

Mapa Preliminar de Risco Geotécnico com uso de SIG na região urbana do município de Alegre-ES

Carlos Alberto Tinoco Alvarenga¹

Rafael Victor¹

Filipe Altoé Temporim¹

Paulo de Tarso Ferro de Oliveira Fortes¹

José Augusto Costa Gonçalves¹

¹ Departamento de Geologia/Universidade Federal do Espírito Santo – DEGEO/UFES

Caixa Postal 16, CEP 29500-000 - Alegre - ES, Brasil

carlos.alberto.alvarenga@hotmail.com

kbvictor@hotmail.com

filipe-altoe@hotmail.com

paulo.fortes@ufes.br

jose.goncalves@ufes.br

Abstract

The city of Alegre, located on the southern part of the state Espírito Santo, is situated on a geotectonic complex where the extremely uniform topography provides landslides, therefore, life risk.

This work searches, through the use of Geographic Information System (GIS) with the programs Spring 5.1.8 and TerraView 4.2.1, generate digital products of the susceptibility of landslides that help a preliminary map s geotectonic risk for the city of Alegre. The project works with the Universal Transverse Mercator Projection and SIRGAS2000. The GIS technics started with three initial products: the Vertical Curvature of TOPODATA, which consists in a numerical model that tries to accentuate the shape of the slope in a profile, being concave, convex or straight; an SRTM image, that consists in a digital model of elevation; and a map use and occupation of the land, vectorized from an orthophoto.

From the algebraic operations of maps with LEGAL and the support to the decision AHP, a map of landslide susceptibility was generated. This product was generated from the weighing of maps of: slope, made from de Numeric Land Model of SRTM; Vertical Curvature, made from the Numeric Model slicing; and use and occupation of land. The AHP technic is applied on the weighing maps.

Palavras-chave: AHP, System Information Geographic, Slip mass, LEGAL

1. Introdução

Os escorregamentos de massa são preocupações frequente das autoridades e toda população nos ultimos tempos no Brasil, devido aos grandes desastres que ocorreram na ultima década. Desastres são uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos. Visto que a intervenção financeira dos Governos Federal e Estadual faz-se necessária em tais ocorridos classifica-se-os como desastres.

Escorregamentos de massa consistem em movimentos rápidos com plano de ruptura bem definido e de curta duração, evidenciando o material resistente e o que escorregou. O material susceptível à tais movimentos são, solos, colúvios, rochas, detritos e lixo doméstico (Fernandes & Amaral, 1996). Este fenômeno pela sua importância e impactos sociais é separada dos fenômenos erosivos de menor escala sendo definido por Bigarella (2003) como deslocamento de grande volume de material vertente abaixo sendo rocha ou solo, sob influência da gravidade, sendo desencadeado pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar.

As ferramentas de geoprocessamento são amplamente utilizadas para gerenciamento territorial em vários aspectos. Com os escorregamentos de massa não é diferente, através de Sistema de Informações Georreferenciadas visa neste trabalho gerar um mapa de susceptibilidade a escorregamento de massa com comprovações de campo, que nos dará base para também nesse estudo seja gerado um mapa preliminar de risco geotécnico para a cidade de Alegre-ES. Situada na região Sul do estado do Espírito Santo encontra-se num complexo contexto geomorfológico de rochas ígneas e metamórficas, que geram um relevo extremamente acidentado.

Entende-se como mapa de susceptibilidade a escorregamento de massa um mapa que apresente e classifique áreas onde haja a possibilidade que ocorra um movimento do material inconsolidado morro à baixo. Já o mapa de risco geotécnico visa não somente a possibilidade da ocorrência desse evento, mas sim a agregação à estas informações as de riscos materiais e principalmente às vidas que tal evento pode gerar.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Localização

A área de estudo (Figura 01) localiza-se na região urbana do município de Alegre abrangendo áreas em seu entorno. Alegre pertence à mesoregião Sul do Espírito Santo, ficando 189 quilômetros de distância da capital Vitória.

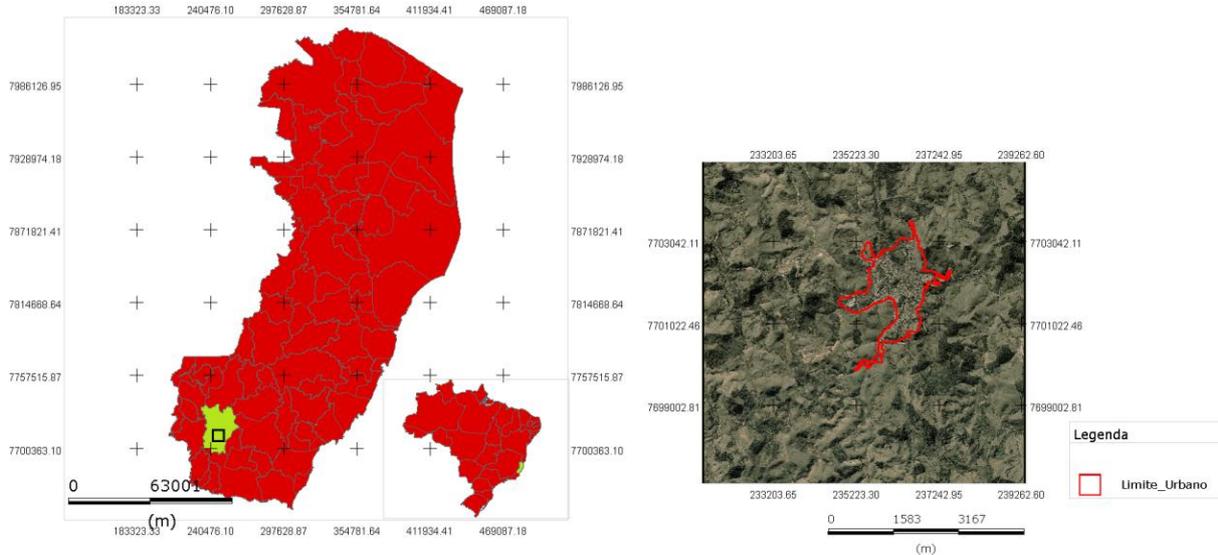


Figura 1- Localização da área de estudo no município de Alegre

2. 2 Materiais

Os programas de Geoprocessamento utilizados nesse trabalho foram o Spring 5.1.8, TerraView 4.2.1 e o Scarta 5.1.8. Todos programas brasileiros e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Foi utilizado uma imagem do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que consiste num Modelo Digital de Elevação; um modelo numérico de curvatura vertical do projeto TOPODATA, disponibilizado pelo INPE, apresenta o comportamento morfométrico das vertentes vista em perfil, podendo ela ser côncava, retilínea ou convexa; duas ortofotos da região de Alegre disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA) do ES; Plano Diretor Municipal de Alegre de 2008; o relatório da Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa da Serviço Geológico do Brasil (CPRM) – Alegre-ES.

2.3 Métodos

O projeto ambientua-se na projeção Universal Transversa de Mercator, tem como datum horizontal SIRGAS200 e datum vertical o marégrafo de Imbituba.

A montagem do banco de dados fundamentou-se na escolha da imagem de SRTM, devido ao seu padrão de qualidade com modelo digital de elevação segundo Oliveira(2007), qualidade essa que é aplicada com a tecnica de refinamento de grade proposta por Crepani & Medeiros (2004) . A grade foi refinada do tamanho de pixel de 92 metros para 10 metros gerando uma grade regular. Com a categoria de Modelo Digital de Terreno (MNT) gerou-se isolinhas apartir desta grade com passos de 20 metros e um mapa de declividade (Figura 2) fatiado com valores de porcentagem em 5 classes temáticas de acordo com Crepani et al. (2001) sendo a) 0 a 2%; b) 2 a 6%; c) 6 a 20% d) 20 a 50% e e) 50 a 100% classificando-as

quanto ao nível de vulnerabilidade do solo respectivamente como muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

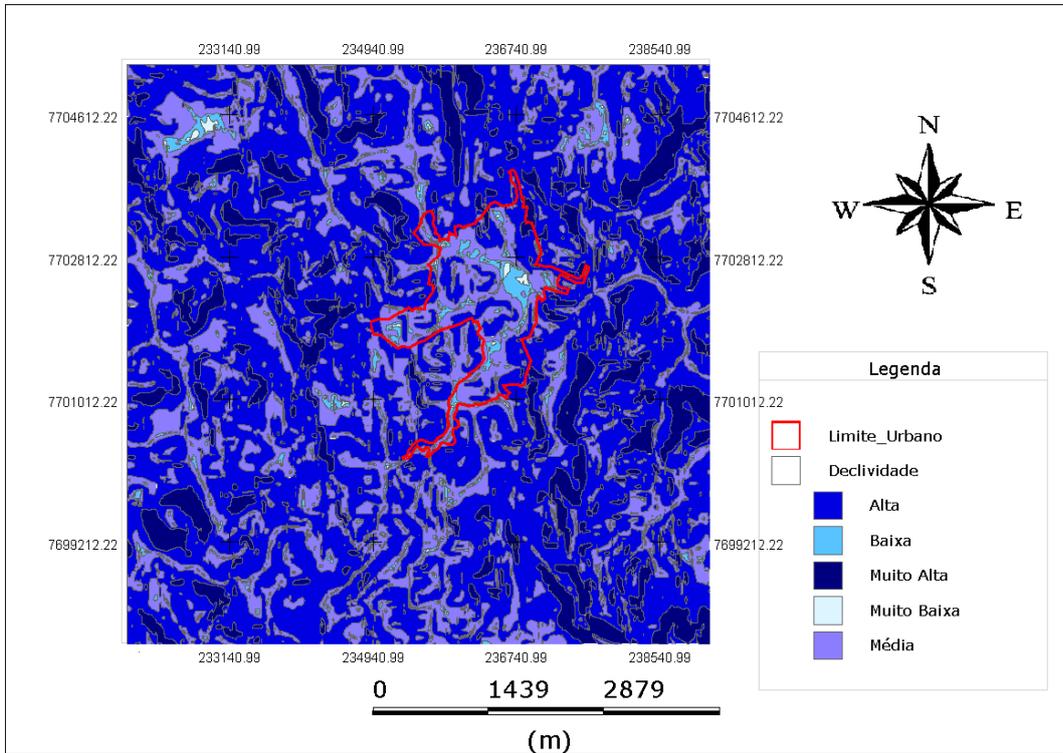


Figura 2 - Mapa de declividade fatiado em 5 classes temáticas

O produto de curvatura vertical também foi escolhido para este trabalho por evidenciar a geomorfometria das vertentes e ser um bom parâmetro de influência no escorregamento de massa segundo Dias & Herrmann (2002). A partir do modelo numérico gerou-se um mapa de curvatura vertical fatiado em 3 classes temáticas, a) Côncavo(risco médio); b) Retilíneo(risco alto); e c) Convexo(risco médio) como mostra na figura 3. A validação das informações contidas no mapa de curvatura foi feita a partir de análise das isolinhas com as classes, onde as curvas de nível que seguem um espaçamento uniforme tende a ser um local de vertente retilínea, curvas de nível com um espaçamento decrescente partindo do topo tende a ser vertente convexa e quando o espaçamento é crescente partindo do topo é vertente côncava.(Figura 4)

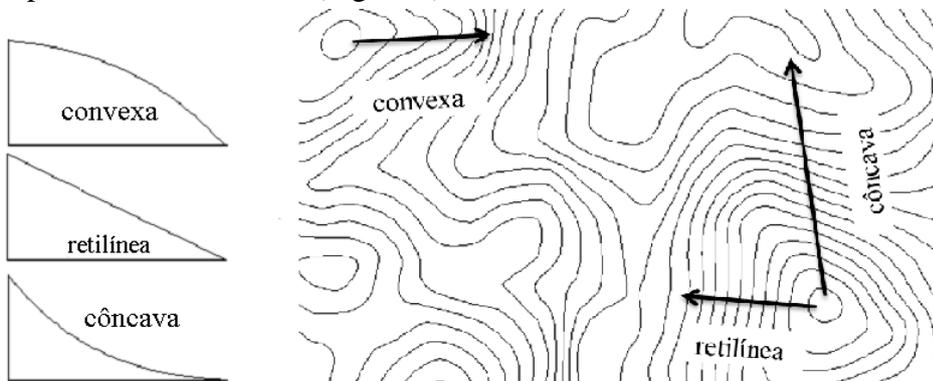


Figura 3 - Confirmação do formato de vertente por curva de nível

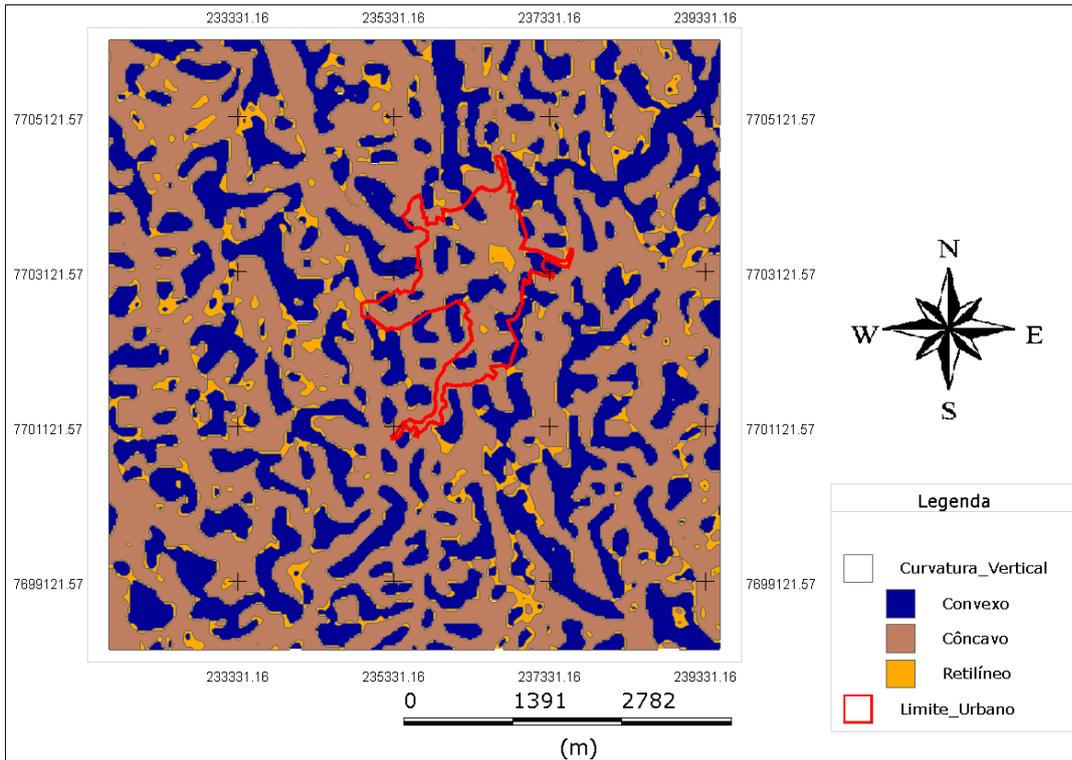


Figura 4 - Mapa de curvatura vertical fatiado em 3 classes temáticas

O mapa de uso e ocupação do solo (figura 5) foi feito a partir da análise visual onde foram criados vetores de polígonos separando-os em Mata(risco baixo); Plantação(risco alto); Vegetação Rasteira(risco alto); Edificações(risco alto); e Solo Exposto(risco alto).

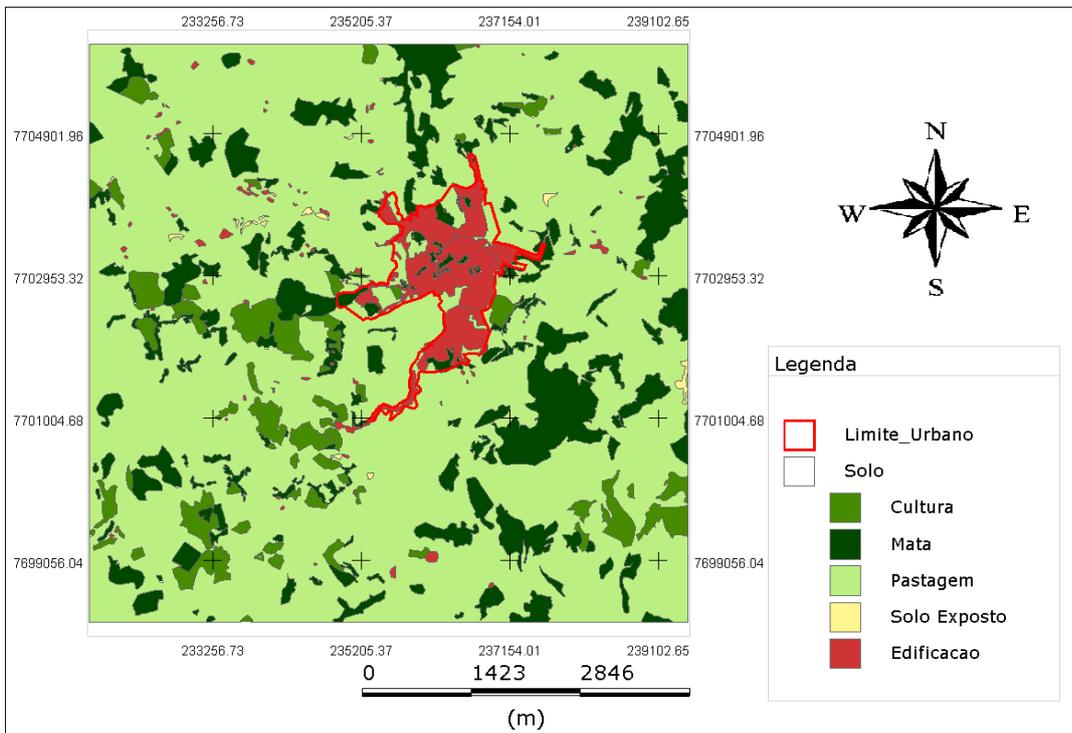


Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo

A técnica do Processo Analítico Hierárquico (AHP) consiste na análise multi-critério onde avalia e mede a importância de critérios através de uma base matemática, onde pela hierarquia entre os temas chega a razão de importância de cada tema (Cardozo & Herrmann, 2011).

Para que se aplique essa técnica atribui-se pesos às classes dos temas gerados anteriormente. O processo de ponderação das classes se deu com a programação LEGAL do programa Spring 5.1.8.

Os valores que foram atribuídos visando a importância relativa entre os mesmos levam em consideração apenas os fatores declividade, curvatura vertical da vertente e uso e ocupação do solo.

Para o mapa de declividade foi aplicado valores com passo fixo entre as 5 classes, como mostra a Tabela 1, classificando entre muito baixo e muito alto risco, que segundo Crepani (2001) os valores de ponderação hierarquizam de forma satisfatória quanto a vulnerabilidade do solo à movimentação.

Tabela 1 - Valores de ponderação para cada mapa

Risco Tema	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Declividade	1	1,5	2	2,5	3
Curvatura Vertical	-	1	1,5	3	-
Uso e ocupação do solo	-	1	1,5	3	-

No mapa de curvatura vertical os valores que foram atribuídos às classes apresentados na Tabela 1 dão à vertente retilínea importância maior que as demais. As vertentes retilíneas propiciam maior possibilidade de escorregamento de massa por ter declividade constante na vertente o que facilita o deslocamento do material (Dias & Herrmann, 2002).

A ponderação aplicada ao mapa de uso e ocupação do solo (Tabela 1) agrupa quase todas classes num mesmo valor de acordo com Figuerêdo *Et al* (2007) dando maior importância ao não escorregamento à mata, que transmite ao material consolidado na vertente maior estabilidade.

Aplicada a técnica AHP chegou-se a razões entre os temas de Declividade (0,558); Curvatura vertical (0,320); e Uso e ocupação do solo (0,122). Gerando razão de consistência de 0,016 quando o máximo aceitável é de 0,1.

A etapa de campo consistiu à visitação de locais do meio urbano da cidade para analisar o potencial de escorregamento de massa pontualmente. Os critérios de análises foram basicamente o tipo de solo (litologia); texturas e estruturas; estabilidade dos maciços e evidências de movimentação de acordo com as normas.

3. Resultados e Discussões

Um mapa de susceptibilidade de escorregamento de massa foi gerado e fatiado em três classes temáticas, sendo a) Baixo; b) Médio; e c) Alto risco. O mapa é predominantemente de alto risco, isso se deve ao fato da área de estudo abranger áreas de relevo bem acidentado, com vegetação rasteira e não habitadas.

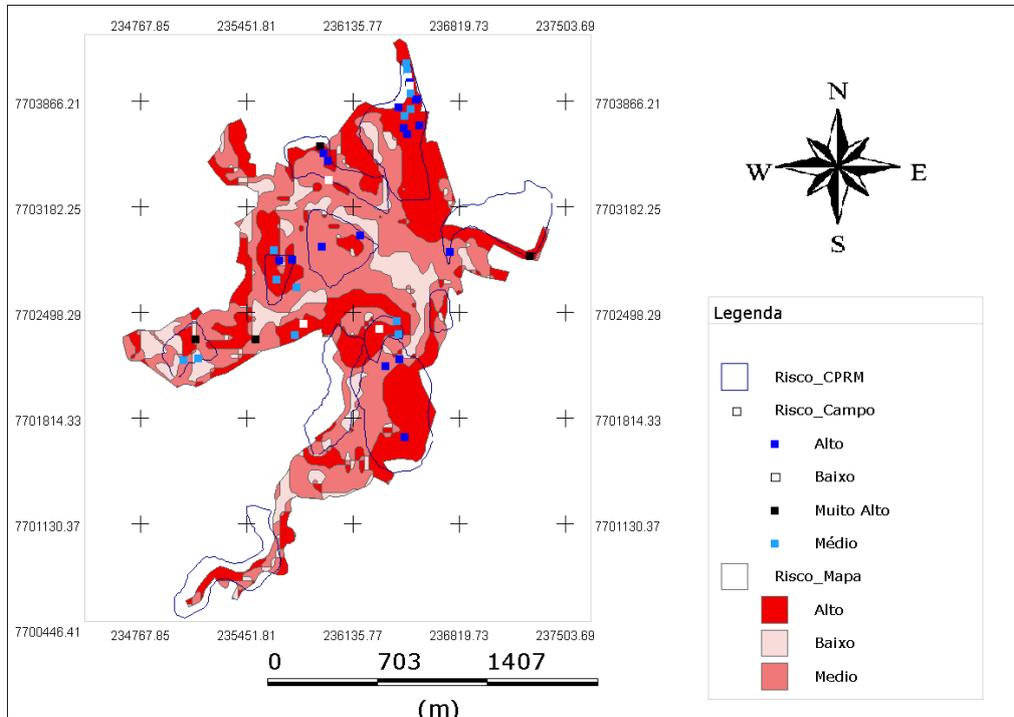


Figura 6 - Mapa de risco geotécnico e comprovações de campo

Os resultados mostraram-se bastante satisfatórios quando verificados com os polígonos da ação emergencial de susceptibilidade a movimento de massa da CPRM e principalmente com as confirmações dos dados de campo. Onde quase todos os pontos de avaliação de Alto e Muito alto risco foram abrangidos pela classe de Alto risco no mapa, e com poucos locais onde a avaliação de médio risco também fora abrangida pela classe de alto risco.

O mapa preliminar de risco geotécnico (Figura 6) é gerado a partir do cruzamento das informações contidas no mapa de susceptibilidade com divisão de microzonas da cidade contida no Plano Diretor Municipal.

Observa-se que há regiões das microzonas que são designadas como Zonas de Expansão urbana que foram classificadas neste trabalho como alto risco.

4. Conclusões

A técnica de processo analítico hierárquico vem sendo bastante utilizada em trabalhos de geoprocessamento de um modo geral, pois se mostra bastante ampla quando à variedade de critérios que analisa. Neste trabalho não mostrou-se diferente, dando uma resposta esperada.

A curvatura vertical mostrou-se um excelente parâmetro de influência no escorregamento de massa pelas vertentes retilíneas.

No mapa preliminar de risco pode-se contatar áreas edificadas e habitadas encontram-se em locais de possível risco, logo uma maior importância deve ser dada ao planejamento urbano municipal. Zonas de expansão urbana devem ser repensadas visto a presença de risco em parte dessas zonas. Tais afirmações são feitas tendo como embasamento única e exclusivamente os parâmetros abordados neste trabalho.

Um mapa de risco com maior nível de detalhamento é pretendido para trabalhos futuros, abordando produtos que tem fatores de influência importantes como um mapa geológico e um mapa de solos numa escala compatível com a área de estudo.

Referências Bibliográficas

Bigarella, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: **UFSC**, 2003.

Cardozo, F. da S.; Herrmann, M. L. de P. Uso da técnica AHP no mapeamento de áreas suscetíveis a escorregamentos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 2011.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. **Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, 2001.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de. Imagens fotográficas derivadas de mnt do projeto srtm para fotointerpretação na geologia, geomorfologia e pedologia. **Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 2004.

Dias, F. P.; Herrmann, M. L. de P. Análise da susceptibilidade a deslizamentos no bairro saco grande, Florianópolis-SC. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra**, vol. 21 (1): 91-104, 2002.

Fernandes, N.F.; Amaral, C.P.do. Geomorfologia e Meio Ambiente. In: Gerra, A.J.T. e CUNHA, S.B. da (Eds.), Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1996. 123-194.

Oliveira, G. G. Mapa de suscetibilidade a inundações da Sub-Bacia do Arroio da Areia/RS. **Trabalho de Graduação, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia/UFRGS**. Porto Alegre, 2007.

