



19

*Reequacionar o Conhecimento
dos Riscos e das Catástrofes*



A EXPERIÊNCIA DO CEPED UFSC NO DESASTRE NATURAL DE NOVEMBRO DE 2008 NO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL*

Rafael Schadeck

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina
rafael.schadeck@ceped-ufsc.com

Fernanda Bauzys

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina
fernandabauzys@yahoo.com.br

Diane Guzi

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina
diane@ceped.ufsc.br

Antônio Edésio Jungles

Departamento de Engenharia Civil, Coordenador CEPED da Universidade Federal de Santa Catarina
ajungles@ceped-ufsc.com

RESUMO

Este artigo visa caracterizar as ações do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED-UFSC) dentro do projeto “Resposta ao Desastre de Santa Catarina em Novembro de 2008”. A realização deste projeto buscou, fundamentalmente, apoiar os municípios atingidos no desastre, através da avaliação das áreas submetidas a movimentos de massa que afetaram moradias e prédios públicos.

Palavras chave: Movimentos de massa, resposta, evento geomorfológico.

RESUMEN

La experiencia del CEPED UFSC en el desastre natural de noviembre de 2008 en el estado de Santa Catarina, Brasil - Este artículo visa caracterizar las acciones del Centro Universitario de Estudios e Investigación sobre Desastres Naturales de la Universidad Federal de Santa Catarina (CEPED UFSC) dentro del proyecto “Respuestas al Desastre de Santa Catarina en noviembre de 2008”. La realización de este proyecto buscó, fundamentalmente, apoyar los municipios atingidos en el desastre, a través de la evaluación de las áreas sometidas a los movimientos en masa que afectaron viviendas y edificios públicos.

Palabras clave: Movimientos en masa, respuesta, evento geomorfológico.

RÉSUMÉ

L'expérience du CEPED/UFSC dans la catastrophe naturelle de novembre 2008 à l'État de Santa Catarina, Brésil - Cet article cherche à caractériser les actions du Centre Universitaire d'Etudes et de Recherches sur les Catastrophes Naturelles, Université Fédérale de Santa Catarina (UFSC-CEPED) au sein du projet “le cas de la catastrophe de Santa Catarina en novembre 2008”. Ce projet visait à soutenir fondamentalement les municipalités touchées par la catastrophe, à travers l'évaluation des zones soumises aux mouvements de masse qui ont affecté des maisons et des édifices publics.

Most-clés: Mouvements de masse, réponse, événement géomorphologique.

ABSTRACT

The CEPED/UFSC experience in the November 2008 natural disaster in the state of Santa Catarina, Brazil - This article seeks to characterize the actions of the University Center for Studies and Researches on Natural Disasters, Federal University of Santa Catarina (UFSC-CEPED) within the project “Disaster Response of Santa Catarina in November 2008.” This project sought to fundamentally support the municipalities affected in the disaster, through the assessment of areas subject to mass movements that affected houses and public buildings.

Keywords: Mass movements, response, geomorphological event.

* O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao II Congresso Internacional de Riscos e VI Encontro Nacional, tendo sido submetido para revisão em 21-06-2010, tendo sido aceite para publicação em 15-02-2011. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 19, 2012, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

Introdução

No dia 22 de novembro de 2008, o estado de Santa Catarina decretou situação de emergência em razão dos estragos provocados pela chuva em boa parte do estado. Segundo o site da defesa civil de Santa Catarina (<http://www.desastre.sc.gov.br>) foram confirmados 135 óbitos e 2 desaparecidos (sendo que mais de 97% das mortes foram causadas por soterramento). Por causa deste evento, 99 municípios decretaram situação de emergência e 14 decretaram estado de calamidade pública.

Dentre os municípios que apresentaram o maior número de vítimas fatais, segundo a defesa civil, estão: Ilhota (41 mortos), Blumenau (24 mortos), Gaspar (17 mortos), Luis Alves (10 mortos), Rodeio (4 mortos) e Benedito Novo (2 mortos).

Neste evento, a concentração excessiva de chuvas em poucos dias, antecedida por um período longo de precipitações, provocou o escorregamento de milhares de cortes de terreno e de encostas naturais e uma grande e rápida enchente na bacia do Rio Itajaí. Estes deslizamentos atingiram indiscriminadamente morros cobertos de vegetação nativa e desmatados, bairros pobres e de classe média alta.

Entre os dias 22 e 23 de novembro de 2008, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, EPAGRI, e Agência Nacional de Águas, ANA, choveu mais do que o dobro da média prevista para todo o mês em alguns municípios (fig. 1).

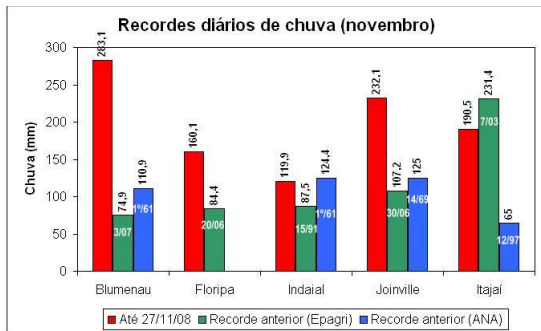


Fig. 1 - Recordes diários de novembro em 2008.
(Fonte: MINUZZI & RODRIGUES, 2009).

Segundo os dados da EPAGRI, as cidades que apresentaram os maiores totais pluviométricos foram aquelas localizadas próximo ao litoral Norte, principalmente no Vale do Itajaí. Nos dias 21 e 22, a precipitação acumulada alcançou o valor de 100 mm, no dia seguinte 150 mm e nos dias 22 e 23 os registros mostram a ocorrência de até 300 mm no Vale do Itajaí; no dia 24 a intensidade decresceu, mas chegou a acumular 150 mm.

Os ventos de sudeste a nordeste, provenientes dos anticiclones sobre o Atlântico Sul, transportam muita umidade do oceano para o litoral de Santa Catarina. A imagem de satélite do dia 22 de novembro de 2008 (Fig.

2) mostra a condição atmosférica daquele momento, quando havia a combinação da circulação marítima e vórtice ciclônico.

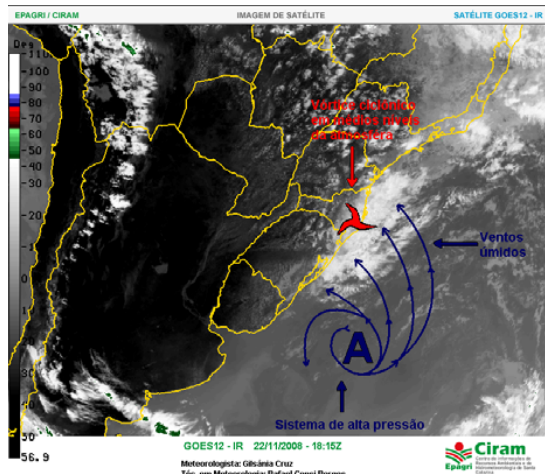


Fig. 2 - Imagem de satélite do dia 22/11/2008.
(Fonte: EPAGRI, 2009).

Este fenômeno, combinado com chuva precedente dos meses anteriores, volume excessivo de chuva em 2 a 3 dias, mais a elevação do nível do mar, desfavorável ao escoamento da água dos rios para o oceano, foi o que favoreceu a intensificação das chuvas e a consequente enchente naquele período.

Aspectos geológicos e geomorfológicos do evento

A grande maioria dos deslizamentos aconteceu nos dias 22 e 23 de novembro, período em que ocorreram as precipitações mais intensas e concentradas. Esse pico máximo de chuvas foi antecedido por um período de cerca de três meses de precipitações contínuas que provocaram a saturação do solo e culminaram em numerosos movimentos de massa.

A região costeira de Santa Catarina, entre o oceano e o Planalto da Serra Geral, se constitui, generalizadamente, em área de alto risco de ocorrência de desastres naturais dos tipos inundações e movimentos de massa, devido às suas condições regionais climáticas, geológicas, geomorfológicas e de uso da terra.

A distribuição das localidades mais atingidas, no evento de 2008, mostra que os movimentos massa ocorreram predominantemente nas encostas da Serra do Mar.

A Serra do Mar é um grande sistema montanhoso que corre pela costa brasileira desde o Espírito Santo até o Sul de Santa Catarina, esculpido em rochas graníticas cristalinas da Província Mantiqueira. Segundo Rosa (1991) esta é a área mais afetada pelos escorregamentos no estado.

Devido às suas características geológicas e climáticas, o manto de intemperismo que recobre as rochas nesta região pode atingir até várias dezenas de metros de espessura, sendo este um dos importantes fatores

contribuintes para a ocorrência de movimentos de massa de grande amplitude.

A escarpa do Planalto da Serra Geral, com seus mais de 1.500 m de altitude e orientação paralela à costa se constitui em um verdadeiro paredão que dificulta a interiorização das nuvens e provoca a precipitação da chuva nas encostas da Serra do Mar. Aqui, a água em excesso infiltra-se muito depressa, encharcando o profundo manto de alteração das pouco permeáveis rochas cristalinas, provocando a corrida de massa nas áreas com cobertura vegetal alterada e acúmulo de material inconsolidado, ou escoo rapidamente em direção às baixadas, onde seu acúmulo, em planícies de sedimentação urbanizadas, se configura em inundações.

Segundo relatório da Associação Brasileira de Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS, 2009) os inúmeros escorregamentos deste evento ocorreram tanto em áreas urbanas, quanto em áreas rurais. Nas áreas urbanas ocorreram milhares de escorregamentos que danificaram e destruíram residências e infra-estrutura pública e privada. Pode-se dizer que a ocupação desordenada de certas áreas contribuiu no aumento do número e da magnitude dos acidentes nas regiões urbanas. No entanto diversas áreas com ocupação regularizada também apresentaram problemas. Nas áreas rurais, foram observadas rupturas de grandes proporções, em locais com intervenção humana, mas também onde não havia ação antrópica e sim vegetação nativa. As rupturas nas áreas rurais envolveram volumes de dezenas de milhares de toneladas de solo, com destruição de residências, indústrias, estradas e acessos e causando grande número das mortes. Envolveram ainda muitas áreas com mata virgem e outras com plantações, não havendo um padrão preferencial claro, fato que merece estudo mais aprofundado. Diversas destas rupturas tiveram características classificadas como “corridas” por causa da grande velocidade da massa deslizante. Tais corridas criaram enxurradas que destruíram pontes e drenagens, causando algumas vezes o barramento de corpos de drenagem, o que agravou, por sua vez, as enchentes.

Justificativa

A magnitude do evento e suas consequências, caracterizadas no tópico anterior, ultrapassou a capacidade de resposta das áreas atingidas, sendo necessária a intervenção dos órgãos Estaduais e Federais no auxílio à população atingida. Segundo os levantamentos iniciais realizados, mais de 100mil pessoas foram deslocadas de suas casas, o número de feridos se aproxima de 3mil e as pessoas atingidas ficam na casa das centenas de milhares, segundo as avaliações dos danos realizadas pelos municípios atingidos.

Apesar de, em um primeiro momento, não ter sido possível determinar com exatidão a parcela das áreas atingidas que sofreu danos em função de movimentos de massa (deslizamentos, fluxos, desmoronamentos), era de evidente percepção que este tipo de evento foi o que ocasionou as consequências mais graves e com efeitos duradouros.

As edificações destruídas ou seriamente danificadas, os óbitos e ferimentos graves, foram, em sua grande maioria, ocasionados por esse tipo de evento. As áreas urbanas e rurais das cidades atingidas por grandes inundações, apesar dos significativos danos estruturais, sociais e econômicos, foram capazes de restabelecer a normalidade a partir da baixa dos níveis dos rios. Todavia, a população atingida por movimentos de massa necessitava de respostas que não podiam ser dadas de forma imediata: os terrenos onde estão localizadas as casas continuavam oferecendo risco; os danos estruturais sofridos pelas habitações comprometiam a integridade destas, quais as ações são possíveis para o restabelecimento da rotina diária da comunidade.

A necessidade de um trabalho de avaliação pontual das áreas e edificações atingidas, que fornecesse informações relevantes para que os governantes tomassem decisões quanto às diretrizes a serem estabelecidas, foi a principal motivação para a realização deste trabalho.

A impossibilidade dos municípios atingidos manterem em sua estrutura profissionais das áreas de geologia e engenharia habilitados e capacitados para a execução deste tipo de avaliação, bem como a necessidade de se obter informações que proporcionem o melhor conhecimento dos eventos ocorridos e das vulnerabilidades das áreas atingidas, evidência a necessidade do trabalho desenvolvido durante este projeto.

Objetivos

A realização deste projeto buscou, fundamentalmente, apoiar os municípios atingidos no desastre de novembro de 2008 através da avaliação das áreas submetidas a movimentos de massa que afetaram moradias e prédios públicos, com a elaboração de relatórios técnicos, realizados por profissionais das áreas de geologia, engenharia e arquitetura, contendo recomendações que subsidiem a Defesa Civil na assistência às pessoas e aplicação de recursos na resposta ao desastre.

Dentre os produtos relacionados à execução do projeto constam:

- Levantamento em campo de informações que permitam, dentro da ótica do projeto, mapear e caracterizar o evento ocorrido,
- Construção de um Sistema de Informações Geográficas com os dados das avaliações de campo;

- Banco de dados que sistematize os relatórios técnicos de avaliação elaborados;
- Banco de imagens fotográficas do desastre.

Os trabalhos foram realizados nos municípios atingidos pelo desastre ocorrido no final do mês de novembro de 2008 no Estado, identificados pela necessidade de serviços técnicos que possibilitaram, através de vistorias, a avaliação ou reavaliação de áreas atingidas por movimentos de massa que causaram danos a edificações públicas ou privadas.

Estruturação do trabalho

A constituição do projeto permitiu, em um primeiro momento, o estabelecimento de um atendimento estruturado das situações de emergência, a partir do estabelecimento de procedimentos para o trabalho de campo, avaliação das áreas e coleta de informações, bem como do fornecimento de equipamentos, condições de locomoção, estadia e contratação dos profissionais. Em resumo, o método do trabalho foi estabelecido segundo o seguinte fluxo:



Fig. 3 - Fluxo do Método do Trabalho.

Mobilização

Diante das características do trabalho, onde se observou a necessidade de avaliação das áreas que sofreram movimentos de massa, danos sofridos por edificações, bem como, em um primeiro momento, prestar apoio aos municípios com relação aos aspectos sociais envolvidos, optou-se pela configuração de equipes multidisciplinares.

Inicialmente, foram estabelecidas seis equipes, definidas segundo as seguintes características:

- Geólogo, geomorfólogo ou geógrafo habilitado e capacitado para a avaliação da situação referente à segurança das áreas quanto aos movimentos de massa;
- Profissional para apoio à avaliação geológica, da área de geologia, geografia ou engenharia;
- Profissional da área de engenharia ou arquitetura, habilitado à avaliação quanto à integridade e caracterização dos danos das edificações;
- Assistente social ou psicólogo para o apoio aos órgãos municipais no atendimento à população afetada.

Foram mobilizados inicialmente 25 profissionais com as características citadas entre professores da

Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisadores em nível de mestrado, profissionais contratados e estudantes de graduação.

Identificação das áreas atingidas

A estrutura inicial, com seis equipes, foi estabelecida para os dois primeiros meses de trabalho em campo, janeiro e fevereiro de 2009, com programação de atendimento inicial dos seguintes municípios: Benedito Novo, Brusque, Camboriú, Gaspar, Ilhota, Indaial, Itajaí, Luis Alves, Pomerode, Rio do Sul, Rio dos Cedros, Rodeio e Timbó.

No decorrer do trabalho, logo no início, foram identificadas demandas em outros municípios atingidos, que foram então inseridos na programação do trabalho: Balneário Piçarras, Canelinha, Itapema, Nova Trento e Penha.

No início de janeiro foram atendidas demandas pontuais no Sul do Estado e no Município de Antônio Carlos, que empregaram a estrutura do projeto, todavia não seguiram os procedimentos e padrões de avaliação e emissão de relatórios técnicos. Este fato resultou na falta de informações sistematizadas relacionadas ao trabalho de campo e coleta de dados. Foram os seguintes municípios, além de Antônio Carlos: Araranguá, Siderópolis e Treviso.

Os agentes de Defesa Civil e órgãos governamentais do Município de Blumenau não manifestaram a necessidade de apoio junto ao Departamento Estadual de Defesa Civil durante os dois meses iniciais de 2009 e do projeto. Este fato ocorreu em função de determinações técnicas, políticas internas e de gestão do município e que não dizem respeito a este.

O trabalho em Blumenau foi iniciado em março de 2009, a partir da identificação das demandas sinalizadas junto ao CEPED no final de fevereiro. A partir de então, em função do volume do trabalho a ser realizado, o projeto foi concentrado quase que totalmente na cidade, tendo em vista que as demandas consideradas mais críticas nos demais municípios já haviam sido atendidas, conforme será detalhado no item referente ao trabalho de campo.

Dentro dos municípios, a ordem de atendimento das demandas era determinada pelos agentes municipais de Defesa Civil, sendo orientados pelos técnicos do CEPED a dar prioridade aos casos onde as pessoas se encontram em abrigos e aos locais onde os moradores permaneciam habitando áreas de risco.

Constituição dos procedimentos de campo

As equipes eram encaminhadas a determinado município e identificavam junto aos responsáveis quais eram as áreas que necessitavam ser vistoriadas e a ordem de prioridade. O trabalho deveria ter o acompanhamento de responsável designado pelo município.

Devido à multidisciplinaridade da equipe de campo, foram determinados três tipos de relatórios de campo, um destinado à avaliação geológica e geomorfológica; outro à avaliação dos danos relacionados à edificações; e um terceiro relacionado aos aspectos humanos e sociais das famílias atingidas.

Os relatórios deveriam conter, essencialmente, a planilha padrão de levantamento dados, o procedimento adotado, as recomendações técnicas e a identificação da equipe responsável.

Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado entre os meses de janeiro e junho de 2009, sendo finalizado em função do término do período de validade da situação de emergência e conseqüente término do prazo para a utilização de recursos para realização do trabalho. No início do mês de julho foram realizadas algumas vistorias pontuais.

As principais demandas identificadas pelos municípios foram atendidas conforme apresentado (QUADRO I), onde estão relacionados os meses e os locais onde o trabalho foi realizado. Em parte dos municípios, as demandas foram atendidas entre 1 e 3 semanas e em outros o trabalho não foi executado continuamente dentro do mês, assim sendo, o referido quadro indica em quais períodos foi emitido pelo menos um relatório para o município, não significando que o trabalho foi realizado durante todo o período indicado.

QUADRO I - Cronograma de Execução do Trabalho de Campo.

MUNICÍPIOS ATENDIDOS	JAN/09	FEV/09	MAR/09	ABR/09	MAI/09	JUN/09	JUL/09
Antônio Carlos	■						
Araranguá							
Balneário Piçarras						■	
Benedicto Novo	■	■	■	■	■	■	■
Blumenau		■	■	■	■	■	■
Bom Jardim da Serra		■	■	■	■	■	■
Brusque	■	■	■	■	■	■	■
Camboriú							
Canelinha							
Gaspar							■
Ilhota							
Indaial		■	■	■	■	■	■
Itajaí							
Itapema		■	■	■	■	■	■
Luis Alves					■	■	■
Nova Trento		■	■	■	■	■	■
Penha	■	■	■	■	■	■	■
Pomerode		■	■	■	■	■	■
Rio do Sul		■	■	■	■	■	■
Rio dos Cedros		■	■	■	■	■	■
Rodeio							
MUNICÍPIOS ATENDIDOS	JAN/09	FEV/09	MAR/09	ABR/09	MAI/09	JUN/09	JUL/09
São Francisco		■	■	■	■	■	■
Siderópolis		■	■	■	■	■	■
Timbó		■	■	■	■	■	■
Treviso		■	■	■	■	■	■

Conforme demonstra o cronograma, a maior parte dos municípios foi atendida durante os dois primeiros meses do projeto. Neste período o trabalho seguiu uma rotina de 3 a 4 dias em campo e 1 a 2 dias para confecção dos relatórios pelos técnicos.

A partir do mês de março o trabalho se concentrou nas cidades de Blumenau e Gaspar, onde foi identificado o maior volume de demandas, e nos municípios de Ilhota e Luis Alves, onde ainda existiam áreas em que o acesso nos meses iniciais era muito difícil. Também foram atendidas demandas pontuais em outros municípios, conforme apontado no quadro acima.

Em função do grande volume de demandas resultantes dos inúmeros movimentos de massa que atingiram edificações durante novembro de 2008, não foi possível atender a totalidade das demandas, identificadas ou não, durante o período disponível para realização do trabalho.

As áreas onde é reconhecida a existência de um número significativo de demandas a serem atendidas se encontram nos Municípios de Blumenau e Gaspar. No primeiro, a estratégia foi de atendimento inicial das áreas localizadas ao sul do município, concentrando-se nos bairros Vorstadt, Da Glória, Garcia, Progresso e Valparaíso. Apesar do trabalho no município representar a maior parte do realizado durante o projeto, conforme apresentado no segundo capítulo deste, muitas áreas necessitavam de avaliação.

Em Gaspar também existem áreas onde não foi possível executar a totalidade das vistorias, principalmente na região sul do município, onde os pontos representam os locais vistoriados e, em destaque, as áreas onde existem demandas reconhecidas.

Não é possível afirmar que, com exceção destas áreas, não existam outras que necessitam de avaliação quanto à suscetibilidade ao risco de deslizamento, todavia estas são as de maior representatividade.

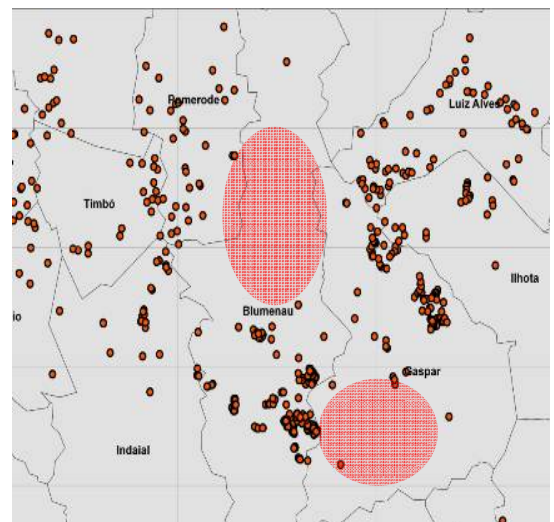


Fig. 4 - Principais áreas não vistoriadas.

Emissão dos relatórios técnicos

Ao término do trabalho de campo, os técnicos elaboravam as planilhas digitais e o relatório com os procedimentos adotados e o parecer técnico, conjuntamente com as descrições e informações técnicas relevantes ao entendimento da avaliação.

68

Juntamente com as fotos relativas ao trabalho, eram encaminhados ao CEPED o relatório de avaliação geológica, os respectivos relatórios de avaliação de danos e, durante os primeiros meses do projeto, os relatórios com a caracterização dos moradores.

Os relatórios eram então formatados dentro do padrão de apresentação estabelecido e consolidados em um único documento, adicionado o relatório fotográfico. O documento final era então impresso, encaminhado para assinatura dos responsáveis técnicos e posteriormente enviado para a Prefeitura Municipal onde foi realizada a vistoria.

Sistematização dos trabalhos de campo

Finalizado o trabalho de campo, foi iniciado o processo de sistematização dos dados obtidos durante sua realização.

Esta sistematização consistiu na tabulação das informações contidas nas planilhas de campo, construindo um banco de dados empregado nas análises quantitativas e gráficas apresentadas no decorrer dos capítulos 2 e 3 deste documento, que representam a síntese das informações contidas nos respectivos capítulos do Relatório Final do Projeto.

Através das coordenadas geográficas apontadas nos relatórios técnicos foi realizada a construção de um Sistema de Informação Geográfica e, a partir dos relatórios fotográficos, foi elaborado um banco de imagens com as fotos tiradas durante as vistorias de campo.

Consolidação dos dados de campo

Desenvolvimento dos relatórios de vistoria técnica

No decorrer do trabalho de campo, os técnicos realizavam o preenchimento de planilhas previamente formatadas, em apoio à emissão do parecer técnico e relatórios fotográficos, com intuito de padronizar informações relativas aos fenômenos ocorridos e suas consequências, possibilitando que a análise dos dados forneça informações relevantes ao entendimento dos eventos ocorridos e das vulnerabilidades à que o ambiente estava sujeito.

Neste capítulo os resultados foram sistematizados e estão em sua maioria, apresentados em forma gráfica, que esquematizam dados quantitativos ou apresentam a distribuição percentual das informações levantadas em campo, segmentadas pelos itens integrantes das planilhas de campo.

Apesar de representar um número significativamente pequeno, no decorrer da apresentação dos dados relativos às caracterizações dos eventos relacionados aos deslocamentos de massa e relativos aos danos sofridos por edificações, serão notadas análises gráficas onde são representadas informações “não identificadas” ou “não informadas”, que representam alguma deficiência no preenchimento das planilhas ou impossibilidade de levantamento destes dados durante o trabalho de campo.

Os relatórios foram segmentados em função das características técnicas das avaliações, sendo o primeiro destinado ao trabalho dos geólogos e geógrafos no que concernia à integridade da área que sofreu movimentação, às características desse movimento e à avaliação da segurança da população residente na abrangência deste. O segundo se destinava à análise técnica dos profissionais de engenharia e arquitetura, quanto à integridade estrutural das edificações e quantificação dos danos sofridos.

O gráfico apresentado a seguir representa a evolução do trabalho, com base no número de relatórios emitidos, ao longo do período de execução do trabalho (fig. 5).

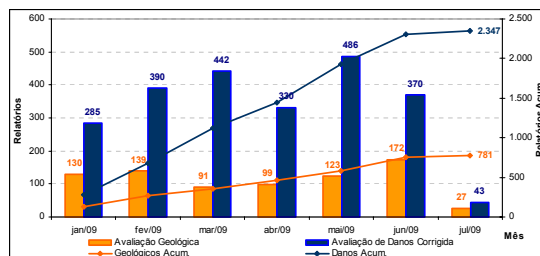


Fig. 5 - Evolução da emissão de relatórios.

Mapeamento dos eventos po município

Foram realizadas vistorias em 25 municípios ao longo do desenvolvimento do projeto, sendo o número de relatórios técnicos emitidos em cada um destes, função da quantidade de demandas identificadas pelos órgãos municipais de Defesa Civil e pela Defesa Civil Estadual.

Alguns municípios, em virtude dos impedimentos relacionados ao tempo e disponibilidade de recursos, não tiveram a totalidade de suas demandas atendidas durante o trabalho de campo. Blumenau, Gaspar e Luis Alves estão entre estes e, em função do elevado número de ocorrências, tiveram atendimentos às áreas priorizadas pelos agentes municipais, conforme será observado ao longo da apresentação dos resultados do trabalho realizados nestes locais.

O maior número dos eventos mapeados e avaliados por geólogos e geógrafos se concentra em Blumenau, em função do volume de eventos e a grande quantidade de áreas urbanas atingidas, afetando grande número de famílias.

O Mapa denominado “Localização das Áreas Vistoriadas” (fig. 6) apresenta os pontos georeferenciados que representam as vistorias realizadas, com exceção dos pontos referentes aos eventos examinados na Região Sul do Estado e em São Francisco do Sul, que foram omitidos com intuito de manter uma escala que proporcione a visualização tida como adequada das áreas onde a grande maioria do trabalho foi realizado.

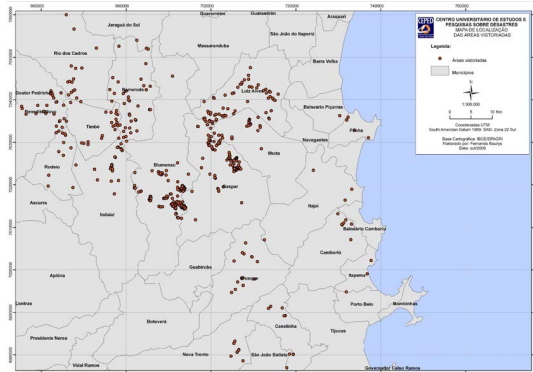


Fig. 6 - Localização das Áreas Vistoriadas.

A ausência de relatórios em Antônio Carlos e Araranguá se justifica pelo fato das vistorias terem sido realizadas no início de janeiro deste ano, ainda sem a consolidação do método, sem o preenchimento da planilha padrão de dados, não sendo desta forma as informações compatíveis com as análises apresentada neste capítulo. Todavia, os relatórios contêm a avaliação técnica e as recomendações quanto à integridade do local, bem como o relatório fotográfico, que constam no item relativo à apresentação dos resultados destes municípios.

O mesmo se aplica ao trabalho realizado durante as primeiras semanas de avaliação ocorridas no Município de Ilhota, onde os relatórios, apesar de terem sido elaborados, apresentados à Defesa Civil Municipal e constar do documento final deste projeto, por não seguir o método desenvolvido não apresentam as informações necessárias para o tratamento quantitativo dos dados representado neste capítulo. Desta forma, o número de 25 avaliações em Ilhota, não condiz com o volume efetivamente realizado no município.

A seguir é apresentado gráfico semelhante, que contabiliza o número de avaliação de danos às edificações, em função da análise dos profissionais de engenharia e arquitetura (fig. 7). Os números representam a quantidades de casas e prédios públicos vistoriados e caracterizados, segmentando o total de 2.347 vistorias realizadas por município.

Conforme indicado no gráfico, em alguns municípios não foram realizadas avaliações diretamente das edificações. Essa ausência se justifica porque em alguns eventos, em função de suas características, a avaliação do risco relacionado ao movimento de massa foi suficiente, tendo em vista que não foram atingidas edificações diretamente.

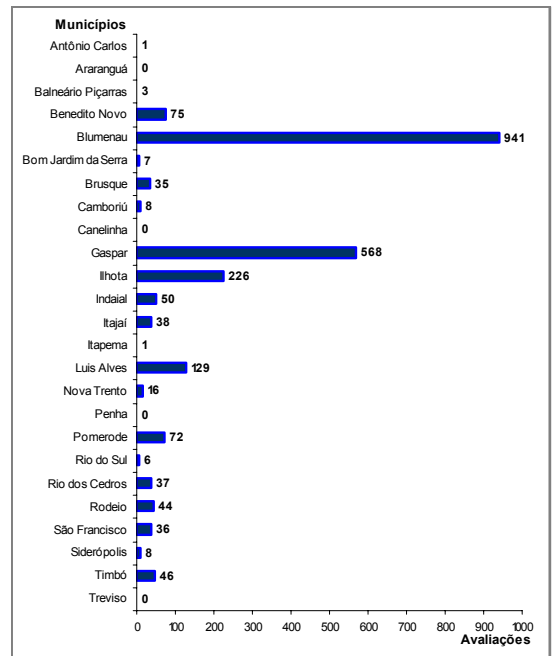


Fig. 7 (a) - Edificações Vistoriadas por Município.

Sistematização das informações das avaliações geológicas

Neste tópico é apresentada a consolidação dos dados obtidos a partir do levantamento exploratório, realizada com base nas informações contidas nas planilhas de campo. Estes estão apresentados conforme a distribuição percentual para cada um dos tópicos da planilha de campo, de forma a caracterizar os eventos segundo as tipologias mais significativas em quantidade de ocorrências, possibilitando análises posteriores destes fenômenos.

Quanto a verificação de movimento de massa

As áreas vistoriadas, em função do foco do projeto, foram primordialmente aquelas que sofreram ou ficaram sujeitas a movimentos de solo ou rochas, com risco à população, residências e prédios públicos. Mais de 80% das áreas vistoriadas apresentaram movimento de massa em função do fenômeno ocorrido.

Apesar de não integrar o foco principal do trabalho, algumas áreas sujeitas à inundações foram analisadas em função da ocorrência de erosões nas margens de rios, configurando também parte significativa do trabalho.

Dentre as áreas onde foi verificada a movimentação, foi também avaliada a possibilidade de continuidade de movimentação, conforme representado na figura 8. Observa-se que quase a metade das áreas ainda se encontrava sob risco. Cabe salientar que esta caracterização se referia a uma situação verificada no momento da vistoria.

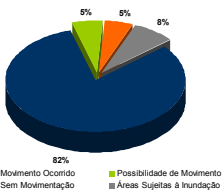


Fig. 7 (b) - Edificações Vistoriadas por Município.

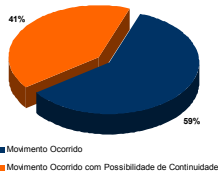


Fig. 8 - Continuidade de movimentação.

Tipo de vegetação

A figura 9 apresenta o tipo de vegetação existente nas áreas vistoriadas. Em sua maioria, os eventos ocorreram em áreas de vegetação arbórea e/ou arbustiva, se aproximando de 80% das áreas vistoriadas, conforme ilustrado. O tipo de vegetação identificado como “Outra” se refere principalmente às áreas de plantio em encostas e as sem vegetação presente.

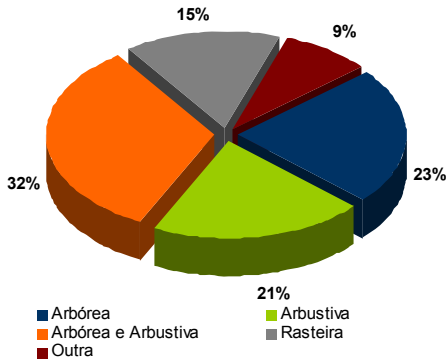


Fig. 9 - Tipo de vegetação.

Identificação do relevo

Preponderantemente as áreas vistoriadas apresentavam relevo acidentado, mais sujeito a eventos relacionados a deslizamentos. As classes de relevo, por ordem decrescente de declividade, foram divididas em escarpado, montanhoso e ondulado. As demais áreas apresentaram ocorrências relacionadas a inundações e erosão de margens de rios.

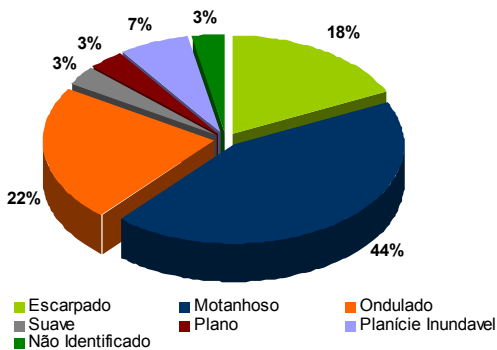


Fig. 10 - Tipo de Relevo.

Tipo de encosta

Conforme ilustrado no gráfico, a maior parte dos eventos ocorreu em encostas com taludes de corte ou aterro, sendo aproximadamente 78% relacionados a cortes na encosta. Se somada à parcela onde o evento ocorreu em uma encosta natural onde foi executado um talude, o percentual ultrapassa 50%.

As áreas de talvegue dizem respeito principalmente a áreas inundáveis ou que apresentaram erosão nas margens dos rios.

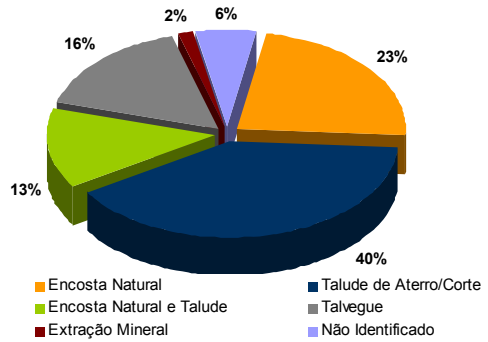


Fig. 11 - Tipo de encosta.

Tipologia do movimento

Os movimentos de massa foram classificados de acordo com parâmetros de velocidade e mecanismos do movimento, o tipo de material, a geometria do movimento e o conteúdo de água.

A identificação da tipologia é de fundamental importância para o entendimento das causas dos fenômenos ocorridos. Conforme distribuição apresentada no gráfico, a maioria dos eventos apresentaram deslizamentos de solo.

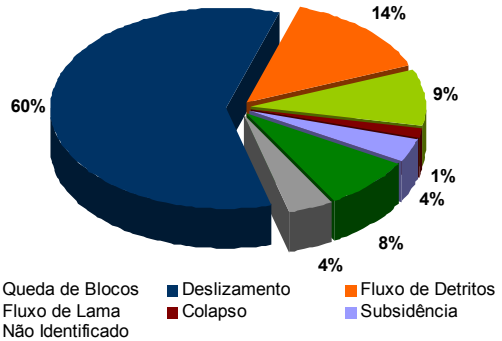


Fig. 12 - Tipologia dos Movimentos de Massa.

Forma e velocidade do movimento

Em função de muitas das vistorias terem sido realizadas várias semanas após o desastre de novembro 2008, tendo em vista que o trabalho de campo perdurou até o mês de julho de 2009, muitas das evidências que permitem a identificação destas características já se tornaram

de difícil determinação, principalmente quanto à velocidade do movimento, conforme representado nos gráficos associados.

Quanto à velocidade da movimentação, em função das informações conhecidas do desastre, que indicam que a grande maioria dos eventos aconteceu no decorrer do final de semana onde ocorreram os picos de chuvas, podemos concluir que grande parte das movimentações foram rápidas, sendo estas identificadas durante as vistorias a partir de informações com os moradores. Os movimentos caracterizados como lentos são os que apresentaram continuidade por um período mais longo, com material ainda em movimentação.

Quanto à forma, a tipologia de movimento mais comum foi o Deslizamento Rotacional, conforme demonstra o gráfico na figura 13, que apresenta a forma dos movimentos identificados como deslizamentos. Todavia, o número elevado de tipologias de forma não identificadas, em função das dificuldades já colocadas, possibilita conclusões aproximadas quanto à determinação da distribuição referente a esta classificação.

Nos gráficos a seguir consta a distribuição dos deslizamentos em relação aos municípios vistoriados. No primeiro, em azul, consta o total de deslizamentos ocorridos, identificados no decorrer do projeto. O seguinte apresenta a quantidade de deslizamentos classificados como rotacionais e planares.

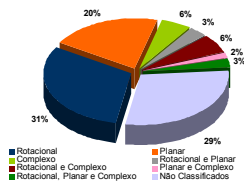


Fig. 13 - Forma dos Deslizamentos.

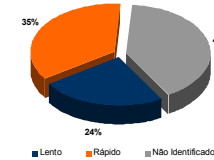


Fig. 14 - Velocidade do Movimento.

Parecer técnico - Componente geológica

Neste item são apresentados os números referentes ao parecer técnico dos profissionais da área de geologia, geomorfologia e geografia. Este foi determinado segundo a avaliação da viabilidade de ocupação da área vistoriada, conforme os seguintes rótulos:

- Área Liberada: local, segundo as condições atuais do terreno, liberado para a ocupação humana;
- Área Liberada com Restrições: local liberado para a ocupação humana desde que atendidas condicionantes constantes em cada relatório particular, referentes tanto a obras de engenharia quanto à necessidade de monitoramentos;
- Área Interditada: local não indicado à existência de moradias, sendo recomendado o deslocamento das pessoas residentes;

- Área Parcialmente Interditada: área classificada como não adequada à ocupação, todavia com locais onde existem edificações liberadas ou liberadas com restrições.

Cabe salientar que o parecer constante em cada um dos relatórios técnicos elaborados tem caráter de recomendação, com objetivo de fornecer informações relevantes para a Defesa Civil e a Prefeitura de cada Município tomar as providências que julgarem cabíveis a cada um dos locais vistoriados.

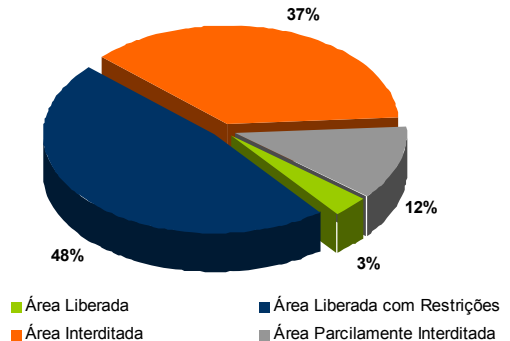


Fig. 15 - Parecer Técnico - Componente Geológica.

O Mapa apresentado a seguir representa, através de pontos georeferenciados, as áreas vistoriadas segmentadas segundo o parecer técnico (fig.16).

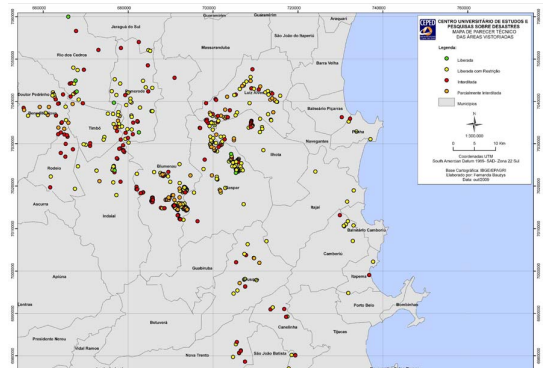


Fig. 16 - Parecer técnico das áreas vistoriadas.

Sistematização dos dados das avaliações de danos

Neste tópico é apresentada a consolidação dos dados relacionados à avaliação dos danos ocorridos nas edificações, realizadas por profissionais de engenharia e arquitetura. Além da análise referente à integridade das edificações vistoriadas, foram levantadas em campo informações que buscam caracterizar os locais que se apresentaram vulneráveis ao fenômeno ocorrido.

As informações estão apresentadas, em sua maioria, de forma gráfica, constando as quantificações relevantes e a distribuição dos dados por item levantado em campo, com intuito de destacar as características preponderantes em cada quesito.

Tipo de ocupação

O tipo de ocupação das áreas atingidas foi segmentado entre rural e urbana. Os deslizamentos atingiram predominantemente edificações em áreas urbanas, em função principalmente da densidade demográfica maior de habitações em comparação das rurais.

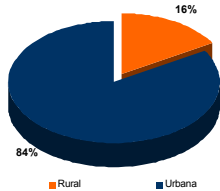


Fig. 17 - Tipo de Ocupação.

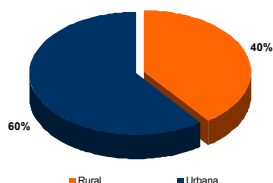


Fig. 18 - Tipo de Ocupação, Excluídos Dados Blumenau.

Quando são excluídos os dados relacionados a Blumenau, a proporção se altera significativamente, conforme demonstram os gráficos a seguir, tendo em vista que neste município quase que a totalidade das áreas vistoriadas no decorrer do projeto terem sido urbanas.

Tipologia construtiva do imóvel

Quanto ao tipo de imóvel avaliado, a classificação foi entre construção em alvenaria, madeira, misto (alvenaria e madeira) e barraco. Tipos diferentes de tecnologia construtiva destes foram classificados como “outros”.

Não foi atingido percentual significativo de habitações caracterizadas como “barraco”, demonstrando que, apesar dos deslizamentos terem atingido predominantemente áreas urbanas, não atingiram áreas de ocupação desordenada ou favelas, de rara existência nas áreas afetadas.

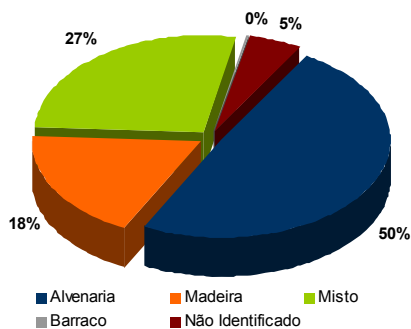


Fig. 19 - Características do Imóvel.

Localização do terreno

Cerca de 80% das edificações vistoriadas se localizavam em morros ou em terrenos próximos a taludes (fig. 20).

A execução de talude nos morros com fins de moradia é realizada através de um corte vertical e outro horizontal, formando um degrau no perfil. Quando não executados segundo padrões adequados de engenharia, estes locais se tornam áreas sensíveis à escorregamentos.

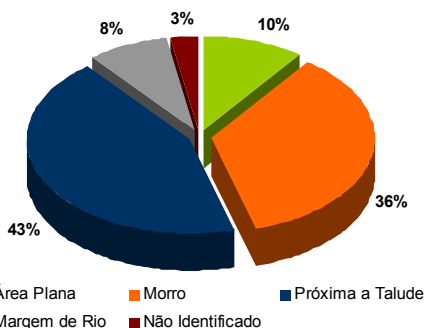


Fig. 20 - Localização do Terreno.

Avaliação do nível dos danos

Quanto ao nível de dano sofrido pela edificação, foram estipuladas três categorias: Sem Danos, para aquelas que permaneceram íntegras; Parcial, para as edificações que sofreram algum tipo de dano significativo; Total, para os imóveis totalmente destruídos. Para os casos classificados como de danos parciais, onde foi possível a identificação, estes foram caracterizados (fig. 22).

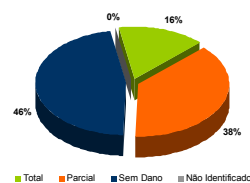


Fig. 21 - Nível dos Danos.

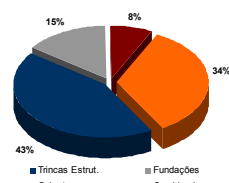


Fig. 22 - Tipo de Danos Parciais.

Parecer técnico - Avaliação dos danos

Neste é apresentada a distribuição percentual dos pareceres técnicos realizados pelos profissionais de engenharia e arquitetura. A avaliação pode apontar as seguintes recomendações:

- Edificação Interditada: Edificação com integridade comprometida e/ou em área definida como Interditada pelo parecer referente à componente geológica;
- Edificação Liberada: Edificação sem danos que comprometem sua integridade localizada em área considerada segura quanto ao aspecto geológico;
- Edificação Liberada com Restrições: Edificação liberada segundo condicionantes especificadas no relatório técnico, referentes a adequações na edificação ou restrições do terreno, apontadas no relatório com o parecer dos profissionais de geologia.

O Mapa a seguir apresenta, através de pontos georeferenciados, as áreas vistoriadas segmentadas segundo o parecer técnico dos profissionais de campo (fig. 23).

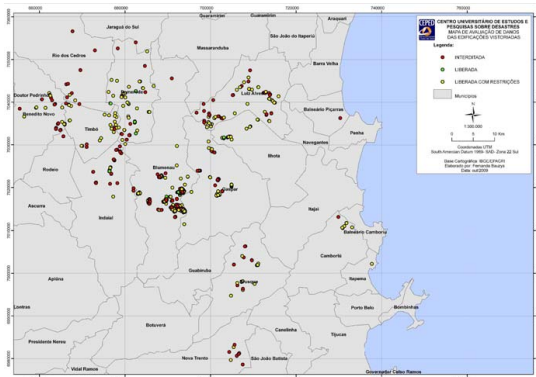


Fig. 23 - Tipo de Danos Parciais.

Análise dos dados e considerações finais

Neste estão apresentadas as análises referente ao trabalho desenvolvido e as principais considerações, segundo a ótica do projeto. As análises passam pela identificação das principais características quanto à geologia das áreas atingidas pelos movimentos de massa mapeados durante as vistorias, e as percepções gerais procedentes dos meses de trabalho de campo junto à população atingida.

Análise da geologia das áreas vistoriadas

A figura 24 distribui os locais vistoriados conforme a classificação geológica das áreas em que estes estão inseridos, detalhadas no decorrer deste item. O próximo Mapa apresentada a distribuição dos pontos vistoriados segundo a litologia das principais áreas atingidas.

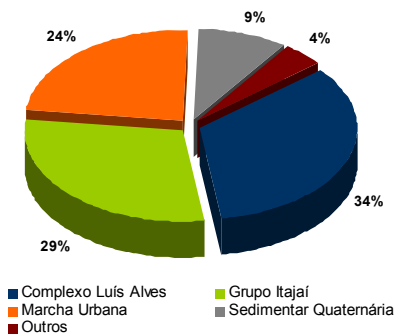


Fig. 24 - Tipo de Danos Parciais.

O Complexo Luis Alves (ALa) é a unidade estratigráfica predominante na região do Vale do Itajaí, correspondendo também a maior parte dos movimentos de massa vistoriados neste trabalho (34% dos pontos foram localizados no mapa geológico 1:100000, nesta unidade). Das áreas vistoriadas, em 53% destas foi recomendada a liberação, com ou sem restrições, e 47% tiveram imóveis interditados. Nesta litologia foram mapeados o maior número de fluxos de detritos e lama, representando a metade dos identificados.

Segundo o relatório geológico do Projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003), o Complexo Luis Alves é a unidade

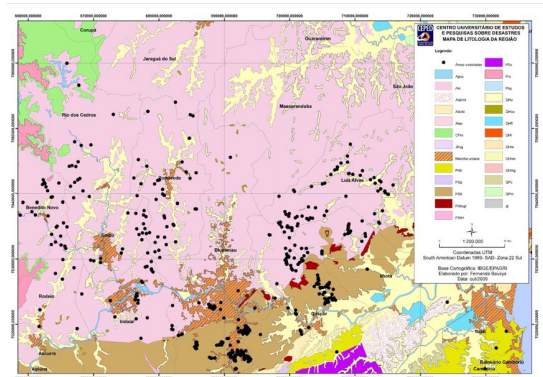


Fig. 25 - Litologia da região.

litoestratigráfica mais antiga da região Sul do Brasil, correspondendo aos terrenos pré-cambriânicos. As rochas desta unidade, de caráter metamórfico, foram originadas essencialmente no Arqueano, inicialmente como rochas de características ígneas. No final do Arqueano Tardio e durante o Proterozóico Inferior passaram por diferentes processos de metamorfismo regional. As litologias que compõem essa unidade correspondem aos gnaisses granulíticos (litologias predominantes) e rochas metamórficas de fácies anfibolito, mais raramente do fácies xisto verde. Estas rochas mostram-se capeadas por um manto de intemperismo bastante espesso, onde a camada de solo pode muitas vezes atingir profundidades superiores a 30 metros.

O Grupo Itajaí (Psit) se estende por uma área de cerca de 1.200km², entre o Complexo Luis Alves e o Grupo Brusque. Ele preenche a bacia de mesmo nome, alongada (eixo maior) na direção N60E. É constituído por diferentes tipos de turbiditos e de arenitos, além de conglomerados (cgl), bem como rochas vulcânicas e subvulcânicas de composição predominantemente riolítica (rl), raramente básica (mugearitos), com níveis restritos de tufo finos. Com formação mais recente que o Complexo Luis Alves, se caracteriza pelo relevo bastante acidentado, com solo com espessura média de 3m, derivado de rochas originadas do acúmulo de resíduos animais, vegetais e de outras rochas.

Do total de áreas vistorias realizadas 29% se encontram nesta unidade litoestratigráfica. É também onde foi verificado o maior índice de interdições, atingindo 56% do total, sendo que 46% das recomendações foram de interdição total da área. O índice de locais liberados com ou sem restrições foi de 44%. Aproximadamente 30% dos fluxos de detritos e/ou lama ocorreram nesta unidade.

Na unidade denominada Cobertura Sedimentar Quaternária (QHa) ocorreram 9% dos eventos mapeados, apresentando um índice de liberação com ou sem restrições de 60%, maior dentre todas as unidades analisadas.

Segundo IBGE (2003), é composta de areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos, inconsolidados,

depositados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial atual.

Aproximadamente 25% dos pontos foram localizados no mapa geológico 1:100000 em Mancha Urbana, sendo quase 90% destes vistoriados apenas no município de Blumenau. Neste município foram registrados diversos escorregamentos com danos e destruição de residências e infra-estrutura pública e privada. A ocupação irregular em áreas de risco aumentou o número e a magnitude dos acidentes. No entanto, diversas áreas com ocupação regularizada também apresentaram problemas.

Um dos principais problemas encontrados em área urbana é o corte irregular de taludes. Para se construir casas na encosta, executa-se um corte vertical e outro horizontal com máquinas de terraplenagem, formando um degrau. A área horizontal é ampliada com aterro. O corte desestabiliza o morro; o aterro torna a sustentação ainda mais precária. Quando o corte é feito no pé do morro, ele perde seu “calço”.

Em mancha urbana, apenas 13% dos pontos foram classificados como encosta natural, sendo que o restante das ocorrências foi em taludes de corte e/ou aterro. As áreas interditadas representaram 46% do total e a tipologia da movimentação mais representativa foi o deslizamento, com cerca de 85%, cabendo ao fluxos de detritos e/ou lama somente 6% do total.

Os demais pontos, que representam apenas 4% das áreas vistoriadas, se localizam nas unidades estatigráficas denominadas (IBGE 2003) Complexo Brusque (PSB), Suite intrusiva Valsungana (PS*v), Complexo Canguçu (PSC), Suite intrusiva Pedras grandes (PSpg). O índice de interdição nessas unidades foi semelhante às demais, aproximando-se de 50%.

Conforme exposto, a maior parte dos movimentos de massa vistoriados ocorreu no Complexo Luis Alves e no Grupo Itajaí, predominantes nos municípios de Blumenau, Gaspar, Ilhota e Luis Alves, os mais atingidos pelo desastre.

Geologicamente, a instabilidade do Complexo Luis Alves se deve aos espessos mantos de alteritos das rochas gnáissicas, responsáveis por grandes deslizamentos do tipo rotacional e pelos fluxos de detritos, que ocorreram de forma rápida, deslocando um volume considerável de solo, com grande poder destrutivo.

Por sua vez, as rochas do Grupo Itajaí apresentam estruturas sedimentares primárias, foliação metamórfica e dobramentos, que quando mergulham em concordância com a inclinação da vertente, favorecem o escorregamento.

Os dados do trabalho demonstram que os eventos se concentraram no Complexo Luis Alves e no Grupo Itajaí, seguindo as características particulares de cada

complexo. Apesar dos eventos ocorridos no Grupo Itajaí parecerem de maior gravidade, em função do maior índice de interdições, e mais concentrados, a área atingida pelo primeiro complexo é significativamente maior, a proximidade dos números permite considerar que ambas formações geológicas, somadas aos eventos em área urbana ocasionados principalmente por ações antrópicas, apresentaram de forma geral vulnerabilidades, com conseqüentes riscos e restrições para a ocupação humana, sendo necessários mapeamentos e estudos específicos sobre a ocupação destas áreas.

Considerações finais

No capítulo anterior foram apresentadas as representações gráficas dos dados coletados durante o trabalho de campo. A interpretação dos gráficos permite percepções imediatas, dentro do horizonte de atuação do projeto, de alguns aspectos relativos ao desastre resultante dos movimentos de massa que afetaram moradias e prédios públicos em Santa Catarina.

A absoluta maioria das vistorias realizadas verificou a movimentação de material, fato esperado tendo em vista o foco de atuação do trabalho, sendo que aproximadamente 40% destas apresentavam possibilidade de continuidade. Esse percentual representa uma quantidade significativa de locais que necessitam de algum tipo de intervenção para ocupação, sejam relacionadas a obras de contenção ou monitoramento do risco. Em conseqüência, a recomendação preponderante das avaliações de campo foi a de liberação da área ou imóvel mediante o atendimento de condicionantes, tais como as citadas, o que representa que aproximadamente a metade das áreas e edificações vistoriadas não necessitam de completa interdição, mas de obras de contenção, drenagem, correto retaludamento, monitoramento de quantidade de chuva, comportamento da encosta, etc, conforme a particularidade de cada avaliação.

Todavia, é responsabilidade dos governantes avaliarem a viabilidade de obras usualmente dispendiosas e de complexa realização, mediante a possibilidade de realocação das famílias afetadas. Neste ponto, cabe salientar a necessidade do efetivo comprometimento da Administração Pública com o conhecimento e fiscalização da correta ocupação do solo, possível, primeiramente, a partir do reconhecimento das áreas de risco, resultante de um trabalho de mapeamento competente. Aproximadamente metade dos eventos esteve relacionada à presença de taludes de corte e aterro executados de forma inadequada em áreas onde as características do terreno não eram apropriadas, tal como verificado na região sul de Blumenau, onde foram contabilizados mais da metade dos eventos relacionados a este tipo de perfil.

Todavia, faz-se necessário observar que, se a metade dos eventos esteve de alguma forma relacionada à ação humana, uma porção significativa destes ocorreu em encostas naturais onde o risco não era manifesto, mesmo que de conhecimento de estudiosos e de parte das autoridades técnicas, tornando o emprego de políticas preventivas de restrição à ocupação de difícil aplicação.

A magnitude dos eventos ocasionados por altíssimos índices pluviométricos em curto período, somados ao nível elevado de saturação do solo da região em função do longo período de chuva, culminaram em um tipo de desastre no qual os efeitos não podem ser prevenidos, todavia cujos efeitos podem ser minimizados perante a preparação adequada, principalmente a partir do conhecimento dos aspectos geomorfológicos das áreas destinadas à urbanização e políticas adequadas de ocupação do solo.

Neste enfoque, foi papel deste projeto o mapeamento dos eventos de movimento de massa ocorridos que afetaram a população do Estado, constituindo um estudo que identifique as principais características destes, não sendo realizado durante o trabalho o mapeamento das áreas de risco, que deve ser executado seguindo metodologia apropriada e subsidiar a construção dos Planos de Redução de Risco para os Municípios.

Cabe ainda, a alusão aos resultados oriundos do processo de trabalho de campo adotado neste trabalho, que determinava a avaliação pontual dos imóveis inseridos dentro de uma área, que foi sujeita a algum tipo de movimento de massa, cujos aspectos de segurança para ocupação eram recomendados segundo o parecer dos profissionais de geologia e geografia.

Nas avaliações técnicas, os profissionais avaliavam a situação de cada imóvel perante o evento ocorrido, após análise da área quanto à possibilidade de movimentação e integridade do terreno. Em muitos casos a recomendação indicava a interdição de parte da área de abrangência do evento e liberação segundo restrições de imóveis, conforme é possível visualizar nos mapas que pontuam o parecer técnico, integrantes deste documento, onde se verificam pontos de interdição muito próximos a pontos que recomendam a liberação. Este tipo de avaliação originou o parecer para a área “parcialmente interdita” que corresponde a 12% das recomendações realizadas.

Na inexistência de uma política de ocupação do solo, este tipo de avaliação gerou a possibilidade, quando da anuência das autoridades municipais, de retorno às residências de famílias que, por questões relacionadas à segurança, foram previamente removidas de suas casas.

Dessa forma, o trabalho atingiu seu objetivo principal, prestando apoio aos agentes municipais no atendimento à população atingida na avaliação das áreas que sofreram com movimentos de massa.

Referências bibliográficas

- ABMS (2009) - “Na “*Carta de Joinville*”, ABMS propõe medidas preventivas para evitar a repetição de tragédias”. Revista e-ABMS. Joinville, Edição N° 2931. Mar de 2009.
- CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA A. T. (org.) (2007) - “*Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília: Ministério das Cidades*”. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. 176 p.
- CASTRO, A. L. C. (2003) - Manual de Desastres. Volume 1: Desastres Naturais. Brasília: MPO. 177 p.
- CUNHA, M. A. (1991) - “*Ocupação de encostas*”. Publ. IPT 1831, S. Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.
- DIAS, Maria Assunção F. Silva (2009) - “*As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina: um estudo de caso visando à melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos*”.
- IBGE (2003) - Projeto Gerenciamento Costeiro, 3ª fase- Geologia. Florianópolis, 61p.
- MINUZZI, R.; RODRIGUES, L. (2009) - Novembro com recordes de chuva em SC: 1000 mm em Blumenau. Epagri/Ci RAM. Florianópolis-SC, 2009.
- ROSA, R. de O. (1991) - “*Relevo*”. Santa Catarina. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Atlas Escolar de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1991 p. 31, 32, 43.