

O geoprocessamento aplicado na identificação de áreas com susceptibilidade a movimento de massas no Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte – MG

The geoprocessing applied in identifying areas with susceptibility to mass movement in the Parque das Mangabeiras in Belo Horizonte - MG

¹ Silmar Teixeira Lima

² Jorge Batista de Souza

Resumo - Este trabalho realizou uma análise dos elementos do meio natural no Parque Municipal das Mangabeiras, uma unidade de conservação localizada no Município de Belo Horizonte - MG. Neste contexto, teve como objetivo aplicar e avaliar a tecnologia do geoprocessamento na identificação de áreas com susceptibilidade a movimento de massas, servindo de apoio para tomada de decisão no planejamento ambiental. Após a digitalização das bases, foram atribuídas notas aos parâmetros que condicionam o movimento de massas por meio de uma árvore de decisão, com reclassificação dos mapas por notas, foi adotado um algoritmo de média ponderada para geração de um mapa síntese com a identificação de susceptibilidade a movimento de massas.

Palavras-Chave: Geoprocessamento, movimento de massas, análise ambiental.

Abstract - This work has made an analysis of the elements of the natural environment in the Hall of Mangabeiras Park, a protected area located in the city of Belo Horizonte - MG. In this context, aimed to implement and evaluate the technology of geoprocessing in the identification of areas with susceptibility to mass movement, serving to support decision making in environmental planning. After scanning the foundations, notes were assigned to the parameters that influence the mass movement through a decision tree, with reclassification of the maps by notes, was adopted a weighted average of algorithm to generate a map synthesis with the identification of susceptibility the mass movement.

Keywords: Geoprocessing, and masses movement of environmental analysis.

INTRODUÇÃO

A Geografia é uma ciência que sempre se ocupou da representação e análise de características ambientais, apresentando seus resultados sob forma de textos, mapas, diagramas, fotografias e diversas outras formas. Esta produção de informações geográficas sempre procurou utilizar os mais modernos recursos tecnológicos disponíveis. É nessa perspectiva que surge o *geoprocessamento* definido como:

1 – Graduando em Geografia e Análise Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte - Uni-BH. E-mail; silmargeografo@hotmail.com

2 – Mestre em Geografia e Análise Ambiental pela UFMG, professor do Curso de Geografia e Análise Ambiental do Centro Universitário de Belo Horizonte - Uni-BH. E-mail; jsouza@acad.unibh.br

Uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados (ROCHA, 2000, p.210).

A tecnologia do geoprocessamento desenvolvida inicialmente para fins militares, passou a ser utilizada em estudos ambientais. Com o geoprocessamento tornou-se possível analisar e estabelecer as relações sistemáticas do ambiente, servindo como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão e ao planejamento. Xavier-da-Silva (2004), que associa o geoprocessamento aos dados ambientais, coloca a contribuição das técnicas aos estudos ambientais:

O conjunto de técnicas denominado de ‘geoprocessamento de dados ambientais’ ou, mais sinteticamente de geoprocessamento, destina-se a tratar os problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando a contribuição para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura (XAVIER-DA-SILVA, 2004, p.48).

A análise ambiental contém a essência da investigação científica. Analisar é decompor algo estruturado para se ganhar condições de uma nova síntese, isto é de uma nova estrutura. Por outro lado, entende-se o conceito de ambiente como uma visão sintética da realidade que nos cerca, visão esta que admite as mais diferentes escalas e que pode ser decomposta para aquisição de conhecimentos. Dessa forma, o estudo das interações ambientais é algo que exige uma visão do todo (sistêmica) e a fragmentação das partes para identificação dos elementos que compõem a totalidade.

A tecnologia do geoprocessamento viabiliza a identificação dos elementos e da dinâmica terrestre, na medida em que possibilita a construção de um banco de dados e a distribuição espacial de tais dados em mapas georreferenciados.

A razão fundamental que possibilitou o desenvolvimento desses estudos foi a crescente habilidade da informática e dos programas computacionais, que aumentou a velocidade de processamento e a

capacidade de manejar grandes quantidades de informação. Esse avanço possibilitou que se começasse a pensar que a complexidade, em si mesma, possui as suas próprias leis, que podem ser simples e coerentes (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.3).

Na atualidade é indissociável a aplicação do geoprocessamento nos estudos que envolvem tamanha complexidade, como os sistemas ambientais, onde se verifica a dinâmica da natureza no espaço e no tempo. O relevo como componente do estrato geográfico no qual vive o homem, constitui-se um suporte para as interações naturais e sociais. Refere-se, ainda, ao produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas atuantes na Terra.

No entanto, alguns processos naturais de evolução do relevo podem se constituir em provocadores de acidentes, causando prejuízos materiais ou perda de vidas. É caso dos movimentos de massa, em que a ocupação humana pode atuar como fator incrementador do desenvolvimento destes processos.

Os movimentos de massas são reconhecidos como os mais importantes processos geomórficos modeladores da superfície terrestre. Constituem-se no deslocamento de material solo e rocha vertente abaixo sob a influência da gravidade, sendo desencadeados pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes como água, gelo ou ar (BIGARELLA *et al*, 2003, p. 1026).

Na natureza existem diversos tipos de movimentos de massa envolvendo uma variedade de materiais, processos e fatores. Os critérios para diferenciação desses movimentos são, de acordo com Selby (1993) *apud* Fernandes e Amaral (2003), “o tipo de material, a velocidade e o mecanismo desencadeador, o tipo de deformação, a geometria da massa e o conteúdo da água”. O estudo de movimentos de massa considera, conforme o enfoque e a disponibilidade de dados, as variáveis climáticas, geológicas, antrópicas (estas relacionadas ao uso e cobertura do solo), geotécnicas, pedológicas e geomorfológicas. Sestini (2000) salienta que as variáveis relacionadas aos processos de movimentos de massa atuam de forma interativa e, portanto, não devem ser analisadas isoladamente.

O presente trabalho tem como objetivo identificação de áreas com susceptibilidade a movimento de massas, através da utilização de técnicas de geoprocessamento. Área escolhida para o desenvolvimento do estudo situa-se no Parque Municipal das Mangabeiras em Belo Horizonte - MG.

A necessidade da abordagem do tema é justificável na medida em que estes estudos demandam uma participação efetiva por parte do geógrafo, pois seus principais fundamentos constituem conteúdos desta área de conhecimento. O potencial de informações que podem ser abstraídas dessa análise torna-se cada vez mais uma prática imprescindível para os estudos dessa natureza, tendo em vista a necessidade de monitoramento de áreas que estão sujeitas as constantes intervenções humanas. Com desenvolvimento da pesquisa foi possível verificar a aplicabilidade do geoprocessamento na identificação e mitigação de problemas ambientais avaliando suas vantagens e limitações para o planejamento ambiental, ao final atuar como subsídio para tomada de decisões no Parque das Mangabeiras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na primeira etapa do trabalho foi realizado um levantamento de dados cartográficos (mapas, cartas e fotografias aéreas), geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, climáticos e cobertura vegetal..

Com a elaboração dos mapas temáticos, a etapa seguinte estabeleceu as relações entre as variáveis ambientais condicionantes dos movimentos de massas, por meio de notas atribuídas na escala de (0 a10) a cada variável por meio de uma árvore de decisão (figura 2) , os mapas bases foram reclassificados com a ferramenta *reclass*, no caso específico do mapa de proximidades de vias de acessos, por se tratar de linhas e não polígonos como nos demais mapas, é que foi utilizado a ferramenta *buffer* para a reclassificação, depois esses mapas reclassificados foram somados para representação em um mapa síntese gerada por processamentos digitais com a ferramenta *raster calculator*, todo procedimento foi realizado em ambiente ArcGIS.

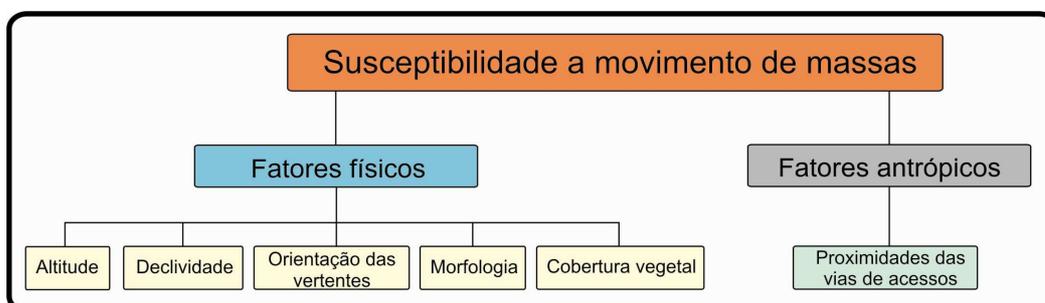


Figura 2 – Árvore de decisão.

Fonte: adaptado de Xavier-da-Silva, 2004.

As avaliações ambientais foram produzidas pela aplicação de um algoritmo de média ponderada. O algoritmo utilizado, em estrutura de matrizes, onde cada célula corresponde a uma unidade territorial de 5 metros, é apresentado por:

$$A_{ij} = \sum P (N)$$

Onde: A_{ij} = célula qualquer da matriz

P = somatório dos parâmetros

N = nota atribuída à categoria na célula, na escala de 0 a 10.

Para análise de riscos de movimentos de massa foi efetuada uma avaliação, procurando atribuir notas a cada parâmetro avaliado em cada uma das suas classes, (conforme as tabelas de 1 a 6) de forma individual e independente, em relação à sua contribuição para condicionamento do processo de deslizamento:

Geomorfologia: notas atribuídas por considerar as unidades geomorfológicas, através de suas características de forma, gênese e processos geomorfológicos atuais, como fundamentais para o condicionamento da estabilidade no terreno.

Morfologia	Nota
Superfície de topografia esbatida ou horizontal, desnivelamentos muito pequenos. Planície aluvial (várzea), terraço fluvial (fundo de vale).	1
Superfície constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declividades suaves.	3
Topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados.	5
Topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros, declividades fortes.	7
Superfície com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas, maciços montanhosos e alinhamentos de cristas, declives fortes e muito fortes.	9
Formas abruptas, compreendendo escarpamentos, tais como: flanco de serras alcantiladas e vertentes de declives muito fortes de vales encaixados, topos aguçados.	10

Tabela 1 – Morfologia.

Fonte: adaptado e modificado de: Lemos; Santos (1996) e Granell-Pérez, M. C. (2001).

Litologia e estrutura: este parâmetro é atribuído notas em função da relação de orientações das vertentes com o plano de mergulho das camadas estratigráficas, sendo esta relação um fator de condicionamento dos movimentos gravitacionais.

Orientações das vertentes	Nota
Norte	2
Nordeste e Noroeste	4
Leste e Oeste	5
Sudoeste e Sudeste	8
Sul	10

Tabela 2 – Orientações das vertentes.

Declividade; nota atribuída por favorecer a força de gravidade, influenciando na estabilidade das encostas.

Graus	Nota
0 - 6	2
6 - 12	4
12 - 20	6
20 - 30	8
> 30	10

Tabela 3 – Graus de declividade.

Fonte: adaptado de Ross (1994); Sestini (2000).

Cobertura do vegetal; o peso atribuído por proteger o solo de fatores condicionantes de deslizamentos, como por exemplo, as chuvas.

Tipo de cobertura do vegetal	Nota
Solo coberto por vegetação arbórea densa, matas ciliares, florestas.	3,5
Solo coberto por vegetação de porte arbustivo, com dossel descontínuo.	6,5
Solo com formações de vegetais esparsas, herbáceas, gramíneas.	10

Tabela 4 – Tipo de cobertura vegetal.

Fonte: adaptado de Santos (2004).

Proximidades de vias; nota atribuída devido à influência exercida pela atividade humana, rede viária, que apresentar um mecanismo deflagrador dos movimentos de massa.

Buffer de proximidades de vias	Nota
Buffer acima de 50 metros	0
Buffer de 50 metros	2,5
Buffer de 25 metros	5
Buffer de 10 metros	7,5
Buffer de 5 metros	10

Tabela 5 – Proximidades de vias

Fonte: adaptado de Santos (2004).

Altitude; nota dada considerando-se, a relação direta da amplitude do relevo como fator influenciador dos movimentos de massa.

Classes altimétricas	Nota
975 – 1050	2
1.051 – 1.100	4
1.101 – 1.150	6
1.151 – 1.200	8
1.201 – 1.340	10

Tabela 6 – Classes altimétricas

Fonte: adaptado de Sestini (2000).

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

Localização

A área de estudo está situada dentro dos limites do Parque Municipal das Mangabeiras, localizado na regional centro-sul no município de Belo Horizonte. É uma reserva ambiental, que compreende uma área total de 2.354.000 m², situado entre a latitude 19° 56' 37'' e 19° 56' 35'' sul e entre a longitude de 43° 54' 55'' e 43° 53' 34'' oeste. As áreas limites são ocupadas por residências de classe alta, a oeste, por aglomerados de classe baixa, ao norte, pela mineração da MBR, ao sul e a leste a área de preservação Mata da Baleia (figura 3).

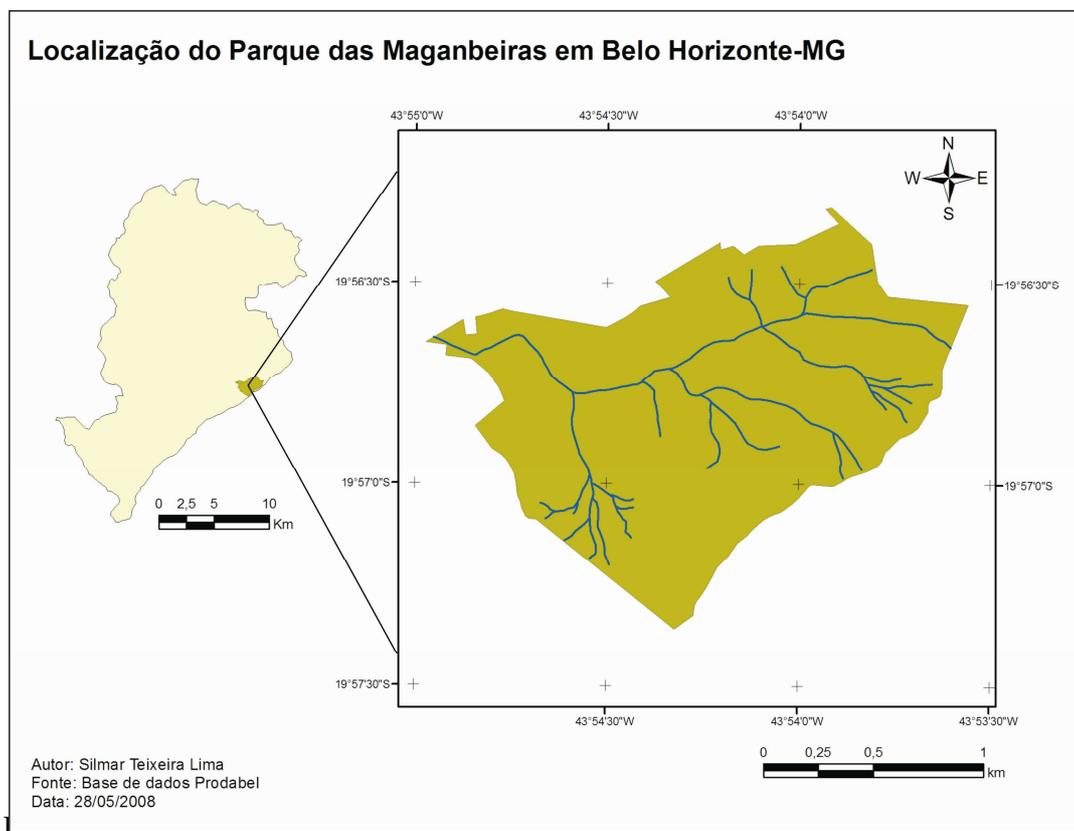


Figura 3 – Mapa de Localização do Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte.

Geologia

Inserido na grande unidade geológica do Cráton do São Francisco, formada por um extenso núcleo cristalino do centro-leste brasileiro, com limite meridional no Quadrilátero Ferrífero, o município de Belo Horizonte possui sua formação geológica predominantemente constituída por rochas do Complexo Belo Horizonte (Complexo Gnáissico-Magmático) e do Super Grupo Minas (Seqüência Metassedimentar) (Arena e Costa, 2004; Silva *et al*, 1995).

A área de abrangência do Parque das Mangabeiras (figura – 4) envolve dentro do Super Grupo Minas, o Grupo Itabira, com as formações Cauê e Gandarela, aflorando no extremo sul de Belo Horizonte na Serra do Curral, e o Grupo Piracicaba, com as formações Cercadinho e Fecho do Funil (Silva *et al*, 1995).

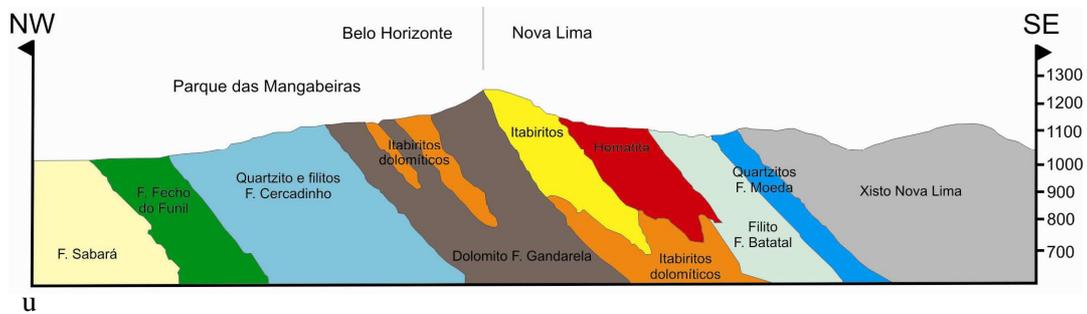


Figura 4 – Secção geológica
 Fonte: Adaptado de Grandchamp, 2003.

Geomorfologia

A geomorfologia do município de Belo Horizonte é marcada por sua “fisiografia diversificada e estreitamente vinculada às propriedades geológicas de seu substrato” (Silva *et al*, 1995). O município localiza-se em sua maior porção na Depressão Belo Horizontina, depressão de contato tipo periférico, delimitada pelo compartimento de relevo acidentado do Quadrilátero Ferrífero ao sul e pelo relevo suavizado do Grupo Bambuí ao norte (Silva *et al*, 1995). “O Parque das Mangabeiras situa-se na formação da Serra do Curral, uma extensa cadeia montanhosa com direção SW-NE, de aproximadamente 80 Km extensão e com altitudes variando entre 1300 a 1350 metros” (Arenare e Costa, 2004). A formação geomorfológica da Serra do Curral “trata-se de um extenso *hog-back* com a vertente ao sul constituindo o reverso e ao norte, onde está localizado o Parque, constituindo o *front*, em geral escarpas abruptas” (Arenare e Costa, 2004).

Como cada relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra aspectos esculturais decorrentes da ação do clima pretérito e do clima hodierno sobre esta estrutura, somada à diversidade de resistência litológica e respectivo arranjo estrutural sobre os quais atuam os processos exógenos, em uma determinada unidade morfoestrutural pode haver uma ou mais unidades morfoesculturais (Ross, 2000). Na escala de grandeza espacial de Ross (2000), o 1º táxon representa maior extensão em área e corresponde às Unidades Morfoestruturais, enquanto o 2º táxon se refere às Unidades Morfoesculturais contidas em cada Unidade Morfoestrutural. Em tais temas, o Quadrilátero Ferrífero é uma

morfoescultura inserida na morfoestrutura denominada por Ross (2000b) como Planaltos e serras do Atlântico leste sudeste sobre Cinturões Orogênicos (Casseti, 2001).

Conforme Ferreira (1997), o Quadrilátero Ferrífero ocupa uma das posições mais elevadas do maciço antigo do escudo brasileiro, destacando-se em relação às unidades de relevo em seu entorno. Seu modelado é caracterizado por bordas salientes onde cristas pronunciadas são esculpidas em quartzitos e itabiritos que circundam uma área central deprimida de colinas côncavo-convexas (Barbosa e Rodrigues, 1965, *apud* Ferreira, 1997) com altitude média entre 850 e 900 m.

Estas bordas salientes do Quadrilátero Ferrífero se enquadram no 3º táxon apresentado por Ross (2000a), denominado de Unidades Morfológicas (ou Padrões de Formas Semelhantes), que estão contidas nas Unidades Morfoesculturais e são correspondentes a unidades em manchas de menor extensão territorial. Segundo este autor, elas se definem por um conjunto de tipologias de formas (tipos de relevo) que se assemelham em elevado grau no tamanho e na fisionomia das referidas formas, mas que podem apresentar diferentes intensidades de dissecação do relevo e de rugosidade topográfica, por influência dos canais de drenagem temporários e perenes. Tais formas podem ser agradacionais, quando acumulam sedimentos, ou denudacionais, quando estão sujeitas predominantemente a processos erosivos, como é o caso da Serra do Curral.

Ferreira (1997) caracteriza o relevo das bordas do Quadrilátero Ferrífero indicando um modelado constituído por cristas com vertentes ravinadas e escarpamentos e por vales encaixados de vertentes íngremes. Estas formas compõem uma unidade de relevo que pode ser individualizada em relação ao conjunto onde se insere, de modo que a Serra do Curral, como uma unidade de relevo distinta das demais bordas do Quadrilátero Ferrífero, se enquadra no 4º táxon apresentado por (Ross 2000a). No 4º táxon as características de tamanho e inclinação de vertentes são mais bem consideradas.

Em referência à gênese do relevo são estudadas, no 5º táxon, as vertentes, como partes do relevo a indicar certas características genéticas (Ross, 2000a). Entre outras categorias, os setores das vertentes podem ser: escarpado, convexo, côncavo, retilíneo, com topo convexo, topo aguçado, topo plano e crista. Estas feições de relevo encontram-se no Parque das Mangabeiras. Há coincidência com a descrição de Ferreira (1997).

Climatologia

Nas baixas latitudes como é o caso de Belo Horizonte, o traço mais marcante do clima é definido por duas estações: a chuvosa, concentrando de novembro a março, caracterizada por maiores índices pluviométricos e no período da seca, ocorre um sensível declínio de chuvas, no período de abril a outubro (Nimer, 1989).

O balanço hídrico climatológico de Belo Horizonte (figura 5), apresenta dados de déficit, excesso, retirados e reposição registrada no município durante os anos de 1961-1990. Conforme este elemento, descrito estatisticamente, pode-se perceber a distinção das estações seca (abril a outubro) e chuvosa (novembro a março).

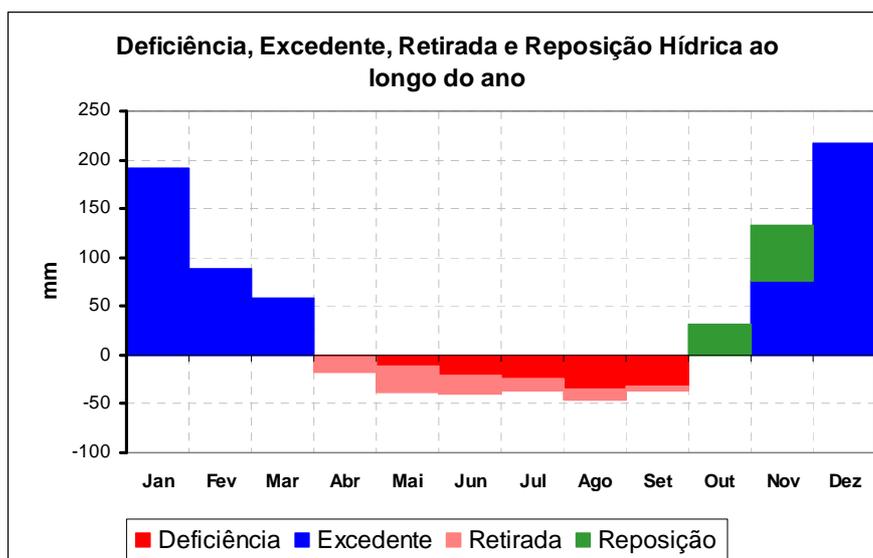


Figura 5 - Balanço hídrico climatológico mensal de Belo Horizonte nos anos de 1961 a 1990. Fonte: Teixeira, 2005.

A umidade relativa do ar na cidade de Belo Horizonte apresentou no decorrer dos últimos anos: em 2001, 63%; em 2002, 65%; em 2003, 63% e em 2004, 68%. Pode-se comparar com a precipitação, que também aumentou no decorrer desses anos. A umidade está relacionada com a quantidade de vapor d'água no ar, sendo o fator principal para indicação da capacidade potencial da atmosfera em produzir precipitação (INMET, 2008).

Vegetação

A formação vegetal do Parque reúne espécies que variam entre campos rupestres e de altitude, encontrado no topo e nas partes mais altas da serra, seguidos de campo-cerrado, cerrado e mata de galeria nos fundos de vales. Nas áreas de campo de altitude predominam as gramíneas, as canelas de ema e algumas espécies de orquídeas (PBH, 2008).

No cerrado, típico dos solos mais ácidos, há ocorrência de espécies como o pau-santo, barbatimão, candeia, caviúna e a mangaba, que deu origem ao nome do parque. Nos vestígios da floresta estacional semi-decídua, observa-se espécies de jacarandás, sucupiras, aroeiras, corticeiras, paus-ferros, candeias, caviúnas, paus-santos, gabiobas, barbatimões, jequitibá, dentre outros (PBH, 2008).

As áreas localizadas nas partes mais baixas do Parque, por onde correm os vários cursos de água, concentram grande quantidade de solo fértil, propiciando a consolidação da vegetação de grande porte, classificada como mata de galeria e composta de várias espécies nobres como o jacarandá, vinhático, jequitibá e a quaresmeira (PBH, 2008).

Hidrologia

O nível de base local na área do Parque é o Córrego da Serra, de direção NNE - SSW. Não se situa precisamente no eixo central da bacia e os afluentes do lado sul drenam uma área mais extensa que os do lado norte. É um curso d'água de ordem 4, na classificação de Horton (Silveira, 2001), com comprimento de 1,793 km em seu trecho perene e 2,723 Km entre a foz e a nascente principal, totalizando 0,93 Km de trecho intermitente. É um afluente do Ribeirão Arrudas, que é um dos dois principais rios de Belo Horizonte (Ferreira, 1997). Segundo as informações da base de dados do LICT - Laboratório Integrado de Ciências da Terra, que conduzia o projeto de pesquisa sobre a área, a grande maioria dos afluentes do córrego da Serra se apresenta intermitente, exceto o tributário mais ocidental que contribui com o volume de água quase igual ao do córrego principal. Conforme o mesmo estudo, esta diferenciação se explica por este tributário ser o único da bacia a ser alimentado por aquífero confinado, enquanto os outros advêm de aquíferos livres (figura 6).



Figura 6 - Mapa da bacia hidrográfica e área do Parque das Mangabeiras.

Fonte: Andrade; Couto, 2007.

Bertachini (1996) apresenta o fato da existência de um sistema de aquífero confinado na unidade litológica das Hematitas friáveis e do conjunto dos Itabiritos, ambos da Formação Cauê, no flanco sudeste da Serra do Curral. Este aquífero aflora no flanco oposto por ensejo de uma falha de empurrão, conforme este autor, e parece ser este aquífero que alimenta o tributário perene identificado pelos estudos do LICIT.

Bertachini (1996) aponta, para o flanco noroeste onde a área do Parque se insere, a existência de alguns aquíferos contínuos em função do tipo diversificado de litologia e destaca o fato dos Quartzitos e Filitos da Formação Cercadinho serem os detentores do principal aquífero da área. Conforme este autor, cada aquífero reúne água com características hidroquímicas próprias devido à interação com a rocha, não ocorrendo uma conexão hidráulica local entre o aquífero confinado e os aquíferos livres.

A drenagem paralela e subparalela, com cursos d' água que escoam quase paralelamente uns aos outros, mas sem uma regularidade na sua configuração. Segundo Christofolletti (1980), esse tipo de drenagem localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declives acentuados ou onde existem controles estruturais que motivam a ocorrência do espaçamento regular, quase paralelo das correntes fluviais.

RESULTADOS

As condições propícias que o meio físico oferece, interagindo com um conjunto de fatores naturais, principalmente a morfologia induzem a geração de feições morfogenéticas. Estas características, associadas à infra-estrutura viária, podem fornecer subsídios para uma análise da susceptibilidade a movimento de massas da área. As coleções de mapas (figura 7 e 8) mostra a vegetação favorece maior susceptibilidade próximo aos limites do parque área onde há uma predominância de campo e cerrado, com formações vegetais mais esparsas, composta por herbáceas e gramíneas. Na área central do parque a presença dos fundos de vale, com uma topografia mais suave e baixos índices de declividade, favorecem o desenvolvimento de uma vegetação mais densa como matas e bosques.

As áreas de maior amplitude altimétrica do parque se concentram na parte sul/sudeste com o alinhamento da Serra do Curral, onde as escarpas e cristas favorecem o elevado índice de declividade, o que pode favorecer movimento de massas do tipo queda de blocos (rochas). No entanto as orientações (sul/sudeste) das vertentes relacionadas com o plano de mergulho das camadas das rochas (sul) favorecem a maior susceptibilidade no flanco norte do parque, área onde já ocorreu deslizamento no ano de 2003 e pode ser observado em campo cicatrizes de tais deslizamentos. Correlacionando os fatores condicionantes supracitados, com a elevada intensidade de chuva no ano de 2003, para esse escorregamento, pode-se inferir que o movimento de massa na vertente foi desencadeado pela associação dos fatores geomorfológicos (declividade acentuada e forma da vertente côncava), geológicos (desorganização do material; descontinuidade da estrutura), hidrológico (saturação hídrica do regolito e saprólito). A presença de pedotúbulos nos horizontes superficiais demonstra a forte atividade biológica no solo. Os pedotúbulos atuam como caminho preferencial para o escoamento subsuperficial. Esse é, também, um dos fatores que podem ter contribuído para o escorregamento na vertente, ou seja, a vegetação, de maneira geral, protege o solo de fatores que condicionam os deslizamentos, como a compactação do solo pelo impacto de gotas de chuva e conseqüente aumento de escoamento superficial, pois a cobertura vegetal intercepta as águas pluviais reduzindo a energia cinética e favorecendo a infiltração, contudo depende dos tipos de raízes das plantas encontradas na área.

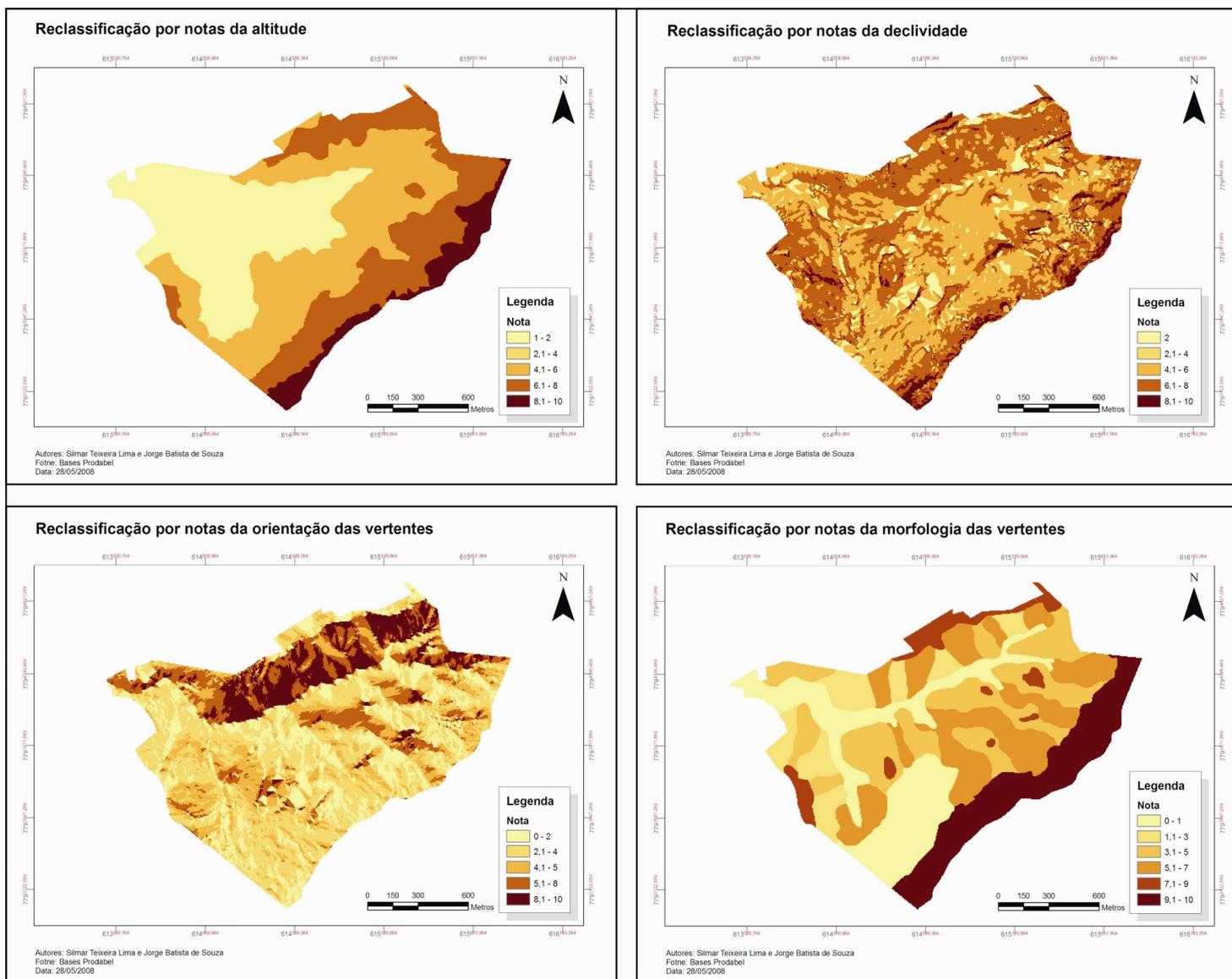


Figura 7 - Coleção de mapas reclassificados (variáveis analisadas).

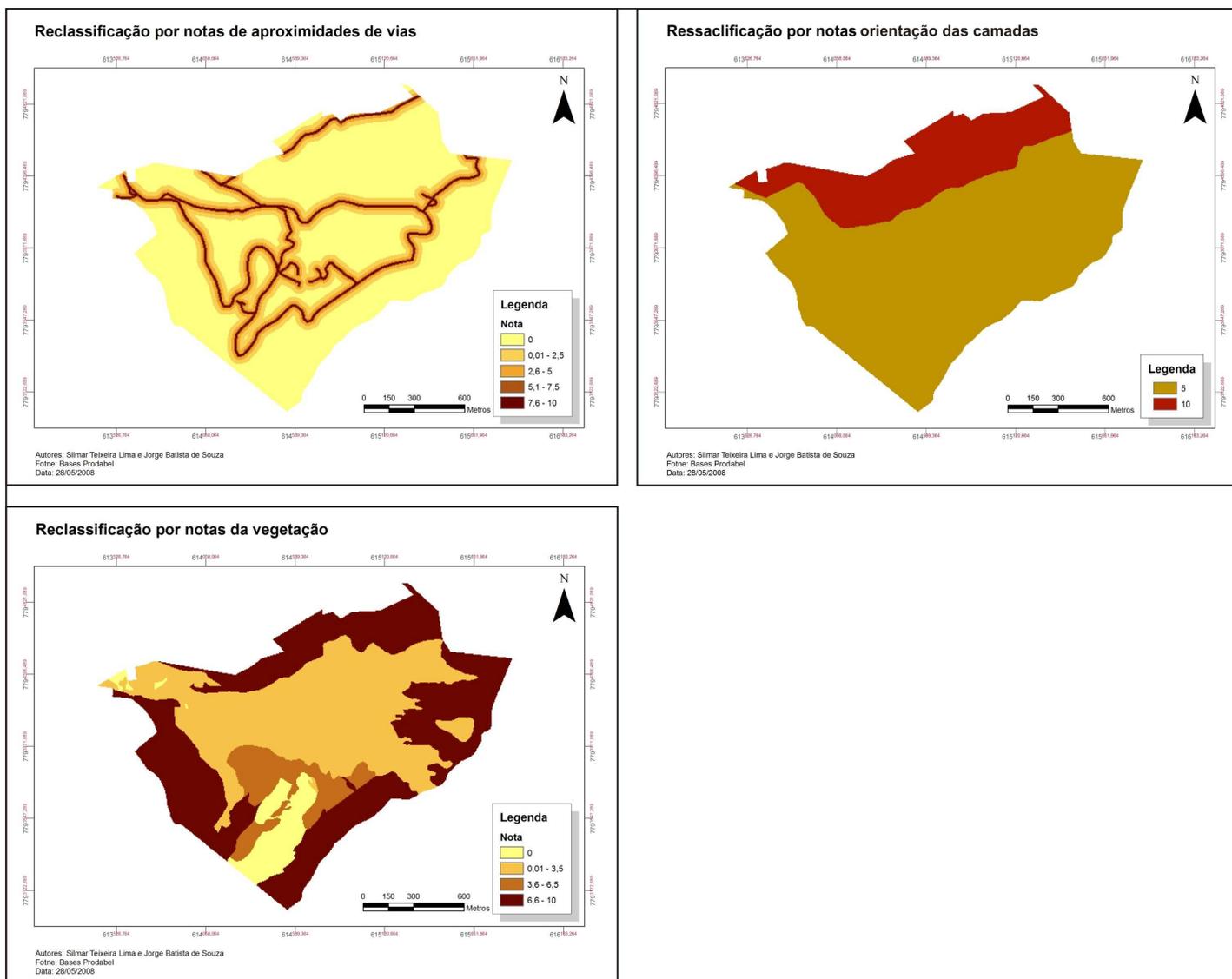


Figura 8 - Coleção de mapas reclassificados (variáveis analisadas)

DISCUSSÃO

A metodologia adotada mostrou ser bastante eficaz. Entretanto, para aumentar o grau de confiabilidade do mapa de susceptibilidade faz-se necessário o levantamento de dados geotécnicos como falha, grau de friabilidade e fratura das rochas presentes na área, a contribuição da fisionomia das raízes de plantas existentes *in situ* para o desencadeamento de deslizamento, outra contribuição seria análise dos fatores climáticos, como a influência dos totais pluviométricos e taxa de infiltração da água no solo, para o condicionamento dos movimentos de massas na área.

O mapa síntese proporcionou a identificação de áreas com maior ou menor susceptibilidade a movimento de massas em diferentes classes (nula, baixa, média e alta). É possível identificar no mapa (figura 9) uma média para alta susceptibilidade no entorno do parque, que no flanco sul esta relacionada com os elevados índices de declividade do alinhamento das escarpas da Serra do Curral e uma concentração de alta susceptibilidade no flanco norte do parque, onde as camadas estratigráficas e a orientações das vertentes, associados com uma formação vegetal esparsa e um dossel descontínuo, favorece tais processos. Na área central do parque a presença dos fundos de vale, com uma topografia mais suave e baixos índices de declividade, favorece o desenvolvimento de uma vegetação mais densa como matas e bosques, protegendo o solo de erosões e ravinamento que podem atuar como processos desencadeadores de movimento de massas.

Agradecimentos:

Centro Universitário de Belo Horizonte - Uni-BH

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH

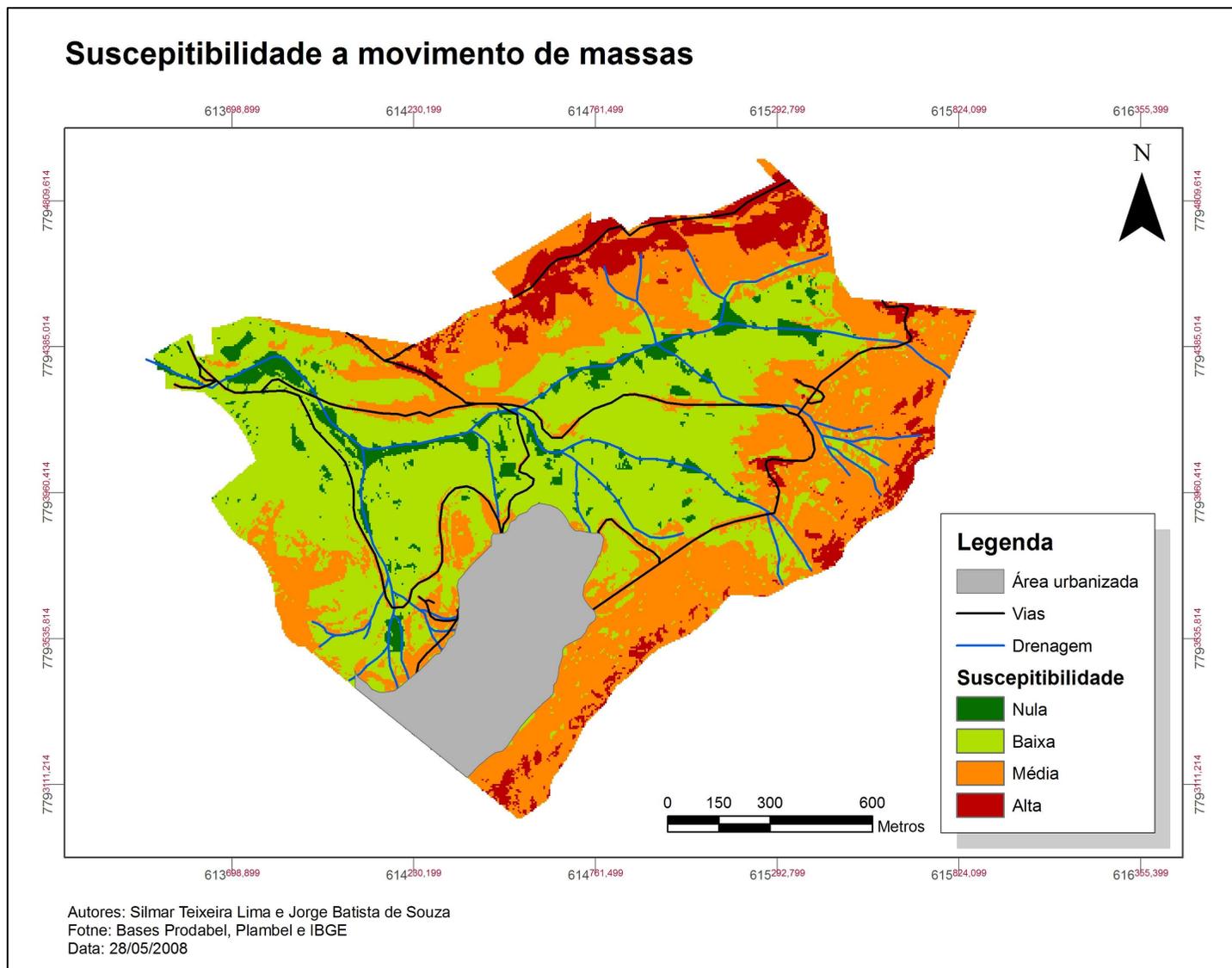


Figura 9 - Mapa de susceptibilidade a movimento de massas no Parque das Mangabeiras

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, A. G. C.; COUTO, L. C. O. (2007) Aplicação de um SIG à caracterização dos aspectos físicos no Parque Municipal das Mangabeiras em Belo Horizonte, MG. UNI-BH. Belo Horizonte.
- ARENARE, B. S.; COSTA, L. S. (2004) Estudo de Caracterização pedológica ao Longo de uma Toposequência no Parque das Mangabeiras. Belo Horizonte: Centro Universitário de Belo Horizonte.
- BERTACHINI, A. C. (1996) Monitoramento das Nascentes do Parque das Mangabeiras. Relatório técnico da MBR: Nova Lima, MG.
- BIGARELLA, J. J, *et al.* (2003) Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Vol.3, Cap.8, Editora da UFSC. Florianópolis, 1026-1098 p.
- CASSETI, V. (2001) Elementos de Geomorfologia. Editora da UFG, Goiânia, 137 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1999) Modelagem de sistemas ambientais. Editora: Edgard Blücher, São Paulo, 236 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980) Geomorfologia. Editora: Edgard Blücher, São Paulo, 188 p.
- FERNANDES, N. F. ; AMARAL, C. P. (2003). Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T. ; CUNHA, S. B. (orgs). Geomorfologia e Meio Ambiente. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro Cap.3, p 123-194.
- FERREIRA, M. G. (1997) O sítio e a formação da Paisagem Urbana. Dissertação de Mestrado: IGC/UFMG, Belo Horizonte.
- GRANDCHAMP, C. A. P.(2003) Estudo da recuperação do Aquífero Cauê e do enchimento da cava na Mina de Águas Claras, Serra do Curral, Município de Nova Lima MG. Dissertação de Mestrado: ICG/UFMG, Relatório interno da Minerações Brasileiras Reunidas – MBR - S.A. Belo Horizonte.
- GRANELL-PÉREZ, M. C. (2004) Trabalhando geografia com as cartas topográficas. Ed. UNIJUÍ. Ijuí, 128p.
- INMET - Instituto Nacional De Meteorologia, Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em: 25 abril, 2008.
- NIMER, E. (1989) Climatologia do Brasil. IBGE . Rio de Janeiro, 264p.
- LEMONS, R.C. & SANTOS, R.D. (1996) Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 84p.
- PBH- Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2008 Disponível em: <<portal2.pbh.gov.br/pbh/>>. Acessado em 25 de abril, 2008.
- ROCHA, C. H. B. (2000). Geoprocessamento tecnologia transdisciplinar. Ed. do autor. Juiz de Fora.165 p.
- ROSS, J. L. S. (2000a) Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAS. In GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs) Geomorfologia e Meio Ambiente. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 291 - 336 p.
- ROSS, J. L. S. (2000b) Os fundamentos da geografia da natureza. In ROSS, J. L. S. (Org.) Geografia do Brasil. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, 13 - 65 p.
- SANTOS, R. F.(2004) Planejamento ambiental: teoria e prática. Editora Oficina de Textos. São Paulo, 184 p.
- SESTINI, M. F. (2000) Variáveis geomorfológicas no estudo de deslizamentos em Caraguatatuba-SP. INPE. São José dos Campos.
- SILVA, A. B. *et all* (1995). Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados do município de Belo Horizonte. IGC/UFMG. Belo Horizonte, 138 p.
- XAVIER-DA-SILVA, J. ; ZAIDAN, R. T. (2004) Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,145 p.
- SILVEIRA, A. L. L.(2001) Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrológica. In TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. Editora da UFRS, Porto Alegre, 37-51 p.
- TEXEIRA, L. J. R. (2005) Correlações entre o padrão de distribuição da vegetação e solos em vertente no Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte, MG. UNI-BH, Belo Horizonte.