
SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS – SC

Fernando Peres Dias

Mestre em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina
e-mail: fperesdias@bol.com.br

Maria Lúcia de Paula Herrmann

doutora em Geografia, prof a Dept. Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina
e-mail: herrmann@cfh.ufsc.br

ABSTRACT - *The mass wasting on hillslopes is a natural phenomenon, but it can be affected by human activities. In Brazil, one of the areas affected by these problems is the city of Florianópolis - SC. To solve or reduce these problems, local susceptibility studies are an essential issue. The objective of this research work is to analyse the landslide susceptibility in Saco Grande area, a borough of Florianópolis. For that, we tried to associate several physical and social aspects involved in the deflagration of that phenomenon. A great number of preliminary thematic maps were made, by using aerial photographs, satellite images and field data. With the support of a geographical information system, some of these maps were overlaid, resulting in the elaboration of the Landslide Susceptibility Map. With all those information available, we were able to make a susceptibility analysis of the study area. We find out that the occurrence of landslides are strongly related to inappropriate occupation, which is responsible for a great number of rock falls, the most common type of mass wasting in Saco Grande area. We also realized that the middle portions of hillslopes are the most dangerous places and its occupation has to be avoided. Finally, we recommend the implementation of an emergency plan in the Florianópolis city council.*

Key-word: Geomorphology, Mass wasting, Susceptibility analysis

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as áreas urbanas instaladas em regiões montanhosas têm sido cada vez mais afetadas por movimentos de massa ao longo das encostas. Estes movimentos são um fenômeno natural, que pode ser acelerado pela ação humana. Quando ocorrem em áreas urbanizadas, podem se tornar um problema, causando mortes e enormes prejuízos materiais.

Na tentativa de solucionar ou ao menos amenizar tais problemas, tem sido desenvolvido um número cada vez maior de estudos de susceptibilidade a movimentos de massa em áreas urbanas. Estes estudos têm por objetivo delimitar áreas mais susceptíveis a ocorrência de movimentos, a partir da análise de suas causas e mecanismos, os quais estão relacionados ao volume e frequência das precipitações, à estrutura geológica, aos materiais envolvidos, às formas de relevo e às formas de uso da terra.

Os trabalhos costumam concentrar-se no estudo dos movimentos do tipo rápidos, denominados genericamente como *deslizamentos*, pois são eles os principais responsáveis pelos problemas mencionados. Todavia, o número de estudos ainda não é suficiente e, apesar do aprimoramento dos métodos e técnicas de análise, as causas e mecanismos envolvidos na deflagração de deslizamentos continuam pouco conhecidos.

Os acidentes provocados por tal processo geomorfológico levaram a UNESCO a patrocinar dois projetos internacionais específicos. O primeiro é o Inventário Mundial de Deslizamentos, e o segundo envolve a transferência de tecnologia de previsão de deslizamentos em áreas montanhosas com base em sistemas de informação. Ambos estão inseridos em um programa das Nações Unidas, que designou a década de 90 como o “Decênio Para Redução dos Desastres Naturais”. Além disso, têm sido organizados alguns encontros científicos sobre o tema, como o *Symposium on Landslides* e o *Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano*, e algumas cidades têm investido em planos preventivos e obras de infra-estrutura.

Entretanto, apesar de todo esse esforço, os problemas continuam ocorrendo. Carvalho (1998) apresenta uma listagem das principais tragédias provocadas por deslizamentos em

todo mundo no período de 1991 a 1995. No Brasil, Augusto Filho (1995) apresenta um quadro histórico dos acidentes provocados por deslizamentos nas últimas décadas. Entre as cidades brasileiras afetadas por problemas provocados por deslizamentos está Florianópolis, no Estado de Santa Catarina.

Este trabalho tem como objetivo discutir a susceptibilidade a deslizamentos em áreas ocupadas, tendo como local de estudo o bairro Saco Grande, pertencente à malha urbana da cidade de Florianópolis. Para tanto, realizamos uma breve revisão dos conceitos ligados à ocorrência de movimentos de massa em áreas urbanas, e em seguida apresentamos e discutimos os resultados obtidos no trabalho desenvolvido no bairro Saco Grande em Florianópolis.

Eventos Extremos e Desastres Naturais

Na porção superficial da Terra, mais precisamente na litosfera e na atmosfera, ocorrem certos fenômenos que podem ser classificados como *eventos naturais extremos*. Estes podem estar associados à dinâmica interna ou externa da Terra. O primeiro caso envolve os terremotos, maremotos e o vulcanismo. O segundo diz respeito aos fenômenos atmosféricos, como ciclones, tornados, nevascas, geadas, chuvas torrenciais, ondas de calor ou de frio etc. Os eventos extremos podem atuar de forma direta

ou indireta. Neste último caso, são responsáveis pela deflagração de outros processos, como enchentes e movimentos de massa.

Quando esses fenômenos atingem áreas ocupadas, especialmente aglomerados urbanos, ocorrem acidentes, desastres e catástrofes, que podem ser definidos como impactos negativos ao sistema sócio-econômico. Geralmente provocam mortes e grandes prejuízos materiais. A diferenciação entre acidente, desastre e catástrofe está na proporção do impacto e na quantidade de recursos (humanos e financeiros) necessários para mitigação dos problemas gerados. Segundo Alexander (1993), nas catástrofes, a intensidade dos impactos negativos é extremamente elevada, sendo necessários recursos que vão além das possibilidades de uma região ou do próprio país.

Para designar a probabilidade de ocorrência de um evento extremo em uma área ocupada, muitos autores utilizam o termo “risco natural”. A palavra risco (tradução literal do termo inglês *risk*) é usada erroneamente como sinônimo da expressão *hazard*. Carvalho (1998) realizou uma breve revisão conceitual da expressão *natural hazard*, apresentando as definições propostas pela UNDRO (*United Nations Disaster Relief Office*) e pelo AGI (*American Geological Institute*).

Segundo a UNDRO¹, *natural disaster*:

“... is the naturally occurring or man-made geologic condition or phenomenon that presents a risk or is a potential danger to life and property”

[... é uma condição ou fenômeno geológico natural ou induzido pelo homem que apresenta um risco ou é um perigo potencial para a vida e o patrimônio]

De acordo com a AGIⁱ, *natural hazard*:

“... is the probability of occurrence within a specified period of time and within a given area of a potentially damaging phenomenon”

[... é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente prejudicial em um determinado período de tempo e numa dada área]

Carvalho apresenta ainda o conceito do termo *risk*, proposto por Varnesⁱⁱ. Segundo este autor, *risk*:

“... means the expected degree of loss due to a particular phenomenon”

[... significa o grau de prejuízo esperado devido a um fenômeno particular]

Podemos perceber que os termos *hazard* e *risk*, da forma como foram utilizados originalmente na literatura sobre eventos naturais extremos, não são sinônimos. O termo *hazard* trata especificamente da probabilidade de ocorrência de um fenômeno prejudicial. O termo *risk* refere-se somente aos prejuízos provocados por tal fenômeno.

Portanto, a expressão *hazard*, quando associada ao estudo dos eventos extremos, não deve ser traduzida como “risco”. Por este

¹ In *Natural Disaster and Vulnerability Analysis* (1982)

motivo, no presente trabalho preferimos utilizar os termos *perigo*, ou simplesmente *susceptibilidade* (de ocorrência de um fenômeno que pode afetar negativamente uma comunidade).

É possível notar que a noção de perigo envolve uma estreita relação entre eventos naturais extremos e atividades humanas. Nas palavras de Monteiro (1991), a existência de perigo é uma função do ajustamento humano aos eventos naturais extremos. Por exemplo, as enchentes não representariam perigo se as planícies inundáveis não fossem ocupadas. Da mesma forma, os movimentos de massa não seriam perigosos se as encostas não fossem intensamente ocupadas em algumas áreas urbanas.

Em muitos casos, o próprio homem pode aumentar a probabilidade de perigo, devido ao uso inadequado da natureza. Exemplos deste fato são as alterações no regime de escoamento provocadas pela impermeabilização das superfícies urbanizadas, o que pode aumentar o risco de enchentes. Ou ainda o corte de taludes para construção de estradas e edifícios, que pode desestabilizar as encostas.

Entre os fenômenos que podem representar perigo para as atividades humanas estão os movimentos de massa.

Movimentos de Massa

Segundo Selby (1990:117), movimento de massa é o movimento de solo ou material rochoso encosta abaixo sob a influência da gravidade, sem a contribuição direta de outros fatores como água, ar ou gelo. Entretanto, água e gelo geralmente estão envolvidos em tais movimentos, reduzindo a resistência dos materiais e interferindo na plasticidade e fluidez dos solos.

Internamente estão ligados à alteração do equilíbrio entre as tensões no interior da massa (Cruz, 1974:156). Esse equilíbrio é controlado principalmente pelo teor de água e pelo teor e estrutura interna das argilas. O plano de ruptura dos movimentos geralmente está relacionado a descontinuidades mecânicas e/ou hidráulicas, localizando-se preferencialmente nos contatos entre o solo, o saprolito e a rocha sã.

Podem ser deflagrados por eventos chuvosos extremos, chuvas prolongadas de intensidade moderada, terremotos, erupções vulcânicas e derretimento de geleiras. Na maior parte dos casos, a chuva é o principal agente deflagrador.

A deflagração também está relacionada às condições que antecedem o evento pluviométrico extremo. Há maior probabilidade de ocorrência de movimentos quando um forte aguaceiro é precedido por dias consecutivos

de chuva, que aumentam o grau de saturação do solo. Uma chuva intensa precedida por dias secos também pode provocar movimentos, mas a probabilidade de ocorrência diminui quando comparada à situação anterior.

Os movimentos de massa também estão associados a fatores como estrutura geológica, características dos materiais envolvidos, morfologia do terreno (declividade, tipo de modelado e forma das encostas) e formas de uso da terra.

A estrutura geológica diz respeito principalmente a falhas, fraturas, bandamentos e foliações. A existência destas estruturas, associada às suas características (direção e mergulho), condicionam o surgimento de descontinuidades mecânicas e hidráulicas, as quais contribuem decisivamente na deflagração de movimentos. As características dos materiais estão relacionadas a granulometria, porosidade, permeabilidade, resistência ao cisalhamento, entre outros. Estas características determinam a estabilidade natural dos materiais e também são responsáveis pelo surgimento das descontinuidades mencionadas.

A morfologia do terreno é um dos principais fatores que condicionam a ocorrência de movimentos. A declividade favorece o rápido deslocamento de massas de solo e blocos de

rocha ao longo das encostas pelo efeito da gravidade. Entretanto, nem sempre o maior número de movimentos ocorre nas áreas mais íngremes. Isto se deve a variações no tipo de cobertura vegetal e ao fato dos terrenos mais íngremes geralmente serem constituídos por afloramentos rochosos desprovidos de cobertura superficial. Quanto aos tipos de modelado, as áreas de dissecação que apresentam forte incisão dos vales junto às encostas íngremes são as mais susceptíveis a movimentos de massa. A forma das encostas também é um fator importante. Encostas retilíneas são as mais perigosas, por apresentarem uma declividade relativamente constante ao longo de seu perfil, o que facilita o rápido deslocamento dos materiais superficiais. Além disso, a forma das encostas atua indiretamente, gerando zonas de convergência e divergência dos fluxos d'água superficiais e subsuperficiais.

As formas de uso da terra atuam decisivamente na deflagração de movimentos de massa, especialmente em áreas ocupadas. A retirada da vegetação contribui para rápida saturação do solo durante chuvas intensas. Escavações e a instalação de casas e prédios em terrenos inclinados podem desestabilizar a cobertura superficial. A abertura de ruas e caminhos seguindo a declividade das encostas contribui para concentração de fluxos d'água

superficiais e subsuperficiais, gerando zonas de saturação propícias a ocorrência de movimentos.

Os movimentos de massa fazem parte da dinâmica da paisagem. Destacam-se como um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela evolução do relevo, sobretudo em áreas montanhosas. Remobilizam materiais ao longo das encostas em direção às planícies e promovem, juntamente com os processos erosivos, o recuo das encostas e a formação de rampas coluviais. Entretanto, quando ocorrem em áreas ocupadas podem se tornar um problema, causando mortes e enormes prejuízos materiais

A sua classificação é complexa, pois há uma grande variedade de materiais e processos envolvidos. Devem ser levados em conta parâmetros como: velocidade e mecanismo do movimento; características dos materiais; modo de deformação; geometria do movimento e quantidade de água.

Selby (1990:117) apresenta os principais sistemas classificatórios internacionais. O primeiro deles foi elaborado por Sharpe em 1938. A classificação de Sharpe foi feita de acordo com os seguintes parâmetros: velocidade do movimento, tipo de material (rocha ou soloⁱⁱⁱ) e quantidade de água e gelo contidos na massa. Os movimentos são divididos em duas categorias principais: fluxos ou corridas (*flows*) e

escorregamentos (*slides*), sendo que estas categorias subdividem-se em várias outras.

Todas as propostas posteriores foram de alguma forma influenciadas pelo trabalho pioneiro de Sharpe. Entre elas estão as classificações elaboradas por Varnes em 1958 e 1975 e por Hutchinson em 1968. A proposta de Varnes, que se refere somente aos movimentos mais rápidos, inclui o modo de deformação como um novo parâmetro e apresenta maior refinamento no que diz respeito aos tipos de materiais. Além disso, classifica alguns movimentos como *complexos* (combinações de dois ou mais tipos), reconhecendo assim a dificuldade em se estabelecer limites rígidos entre um tipo de movimento e outro. Augusto Filho (1995:31) destaca o fato da proposta de Varnes ser considerada a classificação oficial da Associação Internacional de Geologia de Engenharia - IAEG.

Hutchinson também utiliza o modo de deformação como parâmetro e procura englobar todos os tipos de materiais envolvidos. Sua classificação inclui o rastejamento (*creep*), os escorregamentos (*landslides*) e os movimentos ligados especificamente ao congelamento e degelo da superfície (*frozen ground phenomena*). Segundo Selby (1990:117), esta é a classificação mais completa.

As classificações brasileiras também foram influenciadas pelo trabalho de Sharpe. A

primeira delas, elaborada por Freire em 1965, divide os movimentos em escoamentos (rastejo e corridas), escorregamentos (rotacionais e translacionais), subsidências e desabamentos (conforme Wolle, 1980). Esta proposta foi adaptada por Guidicini e Nieble em 1976. Posteriormente, em 1991, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT elaborou uma classificação mais simplificada.

É possível notar diferenças significativas entre as várias classificações analisadas. Isto se deve sobretudo à falta de um critério único. Cada autor atribui maior importância a um determinado parâmetro, seja a velocidade, os materiais envolvidos, o modo de deformação etc. Entretanto, notamos que alguns tipos genéricos de movimentos de massa estão presentes na maior parte das classificações. São eles: o rastejamento (*creep*), as corridas (*flows*), os escorregamentos (*slides*) e as quedas de blocos (*rockfalls*).

O rastejamento é o movimento gravitacional lento e contínuo da camada superficial do solo, perceptível somente em observações de longa duração. Esta camada superficial geralmente não chega a um metro de profundidade, mas pode atingir mais de 10 metros em alguns locais (Selby, 1990:119).

As corridas são movimentos rápidos, associadas à concentração dos fluxos d'água superficiais em determinado ponto da encosta.

Geralmente os materiais (solo, pequenos blocos e restos vegetais) são transportados ao longo de canais de drenagem e se comportam como um fluido altamente viscoso. Uma corrida pode ser gerada por pequenos escorregamentos que se deslocam em direção aos cursos d'água, o que torna difícil a distinção entre estes dois tipos de movimento.

De acordo com Fernandes e Amaral (1996:139-145), os escorregamentos são movimentos rápidos, de curta duração e com plano de ruptura bem definido, sendo possível a distinção entre o material deslizado e o que não foi movimentado. O material envolvido pode ser constituído por solos, depósitos de encosta (colúvio), rochas, detritos ou até lixo doméstico. Este último pode ser considerado um depósito quaternário com comportamento geomecânico específico. Quanto ao plano de ruptura, os escorregamentos são subdivididos em rotacionais e translacionais.

Os rotacionais possuem superfície de ruptura curva, côncava para cima (forma de "colher"), ao longo da qual ocorre o movimento rotacional de uma massa de solo. A presença de mantos de alteração espessos e homogêneos, como aqueles originados de rochas argilosas, facilita sua ocorrência. Geralmente estão associados à percolação da água em profundidade, sendo deflagrados algum tempo depois de um evento chuvoso. O início do movimento muitas vezes está ligado a cortes no sopé da encosta, provocados por erosão fluvial ou pela construção

de moradias e estradas. Apresenta como feições típicas as escarpas de topo, fendas transversais na massa transportada e uma língua de material acumulado na base da encosta.

Os escorregamentos translacionais são o tipo de movimento de massa mais comum nas encostas cobertas por solos. Apresentam superfície de ruptura com forma planar, que geralmente acompanha descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas do material. Estas descontinuidades podem ser resultantes de acamamentos, foliações, falhas, fraturas ou dos contatos entre rocha, saprolito, solo e colúvio. Os movimentos costumam ser compridos e rasos e estão associados a uma dinâmica hidrológica mais superficial. Geralmente são deflagrados durante eventos pluviométricos de alta intensidade, quando a taxa de infiltração torna-se superior à taxa de retirada de água do interior da encosta por fluxos subsuperficiais. Com isso, há um aumento excessivo da poro-pressão, causando a ruptura.

As quedas de blocos representam movimentos em queda livre de blocos e lascas de rocha. São resultantes do avanço do intemperismo físico e químico através das descontinuidades das rochas, representadas por falhas, fraturas e bandamentos. Este processo é responsável pela decomposição esferoidal de rochas como o granito, dando origem a blocos e matacões envoltos por um manto de alteração. A posterior remoção por erosão do material

proveniente da decomposição esferoidal tende a isolar estes blocos e matacões na superfície do terreno. Durante chuvas intensas e/ou prolongadas, os mesmos podem se soltar e rolar encosta abaixo sob efeito da gravidade. As quedas de blocos são um dos principais processos responsáveis pela formação de depósitos de tálus.

Como já foi referido, a distinção precisa entre os movimentos nem sempre é possível. Muitas vezes ocorrem combinações de dois ou mais tipos de movimento. Por este motivo, no trabalho desenvolvido em Florianópolis, no bairro Saco Grande, optamos pela utilização do termo genérico deslizamento, que pode ser definido como o rápido movimento de materiais superficiais encosta abaixo. Tal definição inclui, portanto, as corridas, os escorregamentos e as quedas de blocos. O rastejamento não deixa de ser considerado na pesquisa, mas é visto apenas como um indício de instabilidade das encostas.

ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS - SC

Caracterização da Área

O bairro Saco Grande está inserido nas bacias dos rios Vadik, Pau de Barco, Jacatirão e do Mel, localizadas na porção centro-norte da Ilha de Santa Catarina. Possui área total de 16, 86 km² (Figura 1). O clima atuante não só na área do Saco Grande, mas em todo litoral catarinense, é do tipo subtropical úmido,

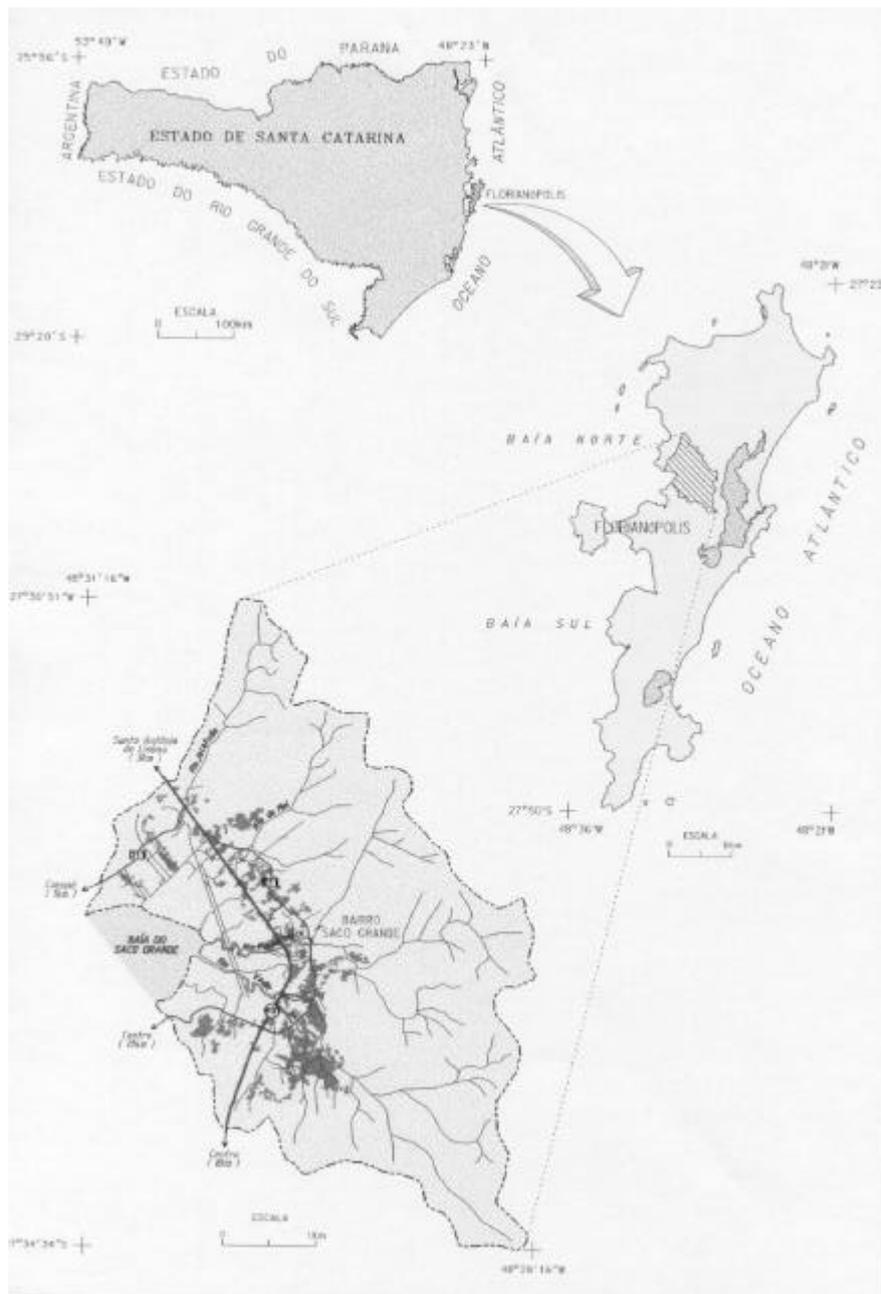


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo

com amplitudes térmicas anuais oscilando entre 8o e 10o C. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, apresentando valores médios de 1.500 mm/ano. Entretanto, há certa concentração das chuvas no verão, quando a precipitação máxima diária pode

atingir valores excepcionais, superiores a 400 mm. As encostas são recobertas por solos podzólicos vermelho-amarelos e cambissolos argilosos, originários dos granitos Ilha e Itacorubi, e por solos podzólicos vermelho-escuros, provenientes de diques de diabásio.

As áreas de planície são recobertas por solos glei e solos indiscriminados de mangue. Na interface planície-baixa encosta, há acumulações colúvio-eluviais.

Quanto ao relevo, o bairro Saco Grande está inserido nas unidades geomorfológicas Planícies Costeiras e Serras do Leste Catarinense. A primeira compreende uma extensão de terrenos planos ou levemente ondulados, cujos processos formadores estão diretamente relacionados às variações do nível marinho durante o Quaternário (Herrmann e Rosa, 1991). A última caracteriza-se pela presença de *trends* estruturais que condicionam intensa dissecação do relevo, gerando interflúvios convexos e estreitos, vales profundos e encostas com alta declividade sulcadas e separadas por cristas, as quais ocorrem associadas a falhamentos (Herrmann e Rosa, 1991).

Nas últimas décadas, a área tem passado por intenso processo de crescimento urbano, que está relacionado principalmente à expansão urbana verificada em Florianópolis no mesmo período. A partir da década de 70, as antigas chácaras, que em sua maioria se dedicavam à atividade agrícola, foram sendo loteadas e transformadas em áreas com função urbana. Na década de 80, muitas pedreiras foram abandonadas, sendo depois ocupadas principalmente pela população de baixa

renda. Recentemente, têm sido construídas casas de alto padrão, sedes administrativas de empresas, centros de entretenimento e alguns prédios de até 4 andares.

Procedimentos Metodológicos

Basicamente, os procedimentos metodológicos envolveram uma tentativa de integração dos atributos físicos e sociais envolvidos na deflagração de deslizamentos. Dentro de uma perspectiva sistêmica, foram analisados alguns elementos da paisagem, como declividade, tipos de modelado, uso da terra e pedologia. A combinação destes elementos permitiu a realização de um estudo da susceptibilidade a deslizamentos, indicando as áreas mais perigosas e discutindo as possíveis implicações para o bairro Saco Grande.

As etapas de trabalho compreenderam o levantamento de informações em campo, o mapeamento temático preliminar e a elaboração do mapa de susceptibilidade.

O Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos foi obtido a partir do cruzamento, em ambiente digital, dos seguintes mapas: Mapa de Declividade, Mapa Geomorfológico, Mapa de Forma das Encostas e Mapa de Uso da Terra.

Primeiramente foram definidas as regras de cruzamento, isto é, as combinações entre os diferentes elementos da paisagem que seriam utilizadas para se chegar às classes

do Mapa de Susceptibilidade, definidas como *nula/baixa*, *moderada*, *alta* e *muito alta*. A elaboração de tais combinações foi feita levando em conta o modo como alguns elementos da paisagem, especialmente morfologia e uso da terra, atuam na deflagração de deslizamentos.

Partimos do princípio genérico que áreas ocupadas ou desmatadas, com declividade acentuada, alto grau de dissecação do relevo e encostas retilíneas são aquelas onde há maior perigo de ocorrência de deslizamentos. Por outro lado, em locais preservados com declividade reduzida, o perigo de deslizamentos é praticamente inexistente. A partir destas duas situações extremas, foram definidas várias situações intermediárias, procurando hierarquizar a susceptibilidade de cada local à ocorrência de deslizamentos, de acordo com suas características geomorfológicas (tipo de modelado e forma das encostas), de declividade e de uso da terra.

Todo trabalho de mapeamento foi realizado com auxílio dos programas *Idrisi for Windows*, *Microstation 95* e *Microstation Geographics 95*, nos laboratórios de Geoprocessamento e de Cartografia do Departamento de Geociências da UFSC. A escala de trabalho adotada foi 1:25.000.

Análise da Susceptibilidade a Deslizamentos

Todas as informações físicas e sociais levantadas permitiram a elaboração de um mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos na área de estudo, cujo resultado é apresentado no Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos (figura 2) e na tabela 1.

Nas áreas com susceptibilidade *nula/baixa*, o perigo de ocorrência de deslizamentos é praticamente inexistente, pois os terrenos são muito planos, não permitindo o fluxo rápido de massas de solo ou blocos de rocha pelo efeito da gravidade. Correspondem a setores das rampas colúvio-eluviais, ombreiras, patamares e encostas com declividade entre 0 e 8%. Algumas encostas com declividade entre 8 e 16% também apresentam susceptibilidade *nula/baixa*, devido a sua forma côncava ou convexa, que reduz o perigo de deslizamentos.

Nos locais com susceptibilidade *moderada*, existe perigo, ainda que reduzido. Correspondem aos terrenos formados por encostas côncavas ou convexas, com declividade entre 16 e 30%, nos quais a manutenção da cobertura vegetal (mata ou reflorestamento) reduz o perigo de movimentos.

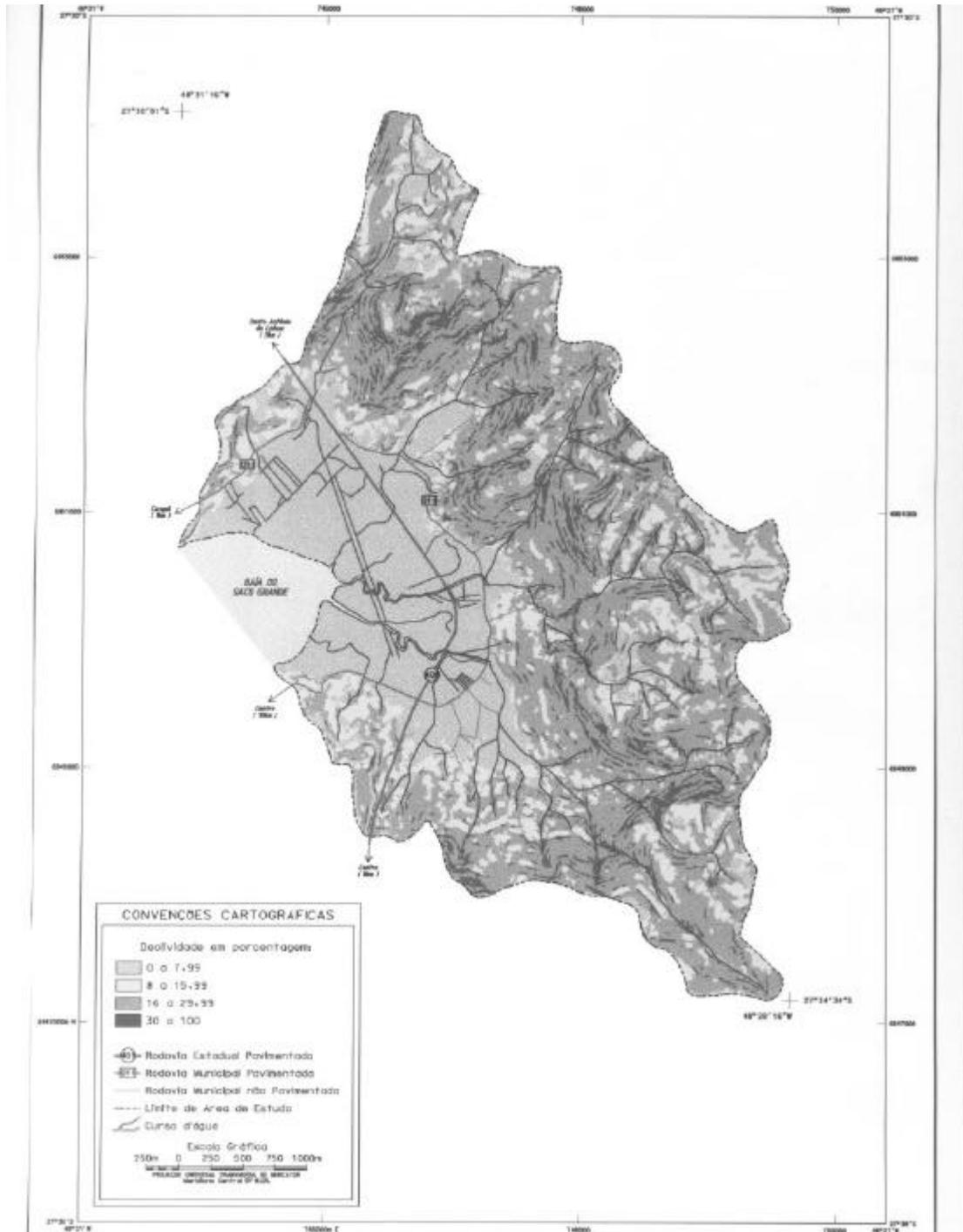


Figura 2 - Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos, bairro Saco Grande

Em algumas encostas com declive entre 8 e 16% a susceptibilidade também é *moderada*, devido à presença de um perfil retilíneo, que aumenta o perigo. Este aumento está relacionado ao fato das encostas retilíneas geralmente apresentarem comprimento maior que as côncavas ou convexas, favorecendo a movimentação do material.

A susceptibilidade *alta* indica perigo considerável, especialmente quando a vegetação é desmatada e quando são feitas escavações para instalação de casas e pequenos prédios, pois a declividade acentuada destes locais favorece o fluxo rápido de materiais superficiais. Estão incluídas nesta classe as encostas côncavas ou convexas com declive entre 16 e 30%, nas quais a cobertura vegetal de mata ou reflorestamento foi substituída por capoeirinhas, pastagens, áreas urbanizadas ou áreas desmatadas. Também são considerados terrenos com *alta* susceptibilidade as encostas retilíneas com declive entre 16 e 30%, cobertas ou não por vegetação, e as encostas côncavas ou convexas com ângulo de inclinação entre 30 e 100%. Neste último caso, independentemente da forma de uso, o perfil côncavo ou convexo reduz o perigo representado pela alta declividade.

As áreas com susceptibilidade *muito alta* são as mais perigosas, por possuírem uma

combinação de alta declividade e encostas retilíneas. O perigo nestas últimas áreas torna-se ainda maior quando a mata é retirada, dando lugar a capoeirinhas, pastagens, áreas urbanizadas ou áreas desmatadas.

Nas áreas susceptíveis a enchentes, como o próprio nome indica, há perigo apenas de inundações, sendo a probabilidade de ocorrência de deslizamentos nula. Correspondem à planície sedimentar e a alguns trechos das margens dos cursos d'água, inundadas durante chuvas intensas devido à declividade reduzida (0 - 8%).

TABELA 1

Áreas correspondentes às classes do Mapa de Susceptibilidade

Susceptibilidade	Área (m ²)	% da área total
Nula/Baixa	3.820.445	22,65
Moderada	5.873.656	34,84
Alta	2.653.088	15,73
Muito Alta	353.279	2,09
Susceptível a Enchente	4.162.148	24,69
Total	16.862.616	100,0

Analisando as informações contidas na tabela 1, percebemos que os locais onde o perigo de deslizamentos é praticamente inexistente (susceptibilidade nula/baixa e área sujeita a enchente) somam 47,3% do total. As áreas com maior perigo (susceptibilidade alta e muito alta) somam apenas 17,82% e se localizam preferencialmente nos trechos de média

encosta, inseridos em modelados de dissecção. Notamos ainda que, nas áreas de encosta em geral, predomina a susceptibilidade moderada, que é a classe com maior expressão areal, representando 34, 84% do total. Estes dados reforçam a recomendação de que nos trechos de média

encosta a ocupação deve ser evitada, pois nestes locais concentra-se o maior perigo de deslizamentos.

Também estão representados no Mapa de Susceptibilidade dois pontos onde ocorreram quedas de blocos e um ponto sob perigo iminente de deslizamento (figuras 3 e 4).



FIGURA 3 - Ponto onde ocorreu o deslizamento de um bloco (visto de diferentes ângulos). O bloco deslizado permanece em condição precária de equilíbrio, podendo dar origem a novos acidentes.

Com base nas informações levantadas, podemos afirmar que o perigo de ocorrência de movimentos de massa dos tipos escorregamento e corrida não é muito acentuado na área de estudo. Os locais mais susceptíveis a estes tipos de movimento parecem ser aqueles onde, além da combinação de alta declividade e encostas retilíneas, ocorre o contato entre os mantos de alteração do granito e do diabásio. Este fato é

comprovado pela ocorrência do grande escorregamento rotacional no Morro do Cacupé, em um ponto de contato próximo ao bairro Saco Grande. Contudo, a delimitação destas áreas de contato requer um mapeamento geológico detalhado, cuja realização não foi possível dentro deste projeto de pesquisa devido à extensão da área de estudo e aos limites de tempo.



FIGURA 4 - Ponto sob perigo iminente de deslizamento, provocado por uma escavação mal dimensionada.

Notamos, especialmente em campo, que o tipo de movimento mais freqüente e que representa maior perigo na área do Saco Grande é a queda de blocos, com algumas ocorrências já registradas. Entretanto, a delimitação dos locais mais susceptíveis às quedas é uma tarefa minuciosa, que tem como base a identificação dos matacões em condição instável de equilíbrio.

Percebemos ainda que a susceptibilidade a deslizamentos é fortemente influenciada pela ocupação inadequada, que contribui na deflagração de quedas de blocos e cria situações de perigo iminente durante episódios pluviais intensos.

Como já foi mencionado, os trechos de média encosta devem ser evitados, por apresentarem alta susceptibilidade a deslizamentos. Nos trechos de alta encosta a ocupação torna-se inviável mesmo em locais com susceptibilidade baixa ou moderada. Isto devido às dificuldades de acesso, que tornariam o custo de implantação de infra-estrutura (rede elétrica, água e esgoto) muito elevado, e ao fato destes locais serem considerados Áreas de Preservação Permanente - APP pelo Plano Diretor. Sua ocupação poderia ainda comprometer as nascentes dos principais rios locais, em sua maioria localizadas na alta encosta.

Na baixa encosta, em locais com susceptibilidade moderada ou alta, a ocupação

deve seguir critérios como a realização de obras especiais de contenção e o adequado dimensionamento das escavações, pois existe perigo, ainda que reduzido. Vale lembrar que muitos destes locais são considerados Área de Preservação com Uso Limitado - APL, onde a ocupação criteriosa não é apenas uma recomendação e sim um requisito legal.

Até os dias atuais, a maior parte dos trechos de média encosta continua desocupado. Apenas no Morro do Caju, pertencente a bacia do rio Pau de Barco, a ocupação começa a invadir tais locais. Esta situação de preservação pode e deve ser mantida, pois todas as áreas de média encosta são definidas no Plano Diretor como APP. Trata-se de medida preventiva com intuito de evitar o agravamento ainda maior dos problemas provocados por deslizamentos, especialmente quedas de blocos, no bairro Saco Grande.

Para solucionar ou amenizar, a curto e médio prazo, os problemas provocados por deslizamentos, sugerimos a implementação efetiva de um serviço de fiscalização do uso da terra, tendo por base as normas definidas no Plano Diretor de Florianópolis (1998), e a implantação de um plano emergencial de Defesa civil no município. Este plano envolveria ampla campanha educacional e a transferência ou remobilização das pessoas instaladas em locais de perigo. Envolveria ainda ações da Prefeitura que estimulassem a realização de pequenas obras

de contenção em regime comunitário e a remoção dos blocos de rocha instáveis.

Apesar de apresentar algumas deficiências, acreditamos que a presente pesquisa fornece subsídios para o planejamento territorial do município de Florianópolis. As informações contidas no Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos podem ser utilizadas na definição de recomendações de uso para o bairro Saco Grande, reduzindo assim os problemas provocados por tal fenômeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D. (1993). **Natural Disaster**. Londres: UCL Press.

AUGUSTO FILHO, O. (1995) Deslizamientos. **Aspectos Geológicos de Protección Ambiental**. Campinas, v.2, pp.29-47.

CARVALHO, J.A.R. (1998). “Perigos Geológicos, Cartografia Geotécnica e Proteção Civil”. In: **3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica**. Florianópolis, UFSC. CD-ROM.

CRUZ, O. (1974). **A Serra do Mar e o Litoral na Área de Caraguatatuba - Contribuição à Geomorfologia Tropical Litorânea**. São Paulo: IGEO/USP.

FERNANDES, N.F. e AMARAL, C.P. do (1996). Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. In:

GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da (Orgs.)
Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de
Janeiro: Bertrand Brasil, pp.123-194.

FREYESLEBEN, L.M.C. (1979). **Aspectos
Essenciais do Ritmo Climático de
Florianópolis**. Florianópolis, UFSC (Tese de
Professor Adjunto).

HERRMANN, M.L. de P.e ROSA, R. de O.
(1991). **Mapeamento Temático do Município
de Florianópolis - Geomorfologia**.
Florianópolis: IPUF/IBGE.

MONTEIRO, C.A. de F. (1991). **Clima e
Excepcionalismo**. Florianópolis: Editora UFSC.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE
FLORIANÓPOLIS (1998). Florianópolis:
Instituto de Planejamento Urbano de
Florianópolis - IPUF.

SELBY, M.J. (1990) **Hillslope Materials &
Processes**. Oxford : Oxford University Press.

WOLLE, C.M. (1980). **Taludes Naturais –
Mecanismos de Instabilização e Critérios de
Segurança**. São Paulo, USP (Dissertação de
Mestrado).

ⁱ In *Glossary of Geology* (1985)

ⁱⁱ In *Landslide Hazard Zonation, a review of
principles and practice* (1984)

ⁱⁱⁱ A categoria *solo* inclui terra (*earth*), lama (*mud*)
e detritos (*debris*).