selecionados pontos de observação e amostragem representativos de cada classe de declive, de maneira a se obter um padrão dos solos embasado no efeito do declive, da pedofoma das curvas de nível e do perfil da encosta. As áreas não visitadas, ou não amostradas, foram mapeadas pelo critério de analogia de padrões fisiográficos semelhantes, observados na análise cartográfica e nas observações de campo.

As notas atribuídas a cada tipo de solo foram influenciadas primeiramente pela coesão de cada tipo de solo, sendo os de maior coesão atribuídas menores notas, já os tipos de solos com menor coesão com as maiores notas. Outro fator levado em consideração foi à topografia, sendo esta entendida através da análise da morfologia e declividade, assim quanto mais abrupta a encosta menor a espessura do solo, logo temos as maiores notas. Por fim, o terceiro fator analisado foi a ocorrência de cicatrizes de escorregamentos em cada classe. Quanto maior o número de ocorrência maior a nota.

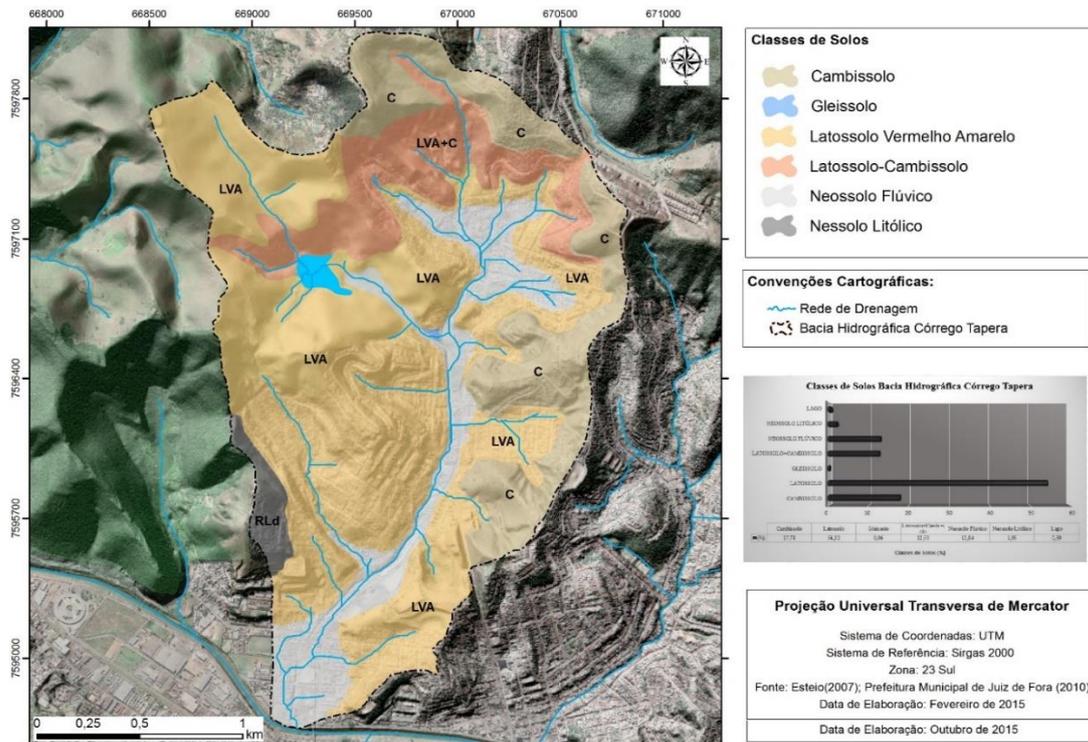


FIGURA 4: figura representando as classes de solos na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

### 3.1.4 - Morfologia

O mapa morfológico (figura 5) foi criado a partir do levantamento topográfico por LIDAR, gerado pela empresa ESTEIO S/A no ano 2007, com 1 metro de resolução, adequados para trabalhos na escala de 1:5000.

O peso 25% foi atribuído em função deste parâmetro representar o retrato da paisagem, mostrando a realidade morfológica, ou seja, o aspecto do relevo que é um indicador espacial para probabilidade de ocorrência de escorregamentos. Nesse sentido, as notas dadas as classes morfológicas pautaram-se no número de cicatrizes de escorregamentos mapeadas em cada classe. Ressalta-se que a morfologia atua em conjunto com os fatores naturais intrínsecos (solos, declividade, litologia), integrados à sua geodinâmica e interligados aos processos pedogenéticos, condicionantes para o processo de escorregamento deflagrados em encostas que possuem por características alta e média declividade, ou seja, solos susceptíveis à erosão (cambissolo e latossolo), desprovido de vegetação de porte arbóreo, predominando a vegetação rala, sendo ocupadas por pastagem.

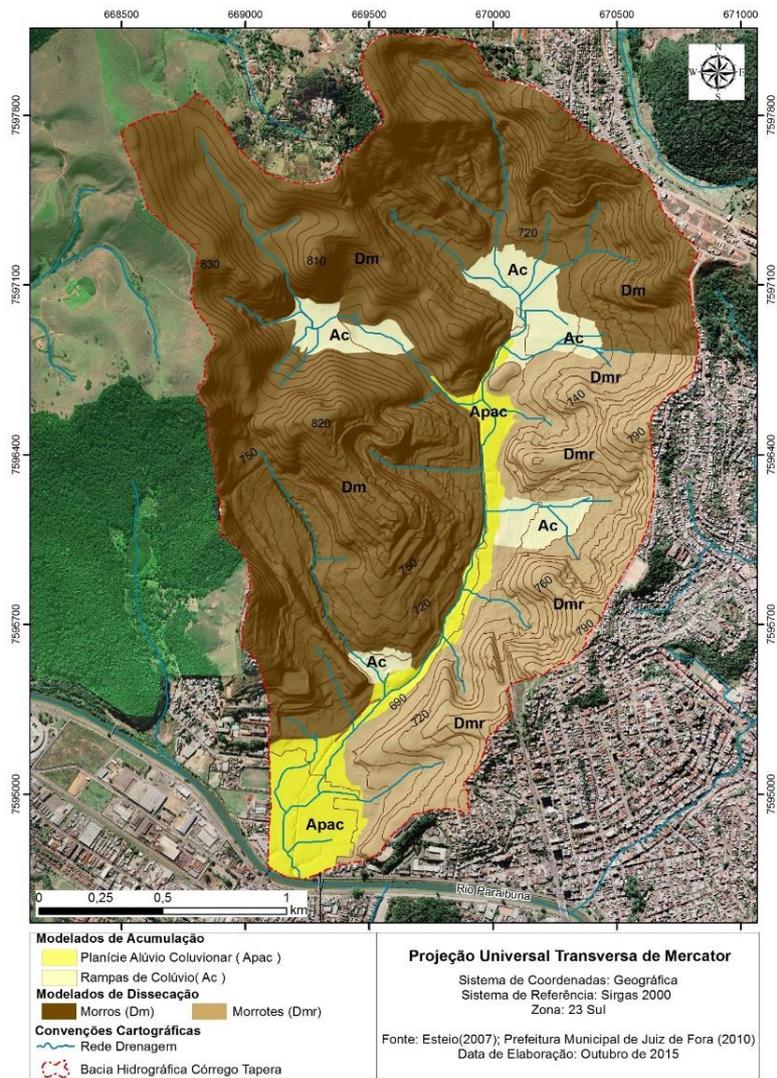


FIGURA 5: figura representando a morfologia da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

### 3.1.5 – Declividade

O mapa de declividade (figura 6) foi gerado a partir da ferramenta do ArcGIS “Spatial Analyst/Superfície/Declividade”, utilizando-se o modelo topográfico de perfilhamento à Laser - LiDAR no intervalo de coordenadas 668992/670603E e 7595805/7597441N, sistema UTM (Universal Transverso de Mercator), referenciado no Sistema SIRGAS 2000 e interpolado com resolução espacial de 1m x 1m.

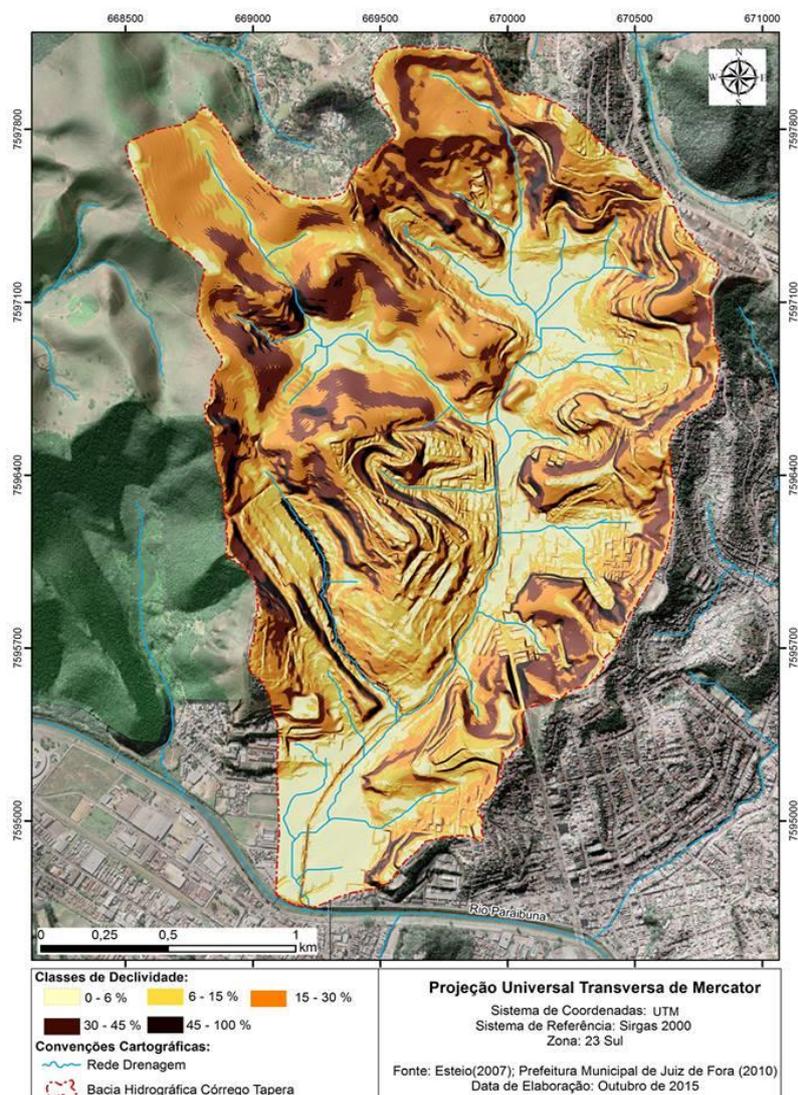


FIGURA 6: Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera.

As classes foram definidas em intervalos manuais após a criação do modelo de declividade, foram utilizados os seguintes intervalos: < 6%; 6 – 15%; 15 - 30%; 30 - 45%; 45 – 75%; 75 - 100%.

A atribuição do peso 25% para a declividade foi devido à representação do aspecto morfométrico das formas do terreno, ou seja, o gradiente topográfico do terreno, proporcionando condições para a ocorrência ou não de escorregamentos, devido ao fator gravidade, agente de transporte.

Logo foi utilizado o número de ocorrências de escorregamentos, como extraídas no procedimento de assinatura, para ratificar as notas dadas a cada classe, além da análise do gradiente das encostas e a morfologia dos declives (côncava ou convexa).

Desta forma, o procedimento para realização das avaliações passa necessariamente por uma atribuição de pesos e notas aos diferentes planos de informação e respectivas categorias envolvidas, conforme o grau de significância com relação à situação analisada. O somatório dos

pesos aplicados aos parâmetros não deverá exceder a 100%, ou seja, variando de 0 a 100%, de acordo com sua intensidade de participação.

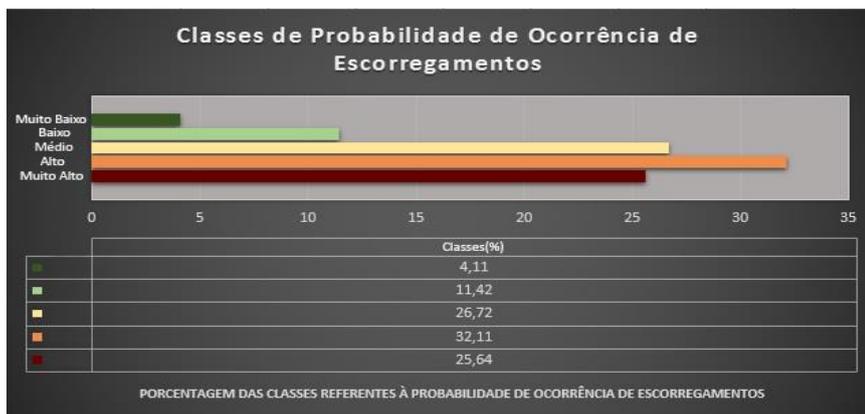
Aplicando-se então, a técnica de Apoio à Decisão, foram efetuadas as análises dos parâmetros ambientais selecionados segundo o seu grau de importância com relação aos dois fatos estudado e gerados Cartogramas Digitais Classificatórios com as categorias expostas através de notas de 1 a 9, sendo que quanto mais próximo de 9, maior a probabilidade de ocorrência de escorregamentos ou do risco (Quadro 1).

**QUADRO 1** - Influência e notas para cada classe utilizada para a geração do Mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos.

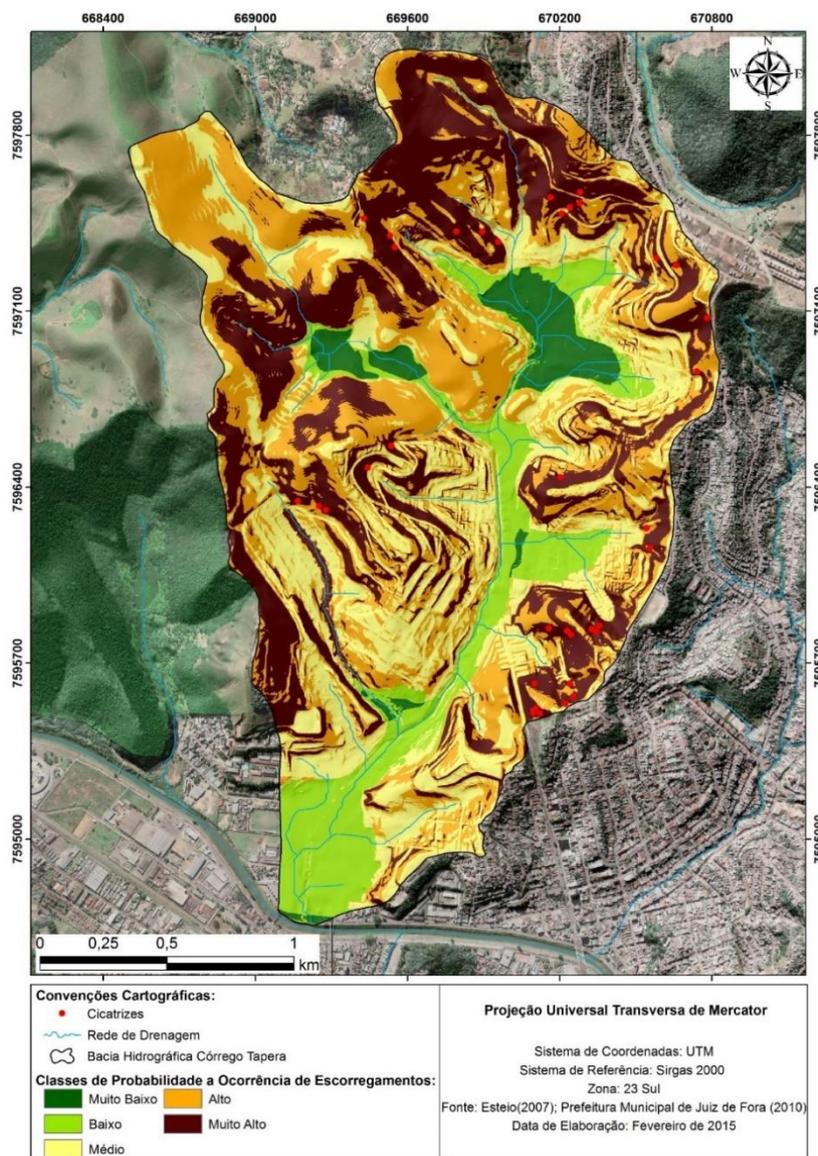
ATRIBUTOS	CLASSES	NOTAS	INFLUÊNCIA
Litologia	Hornoblenda - Biotita ortognaisse	6	10%
	Silimanita-granada biotita gnaisse	6	
	Biotita gnaisse bandado	6	
	Intercalações de quartzito impuro	4	
Proximidade de Lineamentos Estruturais	50m	9	15%
	100m	7	
	150m	5	
	> 150m	3	
Morfologia	Morros	9	25%
	Morrotes	9	
	Rampas de Colúvio	5	
	Planície Alúvio Coluvionar	1	
Solos	Neossolo Litólico	9	25%
	Cambissolo	7	
	Associação Latossolo-Cambissolo	6	
	Latossolo	5	
	Gleissolo	1	
	Neossolo Flúvico	1	
Declividade	0-6%	1	25%
	06-15%	3	
	15-30%	7	
	30-45%	8	
	45-100%.	9	

#### 4. Resultados

O resultado da Avaliação Ambiental Direta de Probabilidade de Ocorrência a escorregamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT) está representado através de um cartograma classificatório com 5 classes em sua legenda, como nos mostram as figuras 7 e 8.



**FIGURA 7:** Percentual de ocorrência das classes obtidas na Avaliação Ambiental de Probabilidade de Ocorrência a escorregamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera (BHCT).



**FIGURA 8:** Mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera com a localização de cicatrizes coletadas em campo.

Identificou-se que as áreas com maiores níveis de probabilidade de ocorrência a escorregamentos, ou seja, classe muito alta estavam contidas na porção leste, sudeste e norte da

BHCT, representando 25,64% da área. Estas áreas são caracterizadas através de maiores valores de declividade (acima de 30%), morfologia das vertentes (morros e morrotes), profundidade e coesão do solo, proximidades de lineamentos estruturais e litologia o que identificou a importância destes aspectos no resultado da análise de probabilidade.

Dos parâmetros citados acima, a declividade influenciou de forma decisiva no resultado da análise e representação das áreas com probabilidade a ocorrência de escorregamentos. As áreas com maiores níveis de probabilidade de ocorrência foram as áreas onde ocorreram maiores graus de declividade. Estas áreas foram encontradas principalmente na porção norte, leste e sudeste da BHCT.

Já o tipo de solo apresenta função importante na maior recorrência deste nível de probabilidade nestas três regiões da BHCT. Os Cambissolos e por vezes os Latossolos são solos na região com altas taxas de coesão, principalmente nos horizontes A e B, quando secos. Porém, quando úmidos, diminuem a coesão isto significa que as possíveis cicatrizes de escorregamentos desta região seriam ocasionadas principalmente quando o solo ultrapassou seu limite de saturação, aumentando o peso do solo e, conseqüentemente, a força da gravidade superaria a resistência ao cisalhamento, principalmente quando consorciada a áreas declivosas, como são as classes de declividade que caracterizam as porções norte, leste e sudeste da BHCT.

Como forma de validar as informações obtidas, pode-se observar no mapa de probabilidade a ocorrência de 32 cicatrizes de escorregamentos inseridas na classe de probabilidade muito alta.

Já a classe de probabilidade alta está concentrada nas porções nordeste, noroeste e oeste da BHCT, correspondendo a 32,11% da área total da bacia, sendo esta a de maior abrangência. Cabe ressaltar que 4 ocorrências de cicatrizes foram identificadas nesta classe, porém este número poderia e possivelmente seria maior, pois as características físicas das classes alta e muito alta são parecidas e grande parte das áreas de alta probabilidade de escorregamento estão vinculadas a áreas extremamente urbanizadas da BHCT e/ou estão presente em uma propriedade particular (fazenda a noroeste da BHCT), localizada no bairro Bandeirantes, onde não foi autorizada a entrada do grupo de pesquisa, logo não foi possível mapear as cicatrizes de escorregamentos que porventura estivessem presentes na área.

A classe de média probabilidade está distribuída ao longo de toda a BHCT, principalmente nas médias vertentes correspondendo a 26,72% da área total da bacia, sendo esta a de segunda maior abrangência. Nesta classe não foi identificada nenhuma ocorrência de cicatriz de escorregamento, pela mesma ter sua superfície essencialmente ocupada por moradias e/ou estabelecimentos. Desta forma, algumas cicatrizes poderiam ter sido omitidas com a presença das ocupações.

As áreas caracterizadas como áreas de baixa e muito baixa probabilidade, correspondendo ao nível menos recorrente da bacia, correspondem a 15,53% da área total e nenhuma ocorrência

de cicatriz de escorregamento estão condicionados e/ou caracterizados a inúmeros fatores, entre eles:

- aos modelados de acumulação de sedimentos, com morfologia de planície;
- declividades suaves entre 0 e 15%, baixa angulação;
- solos predominantes do tipo neossolo flúvico, gleissolo e latossolos de baixa vertente resultantes do intemperismo químico do gnaisse (litologia típica da área) e da erosão do próprio latossolo em alta e média vertente, transportado para a baixa vertente;

## 5. Conclusão

O presente trabalho propiciou melhor entendimento e associação entre os fatores responsáveis por ditar os diferentes níveis de risco no que tange a probabilidade de ocorrência de escorregamentos, tornando possível determinar o potencial e o real perigo à população, sejam nas áreas ocupadas ou naquelas onde ainda não há ocupação humana, mostrando-se de grande valia para subsidiar a adoção de medidas pautadas em procedimentos técnicos para a identificação de áreas que possuem risco a vida humana.

O emprego das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto mostraram-se eficientes no que se refere ao mapeamento das áreas com probabilidade a ocorrência de escorregamentos, sobretudo, pelo emprego de poucos recursos e variáveis. O método empregado conferiu facilidade de armazenamento de dados, de atualização periódica e de reprodução dos resultados. Além de, propiciar o ajuste de pesos e notas conforme a identificação de novos cenários que a priori não se mostraram. Contudo, faz-se necessário frisar que a avaliação das áreas com alto grau de probabilidade a ocorrência dos fenômenos de escorregamentos não concebe uma ciência exata, sofrendo diuturnamente modificações e constituindo-se em uma predição, a qual depende da qualidade dos dados utilizados. Ressalta-se que o emprego deste método tem direciona-se diretamente à seleção dos critérios e das decisões a serem empregadas, sendo estas as etapas que devem exigir maior esforço e atenção.

Conclui-se, portanto, que o modelo SAGA/UFRJ mostrou-se de grande pertinência, apresentando resultados de previsão de escorregamentos, que podem vir a ser utilizados para futuras pesquisas que buscam o zoneamento de risco para a população. As diferentes classes de suscetibilidade obtidas facilitam a hierarquização dos locais com maior probabilidade a ocorrência desses fenômenos, favorecendo assim a determinação de prioridades para o planejamento e direcionamento das ocupações humanas. Além das potenciais aplicações na Bacia Hidrográfica do Córrego Tapera, a metodologia proposta também pode ser adaptada e desenvolvida para outros municípios, com o intuito de aumentar o conhecimento sobre a probabilidade de ocorrência de tais eventos no país.

## 6. Referências

- FERNANDES, N. F. GUIMARÃES, R. F. GOMES, R. A. T. VIEIRA, B. C. MONTGOMERY, D. R. GREENBERG, R. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, V. 2, Nº 1, 2001, p. 51-71.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma Atualização de Bases e conceitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Curso de capacitação, mapeamento e gerenciamento de risco. Brasília DF: 2006.
- PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Juiz de Fora - Diagnóstico**. Juiz de Fora, 2004.
- XAVIER-DA-SILVA, J. e CARVALHO-FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. **Análise Ambiental: Estratégias e ações - CEAD - UNESP**, p.329-346, 1993.
- ZAIDAN, R. T. e FERNANDES, N. F. Zoneamento de Susceptibilidade a Escorregamentos em Encostas Aplicado à Bacia de Drenagem Urbana do Córrego do Independência - Juiz de Fora (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.1, p.57-76, 2009.