



CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS DE MASSA QUE OCORREM NA ÁREA URBANA DE CAXIAS DO SUL-RS

Luis Eduardo de Souza Robaina¹

Tanice Cristina Kormann²

Anderson Augusto Volpato Scoti

Monica Marlise Wiggers

RESUMO

O município de Caxias do Sul é um importante centro industrial do estado do Rio Grande do Sul e apresenta uma ocupação adensada em áreas declivosas sobre um substrato rochoso com marcantes descontinuidades, o que gera condição propícia à ocorrência de movimentos de massa. Dessa forma, este trabalho busca contribuir com o estudo sobre acidentes provocados por movimentos de massa, no município, através da organização de um inventário dos eventos e posterior análise descritiva das feições morfológicas que estão associadas ao desencadeamento dos processos.

Palavras-chave : movimento de massa, áreas de risco, Caxias do Sul

ABSTRACT

Caxias do Sul city is an important industrial center of Rio Grande do Sul state. The dense occupation of sloping areas on bedrock with marked discontinuities creates conditions to the occurrence of mass movements. This paper seeks to contribute to the study of accidents caused by mass movements in the city. From this perspective, the present work shown un lifting of the events occur and subsequent descriptive analysis of morphological features that are associated with the development of the processes.

Keywords : mass movent, risk area, Caxias do Sul

¹ Professor Dr. do Depto. de Geociências da UFSM e do PPGGea da UFRGS. - Laboratório de Geologia Ambiental Universidade Federal de Santa Maria. LAGEOLAM - Tel. (55) 32208639. <lesrobaina@yahoo.com.br>

² ² Alunos do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Federal de Santa Maria. LAGEOLAM. Bolsista CNPQ, <taniceck@yahoo.com.br / Bolsistas Internos ascoti@yahoo.com.br / moni_lise@yahoo.com.br>



INTRODUÇÃO

Os riscos associados a processos naturais, como os movimentos de massa em encostas, são um dos problemas urbanos que mais têm aumentado nos últimos anos, sobretudo em períodos chuvosos. Estes desastres causam enormes prejuízos a sociedade, pois em muitos casos, nas proximidades ou sobre a própria encosta, encontram-se habitações, vias, dutos ou qualquer outro elemento componente da infra-estrutura da região.

No município de Caixas do Sul – RS, a combinação de ocupação de áreas declivosas e substrato rochoso com marcantes discontinuidades formam condição propícia à ocorrência de movimentos de massa. Este trabalho apresenta uma contribuição para o estudo dos movimentos de massa que ocorrem no município, que apresenta uma área territorial de 1644 km² e população estimada em mais de 410000 habitantes (IBGE, 2000). A sede municipal localiza-se nas porções do divisor de águas, entre as bacias hidrográficas dos rios Caí e Taquari – Antas(Fig.1).

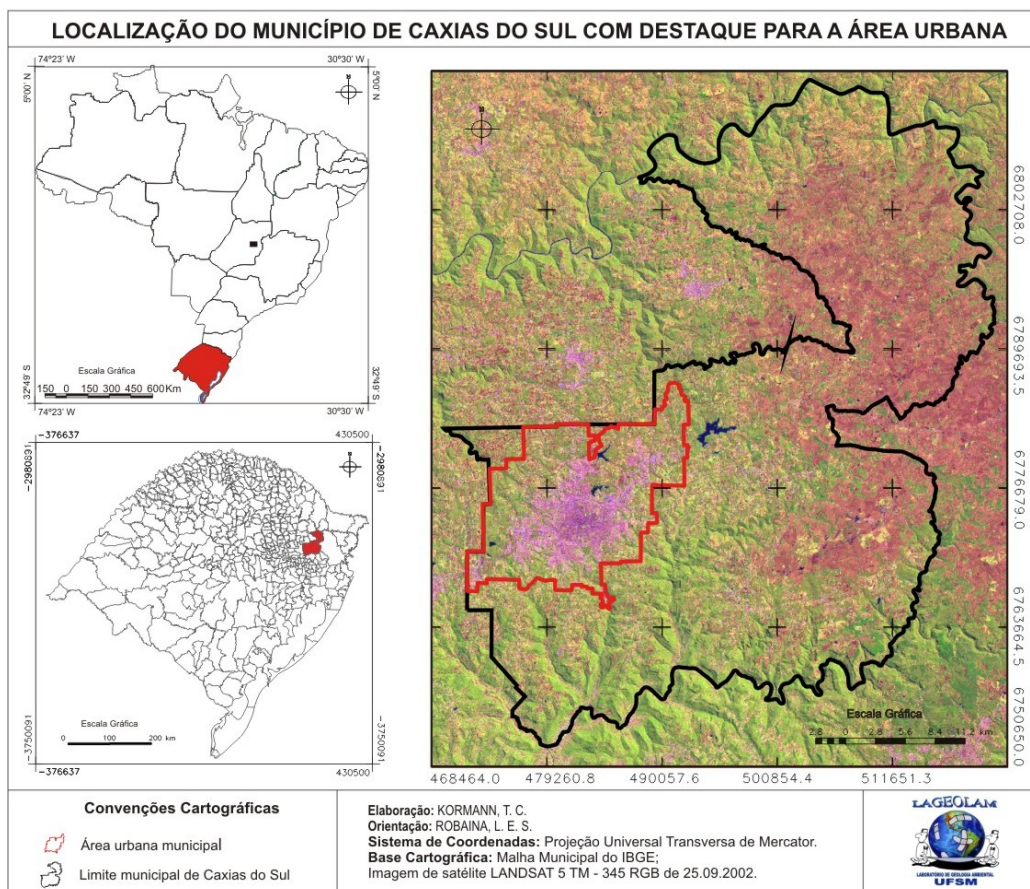


Figura 01 – Localização do município de Caixas do Sul, com destaque para a delimitação da área urbana.



Ocupação Urbana

O município de Caxias do Sul foi fundado em 1880, sendo a primeira colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul. Localizado em uma área serrana, apresentou problemas relacionados à ocupação desde a chegada dos primeiros imigrantes.

A economia municipal, inicialmente ligada a atividades agrícolas, logo sede lugar ao setor industrial de pequeno porte. Conforme Giron (1977), entre 1913 e 1920 surgem inúmeras indústrias metalúrgicas, fábricas de produtos químicos, de erva-mate, de velas, de cola, de tecidos e uma charqueada. Não foi apenas a Grande Guerra que serviu para acelerar o progresso, mas também a instalação do telégrafo (1895), a construção da ferrovia (1910), ligando o município à capital e a instalação da energia elétrica (1913). Dessa forma, a partir de 1920 o município apresenta um acelerado crescimento, fazendo de Caxias do Sul uma área de atração de mão-de-obra e iniciando uma fase de expressivo crescimento populacional. Nesta época aparecem de forma mais nítida os primeiros problemas ligados à ocupação desordenada (MACHADO, 2001).

Na década de 1940, é construída a BR 116, que representou a ligação de Caxias do Sul com o país, fazendo com que os interesses econômicos locais fossem fortalecidos e ao mesmo tempo atraindo mais pessoas para o município, agravando a demanda habitacional. Neste período, na periferia da cidade, em terras devolutas e com relevo acidentado, surgem os primeiros assentamentos subnormais de Caxias do Sul. Sendo eles: Euzébio Beltrão de Queiróz, conhecido como “Zona do Cemitério” e o Complexo Jardelino Ramos, conhecido como “Buraco Quente” e “Burgo”.

Entre as décadas de 50 e 80 a ocupação urbana acentua-se e associado a uma política habitacional deficiente resulta em um expressivo crescimento do número de assentamentos subnormais, que em 2004 totalizam 110 núcleos de subabitação no município, os quais vêm apresentando adensamento populacional bastante expressivo nos últimos anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL, 2004).

Caracterização do meio natural

O município de Caxias do Sul está inserido na região geomorfológica do Planalto do Rio Grande do Sul, representado por pacotes de derrames vulcânicos, formando um empilhamento de estratos sub-horizontais ou homoclinais, soerguidos. O relevo é caracterizado por uma superfície ondulada entalhada por vales estruturais estreitos e profundos.



A origem dos derrames está associada a ruptura e separação do Gondwana durante o Cretáceo Inferior, que foi acompanhada por um expressivo evento vulcânico, que recobriu com lavas a região centro-sul da América do Sul e o noroeste da Namíbia. (Wildner et alii, 2003). Esse vulcanismo é relacionado à fusão parcial do manto astenosférico, como resposta aos mecanismos de decompressão resultantes da ação de plumas mantélicas e por outro lado, em algumas províncias, o adelgaçamento litosférico que favoreceu a fusão parcial da crosta continental, promovendo a geração de magmas ácidos (Roisenberg & Viero, 2000).

O perfil anatômico clássico dos derrames mostra (Figura 02), da base para o topo, uma zona densa e parcialmente vítrea, relativamente delgada, seguida de uma zona de diáclases horizontais dominantes, de espessura igualmente reduzida, enquanto a parte central e mais volumosa apresenta fraturamento colunar. Uma nova zona de diáclases horizontais sobrepõe-se, enquanto o topo do derrame aparece notadamente amigdalar, com vesículas cuja densidade de ocorrência e tamanho variam sem padrão definido, podendo alcançar até dois metros de diâmetro.

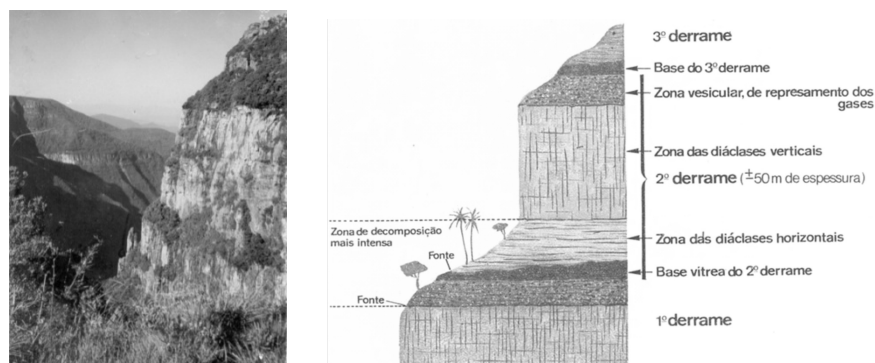


Figura 02 – À esquerda Fotografia do “canyon” Fortaleza, Aparados da Serra e à direita, um modelo esquemático apresentando a sucessão de derrames vulcânicos estruturas identificadas da base para o topo (Modificado Leinz & Amaral, 1980).

O intenso fraturamento das rochas vulcânicas podem ser reflexo de fenômenos secundários relacionados aos falhamentos e a contração associado ao resfriamento e solidificação da lava. Os planos de disjunção têm atitudes variadas e, localmente, desempenham um papel geomorfológico no controle sobre os padrões de drenagem, as formas e a evolução das vertentes.

O entrecruzamento dos planos de diaclasamento, formando uma verdadeira rede ortogonal de fissuras, determina, em superfície, uma singular adaptação da drenagem a um padrão retangular que facilita o encaixe dos cursos d'água. Com relação aos processos de



alteração as diáclases são os caminhos de percolação da água e ocasionam a alteração esferoidal da rocha.

O relevo é fortemente controlado pelas características das litologias. Pode ser caracterizado por morros com vertentes côncavo-convexo e escarpas recortadas e festonadas pelo entalhe das drenagens, gerando vertentes susceptíveis a transporte e movimentos de massa.

Na parte de baixo da vertente podem ocorrer depósitos superficiais, definidos como colúvios, com espessuras ao redor de 1 m, marrom escuro a avermelhados, com blocos mal selecionados; subangulares a subarredondados em uma matriz com textura variando de areia a argila.

Os solos são rasos e pedregosos, em geral, mas passam localmente para porções espessas nas áreas de contato entre derrames.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa se estrutura a partir da realização de um inventário das ocorrências de movimentos de massa que afetaram a área urbana do município de Caxias do Sul entre os anos de 1980 e 2007. Os dados referentes à data e local de ocorrência dos eventos foram obtidos através de consulta aos arquivos da imprensa local; no jornal “O Pioneiro”, por ter o histórico mais organizado, e após referendados junto a Prefeitura e Defesa Civil Municipal

Os dados foram organizados na forma de tabelas, gráficos e mapas para facilitar a análise dos resultados. Os gráficos e tabelas foram construídos com auxílio do *software Microsoft Excel 2000*. Para a elaboração dos mapas e consulta das informações espaciais foi utilizado o aplicativo SPRING, versão 4.3.3 desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CÂMARA *et. al*, 1996). A finalização dos mapas foi realizada a partir do programa *Corel Draw*, versão 12.

A organização das informações possibilitou indicar a frequência de ocorrência de movimentos de massa nos bairros da área urbana municipal, sendo que a interpretação destas informações foi enriquecida pela consulta à documentos históricos referentes à evolução da ocupação disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.



A partir do inventário dos registros de movimentos de massa, a pesquisa culminou na realização de avaliação em campo, com um *receptor GPS*, nos bairros mais atingidos indicados pelo inventário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme se pode verificar, no trabalho de inventário dos desastres naturais ocorridos no município de Caxias do Sul entre os anos de 1980 a 2007 (ARGENTA, G. *et. al*, 2009) movimentos de massa são importantes processos de risco.

Os eventos ocorrem, predominantemente, nos meses de junho, julho e agosto, quando foram registrados os maiores números de acidente, sendo possível identificar, ainda, uma tendência progressiva de aumento das ocorrências de maio a agosto, quando então inicia uma queda no número das mesmas (Figura 03).

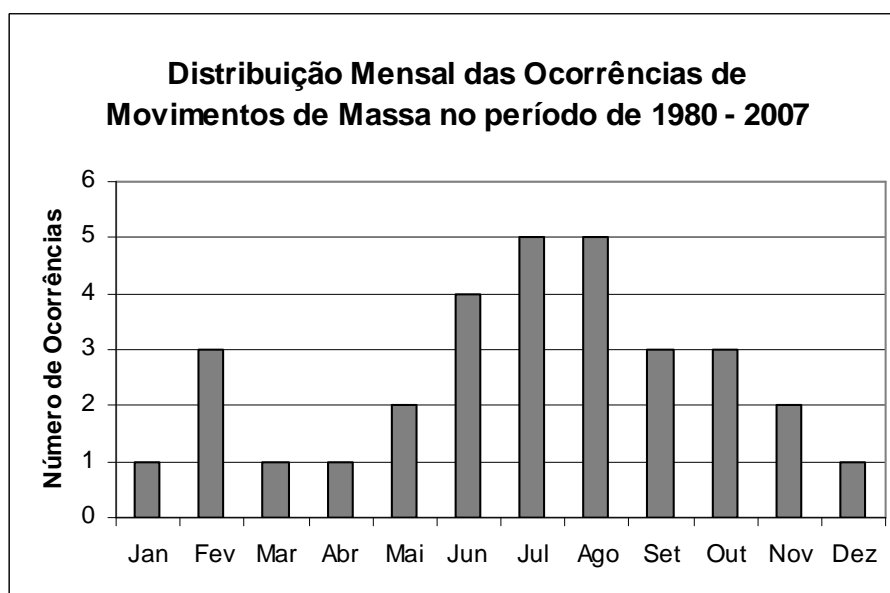


Figura 03 - Distribuição da ocorrência de movimentos de massa em Caxias do Sul/RS.

Conforme Wollmann (2009), isso pode estar relacionado ao fato que no inverno do Hemisfério Sul o Anticiclone Polar Atlântico e o Anticiclone Tropical Atlântico encontram-se mais fortalecidos, gerando frentegêneses mais intensas, podendo, com isso, elevar os índices de precipitação. Além deste fator, o fortalecimento dos centros de ação ainda pode gerar um jogo de forças responsáveis pela ocorrência de frentes estacionárias, elevando a pluviosidade do estado e principalmente desta região devido à orografia. O Anticiclone Tropical Atlântico também pode, em certos casos, encontrar-se mais fortalecido que o Anticiclone Polar

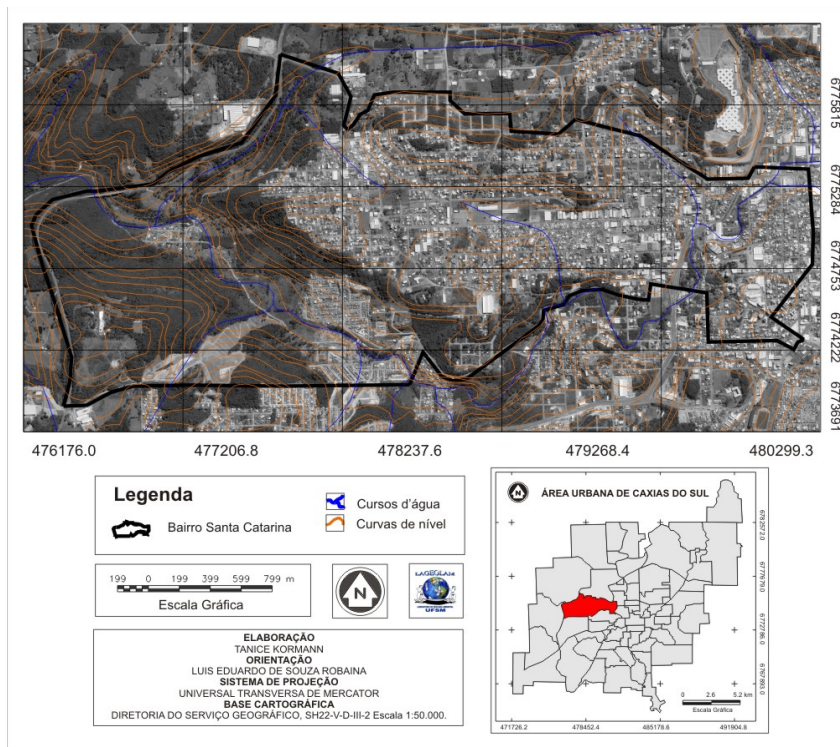


Figura 05 – Vista da ocupação e topografia do bairro Santa Catarina.

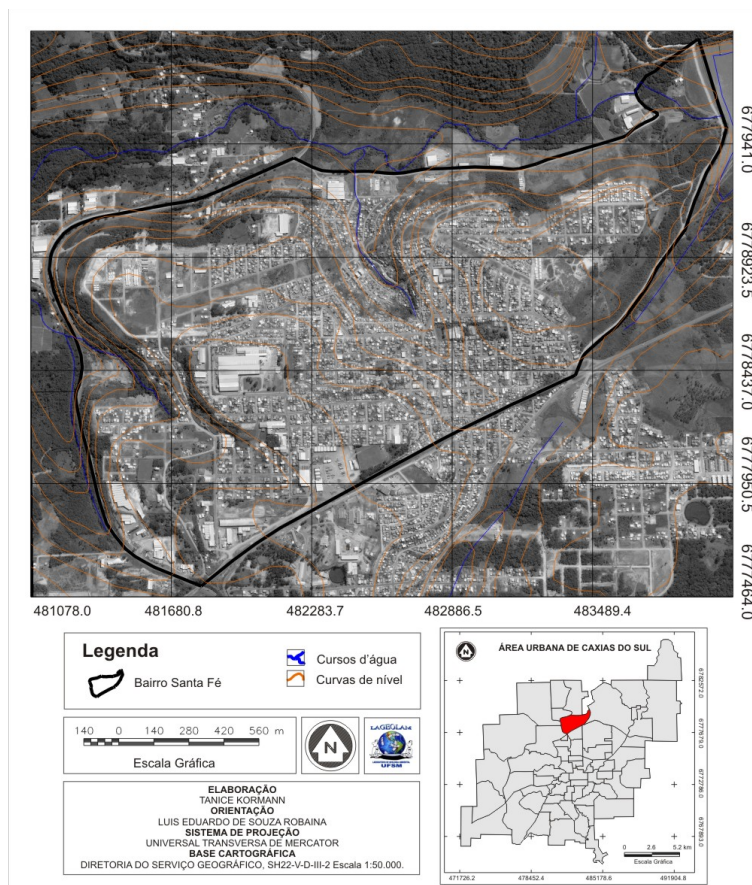




Figura 06 – Localização do bairro Santa Fé.

Descontinuidades nas rochas vulcânicas controladoras dos movimentos de massa

As descontinuidades presentes nas rochas vulcânicas são determinantes na ocorrência de movimentos de massa, pois podem influenciar, indiretamente, na alteração gerada e, diretamente, pela ocorrência de fraturamentos com inclinações perpendiculares aos cortes realizados nas encostas.

As descontinuidades podem ser divididas em estruturas de origem não tectônica e de origem tectônica. As primeiras são definidas pelas estruturas geradas devido ao fluxo magmático, diáclases de resfriamento do magma e, também, as juntas geradas por alívio de pressão. As segundas são de origem tectônica frágeis, representadas por fraturas e falhas com direções gerais NW-SE, NE-SW, E-W e N-S.

O alinhamento de fluxo gera descontinuidades e pode gerar concentração de material vítreo que devido a alteração forma camadas delgadas com argilo-minerais; as disjunções ou diáclases de resfriamento formam fraturas tabulares na base e no topo e colunares subverticais junto a porção de centro. As fraturas de alívio são extensas e ocorrem nas porções superiores dos derrames, acompanhando a forma do relevo e com mergulho paralelo à escarpa.

As estruturas tectônicas NW-SE e NE-SW, se associam a estruturas do embasamento, apresentam mergulho subvertical e controlam as principais drenagens da região. Ocorrem, ainda, de forma secundária estruturas E-W e N-S, com mergulho subvertical.

Identificação dos tipos de movimentos de massa

Situação 1 – Movimentos de massa podem ocorrer em talude com exposição de rocha, onde ocorrem diversas famílias de fraturas. As fraturas tectônicas que geram fragmentação das rochas e/ou de alívio paralela a escarpa e mergulhando na direção do corte favorecem a movimentação de placas ou blocos de rocha e solo. Por vezes, verifica-se a ocorrência de frações argilosas, preenchendo as fraturas, que aumentam a instabilidade. A figura 07 apresenta à esquerda um esquema da situação e a direita uma fotografia onde fraturas tabulares e de alívio estão isolando placas de rocha podendo gerar tombamento ou queda.

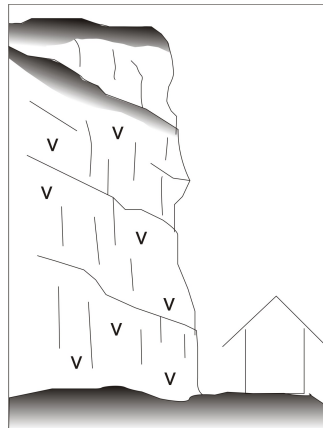


Figura 07 – Situação 1 representada por marcantes planos inclinados associados aos fraturamentos.

Situação 2 - Os movimentos de massa podem ocorrer em taludes rochosos que apresentam exposição de colunas e blocos de rocha instáveis. As formas são desenvolvidas devido ao diaclasamento originado no resfriamento da lava que se soltam do conjunto pela alteração diferencial nas juntas e fraturas instabilizando blocos de rocha em vertentes de corte inclinadas. A figura 08 apresenta de forma esquemática a situação proposta à esquerda, sendo à direita apresentada uma fotografia onde observa-se esta situação na área de estudo.

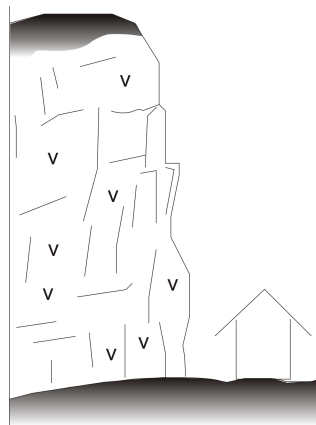


Figura 08 – Situação 2 representada por blocos de rocha instáveis.

Situação 3 - Depósitos coluvionares instabilizados por força das águas de infiltração e devido a cortes no sopé; na base de taludes inclinado é comum a ocorrência de depósitos de material coluvionar, caracterizados por sua heterogenidade textural e de comportamento geotécnico. Em áreas de corte processos erosivos podem provocar o descalçamento de blocos causando rolamento ou queda. No contato com a rocha subjacente pode ocorrer concentração de fluxo de água instabilizando o depósito e gerando escorregamentos.

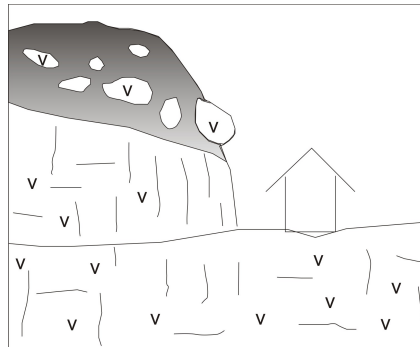


Figura 09 – Situação 3 representada pela condições de instabilidade no contato colúvio e rocha. Na fotografia uma cicatriz de escorregamento. (foto PMCS,2000)

Situação 4 - Escorregamento de solos superficial pela ação de fluxo de água concentrado entre o contato do solo e rocha. A espessura do solo depende do fraturamento da rocha e, principalmente, da porção do derrame. Em áreas de contato, em geral, os solos são mais espessos. Mesmo em áreas com solos pouco desenvolvidos a região de contato entre o solo/material de alteração e rocha pouco alterada concentra um fluxo de água que pode gerar escorregamentos. O processo pode ser induzido por cortes e lançamento de água servida diretamente no solo.

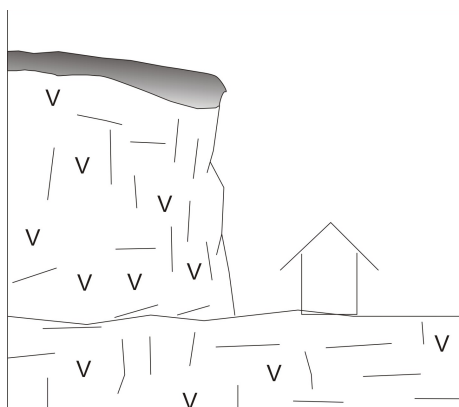


Figura 10 – Situação 4 representada à esquerda por um esquema onde observa-se solo/material de alteração em contato direto com a rocha e apresentando mergulho no sentido do corte. Ao lado direito apresenta-se uma fotografia com cicatriz de escorregamento (foto: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL, 2000).



CONCLUSÃO

As áreas de encostas de Caxias do Sul onde afloram blocos e maciços rochosos têm sido ocupadas por moradias originando diversas situações de risco. Estudos que buscam descrever os processos e determinar áreas susceptíveis são instrumentos importantes para estabelecer formas de gerenciamento e intervenção que minimizem o risco.

O presente estudo pretende contribuir para o conhecimento de uma área com significativas ocorrências de acidentes provocados por processos naturais de movimentos de massa. Nesta perspectiva, o presente estudo apresenta um inventário que permite caracterizar as áreas mais vulneráveis no município e, além disso, discute situações, nas encostas ocupadas, onde a ocorrência de descontinuidades gera susceptibilidades a ocorrência de acidentes.

AGRADECIMENTOS

A colaboração dos profissionais da Secretaria da Habitação e da Secretaria do Planejamento de Caxias do Sul, pela receptividade e fornecimento de informações indispensáveis para a realização deste trabalho e ao CNPQ e FIPE/UFSM pelo auxílio financeiro que proporcionou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G; KORMANN, T.C; ROBAINA, L. E. de S. Levantamento da Ocorrência de Desastres Naturais no Município de Caxias do Sul – RS. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais**. Viçosa, 2009.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. **SPRING**: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun, 1996.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. **Caxias do Sul**: Folha SH22-V-D-III-2, 3. ed. 1980. 1 carta topográfica. Escala 1:50.000.

GIRON, L.S. **Caxias do Sul**: Evolução Histórica. Porto Alegre: Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes, 1977. cap. 3 – 4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades @. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

_____. **Levantamento dos Recursos Naturais**. Folha SH22 Porto Alegre e parte das Folhas SH21 Uruguaiana e SI 22Lagoa Mirim:



geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 33 v. Escala 1:1.000.000.

LEINZ, V. & AMARAL, S.E.do. *Geologia Geral*. São Paulo: Cia. Editora Nacional. 1980, 8ª ed. 397p

MACHADO, M. A. **Construindo uma cidade**: história de Caxias do Sul 1875/1950. Caxias do Sul, RS: Maneco, 2001.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL. **Situações de Emergência – Fotodocumentação Caxias do Sul**. Caxias do Sul, RS: [s. n.], 2000.

_____. **Hierarquização dos Assentamentos Subnormais em Caxias do Sul**. Caxias do Sul, RS: [s. n.], 2004.

RECKZIEGEL, B.W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005**. 2007. 360 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ROISENBERG, Ari & VIERO, Antonio Pedro. O vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. Holz, M. & DE ROS, L. F. (editores). 2000. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Edição CIGO/UFRGS. 444 páginas

WILDNER, W; LOPES, R. da C.; ROMANINI, S; CAMOZZATO, E. Contribuição a estratigrafia do magmatismo Serra Geral na Bacia do Paraná. I Encontro sobre a Estratigrafia do Rio Grande do Sul: ESCUDO E BACIAS ILEA/UFRGS Porto Alegre Mai0/2003

WOLLMANN, C. A. **A gênese climática das enchentes na Bacia Hidrográfica do Rio Caí**. 2008. 100 f. Trabalho de Graduação (Geografia-Bacharelado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.