

ESTRUTURA DE ROCHAS METASSEDIMENTARES E VULNERABILIDADE AOS MOVIMENTOS DE MASSA – BACIA DO CÔRREGO DO CERCADINHO, BELO HORIZONTE-MG

Cátia Cristina Espósito¹, Guilherme Taitson Bueno², Carlos Fernando Ferreira Lobo²,
Jorge Batista de Sousa²

RESUMO

Movimentos de massa catastróficos geram altos custos quanto à realocação de estruturas, obras de contenção, perda de produtividade industrial, agrícola e florestal, de potencial turístico e de vias de transporte. Na paisagem há áreas com diferente potencial de risco aos movimentos de massa. Os principais condicionantes naturais da instabilidade de encostas são a declividade, a forma e a área de contribuição das vertentes, a estrutura do regolito e as propriedades do solo. Na bacia do Cercadinho, como na maior parte da zona sul de Belo Horizonte, a vulnerabilidade aos movimentos de massa é fortemente condicionada pela estrutura das rochas metassedimentares do Quadrilátero Ferrífero, combinada com declividades acentuadas. Este estudo se propõe a investigar as vulnerabilidades naturais para movimentos de massa levando em consideração: declividade; correlação entre a direção de mergulho das camadas e orientação das vertentes; e correlação entre o ângulo de mergulho das camadas e declividade das vertentes. Foram utilizadas bases geológicas e topográficas tratadas com os *softwares* Arcgis e Mapinfo. O resultado foram mapas identificando áreas de maior e menor risco. As de maior risco correspondem, geralmente, às áreas em que as vertentes se orientam para SE e onde a declividade é elevada.

Palavras-Chave: Risco geológico, movimentos de massa, Quadrilátero Ferrífero.

ABSTRACT

Catastrophic mass wasting generate costs for damages repair, reconstruction and maintenance of structures, as well as losses of industrial, agricultural, forest and touristic resources. In the landscape, there are areas of greater or minor risk, what restricts the occupation. The main natural causes of the instability of hillsides are slope angles, slope shape and contribution area, regolith structure and soils physical properties. The Cercadinho catchment, in the city of Belo Horizonte, presents diversified rock types and relives, with different degrees of vulnerability to catastrophic mass wasting processes. The present work expects to contribute for a better knowledge of the natural vulnerabilities to catastrophic mass wasting, considering the following variables: 1. declivity, 2. correlation between the dip direction of the layers and slope orientation and 3. dip angle of the layers and slope declivity. Geologic and topographical bases of the catchment area had been used and treated in SIG environment with use of softwares as Arcgis and Mapinfo. The result is the generation of a map of vulnerabilities to the catastrophic mass wasting. The most vulnerable areas are those where the slopes are oriented to SE and where the declivities are high.

Key Words: Geologic risk, catastrophic mass wasting, Quadrilátero Ferrífero.

¹ Graduada em Geografia e Análise Ambiental. Bolsista Iniciação Científica. E-mail: cceesposito@yahoo.com.br.

² Professor do Curso de Geografia. UNI-BH - Centro Universitário de Belo Horizonte/MG.
gtaitson@ig.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa, freqüentes no sudeste do Brasil, geram diversos acidentes, juntamente com prejuízos financeiros e perdas de vidas. Os escorregamentos tendem a aumentar quando há aumento da urbanização e desflorestamento, sobretudo em áreas susceptíveis, aliado ao problema da forte variabilidade interanual do volume e da intensidade das precipitações pluviométricas (CAMPOS, 1994 *apud* OLIVEIRA & BRITO, 1998).

Movimentos de massa catastróficos geram custos diretos - reparo de danos, realocação de estruturas, manutenção de obras, instalações de contenção, e indiretos, muitas vezes ainda maiores - perda da produtividade industrial, agrícola e florestal, potencial turístico, danos locais e interrupção de transportes, perda do valor das propriedades, vidas humanas, invalidez física ou trauma em moradores de locais afetados. Amaral et al. (1993), citado por Cunha & Guerra (1996) estimam em 7,1 milhões de dólares os gastos associados à execução de obras de contenção nas encostas do Rio de Janeiro no período de 1988 a 1991. Estudos de previsão das áreas mais vulneráveis à ocorrência dos deslizamentos tornam-se cada vez mais freqüentes na literatura geomorfológica (FERNANDES *et al*, 2001). Esses estudos podem prestar grande auxílio às administrações dos municípios vítimas destes processos, contribuindo para o planejamento e para evitar catástrofes.

Na bacia do Cercadinho, como na maior parte da zona sul de Belo Horizonte, a vulnerabilidade aos movimentos de massa é fortemente condicionada pela estrutura das rochas metassedimentares do Quadrilátero Ferrífero combinada com relevos de declividade acentuada. Este trabalho tem por objetivo investigar as vulnerabilidades naturais para movimentos de massa catastróficos na bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho, em Belo Horizonte. Para isso foram consideradas as variáveis: declividade, correlação entre direção de mergulho das camadas e orientação das vertentes e correlação entre ângulo de mergulho das camadas e declividade das vertentes.

2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização

A bacia do Córrego Cercadinho está localizada na região sudoeste de Belo Horizonte, Minas Gerais (Figura.1). O córrego é afluente do Ribeirão Arrudas, bacia do Rio São Francisco. Possui área de drenagem de 12,6 Km² e compreende os bairros Buritis, Estrela

D'alva, Estoril, Havaí, Palmeiras e parte dos bairros Belvedere e Olhos D'água. Suas nascentes localizam-se na vertente norte da Serra do Curral, Quadrilátero Ferrífero

2.2. Geologia e Geomorfologia

O domínio geológico da área é compreendido pela borda noroeste do Quadrilátero Ferrífero, em estrutura homoclinal, geomorfologicamente denominado de *hog-back* (FIGUEIREDO, 2003). As áreas que compreendem os setores do alto e médio Cercadinho encontram-se sobre unidades geológicas pertencentes ao Quadrilátero Ferrífero, correspondendo à sua borda noroeste, no contato com o complexo Cristalino de Belo Horizonte (FIGUEIREDO, 2003) *apud* BARBOSA (2008) conforme a Figura 2.

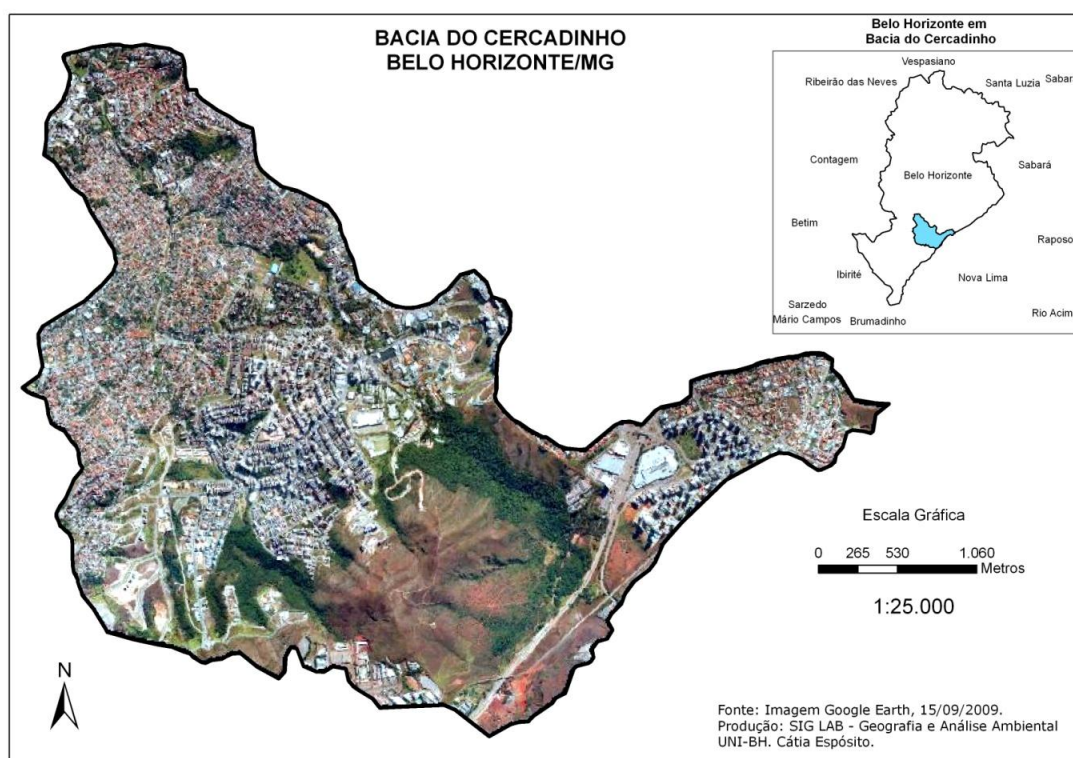


Figura 1 – Imagem de Satélite da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cercadinho.

As nascentes do Cercadinho encontram-se em rochas da Formação Gandarela, constituindo o topo do Grupo Itabira, composto por filitos dolomíticos e hematíticos. A margem direita é composta por itabiritos silicosos, hematíticos e dolomíticos da Serra do Curral. A litologia característica é o itabirito silicoso, uma formação ferrífera de fácies óxido constituída de quartzo finamente granular e hematita.

As camadas de itabirito têm direção geral SW-NE, mergulhando para SE com ângulos que variam de 45° - 60°, até próximo de 90°. As áreas de menor declividade são extensamente cobertas por formações lateríticas e ricas em fragmentos de itabirito e hematita,

provavelmente de idade cenozóica (terciária). Tais couraças recobrem unidades topograficamente inferiores e menos declivosas, avançando sobre as vertentes que compõem a margem direita do terço superior da Bacia do Cercadinho (FIGUEIREDO, 2003).

A margem esquerda do alto Cercadinho, na segunda crista, corresponde à Formação Cercadinho, base do Grupo Piracicaba, composta por quartzitos cinza, de granulometria média a muito grossa, hematíticos, gradados, ou estratificação cruzada de médio a pequeno porte, intercalados por camadas filíticas cinza-prateadas. As cristas correspondem às camadas quartzíticas e as faixas levemente deprimidas correspondem às camadas filíticas, menos resistentes à ação da erosão, por onde se desenvolvem canais de drenagem superficial. No alto e médio Cercadinho as rochas são de difícil intemperismo ou pouco susceptíveis à erosão natural.

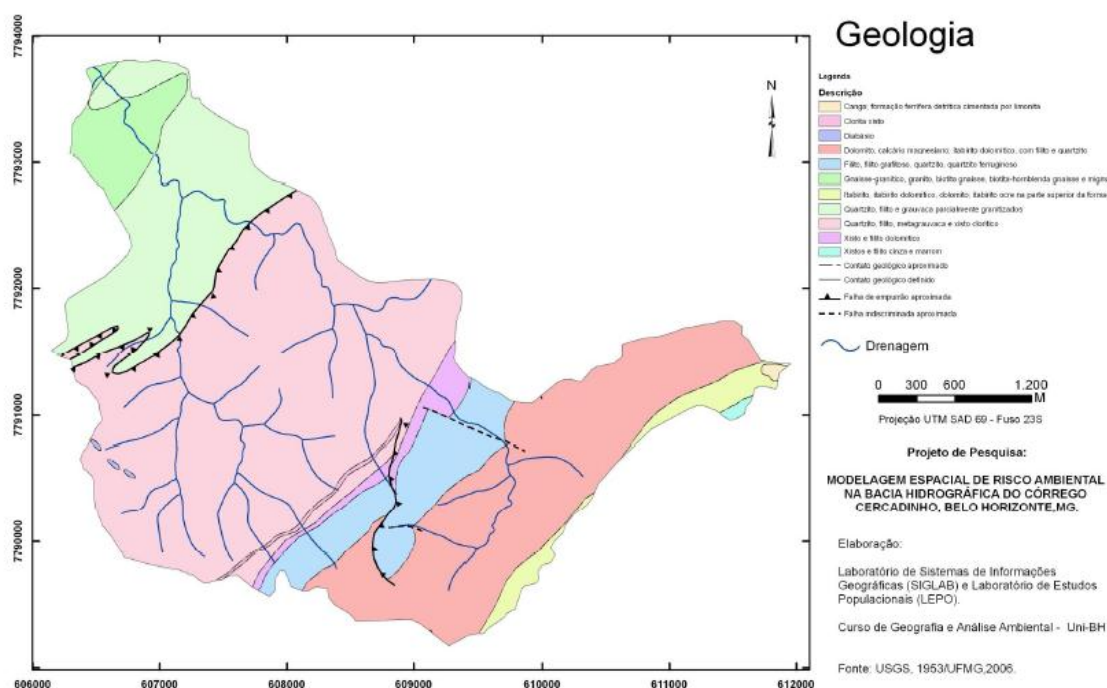


Figura 2: Mapa Geológico da bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho.

Os filitos da área de estudo apresentam relevo de colinas, serras e cristas (Figura 3). Esses relevos são fortemente influenciados pelas características litológicas, dependentes das relações estruturais, atitudes das discontinuidades e da foliação metamórfica. A capacidade de suporte varia de baixa, quando paralela à foliação, a alta quando perpendicular. A alta friabilidade e a textura siltosa dos produtos de intemperismo favorecem o desenvolvimento de processos erosivos (CPRM, 2008).

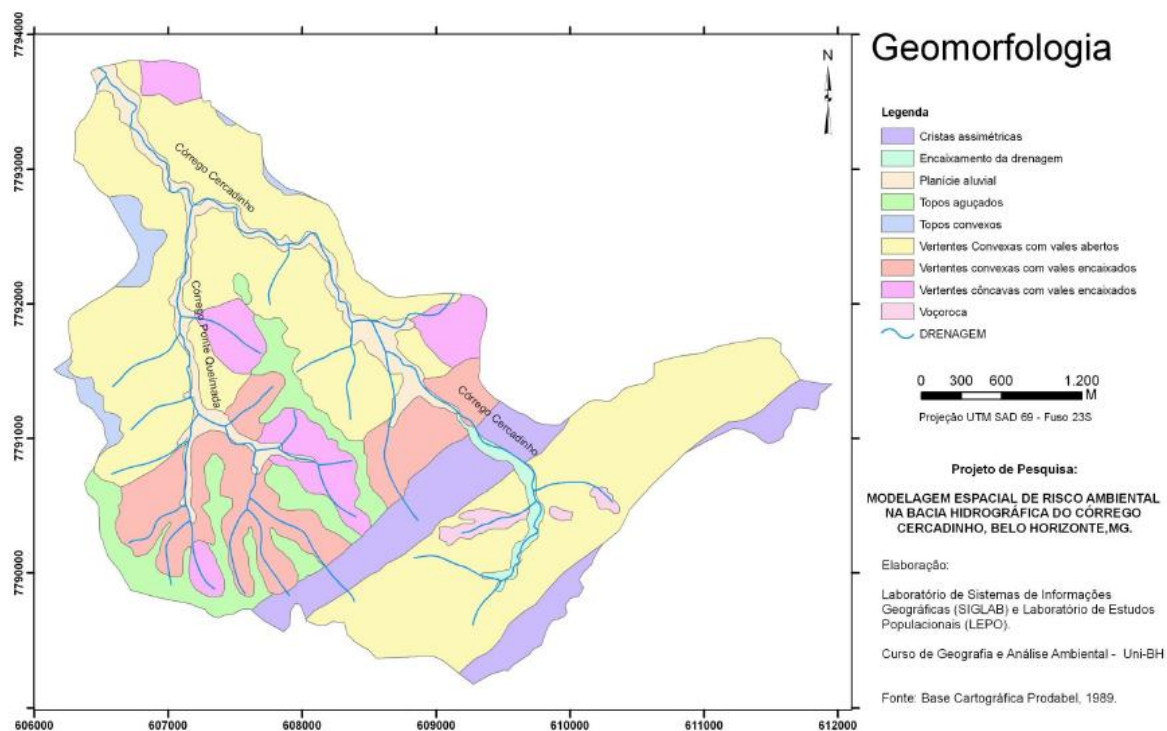


Figura 3 – Mapa geomorfológico da bacia do Córrego Cercadinho.

O mapa de hipsometria (Figura. 4) foi dividido em quatro classes de altitude, conforme abaixo. A maior parte da bacia tem altitudes entre 865 e 970 metros. A porção centro-sul apresenta maior declividade, drenagem mais encaixada e número maior de nascentes.

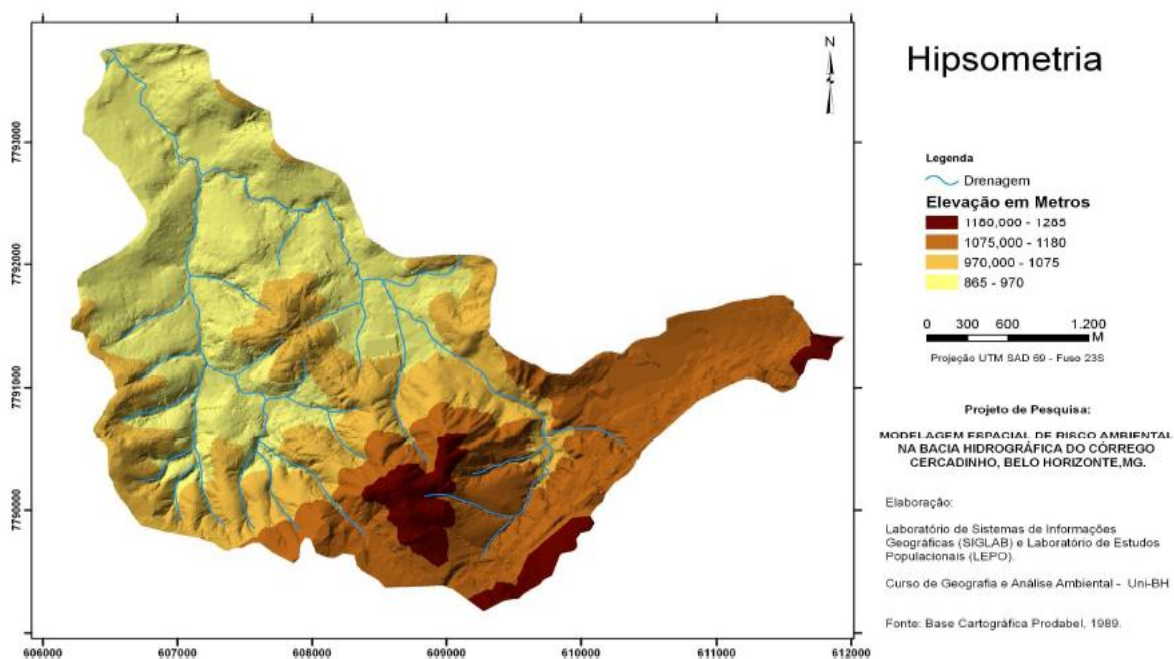


Figura 4 – Hipsometria da bacia do Córrego Cercadinho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A fenomenologia do deslizamento está relacionada com as poropressões das águas que se infiltram no solo, reduzindo a pressão que atua em favor da resistência à ruptura (COSTA, 2006). No início do período chuvoso, o solo encontra-se ressecado pela evaporação e evapotranspiração, as primeiras chuvas preenchem poros que estavam secos. Com o período prolongado de chuvas, a água que infiltra encontra o solo saturado, exercendo grande pressão sobre as partículas. Se as condições de equilíbrio e estabilidade estiverem críticas, ocorrerão os deslocamentos de massa, podendo atingir grandes proporções. A seguir serão discutidos conceitos diretamente ligados aos movimentos de massa.

3.1. Vertente e sua Morfologia

As vertentes ou encostas são superfícies inclinadas, não-horizontais, que constituem a conexão dinâmica entre a linha divisora de águas e o fundo do vale. São superfícies geométricas elementares, constituindo o topo e os segmentos da vertente que compõem seu perfil longitudinal (MOREIRA & NETO, 1998). Taludes ou encostas naturais são superfícies inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou mistos (solo e rocha) que são originados de processos geológicos e geomorfológicos diversos (OLIVEIRA & BRITO, 1998).

A influência da morfologia da encosta na susceptibilidade ao transporte verifica-se, sobretudo, pela declividade, comprimento da rampa da encosta e área de contribuição, que interferem na velocidade do escoamento superficial de águas pluviais e em sua concentração no solo (FERNANDES *et al.*, 2001). A forma da encosta exerce influência, também, na geração de zonas de convergência e divergência dos fluxos d'água superficial e subsuperficial e de sedimentos, sobretudo as porções côncavas (CUNHA & GUERRA, 1996), sendo zonas preferenciais para a ocorrência de deslizamentos. Áreas côncavas nas vertentes são zonas mais sujeitas à saturação e mais vulneráveis aos deslizamentos na paisagem.

Os depósitos na forma de tálus ou colúvio são zonas de convergência na morfologia, e possuem grande importância para a geração de movimentos de massa (CUNHA & GUERRA *et al.*, 1996). Por possuir grande heterogeneidade interna, oriundos de tempos diversos, os tálus, geralmente mal selecionados, se formam sob paredões rochosos de alta energia. Os colúvios, ou fragmentos de rochas trazidos das zonas mais altas, geralmente melhor selecionados, recobrem muitas das encostas de menor energia. A tendência esperada é que a espessura do depósito aumente em direção à baixa vertente.

É comum estes depósitos se acumularem sobre rocha sã, gerando assim uma descontinuidade. A diminuição da condutividade hidráulica no contato depósito-rocha sã favorece a geração de fluxos d'água subsuperficial e lateral. Na ocorrência de grandes eventos pluviométricos, podem favorecer um escorregamento.

3.2. Movimentos de Massa

São fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa, que modelam a paisagem da superfície terrestre. Pela condição climática, alto índice pluviométrico e grandes extensões de maciços montanhosos, algumas regiões do Brasil apresentam forte potencial natural, agravados por indução antrópica (FERNANDES & AMARAL, 1996).

Nas regiões tropicais úmidas é raro haver rocha aflorando; quase todas as encostas são cobertas por sedimentos ou solos/saprolitos, originados do intemperismo e/ou de materiais transportados. Para haver transporte é preciso que haja atuação de forças. A principal causa dos movimentos de massa é a força da gravidade e a infiltração da água, que excedem a força de resistência (OLIVEIRA E BRITO, 1998).

3.3. Estrutura Geológica

As descontinuidades, assim como as superfícies de foliação, acamamento, fraturas, juntas-falhas, dentre outras, são feições geológicas que interrompem a continuidade física de um dado meio rochoso. Tais feições podem atuar como fatores condicionantes de escorregamentos, o que determina a localização dos movimentos de massa. Quando a foliação ou bandamento das rochas metamórficas mergulham para fora da encosta em cortes de estrada (Figuras 5 e 6), a situação é favorável aos movimentos de massa (IPT, 1991 citado por FERNANDES & AMARAL, 1996). A situação onde a foliação ou bandamento mergulham para o interior da encosta é considerada como a mais favorável à estabilidade, salvo exceções de certas estruturas litológicas.



Figura 5: Inclinação das camadas estruturais. Adaptado de Marangon (2009).

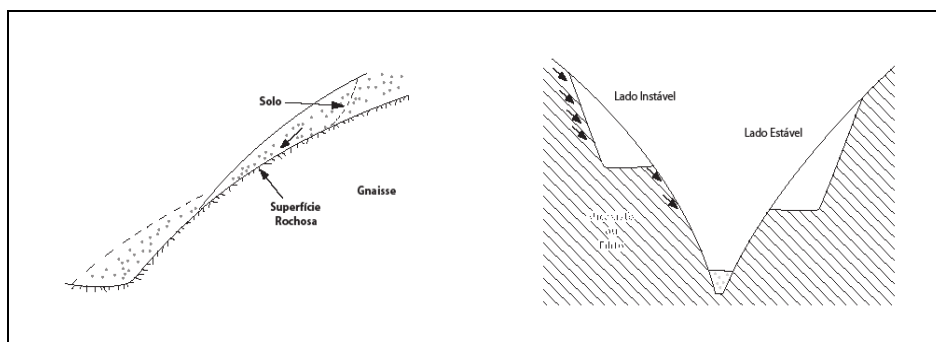


Figura 6: A figura a esquerda ilustra um escorregamento superficial de solo sobre a ocorrência de uma rocha bandada (gnaisse) e a da direita a diferença de estabilidade dos cortes executados num mesmo vale em que há formação de rocha em planos, como é o caso das formações de filito. Fonte: Marangon (2009).

De acordo com OLIVEIRA & BRITO (1998), atitude de uma descontinuidade é dada por sua direção, sentido do traço. A direção é definida pelo ângulo que a interseção do plano da descontinuidade, com o plano horizontal, faz com a direção norte. O mergulho é dado pelo ângulo de inclinação do plano com o plano horizontal. A reta do mergulho é a reta de máxima inclinação no plano, perpendicular à direção. A atitude das descontinuidades em superfícies de encostas pode condicionar sua instabilidade ou favorecer a ocorrência de deslocamentos.

3.4. Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal é o fator mais importante de defesa natural do solo contra a erosão. De acordo com BERTONI E & NETO (1999):

O efeito da vegetação pode ser assim enumerado: a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

A mudança do regime de escoamento superficial e subterrâneo, consequência de desmatamentos e das diversas formas de uso do solo, é apontada como principal causa do aumento dos processos erosivos, porque resulta em maior velocidade de escoamento. As raízes das plantas reforçam a coesão do solo e aumentam a força de atrito que contraria tendências de deslizamento pela gravidade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada revisão bibliográfica e de artigos, levantamento de mapas geológicos e topográficos disponíveis. Foram utilizados mapas na escala de 1:50.000 e os dados topográficos da PRODABEL, com intervalo entre as curvas de nível de 5m. As informações foram trabalhadas e cruzadas por meio dos *softwares* Arcgis e Mapinfo. Foram utilizadas também imagens do satélite CBERS.

Foi feita interpretação do mapa geológico considerando litologia, direção e ângulo de mergulho das camadas. Foram utilizados bancos de dados referentes aos ângulos dos mergulhos assim como da direção dos mergulhos produzidos pela CPRM – Cia. de Pesquisas em Recursos Minerais e Hidrológicos e USGS/1969 (*United States Geological Survey*) e pelo projeto APA SUL (CPRM, 2008). Essas variáveis foram consideradas em suas orientações dominantes regionais, foram descartadas as informações pontuais divergentes.

4.1. Declividade

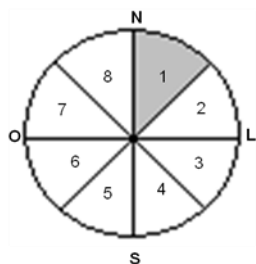
O mapa de declividade da bacia foi gerado com 5 (cinco) classes, a partir da base de dados da PRODABEL, utilizando o *software* Arcgis.

4.2. Direção do mergulho das camadas e orientação da vertente

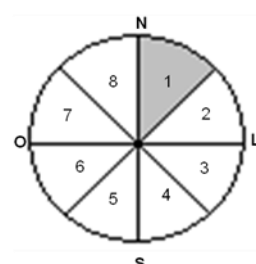
Os 360° possíveis para essas duas variáveis foram divididos em 8 intervalos, de 45° cada. Para a direção do mergulho foram utilizados apenas os dados distribuídos entre 90° e 240°, que constituem a maioria dos dados e correspondem à direção dominante, regional, do mergulho das camadas. Os demais foram descartados. Com base nesses dados foi gerado um mapa de direção do mergulho das camadas para a área da bacia, utilizando o *software* Arcgis e o método de interpolação *ordinary kriging*. O mapa de orientação das vertentes foi gerado com o mesmo *software*, por meio da base de curvas de nível de 5 em 5 metros. Os oito intervalos de 45° de cada mapa geraram cinco combinações possíveis, correspondentes a cinco níveis de vulnerabilidade: a coincidência em graus entre direção de mergulho da camada e orientação da vertente corresponde ao nível mais elevado (5), e a oposição entre as duas variáveis corresponde ao nível mais baixo (1) (Figura. 7).

Demonstração da Metodologia Aplicada: Grau de Vulnerabilidade Forte

Direção do Mergulho da Camada

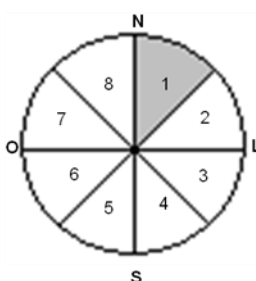


Orientação da Vertente



Demonstração da Metodologia Aplicada: Grau de Vulnerabilidade Fraco

Direção do Mergulho da Camada



Orientação da Vertente

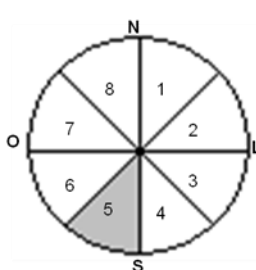


Figura 7: Esquema para atribuição de pesos no banco de dados e ferramenta de interpolação no software Arcgis para o cruzamento das informações sobre direção do mergulho das camadas geológicas e orientação das vertentes. Observa-se, nos dois primeiros diagramas (esquerda), a correspondência entre as duas variáveis, resultando em vulnerabilidade forte aos movimentos de massa. Nos dois últimos diagramas (direita), há oposição entre as variáveis, gerando menor vulnerabilidade.

4.3. Ângulo de Mergulho das Camadas e Declividade da Vertente

Os 90° possíveis para cada uma destas variáveis foram divididos em 10 intervalos de 9° cada. Com base nos pontos de informação geológica escolhidos na área da bacia (ver item 4.2), foi gerado um mapa de ângulo de mergulho das camadas por meio do *software* Arcgis. O método de interpolação foi novamente o *ordinary krigging*. O mapa de declividade para esta etapa foi gerado com o mesmo *software*, por meio de base de curvas de nível, com as mesmas 10 classes. Como os ângulos de mergulho de camada se distribuíram, em sua totalidade, em apenas 4 classes (36° a 72°), somente estas classes foram empregadas no cruzamento com as classes de declividade, totalizando 10 combinações possíveis. Essas 10 combinações foram reagrupadas de duas em duas, gerando 5 classes de níveis de vulnerabilidades (Figura. 8).

Demonstração da Metodologia Aplicada: Grau de Vulnerabilidade Forte

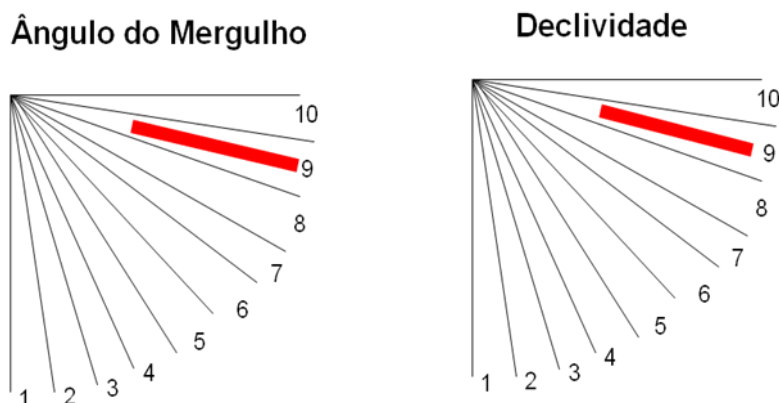


Figura 8: Esquema para atribuição de pesos no banco de dados e ferramenta de interpolação no software Arcgis para o cruzamento das informações sobre ângulo do mergulho das camadas geológicas e declividade. Observa-se, no exemplo, um caso de correspondência máxima entre as duas variáveis, do que resulta maior vulnerabilidade aos movimentos de massa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de declividade das vertentes e vulnerabilidade aos movimentos de massa são apresentados a seguir (Figuras 9, 10 e 11). O mapa de declividade (Figura 9) mostra que as áreas mais íngremes encontram-se na média/alta bacia, orientando-se segundo um eixo SW-NE. Correspondem à sub-serra elaborada sobre rochas quartzíticas. Na média/baixa bacia há ainda duas faixas, agora orientadas SE-NW, ortogonais ao primeiro eixo, que correspondem aos divisores de águas entre Cercadinho e Ponte Queimada e ao divisor sobre o qual se situa a Avenida Raja Gabaglia.

O mapa de vulnerabilidade aos movimentos de massa por correspondência entre a direção do mergulho da camada e orientação da vertente (Figura 10) mostra que na área de estudo foram encontradas áreas mais vulneráveis (as de cor azul e preto) que outras. Essas primeiras correspondem, grosso modo, às vertentes orientadas para o SE, direção aproximadamente coincidente com a direção predominante do mergulho das camadas na região.

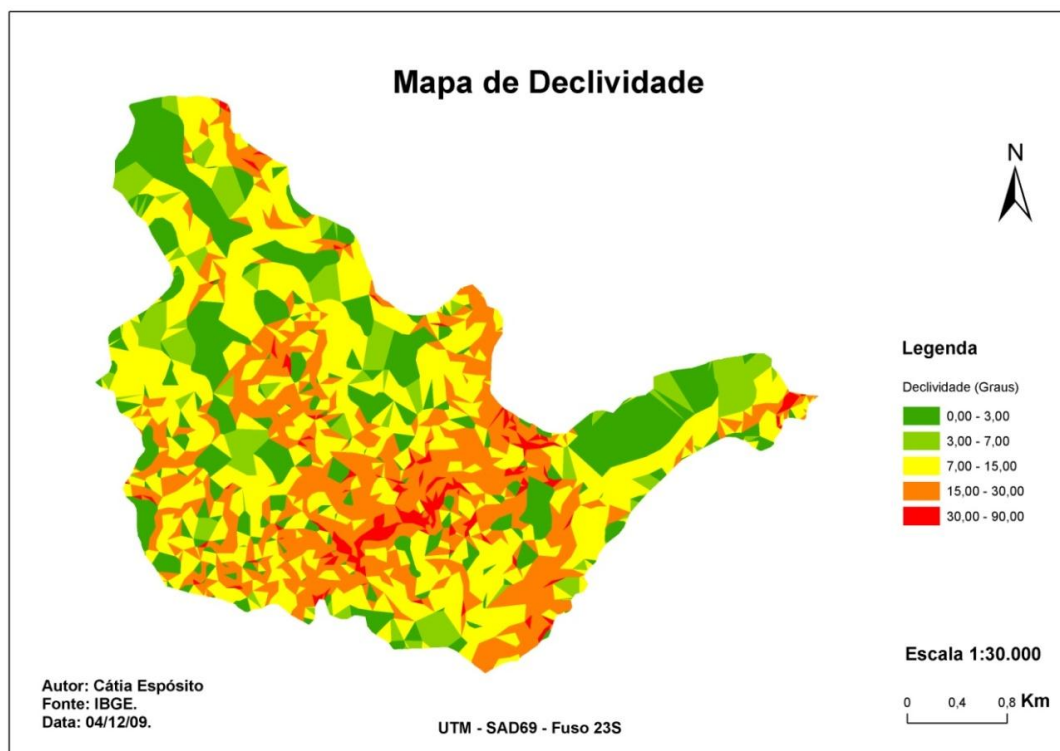


Figura 9: Mapa de declividade da bacia do Córrego do Cercadinho.

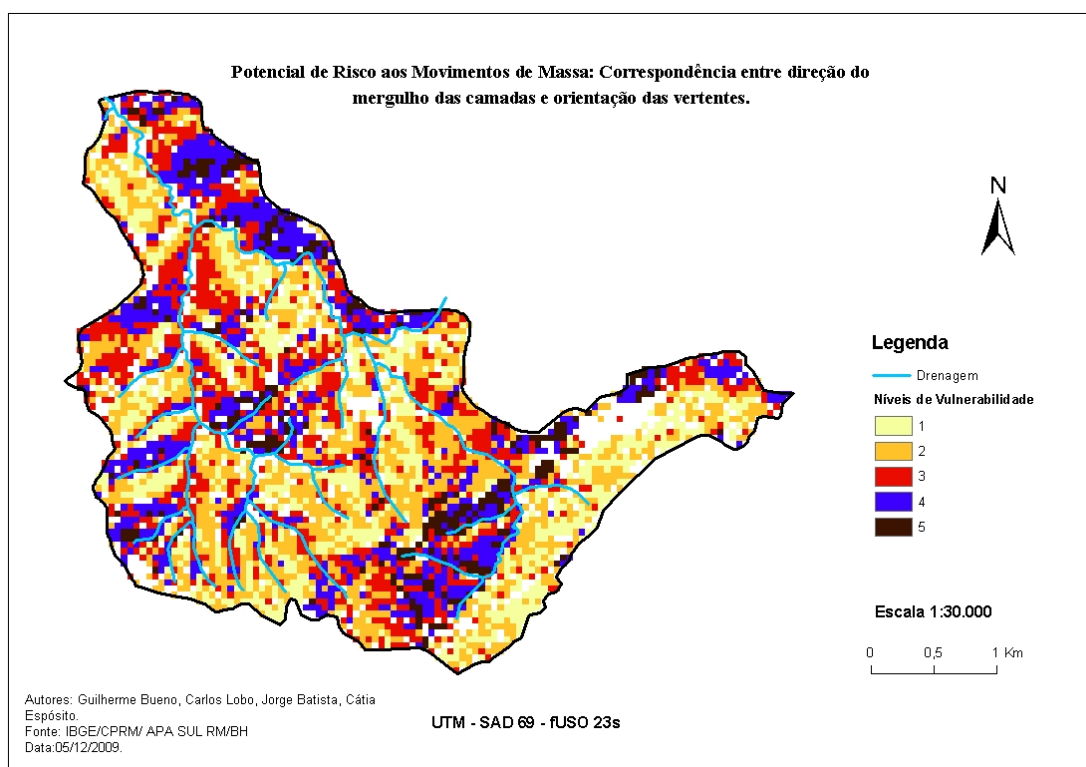


Figura 10: Suscetibilidade aos movimentos de massa de acordo com a relação entre direção do mergulho das camadas e orientação da vertente.

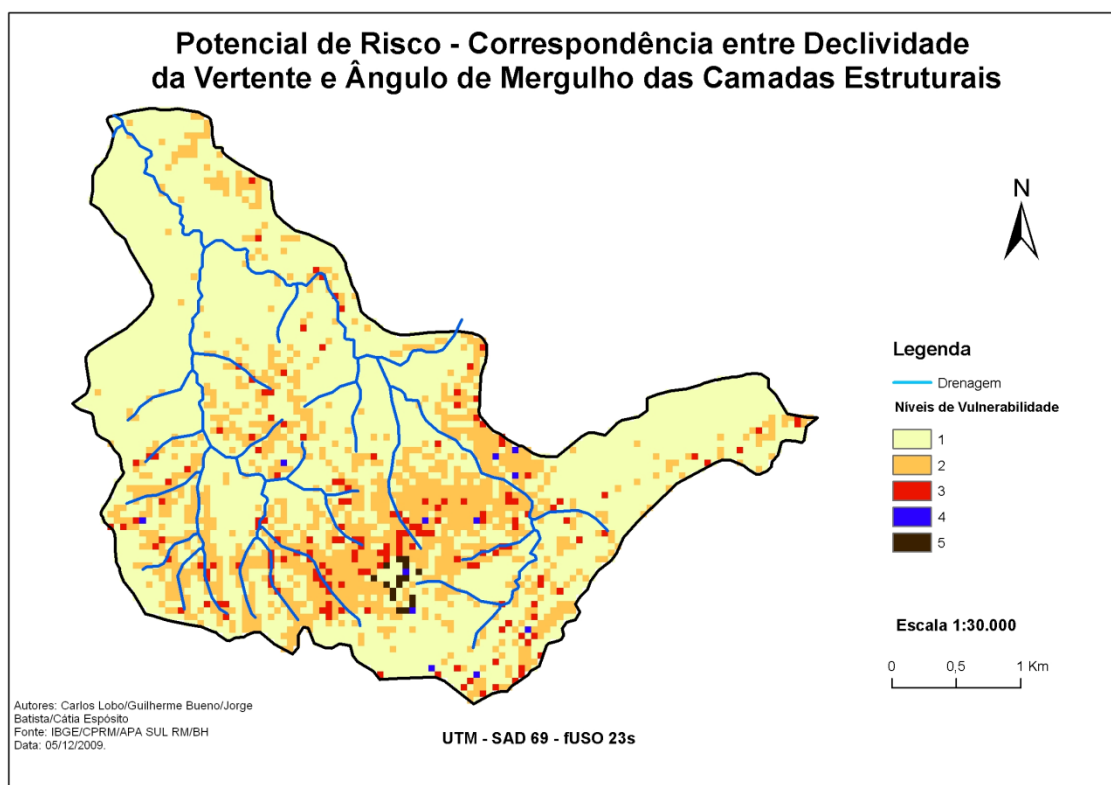


Figura 11: Suscetibilidade aos movimentos de massa de acordo com a relação entre ângulo de mergulho das camadas e declividade das vertentes.

As áreas mais frágeis situam-se na parte sudeste da bacia, na margem esquerda do alto Cercadinho, e na parte noroeste da bacia, ao longo da margem direita deste córrego. Nas áreas em que a direção do mergulho das camadas é contrária à orientação da vertente o risco é menor (áreas em amarelo).

O mapa de vulnerabilidade aos movimentos de massa por correspondência entre ângulo do mergulho da camada e declividade (Figura 11) também apontou áreas de maior e menor risco. Foram encontrados pontos em que o ângulo do mergulho das camadas estruturais e a declividade da vertente são aproximadamente coincidentes, aumentando configurando áreas de menor estabilidade. Essas áreas situam-se, preferencialmente na faixa de altitude intermediária, no alto-médio Cercadinho, com orientação preferencial SW-NE.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que a estrutura geológica, em associação com aspectos geomorfológicos, têm papel fundamental na vulnerabilidade dos regolitos aos movimentos de massa. Esses condicionantes são especialmente importantes na parte sul do município de Belo Horizonte-MG. Por meio das ferramentas dos SIGs foi possível atribuir valores para o

cruzamento de informações referentes à estrutura geológica (direção e ângulo de mergulho das camadas estruturais) e à morfologia dos relevos da área estudada (orientação e declividade das vertentes). Foram apontadas, após o processamento, as áreas de maior susceptibilidade aos movimentos de massa com base nestas variáveis.

Considerando-se que os movimentos de massa catastróficos são eventos de grande complexidade, pretende-se, em trabalhos futuros, abordar as influências de outras variáveis igualmente importantes (espessura, propriedades físicas e presença de discontinuidades nos regolitos; formas e intensidade de uso e ocupação dos solos, por exemplo). É importante, ainda, não apenas comparar os mapas de potencial de risco produzidos com observações de campo, mas, também, com um mapa gerado a partir dos registros de ocorrência de movimentos de massa na região sul do município, já disponibilizados pela prefeitura de Belo Horizonte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA L.D.; FONSECA D.F. **Diagnóstico do Risco Ambiental da Bacia do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte/MG: Co-relação dos seus aspectos físicos e demográficos, 2008.**

BERTONI J.; NETO F.L. **Conservação do Solo**. 4ª Ed. São Paulo. Ícone, 1999. 58-93p.

COSTA W. D in **Geologia na Gestão do Município**, 2006. Belo Horizonte, SINGEO/ABGE, 2006. 205p.

CPRM – Cia.de Pesquisa em Recurso Mineral e Hidrológico. **Projeto APA SUL/RMBH**, 2008. CD.

CUNHA S. B., GUERRA, A.T; **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3º Ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 372p.

FERNANDES N.F. *et al* in CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. et al. **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand **Brasil**, 2001. 388p.

FERNANDES N.F.; AMARAL C.P. *in* **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 123-194p.

FIGUEIREDO, M. A. Aspectos geológicos da Bacia do Córrego do Cercadinho. IN: UNI-BH. Diagnóstico sócio-ambiental da Bacia do Córrego do Cercadinho – Relatório Final. Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH, 2003, 147p.

MARANGON M. **Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra**. Juiz de Fora, 2009. p. 14 a 45.

MOREIRA & NETO *in* **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. *in* **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.