

MAPA DE INVENTÁRIO DOS MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS NO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAS, SANTA CATARINA.

Fernanda Bauzys
Universidade Federal de Santa Catarina
fernandabauzys@yahoo.com.br.

EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA

RESUMO:As chuvas excepcionais de setembro, outubro e novembro de 2008, em Santa Catarina, desencadearam uma grande quantidade de movimentos de massa, que causaram enormes prejuízos físicos, econômicos e sociais ao Estado, principalmente no vale do Itajaí. O município de Gaspar foi um dos mais atingidos pelos escorregamentos e corridas de detritos ocorridos neste período, quando foram contabilizados 21 mortos e 01 desaparecido. Dentro deste município, a bacia do Ribeirão Belchior, foi uma das localidades mais afetadas. O objetivo deste trabalho foi fazer um mapa de inventário dos movimentos de massa ocorridos neste desastre. Este estudo foi apoiado na interpretação das cartas digitais planialtimétricas, fotografias aéreas, imagens de satélites e trabalhos de campo. Ao todo foram mapeados 36 movimentos de massa de grande extensão e outros 20 de pequena extensão. Dessa maneira, foi possível verificar que o alto da bacia do ribeirão Belchior encontra-se em uma área bastante suscetível a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Isso se deve principalmente ao relevo acidentado, com presença de vertentes íngremes, cobertas por um solo espesso, proveniente das rochas gnáissicas do Complexo Granulítico Luis Alves, e a alta densidade hidrográfica, em uma região de clima úmido, sempre sujeita a elevados índices de precipitação. Assim, espera-se que esta pesquisa possa fornecer subsídios à tomada de decisão dos setores administrativos do município, principalmente em relação ao planejamento de uso e ocupação do solo, visando o direcionamento das ocupações para locais mais adequados.

Palavras-chaves:Movimentos de massa, mapeamento, desastre

ABSTRACT:The September, October and November's 2008 exceptional rains, in Santa Catarina, triggered a large amount of movements mass, which caused enormous physical, economic and social damages rights by the state, especially in the Itajaí's valley. Gaspar city was one of the hardest hit by landslides and debris flows occurred during this period, when 21 people were dead and one missing. Within this district, the Belchior river basin, was one of the towns most affected. This research objective was to analyze in an integrated way the high Belchior basin environmental aspects, aiming at identifying, mapping and analysis of movements mass occurring in this disaster. This study was supported of digital planialtimetric letters, aerial photographs, satellite images interpretation and fields works. On the inventory map were mapped 36 large extent movements mass and 20 others with smaller extents. In this research we observed that the Belchior river basin is an area extremely susceptible to the occurrence of gravitational mass movements. This is mainly due to topography, the presence of steep slopes covered by a thick soil from the gneissic rocks of the Granulite Complex Luis Alves, and high-density basin, a humid region, always subject to high levels precipitations. Thus, it is hoped that this research can provide input to decision-making of the city administrative sectors, especially in planning the lands use and occupation, seeking the guidance to more suitable locations.

KeyWords:Mass movement, mapping, disaster.

1. Justificativa e problemática

No dia 22 de novembro de 2008, o estado de Santa Catarina decretou situação de emergência por causa dos estragos provocados pela chuva em grande parte do estado. Segundo o site da defesa

civil de Santa Catarina (<http://www.desastre.sc.gov.br>) foram confirmados 135 óbitos e 02 desaparecidos (sendo que mais de 97% das mortes causadas por soterramento) e 78.656 desalojados ou desabrigados. No total, 99 municípios decretaram situação de emergência e 14 decretaram estado de calamidade pública.

Os movimentos de massa desencadeados por este evento foram os principais causadores de prejuízos econômicos e sociais. Eles ocorreram em enorme quantidade, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais. Em áreas urbanas os escorregamentos danificaram e destruíram residências e infraestrutura pública e privada, além de causarem perdas humanas. Na área rural destruíram residências, indústrias, estradas e acessos, causando também um grande número de mortes. Exemplos de paisagens alteradas pelos escorregamentos generalizados em área rural podem ser vistos na figura 01.



A) B)

Figura 01: A) Escorregamentos generalizados no Alto Baú, em Ilhota-SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009). B) Escorregamentos no alto da bacia do Ribeirão Belchior. **Foto:** Joel Pellerin (2009).

Os municípios mais atingidos por este desastre se encontram no Vale do Itajaí. Dentre eles, Gaspar, local onde se situa a área da presente pesquisa, foi o segundo município com mais número de mortes confirmadas, todas relacionadas a movimentos de massa.

A bacia do Ribeirão Belchior esta situada integralmente dentro do Município de Gaspar (figura 02). Este ribeirão é afluente do rio Itajaí-Açu pela margem esquerda e se desenvolve no sentido geral Noroeste-Sudeste.

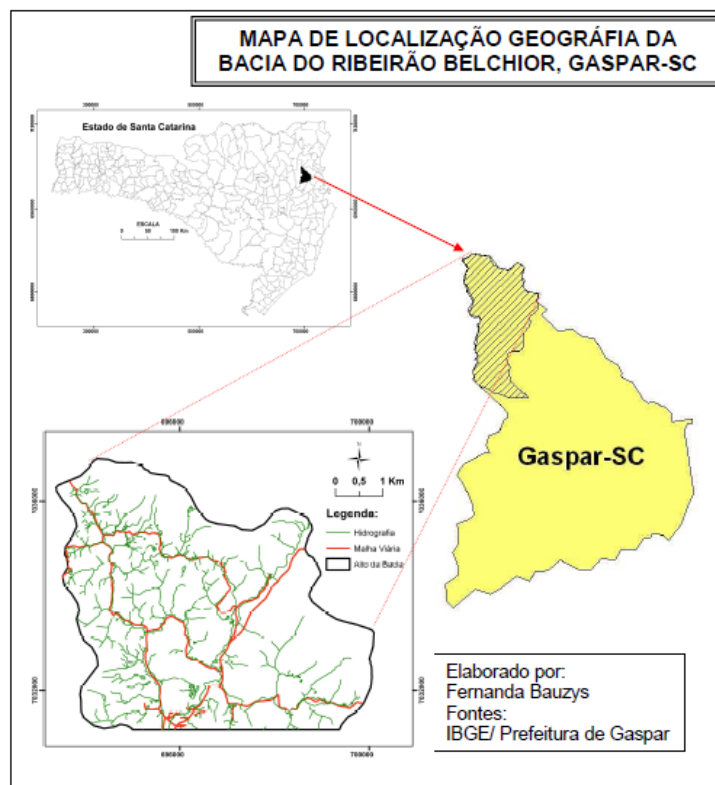


Figura 02: Localização da área de estudo

A falta de conhecimento sobre a dinâmica natural do ambiente torna a população vulnerável. Os locais inadequados à ocupação, como as altas encostas e planícies de inundação, além de representarem vários problemas sociais, ambientais e econômicos, também revelam a falta de preocupação pelos órgãos de planejamento com o processo de desenvolvimento urbano.

Os fenômenos naturais extremos fazem parte da geodinâmica terrestre. As pesquisas devem ser direcionadas para a elaboração e adoção de medidas preventivas, que possam amenizar o impacto causado por eles. Os danos causados pelos desastres poderiam ser prevenidos, reduzidos ou minimizados, se a população e os tomadores de decisão tivessem mais informação sobre estes eventos.

O mapa de inventário de escorregamentos é a base necessária para a produção de um mapa de risco. De acordo com Fernandes e Amaral (2003) é de fundamental importância o entendimento da fenomenologia e das causas dos movimentos de massa, uma vez que sem o conhecimento da forma e extensão, bem como das causas dos deslizamentos, nunca se chegará a uma medida preventiva ou mesmo corretiva para o problema. Desta maneira, este trabalho tem fundamental importância no sentido de poder servir como instrumento de apoio na elaboração de planos de gestão para o município.

As pesquisas dedicadas à prevenção de desastres devem ser priorizadas pelos pesquisadores. É melhor que sejam adotadas medidas buscando evitar a exposição das pessoas aos locais de risco, do que medidas corretivas, após a instalação do problema.

Desta maneira, este trabalho pretende contribuir oferecendo subsídios para a aplicação em ações de melhorias no planejamento do uso do solo, buscando-se direcionar as ocupações humanas para locais adequados, evitando-se, assim, novas ocupações em áreas de risco.

2. Objetivos

Fazer um inventário dos processos de movimentos de massa ocorridos no evento catastrófico de novembro de 2008, no alto da bacia do Ribeirão Belchior, em Gaspar, Santa Catarina.

3. Referencial teórico e conceitual

3.1. Movimentos de massa

Os movimentos de massa se caracterizam, generalizadamente, como o transporte de volumes de solo, rochas e detritos (ou o conjunto desses), pela ação gravitacional, vertente abaixo (BIGARELLA, 2007; CHRISTOFOLLETTI, 1979).

No entanto, existem algumas variações encontradas na literatura na conceituação de movimentos de massa. De acordo com Bigarella (2007), além da gravidade, os movimentos de massa são desencadeados pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar. Já para Christofolletti (1979), a gravidade age como a única força atuante e nenhum meio de transporte está envolvido, como vento, água em movimento, gelo ou lava em fusão.

Guidicini e Iwasa (1976) consideram que tanto chuvas intensas de curta duração quanto de longa duração fornecem condições propícias para a diminuição da resistência do solo, atuando como um dos principais agentes deflagradores de movimentos de encostas em ambientes tropicais úmidos. É importante salientar que os movimentos de massa também podem ser induzidos/gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes, estradas etc.

Deve-se ressaltar que os processos de movimentos de massa são processos naturais e se caracterizam como riscos apenas quando atingem ocupações humanas e proporcionam perigo à vida e aos bens materiais. O aumento da população nas áreas urbanas causa as ocupações em áreas inadequadas, tornando praticamente inevitável o convívio com este fenômeno. Assim, justifica-se o estudo deste tipo de fenômeno, visando a minimização de suas conseqüências para a população.

3.2. Tipos de movimentos de massa

De acordo com Fernandes e Amaral (2003), na natureza ocorrem vários tipos de movimentos de massa os quais envolvem uma grande variedade de materiais, processos e fatores condicionantes. Assim, existem na literatura diversas propostas de classificação, nacionais e internacionais, dos movimentos de massa. No entanto, mesmo com essa variedade de classificações, na maior parte dos autores observados neste levantamento bibliográfico, os fenômenos relacionados a movimentos de massa podem ser classificados, genericamente, em 4 categorias principais: quedas de blocos (rock fall), escorregamentos (landslide), corridas (debrisflow) e rastejos (creep), sendo importante salientar que muitas vezes ocorrem, também, combinações de dois ou mais processos. Esta classificação é utilizada pelo IPT em suas publicações, por Augusto Filho (1994), e pelo Manual de Desastres da Defesa Civil Nacional (Castro, 2003) e será adotada também para este trabalho.

A proposta de classificação de Augusto Filho (1994) sobre os movimentos de massa pode ser visualizada no quadro 01.

Quadro 01-Proposta de classificação de movimentos de massa

PROCESSO	CARACTERÍSTICAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA/MATERIAL/GEOMETRIA
Rastejos (<i>creep</i>)	-vários planos de deslocamento (internos) -velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade -movimentos constantes, sazonais e intermitentes -solo, depósitos, rocha alterada, fraturada -geometria definida
Escorregamentos (<i>slides</i>)	-poucos planos de deslocamento (externos) -velocidades médias (m/h) a altas (m/s) -pequenos a grandes volumes de material -geometria e materiais variáveis: - Planares ou translacionais: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza - Circulares ou rotacionais: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas - Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas (<i>Falls</i>)	-sem planos de deslocamento -movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado -velocidades muito altas (vários m/s) -material rochoso -pequenos e médios volumes -geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. - Rolamento de matacão -Tombamento
Corridas (<i>Flows</i>)	-muitas superfícies de deslocamentos (internas e externas à massa de movimentação) -movimento semelhante ao de um líquido viscoso -desenvolvimento ao longo das drenagens -velocidades médias a altas -mobilização de solo, rocha, detritos e água -grandes volumes de material -extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: Augusto Filho (1994).

Dentro desta idéia, os movimentos de massa podem ser classificados quanto aos parâmetros de velocidade e mecanismos do movimento, o tipo de material, a geometria do movimento e o conteúdo de água (Carson e Kirkby, 1975; Selby, 1982; Fernandes e Amaral, 2003), como pode ser visto na proposta da figura 03.

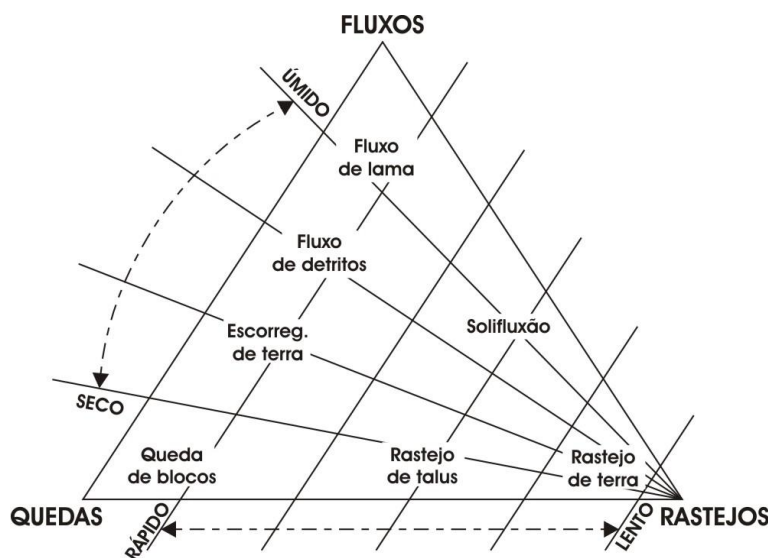


Figura03-Classificação de movimentos de massa.

Fonte: Adaptada de Carson e Kirkby (1975) por Marcelino (2003).

3.3. O Uso das geotecnologias na prevenção de desastres naturais

As ferramentas das geotecnologias auxiliam de forma decisiva e apresentam uma série de facilidades na geração e produção de dados e informações para o estudo de fenômenos geográficos, como os desastres naturais e eventos extremos. Utilizando estas ferramentas pode-se produzir informações em pouco tempo e com baixo custo, combinando informações de dados espaciais multi-fontes a fim de analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos e dar suporte as tomadas de decisões (BONHAN-CARTER, 1996).

As geotecnologias são representadas principalmente pelo Sensoriamento Remoto (imagens de satélite), Sistema de Informação Geográfica (SIG), e dados de GPS (Sistema de Posicionamento Global).

O SIG (Sistema de informações Geográficas) permite o levantamento, a manipulação digital, o mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georreferenciados. Estes aplicativos realizam análises matemáticas complexas, manipulam e geram informações, representam evoluções de fenômenos geográficos e demonstram a inter-relação entre elementos, integrando dados de diferentes fontes (MARCELINO, 2008).

Por todas estas características, os aplicativos SIG mostram-se, hoje, como importantes ferramentas na produção do conhecimento científico e na tomada de decisões.

3.4. Tipos de mapeamento/ metodologias

Classificando quatro tipos de mapas de escorregamento (mapa de inventário, de atividade dos escorregamentos, de suscetibilidade e de vulnerabilidade), Parise (2001) discutiu definição, funcionamento, papéis e utilidades de cada tipo, como pode ser visto no quadro 02.

Quadro 02:Síntese dos tipos de mapas referentes a escorregamentos

TIPO DE MAPA	MATERIAL NECESSÁRIO	ANÁLISE DE DADOS	DADOS MOSTRADOS NOS MAPAS	UTILIDADE
Inventário	Mapas topográficos	Fotointerpretação; trabalhos de campo; pesquisa de arquivos e histórica	Distribuição dos Escorregamentos, tipologia e estado de atividade	Mostra distribuição espacial fornece zoneamento preliminar entre as áreas afetadas e não afetadas pelos processos de movimentos nas encostas
Atividade dos Escorregamentos	Fotos aéreas multi-temporais; mapas históricos, se disponível; mapas topográficos	Fotointerpretação multi-temporal; comparação qualitativa e quantitativa dos mapas; trabalhos de campo; pesquisa de arquivos e histórica	Distribuição, tipologia, estado e atividade dos Escorregamentos; orientação evolutiva dos Escorregamentos.	Audiliam administradores locais e planejadores de uso do solo para reduzir as perdas socioeconômicas dos Escorregamentos
Suscetibilidade	Mapas topográficos; mapas geológicos; fotos aéreas; registros hidrológicos; dados de histórico	Fotointerpretação; trabalhos de campo; levantamento geológico; testes de campo e laboratório	Distribuição dos escorregamentos, tipologia e estado de atividade; orientação evolutiva dos escorregamentos; geologia e geomorfologia; propriedades de geologia de engenharia	Mesmo que não inclua a probabilidade temporal de ocorrência dos futuros movimentos, fornece um zoneamento que pode ser útil para planejadores
Vulnerabilidade	Como o anterior, incluindo: distribuição dos elementos em risco; evolução socio-econômica dos elementos em risco	Como o anterior, incluindo: análise das relações entre os elementos desencadeadores dos eventos (chuva, terremotos, ação antropogênica)	Como o anterior incluindo tipo, distribuição e avaliação sócio-econômica dos elementos em risco; relação com fatores desencadeadores (para ser explicado em texto acompanhando o mapa)	Na teoria, são os melhores mapas para as propostas de planejamento; na prática, dificuldades na coleta de dados, cooperação entre as diferentes disciplinas e o tempo gasto tornam esses mapas muito difíceis de serem produzidos

Na presente pesquisa foi realizado o mapa de inventário de movimentos de massa.

Segundo Fernandes e Amaral (2003), a documentação procura garantir o registro dos processos ocorridos no passado e no presente para gerar dados de análise visando à previsão de deslizamentos no futuro, bem como servir de base para a modelagem física dos processos, facilitando o avanço do conhecimento sobre os mecanismos dos movimentos.

Para Parise (2001), um mapa de inventário de escorregamentos representa a distribuição espacial dos movimentos de massa, podendo incluir informações como tipo, tamanho, forma e estado de atividade. Este mapa normalmente é construído com informações obtidas em campo, com fotografias aéreas e com imagens de satélite, onde são identificadas as cicatrizes deixadas nas encostas pelos escorregamentos.

O mapa de inventário é a base necessária para a produção de mapas adicionais, como mapas de susceptibilidade e de risco de escorregamento, pois as condições de terreno em que os

escorregamentos antigos e recentes ocorrem, geralmente são as mesmas que poderão deflagrar eventos no futuro. Esta metodologia pressupõe que a distribuição das cicatrizes, depósitos e deslizamentos recentes podem sugerir futuros padrões de comportamento das instabilidades, como por exemplo, os mapas de inventário. O inventário pode ser preparado pela coletânea de informações históricas sobre eventos de escorregamentos, ou de interpretação de fotografias aéreas com checagem de campo

4. Material e método

A cartografia básica utilizada foi o mapa planialtimétrico, em arquivo digital, cedida pela prefeitura Municipal de Gaspar, na escala 1:10000 (curvas de nível a cada 10m), de 2007. Esta base se encontrava em arquivos do tipo DWG que foram transformados, no software Arcgis 9.2 em arquivos SHAPEFILE para poderem ser trabalhadas. Foi feito, então, um recorte dos arquivos para a área de estudo.

Além do conhecimento prévio da área de estudo e região, devido às vistorias realizadas junto ao CEPED-UFSC, durante os anos de 2009-2010, no projeto: “Resposta ao Desastre de Santa Catarina no ano de 2008”, foram feitos trabalhos de campo específicos para a realização da presente pesquisa nos dias: 28/03/2010, 26/05/2010, 10/07/2010, 25/09/2010, 17 e 18/10/2010, 30/11/2010 e 01/12/2010.

O planejamento de campo foi realizado a partir das imagens e das cartas planialtimétricas da área de estudo, nas quais foram identificadas as vias de acesso, trilhas, além de elementos da hidrografia, e geologia (como lineamentos e contatos).

Nos trabalhos de campo foram feitos os seguintes procedimentos:

- Reconhecimento e levantamento dos diferentes tipos de movimentos de massa presentes e análise dos afloramentos e das cicatrizes.

- Registro fotográfico em pontos relevantes para a caracterização da área;

- Coleta de amostras de rocha para realização de análises petrográficas;

Todas as observações foram descritas em caderneta de campo e os pontos de observação referenciados com a utilização de GPS (Sistema de Posicionamento Global).

O mapeamento das áreas já afetadas por movimentos de massa foi efetuado através de levantamentos de campo e com o auxílio de imagens de satélite pós-evento disponíveis (Alos e Landsat, de 2009). Este procedimento permitiu também a avaliação da distribuição espacial dos eventos e o tipo, tamanho, forma e estado de atividade e da extensão espacial dos deslizamentos ocorridos.

5. Resultados e discussões

No mapa de inventário de processos ocorridos foram desenhados, em forma de polígonos fechados, 36 dos principais movimentos de massa da área de estudo. Outros 20 movimentos de massa de menor extensão, não visíveis na imagem de satélite Alos (de 04/2009, composição colorida RGB123), foram representados de forma pontual na imagem (figura 04). É importante salientar que muitos outros pequenos movimentos de massa foram identificados em campo, no entanto foram escolhidos alguns dos mais relevantes para serem analisados no presente trabalho.

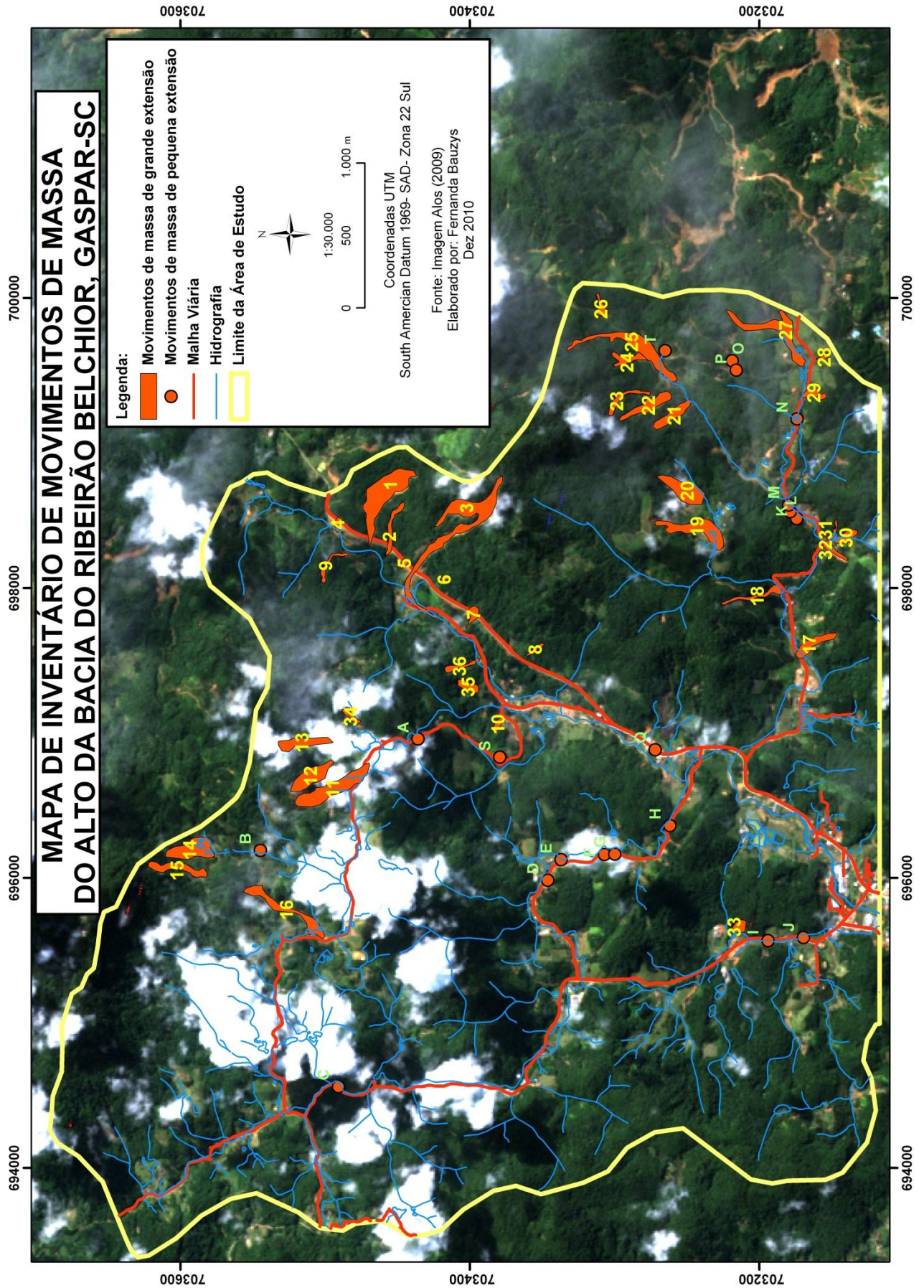


Figura04: Mapa de inventário dos processos de movimentos de massa.

6. Conclusão

Com as observações feitas em campo, no pós-desastre do evento de 2008, e com os dados desta pesquisa foi possível verificar que o alto da bacia do ribeirão Belchior encontra-se em uma área bastante suscetível a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Isso se deve principalmente ao relevo acidentado, com presença de vertentes íngremes e alta densidade hidrográfica, em uma região de clima úmido, sempre sujeita a elevados índices de precipitação.

São muitas as evidências mostrando que boa parte das encostas dessa área encontra-se em processo de grande instabilidade, sujeitas à ocorrência de escorregamentos translacionais, rotacionais e grandes corridas de detritos. Em síntese, esta é uma localidade sujeita a movimentos gravitacionais de massa, e sua ocupação deve ser evitada, principalmente em encostas íngremes, côncavas, e na direção de eixos de drenagem, que costumam encaixar o material deslocado por escorregamentos.

Por ser uma área perigosa, deve ser prioritário para a prefeitura do município elaborar uma carta de risco, com um projeto de uso e ocupação do local, para que não hajam mais perdas materiais e humanas.

7. Referências

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco a escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP.** 1994. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e sub-tropicais.** -2.ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2007. 552 p.

BONHAN-CARTER, G. F. **Geographic information system for geoscientists: modeling with GIS.** Ottawa: Pergamon, 1996. 398 p.

CARSON, M. A.; KIRKBY, M. J. **Hillslope form and process.** London: Cambridge University Press, 1975. 475 p.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres. Volume 1: Desastres Naturais.** Brasília: MPO, 2003. 177p.

CEPED. **Resposta ao desastre em Santa Catarina no ano de 2008: avaliação das áreas atingidas por movimentos de massa e dos danos em edificações durante o desastre.** Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1979. 188 p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica.** In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente.** 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 123-194.

GUIDICINI, G.; IWASA O.Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido.** São Paulo: IPT. Publicação n°. 1080. 1976, 48 p.

MARCELINO, E.V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamentos no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto.** 2003. 228f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos. 2003.

MARCELINO, E.V. **Desastres naturais e geotecnologias: Conceitos básicos.** INPE/CRS: Santa Maria, 2008. 38p. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/cadernos/Caderno1_Desastres%20Naturais-conceitosbasicos.pdf. Acesso em: 28 nov. 2009.

PARISE, M. Landslide mapping techniques and their use in the assessment of the landslide hazard. **Physics and Chemistry of the Earth.** Vol 26, no 9, p. 697-703, 2001.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and process.** Oxford: OxfordUniversity Press, 1982. 264p.