



**P**  
**ARA DESENVOLVER  
A TERRA**  
MEMÓRIAS E NOTÍCIAS  
DE GEOCIÊNCIAS  
NO ESPAÇO LUSÓFONO

Quinta-Ferreira, M., Barata, M. T.,  
Lopes, F. C., Andrade, A. I.,  
Henriques, M. H., Pena dos Reis, R.  
& Ivo Alves, E.

Coordenação

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA DOS  
MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS NO VALE DO ITAJAÍ  
(ESTADO DE SANTA CATARINA) – BRASIL -  
EM NOVEMBRO DE 2008

CARACTERIZATION OF THE LANDSLIDES THAT OCCURRED  
IN ITAJAÍ VALLEY (SANTA CATARINA STATE) – BRAZIL -  
NOVEMBER 2008

E. R. Tomazzoli<sup>1</sup>

**Resumo** – Neste trabalho foram caracterizados os diversos tipos de movimentos de massa que ocorreram em novembro de 2008, no entorno do Morro do Baú, na região do Vale do Itajaí (Estado de Santa Catarina) e as suas relações com as características geológicas e geomorfológicas. Os escorregamentos translacionais, que muitas vezes evoluíram para fluxos de lama e detritos, foram os movimentos de massa mais frequentes e que ocorreram, preferencialmente, no domínio das rochas do Complexo Granulítico, onde há solos espessos associados a elevadas declividades das encostas de vales que estão balizadas por falhas e cobertas por densa vegetação. Escorregamentos rotacionais também foram numerosos, embora menos frequentes. De modo a reduzir os efeitos catastróficos destes desastres recomenda-se o mapeamento prévio de áreas susceptíveis. Na elaboração dos mapas de susceptibilidade é de fundamental importância a caracterização dos tipos de deslizamentos e suas relações com elementos geológicos e geomorfológicos, que muitas vezes, controlam os processos de desenvolvimento e direcionamento dos movimentos gravitacionais de massa.

**Palavras-chave** – Deslizamentos; Fluxos de lama e detritos; Vale do Itajaí

*Abstract* – This study characterizes the various types of mass movements that affected the Morro do Baú located in Vale do Itajaí (Santa Catarina State). The relations between the landslides and the geological and geomorphological characteristics were defined. The translational soil slides were the larger, and most frequent mass movements, showing greater

---

<sup>1</sup> Dep. de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil; edison@cfh.ufsc.br

*incidence in the Granulitic Complex rocks. This is due to the thick coverage soil and it is associated to very steep slopes of faulted valleys, covered by dense vegetation. Rotational soil slides were also numerous and important, but of smaller dimension. Previous mapping of landslide-prone areas must be carried out, in order to reduce landslide catastrophic consequences. In the preparation of the hazard mapping, it is very important to characterize the landslides types and their relations with geological and geomorphological elements, since these often control the development and direction of gravitational mass movements.*

**Keywords** – Landslides; Debris and mud flows; Itajaí Valley

## 1 – Introdução

Nos dias 22 e 23 de novembro de 2008 ocorreram intensas precipitações no Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina, totalizando mais de 400 mm, segundo dados meteorológicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Essas precipitações foram precedidas por um período de cerca de três meses de chuvas contínuas que provocaram a saturação do solo e culminaram em numerosos e catastróficos movimentos de massa, provocando 135 mortes e 2 desaparecimentos, centenas de feridos e milhares de desabrigados, além de grandes perdas materiais.

## 2 – Localização da área de estudo

Abrange parte dos municípios de Gaspar, Ilhota e Luiz Alves, no entorno do Morro do Baú (Fig. 1). Essa área foi uma das mais atingidas pelo evento de 2008 e exibe uma grande concentração de cicatrizes de deslizamentos.



Fig. 1 - Mapa de localização.

## 3 – Contexto geológico-geomorfológico local

Geologicamente, a área de estudo é constituída pelo Complexo Granulítico de Santa Catarina, de idade paleoproterozóica, pelo Grupo Itajaí, de idade neoproterozóica e por depósitos colúvio-aluvionares quaternários, como mostra a Fig. 2.

Complexo Granulítico é composto por rochas metamórficas da fácies granulito, retrometamorfisadas, em alguns locais, para as fácies anfibolito e xisto verde. Os litotipos mais comuns são gnaisses quartzo-feldspáticos com hiperstênio. Subordinadamente ocorrem também núcleos de rochas ultramáficas, gnaisses calcissilicáticos, kinzigitos anortositos, quartzitos e formações ferríferas (HARTMANN et al., 1979, in CALDASSO et al., 1995). Estas rochas apresentam na parte superficial um manto de intemperismo bastante espesso, atingindo profundidades muitas vezes superiores a 30 metros.

Numerosas falhas e zonas de cisalhamento seccionam o Complexo Granulítico, principalmente segundo as direções N80°E, N20°E e N30°W. Nestas estruturas estão encaixados vales fluviais profundos e retilíneos, com encostas de alta declividade, onde ocorreram grandes movimentos de massa condicionados pelo relevo acidentado associado a grandes espessuras no manto de intemperismo.

No Grupo Itajaí predominam rochas metassedimentares anquimetamórficas (com metamorfismo incipiente), representadas principalmente argilitos, siltitos e arenitos de natureza turbidítica, associadas com rochas vulcânicas e sub-vulcânicas de composição riolítica dominante ou básica, com raras camadas de tufo finos. Na porção basal da seqüência ocorrem arenitos arcoseanos e conglomerados petromíticos (Conglomerado Baú).

Os depósitos colúvio-aluvionares quaternários são constituídos por sedimentos argilosos, sílticos, arenosos ou cascalhos inconsolidados, depositados no fundo dos vales.

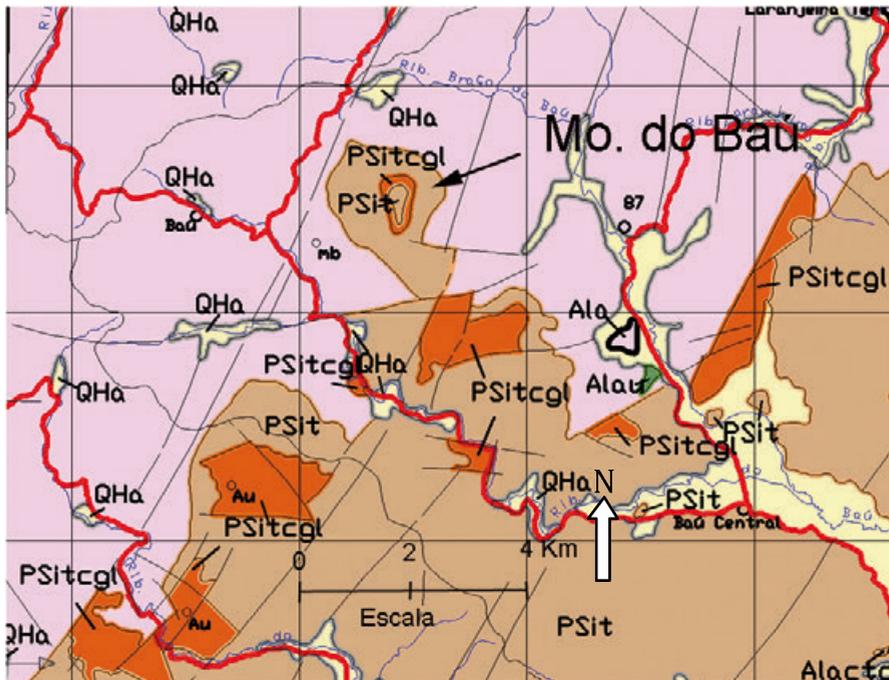


Fig. 2 - Mapa geológico da área de estudo. Legenda: cor lilás – Complexo Granulítico; PSitcgl – Grupo Itajaí/Conglomerado Baú; PSit – Grupo Itajaí/metassedimentos turbidíticos; QHa – depósitos colúvio-aluvionares quaternários.

#### 4 – Principais tipos de movimentos de massa

436

Segundo a classificação utilizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), por AUGUSTO-FILHO (1994), e pelo Manual de Desastres da Defesa Civil Nacional (CASTRO, 2003), os fenômenos relacionados a movimentos de massa podem ser classificados, genericamente, em 4 categorias principais: quedas de blocos (rock fall), escorregamentos (landslides), que podem ser divididos em translacionais e rotacionais, corridas (*flow*) e rastejos (*creep*), sendo que muitas vezes ocorrem combinações de dois ou mais processos. Na área de estudo ocorreram predominantemente movimentos de massa do tipo escorregamentos translacionais, rastejos, escorregamentos rotacionais e corridas de lama e detritos. Menos comumente ocorreram movimentos do tipo queda de blocos, principalmente em camadas de siltitos intercaladas com arenitos do Grupo Itajaí, especialmente quando essas mergulham no mesmo sentido da inclinação da encosta, facilitando assim o escorregamento de uma camada sobre a outra para fora do talude.

Rastejos como movimentos lentos de encosta que não apresentam, via de regra, uma superfície de ruptura definida (AUGUSTO-FILHO, 1994; CASTRO, 2003) e podem abranger grandes áreas e massas de materiais rochosos e solos. Eles são evidenciados pela inclinação de árvores e outros objetos fixos e pelo aparecimento de rachaduras no solo, designadas como fendas de abatimento. Essas rachaduras muitas vezes evoluem ou estão associadas a degraus de abatimento, isto é, blocos de solo escalonados, dispostos de forma rebaixada, junto às fendas, formando degraus de abatimento (Fig. 3). Na área de estudo, esse tipo de movimento foi muito comum e ocorreu em todas as unidades geológicas.



Fig. 3 - Fenda e degrau de abatimento ameaçando residência.

Por vezes formam-se feições de intumescência ou empolamento do solo na porção anterior de uma frente de rastejo, quando surgem elevações em áreas anteriormente aplanadas (Fig. 4).



Fig. 4 - Elevação de frente de rastejo em estrada, exibindo fendas de tração devido ao soerguimento.

Outras vezes, nos limites laterais da massa de solo em movimento de rastejo, observa-se o deslocamento direcional de cercas ou estradas como pode ser visto na Fig. 5.



Fig. 5 - Estrada deslocada lateralmente (ver setas) pelo movimento de uma massa de solo em rastejo. A massa que movimentou (movimento da direita para a esquerda) é a que está abaixo da linha de descontinuidade da estrada.

Escorregamentos rotacionais (*slumps*) apresentam uma superfície de rutura côncava para cima, ao longo da qual ocorre um movimento rotacional do material acima da superfície de rutura (FERNANDES & AMARAL, 2003). A presença de mantos de alteração espessos e homogêneos facilita sua ocorrência. A origem desse tipo de escorregamento está frequentemente vinculada a cortes na base das vertentes, sejam artificiais (implementação de estradas) ou naturais (erosão fluvial). Muitas vezes, o bloco que deslizou preserva a camada superficial do solo, com arbustos e árvores preservados, porém todos em posição levemente inclinada no sentido contrário ao caimento da encosta. Esses blocos escorregados estão rebaixados, formando degraus de abatimento, muitas vezes escalonados (Fig. 6). Outras vezes, dependendo das condições de saturação do solo, ocorre solifluxão, gerando corridas de lama e detritos (troncos, matacões e blocos de rocha) associadas ao deslizamento rotacional. Na área de estudo, esse tipo de movimento está frequentemente relacionado a problemas como cortes de taludes muito íngremes ou sobrecargas no topo da encosta e provou a destruição de um grande número de residências nas áreas mais urbanizadas.



Fig. 6 - Deslizamento rotacional em talude de corte que acabou destruindo completamente uma residência. Observar o degrau de abatimento.

Na área de estudo, observou-se que foram os deslizamentos translacionais (ou planares) os mais volumosos e também os de maior porte, deslocando os maiores volumes de solo, rochas e detritos.

Deslizamentos translacionais rasos mobilizam quase que exclusivamente o horizonte superior de solos, logo abaixo das raízes das plantas, conforme a descrição de SANTOS (2004), ao abordar esse tipo de deslizamento na Serra do Mar, sudeste do Brasil. Somente na sua cabeceira, designada como raiz por ser o local de sua origem ou início, há a mobilização de horizontes mais profundos, conforme o autor. Esse tipo de movimento tem início sempre na porção superior de vertentes com declividades superiores a  $30^\circ$  e costuma evoluir sob a forma de vigorosas corridas de lama e detritos (troncos, blocos e matacões de rocha) que, na área de estudo, apresentam espessuras pouco consideráveis mas alcançaram extensões lineares com vários quilômetros de comprimento, atingindo, muitas vezes, as áreas planas no sopé dos morros.

Devido às grandes espessuras de solo presentes em quase toda a região, alguns deslizamentos translacionais alcançaram níveis mais profundos e esses não podem, portanto,

ser classificados com translacionais rasos. Por vezes grandes camadas de solo indeformadas e com sua cobertura vegetal original foram translacionadas encosta abaixo por várias dezenas ou centenas de metros, levando consigo árvores na posição vertical (posição de vida) e até mesmo casas inteiras (Fig. 7).



Fig. 7 – Residência inteira, transportada por dezenas de metros, sobre uma camada de solo translacionada.

## 5 – Análise preliminar dos deslizamentos

Grande parte dos deslizamentos que ocorreram em novembro de 2008 na área de estudo está representada na imagem do satélite Landsat de janeiro de 2009 da Fig. 8. Embora essa imagem (composição colorida RGB 431) não seja a mais adequada a esse tipo de estudo, visto que sua resolução espacial (*pixels* de 30 m x 30 m) não permite a visualização dos movimentos de massa de menor porte, ela se mostra bastante eficiente na visualização dos movimentos maiores, principalmente os escorregamentos translacionais associados a fluxos de lama e detritos. Esses escorregamentos aparecem na imagem como linhas ou faixas brancas, com até dois quilômetros de extensão; quatro deles estão destacados por setas. Situam-se, preferencialmente, no Complexo Granulítico, cujo terreno é marcado por vales retilíneos profundos, encaixados em falhas e fraturas de direções predominantes N40°E, N80°E, N60°W, com encostas íngremes de elevadas declividades. Foi nas encostas íngremes desses vales que ocorreu a maior parte dos grandes escorregamentos translacionais, dos quais, alguns seguiram num curso retilíneo, alcançando a base da encosta segundo sua máxima direção de declividade. Em outros casos, o fluxo de lama e detritos sofreu desvios significativos, encaixando-se em talwegues secundários antes de chegar ao fundo do vale (seta 2 da Fig. 8). Outras vezes, o fluxo de lama e detritos ao atingir o pé da encosta, prosseguiu para jusante do vale principal, fluindo mesmo sob declividades mais baixas (seta 4 da fig. 8). Em situações mais catastróficas, o fluxo de lama e detritos avançou pelo vale, alimentado por deslizamentos translacionais rasos em ambas encostas, soterrando casas e causando diversas vítimas, como esse, na localidade de Alto Baú, mostrado pela seta 1 da Fig.8.

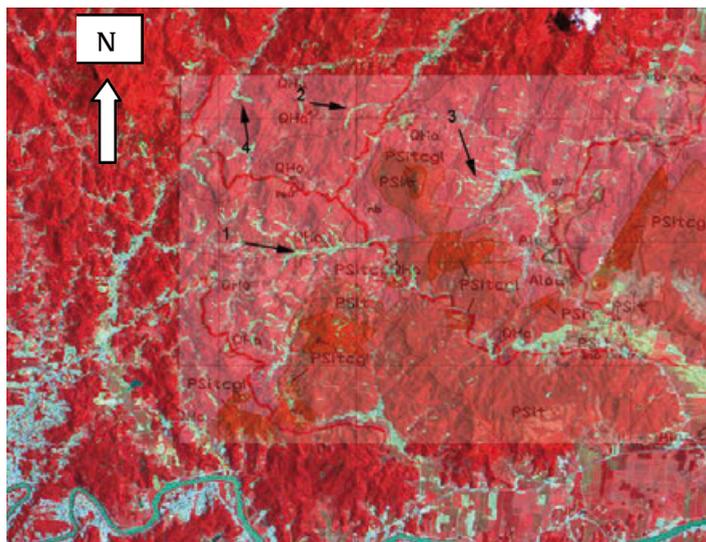


Fig. 8 - Imagem Landsat de janeiro de 2009 (RGB 431), com o mapa geológico da Fig. 2 superposto sob forma de imagem semitransparente. Observam-se os deslizamentos sob formas lineares de cor branca. Quatro deslizamentos translacionais rasos estão marcados com setas. Nessa imagem, a cor vermelha corresponde a áreas vegetadas.

## 6 – Conclusões e recomendações

Os movimentos de massa mais frequentes e de maior volume que ocorreram no entorno do Morro do Baú, no episódio de novembro de 2008 foram os escorregamentos translacionais ou planares. Apesar de ocorrer em praticamente todas as unidades geológicas, esse tipo de movimento mostrou uma maior incidência no domínio do Complexo Granulítico, devido ao fato dessa unidade possuir coberturas pedogenéticas muito espessas e estar associada às elevadas declividades das encostas de vales encaixados em falhas e fraturas. Embora possam ter sido em parte induzidos por procedimentos antrópicos como a agricultura em encostas, o desmatamento ou a retirada seletiva de árvores de maior porte da mata, considera-se aqui que esses movimentos tiveram causas naturais, tendo em atenção a sua numerosa incidência em áreas de floresta densa, sem evidências de nenhuma ação humana. Por outro lado, observou-se também que muitas vezes a porção distal desses escorregamentos assenta-se sobre extensos depósitos coluviais, no pé da encosta, formados provavelmente por deslizamentos pretéritos, anteriores ao início da colonização da área. Essa é outra evidência de que se trata de um processo natural.

Embora menos volumosos e com menores dimensões, os escorregamentos rotacionais constituem também movimentos de massa importantes. Ocorreram quase sempre relacionados com ações antrópicas como cortes de talude inadequados, ou sobrecarga da encosta devido ao peso de construções, principalmente nas áreas mais urbanizadas.

Trabalhos posteriores, já em execução, estão direcionados à determinação de áreas com maior susceptibilidade a deslizamentos, com base as características geológicas geomorfológicas e geotécnicas do terreno, associadas ao uso do solo.

## Referências Bibliográficas

- AUGUSTO-FILHO, O. (1994) - Cartas de risco a escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CALDASSO, A. L. S., KREBS, A. S. J., SILVA, M. A. S., CAMOZZATO, E. & RAMGRAB, G. E. (1995) - Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Brusque, Folha SG 22-Z-D-II-1, Santa Catarina, Escala 1:50.000. CPRM. Brasília, 272p.
- CASTRO, A. L. C. (2003) - Manual de Desastres. Volume 1: Desastres Naturais. Brasília: MPO, 177 p.
- FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. (2003) - Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. (eds.). Geomorfolgia e meio ambiente. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 123-194.
- HARTMANN, L. A., SILVA, L. C. & ORLANDI Fº, V. (1979) - O Complexo Granulítico de Santa Catarina: Descrição e Implicações Genéticas. *Acta Geológica Leopoldensia*, 3(6), p 93-112.
- SANTOS, A. R. (2004) - A Grande Barreira da Serra do Mar – da Trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Bandeirantes. O Nome da Rosa Ed. São Paulo, 122p.