

FERNANDA BAUZYS

**IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS  
MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS EM NOVEMBRO DE  
2008, NO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR,  
GASPAR-SC.**

Florianópolis  
2010



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-graduação em Geografia**

**FERNANDA BAUZYS**

**IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS  
MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS EM NOVEMBRO DE  
2008, NO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR,  
GASPAR-SC.**

**Orientador: Edison Ramos Tomazzoli**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Área de concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis/SC, dezembro de 2010





**IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS  
MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS EM NOVEMBRO DE  
2008, NO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR,  
GASPAR-SC.**

**Fernanda Bauzys**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada em sua  
forma final para obtenção do título de:

**MESTRE EM GEOGRAFIA**

Área de Concentração: **Análise Ambiental**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Edison Ramos Tomazzoli (Orientador)

Prof. Dr. Joel R. G. M. Pellerin (UFSC)

Prof. Dr. Juan Antonio Altamirano Flores (UFSC)

Dra. Magaly Mendonça  
Coordenadora do PPGGeo/UFSC

Florianópolis-SC, 22 de dezembro de 2010



## **Viva a Vida!**

Siga tranqüilamente entre a pressa e a inquietude, lembrando-se que há sempre paz no silêncio.

Tanto quanto possível, sem se humilhar, mantenha boas relações com todas as pessoas.

Fale a sua verdade mansa e claramente e ouça a dos outros, mesmo a dos insensatos e ignorantes, pois eles também têm sua própria história.

Evite as pessoas escandalosas e agressivas. Elas afligem o nosso espírito.

Se você se comparar com os outros, tornar-se-á presunçoso e magoado, pois haverá sempre alguém superior e alguém inferior a você.

Você é filho do Universo, irmão das estrelas e árvores. Você merece estar aqui, e mesmo sem você perceber, a Terra e o Universo vão cumprir o seu destino.

Desfrute das suas realizações, bem como dos seus planos. Mantenha-se interessado em sua carreira, ainda que humilde, pois ela é um ganho real na fortuna cambiante do tempo.

Tenha cautela nos negócios, pois o mundo está cheio de astúcias, mas não se torne um cético porque a virtude sempre existirá.

Muita gente luta por altos ideais e em toda a parte a vida está cheia de heroísmo. Seja você mesmo, principalmente. Não simule afeição. Não seja descrente do amor, porque mesmo diante de tanta aridez e tanto desencanto ele é tão perene quanto a selva.

Aceite com carinho o conselho dos mais velhos e seja compreensivo com os arroubos inovadores da juventude.

Alimente a força do espírito que o protegerá no infortúnio inesperado, mas não se desespere com perigos imaginários. Muitos temores nascem

do cansaço e da solidão, e a despeito de uma disciplina rigorosa. Seja gentil para consigo mesmo.

Portanto, esteja em paz com Deus como quer que você o conceba e quaisquer que sejam seus trabalhos e as aspirações.

Na fatigante confusão da vida, mantenha-se em paz com sua própria alma, apesar de todas as falsidades, fadigas e desencantos. O mundo ainda é bonito.

Seja prudente e faça tudo para ser feliz !

**Max Ehrmann**

**"Hoje entendo bem meu pai. Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou tv. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar do calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser; que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver". Amyr**

Klink



## AGRADECIMENTOS

Tenho aqui uma oportunidade de agradecer, em amor, a todos aqueles que fazem parte de meu caminhar:

Agradeço à minha mãe Ângela, minha melhor amiga, pelo maior amor do mundo;

À meu pai, que sempre me amou e apoiou firme e incondicionalmente;

À meu irmão Carlos, por ser meu companheiro para a vida toda;

À meu irmão Jean, por ser esta pessoa maravilhosa que eu admiro e me orgulho tanto;

À minha pequena, grandiosa e amada família: Tia Márcia, tio Marcos, Marina primão, André, Cris, tio Willy, tia Silvia, Lucas, Raquel, Chantal, Vô Algirdas, Vô Helena, Vô Clarice, Vô Antônio, tio Claudião, tio Clóvis, Bia, Iraci, Daniel e Renee; aos nossos ancestrais, e aqueles que estão por vir, por serem o conforto do meu coração e por eu poder contar com vocês sempre! Contem comigo;

As minhas parceiras de lar do último ano: Sara, Sofia e Fabi, e aos nossos bixinhos, Dona Gata, Morgana, Mingau e Luna: É maravilhoso acordar e ter vocês em casa todos os dias!

Aos novos-velhos amigos de Florianópolis, que fazem parte do meu agora: Meus eternos amigos sequelurços: Vinícius, Pepê, Akiki e Chico; Fabrício (por todo o apoio e companhia nestes últimos tempos); meus amigos musicais: Ivan (um dos meus cindo dedinhos), Rica, Guigui, Fefe e Fernanda, e Jorge “Jungle”; à família bonita Pedro, Lorena e Luz Marina; aos Karroças: Jah Jah, Bivao, Arthurzinho,

Alemão e Maira; À comuna Sorriso do Palhaço: Kike, Vavá, Carol, Florinha, Sanjay e Mau; à Dani “Nica”, Léocito, Edu e Caetanito, Dwan, Tio Mú, Da Lua, Caca, Goédi, Bob e Besq, Igordinho, Stelinha, Thiago Cassineiro, Brunão, Buiu, Dimitri, Cabelo, Lú, Thiago, ao pessoal da capoeira “Angoleiro Sim Sinhô”, ao pessoal da “Mole” e muitas outras pessoas boas que eu encontrei nesta vivência na ilha;

À todos que fazem parte do grupo Abayomi, por trazerem dança na minha vida;

À meus amigos Vinhedenses (Nativos de Zion): Rafael Blonds (um dos meus 5 dedinhos), Daniel Tchobeça Gigante (outro dos meus 5 dedinhos), Moreno (especial), Claudia, Guilherme, Fezinho, Ives, Eli, Raul, Zur, Marquinhos, Juliana, Maria Clara, Beto, Fernanda, Aninha, Ginho, Ana Luisa, Gustavo, Denise, Livia e muitos outros, por fazerem parte importantíssima da estruturação do meu ser;

Aos amigos iluminados de longa data: Fernandinho Thomaz, Marcelo Dworecki, Mairah, Joana, Tiago Saraiva, Michele Balbin, Stefanie Johansen, Andy Lynch...

Aos amigos de Campinas: Família Flautins Matuá, por trazer e firmar a arte para a minha vida, Aline, minha irmãzinha mais velha, mais um de meus cinco dedinhos, Família Casa Verde (Marcius, Jaya, Kamalini, Indranii, Purna, Dani, Pintor e Tatinha) por terem me trazido tanto amor e aprendizados para o fluir eterno, e aos amigos dos tempos de faculdade Flavinho, Graziela, Fredão, Diego, Marisol, Filipao, Alan, Ciça, Paulinha... pelas inúmeras parcerias;

Ao professor Dr. Edison Ramos Tomazzoli, por aceitar me orientar e acreditar em mim;



Ao professor Dr. Joel Pellerin, por todos os ensinamentos e companhia durante muitos dias de trabalho junto ao CEPED e por aceitar o convite de fazer parte desta banca;

Ao professor Dr. Juan Flores, pela parceria junto aos trabalhos do CEPED, e por fazer parte desta banca;

Ao amigo Guimo, que me acompanhou em campo diversas vezes, pela companhia maravilhosa;

E, por fim, agradeço, pela parceria, à todos os colegas que trabalharam junto no projeto “Resposta ao Desastre de Santa Catarina no ano de 2008”: Meu grande amigo parceria Harideva, professor João Gré, professora Janete, Rafael (obrigada pela oportunidade), Janaina, Rita, Leonardo, Joana, José de Abreu, Henrique, Roberto, etc.

A essas e a todas as outras inúmeras pessoas que fazem, fizeram e farão parte do meu caminhar:

Amo vocês, incondicionalmente, e agradeço eternamente o presente de suas presenças em minha vida!

“Que todos os seres sejam felizes!”



## RESUMO

As chuvas excepcionais de setembro, outubro e novembro de 2008, em Santa Catarina, desencadearam uma grande quantidade de movimentos de massa, que causaram enormes prejuízos físicos, econômicos e sociais ao Estado, principalmente no vale do Itajaí. O município de Gaspar foi um dos mais atingidos pelos escorregamentos e corridas de detritos ocorridos neste período, quando foram contabilizados 21 mortos e 01 desaparecido. Dentro deste município, a bacia do Ribeirão Belchior, foi uma das localidades mais afetadas. O objetivo desta pesquisa foi analisar de forma integrada aspectos ambientais do alto da bacia do Ribeirão Belchior, visando à identificação, análise e mapeamento dos movimentos de massa ocorridos neste desastre. Foram analisados aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de declividade, das formas e orientação das encostas e das atividades antrópicas, que podem contribuir para a ocorrência de escorregamentos. Este estudo foi apoiado na interpretação das cartas digitais planialtimétricas, fotografias aéreas, imagens de satélites e trabalhos de campo. Ao todo foram mapeados 36 movimentos de massa de grande extensão e outros 20 de pequena extensão. Cada um destes processos foi visitado em campo e descrito na dissertação. Este trabalho teve também um caráter documentativo e analítico do que foi o evento de 2008. Dessa maneira, foi possível verificar que o alto da bacia do ribeirão Belchior encontra-se em uma área bastante suscetível a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Isso se deve principalmente ao relevo acidentado, com presença de vertentes íngremes, cobertas por um solo espesso, proveniente das rochas gnáissicas do Complexo

Granulítico Luis Alves, e a alta densidade hidrográfica, em uma região de clima úmido, sempre sujeita a elevados índices de precipitação. Assim, espera-se que esta pesquisa possa fornecer subsídios à tomada de decisão dos setores administrativos do município, principalmente em relação ao planejamento de uso e ocupação do solo, visando o direcionamento das ocupações para locais mais adequados.

**Palavras- Chave: Movimentos de massa, mapeamento, desastre**

## **ABSTRACT**

The September, October and November's 2008 exceptional rains, in Santa Catarina, triggered a large amount of movements mass, which caused enormous physical, economic and social damages rights by the state, especially in the Itajaí's valley. Gaspar city was one of the hardest hit by landslides and debris flows occurred during this period, when 21 people were dead and one missing. Within this district, the Belchior river basin, was one of the towns most affected. This research objective was to analyze in an integrated way the high Belchior basin environmental aspects, aiming at identifying, mapping and analysis of movements mass occurring in this disaster. It was analyzed geological, geomorphological, soil, slope, slopes shapes and orientation and human activities that can contribute to the landslides occurrence. This study was supported of digital planialtimetric letters, aerial photographs, satellite images interpretation and fields works. On the inventory map were mapped 36 large extent movements mass and 20 others with smaller extents. Each of these processes has been visited in the field and described in the dissertation. This work was also a documentary and analytical character of what was the 2008 event. In this research we observed that the Belchior river basin is an area extremely susceptible to the occurrence of gravitational mass movements. This is mainly due to topography, the presence of steep slopes covered by a thick soil from the gneissic rocks of the Granulite Complex Luis Alves, and high-density basin, a humid region, always subject to high levels precipitations. Thus, it is hoped that this research can provide input to decision-making of the

city administrative sectors, especially in planning the lands use and occupation, seeking the guidance to more suitable locations.

**Key Words: Mass movement, mapping, disaster.**

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABMS – Associação Brasileira de Mecânica de Solos

AVADANS – Formulários de Avaliação de Danos

CEPED – Centro de Estudos e Pesquisa em Desastre

CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A

GERCO – Projeto Gerenciamento Costeiro

GPS – Global Position System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ONU – Organização das Nações Unidas

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> -MAPA DE FREQUÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (1980 A 2003).....	41
<b>FIGURA 2</b> -ESTRUTURAÇÃO DO GEOSSISTEMA E DO SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO (CHRISTOFOLETTI, 1999). ....	51
<b>FIGURA 3</b> -ESTRUTURA CONCEITUAL DA ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E ENVOLVIMENTO COM DISCIPLINAS SUBSIDIÁRIAS (CHRISTOFOLETTI, 1999). ....	51
<b>FIGURA 4</b> -CLASSIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA. ....	61
<b>FIGURA 5</b> -A) PROCESSO DE RASTEJO. FONTE: HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, P (2008). B) PROCESSO DE RASTEJO EM GASPAR-SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010). ....	62
<b>FIGURA 6</b> -A) ESQUEMA DE UMA CORRIDA DE DETRITOS. FONTE: HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, P (2008). B) VISTA DE HELICÓPTERO DE UM GRANDE FLUXO DE DETRITOS QUE ATINGIU DIVERSAS CASAS, MATANDO CINCO PESSOAS, EM NOVEMBRO DE 2008, NO ALTO BAÚ, ILHOTA, SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010). ....	63
<b>FIGURA 7</b> -PIPING NO ALTO DO BAÚ. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009). ...	64
<b>FIGURA 8</b> -A) ESQUEMA DE UM ESCORREGAMENTO ROTACIONAL. FONTE: HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, P (2008). B) ESCORREGAMENTO ROTACIONAL EM BLUMENAU, SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).....	65
<b>FIGURA 9</b> -A) ESQUEMA DE UM ESCORREGAMENTO TRANSLACIONAL. FONTE: HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, P (2008). B) ESCORREGAMENTO TRANSLACIONAL NO MORRO DO BAÚ. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).....	66
<b>FIGURA 10</b> -ESQUEMA DE QUEDAS DE BLOCOS. FONTE: HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, P (2008). ....	67
<b>FIGURA 11</b> -VISTA DO PLANO DE MERGULHO DA ROCHA, NA ÁREA EM QUE UMA ESCOLA FOI DESTRUÍDA, NO BAIRRO DE SERTÃO VERDE, GASPAR, SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009). ....	70
<b>FIGURA 12</b> -PERFIS TÍPICOS DE ENCOSTAS: A - RETILÍNEAS; B - CONVEXAS; C - CÔNCAVAS. ....	71
<b>FIGURA 13</b> -TALUDE NATURAL, DE CORTE E DE ATERRO. FONTE: IPT, 2004. ....	72
<b>FIGURA 14</b> -PROCESSOS EROSIVOS DECORRENTES DE OCUPAÇÃO DE ENCOSTAS. FONTE: CUNHA, 1991. ....	76
<b>FIGURA 15</b> -FENDAS NO SOLO. ALTO DO BAÚ, EM ILHOTA, SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).....	77

<b>FIGURA 16-FISSURAS NAS PAREDES. BRAÇO DO BAÚ, EM ILHOTA, SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	77
<b>FIGURA 17-PLANO DE TRABALHO DA PESQUISA</b>	84
<b>FIGURA 18-DESABRIGADOS E MORTOS POR DESASTRES NATURAIS EM SANTA CATARINA NAS ULTIMAS QUATRO DÉCADAS. FONTE: UOL NOTÍCIAS (2008).</b>	90
<b>FIGURA 19-ESCORREGAMENTOS GENERALIZADOS E GRANDE CORRIDA DE DETRITOS EM TIMBÉ DO SUL. FOTO: JOEL PELLERIN (1995).</b>	91
<b>FIGURA 21-ESCORREGAMENTOS GENERALIZADOS NO ALTO BAÚ, EM ILHOTA-SC. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	93
<b>FIGURA 22-ESCORREGAMENTOS NO ARRAIAL DO OURO, GASPAS-SC. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	93
<b>FIGURA 23-RECORDES DIÁRIOS DE NOVEMBRO E RESPECTIVAS DATAS DE OCORRÊNCIA - DIA/ANO- (ESTAÇÕES EPAGRI E ANA). FONTE: MINUZZI &amp; RODRIGUES, 2009.</b>	95
<b>FIGURA 24-RECORDES DE NOVEMBRO E RESPECTIVOS ANOS DE OCORRÊNCIA (ESTAÇÕES DA EPAGRI E ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). FONTE: MINUZZI &amp; RODRIGUES, 2009.</b>	96
<b>FIGURA 25-IMAGEM DE SATÉLITE DO DIA 22/11/2008. FONTE: EPAGRI.</b>	97
<b>FIGURA 26-CHUVA DIÁRIA EM BLUMENAU, NOVEMBRO DE 2008. FONTE: EPAGRI</b>	97
<b>FIGURA 27-ACUMULADO EM 5 DIAS. FONTE: EPAGRI</b>	98
<b>FIGURA 28-TOTAL ACUMULADO DA PRECIPITAÇÃO ENTRE OS DIAS 21 E 25 DE NOVEMBRO, NO VALE DO ITAJAÍ, SANTA CATARINA. FONTE: FRANK, B.; SEVEGNANI (2009).</b>	99
<b>FIGURA 29-EXEMPLO DE CASA EM SITUAÇÃO DE RISCO EM BLUMENAU-SC. A ROCHA DO TALUDE UM METAPELITO DO GRUPO ITAJAÍ, ALTERADO E FRATURADO, APRESENTA UM MERGULHO FAVORÁVEL A UM DESLIZAMENTO. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	101
<b>FIGURA 30-A) CASA EM SITUAÇÃO DE RISCO, COM PILAR DE SUSTENTAÇÃO QUASE CAINDO NA BEIRA DO BARRANCO. BLUMENAU-SC. B) CASA EM SITUAÇÃO DE RISCO DEVIDO A PROXIMIDADE DE TALUDE DE CORTE VERTICAL. BLUMENAU-SC. FOTOS: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	102
<b>FIGURA 31-CASA DESTRUÍDA NO BAIRRO DE ARRAIAL DO OURO, EM GASPAS-SC. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	110
<b>FIGURA 32-ESCOLA DESTRUÍDA NO BAIRRO DE SERTÃO VERDE, EM GASPAS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	111
<b>FIGURA 33-ESQUEMA DO MERGULHO DA ROCHA NO VALE DO SERTÃO VERDE. (A) VALE ANTES DO ESCORREGAMENTO; (B) VALE DEPOIS DO ESCORREGAMENTO.</b>	111
<b>FIGURA 34-CASA EM SITUAÇÃO DE RISCO, NO BAIRRO DE SERTÃO VERDE, EM GASPAS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	112
<b>FIGURA 36-ESCORREGAMENTO 1.</b>	117

<b>FIGURA 37-VISTA DE HELICÓPTERO DO ESCORREGAMENTO 1. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	118
<b>FIGURA 38-ESCORREGAMENTO 1. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	119
<b>FIGURA 39-ESCORREGAMENTO 1. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	119
<b>FIGURA 40-CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 1. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	120
<b>FIGURA 41-A) LAGE DE ROCHA NA CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 1. B) DETALHE DA ROCHA. FOTO: BAUZYS (2010).</b>	120
<b>FIGURA 42-ESCORREGAMENTO 1, NO PONTO EM QUE INTERDITOU A ESTRADA DE BLUMENAU-LUIS ALVES. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	121
<b>FIGURA 43-ESCORREGAMENTOS 2 E 3. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	122
<b>FIGURA 44-ESCORREGAMENTO 3.</b>	123
<b>FIGURA 45-DIREÇÃO QUE SEGUIU A CORRIDA DE DETRITOS DO ESCORREGAMENTO 3, AO LONGO DO RIBEIRÃO BELCHIOR. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	124
<b>FIGURA 46-RIBEIRÃO BELCHIOR APÓS CORRIDA DE DETRITOS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	125
<b>FIGURA 47-VISTA DE HELICÓPTERO DO ESCORREGAMENTO 3. FOTO: JOEL PELLERIN (2009).</b>	125
<b>FIGURA 48-CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 3. FOTO: EDISON TOMAZZOLI (2010).</b>	126
<b>FIGURA 49- ESTA RESIDÊNCIA FOI ATINGIDA PELO ESCORREGAMENTO 3, QUE TROUXE MUITO LODO E UM TRONCO DE ARVORE ENTROU PELA PAREDE DA CASA. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	126
<b>FIGURA 50-A) O TERRENO DESTA CASA FOI ATINGIDO PELO FLUXO DE DETRITOS 3, DESTRUINDO SEU MURO, MAS A CASA NÃO SOFREU DANOS ESTRUTURAIS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009). B) MESMO LOCAL UM ANO DEPOIS. FOTOS: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	127
<b>FIGURA 51-ESCORREGAMENTO 4. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	128
<b>FIGURA 52-ESCORREGAMENTO 5. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	128
<b>FIGURA 53-ESCORREGAMENTO 6. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	129
<b>FIGURA 54-ESCORREGAMENTO 7. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	130
<b>FIGURA 55-ESCORREGAMENTO 8. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	131
<b>FIGURA 56-ESCORREGAMENTO 9.</b>	132
<b>FIGURA 57-RUPTURA DO ESCORREGAMENTO 9. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	132
<b>FIGURA 58-CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 9. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	133
<b>FIGURA 59-ESCORREGAMENTOS NA ÁREA 10. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	134
<b>FIGURA 60-DEGRAU DE ABATIMENTO NA RUA EMILIO ROWEDER, NA ÁREA 10. FOTO: JUAN FLORES (2009).</b>	135

<b>FIGURA 61-A) CASA SOTERRADA . FOTO: JUAN FLORES (2009). B) MESMA CASA 1 ANO DEPOIS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	135
<b>FIGURA 62-A) CASA ATINGIDA. FOTO: JUAN FLORES (2009). B) CASA ATINGIDA. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	136
<b>FIGURA 63-IMAGEM DO GOOGLE EARTH DA ÁREA AFETADA, ANTES DO EVENTO.</b>	136
<b>FIGURA 64-A) COMÉRCIO DE VASILHAMES. B) DETALHE DO ESCORREGAMENTO. FOTOS: JUAN FLORES (2009).</b>	137
<b>FIGURA 65-ESCORREGAMENTOS 11, 12 E 13. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	137
<b>FIGURA 66-ESCORREGAMENTOS 11, 12 E 13. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	138
<b>FIGURA 67-DETALHE DO ESCORREGAMENTO 11. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	139
<b>FIGURA 68-TRECHO DA ESTRADA QUE FOI DESTRUÍDO PELO ESCORREGAMENTO 11. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	139
<b>FIGURA 69-ESCORREGAMENTO 14. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	140
<b>FIGURA 70-A) ESCORREGAMENTO 16. B) DETALHE DA CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 16. FOTOS: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	141
<b>FIGURA 71-ESCORREGAMENTO 17. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	142
<b>FIGURA 72-A) ESCORREGAMENTO 18. B) RESTOS DA CASA DESTRUÍDA. FOTOS: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	142
<b>FIGURA 73-ESCORREGAMENTO 18. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	143
<b>FIGURA 74-ESCORREGAMENTO 19 E 20. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	144
<b>FIGURA 75-ESCORREGAMENTO 19. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	145
<b>FIGURA 76-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DO MATERIAL DESLOCADO DO ESCORREGAMENTO 19. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	145
<b>FIGURA 77-RUPTURA CIRCULAR ATRÁS DE RESIDÊNCIA. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	146
<b>FIGURA 78-ESCORREGAMENTOS 21, 22, 23, 24 E 25.</b>	147
<b>FIGURA 79-DRENAGEM ONDE SE ENCAIXARAM ESTES ESCORREGAMENTOS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	147
<b>FIGURA 80-DETALHE DOS ESCORREGAMENTOS 21 E 22. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	148
<b>FIGURA 81-DETALHE DO ESCORREGAMENTO 24. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	148
<b>FIGURA 82-DETALHE DO ESCORREGAMENTO 25. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	149
<b>FIGURA 83-A) ESCORREGAMENTO 26. B) CABECEIRA DO ESCORREGAMENTO 26. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	150
<b>FIGURA 84-ESCORREGAMENTO 27.</b>	150

<b>FIGURA 85-DETALHE DO ESCORREGAMENTO 27. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	151
<b>FIGURA 86-ESCORREGAMENTO 27. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	151
<b>FIGURA 87-ESCORREGAMENTO 28. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	152
<b>FIGURA 88-ESCORREGAMENTO 29. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	153
<b>FIGURA 89-ESCORREGAMENTO 30. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	153
<b>FIGURA 90-ESCORREGAMENTO 31. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	154
<b>FIGURA 91-ESCORREGAMENTO 32. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	155
<b>FIGURA 92-ESCORREGAMENTO 33. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	156
<b>FIGURA 93-ESCORREGAMENTO 34. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	156
<b>FIGURA 94-DETALHE DO ESCORREGAMENTO 34. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	157
<b>FIGURA 95-ESCORREGAMENTO 35. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	158
<b>FIGURA 96-A) CASA ATINGIDA E DESTRUÍDA. FOTO: JUAN FLORES (2009).</b>	
<b>B) MESMO LOCAL, UM ANO DEPOIS. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).</b>	158
<b>FIGURA 97-ESCORREGAMENTO 36. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	159
<b>FIGURA 98-RASTEJO. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	160
<b>FIGURA 99-PROCESSO DE RASTEJO EM PASTO. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	160
<b>FIGURA 100-ESCORREGAMENTO C. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	161
<b>FIGURA 101-ESCORREGAMENTO D. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	161
<b>FIGURA 102-ESCORREGAMENTO E. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	162
<b>FIGURA 103-ESCORREGAMENTO F. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	162
<b>FIGURA 104-ESCORREGAMENTO G. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	163
<b>FIGURA 105-ESCORREGAMENTO H. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	163
<b>FIGURA 106-ESCORREGAMENTO I. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	164
<b>FIGURA 107-ESCORREGAMENTO J. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	164
<b>FIGURA 108-ESCORREGAMENTO K. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	165
<b>FIGURA 109-ESCORREGAMENTO L. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	165
<b>FIGURA 110-ESCORREGAMENTO M. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	166
<b>FIGURA 111-ESCORREGAMENTO N. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	166
<b>FIGURA 112-ESCORREGAMENTO O. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	167
<b>FIGURA 113-ESCORREGAMENTO P. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	167
<b>FIGURA 114-ESCORREGAMENTO Q. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	168
<b>FIGURA 115-ESCORREGAMENTO R. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	168
<b>FIGURA 116-DEGRAU DE ABATIMENTO E CASA ABANDONADA. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	169
<b>FIGURA 117-DEGRAU DE ABATIMENTO E CASA ATINGIDA. FOTO: JUAN FLORES (2009).</b>	170
<b>FIGURA 118-ESCORREGAMENTO T. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).</b>	170
<b>FIGURA 119-GNAISSE GRANULITICO BANDADO. FOTO: EDISON TOMAZZOLI.</b>	177

<b>FIGURA 120</b> -ROCHA ENCONTRADA NO ESCORREGAMENTO 3. TRATA-SE DE GNAISSE GRANULÍTICO CONTENDO NUMEROSOS ENCLAVES MÁFICOS COM DIFERENTES GRAUS DE ASSIMILAÇÃO. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2009).....	178
<b>FIGURA 121</b> -DETALHE DE ENCLAVE MÁFICO EM GNAISSE ENCONTRADO NO ESCORREGAMENTO 3. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).....	179
<b>FIGURA 122</b> -FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA, ROCHA QUE OCORRE LOCALIZADAMENTE NA ÁREA DE ESTUDO. FOTO: FERNANDA BAUZYS (2010).....	179
<b>FIGURA 123</b> -FALHAS (A) E FRATURAS (B) CORTANDO GNAISSE EM LOCAIS DE ESCORREGAMENTO. FOTOS: FERNANDA BAUZYS (2010).....	180
<b>FIGURA 124</b> -SEÇÃO TÍPICA DO ESCORREGAMENTO TRANSLACIONAL RASO (PLANAR). O CORPO DO ESCORREGAMENTO É MOBILIZADO PELO MATERIAL PROVENIENTE DA RAIZ. NA SAIA, OCORRE A ACUMULAÇÃO DO MATERIAL REMOBILIZADO. FONTE: SANTOS, A. R. (2004).....	201
<b>FIGURA 125</b> -FEIÇÕES DE UM ESCORREGAMENTO TRANSLACIONAL RASO (PLANAR). FONTE: SANTOS, A. R. (2005). .....	202
<b>FIGURA 126</b> -CICLO DE GERENCIAMENTO DE UM DESASTRE. FONTE: TOBIN E MONTZ (1997). MARCELINO (2008). .....	208

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1-EPISÓDIOS DE ESCORREGAMENTOS MAIS SIGNIFICATIVOS QUE OCORRERAM NO TERRITÓRIO BRASILEIRO NO PERÍODO DE 1928-2001.</b>	
.....	40
<b>QUADRO 2-POPULAÇÃO DE GASPAR DE 1991 A 2007.....</b>	47
<b>QUADRO 3-UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE GASPAR - SC.....</b>	47
<b>QUADRO 4-CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES QUANTO À ORIGEM.....</b>	54
<b>QUADRO 5-CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS QUANTO À TIPOLOGIA .....</b>	55
<b>QUADRO 6-PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA .....</b>	60
<b>QUADRO 7-FATORES DE SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE.....</b>	68
<b>QUADRO 8-SÍNTESE DOS TIPOS DE MAPAS REFERENTES A ESCORREGAMENTOS .....</b>	82
<b>QUADRO 9-SÍNTESE DOS NÚMEROS DO DESASTRE NOS MUNICÍPIOS QUE DECRETARAM CALAMIDADE PÚBLICA .....</b>	94
<b>QUADRO 10-DANOS HUMANOS NO MUNICÍPIO DE GASPAR.....</b>	106
<b>QUADRO 11-DANOS MATERIAIS NO MUNICÍPIO DE GASPAR.....</b>	107
<b>QUADRO 12-PREJUÍZOS ECONÔMICOS.....</b>	108
<b>QUADRO 13-PREJUÍZOS SOCIAIS.....</b>	109





## LISTA DE MAPAS

<b>MAPA 1-</b> LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	45
<b>MAPA 2-</b> MAPA DE LITOLOGIA DA REGIÃO.....	100
<b>MAPA 3-</b> MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS VISTORIADAS. ....	105
<b>MAPA 4-</b> MAPA DE INVENTÁRIO DOS MOVIMENTOS DE MASSA DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC. ....	116
<b>MAPA 5-</b> MAPA GEOLÓGICO DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC.....	174
<b>MAPA 6-</b> MAPA DE LINEAMENTOS DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC. ....	182
<b>MAPA 7-</b> MAPA HIPSOMÉTICO DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC.....	187
<b>MAPA 8-</b> MAPA DE DECLIVIDADES DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC. ....	189
<b>MAPA 9-</b> MAPA DE FORMAS DE ENCOSTAS DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC. ....	191
<b>MAPA 10-</b> MAPA DE ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC. ....	11083
<b>MAPA 11-</b> MAPA DE SOLOS DO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR, GASPAR-SC.....	1088



## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1- ROCHAS BELCHIOR ALTO.....</b>	<b>218</b>
<b>ANEXO 2- AVADAN.....</b>	<b>235</b>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>42</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	42
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	42
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>43</b>
<b>4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>43</b>
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	43
4.2. BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DE GASPAR .....	46
4.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE GASPAR .....	47
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>50</b>
5.1. ABORDAGEM SISTÊMICA .....	50
5.2. BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO .....	52
5.3. REVISÃO CONCEITUAL DE TERMINOLOGIAS REFERENTES A DESASTRES .....	52
5.3.1. <i>Desastre e evento</i> .....	53
5.3.2. <i>Riscos</i> .....	55
5.3.3. <i>Suscetibilidade</i> .....	56
5.3.4. <i>Vulnerabilidade</i> .....	56
5.3.5. <i>Perigo e ameaça</i> .....	56
5.3.6. <i>Área de risco</i> .....	57
5.4. MOVIMENTOS DE MASSA .....	57
5.4.1. <i>Generalidades</i> .....	57
5.4.2. <i>Os movimentos de massa e sua influência na evolução das vertentes</i> .....	58
5.4.3. <i>Tipos de movimentos de massa</i> .....	59
5.5. INDICADORES DE MOVIMENTOS DE MASSA .....	76
5.6. MEDIDAS PREVENTIVAS .....	77
5.7. O USO DAS GEOTECNOLOGIAS NA PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS .....	80
5.8. TIPOS DE MAPEAMENTO/ METODOLOGIAS .....	81
<b>6. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>84</b>
6.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	84
6.1.1. <i>Levantamento de dados e material cartográfico</i> .....	84

6.1.2. <i>Elaboração da base cartográfica</i> .....	85
6.1.3. <i>Atividades de campo</i> .....	85
6.1.4. <i>Elaboração dos mapas temáticos</i> .....	85
6.2. MATERIAIS .....	88
6.2.1. <i>Material cartográfico</i> .....	88
6.2.2. <i>Equipamentos</i> .....	89
<b>7. ANÁLISE DOS ÚLTIMOS DESASTRES DE SANTA CATARINA</b> .....	<b>89</b>
<b>8. ANÁLISE GERAL DO EVENTO DE NOVEMBRO DE 2008</b> ..	<b>91</b>
8.1. ASPECTOS METEREOLÓGICOS .....	94
8.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOMORFOLÓGICOS.....	99
8.3. RESULTADOS DO PROJETO “RESPOSTA AO DESASTRE EM SANTA CATARINA NO ANO DE 2008” .....	103
8.4. O EVENTO DE 2008 NO MUNICÍPIO DE GASPAR .....	106
<b>9. MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS PROCESSOS OCORRIDOS NA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>115</b>
9.1. MAPA DE INVENTÁRIO.....	115
9.2. ANÁLISE DOS PRINCIPAIS MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS NO ALTO DA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR .....	81
9.3. CORRELAÇÃO ENTRE OS MOVIMENTOS DE MASSA E ASPECTOS AMBIENTAIS .....	171
9.3. 1. <i>Correlações entre o condicionamento geológico e os movimentos de massa</i> .....	171
9.3.1.1. Aspectos geológicos.....	171
9.3. 1.2. Geologia local .....	176
9.3. 1.3. Condicionamento geológico e os movimentos de massa.....	176
9.3.2. <i>Correlações entre aspectos geomorfológicos e movimentos de massa</i> .....	183
9.3.2.1. Aspectos geomorfológicos:.....	183
9.3.2.2. Hipsometria.....	186
9.3.2.3. Declividade .....	188
9.3.2.4. Formas de encosta:.....	190
9.3.2.5. Orientação das Encostas:.....	192
9.3.3. <i>Correlação entre pedologia e movimentos de massa</i> .....	194
9.3.3.1. Tipos de solo na área de estudo.....	194
9.3.3.2. Correlação entre os tipos de solo e os movimentos de massa....	197
9.3. 4. <i>Correlação entre vegetação e atividades antrópicas e movimentos de massa</i> .....	199
9.3. 5. <i>Síntese da influência dos parâmetros ambientais sobre a ocorrência de movimentos de massa</i> .....	200

<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>203</b>
10.1. RECOMENDAÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIBEIRÃO BELCHIOR .....	203
10.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTE TRABALHO E RECOMENDAÇÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS .....	204
10.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PÓS-DESASTRE.....	205
<b>11. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>209</b>





**Geografia**

**Música**

**Amor**

**Troca**

**Alegria**

**Sinceridade**

**Inspiração**

**Entusiasmo**

**Força**

**Entrega**

**Serenidade**

**Paz**



## 1. INTRODUÇÃO

As chuvas excepcionais de setembro, outubro e novembro de 2008, em Santa Catarina, desencadearam uma grande quantidade de movimentos de massa, que causaram enormes prejuízos físicos, econômicos e sociais ao Estado.

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

Eventos de grande intensidade, como este, não são excepcionais. No quadro 01 são apresentados os episódios de escorregamentos mais significativos que ocorreram no território brasileiro, no período de 1928-2001, que resultaram em grandes prejuízos e mortes.

**Quadro 1-**Episódios de escorregamentos mais significativos que ocorreram no território brasileiro no período de 1928-2001.

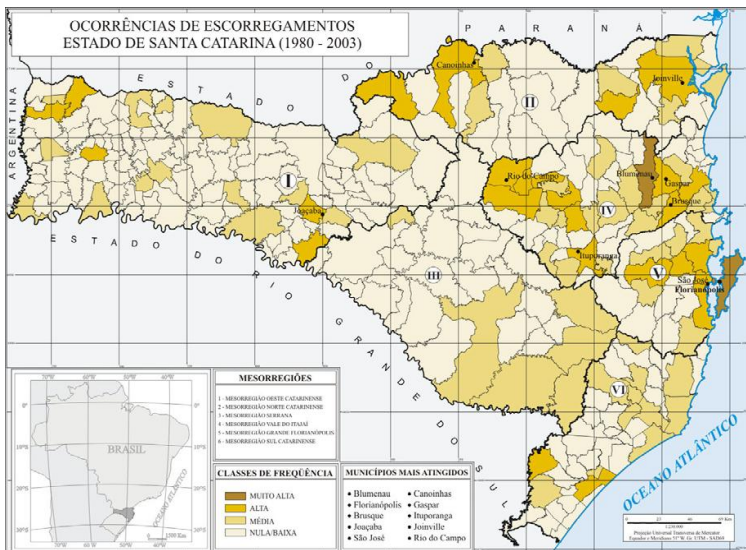
<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Prejuízos</b>
1928	Santos (SP)	60 mortes e destruição parcial da Santa Casa
1948	Vale do Paraíba (SP/RJ)	250 mortes e destruição de centenas de casas
1956	Santos (SP)	43 mortes e destruição de 100 casas
1956	Rio de Janeiro (RJ)	100 mortes
1967	Serra das Araras (RJ)	1.200 mortes e destruição de centenas de casas
1967	Caraguatatuba (SP)	120 mortes e destruição de 400 casas
1971	Salvador (BA)	104 mortes e milhares de desabrigados
1972	Campos do Jordão (SP)	Mais de 10 mortes e destruição de 60 casas
1974	Tubarão (SC)	40 mortes e destruição de casas, pontes e vias
1986	Lavrinhas (SP)	11 mortes e destruição de casas e pontes
1988	Cubatão (SP)	10 mortes
1988	Petrópolis (RJ)	171 mortes e 1.100 desabrigados
1988	Rio de Janeiro (RJ)	mais de 30 mortes e destruição de casas
1989	Salvador (BA)	100 mortes e destruição de dezenas de casas
1990	Blumenau (SC)	10 mortes, destruição de casas, pontes e vias
1992	Contagem (MG)	36 mortes, destruição de moradias e centenas de desabrigados
1995	Timbé do Sul (SC)	29 mortes, destruição de dezenas de plantações, edificações, pontes e vias
2001	Petrópolis (RJ)	65 mortes, mais de 300 famílias afetadas e centenas de casas destruídas

**Fonte:** Marcelino, 2003.

O Estado de Santa Catarina se destaca pelo elevado número de ocorrência de desastres associados a movimentos de massa. De acordo com o levantamento apontado no Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina (HERRMANN, 2005) foram registrados no estado de Santa Catarina, durante o período de 1980 a 2003, 140 ocorrências de eventos de escorregamentos, afetando 87 municípios (figura 01). No entanto, segundo Herrmann et al. (2003), o número de ocorrências de escorregamentos em Santa Catarina é muito superior ao que foi

apresentado nesta publicação, que considera apenas os escorregamentos registrados nos formulários de Avaliação de Danos (AVADANS).

Segundo Rosa (1991), a borda oriental do estado de Santa Catarina, onde se situa uma seqüência de elevações rochosas constituídas pelas serras do Mar, do Leste Catarinense e Geral, é a mais afetada pelos escorregamentos. O município de Gaspar está situado neste domínio geomorfológico, e representa, segundo o Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina, um dos municípios mais atingidos por escorregamentos e inundação do Estado.



**Figura 1-**Mapa de frequência de escorregamentos nos municípios do Estado de Santa Catarina (1980 a 2003).

**Fonte:** Herrmann et al. (2003).

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

Os fenômenos naturais extremos fazem parte da geodinâmica terrestre. As pesquisas devem ser direcionadas para a elaboração e adoção de medidas preventivas, que possam amenizar o impacto causado por eles. Os danos causados pelos desastres poderiam ser

prevenidos, reduzidos ou minimizados, se a população e os tomadores de decisão tivessem mais informação sobre estes eventos.

Considerando tais reflexões, este estudo pretende fazer uma análise e mapeamento dos movimentos de massa no alto da bacia do Ribeirão Belchior, em Gaspar-SC, ocorridos em novembro de 2008, com o objetivo de ajudar na compreensão destes fenômenos e na gestão da ocupação da área.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Analisar de forma integrada aspectos ambientais do alto da bacia do Ribeirão Belchior, em Gaspar-SC, visando à identificação, análise e mapeamento dos movimentos de massa ocorridos em novembro de 2008.

### **2.2. Objetivos específicos**

- 1: Analisar os diferentes fatores de suscetibilidade a ocorrência de movimento de massa;
- 2: Analisar o evento catastrófico novembro de 2008 em Santa Catarina e em Gaspar-SC;
- 3: Fazer um inventário sobre os processos ocorridos (Levantar os processos de movimentos de massa que já ocorreram e que estão ocorrendo na área de estudo);
- 4: Elaborar cartas digitais temáticas que possuem relevância à ocorrência de movimentos de massa, tais como: mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa hipsométrico, mapa de declividade, formas de encostas, orientação de encostas e mapa pedológico, criando assim uma base de dados digitais da bacia em estudo;
- 5: Fazer recomendações de uso e ocupação do solo, pautado pelos cenários de risco identificados.

### **3. JUSTIFICATIVA**

O município de Gaspar foi um dos mais atingidos pelos movimentos de massa ocorridos em novembro de 2008, no vale do Itajaí. Dentro do município, a bacia do Ribeirão Belchior, foi uma das regiões que mais sofreram com os danos causados por escorregamentos e corridas de lama e detritos.

O mapa de inventário de escorregamentos é a base necessária para a produção de um mapa de risco. De acordo com Fernandes e Amaral (1996) é de fundamental importância o entendimento da fenomenologia e das causas dos movimentos de massa, uma vez que sem o conhecimento da forma e extensão, bem como das causas dos deslizamentos, nunca se chegará a uma medida preventiva ou mesmo corretiva para o problema.

Desta maneira, este projeto tem fundamental importância no sentido de poder servir como instrumento de apoio na elaboração de planos de gestão para o município.

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

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

Esta pesquisa pode servir também de base para trabalhos futuros, caracterizando-se como um levantamento inicial dos aspectos geológicos e geomorfológicos presentes na área de estudo, os quais resultarão em mapas temáticos sobre os aspectos físicos da bacia do ribeirão Belchior, até o momento inexistentes na escala proposta para este trabalho.

## **4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **4.1. Localização da área de estudo**

O município de Gaspar situa-se na porção nordeste do Estado de Santa Catarina, e faz divisa com os municípios de Ilhota, Blumenau, Massaranduba, Luis Alves, Itajaí, Brusque e Guabiruba. Localiza-se a

uma latitude 26°55'53" sul e a uma longitude 48°57'32". A área total do município é de 386 km<sup>2</sup>, sendo aproximadamente 40 km<sup>2</sup> em área urbana e 346,35 km<sup>2</sup> em área rural (IBGE).

As principais vias de acesso do município são a BR-470, BR-101, SC-470 e a SC-411.

A bacia do Ribeirão Belchior esta situada integralmente dentro do Município de Gaspar (mapa 01). Este ribeirão é afluente do rio Itajaí-Açu pela margem esquerda e se desenvolve no sentido geral Noroeste-Sudeste.



**MAPA 1:** Mapa de Localização da área de estudo

## 4.2. Breve Histórico da ocupação de Gaspar

A fundação da Colônia de Gaspar se deu em 1835, mas o município só foi emancipado em 18 de março de 1934 (Plano Diretor Físico Territorial de Gaspar, 2001).

Segundo o Plano Diretor Físico Territorial de Gaspar (2001), o município passou por quatro fases de ocupação, ligadas diretamente à sua economia.

Primeiramente, até a metade do século XIX a economia era baseada na exploração desordenada da terra; A ocupação foi aleatória, restringindo-se às margens do rio Itajaí-Açu, que era utilizado como meio de navegação e circulação. A agricultura aparecia como modo de subsistência.

Na segunda fase (meados do século XIX ao início do XX), houve o início de uma ocupação ordenada, principalmente com a colonização européia. A agricultura passou a ser a principal fonte de renda, com a introdução do arroz irrigado nas áreas baixas e planas do município, e a indústria existente (voltada ao setor primário, como agropecuária e extrativismo), começa a atender uma área mais abrangente e a diversificar seu parque industrial, exportando produtos para outras regiões.

Em sua terceira fase (entre 1960/70 a 1990), Gaspar deixa de ter sua economia baseada na agricultura e começa a se voltar à indústria. Esta fase foi marcada pelo aparecimento de empresas e pela diminuição da importância da venda como elemento dominante no comércio. Neste período Gaspar também desponta como cidade dormitório, devido ao grande número de ofertas de trabalho nas empresas têxteis de Blumenau, aumentando assim a ocupação no centro da área urbana, causando diversos problemas como congestionamento do trânsito nas vias centrais, depredação da paisagem urbana e aparecimento de poluição sonora, visual e ambiental.

Na quarta fase (após 1990), o setor secundário é consolidado no município. Com a crise das empresas têxteis de Blumenau e a demissão de funcionários, a cidade perde a característica de cidade-dormitório. O uso industrial distribui-se por toda a cidade e o uso residencial é caracterizado pela predominância de unidades unifamiliares e pela subutilização do solo, resultado de um crescimento urbano sem controle, onde fatores como a especulação imobiliária e as características topográficas agem como elementos de dispersão da ocupação urbana. Esta situação ainda pode ser observada hoje.

### 4.3. Características gerais do município de Gaspar

Segundo a contagem da população feita pelo IBGE, o município de Gaspar possuía, em 2007, 55.600 habitantes (quadro 02).

**Quadro 2-**População de Gaspar de 1991 a 2007.

Ano	População	População	Total
	Urbana	Rural	
1991	23.364	12.250	35.614
2000	29.601	16.813	47.702
2007	x *	x*	55.600
2010**	47.107	10.851	57.958

**Fonte:** Datasus/IBGE

\* Sem informação

\*\* Estimativa

Gaspar teve seu primeiro Plano Diretor Físico Territorial aprovado em 1989. Este foi alterado em 2001, e passa atualmente por novas alterações para atender as exigências do “Estatuto da Cidade”, lei federal no 10.257/01 de 10 de julho de 2001, que obriga os municípios com mais de 20.000 habitantes e que integrem regiões metropolitanas ou aglomerados urbanos, a elaborar e revisar seus planos diretores até outubro de 2006.

Em suas últimas atualizações, o plano diretor de Gaspar divide o município em 8 regiões (Unidades de Planejamento), conforme a tabela abaixo. A Bacia do ribeirão Belchior engloba os bairros de Belchior Alto, Belchior Central e Belchior Baixo, que estão localizados na unidade de planejamento 01.

**Quadro 3-**Unidades de Planejamento de Gaspar - SC.

<b>Região 01</b>	<b>Belchior Alto, Belchior Central, Belchior Baixo;</b>
<b>Região 02</b>	<b>Arraial, Margem Esquerda, Lagoa;</b>
<b>Região 03</b>	<b>Bela Vista, Figueira, Coloninha;</b>
<b>Região 04</b>	<b>Centro, Sete de Setembro, Santa Teresinha;</b>
<b>Região 05</b>	<b>Gaspar Mirim, Gasparinho e Gasparinho Quadro, Alto Gasparinho;</b>
<b>Região 06</b>	<b>Rua Itajaí, Poço Grande, Macucos;</b>
<b>Região 07</b>	<b>Óleo Grande, Barracão e Bateias;</b>
<b>Região 08</b>	<b>Gaspar Grande, Gaspar Alto e Gaspar Alto Central.</b>

**Fonte:** Plano Diretor Físico Territorial de Gaspar (2001).

As principais atividades econômicas de Gaspar, segundo o site da prefeitura (<http://www.gaspar.sc.gov.br>), são: indústria, comércio, turismo e agricultura. No setor primário, destaca-se a agricultura, e em especial o cultivo do arroz irrigado, produzido em todo o território do município. O fumo, o milho e a agricultura de subsistência são praticados em menor escala. Ainda destaca-se a pecuária, principalmente na criação do gado de corte e leiteiro e, ultimamente, com incentivo à piscicultura.

No setor secundário a indústria de alimentos se destaca. Gaspar é a sede de uma das maiores empresas do Brasil, a CEVAL. Na indústria têxtil destaca-se a Linhas Círculo, empresa nacionalmente conhecida, e a indústria de plásticos, sede também de outra grande empresa, a PLASVALE. 15% da arrecadação total do município é concebida através da prestação de serviços, destacando-se o turismo, com aproximadamente 8% desse total. Gaspar também possui atrativos no segmento de turismo de massa, como a Rota das Águas.

## **Clima**

Segundo Monteiro e Mendonça (2005), no Estado de Santa Catarina, o relevo, a altitude, a continentalidade e a maritimidade são os fatores que apresentam maior interação com os sistemas atmosféricos tornando-os estáveis ou instáveis. A influência desses fatores é que determina variações climáticas locais. A influência do relevo pode ser constatada especialmente na distribuição dos totais de precipitação. Assim, na Unidade Geomorfológica Serras Cristalinas Litorâneas, presente na bacia do ribeirão Belchior, a pluviosidade intensa observada é determinada pela influência dos relevos montanhosos que barram os ventos úmidos provenientes do oceano e contribuem para ocorram, nesta área, os segundos maiores totais de precipitação pluviométrica anual registrados em Santa Catarina (IBGE, 2003b).

A umidade também sofre influencia direta dos efeitos da continentalidade e maritimidade, aliados ao relevo. Em Santa Catarina, os ventos de sudeste a nordeste, provenientes dos anticiclones sobre o Atlântico Sul, transportam muita umidade do oceano para o litoral. A umidade, condensada, forma nuvens baixas, resultando em chuva fraca, aumentando a umidade no período noturno (MONTEIRO E MENDONÇA, 2005).

Segundo Monteiro (2001), Santa Catarina, por sua posição latitudinal, está submetida a muitos dos sistemas atmosféricos que atuam sobre o Brasil no decorrer do ano. Os tempos instáveis ocorrem

no estado, em geral, associados às frentes frias, aos vórtices ciclônicos, aos cavados em baixos, médios e altos níveis atmosféricos, às baixas pressões em superfície, aos complexos convectivos de mesoescala, à convecção tropical, à Zona de Convergência do Atlântico Sul e aos jatos em médios e altos níveis.

Os sistemas estáveis são representados pelas altas pressões atmosféricas ou anticiclones, que são os centros de ação das massas de ar frio e tropical. Esses sistemas se caracterizam pela subsidência do ar: o ar descendente é comprimido e aquecido tornando difíceis a formação de nuvens e a precipitação.

No verão as massas de ar ficam mais aquecidas. A convecção tropical, processo originado pelo calor, é a maior responsável pela mudança nas condições diárias de tempo e pelo elevado índice pluviométrico dessa época do ano (MONTEIRO E MENDONÇA, 2005). Segundo estes autores, no inverno, com o continente mais frio, as massas de ar provenientes das grandes latitudes tornam-se mais intensas e dominam as condições de tempo na Região Sul, sendo a frente fria um dos sistemas atmosféricos mais importantes na distribuição da precipitação em Santa Catarina nesta época do ano. Sua frequência é de 3 a 4 passagens frontais mensais. Neste período do ano embora ocorram constantes passagens de frentes frias e outros sistemas produtores de chuva, a quantidade de precipitação é mais baixa do que nos demais, em todas as regiões catarinenses. No entanto, temporais com chuvas fortes, granizo e ventos intensos podem ocorrer, principalmente quando um VC ou uma intensa corrente de jato estiver atuando. Os temporais são mais frequentes nos meses de julho e agosto (HERRMANN, 2001).

Segundo Monteiro e Mendonça (2005), na primavera ocorrem períodos de tempo muito instáveis nos meses de setembro e outubro e outros mais estáveis em novembro, especialmente na segunda quinzena. Nesta estação de transição, as frentes frias já deixam de ser mais continentais e passam mais pelo Atlântico em deslocamento para menores latitudes. Ainda assim, ocorre um ligeiro aumento do número desses sistemas em relação às demais estações do ano.

## 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1. Abordagem sistêmica

Devido à necessidade de se realizar análises integradas dos elementos do ambiente, a abordagem sistêmica consiste em um adequado suporte metodológico para a presente pesquisa.

A teoria dos sistemas foi proposta nas primeiras décadas do século XX, pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy. A pesquisa deste autor foi colocada frente ao reducionismo científico até então aplicada pela ciência convencional.

Em sua principal obra, “Teoria Geral dos Sistemas”, Bertalanffy (1977) define sistemas como um “conjunto de elementos em interação”. Para este autor, os sistemas são um conjunto de elementos ou subsistemas que se relacionam entre si e com o meio em busca de um resultado final. O sistema “fechado” é aquele em que não existe intercâmbio com o ambiente, muito raro na natureza. Já o sistema aberto “é um sistema em troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõe”.

Referindo-se a estudos ambientais, Christofolletti (1999) afirma que a abordagem sistêmica surge como plenamente adequada a análise geomorfológica, pois considera que um sistema é constituído por um conjunto de elementos interconectados que funciona compondo uma complexa entidade integrada.

Um tipo particular de sistema físico, dinâmico e aberto é aquele denominado geossistema. Geossistema é um conceito relativamente recente na geografia, sendo proposto na antiga União Soviética, na década de 1960, e primeiro mencionado pelo russo Sothava.

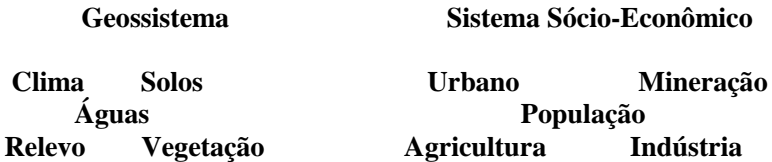
Sothava (1977) caracteriza o geossistema como a expressão dos fenômenos naturais resultantes da interação, na superfície da Terra, da litomassa com biomassa, aeromassa e hidromassa. Para este autor, as formações naturais experimentam na atualidade o impacto de elementos sociais, econômicos e técnicos, que lhes modificam a dinâmica natural peculiar. Nesse sentido, a concepção geossistêmica implica conceitualmente a relação sociedade x natureza.

Já Bertrand (1972) define Geossistema como uma situação numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos.

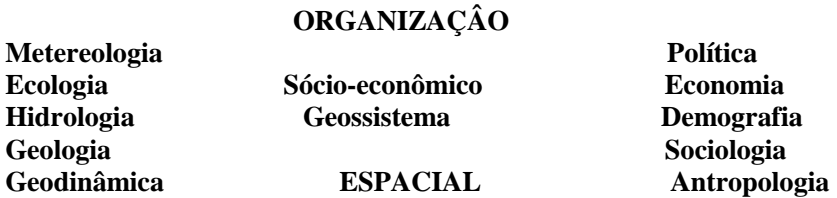
A conceituação de geossistema utilizada neste trabalho, no entanto, baseia-se na obra Modelagem de Sistemas Ambientais (1999),

de Antonio Christofolletti. Para este autor, o geossistema representa a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Ao afirmar que a geografia é a disciplina que estuda as organizações espaciais, Christofolletti (1999), esquematiza a estrutura conceitual das relações existentes entre os elementos que formam a organização espacial (figuras 2 e 3).



**Figura 2**-Estruturação do geossistema e do sistema sócio-econômico (CHRISTOFOLETTI, 1999).



**Figura 3**-Estrutura conceitual da organização espacial e envolvimento com disciplinas subsidiárias (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A organização espacial é, então, fruto da complexidade das interações dos elementos que formam o meio. O autor lembra, ainda, que o termo organização expressa a existência de ordem e entrosamento entre as partes de um conjunto. Segundo Christofolletti (1999) o funcionamento e a interação entre tais elementos são resultantes da ação dos processos, que mantém a dinâmica e as relações entre eles.

Os geógrafos encontram nos princípios da abordagem sistêmica sustentação para esta visão. Através das figuras acima, percebe-se que Christofolletti separa o que ele chama de Geossistema (estrutura física) do Sistema Sócio-Econômico. O autor considera os elementos humanos (sistema sócio-econômico) como inputs que interagem na estrutura do geossistema, mas na fazem parte do seu sistema funcional. Os produtos

do sistema sócio-econômico interferem nos processos e fluxos de matéria e energia, repercutindo inclusive nas respostas da estruturação espacial geossistêmica. Dentro desta visão, Christofolletti (1999) afirma que os sistemas ambientais são os responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas sócio-econômicos e deles recebem os seus produtos (edificações, insumos, emissões, dejetos, etc.).

## **5.2. Bacia hidrográfica como unidade de estudo**

Pela abordagem da visão sistêmica, a bacia hidrográfica pode ser considerada uma importante unidade de análise espacial, uma vez que representa uma área, delimitada por regiões topograficamente elevadas, e que todos os componentes que integram a paisagem apresentam um determinado tipo de interação: atmosfera e vegetação, solo e vegetação, rocha e lençol freático, etc.

A bacia hidrográfica é, então, um exemplo de sistema geomorfológico complexo “A bacia é um sistema aberto aos fluxos de energia e matéria: as entradas do sistema são representadas pela precipitação e forças tectônicas e as saídas pela perda de água, sedimentos e materiais solúveis” (COELHO, 1998, apud MATTOS e PEREZ, 2004).

“Vista como uma unidade organizada complexa, a bacia hidrográfica é formada por subsistemas, de cujas interações resulta a organização do sistema como um todo integrado” (MATTOS e PEREZ, 2004).

Assim, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade espacial de estudo e planejamento e manejo de recursos hídricos de forma crescente. Essa unidade funcional contempla processos e interações ecológicas (naturais e antrópicas) que podem ser estruturalmente caracterizados, quantificados e modelados, permitindo uma avaliação mais abrangente espacialmente e temporalmente.

## **5.3. Revisão conceitual de terminologias referentes a desastres**

Neste sub-capítulo serão feitas considerações de conceitos básicos sobre desastres. Para isso buscaram-se conceituações e definições de alguns dos termos mais utilizados nesta área.

As últimas décadas assistiram a um crescente avanço técnico-científico em relação à área de conhecimentos sobre riscos naturais. No entanto, conforme a revisão bibliográfica feita nesta pesquisa, e nos trabalhos de Dias (2000), Cristo (2002) e Saito (2004), é importante



salientar que a terminologia que tem sido empregada nesta área ainda encontra alguma variação em sua definição e nem sempre há consenso entre os autores quanto à padronização em relação à utilização dos conceitos.

Desta maneira, com o intuito de adotar um critério de análise dentre as várias classificações e conceituações em uso, pretende-se tentar utilizar, predominantemente, e quando possível, a base conceitual internacional proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), através dos programas United Nations Development Programme (UNDP) e International Strategy for Disaster Reduction (ISDR): Terminology on Disaster Risk Reduction (ISDR, 2009) e Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development (UNDP, 2004).

### 5.3.1. Desastre e evento

Segundo Marcelino (2008), na natureza existe vários tipos de fenômenos que fazem parte da dinâmica natural da Terra. Mas, se o fenômeno ocorrer sobre um sistema social e causar impacto, produzindo danos e prejuízos extensivos e/ou de difícil superação pelas comunidades afetadas será então considerado como um desastre (disaster, em inglês). Se as conseqüências forem mínimas ou nulas será considerado apenas como um evento natural. Desta maneira, o evento pode ser definido como um “fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais” (BRASIL, 2007. p. 25).

Assim, de acordo com Veyret (2007) se um evento perigoso realmente ocorrer e provocar danos e prejuízos para a população e para a infra-estrutura, ele se constituirá em um desastre. Para a ISDR (2009) o desastre seria uma séria perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo perdas e impactos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excedam a habilidade da comunidade/sociedade afetada em arcar usando seus próprios recursos (grifo meu).

Segundo as normativas da Política Nacional de Defesa Civil, existem três tipos de desastres, que se diferenciam basicamente no nível de intervenção humana: os naturais, os humanos e os mistos (CASTRO, 1998).

Marcelino (2008), no entanto, defende que o foco de análise não deveria estar no processo e sim no fenômeno desencadeador. Nessa abordagem, os desastres naturais seriam aqueles disparados por um fenômeno natural de grande intensidade e os humanos pelas ações ou

omissões de caráter antrópico (quadro 04). Segundo este autor, as intervenções antrópicas, quando mal planejadas, poderão intensificar e/ou agravar um desastre natural. Mas esses fatores indicariam o estado da vulnerabilidade local e não podem ser confundidos com a gênese de um desastre.

#### Quadro 4-Classificação dos desastres quanto à origem

<i>Classificação dos desastres quanto à origem</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Naturais:</b> <i>são aqueles disparados pela intervenção direta de um fenômeno natural de grande intensidade. Exemplo: fortes chuvas – inundação e escorregamentos, fortes ventos – vendaval, tornado e furacão, etc.</i></li><li>• <b>Humanos:</b> <i>são aqueles disparados pelas ações ou omissões humanas. Exemplo: acidentes de trânsito, incêndios industriais, contaminação de rios, rompimento de barragens.</i></li></ul>

**Fonte:** MARCELINO (2008).

Dentre os desastres naturais, Tobin e Montz (1997) distinguem a classificação quanto à tipologia, tendo como premissa o evento geofísico que o desencadeou o evento (Quadro 05).

**Quadro 5**-Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia

<i>Categoria</i>	<i>Tipos de desastres</i>
<b>Meteorológicos</b>	<b><i>Furações, ciclones e tufões</i></b>
	<b><i>Vendaval</i></b>
	<b><i>Granizos</i></b>
	<b><i>Tornados</i></b>
	<b><i>Nevascas</i></b>
	<b><i>Geadas</i></b>
	<b><i>Ondas de frio</i></b>
	<b><i>Ondas de calor</i></b>
<b>Hidrológicos</b>	<b><i>Inundações</i></b>
	<b><i>Seca/estiagem</i></b>
	<b><i>Incêndio Florestal</i></b>
<b>Geológicos</b>	<b><i>Terremotos</i></b>
	<b><i>Vulcanismo</i></b>
	<b><i>Tsunami</i></b>
	<b><i>Escorregamentos</i></b>
	<b><i>Subsidências</i></b>

**Fonte:** Adaptado de TOBIN e MONTS (1997) por MARCELINO (2008).

### 5.3.2. Riscos

Neste trabalho o conceito de risco (risk, em inglês) será concebido como a combinação entre a probabilidade de um evento e sua consequência negativa (ISDR, 2009). Segundo Veyret (2003) o risco é a percepção de uma potencialidade de crise, de acidente ou de catástrofe, o que não é, portanto, o acontecimento catastrófico propriamente dito. Para esta autora não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos.

Segundo a terminologia do ISRD (2009), a palavra “risco” tem duas diferentes conotações: no uso popular a ênfase é usualmente colocada no conceito de chance, ou possibilidade, como em “o risco de um acidente”; no entanto, no uso técnico a ênfase é colocada nas consequências, nos termos de “perdas potenciais” para alguma causa, lugar e período particular.

### **5.3.3. Suscetibilidade**

A suscetibilidade indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência (BRASIL, 2007).

Neste trabalho, assim como nos estudos de Dias, 2000; Cristo, 2002; Saito, 2004 e Vieira (2008), a suscetibilidade será entendida como as características inerentes do meio, que representam a fragilidade do ambiente em relação aos movimentos de massa. Desta maneira, diferentemente da pesquisa sobre riscos, quando a pesquisa é sobre a suscetibilidade não é necessário quantificar e prever as perdas econômicas e sociais, mas sim a análise do processo físico em si.

### **5.3.4. Vulnerabilidade**

As características e circunstâncias de uma comunidade ou sistema que a deixam susceptível aos efeitos danosos de um perigo, seria, segundo o ISRD (2009), a vulnerabilidade (*vulnerability*, em inglês). Outra definição é colocada por Carvalho et al, onde a vulnerabilidade seria o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo” (p.26).

Assim, de acordo com Veyret (2007) a vulnerabilidade revela a fragilidade de um sistema em seu conjunto e sua capacidade para superar a crise provocada por um acontecimento possível. “A capacidade de um sistema complexo (uma cidade, por exemplo) para se restabelecer e melhorar sua reatividade após uma catástrofe é hoje levada em conta na determinação da vulnerabilidade; é o que se denomina resiliência, em referência à ecologia, que com esse vocábulo define a capacidade de um sistema para se adaptar às mudanças resultantes de uma crise e melhorar sua capacidade de resposta tendo em vista catástrofes futuras” (VEYRET, 2007, p.42).

### **5.3.5. Perigo e ameaça**

Segundo Marcelino (2008), ameaça não deve ser entendida como sinônimo de perigo. Dentro desta análise, perigo seria a melhor tradução para o termo em inglês “*hazard*”. De maneira simplificada, o livro “Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios” (2007)

define perigo como “condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável” (p.25).

Com respeito às relações existentes entre perigo e desastre, Marcelino (2008) coloca que o perigo seria, então, uma situação potencialmente prejudicial e que desastre seria a materialização do perigo.

Ainda de acordo com Marcelino (2008) o termo perigo não deve ser confundido com a definição de risco. Risco é a probabilidade de ocorrer conseqüências danosas ou perdas esperadas, como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local (UNDP, 2004). O risco seria, então, a probabilidade (mensurável) de um perigo transformar-se num desastre.

### **5.3.6. Área de risco**

Nenhuma parcela da superfície terrestre esta completamente isenta de sofrer os efeitos de eventos naturais de alta magnitude, mas algumas áreas são mais afetadas que outras. Dessa maneira, podem-se discernir as áreas que apresentam perigo potencial ou risco para a vida humana ou para os artefatos construídos em suas atividades. Para essas áreas de potencial de risco usa-se denominá-las de áreas sujeitas aos azares naturais (ou áreas de risco naturais), podendo-se acrescentar o adjetivo que qualifica o evento de risco incidente (cheia, sísmicos, climáticos, etc). Assim, BRASIL (2007) define área de risco, como “área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários)”.

## **5.4. Movimentos de massa**

### **5.4.1. Generalidades**

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

No entanto, existem algumas variações encontradas na literatura na conceituação de movimentos de massa. De acordo com Bigarella

(2007), além da gravidade, os movimentos de massa são desencadeados pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar. Já para Christofolletti (1980), a gravidade age como a única força atuante e nenhum meio de transporte está envolvido, como vento, água em movimento, gelo ou lava em fusão.

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

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

#### **5.4.2. Os movimentos de massa e sua influência na evolução das vertentes**

Os movimentos de massa ocorrem continuamente, em diferentes escalas de tempo e espaço, e fazem parte da evolução natural das vertentes (Bigarella, 2007; Guidicini & Nieble, 1984; Fernandes & Amaral, 2003, Selby, 1982; Luiz, 1996).

Em seu sentido amplo, segundo Christofolletti (1980), o termo vertente significa superfície inclinada. Em uma definição mais precisa à geomorfologia, Dylík (apud Christofolletti, 1980), define vertente como uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente e no passado, e representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo do vale.

De acordo com Bigarella (2007) e Christofolletti (1980), o estudo das vertentes se constitui em um dos mais importantes setores da pesquisa geomorfológica. Segundo estes autores, a evolução das vertentes é conseqüência da ação dos processos deposicionais, os quais compreendem duas fases distintas: produção e a remoção de material detrítico. Assim, as encostas constituem uma conformação natural do

terreno, originadas pela ação de forças externas e internas por meio de agentes geológicos, climáticos, biológicos e humanos, os quais, através dos tempos esculpem a superfície da Terra. Os escorregamentos podem ocorrer isoladamente, no tempo e no espaço, característica dos escorregamentos esparsos ou simultaneamente com outros movimentos gravitacionais, característica dos escorregamentos generalizados.

### **5.4.3. Tipos de movimentos de massa**

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

A proposta de classificação de Augusto Filho (1994) sobre os movimentos de massa pode ser visualizada no quadro 06.

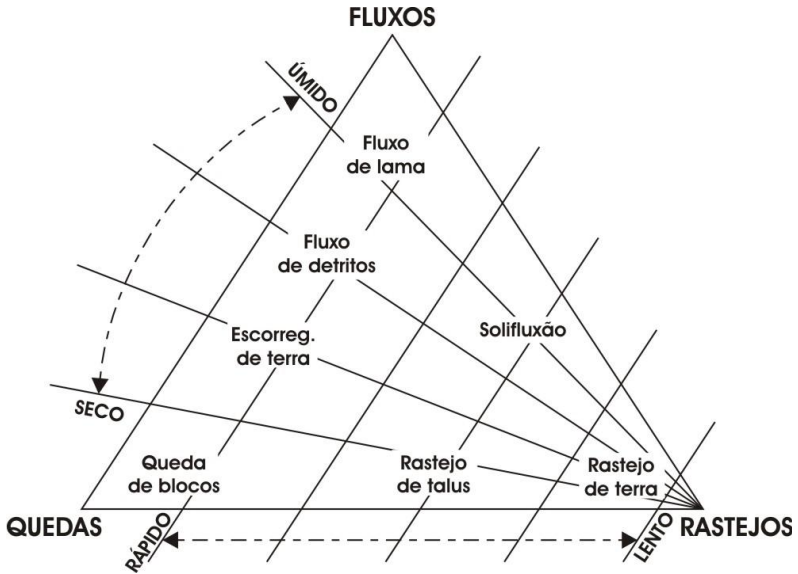
**Quadro 6-**Proposta de classificação de movimentos de massa

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

**Fonte:** Augusto Filho (1994).

Dentro desta idéia, os movimentos de massa podem ser classificados quanto aos parâmetros de velocidade e mecanismos do movimento, o tipo de material, a geometria do movimento e o conteúdo de água (CARSON E KIRKBY, 1975; SELBY, 1982; FERNANDES E AMARAL, 2003), como pode ser visto na proposta da figura 04.





**Figura 4** -Classificação de movimentos de massa.

**Fonte:** Adaptada de Carson e Kirkby (1975) por Marcelino (2004).

Segue, assim, uma breve descrição dos 4 tipos de movimentos de massa mencionados.

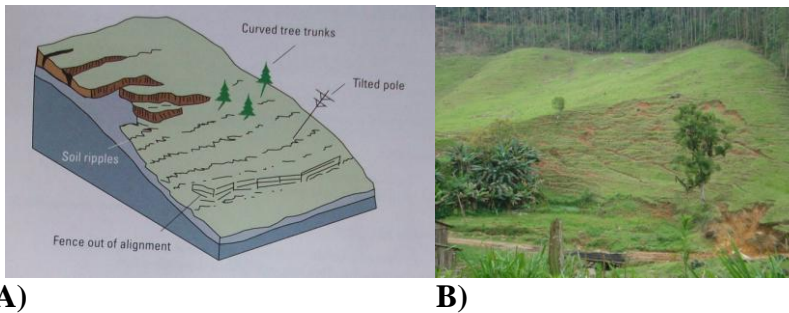
#### **a) Rastejo (ou reptação):**

Guidicine e Nieble (1984), Augusto Filho (1994) e Castro (2003) definem os rastejos (creep, em inglês) como movimentos lentos de encosta que não apresentam, via de regra, uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação). Segundo os autores, estes processos podem abranger grandes áreas e massas de materiais e solos.

Os rastejos atuam tanto nos horizontes superficiais das encostas, como nos planos profundos, promovendo a abertura de fendas no solo residual e na rocha-matriz. As evidências deste tipo de ocorrência podem ser percebidas, principalmente, através do aparecimento de fendas na superfície e pela alteração da inclinação do terreno, que se observa, por exemplo, através da inclinação de árvores ou qualquer outro marco fixo (FARAH, 2003). Desta maneira, os rastejos comprometem obras, como sistemas de drenagem, pontes, viadutos e casas. Salienta-se que os rastejos podem prenunciar movimentos gravitacionais mais rápidos, como um escorregamento.

De acordo com Castro (2003) os rastejos podem ser contínuos ou pulsantes. Os movimentos pulsantes associam-se a alterações climáticas sazonais, intensificando-se nos períodos de chuva e estacionando nos períodos secos.

Os rastejos podem ocorrer em solos originados no próprio local do fenômeno ou nos tálus formados por solos provenientes de outros locais, transportados para a atual posição por movimentos anteriores. Os tálus costumam apresentar uma disposição caótica de rochas e de solo e localizam-se, normalmente, em áreas de baixa declividade. A execução de cortes em áreas de tálus e em outras áreas propensas aos rastejos facilita o aparecimento do fenômeno, por interferir na precária estabilidade do terreno (CARVALHO et al, 2007).



**A)** Processo de Rastejo. **Fonte:** HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P (2008). **B)** Processo de Rastejo em Gaspar-SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

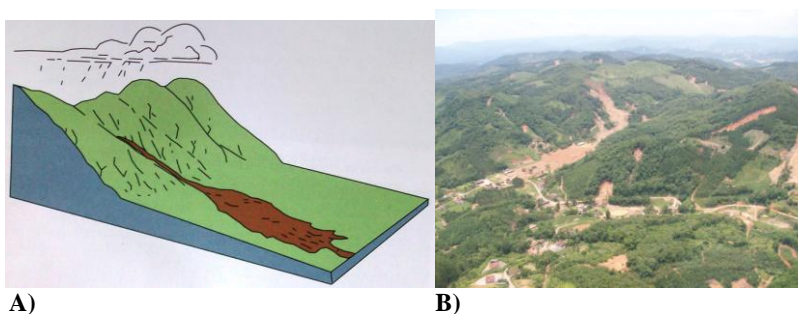
### **b) Corridas (ou fluxos):**

De acordo com Augusto Filho (1994) e Fernandes e Amaral (2003) as corridas (flows, em inglês) são movimentos rápidos (m/s), nos quais os materiais se comportam como fluídos altamente viscosos, formados por grandes volumes de rochas, solos e/ou detritos.

Segundo Bigarella (2007), as corridas de terra e de lama podem ou não ter uma superfície definida de movimentação e são ocasionadas pela perda de atrito interno, devido à destruição da estrutura, em presença de excesso de água. Em alguns casos, as corridas iniciam-se sob a forma de um escorregamento e, ao atingir um curso d'água, o material deslocado ganha velocidade e fluidez, passando a se comportar como uma corrida.

Segundo levantamento bibliográfico realizado por Avelar et al (2006), no Brasil, alguns autores têm denominado este tipo de evento como “corridas de massa ou de detritos”, porém, como o termo fluxo se refere a um processo físico, e corrida não, tem-se preferido esta denominação. Além disso, o termo fluxo de detritos mostra-se mais adequado à tradução de debris flows, que é o termo em inglês.

Dentre os tipos de movimentos de massa, os fluxos detríticos são os que apresentam, geralmente, maior magnitude e intensidade de modificação do relevo, podendo alcançar dimensões catastróficas. A figura 06b. ilustra um exemplo de um dos muitos fluxos de detritos de alto poder destrutivo, ocorridos na região do Morro do Baú, no vale do Itajaí.



**A)** Esquema de uma corrida de detritos. **Fonte:** HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P (2008). **B)** Vista de helicóptero de um grande fluxo de detritos que atingiu diversas casas, matando cinco pessoas, em novembro de 2008, no Alto Baú, Ilhota, SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### c) Escorregamentos e/ou deslizamentos:

O termo escorregamento (*slide, em inglês*) será aqui utilizado conforme a definição de Fernandes e Amaral (2003), baseado Guidicini e Nieble (1984). Assim, os escorregamentos são caracterizados como movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definido, que permitem a distinção entre o material transportado e o não-transportado.

Os escorregamentos podem ser classificados, em virtude da massa transportada e da geometria do plano de ruptura (GUIDICINI E NIEBLE, 1984; AUGUSTO FILHO, 1994; FERNANDES E AMARAL, 2003). Na literatura encontram-se vários tipos de classificações de escorregamentos. Para este trabalho utilizaremos, conforme Fernandes e

Amaral (2003) as seguintes classificações: escorregamentos translacionais (ou planares) e rotacionais (ou circulares).

É comum encontrar na literatura o termo deslizamento como sinônimo de escorregamento. Desta maneira, aqui, os termos escorregamentos e deslizamentos serão considerados possuidores de mesmo significado.

### **c.1) Escorregamentos Rotacionais (circulares) :**

Segundo Fernandes e Amaral (2003) os escorregamentos rotacionais apresentam uma superfície de ruptura côncava para cima, ao longo da qual ocorre um movimento rotacional do manto de alteração. A presença de mantos de alteração espessos e homogêneos facilita sua ocorrência.

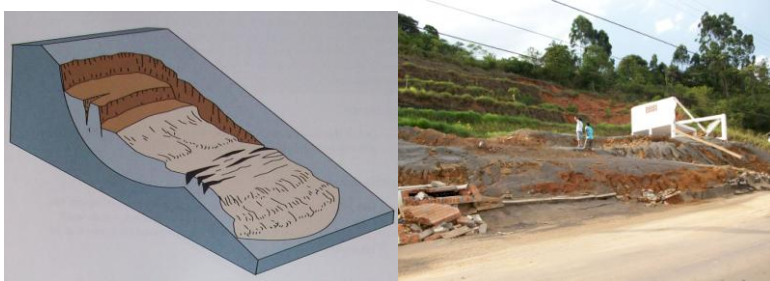
Ainda de acordo com os autores, a gênese dos escorregamentos rotacionais está freqüentemente vinculada a cortes na base das vertentes, sejam artificiais (implementação de estradas) ou naturais (erosão fluvial).

Uma das evidências que precedem este tipo de movimento é o piping, que segundo Bigarella (2003), é a formação de “olhos d’água” no sopé do talude pela erosão tubular a qual provoca o movimento e a liquefação do material (figura 07).



**Figura 7-Piping no Alto do Baú. Foto: Fernanda Bauzys (2009).**

Um exemplo de escorregamento rotacional pode ser visto na figura 08b, onde um posto de gasolina, em Blumenau, foi atingido e parcialmente destruído, no evento de novembro de 2008.



A)

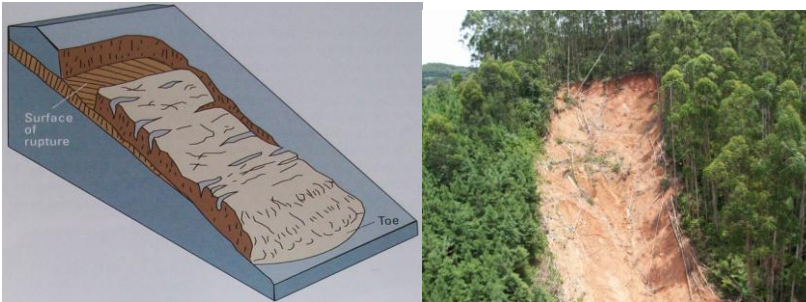
B)

**Figura 8-A)** Esquema de um escorregamento rotacional. **Fonte:** HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P (2008). **B)** Escorregamento rotacional em Blumenau, SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

### c.2) Escorregamentos Translacionais (planares):

De acordo com Fernandes e Amaral (2003), os escorregamentos planares ou translacionais são os processos mais frequentes dentre os tipos de movimentos de massa. Conforme Augusto Filho (1994) este tipo de escorregamentos ocorrem geralmente em solo pouco desenvolvido, em encostas com elevadas declividades, associados à períodos de chuvas intensas ou de longa duração que saturam as camadas de solo, deflagrando a desagregação e o transporte do mesmo. Segundo Fernandes e Amaral (2003) esses movimentos tendem a ser compridos e rasos, onde o plano de ruptura encontra-se, geralmente, em profundidades rasas que variam entre 0,5 m e 5,0 m. Além disso, as rupturas tendem a ocorrer rapidamente devido ao aumento da poropressão positiva durante os eventos pluviométricos.

Um exemplo de escorregamento translacional no Morro do Báu pode ser visto na figura 09b.



A)

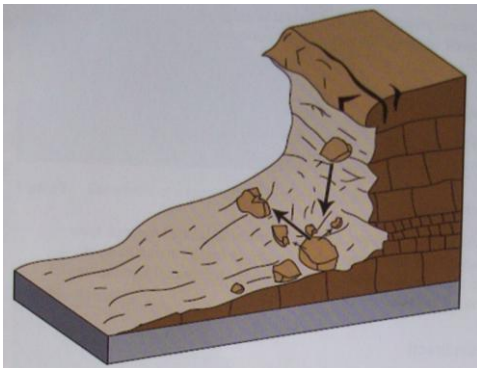
B)

**Figura 9-A)** Esquema de um escorregamento translacional. Fonte: HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P (2008). **B)** Escorregamento translacional no Morro do Baú. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

#### d) Quedas de blocos:

Augusto Filho (1994) define queda de bloco como o desprendimento de materiais rochosos diversos e de volumes variáveis, em um movimento tipo queda livre, ou em plano inclinado. De acordo com Guidicini e Nieble (1984) e Fernandes e Amaral (2003) a ocorrência deste processo está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, contribuindo para a formação dos depósitos de taludes e é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, tais como fraturas e bandamentos composicionais, assim como o avanço dos processos de intemperismo.

Estes processos podem ser encontrados também com as denominações de tombamento, basculamento e desmoronamento (GUIDICINI e NIEBLE, 1984). Um esquema de queda de blocos pode ser visto na figura 10.



**Figura 10**-Esquema de quedas de blocos. **Fonte:** HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P (2008).

#### 5.4.4. Condicionantes dos processos

A estabilidade ou instabilidade de uma encosta depende da interação de um conjunto de fatores. De forma geral, de acordo com a revisão bibliográfica, as principais variáveis condicionantes dos movimentos de massa serão agrupadas, neste trabalho, em seis grandes fatores: aspectos geológicos, geomorfologia, cobertura pedológica, aspectos climáticos, vegetação e atividade antrópica. (GUIDICINI E IWASA, 1976; AUGUSTO FILHO, 1994; FERNANDES E AMARAL, 2003; BIGARELLA, 2007).

Conforme Carvalho et al (2007), estes condicionantes são divididos em naturais e antrópicos. Os agentes naturais podem ainda ser divididos em 2 outros grupos: os dos agentes predisponentes e dos agentes efetivos. Os agentes predisponentes seriam as características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico e complexo hidrológico-climático. A gravidade e a vegetação natural também estão inclusos nesta categoria. Os agentes efetivos seriam os elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, e podem ser diferenciados em preparatórios (pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento) e imediatos (chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.



**Quadro 7-Fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade**

Fatores de suscetibilidade	Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Litologia</li> <li>- Textura</li> <li>- Pré-Adensamento</li> </ul>	Fatores de vulnerabilidade	Densidade Populacional		
	Morfológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura da encosta</li> <li>- Forma da encosta (perfil)</li> <li>- Extensão da encosta</li> <li>- Declividade da encosta</li> <li>- Sinuosidade da encosta</li> </ul>		Equipamentos públicos		
	Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuva acumulada</li> <li>- Chuva concentrada</li> <li>- Umidade</li> <li>- Temperatura</li> </ul>		Redes de infra-estrutura existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viária</li> <li>- Água</li> <li>- Esgoto</li> <li>- Luz</li> <li>- Telefone</li> <li>- Gás</li> </ul>	
	Hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidade da rede de drenagem</li> <li>- Concentração das linhas d'água</li> <li>- Altura do nível freático</li> </ul>				
	Antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidade populacional</li> <li>- Frequência de cortes e aterros</li> <li>- Taxa de solo exposto</li> <li>- Foco de lançamento de águas servidas</li> <li>- Número de fossas nas encostas</li> <li>- Focos de lançamento de lixo</li> </ul>		Tipologia das edificações		

Fonte: Saito (2004), modificado de Alheiros et Al (2003).

A seguir é descrito, brevemente, o papel que cada variável exerce nos movimentos de massa:

## D) Aspectos geológicos:

### I. a) Litologia

Os principais fatores condicionantes são vinculados aos aspectos geológicos. A natureza da rocha é importante, por exemplo, em função da presença de minerais resistentes como o quartzo, que influencia o comportamento mecânico e mineralógico do regolito. Segundo Lepsch (2002) a litologia determina também o tipo de solo



(material mineral) e suas características intrínsecas (permeabilidade, resistência ao cisalhamento, cor, granulometria, etc.).

### **I. b) Fraturas e falhas:**

As fraturas e falhas representam importantes descontinuidades, tanto em termos mecânicos, como hidráulicos (FERNANDES E AMARAL, 2003).

A falha é uma “ruptura e desnivelamento na continuidade das camadas que apresentam certo grau de rigidez por ocasião dos movimentos tectônicos. Estes esforços dão o aparecimento de certas formas de relevo chamadas estruturas falhadas.” (GUERRA, 2006, p. 265). De modo geral, segundo Fernandes e Amaral (2003), as falhas atuam como caminhos preferenciais de alteração, permitindo que a frente de intemperismo avance para o interior do maciço de modo mais efetivo.

As fraturas, juntas ou fendas, são, segundo Guerra (2006), aberturas micro ou macroscópicas que aparecem no corpo de uma rocha, causadas principalmente por esforços tectônicos, tendo direções variadas. Elas são de grande importância no modelado do relevo terrestre por também constituírem pontos fracos de ataque por parte da erosão. Assim, um escorregamento translacional, por exemplo, pode ter o seu plano de ruptura ao longo de uma fratura de alívio de tensão.

### **I. c) Foliação e bandamento composicional:**

Foliação é, segundo Guerra (2006), um tipo de estrutura que as rochas ígneas e metamórficas apresentam. Constitui-se em um tipo de arranjo dos minerais, ao longo de planos, como resultado da orientação paralela destes minerais.

A orientação da foliação e/ou bandamento composicional influenciam diretamente a estabilidade das encostas em áreas onde afloram rochas metamórficas (Fernandes e Amaral, 2003).

Quando a foliação ou o bandamento mergulham para o interior da encosta, a situação é considerada mais favorável a estabilidade.

Assim, conforme Selby (1982) a inclinação das camadas, fraturas e planos de falhas ou de foliação são importantes fatores no processo de instabilização das vertentes, principalmente quando apresentam o mesmo sentido de inclinação das mesmas formando planos potenciais de escorregamentos. Esta situação foi verificada no Bairro de Sertão Verde, em Gaspar. No evento de 2008, uma escola foi

destruída neste local por um escorregamento. Geologicamente, um metapelito, com laminação fina, com camadas de arenito muito fino interestratificado, apresenta neste local, um mergulho que acompanha a inclinação da vertente, favorável ao escorregamento (figura 11). Além de ser muito alterada pelo intemperismo, a rocha é bastante falhada e diaclasada e apresenta pequenas ondulações sinclinais e anticlinais.



**Figura 11-**Vista do plano de mergulho da rocha, na área em que uma escola foi destruída, no bairro de Sertão Verde, Gaspar, SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

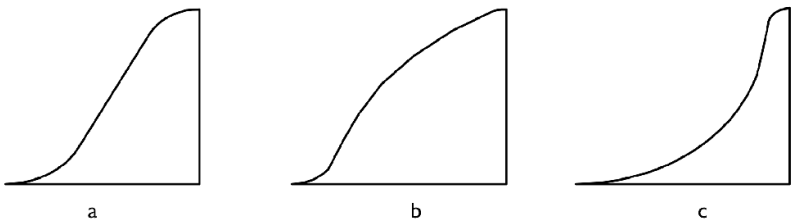
## **II. Geomorfologia e cobertura pedológica:**

### **II. a) O papel da declividade, forma, orientação e tipo da encosta**

De acordo com Fernandes e Amaral (2003), a morfologia de uma encosta, em perfil e em planta, pode condicionar tanto de forma direta quanto indireta o movimento de massa. Para estes autores, a influencia direta é dada pela declividade da encosta, sendo que quanto maior o ângulo da encosta, menor o fator de segurança. No entanto, os autores comentam que os movimentos de massa não acontecem, necessariamente, nas encostas mais íngremes. Este comportamento é explicado pelas variações na presença da cobertura vegetal e pelo tipo de solo associado. Nas encostas mais íngremes ocorre a presença de solos litólicos, pouco desenvolvidos, com presença de cobertura vegetal de pequeno a médio porte. Isto gera uma condição de baixa instabilidade

em virtude da pouca capacidade de retenção da água e da diminuição da componente peso.

A ação indireta esta relacionada ao papel que a forma da encosta exerce na geração de zonas de convergência e divergência dos fluxos d água. O Perfil da encosta caracteriza a variação da declividade ao longo do desenvolvimento da encosta. Existem perfis retilíneos, côncavos e convexos (figura 12). Nas encostas de perfil retilíneo, a declividade se mantém constante; nas encostas de perfis convexos, a declividade, que inicialmente é forte, tende a abrandar-se e, nas encostas de perfis côncavos, ocorre o contrário.



**Figura 12**-Perfis típicos de encostas: a - retilíneas; b - convexas; c - côncavas.

Desta maneira, as seções côncavas, por serem zonas de convergência de sedimentos e de fluxos d água, são as mais favoráveis para a ocorrência de escorregamentos (Fernandes e Amaral, 2003). Isto acontece devido à concentração de água, tanto em superfície quanto em sub-superfície, favorecendo a condição de saturação dos horizontes pedológicos. Selby (1982) destaca também as encostas retilíneas como áreas onde predominam processos erosionais de grande velocidade, como os fluxos rasos de detritos.

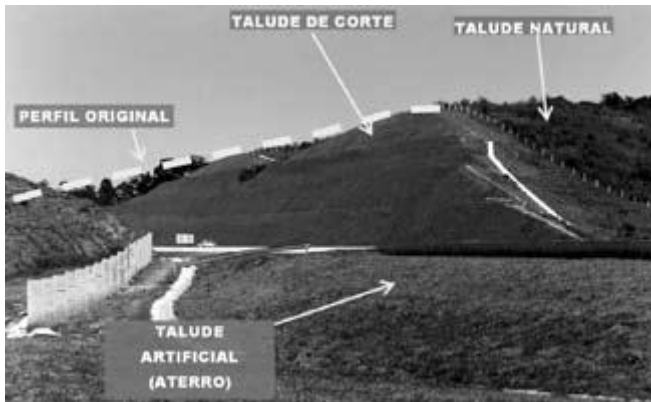
Segundo Marcelino (2003), a orientação das encostas fornece informações sobre as que se encontram mais expostas às variáveis climatológicas, como por exemplo, vento e insolação. A orientação das encostas afeta indiretamente a resistência ao cisalhamento em virtude de estar intimamente relacionada à presença de umidade e de cobertura vegetal. Além disso, as precipitações pluviométricas estão condicionadas à direção predominante dos ventos, ou seja, a quantidade de chuva será maior nas encostas expostas a estes eventos atmosféricos.

Conforme Castro (2003), os taludes podem ser naturais, de corte e de aterro (figura 13). Os taludes naturais são encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, geradas por agentes naturais, mesmo que

tenham sofrido alterações antrópicas, como cortes, desmatamentos e introdução de novas cargas. O termo encosta é do vocabulário corrente dos geógrafos e utilizado em caracterizações regionais. O termo talude é do vocabulário corrente dos geotécnicos e utilizado nas descrições locais.

O talude de corte é definido como um talude natural ou encosta, agravado por trabalhos de escavação, realizados pelo homem (Castro, 2003).

O talude de aterro é definido como o talude ou encosta resultante de trabalhos de aterro realizados pelo homem, utilizando materiais como argila, silte, areia, cascalho e rejeitos industriais ou de mineração (Castro, 2003).



**Figura 13-**Talude natural, de corte e de aterro. **Fonte:** IPT, 2004.

## II. b) Manto de intemperismo

Os solos podem influenciar e sofrer a ação dos processos erosivos, em virtude da sua textura, estrutura, permeabilidade e densidade (BIGARELLA 2003; LEPSCH, 2002).

A textura refere-se à proporção relativa das partículas sólidas no solo, influenciando na capacidade de infiltração e absorção de água da chuva (BIGARELLA, 2003).

Além destes fatores, conforme Fernandes e Amaral (2003), as discontinuidades presentes no solo também podem gerar um plano potencial de ruptura. Por exemplo, um paleo-horizonte argiloso soterrado por sedimentos arenosos recentes ou mesmo depósitos de encostas sobre a rocha sã, geram discontinuidades mecânicas e

hidrológicas ao longo destes contatos. A drástica diminuição da condutividade hidráulica favorece a geração de fluxos d'água subsuperficiais, com forte componente lateral, diminuindo a resistência ao cisalhamento nas zonas de contato. Além disso, a presença de grande quantidade de água aumenta o peso específico do solo, favorecendo o deslocamento da massa pela ação da gravidade.

## **II. c) Forma dos vales**

Segundo Alheiros (2003), a forma dos vales pode tornar as encostas mais susceptíveis a escorregamento. Os vales em “V” são mais fechados, de relevos mais instáveis, ou seja, ainda em processo de formação, caracterizados por serem mais susceptíveis do que os vales em “U”.

## **II. d) Depósitos de encosta**

Os depósitos de encosta, tanto na forma de tálus como de colúvio, exercem papel importante como condicionantes dos movimentos de massa.

Uma das principais características desses materiais é a grande heterogeneidade interna. Castro (2003) define os tálus como depósitos de solos e de fragmentos de rochas de dimensões variadas, formadas pelo acúmulo de material escorregado de porções mais elevadas das encostas. Apresentam grande heterogeneidade textural e podem ocupar a parte basal das encostas e as porções das mesmas, onde a declividade é suavizada. Já os colúvios são, em geral, segundo Fernandes e Amaral (2003), melhor selecionados e recobrem muitas das encostas de ambientes de menor energia.

Muitos depósitos de encosta repousam diretamente sobre a rocha sã, gerando uma descontinuidade mecânica e hidrológica ao longo deste contato. Ao longo deste contato, segundo Fernandes e Amaral (2003), podem ser alcançadas condições críticas de poro pressão positiva durante eventos pluviométricos de alta intensidade favorecendo a geração de escorregamentos translacionais. Descontinuidades também acontecem dentro de depósitos coluviais e sob condições de nível d'água próximas a superfície, os depósitos coluviais podem se movimentar rapidamente. Nestes locais, sob precipitação intensa, pode haver uma migração de processos de rastejo para processos de corrida.

### III. Aspectos climáticos:

O papel do clima está relacionado principalmente com o regime pluviométrico e suas conseqüências sobre os processos morfogenéticos. As precipitações modificam o equilíbrio da vertente, e são considerados como os principais deflagradores dos movimentos de massa, principalmente em encostas sem cobertura vegetal. Em outros países os escorregamentos podem ser provocados por outras causas, como abalos sísmicos ou vulcões. No entanto, no Brasil, os movimentos de massa têm efetiva relação com os períodos de chuvas intensas e concentradas, relacionando-se com a infiltração de água e a embebição do solo das encostas.

A água contribui para aumentar o peso específico das camadas, reduzir o nível de coesão e o atrito, responsáveis pela consistência do solo, e lubrificar as superfícies de deslizamento.

Tanto as precipitações anômalas quanto as contínuas podem contribuir para deflagrar os escorregamentos, ou seja, ambas produzem o encharcamento do solo. Este encharcamento produz a saturação, diminuindo a coesão no contato rocha-solo e a resistência desse material à erosão, favorecendo o aumento das tensões cisalhantes (GUIDICINI E IWASA, 1976; FERNANDES E AMARAL, 2003).

Guidicini e Iwasa (1976) citam que episódios de chuva intensa superiores a aproximadamente 12% da pluviosidade média anual tendem a provocar escorregamentos. Para que tais episódios atinjam o caráter de catástrofe é preciso que superem a 20% da pluviosidade média anual. Segundo os autores, quando os níveis de pluviosidade são muito elevados, podem deflagrar escorregamentos tanto em áreas ocupadas ou alteradas quanto em áreas virgens, ou seja, os demais fatores que atuam nas encostas assumem papel secundário nos episódios de chuvas intensas.

A ação combinada de chuva precedente e de chuva intensa de curta ou média duração são as maiores responsáveis pela deflagração de escorregamentos em meio tropical úmido. Conforme Guidicini e Iwasa (1976), se os episódios de chuvas intensas forem precedidos por dias de chuvas contínuas, 8% da pluviosidade média anual já bastam para ocasionar escorregamentos generalizados. O episódio catastrófico de novembro de 2008 no Vale do Itajaí teve estas características e serve de ilustração para tal constatação (ver capítulo 8, referente à análise deste episódio).

#### **IV. Vegetação:**

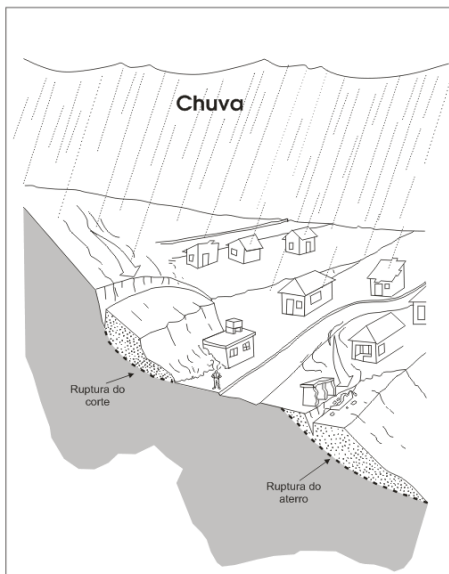
A vegetação tem importante papel na proteção do solo principalmente contra os processos erosivos superficiais. Segundo Bigarella (2003), a vegetação protege o solo do impacto da chuva e sem ela as encostas se tornam ainda mais suscetíveis ao colapso e à erosão de maneira geral. De acordo com este autor, no solo, a serrapilheira atua na interceptação da chuva, evitando a compactação do solo e diminuindo a velocidade do escoamento superficial. Augusto Filho (1994) atribui como efeitos favoráveis a redistribuição da água da chuva e o acréscimo da resistência do solo devido à presença das raízes

No entanto, existem algumas divergências sobre o papel da vegetação na estabilidade das encostas. Como efeitos desfavoráveis da vegetação, Prandini et al. (1976) citam o efeito alavanca (ação dos ventos), o efeito cunha (penetração das raízes em fendas) e a sobrecarga vertical (peso da vegetação).

#### **V. Atividade antrópica:**

Os escorregamentos preponderantemente influenciados por causas antrópicas são denominados escorregamentos induzidos e assumem características de desastres mistos. De acordo com Cunha (1991), dentre as principais causas associadas à intervenção humana na indução de escorregamentos destacam-se:

- Lançamento e concentração de águas pluviais
- Lançamento de águas servidas
- Vazamentos na rede de abastecimento de água
- Fossa sanitária
- Declividade e altura excessivas de cortes
- Execução inadequada de aterros
- Deposição de lixo
- Remoção indiscriminada da cobertura vegetal



**Figura 14**-Processos erosivos decorrentes de ocupação de encostas. **Fonte:** CUNHA, 1991.

### 5.5. Indicadores de movimentos de massa

O aparecimento de fendas e depressões no terreno (exemplo na figura 15), rachaduras nas paredes das casas (exemplo na figura 16), inclinação de troncos de árvores, de postes e de cercas e o surgimento de minas d'água indicam a iminência de deslizamentos. Quando esses sinais são identificados na área a Defesa Civil recomenda, através de seus manuais, a avaliação do local.





**Figura 15**-Fendas no solo. Alto do Baú, em Ilhota, SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).



**Figura 16**-Fissuras nas paredes. Braço do Baú, em Ilhota, SC. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

## 5.6. Medidas Preventivas

A redução do impacto dos movimentos de massa dá-se através da adoção de medidas preventivas que podem ser classificadas em estruturais e não estruturais.

De acordo com Carvalho (2007), as medidas estruturais são aquelas de cunho corretivo, são de alto custo e frequentemente ocasionam impactos ambientais, como:

- Obras de engenharia: são alternativas técnicas comumente aplicadas para a prevenção e controle de acidentes de deslizamentos em áreas urbanas. Há uma gama variada de possibilidades técnicas de engenharia capazes de garantir a segurança de uma dada área de risco geológico ou hidrológico, como: os retaludamentos, os aterros, etc;
- Drenagem: as obras de drenagem têm por objetivo captar e conduzir as águas superficiais e subterrâneas das encostas, evitando a erosão, infiltração e o acúmulo da água no solo, responsáveis pela deflagração de deslizamentos;
- Reurbanização de áreas: a reurbanização de áreas é uma solução de gerenciamento vantajosa, tendo como fator positivo a manutenção das famílias em sua vizinhança, isso devido a enorme quantidade de famílias que vivem em áreas de risco, a falta de terrenos disponíveis para a construção de novas moradias em áreas urbanas, o alto custo de programas habitacionais e a incapacidade do Poder Público em evitar a ocupação de áreas impróprias;
- Moradias: os sistemas construtivos devem incluir materiais mais resistentes, principalmente paredes, muros e estruturas que possam servir como contenção de solo, com impermeabilização, tubulações hidráulicas estanques (não ter vazamentos), enquanto que as águas pluviais devem ser captadas nos telhados e as áreas livres necessitam de uma destinação adequada, impedindo o despejo sobre terrenos e aterros desprotegidos;
- Proteção de superfície: tende a impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço, sendo que essa proteção pode utilizar materiais naturais ou artificiais, devendo-se sempre por optar pela utilização de materiais naturais, o que são mais econômicos.

Já as medidas não-estruturais, conforme Carvalho (2007), são de caráter educativo e de planejamento, possui baixo custo e de fácil aplicação, como:

- Planejamento urbano: constitui um processo minucioso e necessário para subsidiar medidas e ações ligadas à ocupação de um município, por isso deve resultar de um processo participativo do Poder Público com representantes de setores da sociedade, englobando as áreas rurais, considerando sua interação com municípios vizinhos;
- Legislação: no caso do uso e ocupação do solo, a legislação deverá resultar de um sistema participativo da sociedade, sendo necessária a obrigação do exame e do controle da execução dos projetos pela Prefeitura local, além da emissão de um licenciamento de parcelamentos, ou seja, de loteamentos;

- Política habitacional: as políticas habitacionais devem contemplar programas para populações de baixa renda, com acompanhamento técnico, projetos e materiais adequados aos espaços que serão ocupados, evitando que as famílias carentes ocupem áreas não apropriadas (áreas de risco);
- Pesquisas: implicam no estudo dos fenômenos, suas causas, localização espacial, análise de ocorrências do passado e possíveis conseqüências, onde um dos produtos é o Mapa de Perigo ou Ameaça, no qual se determina o nível de exposição a um dado processo, levando em conta, por exemplo, freqüência e intensidade das chuvas;
- Sistemas de alerta e contingência (Defesa Civil): a informação dos processos naturais tem permitido a previsão de sua ocorrência, o que possibilita a preparação de Planos de Alerta (ou Preventivos) e de Contingência específicos para cada tipo de processo, baseando-se no monitoramento das chuvas, nas previsões de meteorologia e nos trabalhos de campo para verificação das condições das vertentes;
- Educação e capacitação: a existência de um sistema educativo eficaz, que gere e difunda uma cultura de prevenção, é o melhor instrumento para reduzir os desastres, sendo que essa educação deva abranger todos os níveis de ensino, com a inclusão de conhecimentos e experiências locais, soluções pragmáticas e que possam ser colocadas em prática pela própria população.

Segundo o Manual de desastres Naturais da Defesa Civil (CASTRO, 2003), as encostas ocupadas caoticamente podem ter suas condições de segurança melhoradas, mediante amplo programa de ações interativas, entre o governo e a comunidade local. Toda a comunidade deve ter um amplo entendimento do problema, e as medidas corretivas devem ser definidas por consenso.

As atividades preventivas de caráter permanente podem ser subdivididas em: obras de infra-estrutura; medidas não-estruturais e medidas estruturais de estabilização de encostas.

Compete ao poder público a implantação de obras e serviços de infra-estrutura, relacionados com esgotamento de águas servidas; sistema de drenagem das águas pluviais; rede de abastecimento d'água; rede de esgotos sanitários; serviço de coleta do lixo urbano (CASTRO, 2003).

As medidas não-estruturais mais importantes são:

- ações objetivando o desenvolvimento de um clima de confiança e de entendimento entre os órgãos governamentais, envolvidos na solução do

problema, e a comunidade local, permitindo o estudo conjunto e a definição das soluções mais adequadas;

- mapeamento das áreas de risco, microzoneamento e criteriosa definição de áreas non aedul7candi e aedificandi com restrições e aedificandi de acordo com normas estabelecidas;
- desenvolvimento de diretrizes, objetivando a gradual reordenação urbanística das encostas ocupadas de forma caótica;
- medidas objetivando a gradual reordenação do sistema viário que, na medida do possível, deve ser desenhado e desenvolvido em sentido paralelo ao das curvas de nível,
- formulação de critérios para a definição de projetos habitacionais seguros e de baixo custo, adaptados às condições topográficas e pedológicas das encostas;
- formulação de critérios para a gradual correção de erros cometidos na fase caótica da ocupação, permitindo que a maior dimensão dos lotes seja paralela ao das curvas de nível.

Os tipos de obras objetivando a estabilização de encostas estão em constante evolução, em função do surgimento de novas técnicas e do aprofundamento dos conhecimentos sobre os mecanismos de estabilização.

De um modo geral, as obras de estabilização de encostas são subdivididas em obras sem estrutura de contenção; obras com estruturas de contenção e obras de proteção contra massas escorregadas (CASTRO, 2003).

## **5.7. O Uso das geotecnologias na prevenção de desastres naturais**

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

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

O SIG (Sistema de informações Geográficas) permite o levantamento, a manipulação digital, o mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georreferenciados. Estes aplicativos realizam

análises matemáticas complexas, manipulam e geram informações, representam evoluções de fenômenos geográficos e demonstram a inter-relação entre elementos, integrando dados de diferentes fontes (MARCELINO, 2008).

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

### **5.8. Tipos de mapeamento/ metodologias**

Classificando quatro tipos de mapas de escorregamento (mapa de inventário, de atividade dos escorregamentos, de suscetibilidade e de vulnerabilidade), Parise (2001) discutiu definição, funcionamento, papéis e utilidades de cada tipo, como pode ser visto no quadro 08.

**Quadro 8-Síntese dos tipos de mapas referentes a escorregamentos**

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

**Fonte:** Parise (2001). Tradução e adaptação: Saito, (2004).

Para a presente pesquisa será realizado o mapa de inventário de movimentos de massa.

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

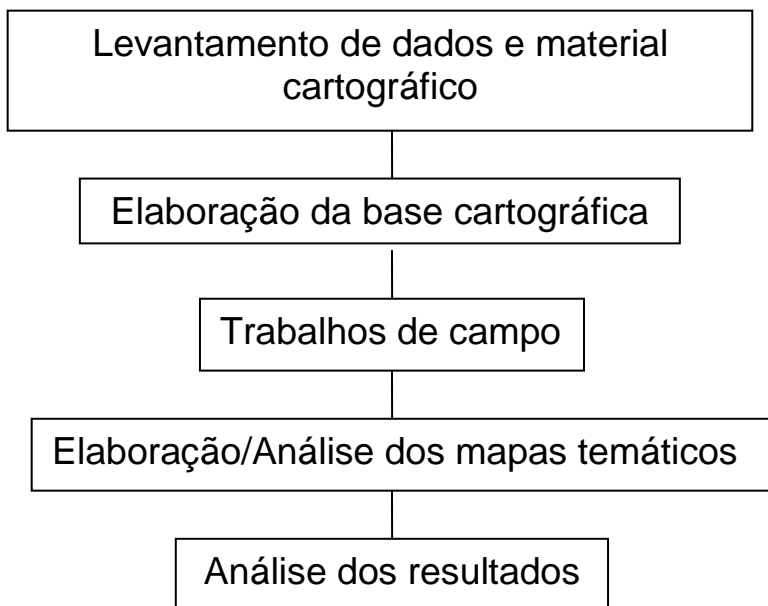
Para Parise (2001), um mapa de inventário de escorregamentos representa a distribuição espacial dos movimentos de massa, podendo incluir informações como tipo, tamanho, forma e estado de atividade. Este mapa normalmente é construído com informações obtidas em campo, com fotografias aéreas e com imagens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

O mapa de inventário é a base necessária para a produção de mapas adicionais, como mapas de susceptibilidade e de risco de escorregamento, pois as condições de terreno em que os escorregamentos antigos e recentes ocorrem, geralmente são as mesmas que poderão deflagrar eventos no futuro. Esta metodologia pressupõe que a distribuição das cicatrizes, depósitos e deslizamentos recentes podem sugerir futuros padrões de comportamento das instabilidades, como por exemplo, os mapas de inventário. O inventário pode ser preparado pela coletânea de informações históricas sobre eventos de escorregamentos, ou de interpretação de fotografias aéreas com checagem de campo.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1. Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento desta pesquisa compreendeu diversas etapas. O plano geral de trabalho pode ser visualizado na figura abaixo.



**Figura 17-**Plano de Trabalho da Pesquisa

#### 6.1.1. Levantamento de dados e material cartográfico

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foram levantados trabalhos já publicados sobre o assunto e feita a fundamentação teórica a ser utilizada.

Nesta etapa foram levantadas, também, as cartas planialtimétricas, fotografias aéreas, imagens de satélite e mapas geológico, geomorfológico e de solos da área, em escalas menores.



### **6.1.2. Elaboração da base cartográfica**

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

### **6.1.3. Atividades de campo**

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

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

Nos trabalhos de campo foram feitos os seguintes procedimentos:

- Cartografia da seqüência litológica e identificação de estruturas como foliações, falhas e fraturas das rochas, realizando medições das mesmas com bússola geológica;
- Reconhecimento e levantamento dos diferentes tipos de movimentos de massa presentes e análise dos afloramentos e das cicatrizes.
- Registro fotográfico em pontos relevantes para a caracterização da área;
- Coleta de amostras de rocha para realização de análises petrográficas;

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

### **6.1.4. Elaboração dos mapas temáticos**

Nesta etapa foram confeccionados os mapas temáticos. Na elaboração destes mapas foi utilizado o software Arcgis, versão 9.2.

Para a confecção de cada um destes mapas foram utilizadas as seguintes metodologias:

### **a) Modelo Digital do Terreno, Mapa hipsométrico e mapa de declividade**

O Modelo Digital do Terreno (MDT) foi elaborado a partir da criação de uma grade triangular do terreno (TIN) através da interpolação do plano da altimetria (curvas de nível e cotas altimétricas). Para isso foi utilizada a ferramenta 3D Analyst do programa Arc Map.

A elaboração e criação de um modelo digital do terreno é fundamental para a representação de uma superfície topográfica. A topografia pode ser representada no computador, através do modelo digital do terreno.

O mapa hipsométrico foi construído a partir do MDT, e foram definidas as classes de altitudes em degrade de cor a cada 50m.

O Mapa de declividade também foi produzido a partir dos dados extraídos do MDT. Foram definidas as seguintes classes: 0 – 2,9°; 2,9-6,8°; 6,8-16,7°; 16,7- 25,2°; 25,2-45° e 45-90°. Para o fatiamento das classes foram levados em consideração outros trabalhos sobre suscetibilidade a movimentos de massa realizados, como Dias (2000), Cristo (2002) e Saito (2004).

### **b) Mapa geológico e geomorfológico**

Para a elaboração do mapa geológico e um geomorfológico (escala 1:30000) do alto da bacia do ribeirão Belchior, foi feita a fotointerpretação em imagens de satélites e fotografias aéreas, além de atividades de campo e avaliação dos mapas geológicos e geomorfológico em escala 1:100000, do projeto GERCO, adquiridos junto ao IBGE.

As imagens de satélite haviam sido previamente georreferenciadas, utilizando-se dados de GPS e os da base cartográfica. Com as fotografias aéreas, haviam sido elaborados, previamente, anaglifos para visualização do relevo e três dimensões e a posterior ortorretificação, utilizando-se o modelo digital do terreno gerado a partir das curvas de nível da base cartográfica.

No mapeamento geológico foram caracterizados os litotipos dos maciços rochosos, dando ênfase a suas descontinuidades estruturais como fraturas, falhamentos, e foliações, principalmente o bandamento gnássico.

As estruturas lineares como sets de falhas/fraturas paralelas foram medidas em campo com bússola, sendo, posteriormente, feita sua correlação com os fotolineamentos tomados a partir de imagens aéreas. Foram coletadas amostras de rochas e de solos para análises em laboratório.

O mapa geomorfológico consistiu no detalhamento das formas de relevo na área de estudo. Este mapa foi confeccionado a partir da fotointerpretação das fotografias aéreas em escala 1:25.000 do ano de 1978, além de verificações em campo. No mapa planialtimétrico as formas de relevo foram digitalizadas como polígonos fechados, compostas pelos topos planos, pelos modelados de dissecação em montanha, colinoso, e morraria e pelos modelados de acumulação fluvial. Posteriormente, outras feições do relevo foram digitalizadas, como as bacias suspensas, os interflúvios convexizados principais e secundários e os topos planos. Após essas etapas, foi feita a edição final com a inserção da hidrografia e da malha viária.

### **c) Mapa de Forma das Encostas**

O mapa formas das encostas foi definido através das curvas de nível, do MDT e e da interpretação dos anaglifos. As formas côncava, convexa e retilínea foram delimitadas como polígonos fechados.

### **d) Mapa de Orientação das Encostas**

Para a elaboração do mapa de orientação (exposição) em graus, no Arcgis, utilizou-se a ferramenta Aspect, do 3d analyst. Esta ferramenta divide 360° por 8, correspondendo aos pontos cardeais e colaterais. Assim, foram utilizadas as seguintes classes: N (337,5-22,5), NE (22,5-67,5), E (67,5-112,5), SE (112,5-157,5), S (157,5-202,5), SW (202,5-247,5), W (247,5-292,5) e NW (292,5-337,5).

### **e) Mapa de Solos**

Para este mapa foram utilizados os dados do mapa de Reconhecimento de Solos, escala 1: 100.000, folhas Blumenau e Gaspar, elaborado pelo IBGE (2003), no projeto Gerenciamento Costeiro. O arquivo foi transferido para o Arcgis, no qual foi feito o recorte para a bacia do ribeirão Belchior.

Os solos foram digitalizados como polígonos fechados, para então ser feita a edição final, com a inserção da hidrografia, da malha viária e dos pontos cotados.

## **f) Mapa de Inventário/Levantamento dos processos ocorridos**

O mapeamento das áreas já afetadas por movimentos de massa foi efetuado através de levantamentos de campo e com o auxílio de imagens de satélite pós-evento disponíveis (Alos e Landsat, de 2009). Este procedimento permitiu também a avaliação da distribuição espacial dos eventos e o tipo, tamanho, forma e estado de atividade e da extensão espacial dos deslizamentos ocorridos. Neste mapa foram enumerados e desenhados, em forma de polígonos fechados, 36 dos principais movimentos de massa da área de estudo. Outros 20 processos, não visíveis na imagem de satélite Alos (2009), foram representados de forma pontual na imagem e nomeados com as letras do alfabeto.

## **6.2. Materiais**

### **6.2.1. Material cartográfico**

O levantamento dos materiais cartográficos referentes ao Município de Gaspar, abrangendo a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Belchior, realizou-se junto ao departamento de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Gaspar e ao Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), onde foram adquiridos os seguintes materiais:

1: Cartas Digitais Planialtimétricas, que serviram de base para esta dissertação, em escala 1:10.000, realizada no ano de 2007, adquiridas junto à ao departamento de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Gaspar, bem como as fotografias aéreas em escala 1:10.000 do ano de 2007;

2: Mapas temáticos de Geologia, Geomorfologia e Solos, Folhas Itajaí e Blumenau, em escala 1:100.000, elaboradas pelo IBGE, 2003, referente ao Projeto Gerenciamento Costeiro - GERCO;

3: Para originar o mapa de geomorfologia foram utilizadas as fotografias aéreas de 1978 infravermelho, na escala 1:40.000, adquiridas junto à Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), voo realizado pela Empresa Aerofoto Cruzeiro do Sul - (RJ).

4: Imagens de satélite ALOS (de abril de 2009) e LANDSAT (de dezembro de 2008), adquiridas junto ao IBGE e ao INPE.

### **6.2.2. Equipamentos**

#### **Equipamentos de campo:**

Os principais equipamentos e aplicativos necessários no desenvolvimento dos trabalhos de campo foram:

- Caderneta de campo
- GPS
- Bússola geológica
- Marreta e martelo geológico
- Fita adesiva, sacos plásticos, lupa e trena
- Câmera Fotográfica;

#### **Equipamentos de laboratório:**

Os principais equipamentos e aplicativos necessários no desenvolvimento deste trabalho foram:

- Micro-computador;
- Impressora;
- Aplicativo Arcgis, versão 9.2;
- Demais aplicativos para edição de textos, planilhas e figuras.

## **7. ANÁLISE DOS ÚLTIMOS DESASTRES DE SANTA CATARINA**

Nas últimas quatro décadas, pelo menos dez desastres naturais de grandes proporções ocorreram no Estado de Santa Catarina (figura 18). Ao todo, foram mais de 400 mortes e cerca de 650 mil pessoas foram desabrigadas ou desalojadas nesses eventos.



**Figura 18-**Desabrigados e mortos por desastres naturais em Santa Catarina nas últimas quatro décadas. **Fonte:** UOL Notícias (2008).

O desastre com maior número de mortos das últimas 4 décadas ocorreu em 1974. Segundo Bigarella (2003), durante os dias 23, 24 e 25 de março, as bacias dos rios Tubarão e Araranguá sofreram com intensas precipitações que causaram enchentes e escorregamentos catastróficos; 199 pessoas morreram e 65 mil ficaram desabrigadas.

O ano de 1983 foi marcado por intensas inundações graduais em todo o Estado de Santa Catarina. Essas inundações ocorreram em todos os períodos sazonais, destacando-se os meses de maio e julho, com o maior número de registros (HERMMANN, 2007). Em julho de 1983, 5 dias de chuvas intensas fizeram o rio Itajaí-Açu subir mais de 15 metros, inundando mais de 90 cidades, incluindo a cidade de Gaspar. Ao todo foram 49 mortes e 197.000 desabrigados. De acordo com HERRMANN (2007) esse ano foi marcado pela configuração do segundo ano de atuação do fenômeno El Niño.

Segundo Herrmann (2007) o ano de 1984 também foi marcado por inundações graduais em todas as mesorregiões de Santa Catarina, entretanto, ao contrário do ano de 1983, esse ano não teve associação com o fenômeno El Niño. Essas inundações ocorreram, em sua maioria, nas estações outono e inverno. Neste ano o rio Itajaí-Açu inundou novamente, fazendo 16 vítimas fatais e 70.000 desabrigados.

Em fevereiro de 1987 o fenômeno climático El Niño provocou enchentes em 15 municípios catarinenses, deixando 2 mortes e 3.775 pessoas ficaram desabrigadas. Em maio deste ano o El Niño voltou a aparecer e mais 32 municípios foram inundados contabilizando mais 5 mortes e mais 3.356 pessoas ficaram desabrigadas.

De acordo com PELLERIN et al (1997), no dia 23 de dezembro de 1995, chuvas torrenciais provocaram desmoronamentos e enchentes em 24 municípios. Após duas ou três horas do início das chuvas, originou-se um fluxo concentrado que destruiu tudo a sua paisagem, transportando troncos, blocos e matacões, englobados em uma massa de detritos finos (exemplo na figura 19). Este evento contabilizou 28000 desabrigados e 40 mortos. Araranguá, Forquilha e Jacinto Machado foram os municípios mais atingidos.



**Figura 19**-Escorregamentos generalizados e grande corrida de detritos em Timbé do Sul. **Foto:** Joel Pellerin (1995).

No ano de 1997 o El Niño voltou a agir. As inundações graduais e bruscas ocorreram principalmente no verão, com destaque para as mesorregiões Sul Catarinense, Grande Florianópolis e Vale do Itajaí (HERMMANN, 2007). No mês de janeiro 35 municípios foram afetados, 14.267 pessoas ficaram desabrigadas e 7 pessoas morreram. Em outubro novas inundações atingiram 37 cidades, quando 8.777 pessoas ficaram desabrigadas e ocorreram duas mortes.

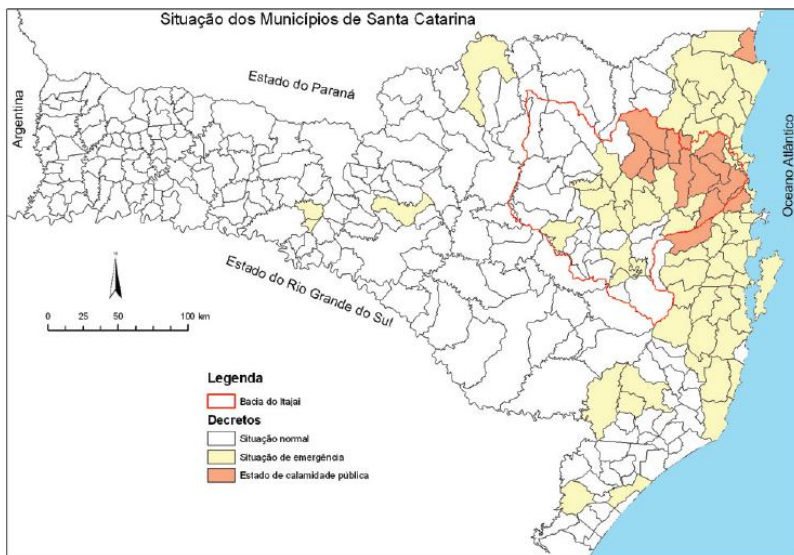
Em março de 2004, um ciclone extratropical atingiu o litoral e o sul do Estado, deixando 28 mil casas danificadas, 955 destruídas, 2 mortes e 23.000 desabrigados.

## **8. ANÁLISE GERAL DO EVENTO DE NOVEMBRO DE 2008**

No dia 22 de novembro de 2008, o estado de Santa Catarina decretou situação de emergência por causa dos estragos provocados pela

chuva em grande parte do estado. Segundo o site da defesa civil de Santa Catarina (<http://www.desastre.sc.gov.br>) foram confirmados 135 óbitos e 02 desaparecidos (sendo que mais de 97% das mortes causadas por soterramento) e 78.656 desalojados ou desabrigados. No total, 99 municípios decretaram situação de emergência e 14 decretaram estado de calamidade pública (figura 20).

Os movimentos de massa desencadeados por este evento foram os principais causadores de prejuízos econômicos e sociais. Eles ocorreram em enorme quantidade, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais. Em áreas urbanas os escorregamentos danificaram e destruíram residências e infra-estrutura pública e privada, além de causarem perdas humanas. Na área rural destruíram residências, indústrias, estradas e acessos, causando também um grande número de mortes. Exemplos de paisagens alteradas pelos escorregamentos generalizados em área rural podem ser vistos nas figuras 21 e 22.



**Figura 20**-Situação dos Municípios de Santa Catarina. **Fonte:** Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí.





**Figura 21**-Escorregamentos generalizados no Alto Baú, em Ilhota-SC.  
**Foto:** Fernanda Bauzys (2009).



**Figura 22**-Escorregamentos no Arraial do Ouro, Gaspar-SC. **Foto:** Joel Pellerin (2009).

O quadro 09 dá uma dimensão do que foi o desastre nos municípios mais atingidos.

### Quadro 9-Síntese dos números do desastre nos municípios que decretaram calamidade pública

Município	População		Pessoas					Residências danificadas	Rodovias danificadas (km)
	total	afetada	deslocadas	desalojadas	desabrigadas	feridas	mortas		
Benedito Novo	9.841	31%	102	712	210	-	2	191	576
Blumenau	292.972	35%	-	25.000	5.209	2.383	24	18.000	centenas
Brusque	94.962	100%	-	8.000	1.200	66	1	1.220	120
Gaspar	52.428	100%	-	7.100	4.300	280	16	8.700	600
Ilhota	11.552	100%	3.500	3.500	1.300	67	26	406	total
Itajaí	163.218	100%	100.000	18.208	1.929	1.800	5	28.400	centenas
Luis Alves	8.986	100%	-	3.232	239	41	10	220	40
Pomerode	25.261	1%	-	182	48	-	1*	50	100
Rio dos Cedros	9.685	88%	-	595	96	-	-	283	300
Rodeio	10.773	5%	-	27	42	-	4	35	144
Timbó	33.326	2%	-	-	-	-	-	264	-

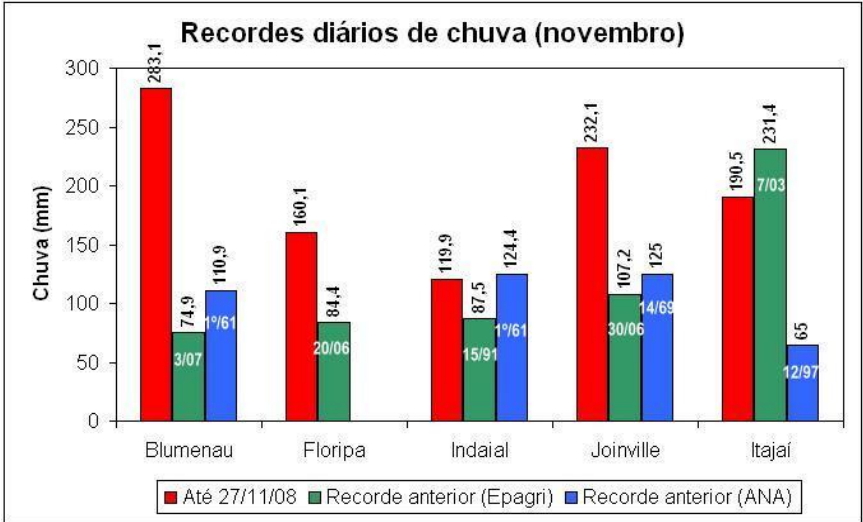
\* 2 pessoas constam como desaparecidas

Fonte: FRANK, B.; SEVEGNANI, L (2009).

### 8.1. Aspectos metereológicos

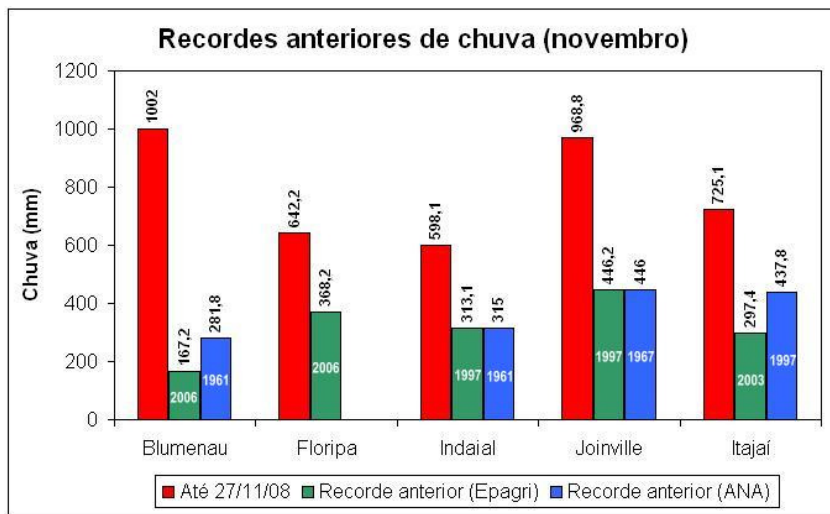
A excessiva concentração de chuvas em poucos dias, antecedida por um período longo de precipitações foi o principal fator desencadeador das inundações e escorregamentos ocorridos neste desastre.

Entre os dias 22 e 23 /11/2008 choveu mais do que o dobro da média prevista para todo o mês em alguns municípios (figura 23).



**Figura 23**-Recordes diários de novembro e respectivas datas de ocorrência - dia/ano- (estações Epagri e ANA). **Fonte:** MINUZZI & RODRIGUES, 2009.

Este foi o novembro mais chuvoso já registrado no Vale do Itajaí. Em Blumenau e Joinville, os totais do mês ficaram em torno de 1000 mm para uma média climatológica mensal de aproximadamente 150 mm (figura 24).



**Figura 24-**Recordes de novembro e respectivos anos de ocorrência (estações da Epagri e ANA - Agência Nacional de Águas). **Fonte:** MINUZZI & RODRIGUES, 2009.

No estado de Santa Catarina, os ventos de sudeste a nordeste, provenientes dos anticiclones sobre o Atlântico Sul, transportam muita umidade do oceano para o litoral. A imagem de satélite do dia 22/11/2008 (figura 25) mostra a condição atmosférica daquele momento, quando havia a combinação da circulação marítima e vórtice ciclônico. Este fenômeno, combinado com chuva precedente dos meses anteriores e volume excessivo de chuva em 2 a 3 dias (como pode ser visto nas figuras 26 e 27) mais a elevação do nível do mar, desfavorável ao escoamento da água dos rios para o oceano, foi o que ocasionou condições climáticas propícias para as grandes enchentes e milhares de escorregamentos ocorridos naquele período.

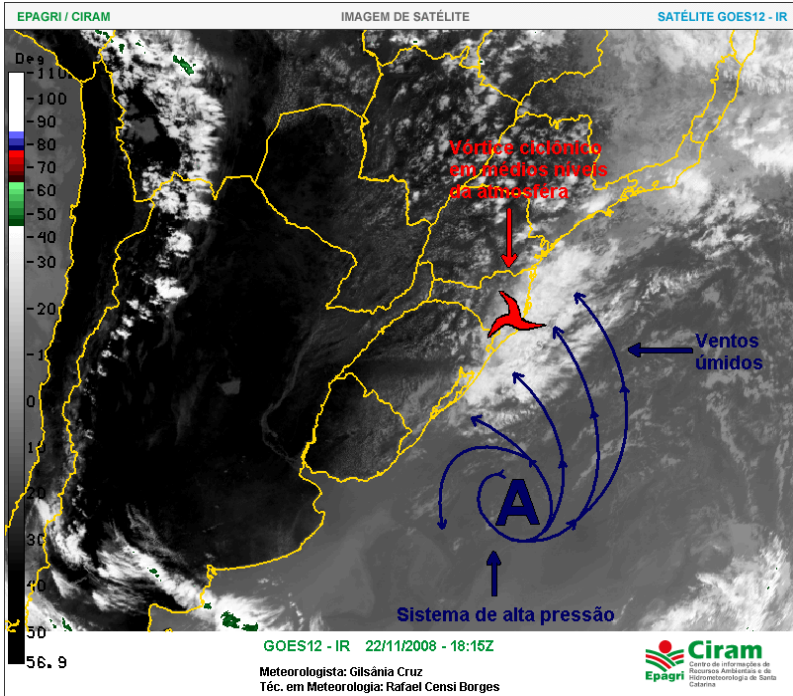


Figura 25-Imagem de satélite do dia 22/11/2008. Fonte: Epagri.

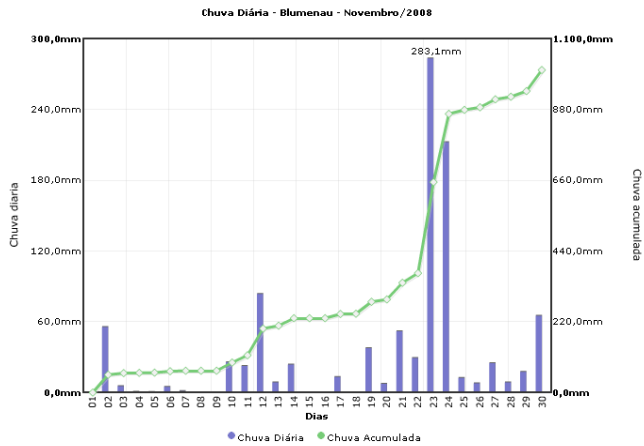
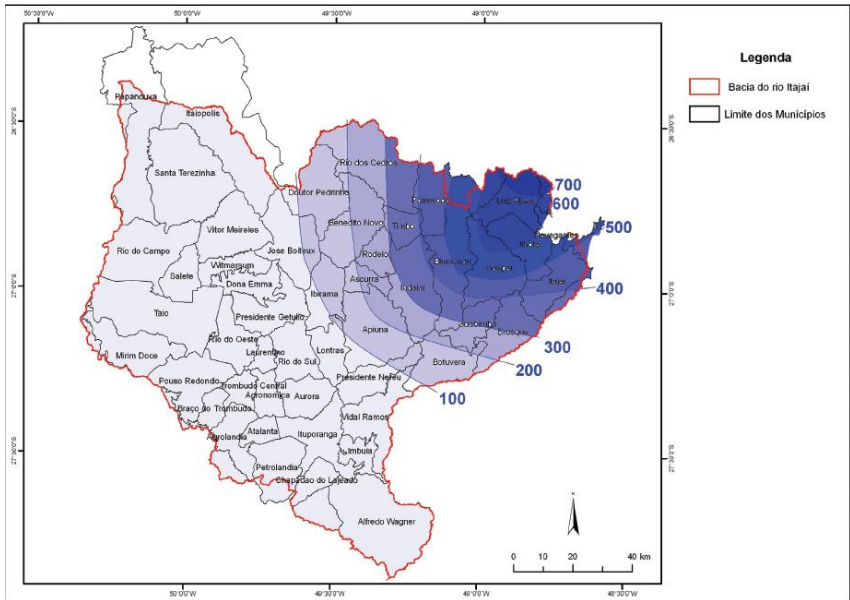


Figura 26-Chuva diária em Blumenau, novembro de 2008. Fonte: Epagri

Variável	Chuva					
	Blumenau	Indaial	Taió	Itajaí	Ituporanga	Joinville
acumulado em 5 dias						
01 a 05/11/08	62	51	28,5	52,1	23	29,3
06 a 10/11/08	31,5	32,2	9,7	21,4	27	61,2
11 a 15/12/08	137,9	94,8	31,6	82	62,8	197,9
16 a 20/11/08	58,3	52,4	19,9	53,6	15	117,2
21 a 25/11/08	588,7	265	68	273,7	48,2	511,1
26 a 30/11/08	123,6	67,6	8,7	41,7	13,2	57,6
01 a 05/12/08	17	31	7,2	20,9	10,4	15,8
06 a 10/12/08	37	37,4	15,3	4,1	12,8	6
11 a 15/12/08	13,7	16,6	5,4	28,7	16,6	20
16 a 20/12/08	53,5	30	2,5	145,8	8	226,8
21 a 25/12/08	16,9	5,2	24,8	26,7	17	35,2
26 a 31/12/08	29,6	28,6	13,2	2,1	35	1,6

**Figura 27-**Acumulado em 5 dias. **Fonte:** Epagri

A figura 28 mostra a distribuição espacial das chuvas, entre os dias 21 e 25 de novembro na região do Vale do Itajaí. Nota-se que os maiores totais acumulados estão próximos ao litoral, diminuindo em direção nordeste-sudoeste.



**Figura 28-**Total acumulado da precipitação entre os dias 21 e 25 de novembro, no Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Fonte:** FRANK, B.; SEVEGNANI (2009).

## 8.2. Aspectos geológicos-geomorfológicos

O mapa da página seguinte, integrante do relatório final do projeto “Resposta ao Desastre em Santa Catarina no Ano de 2008” (CEPED, 2009), apresenta a distribuição dos pontos vistoriados pelas equipes do CEPED, segundo a litologia das principais áreas atingidas.

**MAPA 2-** Mapa de Litologia da Região



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 (34% dos pontos foram localizados no mapa geológico 1:100000, nesta unidade). Nesta litologia foram mapeados o maior número de fluxos de detritos e lama, representando a metade dos identificados. As litologias que compõem essa unidade correspondem aos gnaisses granulíticos. Estas rochas estão 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 1.200km<sup>2</sup>, entre o Complexo Luis Alves e o Grupo Brusque (IBGEa, 2003). 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 tufos 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. Um exemplo de casa em situação de risco neste grupo pode ser visto na figura 29.



**Figura 29**-Exemplo de casa em situação de risco em Blumenau-SC. A rocha do talude um metapelito do grupo Itajaí, alterado e fraturado, apresenta um mergulho favorável a um deslizamento. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

Do total de vistorias realizadas, 29% se encontram nesta unidade litoestratigráfica, onde também foi verificado o maior índice de interdições, atingindo 56% do total. Aproximadamente 30% dos fluxos de detritos e/ou lama ocorreram nesta unidade.

Na unidade denominada Cobertura Sedimentar Quaternária (QHa) ocorreram 9% dos eventos mapeados. 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 em Mancha Urbana, sendo quase 90% destes apenas em Blumenau. Neste município a ocupação irregular em áreas de risco aumentou o número e a magnitude dos acidentes. No entanto, diversas áreas com ocupação regularizada também foram atingidas.

Um dos principais problemas encontrados em áreas urbanas 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 (exemplos na figura 30). Desta maneira, o corte desestabiliza o morro e o aterro torna a sustentação ainda mais precária.



A )

B)

**Figura 30-A)** Casa em situação de risco, com pilar de sustentação quase caindo na beira do barranco. Blumenau-SC. **B)** Casa em situação de risco devido a proximidade de talude de corte vertical. Blumenau-SC. **Fotos:** Fernanda Bauzys (2009).

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. A tipologia da movimentação mais representativa foram os escorregamentos, 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 Complexo Brusque (PSB), Suite intrusiva Valsungana (PS\*v), Complexo Canguçu (PSC) e Suite intrusiva Pedras grandes (PSpg).

Desta maneira, os dados do trabalho demonstram que os eventos se concentraram principalmente no Complexo Luis Alves e no Grupo Itajaí, dentro dos municípios de Blumenau, Gaspar, Ilhota e Luis Alves, que foram os mais atingidos pelo desastre.

Geologicamente, a instabilidade do Complexo Luis Alves se deve aos espessos mantos de alteritos das rochas gnáissicas, associados ao relevo movimentado, responsáveis por grandes deslizamentos do tipo rotacional, translacional e pelos fluxos de detritos. Por sua vez, as rochas do Grupo Itajaí podem apresentar estruturas sedimentares primárias, foliação metamórfica e dobramentos, que quando mergulham em concordância com a inclinação da vertente, favorecem o escorregamento. A proximidade dos números permite considerar que ambas formações geológicas, somadas aos eventos em área urbana, induzidos principalmente por ações antrópicas, apresentaram vulnerabilidades, com conseqüentes riscos e restrições para a ocupação humana, sendo necessários mapeamentos e estudos específicos sobre a ocupação destas áreas.

### **8.3. Resultados do projeto “Resposta ao Desastre em Santa Catarina no Ano de 2008”**

O projeto “Resposta ao Desastre em Santa Catarina no Ano de 2008” foi desenvolvido pelo CEPED-UFSC (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres da Universidade de Santa Catarina), junto a Defesa Civil do Estado, entre os meses de janeiro e julho de 2009. Este projeto teve por objetivo apoiar os municípios atingidos no desastre de novembro de 2008, através da avaliação de áreas atingidas por movimentos de massa, gerando informações que subsidiassem os agentes municipais na tomada de decisões no atendimento à população afetada.

Para a realização do projeto foram envolvidos 25 profissionais das áreas de engenharia, arquitetura, geologia, geografia e áreas

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

As equipes realizaram vistorias em 25 municípios ao longo do desenvolvimento do projeto. Foram atendidos os municípios de Benedito Novo, Blumenau, Brusque, Camboriú, Gaspar, Ilhota, Indaial, Itajaí, Luis Alves, Pomerode, Rio do Sul, Rio dos Cedros, Rodeio, Timbó, Balneário Piçarras, Canelinha, Itapema, Nova Trento, Penha, Antônio Carlos, Araranguá, Siderópolis e Treviso. Em função do elevado número de ocorrências, os municípios tiveram atendimentos às áreas priorizadas pelos agentes municipais. Ao todo foram 2.347 edificações avaliadas; 781 relatórios técnicos de avaliação emitidos e 8.900 fotos e imagens geradas (CEPED, 2009).

O mapa da página seguinte (mapa 03), integrante do relatório final do projeto, mostra a distribuição dos pontos vistoriados.

**MAPA 3-** Mapa de localização das áreas vistoriadas.

#### 8.4. O evento de 2008 no município de Gaspar

De alguma maneira, todo o território do município de Gaspar foi atingido pelo desastre de 2008. Os dados contidos no AVADAN (Formulário de Avaliação de Danos), enviado pela prefeitura à Defesa Civil do Estado em 15/02/2009, dão uma dimensão do que foi este evento dentro do município: Somente no município de Gaspar, o desastre resultou em 21 mortos por soterramento e 01 desaparecidos.

Ainda segundo este relatório, foram contabilizadas 1174 pessoas desalojadas, 120 desabrigadas, 8 deslocadas e 54687 afetadas.

Ao todo foram destruídas 758 residências populares, 480 residências (outras residências), e 01 edificação pública de ensino. Foram contabilizados, ainda, danos em 2480 residências populares, 563 residências (outras residências), 03 edificações públicas de saúde e 08 edificações públicas de ensino (quadro 10).

470 famílias foram atendidas pelo auxílio reação, benefício criado pela Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, para atender os atingidos que tiveram suas residências, atingidas e ou interditada pela Defesa Civil Municipal.

**Quadro 10-**Danos Humanos no município de Gaspar.

<b>Número de pessoas</b>	<b>0 a 14 anos</b>	<b>15 a 64 anos</b>	<b>Acima de 65 anos</b>	<b>Gestantes</b>	<b>Total</b>
Desalojadas	520	640	12	02	1174
Desabrigadas	52	64	03	01	120
Deslocadas	03	04	01	-	08
Desaparecidas	-	-	01	-	01
Mortas	05	10	04	01	20
<b>Afetadas</b>	<b>10937</b>	<b>34454</b>	<b>8203</b>	<b>1093</b>	<b>54687</b>

**Fonte:** AVADAN (2009).

A infra-estrutura pública de Gaspar também sofreu grandiosos danos. Foram 500 km de estradas danificadas, 50 km destruídas, além de 200 mil m2 de pavimentação urbana danificadas (quadros 11 e 12). Além disso, 03 edificações públicas de saúde e 08 de ensino foram danificadas, e 01 edificação de ensino foi destruída.

**Quadro 11-Danos Materiais no município de Gaspar.**

Edificações	Danificadas		Destruídas		Total
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	Mil R\$
Residências Populares	2.480	19.240,00	758	18.950,00	38.790,00
Residências -Outras	553	14.075,00	480	48.000,00	52.075,00
Públicas de Saúde	03	840,00	-	-	840,00
Públicas de Ensino	08	568,00	01	900,00	1.468,00

Infra-estrutura pública	Danificadas		Destruídas		Total
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	Mil R\$
Obras de Arte	25	6.104	24	2.700	8.804,00
Estradas (km)	500	20.000,00	50	1.000,00	21.000,00
Pavimentação Vias Urbanas (mil m2)	200	21.409,00	-	-	21.409,00
Outras (Contenção de encosta)	11	5.272,00	-	-	5.272,00
Comunitárias	12	247,90			247,90
Rurais	2.990	13.455,00	-	-	13.455,00
Industriais	203	6.090,00	-	-	6.090,00
Comerciais	197	5.855,00	-	-	5.855,00

**Fonte:** AVADAN (2009).

O evento causou prejuízos em diversas atividades econômicas. Na cultura do arroz, que sofreu com a inundação e deposição de materiais, foram avaliadas perdas de 16.575 toneladas. Também

ocorreram perdas na silvicultura/extrativismo (52.100.00 toneladas), cana-de-açúcar (2.625 toneladas), pecuária leiteira (990.00 litros), gado de grande porte (500 cabeças) e piscicultura (245 mil unidades).

O impacto econômico na indústria e no comércio também foram avaliados no AVADAN. No quadro 12 pode-se observar os números dos prejuízos.

**Quadro 12-Prejuízos Econômicos.**

<b>Setores da economia</b>	<b>Quantidade</b>		<b>Valor</b>
	<b>Produção (perda)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Mil R\$</b>
<b>Agricultura</b>			
Grãos/cereal-leguminosas	16.575	T	11.271.00
Silvicultura/Extrativismo	52.100.00	T	5.200.00
Outras (cana-de-açúcar)	2625	T	157,50
<b>Pecuária</b>	<b>Cabeças</b>		<b>Mil R\$</b>
Grande porte	500	Unid.	500.00
Piscicultura	245.00	Mil unid.	393.75
Outros-Leite	990.00	Litros	500,00
<b>Indústria</b>	<b>Produção</b>		<b>Mil R\$</b>
Transformação	1.132	Unid.	198.500.00
<b>Serviços</b>	<b>Prestação de Serviço</b>		<b>Mil R\$</b>
Comércio	1.074	Unid.	49.250.00

**Fonte:** AVADAN (2009).

O quadro 13 mostra a dimensão dos prejuízos sociais do desastre. Houve danos no abastecimento de água potável, no sistema de energia elétrica, transporte viário, na rede comunicação, na coleta e tratamento do lixo, no sistema de saúde e na rede educacional do município



**Quadro 13-Prejuízos Sociais.**

<b>Serviços Essenciais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
<b>Abastecimento d'água</b>			<b>Mil R\$</b>
Rede de Distribuição	10.000	m	300,00
Estação de Tratamento (ETA)	02	unid	200,00
Manancial	780.00	m <sup>3</sup>	150,00
<b>Energia Elétrica</b>			<b>Mil R\$</b>
Rede de Distribuição	10.500	m	1.825,00
Consumidor sem energia	14.200	consumidor	3.397,00
<b>Transporte</b>			<b>Mil R\$</b>
Vias	180	km	1.150,00
Terminais	01	unid	40,00
<b>Comunicações</b>			<b>Mil R\$</b>
Rede de Comunicação	180	km	1.780,00
Estação Retransmissora	01	unid	681,00
<b>Lixo</b>			<b>Mil R\$</b>
Coleta	5.800	t	753,00
Tratamento	400	t	17,23
<b>Saúde</b>			<b>Mil R\$</b>
Assistência Médica	820/10	p/dia	242,00
Prevenção	1.800/10	p/dia	100,00
<b>Educação</b>			<b>Mil R\$</b>
Alunos sem dia de aula		aluno/dap	2.605,80

**Fonte:** AVADAN (2009).

Os bairros mais atingidos no município foram Belchior Alto, Belchior Baixo, Sertão Verde, Arraial do Ouro, onde ocorreram grandes prejuízos, em estrutura pública e privada, além de perdas humanas. Segue abaixo breve descrição da situação de cada um deles.

## Arraial do Ouro

O bairro de Arraial do Ouro foi bastante atingido. Ocorreram diversas corridas de detritos de grande porte e alto poder destrutivo, que modificaram bastante a paisagem local. Muitas casas foram danificadas e/ou destruídas e ocorreram 04 mortes por soterramento.



**Figura 31-**Casa destruída no bairro de Arraial do Ouro, em Gaspar-SC.  
**Foto:** Joel Pellerin (2009).

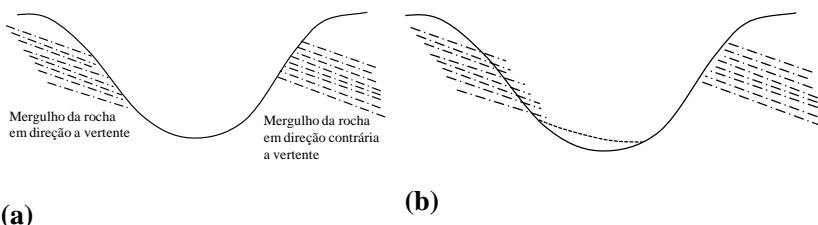
## Sertão Verde

O bairro Sertão Verde está localizado em um vale, ao lado da BR 470, próximo às margens do rio Itajaí-Açu. Nesta localidade ocorreram diversos escorregamentos, muitas casas sofreram danos ou foram totalmente destruídas, houveram 8 mortes (todas por soterramento) e muitas pessoas ficaram desabrigadas. Ali uma escola pública foi atingida e destruída por um deslizamento translacional (figura 32).



**Figura 32**-Escola destruída no bairro de Sertão Verde, em Gaspar. Foto: Fernanda Bauzys (2009).

De forma geral, foi constatado que todo este vale se encontra em situação perigosa. No entanto, a encosta norte do vale sofreu mais com escorregamentos do que a encosta sul, apresentando maior perigo a população que vive em suas proximidades. Geologicamente, a maior instabilidade desta encosta se deve ao fato de sua rocha, um metapelite do grupo Itajaí, com laminação fina, com camadas de arenito muito fino interestratificado, apresentar um mergulho que acompanha a inclinação da vertente, favorável ao escorregamento (figura 33). Além de ser muito alterada pelo intemperismo, a rocha é bastante falhada e diaclasada e apresenta pequenas ondulações sinclinais e anticlinais. A encosta sul do vale encontra-se em uma situação menos perigosa, pois o mergulho da rocha é contrário a inclinação da vertente.



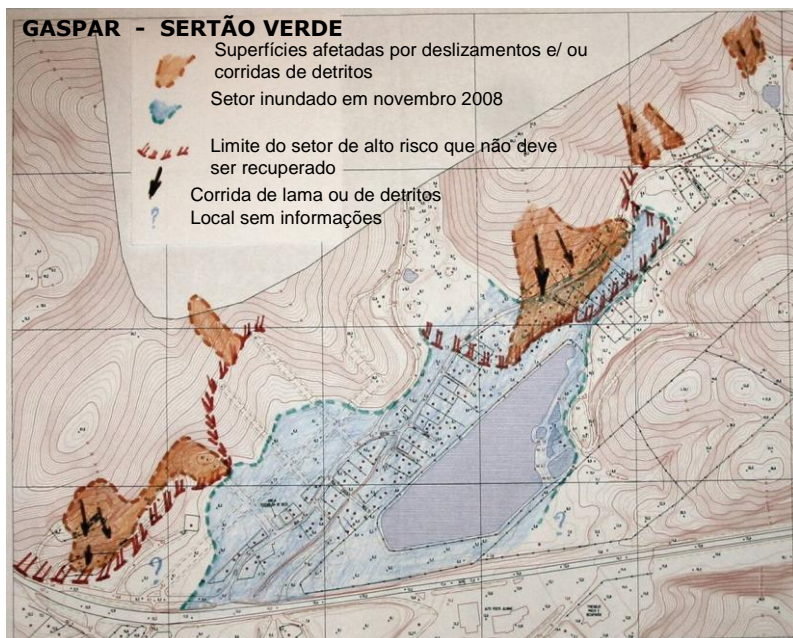
**(a)** Vale antes do escorregamento; **(b)** Vale depois do escorregamento.

O problema neste bairro é ainda agravado pelo fato de que a maioria dos moradores construiu suas casas muito próximas aos cortes verticais de talude, conforme pode ser visto na figura 34.



**Figura 34**-Casa em situação de risco, no bairro de Sertão Verde, em Gaspar. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

O mapa da página seguinte (figura 35) foi elaborado para ilustrar a situação do bairro para um relatório de vistoria técnica realizada em janeiro de 2009 pelo professor Joel Pellerin. Nota-se que os grandes escorregamentos estão localizados na vertente norte do vale.



**Figura 35-**Mapa de Risco de Movimentos de massa e Inundação entregue a prefeitura de Gaspar em 2009.

## **Belchior Baixo**

No bairro de Belchior Baixo, também na bacia do Ribeirão Belchior, ocorreram 04 mortes. Segundo Egas et al (2009), ali ocorreram movimentos de massa de caráter híbrido em depósitos de cascalho e rochas gnáissicas, estes com alteritos espessos. Nos depósitos de cascalho, o grande volume de água das chuvas erodiu superficialmente, transportando os sedimentos finos e provocando o conseqüente desmoronamento de forma lenta das frações mais grosseiras. Os espessos mantos de alteritos das rochas gnáissicas do Complexo Luis Alves foram responsáveis por grandes deslizamentos do tipo rotacional, que ocorreram de forma rápida, deslocaram um volume considerável de detritos.

Nos dias 22 a 23 ocorreram diversos escorregamentos que ocasionaram a destruição de várias residências neste bairro. O deslizamento de maior proporção ocorreu em 06 de dezembro de 2008, após a grande maioria dos movimentos de massa no Vale do Itajaí, e

resultou em dois óbitos. O vale que encaixa o grande deslizamento é constituído predominantemente por solos desenvolvidos sobre as rochas gnáissicas. Foram vistoriadas por esta equipe, um total de 29 residências, onde 08 foram destruídas e/ou condenadas e 06 sofreram danos.

### **Belchior Alto**

O bairro de Belchior Alto, local da presente pesquisa, foi muito atingido pelo desastre. Muitas localidades foram inundadas e diversas casas e plantações foram destruídas ou danificadas por movimentos de massa. Só neste bairro ocorreram 03 mortes por soterramento.

Este bairro é completamente inserido na área rural do município. Quase a totalidade de suas ruas e estradas é de terra (não pavimentada) e praticamente todas tiveram inter rompimentos causados por queda de barreira, deixando muitas famílias isoladas.

A maior parte dos escorregamentos neste bairro aconteceu entre os dias 22 e 24 de novembro, concentrando-se principalmente no dia 23. Também no dia 23 de novembro de 2008, por volta das 22:30h, um escorregamento rompeu um trecho da tubulação da TBG (Transporte de gasoduto Brasil-Bolívia), localizado na rua Pedro Krause, causando ainda mais transtornos para a população. Segundo o relatório da TBG, disponível no site da empresa, uma grande quantidade de detritos, incluindo árvores de grande porte, pedras, terra e lama, desceu em alta velocidade pela encosta, removendo a cobertura existente no gasoduto e permitindo o posterior impacto de rochas sobre o mesmo, ocasionando, assim, o seu rompimento e conseqüentemente, o vazamento de gás e a expansão deste, seguida de fogo. Segundo moradores, o fogo da explosão podia ser visto há mais de 20 km de distância. Muitas famílias tiveram que sair pela noite, caminhando, no meio do temporal, para fugir da situação. Outras foram resgatadas de helicóptero nos dias seguintes. O bairro permaneceu com problemas de acesso e de abastecimento de água e luz por alguns dias.

O capítulo a seguir descreve os principais eventos ocorridos nesta localidade.

## **9. MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS PROCESSOS OCORRIDOS NA ÁREA DE ESTUDO**

### **9.1. Mapa de Inventário**

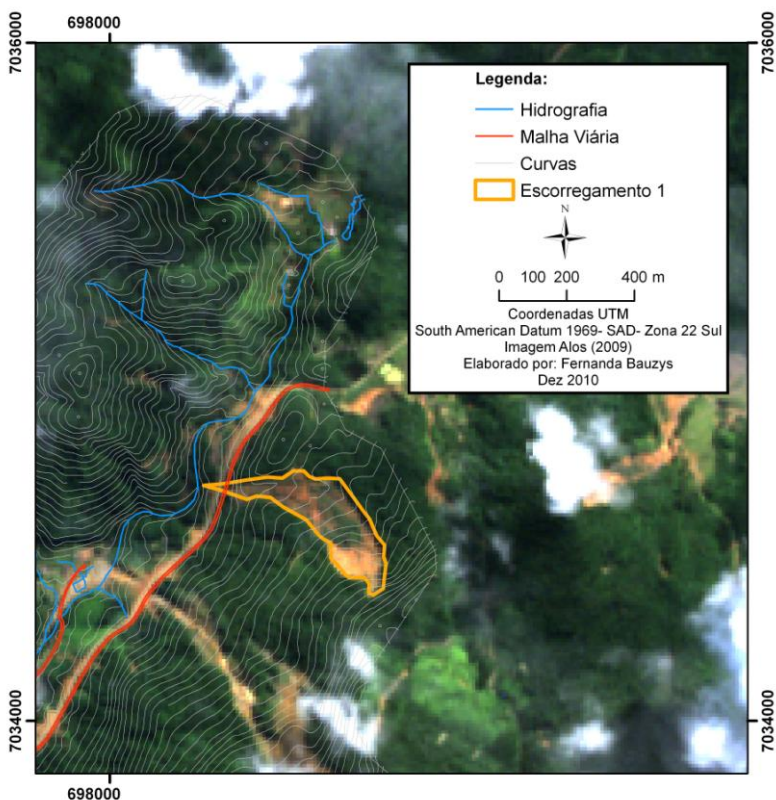
Neste mapa foram desenhados, em forma de polígonos fechados, 36 dos principais movimentos de massa da área de estudo. Outros 20 movimentos de massa de menor extensão, não visíveis na imagem de satélite Alos (de 04/2009, composição colorida RGB123), foram representados de forma pontual na imagem. É importante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

**MAPA 4-** Mapa de inventário dos movimentos de massa do Alto da  
Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC



## 9.2. Análise dos principais movimentos de massa ocorridos no alto da bacia do ribeirão Belchior

### Escorregamento 1:



**Figura 36-**Escorregamento 1.

Este escorregamento foi do tipo translacional em sua ruptura e, ao atingir o eixo de drenagem, resultou em uma corrida de detritos de grande porte, que interrompeu a estrada de Luiz Alves. A corrida encaixou-se na concavidade desta encosta. Apesar do enorme poder destrutivo deste fluxo de detritos, o evento não atingiu nenhuma edificação (figuras 37 e 38) . A ruptura deste escorregamento aconteceu em área de mata nativa, na parte montanhosa da bacia, dentro das rochas

gnáissicas do Complexo Luis Alves. Na cabeceira encontramos uma lage sã desta rocha (figura 41), por onde o material escorregou. O material das encostas da cabeceira é a alteração desta rocha in situ (solo residual), segundo o mapa do IBGE, um Cambissolo álico distrófico e eutrófico.



**Figura 37-**Vista de helicóptero do escorregamento 1. **Foto:** Joel Pellerin (2009).



**Figura 38-**Escorregamento 1. **Foto:** Joel Pellerin (2009).



**Figura 39-**Escorregamento 1. **Foto:** Joel Pellerin (2009).





**Figura 40-**Cabeceira do escorregamento 1. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



A)

B)

**Figura 41-A)** Lage de rocha na cabeceira do escorregamento 1. **B)** Detalhe da rocha. **Foto:** Bauzys (2010).



**Figura 42**-Escorregamento 1, no ponto em que interditou a estrada de Blumenau-Luis Alves. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

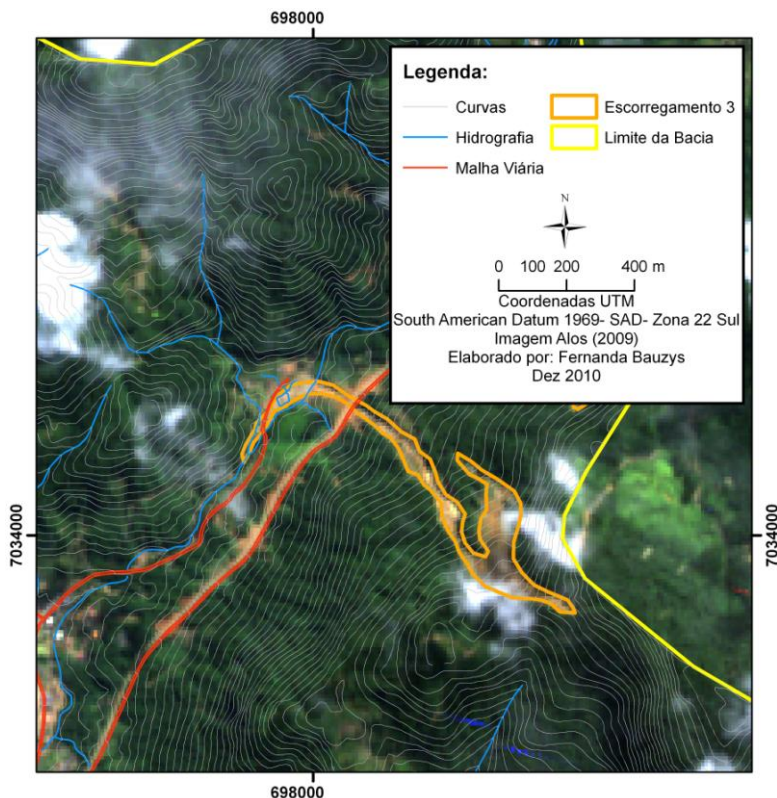
### **Escorregamento 2:**

Este escorregamento, do tipo translacional raso, atingiu e destruiu a estrada de Luis Alves. Também gerou uma pequena corrida de detritos. Esta localizado na parte de morraria da bacia, nas rochas do complexo Luis Alves. Este evento não atingiu nenhuma edificação. A ruptura dele ocorreu em Cambissolo álico distrófico e eutrófico.



**Figura 43**-Escorregamentos 2 e 3. **Foto:** Joel Pellerin (2009).

### Escorregamento 3:



**Figura 44-**Escorregamento 3.

Este escorregamento, de grande porte, resultou em uma enorme corrida de detritos, interrompendo a estrada de Luiz Alves em outro trecho (figura 44). Esta corrida de detritos encaixou-se no eixo de drenagem, na concavidade desta encosta e o material deslocado atingiu o ribeirão Belchior, alcançando mais de 1,2 km de percurso (figuras 45 e 46). O material deslocado destruiu 2 residências localizadas na encosta, pouco abaixo da estrada (localização aproximada das residências nas coordenadas UTM 698119/7034427, figura 47) e uma represa. Além disso, destruiu muros de 2 residências localizadas no sopé da vertente, e causou danos a estrutura de uma delas (figuras 49 e 50). A ruptura deste escorregamento foi do tipo translacional e aconteceu em área de mata



nativa, bem próxima do topo da vertente, na parte montanhosa da bacia. O evento ocorreu dentro das rochas gnáissicas do Complexo Luis Alves, em Cambissolo álico distrófico e eutrófico.



**Figura 45**-Direção que seguiu a corrida de detritos do escorregamento 3, ao longo do ribeirão Belchior. **Foto:** Joel Pellerin (2009).





**Figura 46-**Ribeirão Belchior após corrida de detritos. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).



**Figura 47-**Vista de helicóptero do escorregamento 3. **Foto:** Joel Pellerin (2009).



**Figura 48-**Cabeceira do escorregamento 3. Foto: Edison Tomazzoli (2010).



**Figura 49-** Esta residência foi atingida pelo escorregamento 3, que trouxe muito lodo e um tronco de árvore entrou pela parede da casa. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).



A)

B)

**Figura 50-A)** O terreno desta casa foi atingido pelo fluxo de detritos 3, destruindo seu muro, mas a casa não sofreu danos estruturais. Foto: Fernanda Bauzys (2009). **B)** Mesmo local um ano depois. **Fotos:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamentos 4, 5, 6, 7 e 8, ao longo da estrada de Luis Alves**

Além dos escorregamentos maiores já identificados (1, 2 e 3), foram verificados muitos outros ao longo deste trecho da estrada de Luis Alves, até a divisa de município. Em 2008 a estrada foi atingida por diversos escorregamentos, de variados tamanhos. Foram mapeados na imagem Alos mais 5 movimentações de massa, descritas a seguir. É importante salientar que no evento de 2008 observaram-se outras evidências de movimentação do terreno nesta encosta, ao longo da estrada, além dos aqui identificados, como pequenos escorregamentos, rupturas, trincas, degraus de abatimento, vegetação inclinada e processos de erosão e de rastejo.

**O escorregamento 4** ocorreu na estrada de Luis Alves, atrás da cachaçaria do Pipe, e seu material depositado interditou este trecho (figura 51). Este deslizamento foi induzido pelo corte de estrada, e tem portanto, clara influência antrópica.





**Figura 51-**Escorregamento 4. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O **escorregamento 5** ocorreu em um corte da estrada de Luis Alves, ao lado do escorregamento 3. Este processo também está vinculado ao corte de talude feito na base da vertente (figura 52).



**Figura 52-**Escorregamento 5. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O **escorregamento 6** é um pequeno deslizamento rotacional, em concavidade do terreno (figura 53). Foi notada presença de degrau de abatimento vegetado e uma drenagem a esquerda do deslizamento. Este processo está vinculado a um corte de talude de uma estrada vicinal, e sua ruptura estava em mata nativa.



**Figura 53-**Escorregamento 6. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**O escorregamento 7** é do tipo rotacional de pequena extensão, vinculado ao corte de talude da estrada de Luis Alves, onde já foi feita uma contenção de gabiões (figura 54). Seu material depositado também interrompeu a estrada de Luis Alves. A rocha é um gnaisse granulítico cinza, com bandamento e piroxineo. Os escorregamentos rotacionais apresentam uma superfície de ruptura circular, ao longo da qual ocorre um movimento rotacional do manto de alteração e são comumente associados a corte de taludes, como neste caso. Neste local o manto de alteração era espesso, o que facilitou sua ocorrência.



**Figura 54**-Escorregamento 7. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O **escorregamento 8** é tipicamente translacional, fino e comprido, com sua ruptura em declividade e altitude elevadas, bem próxima ao topo da vertente. Uma fina camada de solo pouco desenvolvido deslizou sobre um plano de ruptura raso, expondo a lage de rocha (um gnaiss granulítico predominantemente máfico, com porções de anfíbolito, rodeada por porções quartzo feldspáticas brancas). Segundo o mapa do IBGE, o evento ocorreu em Cambissolo álico distrófico e eutrófico. A vegetação desta encosta é de mata nativa. No pé do morro existe grande depósito de blocos.

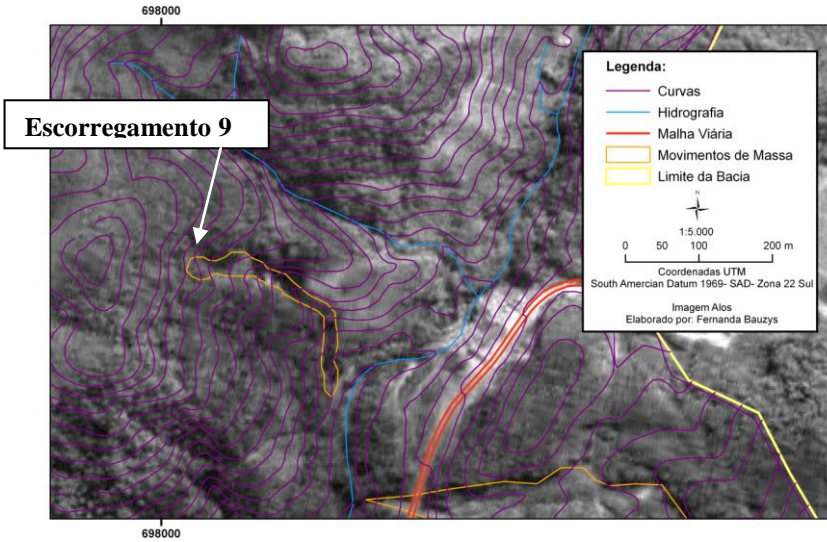


**Figura 55-**Escorregamento 8. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 9:**

O escorregamento 9 aconteceu dentro da propriedade da Cachaçaria do Pipe, em novembro de 2008, dando origem a uma corrida de detritos. Este fluxo encaixou-se em uma encosta côncava, no eixo de uma pequena drenagem (figuras 56 e 57), na parte montanhosa da bacia. A encosta deslizada era antes coberta de mata. Neste caso, houve duas rupturas principais, do tipo translacional rasa. A cachaçaria e a casa encontram-se em uma zona de muita instabilidade e devem ser monitoradas. Este evento ocorreu dentro das rochas gnáissicas do Complexo Luis Alves, em Cambissolo álico distrófico e eutrófico.





**Figura 56-**Escorregamento 9.



**Figura 57-**Ruptura do escorregamento 9. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

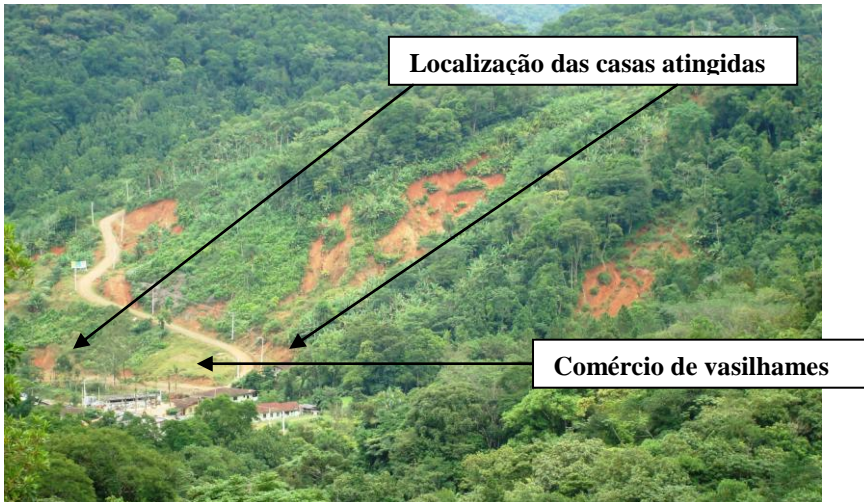




**Figura 58**-Cabeceira do escorregamento 9. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamentos na área 10: Rua Emilio Roweder**

O começo desta rua, saindo da rua Nova Biguaçu, foi destruído por um sistema de três sucessivos escorregamentos (Figura 59). A estrada foi reaberta em cota superior com término no dia 23/01/2009.



**Figura 59**-Escorregamentos na área 10. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

Em vistoria de uma equipe do CEPED, junto a defesa civil do estado, em janeiro de 2009, constatou-se que a nova estrada já apresentava degrau de abatimento de 0,90 m na crista, com plano de deslizamento geral em direção N48°E e mergulho 54°SE (figura 60). Foram instalados marcos para acompanhar a evolução deste movimento. Notou-se naquele período que em apenas duas horas houve um afastamento da ordem de 0,5 cm e em 2 dias houve uma evolução de 30 cm na horizontal e vertical dos movimentos. Mais abaixo da estrada apareciam fendas e trincas que também se apresentavam em evolução. Tudo isso é indício de que esta encosta apresenta-se em grande instabilidade, estando sempre em risco de novos desmoronamentos.



**Figura 60-**Degrau de abatimento na rua Emilio Roweder, na área 10. **Foto:** Juan Flores (2009).

Um desses escorregamentos, que danificou a rua Emílio Roweder, destruiu uma casa (figura 61). Essa casa foi condenada e abandonada.



**A)**

**B)**

**Figura 61-A)** Casa soterrada . **Foto:** Juan Flores (2009). **B)** Mesma casa 1 ano depois. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

A casa da figura 62, localizada na sôpé da vertente, abaixo da rua Emílio Roweder também foi atingida e destruída parcialmente por este escorregamento.



A)

B)

**Figura 62-A)** Casa atingida. Foto: Juan Flores (2009). **B)** Casa atingida. Foto: Fernanda Bauzys (2010).

A figura 63 mostra a área afetada e a posição das casas atingidas, em uma imagem do Google Earth, antes do evento.



**Figura 63-**Imagem do Google Earth da área afetada, antes do evento.

O Comércio de Vasilhames Belchior, localizado na esquina das ruas Emílio Roweder e Nova Biguaçu foi atingida pela cheia do rio, o que paralisou suas atividades por todo o mês de dezembro de 2008. Embora se observe nos fundos da indústria um grande volume de



material proveniente do deslizamento, este não chegou a atingir a mesma, ficando confinado à calha do rio.



A)

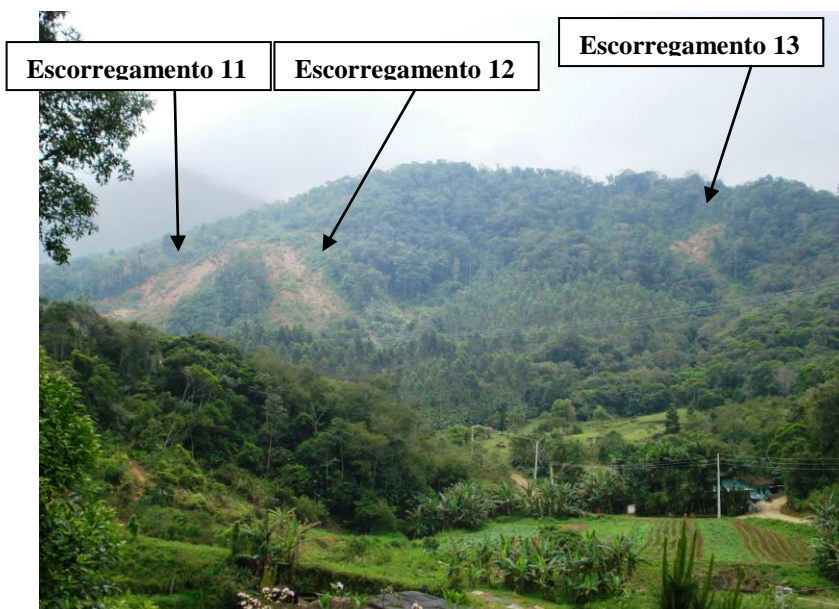
B)

**Figura 64-A)** Comércio de vasilhames. **B)** Detalhe do escorregamento.

**Fotos:** Juan Flores (2009).

### Escorregamentos 11, 12 e 13:

Estes escorregamentos aconteceram na parte norte da bacia, em área de mata nativa e montanhosa (figuras 65 e 66).



**Figura 65-**Escorregamentos 11, 12 e 13. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 66**-Escorregamentos 11, 12 e 13. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O escorregamento 11 teve sua ruptura do tipo translacional, que, encaixando-se no eixo de drenagem, na parte côncava da encosta, resultou em uma enorme corrida de dejetos, que destruiu e soterrou completamente uma estrada, uma torre de alta tensão e uma casa. O material depositado barrou uma drenagem, que alagou a estrada antiga. Esta estrada agora foi desviada.



**Figura 67**-Detalhe do escorregamento 11. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 68**-Trecho da estrada que foi destruído pelo escorregamento 11.  
**Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Escorregamentos 14 e 15:**

O escorregamento 14 ocorreu na parte norte da bacia, em área montanhosa/ escarpada. Do tipo rotacional, gerou uma corrida de detritos que atingiu uma propriedade rural particular, destruindo 2 lagoas e plantações (figura 69). O escorregamento 15 é do tipo translacional raso, que encaixou em uma rede de drenagem, gerando fluxo de detritos.



**Figura 69-**Escorregamento 14. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Escorregamento 16:**

Este escorregamento ocorreu no setor norte, na parte montanhosa da bacia. Do tipo rotacional, sua ruptura se deu em vegetação de mata nativa. O material deslizado se encaixou na concavidade do terreno e alcançou a rede de drenagem do vale a jusante.





A)

B)

**Figura 70-A)** Escorregamento 16. **B)** Detalhe da cabeceira do escorregamento 16. **Fotos:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 17:**

Este escorregamento ocorreu em uma encosta da rua José Schmitt Sobrinho, na parte montanhosa da bacia. Do tipo translacional, sua cabeceira ocorreu em ruptura de declividade, em uma encosta retilínea, com vegetação de mata nativa. O movimento não atingiu nenhuma estrutura.



**Figura 71-**Escorregamento 17. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 18:**

Este escorregamento também ocorreu na rua José Schmitt Sobrinho, em área montanhosa da bacia, bem encaixado em uma encosta côncava. Foram vários escorregamentos translacionais, cujo material deslizado foi canalizado em um eixo de drenagem, gerando um fluxo de detritos que destruiu uma casa e matou duas pessoas.



**A)**

**B)**

**Figura 72-A)** Escorregamento 18. **B)** Restos da casa destruída. **Fotos:** Fernanda Bauzys (2010).

Como pode ser visto na figura 73, a ruptura deste escorregamento se deu bem próxima ao topo de uma vertente bastante inclinada.



**Figura 73**-Escorregamento 18. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamentos 19 e 20:**

Estes escorregamentos ocorreram dentro de uma propriedade particular rural, com acesso pela rua José Reinoldo Junkes. A propriedade esta localizada em uma bacia suspensa, em setor montanhoso da bacia (figura 74).



**Figura 74**-Escarregamento 19 e 20. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O escorregamento 19 foi do tipo translacional raso (seu plano de deslizamento alcançou a lagem de rocha) e gerou um fluxo de detritos encaixado na rede de drenagem, que atingiu e destruiu plantações (segundo o morador 1000 pinus e 250 eucaliptos foram soterrados, além de plantações diversas da família) e duas lagoas (figuras 75 e 76). Suas rupturas (existem 2 cabeceiras principais) ocorreram próximas ao topo da encosta, em ruptura de declive, em vegetação de mata nativa.





**Figura 75**-Escorregamento 19. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 76**-Área de deposição do material deslocado do escorregamento 19.  
**Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

Neste local foi encontrada uma grande rachadura circular, identificada como um começo de escorregamento rotacional, atrás de uma das residências da propriedade (figura 77). Segundo os proprietários, esta ruptura já havia ocorrido dias antes dos

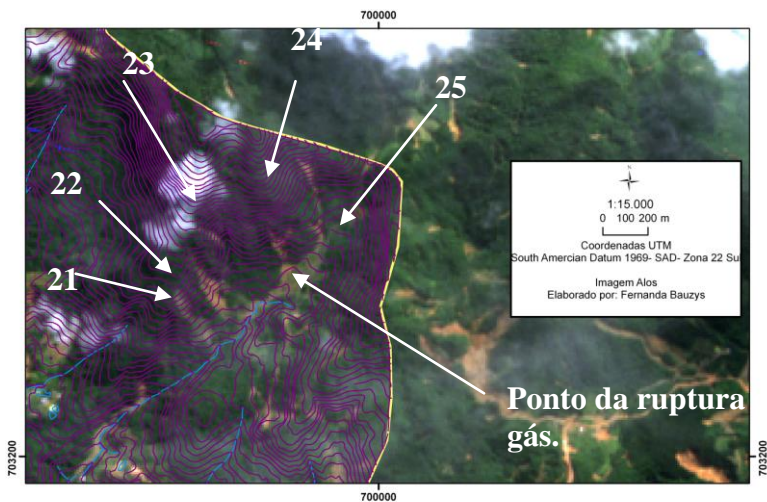
escorregamentos grandes, evoluiu por um tempo, mas hoje não tem mais movimentado. No entanto, é importante salientar que rupturas desse tipo são evidências de movimentação do terreno e que aumentam o risco para essas casas, que estão bem na direção do possível escorregamento.



**Figura 77**-Ruptura circular atrás de residência. Foto: Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamentos 21, 22, 23, 24 e 25:**

Esta seqüência de escorregamentos aconteceram ao longo da rua Pedro Krause, que acompanha a tubulação de gás da TBG, em área montanhosa da bacia. Um destes movimentos de massa fez com que a tubulação fosse rompida na noite do dia 23 de novembro de 2008, próximo ao escorregamento 24. Todos estes escorregamentos atingiram e se encaixaram na rede de drenagem principal deste vale (figura 78 e 79).



**Figura 78-**Escorregamentos 21, 22, 23, 24 e 25.



**Figura 79-**Drenagem onde se encaixaram estes escorregamentos. Foto: Fernanda Bauzys (2010).



As cabeceiras destes escorregamentos ocorreram em mata nativa, alta declividade e altitude, próximas ao topo da vertente e em ruptura de declividade (figuras 80, 81 e 82).



**Figura 80**-Detalhe dos escorregamentos 21 e 22. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 81**-Detalhe do escorregamento 24. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).





**Figura 82-**Detalhe do escorregamento 25. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 26:**

Este escorregamento, do tipo translacional raso, gerou um pequeno fluxo de detritos que atingiu e destruiu uma casa. A ruptura dele foi na parte montanhosa da bacia, bem próxima ao topo, em vegetação de mata nativa. O solo encontrado em sua cabeceira é residual, de mais ou menos 10m de espessura, do gnaíse granulítico. O material deslizou sobre uma lage desta rocha, na direção N80°W (figura 83).

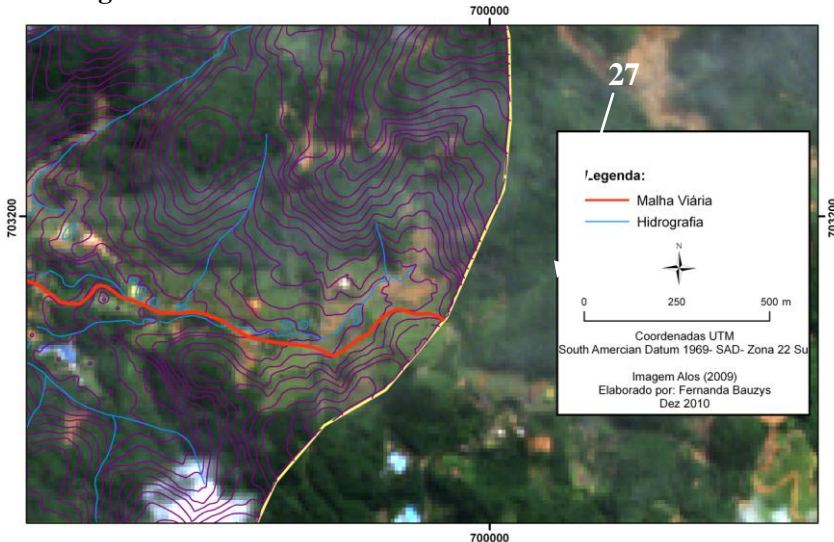


A)

B)

**Figura 83-A)** Escorregamento 26. **B)** Cabeceira do escorregamento 26.  
Foto: Fernanda Bauzys (2010).

### Escorregamento 27:



**Figura 84-**Escorregamento 27.

Este escorregamento ocorreu na rua José Schmitt Sobrinho, dentro de uma propriedade particular, na parte montanhosa da bacia. Foram 3 rupturas principais, que aconteceram perto do topo da encosta,

no meio da mata. O material deslocado encaixou-se na rede de drenagem, gerando um grande fluxo de detritos. Este evento não atingiu nenhuma edificação.



**Figura 85**-Detalhe do escorregamento 27. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 86**-Escorregamento 27. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Escorregamento 28:**

Este escorregamento, interrompeu a rua José Schimitt Sobrinho. O material deslizado encaixou-se na concavidade da encosta, e sua ruptura foi bem próxima ao topo. A vegetação, antes do evento, era de mata, pinus e pastagem.



**Figura 87-**Escorregamento 28. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Escorregamento 29:**

Este escorregamento, na rua José Schimitt Sobrinho, ocorreu na parte montanhosa da bacia, em área de mata nativa.





**Figura 88**-Escorregamento 29. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 30, 31 e 32:**

Estes escorregamentos ocorreram na rua José Schimitt Sobrinho, nas encostas de um terreno particular, todos em vegetação de mata nativa.



**Figura 89**-Escorregamento 30. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O escorregamento 31, do tipo translacional raso, ocorreu em vegetação de mata nativa. Encaixou-se em eixo de drenagem, gerando um fluxo de detritos que atingiu, sem danificar, uma residência. A casa

que aparece na foto 90 esta sendo construída bem no caminho que percorreu o fluxo.



**Figura 90-**Escorregamento 31. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

O escorregamento 32 ocorreu em vegetação de mata nativa e o material deslocado atingiu o ribeirão à jusante, mudando o seu curso. Não atingiu nenhuma residência.



**Figura 91**-Escorregamento 32. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 33:**

O escorregamento 33, do tipo rotacional (foto 92), ocorreu em uma vertente convexa, de baixa altitude e declividade, na parte colinosa da bacia. A vegetação existente era de mata nativa.



**Figura 92**-Escorregamento 33. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

#### **Escorregamento 34:**

O escorregamento 34 destruiu uma casa e matou um senhor de 79 anos. Sua cabeceira ocorreu em na ruptura de declividade de uma vertente não muito alta, coberta de mata nativa.



**Figura 93**-Escorregamento 34. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



Nota-se na figura 94 a presença de degraus de abatimento na cabeceira do escorregamento. O material deslizado encaixou-se na drenagem confluindo em uma corrida de detritos.



**Figura 94**-Detalhe do escorregamento 34. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **Escorregamento 35:**

Escorregamento na rua Nova Biguaçu (figura 95). Uma casa foi destruída totalmente, em novembro de 2008, pelo fluxo de detritos proveniente deste escorregamento, que se encaixou na concavidade desta encosta, coberta de mata nativa (figura 96).



**Figura 95**-Escorregamento 35. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



A)



B)

**Figura 96**-A) Casa atingida e destruída. **Foto:** Juan Flores (2009). B) Mesmo local, um ano depois. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).

### Escorregamento 36:

Deslizamento translacional típico, na Rua Nova Biguaçu. Ocorreu em encosta retilínea, coberta por plantação de bananeiras, na parte de morraria da bacia. O material deslizado foi canalizado pelo ribeirão Belchior.



**Figura 97**-Escorregamento 36. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Outros movimentos de massa, de pequena extensão, não visíveis na imagem de Satélite Alos:**

Estas movimentações foram identificadas em campo, mas não são visíveis na imagem de satélite. Desta maneira, elas foram marcadas na forma de pontos na imagem, conforme o mapa de Inventário contido neste subcapítulo. Percebe-se que, dentre estes escorregamentos pontuais, a maior parte foi do tipo rotacional, induzido por corte de estradas e outros pequenos translacionais em mata nativa.

**A) Ponto B19:** Coordenadas UTM: 696960/7034357

Processo de rastejo em pasto, na rua Emilio Roweder.



**Figura 98-Rastejo.** Foto: Fernanda Bauzys (2010).

**B) Ponto B25:** Coordenadas UTM: 696190/7035447

Processo de rastejo em pasto, na rua Luis Roweder.



**Figura 99-Processo de rastejo em pasto.** Foto: Fernanda Bauzys (2010).



**C) Ponto B29:** Coordenadas UTM: 694561/7034907.

Pequeno escorregamento translacional raso, em encosta de mata nativa, na estrada da Carolina.



**Figura 100-**Escorregamento C. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**D) Ponto B30:** Coordenadas UTM: 695985/7033461

Pequeno escorregamento rotacional, vinculado a um corte de talude da rua João Thess.



**Figura 101-**Escorregamento D. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**E) Ponto B31:** Coordenadas UTM: 696127/7033369

Escorregamento em pasto, atrás de casa, na rua João Thess.  
Processo vinculado a corte artificial de talude dessa encosta.



**Figura 102-**Escorregamento E. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**F) Ponto B32:** Coordenadas UTM: 696163/7033069

Pequeno escorregamento rotacional, em talude de corte da rua  
João Thess.



**Figura 103-**Escorregamento F. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**G) Ponto B33:** Coordenadas UTM: 696165/7032998

Outro pequeno escorregamento rotacional, em talude de corte da rua João Thess.



**Figura 104-**Escorregamento G. Foto: Fernanda Bauzys (2010).

**H) Ponto B34:** Coordenadas UTM: 696362/7032617

Pequeno escorregamento rotacional no talude de corte da rua João Thess.



**Figura 105-**Escorregamento H. Foto: Fernanda Bauzys (2010).

**I) Ponto B36:** Coordenadas UTM: 695569/7031939

Escorregamento translacional em encosta de mata nativa.



**Figura 106-**Escorregamento I. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**J) Ponto B37:** Coordenadas UTM: 695590/7031694

Típico escorregamento rotacional em encosta vegetada com plantação de eucaliptos e pasto.



**Figura 107-**Escorregamento J. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**K) Ponto B40:** Coordenadas UTM: 698481/7031741

Deslizamento translacional raso, na rua José Schimitt Sobrinho. Esta encosta se apresenta bastante instável, com muitos pequenos movimentos de massa.



**Figura 108-**Escorregamento K. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**L) Ponto B41:** Coordenadas UTM: 698532/7031785

Escorregamento translacional raso, atrás de casa de madeira abandonada, na rua José Schimitt Sobrinho.



**Figura 109-**Escorregamento L. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**M) Ponto B42:** Coordenadas UTM: 698572/7031805

Mais um deslizamento translacional raso, na rua José Schimitt Sobrinho, em direção da rede de drenagem.



**Figura 110-**Escorregamento M. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**N) Ponto B45:** Coordenadas UTM: 699156/7031746

Pequeno escorregamento rotacional na rua José Schimit Sobrinho.



**Figura 111-**Escorregamento N. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**O) Ponto B51: Coordenadas UTM:**

Deslizamento em estrada vicinal, saindo da rua João Thess, onde passa a tubulação da TBG.



**Figura 112-**Escorregamento O. Foto: Fernanda Bauzys (2010).

**P) Ponto B52: Coordenadas UTM: 698740/7033804**

Deslizamento na estrada, onde passa a tubulação da TBG, onde já foi feita obra de contenção de talude.



**Figura 113-**Escorregamento P. Foto: Fernanda Bauzys (2010).



**Q) Ponto B56:** Coordenadas UTM:

Deslizamento na estrada, em encosta baixa, com plantação de Pinus.



**Figura 114-**Escorregamento Q. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**R) Ponto B57:** Coordenadas UTM: 698740/7033804

Escorregamento na estrada.



**Figura 115-**Escorregamento R. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**S) Ponto B74:** Coordenadas UTM: 696838 /7033801

Este ponto está localizado em uma propriedade particular a montante dos escorregamentos da área 10. Foram encontradas rachaduras no solo, com degrau de abatimento, causadas pela movimentação a jusante. A casa da figura 116 sofreu rachaduras e foi abandonada em 2008. A casa da figura 117 também foi atingida e sofreu danos em sua estrutura.



**Figura 116-**Degrau de abatimento e casa abandonada. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 117-**Degrau de abatimento e casa atingida. **Foto:** Juan Flores (2009).

**T) Ponto B65:** Coordenadas UTM: 699639/7032649

Pequeno escorregamento, na plantação de eucalipto, na rua João Thess.



**Figura 118-**Escorregamento T. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

### **9.3. Correlação entre os movimentos de massa e aspectos ambientais**

O cruzamento dos dados de movimentos de massa com os aspectos naturais e de uso do solo da área de estudo foi realizado com o objetivo de compreender as causas e mecanismos que levam à ocorrência dos escorregamentos. Nesta pesquisa os escorregamentos levantados foram correlacionados com os seguintes aspectos ambientais: Geologia; Geomorfologia; Hipsometria; Declividade; Formas de Encosta, Orientação de encostas; Pedologia, Vegetação e Atividades antrópicas.

É importante lembrar que as variáveis relacionadas aos processos de movimentos de massa atuam de forma interativa. A estabilidade ou instabilidade de uma encosta depende sempre da interação de um conjunto de fatores.

#### **9.3. 1. Correlações entre o condicionamento geológico e os movimentos de massa**

##### **9.3.1.1. Aspectos geológicos**

Conforme os mapas geológicos, referentes ao Projeto Gerenciamento Costeiro, em escala 1:100000 (IBGE, 2003), compõem o cenário geológico da presente área de estudo, dois domínios: a) Pré-Cambriano (Ala) e b) Cobertura Sedimentar Quaternária (QHa). Segue abaixo breve descrição da estratigrafia da área.

##### **a) Pré-Cambriano: Complexo Luiz Alves (Ala)**

O Complexo Luiz Alves é a unidade litoestratigráfica mais antiga da região Sul do Brasil. É composta por rochas metamórficas de alto grau ( fácies granulito), apresentando idades arqueanas, com diferentes processos metamórficos e deformacionais superimpostos ao longo do Proterozóico. Esta unidade compreende a maior parte da bacia do ribeirão Belchior.

Segundo o relatório geológico do Projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003), esta unidade se estende por cerca de 5.000 km<sup>2</sup> em Santa Catarina e está recoberta, a sul, pelos depósitos do Grupo Itajaí, a oeste pelas formações sedimentares da Bacia do Paraná, a leste, por depósitos quaternários da planície costeira e a nordeste, limita-se com o Complexo Paranaguá. A norte/nordeste o complexo é intrudido por rochas graníticas da Suíte Intrusiva Serra do Mar e é parcialmente recoberto pela seqüência vulcano-sedimentar de Grupo Campo Alegre.

Os contatos com as unidades litoestratigráficas vizinhas são seguidamente tectônicos. Ainda segundo este relatório, ocorrem numerosas zonas de cisalhamento nesse complexo, seccionando-o segundo duas direções gerais: N80E e N20E. Essas zonas de cisalhamento originaram vales geralmente bastante alongados, rasos e estreitos e estão normalmente cobertas por aluviões holocênicos, podendo-se observar, algumas vezes, afloramentos de cataclastos ou de granulitos cataclásticos nas bordas destes vales. Outras feições estruturais que se destacam, nesse complexo, são falhas de direções gerais N55E e N30W.

As litologias que compõem essa unidade correspondem aos gnaisses granulíticos, (litologias predominantes) e rochas metamórficas de fácies anfíbolito, mais raramente do fácies xisto verde (IBGE, 2003). Os gnaisses granulíticos são ortoderivados e tem composição predominantemente básica (gnaisse noríticos), subsidiariamente intermediária (gnaisse enderbíticos) ou ácida (gnaisse charnoenderbíticos). Estes gnaisses apresentam estrutura foliada ou bandada, e coloração em geral cinza esverdeada, são formados por uma alternância de níveis constituídos essencialmente por minerais félsicos (sobretudo, feldspato), milimétricos a centimétricos com níveis de mesma magnitude compostos predominantemente por minerais máficos (anfíbólios, piroxênios, biotita). Eventualmente, podem se apresentar maciços, isotrópos, com nítido aspecto ígneo.

O relatório do mapa geológico 1:100000 (IBGE, 2003), aponta ainda que em áreas restritas desse complexo, os gnaisses granulíticos foram retrometamorfisados ao fácies anfíbolito, o que está traduzido notadamente pela transformação do hiperstênio em hornblenda.

Júnior (1995), com base em dados geocronológicos (datações pelos métodos Rb-Sr, U-Pb, Sm-Nd e K-Ar), resume assim a origem e evolução desse complexo:

1º) Formação, por diferenciações do manto, de crosta continental juvenil (protólitos). **Idade: > 2,6 b.a.**

2º) Metamorfismo regional do fácies granulito. **Idade: 2,6 ± 0,2 b.a.**

3º) Metamorfismo regional do fácies anfíbolito, com migmatização. Possível adição de material juvenil à crosta. **Idade: 2,0 ± 0,2 b.a.**

4º) Estabilização tectônica regional (resfriamento). **Idade: 1,9 ± 0,2 b.a.**

5º) Surgimento de diferentes tipos de falhas e zonas de cisalhamento; reativações de estruturas antigas. **Idade: 0,6 ± 0,1 b.a.**



**b) Cobertura Sedimentar Quaternária: Sedimentos Holocênicos (QH<sub>a</sub>)**

Segundo IBGE (2003), esta a unidade litoestratigráfica é composta de areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos, inconsolidados, depositados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial atual. Esta unidade está associada, na área de estudo, aos depósitos recentes do Ribeirão Belchior.

Segue abaixo o mapa geológico do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior.

**MAPA 5-** Mapa geológico do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC

### 9.3.1.2. Geologia local

O reconhecimento geológico local foi executado em áreas de boa exposição de rochas, principalmente em cicatrizes de escorregamentos e em cortes de estrada. Nesses locais, além da caracterização geológica, foram coletadas amostras de rocha e feitas medições das atitudes espaciais de estruturas como bandamentos, foliações, falhas e fraturas, utilizando bússola geológica. Em laboratório, foram feitas descrições petrográficas em lâminas de 21 das amostras coletadas, utilizando-se microscópio petrográfico. Todos esses dados geológicos encontram-se sintetizados no **ANEXO 01: Rochas Belchior Alto**.

Geologicamente, a área estudada pode ser compartimentada em três grandes unidades: a) rochas metamórficas de alto grau; b) depósitos coluviais e c) depósitos aluviais.

As rochas metamórficas de alto grau correspondem ao Complexo Luiz Alves. Os litotipos mais comuns são hiperstênio-hornblenda gnaisses (granulitos chanoquíticos), biotita-hornblenda gnaisses e biotita gnaiss com traços de hornblenda. Representam rochas metamorfisadas na fácies granulito e anfibolito. Além do hiperstênio, hornblenda e biotita, são constituídas por plagioclásio, feldspato potássico e quartzo, além de minerais secundários como clorita e sericita provenientes de alterações hidrotermais. Texturas granolepidoblásticas são as mais comuns. Texturas miloníticas, principalmente as porfiroclásticas, com feldspatos circundados por matriz félsica fina recristalizada são também bastante frequentes, principalmente quando essas rochas assumem foliações subverticalizadas segundo as direções NE ou NW, relacionadas a falhamentos com essas direções.

O hiperstênio aparece quase sempre com bordas substituídas por hornblenda, como resultado de retrometamorfismo para a fácies anfibolito. Os biotita gnaisses ocorrem muito localizadamente e representam um re-equilíbrio mineralógico para a fácies xisto verde. Foi observado um anfibólio gnaiss com bandamento inclinado justaposto a biotita gnaiss milonítico com bandamento subvertical, relacionado a zona de cisalhamento dúctil de direção N10°E; 80°W.

Próximo às margens direita do ribeirão Belchior, quase na divisa entre Gaspar e Luiz Alves ocorre excelente exposição de formação ferrífera bandada (BIF), constituída por finas camadas de óxidos de ferro (magnetita/hematita) interladas a finas bandas claras de quartzo policristalino. Além desses minerais, ocorre granada em grande

e proporção e alumínio silicatos (cianita?), constituindo assim uma rocha denominada kinzigito. Ocorrem também porções mais maciças, com maiores concentrações em magnetita/hematita granular, contendo clinopiroxênio, quartzo e traços de granada.

A partir do trabalho de James (1954), as formações ferríferas bandadas foram classificadas em quatro fácies: fácies óxido, fácies carbonato, fácies silicato e fácies sulfeto. A ocorrência acima descrita enquadra-se na fácies silicato, graças à presença de silicatos ricos em ferro. Intercalada a essa seqüência, ocorrem camadas de hiperstênio-hornblenda gnaiss.

Os depósitos colúviais na área de estudo são constituídos por sedimentos inconsolidados, com grande variação granulométrica, incluindo depósitos areno-argilosos e areno-siltico argilosos, muitas vezes contendo matacões e blocos de rocha com dimensões variáveis. Situam-se invariavelmente no sopé de encostas íngremes. Esses depósitos são normalmente de pequena dimensão e são de difícil representação cartográfica em função da escala dos mapas apresentados.

Os depósitos aluviais na área de estudo são constituídos por areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos, inconsolidados, depositados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial atual. Na área de estudo, essa unidade está representada pelos depósitos recentes do Ribeirão Belchior, embora haja uma série de depósitos menores não representáveis devido a à escala dos mapas.

### **9.3. 1.3. Condicionamento geológico e os movimentos de massa**

O condicionamento geológico tem fundamental importância no estudo de movimentos de massa. Os principais condicionantes geológicos são os tipos de rochas, seus contatos e os mantos de intemperismo, além dos condicionantes estruturais como as falhas, fraturas e foliações.

Os tipos de rocha podem condicionar as formas de relevo da área, além da permeabilidade do terreno e, portanto, o tipo de drenagem e textura e também resistência ao intemperismo. As características mineralógicas e texturais herdadas do substrato geológico também influenciam quando são analisados os aspectos geomorfológicos e pedológicos de uma área.

A maior ocorrência dos escorregamentos na área de estudo se dá na área do Complexo Luis Alves. O gnaiss (figuras 119, 120 e 121), rocha de maior ocorrência nesta área, apresenta, originalmente, baixa porosidade e permeabilidade, porém em regiões tropicais úmidas este

tipo de rocha é fortemente intemperizado, com o processo afetando preferencialmente as zonas de descontinuidade, como juntas e falhas, resultando na formação de espessas coberturas de solo que, associadas ao relevo bastante movimentado, potencializaram a ocorrência de escorregamentos.

O tipo de rocha tende a condicionar também o tipo de solo. Na área de estudo predominam gnaisses quartzo feldspáticos (Figura 119) que tendem a originar solos areno-argilosos claros. Nesses gnaisses ocorrem proporções variadas de enclaves máficos (anfíbolitos) (figuras 120 e 121). Em certos locais ocorrem gnaisses com grandes proporções de enclaves máficos a ainda mais localizadamente podem ocorrer grandes corpos de anfíbolito que tendem a gerar um solo argiloso de cor avermelhada que, seguramente, apresenta um comportamento geotécnico diferenciado dos primeiros solos, em relação aos movimentos de massa.



**Figura 119**-Gnaisse granulítico bandado. **Foto:** Edison Tomazzoli.



**Figura 120**-Rocha encontrada no escorregamento 3. Trata-se de gnaíse granulítico contendo numerosos enclaves máficos com diferentes graus de assimilação. **Foto:** Fernanda Bauzys (2009).





**Figura 121**-Detalhe de enclave máfico em gnaiss encontrado no escorregamento 3. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).



**Figura 122**-Formação ferrífera bandada, rocha que ocorre localizadamente na área de estudo. **Foto:** Fernanda Bauzys (2010).

**Figura 122:**

As fraturas podem representar pontos de descontinuidade e menor resistência, constituindo-se em caminhos preferenciais das águas onde a rede fluvial pode ficar encaixada, formando os vales muitas vezes reticulados com encostas íngremes, susceptíveis à erosão e movimentos de massa. Nas encostas podem ocorrer vales de pequenas dimensões controlados por fraturas por onde podem ser canalizados movimentos de massa do tipo fluxo de lama e detritos. O grau de fraturamento está também associado à facilidade que a água penetra nas rochas, facilitando a formação de solos espessos.

**A)****B)**

**Figura 123-**Falhas (A) e fraturas (B) cortando gnaiss em locais de escorregamento. **Fotos:** Fernanda Bauzys (2010).

A ocorrência de escorregamentos nesta área também é controlada pelas grandes estruturas geológicas como falhas e zonas de cisalhamento, que podem ser visualizadas como lineamentos em imagens aéreas de modelos digitais de terreno (MDTs). Essas estruturas



são importantes uma vez que, na área de estudo, a rede de drenagem nelas encaixada acabou configurando o relevo em vales retilíneos, profundos com encostas íngremes, propensas a movimentos de massa. Essas estruturas foram também importantes porque canalizaram o fluxo de lama e detritos dos escorregamentos translacionais rasos.

No mapa da página seguinte estão representados alguns dos principais lineamentos da área de estudo, superpostos ao modelo digital do terreno (MDT).

Suas direções principais são: N45°E, N45°W, E-W; com menor expressão ocorrem segundo as direções N-S e N60°-80°W.

Nesta figura, observa-se ainda que a direção do fluxo de lama e detritos dos grandes deslizamentos translacionais rasos parece ter sido canalizada para pequenos vales nas encostas, com orientação coincidente a dos lineamentos N45°W principalmente (como ocorreu no escorregamento 3, Figura 35), mas também para as direções N-S e N45°E.

**MAPA 6-** Mapa de lineamentos do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC.

### **9.3.2. Correlações entre aspectos geomorfológicos e movimentos de massa**

A geomorfologia possui um papel fundamental quanto aos movimentos de massa. As condicionantes geomorfológicas incluem as formas de vertentes e as variáveis morfométricas, como a dissecação, declividade, aspecto e amplitude de relevo.

A drenagem também exerce papel fundamental sobre o modelamento do relevo (formas de vertentes e vales).

Neste capítulo é apresentado o mapa geomorfológico da área de estudo, elaborado a partir do modelo digital de terreno e da visualização do relevo utilizando-se anaglifo de fotografias aéreas de 1978, escala 1:40.000, infravermelho. Nesse mapa, estão representados alguns elementos geomorfológicos como interflúvios e os tipos de modelado.

#### **9.3.2.1. Aspectos geomorfológicos:**

A bacia do ribeirão Belchior compreende, segundo o mapa geomorfológico 1:100000 do projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003), os seguintes domínios morfoestruturais: a) Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos, que compreende, dentro da bacia, a unidade geomorfológica Serras Cristalinas Litorâneas e b) Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários, que compreende, nesta área, a unidade geomorfológica Planícies Aluviais.

##### **a) Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos**

O Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos compreende a maior parte da área de estudo. As unidades geomorfológicas que pertencem a este domínio são as Colinas Costeiras (L) e Serras Cristalinas Litorâneas (M).

Na bacia do ribeirão Belchior se encontra presente a Unidade Geomorfológica Serras Cristalinas Litorâneas. Segundo o relatório do mapa geomorfológico do Projeto Gerenciamento Costeiro, em escala 1:100000, esta unidade corresponde a uma área com relevo montanhoso e escarpado onde predominam Cambissolos Húmicos e Solos Litólicos. Em trabalhos anteriores, a área que corresponde a esta unidade pertencia à Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense. No entanto, no mapeamento realizado pelo IBGE (IBGE, 2003b), considerando-se as observações levantadas em trabalhos de campo e a integração temática

com os dados fornecidos pelos levantamentos geológicos, foi redefinida a compartimentação geomorfológica do litoral de Santa Catarina, o que levou à criação desta nova unidade.

Segundo IBGE (2003b) o quadro natural encontrado nesta unidade é muito semelhante à Unidade Geomorfológica Serra do Mar, e é amplamente desfavorável à ocupação humana. Esta peculiaridade acaba se mostrando útil, por exemplo, à conservação dos recursos naturais.

Os modelados montanhosos (Dm) que ocorrem nesta unidade resultaram da intensa erosão fluvial a que esteve submetida toda a unidade em decorrência da atuação de um sistema morfoclimático quente e úmido atuante na área desde o final do último período glacial quaternário (IBGE, 2003b).

#### **a.1) Tipos de modelados deste domínio, presentes na área de estudo: Modelados de Dissecação (D)**

Os modelados de dissecação são classificados de acordo com as formas dominantes do relevo, com a amplitude altimétrica e com a declividade das vertentes, em (IBGE, 2003b):

- **Dc (Colinoso):** Dissecação com vales pouco encaixados, abertos, com amplitude altimétrica pequena constituindo elevações convexo-côncavas conformando colinas. Declividade: entre 8 e 20%.

- **Do (Morraria):** Dissecação com vales encaixados, mais fechados e com amplitudes altimétricas maiores que no colinoso, constituindo elevações convexo-côncavas, conformando morros. Declividade: entre 20 e 45%.

- **Dm (Montanhas):** Dissecação com vales bem encaixados, fechados, podendo conter terraços alveolares; topos extensos convexo-côncavos e vertentes com diferentes graus de inclinação por vezes desdobradas em patamares. As amplitudes altimétricas superiores a 200m conferem a qualificação de montanhas às elevações aí existentes. Declividade: entre 45% e 75%.

#### **b) Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários**

Este domínio ocorre por toda a fachada atlântica e é constituído, fundamentalmente, por planícies alongadas na direção N-S e por superfícies em forma de rampas que se interiorizam pelos principais vales fluviais. Este domínio é subdividido em três unidades

geomorfológicas: Planícies Marinhas, Planícies Aluviais, e Planos e Rampas Colúvio-aluviais (IBGE, 2003b). O domínio dos Depósitos Sedimentares Quaternários caracteriza-se pela alta susceptibilidade erosiva face à sua composição areno-siltico-argilosa inconsolidada.

### **b.1) Unidade Geomorfológica Planícies Aluviais**

Os sedimentos aluvionares, presentes na bacia hidrográfica em estudo, constituem os terraços e planícies elaboradas em argilas, areias e siltes inconsolidados oriundos da deposição fluvial em planícies de inundação e calhas fluviais. Os sedimentos colúvio-aluvionares, de idade provavelmente pleistocênica, aparecem comumente na forma de rampas constituindo os depósitos dos sopés de vertente e aluviões sub-atuais (IBGE, 2003b).

Os modelados que compõem esta unidade correspondem basicamente a planícies e terraços que foram avaliados pelo relatório geomorfológico do Projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003), como tendo vulnerabilidade moderada. A exceção ocorre nas áreas de solos Podzol cuja avaliação resultou em vulnerabilidade alta.

### **b.2) Tipos de modelados deste domínio, presentes na área de estudo: Modelados de Acumulação (A)**

- **Atf (Terraço Aluvial):** Área plana, levemente inclinada, apresentando rupturas de declive em relação ao leito do rio e às várzeas. Pode apresentar-se dissecado devido a mudanças no nível de base e conseqüentes retomadas erosivas (IBGE, 2003b). Esse é o tipo de modelado de acumulação predominante na área de estudo.

A geomorfologia que abrange as unidades de relevo do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior podem ser visualizadas no mapa da página seguinte.

### 9.3.2.2. Hipsometria

Neste capítulo é apresentado o mapa hipsométrico da área de estudo. As classes hipsométricas foram estabelecidas com equidistâncias de 50 m, com o intuito de correlacioná-las com as cicatrizes de movimentos de massa e comparar as classes entre si.

Observa-se um grande número de rupturas (cabeceiras) dos grandes escorregamentos acima da cota de 300m, correspondendo as altas encostas. As cabeceiras, onde ocorreram as rupturas dos escorregamentos translacionais rasos que geraram as grandes corridas de detritos ocorridas na área de estudo estão nesta faixa. Quanto mais elevado o valor da amplitude, maior a energia cinética aplicada às vertentes e, conseqüentemente, maior é a capacidade de deslocamento de material, principalmente se associada a elevadas declividades e dissecação.

No intervalo de 150 a 250m também ocorreram muitos escorregamentos, em alguns menores, mas principalmente os relacionados à passagem das corridas de detritos cujas cabeceiras ou raízes estão nas cotas acima de 300m. Esta faixa corresponde às médias encostas onde o manto de intemperismo é mais espesso do que nas altas encostas e está associado à alta declividade e densidade de drenagem, o que favorece a ocorrência dos escorregamentos.

Os escorregamentos em que suas rupturas aconteceram na faixa entre 0-150m são os pequenos, em geral rotacionais, de beira de estrada, associados a cortes de talude. Esta classe, em grande parte, corresponde às planícies aluviais da área de estudo, onde a probabilidade de ocorrência de escorregamentos é praticamente nula devido ao relevo plano e às baixas declividades.

**MAPA 7-** Mapa hipsométrico do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC.

### 9.3.2.3. Declividade

A declividade fornece a medida de inclinação do relevo em relação ao plano do horizonte. Esta variável tem grande importância nos processos de movimentação de massa. A capacidade de deslocamento de material é diretamente proporcional à declividade. A declividade elevada aumenta o gradiente de energia.

Na página seguinte é apresentado o mapa de declividades da área de estudo.

Neste mapa, as cabeceiras ou raízes que geraram os grandes escorregamentos translacionais rasos situam-se a declividades acima de 25°. Essas declividades altas são bastante favoráveis à ocorrência de escorregamentos, devido à presença de encostas íngremes. Estes altos valores de declividade potencializam a atuação da força de gravidade sobre o manto de intemperismo, diminuindo a resistência ao cisalhamento.

Em geral, acima de 60° o manto de intemperismo torna-se menos espesso. Nesta faixa é mais comum a ocorrência de escorregamentos do tipo translacional, tornando exposta a rocha de base. Por outro lado, na área de estudo ocorreram poucos escorregamentos na classe acima de 45°. Isto se deve à pouca profundidade do manto de intemperismo existente nas altas encostas, que diminui a probabilidade de desencadear escorregamentos em função da pouca capacidade de retenção de água e diminuição da componente peso no locais correspondentes a esta classe de declividade.

A classe 0 – 5% corresponde, em geral, à planície aluvial, com algumas pequenas áreas no planalto, onde o relevo é aplainado, com instabilidade nula a baixa.



**MAPA 8-** Mapa de declividades do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC

#### **9.3.2.4. Formas de encosta:**

Entende-se por encostas aqueles espaços físicos que se situam entre os fundos de vales e os topos ou cristas, os quais definem as amplitudes do relevo e seus gradientes topográficos. As formas de encostas estão associadas aos modelados de dissecação do relevo e são elementos importantes no estudo de movimentos de massa. Elas definem o escoamento da água e as possíveis rotas dos escorregamentos e corridas de detritos.

Na pagina seguinte é apresentado o mapa de formas de encostas da área de estudo. Nesse mapa foram delimitados 3 tipos de formas de encosta: a côncava (curvas de nível direcionadas para cima), a convexa (curvas de nível direcionadas para baixo) e a retilínea (curvas de nível paralelas e retilíneas entre si).

A forma de encosta que está presente na maior parte na área de estudo é a convexa. Segundo a literatura consultada, essa forma representa menos perigo em relação aos movimentos de massa, pois ocorre em áreas menos declivosas, enquanto que as encostas côncavas são as mais favoráveis à ocorrência de escorregamentos, pois são zonas de convergências superficiais e subsuperficiais. e possuem material disponível para a mobilização (maior volume de depósitos coluviais).

O mapa de formas de encostas mostra que, no evento de 2008, grande parte das cabeceiras ou raízes dos grandes escorregamentos translacionais rasos originaram-se em áreas de encosta côncava e o fluxo de detritos subsequente canalizou nos vales (áreas de vertente côncava); em alguns destes, o fluxo de detritos subsequente fluiu mesmo sobre áreas de encosta côncava, segundo a direção de maior declividades da encosta (perpendicular às curvas de nível). No entanto, grande parte dos grandes deslizamentos translacionais rasos teve sua cabeceira ou raiz instalada em área de encosta convexa, que são as encostas coletoras de água, percorrendo o eixo de drenagem das encostas, isto é, fluindo pelo vale.

**MAPA 9-** Mapa de formas de encostas do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC

### **9.3.2.5. Orientação das Encostas:**

A variação de exposição à pluviosidade, insolação e ventos de uma vertente está relacionada à sua orientação (aspecto), o que causa diferenças na umidade retida na vertente e, portanto, na umidade do solo. Vertentes que retém mais umidade, estão, em geral, opostas à insolação ou voltadas para a umidade transportada por ventos ou por pluviosidade.

Este mapa foi elaborado utilizando-se as seguintes classes: N (337,5-22,5), NE (22,5-67,5), E (67,5-112,5), SE (112,5-157,5), S (157,5-202,5), SW (202,5-247,5), W (247,5-292,5) e NW (292,5-337,5), correspondentes aos pontos cardeais e colaterais.

A orientação das encostas afeta indiretamente a resistência ao cisalhamento, em função da quantidade de precipitação e de umidade, que está vinculada à direção dos ventos e à insolação e também à direção preferencial das chuvas que afetaram a área.

Neste mapa observa-se que a quantidade de escorregamentos parece não estar relacionada à orientação das encostas.

**MAPA 10-** Mapa de orientação das encostas do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC

### **9.3.3. Correlação entre pedologia e movimentos de massa**

#### **9.3.3.1. Tipos de solo na área de estudo**

O alto da bacia do ribeirão Belchior compreende, segundo o mapa de solos 1:100000 do projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003), os seguintes tipos de solo: Cambissolo álico (Ca 102, Ca 104, Ca 61, Ca 62, Ca 63), Gleissolo distrófico (Gd2), Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico (PVL<sub>a</sub> 1) e Solos Litólicos álicos e Distróficos (Ra 3).

##### **a) Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico:**

Segundo o relatório do projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003c), esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos com horizonte B textural; são intermediários para Latossolo Vermelho-Amarelo. Diferencia-se dos Podzólicos Vermelho-Amarelos típicos por serem mais profundos, com menor diferenciação dos horizontes e usualmente menor gradiente textural. A cerosidade quando presente é pouca e fraca e o grau de desenvolvimento é fraco ou moderado. Apresentam seqüência de horizontes A, B e C com horizonte A do tipo moderado ou proeminente, textura argilosa e muito argilosa. O horizonte B apresenta cores bruno-forte ou vermelho-amarelada nos matizes 5 a 7,5YR. A textura é argilosa ou muito argilosa e a estrutura em blocos subangulares pequena a média e fraca a moderada. Os valores da capacidade de troca de cátions e da soma e saturação em bases são baixos, resultando numa baixa fertilidade natural. Apresentam relação silte/argila normalmente baixa, em torno de 0,17 a 0,5 e a argila com alto grau de flocculação. Os solos desta classe ocorrem em áreas onde a altitude é relativamente baixa, variando entre 15 e 100 metros, em relevo dominante é ondulado seguido de forte ondulado e na da Floresta Ombrófila Densa. Ocorrem na unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense e a litologia refere-se às rochas metamórficas do Complexo Luís Alves do Pré-Cambriano Inferior (correspondendo à parte colinosa da bacia do Ribeirão Belchior). São muito utilizados com cultura de milho, banana e pastagem.

##### **b) Cambissolo álico distrófico e eutrófico:**

Conforme relatório do projeto Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003c), esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos,

com horizonte B incipiente, acentuada a imperfeitamente drenados, não plúnticos e de textura franco arenosa ou mais fina; sua profundidade varia de raso a profundo. Apresenta seqüência de horizonte A, Bi e C. O horizonte A pode ser to tipo moderado, proeminente ou húmico, geralmente não muito espesso, podendo inclusive estar ausente em áreas de declives acentuados, devido à erosão. A textura varia de franco-arenosa a muito argilosa, sendo as texturas média e argilosa as mais freqüentes. Os teores de silte em geral, são relativamente elevados. A textura varia muito pouco ao longo do perfil, exceto em alguns solos derivados de sedimentos aluviais. Nos demais, ocorre um decréscimo de argila ao longo do perfil. O horizonte Bi, apresenta normalmente estrutura em blocos fraca a moderadamente desenvolvida ou maciça. Normalmente não contém cerosidade e quando presente é fraca e pouca, restrita às paredes de canais e poros. Quando derivados de rochas como gnaisses, granitos, migmatitos, xistos e filitos, em geral, apresentam teores de fragmentos de rocha e/ou de minerais primários facilmente intemperizáveis maiores que 4%, pelo menos na areia fina.

Os Cambissolos são derivados dos mais diversos materiais de origem encontrados sob condições climáticas variadas. Devido a esta diversidade de materiais de origem podem ser álicos, distróficos e eutróficos, de textura média até muito argilosa, desde acentuadamente até imperfeitamente drenados, com profundidade variando de rasos a profundos, relevo plano até montanhoso, podendo ter atividade de argila muito baixa a alta. Existem Cambissolos de coloração variada, de difícil diferenciação entre horizontes, seno que esta diferenciação só se torna mais visível quando o horizonte A é húmico ou proeminente.

Os Cambissolos originados do Complexo Luís Alves, apresentam saturação de bases variável, normalmente argila de atividade baixa e textura argilosa e muito argilosa.

Na área de estudo a principal cultura neles instalada é a da banana, pastagens e reflorestamento.

### **c) Os Solos Litólicos Álicos e Distróficos**

São, segundo o relatório do IBGE (2003c), solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, rasos, com horizonte A diretamente assentado sobre a rocha dura ou sobre horizonte C pouco espesso ou sobre calhaus, pedras e materiais semi-alterados da rocha matriz. Suas características morfológicas restringem-se basicamente ao horizonte A que varia normalmente de 15 a 40cm de espessura, sendo

predominantemente do tipo moderado ou proeminente; a textura varia de acordo com o material de origem.

São inadequados para agricultura mecanizada, devido principalmente ao relevo acidentado em que se encontram (montanhoso ou escarpado), à pequena espessura e à presença de pedras, calhaus e matações na superfície do solo. Apresentam ainda deficiência de água, pois a pouca profundidade não permite um armazenamento adequado. Devido a essas características, são utilizados principalmente com pastagem, e quando localizados em um relevo muito acidentado, devem ser mantidos como área de preservação. Na área de estudo, corresponde à parte escarpada da bacia.

#### **d) Gleissolo álico, distrófico e eutrófico:**

Compreendem solos minerais, hidromórficos, com horizonte A ou H seguido de horizonte glei, que se inicia a menos de 40 cm. da superfície (IBGE, 2003c). Apresentam em geral seqüência de horizontes A e Cg, são medianamente profundos, mal drenados, com permeabilidade muito baixa, o que resulta em um meio anaeróbico que conduz a uma redução dos óxidos de ferro, principalmente nos horizontes subsuperficiais, dando ao solo uma coloração acinzentada com mosqueados. Possuem textura variável, mas com predomínio das frações argila e silte sobre a fração areia no horizonte subsuperficial. A estrutura do horizonte A é normalmente granular e no horizonte Cg em geral maciça, sem desenvolvimento estrutural. Esta classe pode apresentar tanto argila de atividade alta como baixa, saturação por bases elevada, ou baixa, ou teores de Al elevados. A esse respeito, as fontes de aporte de materiais erodidos e água de drenagem constituem condicionantes importantes da natureza desses solos, que em sua maioria são formados em terrenos baixos, de recepção ou trânsito de produtos transportados. São desenvolvidos em várzeas de relevo praticamente plano, margeando rios, ou em locais de depressão e planícies aluvionais sujeitas a inundações. (correspondendo à área de planícies aluviais da bacia). Devido às circunstâncias de terem origem em situações de aporte de colúviação ou de aluvionamento e também devido ao microrrelevo dos terrenos, esses solos não apresentam um padrão de distribuição das características morfológicas e analíticas ao longo do perfil. São desenvolvidos sobre sedimentos do Holoceno, e estão sob vegetação Pioneira de influência fluvial e Floresta Ombrófila Densa. A principal limitação ao seu uso é a má drenagem, devido à presença de lençol freático elevado e conseqüente riscos de inundações



ou alagamentos freqüentes, ocasionando dificuldades de manejo e no uso de implementos agrícolas. São bastante utilizados com pastagens e arroz irrigado.

### **9.3.3.2. Correlação entre os tipos de solo e os movimentos de massa**

O mapa de solos da área de estudo mostra que a grande maioria dos escorregamentos ocorreu em áreas de cambissolo álico. No entanto, cabe ressaltar que, numa escala de detalhe, os tipos de solo tendem a mudar constantemente e esse mapa de solos utilizado, na escala 1:100000, pode não representar mudanças importantes que poderiam estar relacionadas aos escorregamentos.

Alguns escorregamentos ocorreram também em áreas de solos litólicos e solos podzólicos.

As áreas de gleissolo correspondem a áreas planas de planície aluvial e os escorregamentos nelas ocorridos está relacionados, principalmente a cortes de talude de estradas.

Segue na página seguinte, mapa de Pedologia do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior.

**MAPA 11-** Mapa de solos do Alto da Bacia do Ribeirão Belchior,  
Gaspar-SC

Em relação a pedologia, o principal fator condicionante é a espessura do manto de intemperismo. O solo pode atingir espessuras variáveis nas encostas dos morros. Quando o solo é espesso e poroso, a água infiltra com facilidade. Quando esta água atinge a superfície de rocha inclinada abaixo do solo, segue o caminho preferencial de contato, formando uma zona lubrificada que favorece o escorregamento do solo.

Nas áreas com encostas mais íngremes, correspondentes às áreas de solo litólico na área de estudo, o solo é raso e a rocha esta mais próxima da superfície. Em rochas maciças, como os gnaisses do complexo Luis Alves, cobertas por solos profundos e permeáveis, como os que existem na área de estudo, as possibilidades de escorregamentos são muito grandes.

Nesta pesquisa houve uma predominância de escorregamentos na classe de Cambissolo, que é o tipo de solo predominante na área de estudo. O grau de susceptibilidade do Cambissolo é variável, dependendo da sua profundidade, da declividade do terreno, do teor de silte e do gradiente textural. Com relação à profundidade, os mais rasos tendem a ser mais susceptíveis a escorregamentos translacionais, devido à presença de camada impermeável, representada pelo substrato rochoso, mais próxima da superfície. Nos solos mais espessos, o plano ruptura observado na maior parte dos escorregamentos translacionais corresponde ao limite de profundidade das raízes de árvores em zonas de mata. Nesse caso o próprio peso da massa florestal poderia alavancar o escorregamento sobre esse plano.

Desta forma, os solos mais susceptíveis foram os Cambissolos, que recobrem as encostas íngremes. Nestas encostas, com declives mais acentuados, muitas vezes o manto superficial está em contato direto com a rocha sã ou quase sã (saprolito). Basicamente, é neste contato que ocorre o escoamento sub-superficial, formando uma zona preferencial de escorregamento.

### **9.3. 4. Correlação entre vegetação e atividades antrópicas e movimentos de massa**

Conforme já foi enfatizado no sub-capítulo 5.4.4, o papel das atividades antrópicas como indutoras de deslizamentos, principalmente em áreas urbanas, é muito significativo. No entanto, o local de estudo encontra-se em uma região rural, onde a mata nativa recobre uma grande área. A maior parte dos grandes escorregamentos identificados, principalmente os do tipo translacional raso teve suas rupturas em vertentes cobertas por este tipo de vegetação. Cabe, no entanto,

ponderar, que mesmo nessas áreas de mata fechada, tem havido um contínuo processo de extração das árvores de maior porte, justamente as que possuem um sistema radicular mais vasto e profundo, para obtenção de madeira. Esse desmatamento seletivo pode ter contribuído com a diminuição da resistência do solo à erosão.

Por outro lado, em muitas dessas áreas montanhosas e florestadas, observou-se que há uma rede de trilhas e pequenas estradas sob a mata que podem também contribuir com a desestabilização das encostas. Por exemplo, na cabeceira ou raiz do escorregamento translacional raso o de número 3, observou-se que há uma estrada semi-interrompida pelo escorregamento, que teria sido a causa imediata de todo aquele grande movimento de massa.

Em menor número, ocorreram rupturas em plantações de bananeira, reflorestamento eucalipto e pasto. No entanto, no caso da região estudada neste trabalho, a atividade antrópica que parece ter mais influenciado os movimentos de massa foram os cortes de estradas e outras obras, em áreas de declividade desfavorável. Foi esta a atividade que favoreceu as dezenas de quedas de barreiras ocorridas ao longo de ruas e estradas do bairro.

### **9.3. 5. Síntese da influência dos parâmetros ambientais sobre a ocorrência de movimentos de massa**

O alto da Bacia do Ribeirão Belchior esta localizado na área rural do município de Gaspar. Trata-se de uma região montanhosa, de relevo dissecado e vertentes altas e declivosas.

A mata nativa ainda recobre uma boa parte desta área. Geologicamente compõe esta região os gnaisses do Complexo Granulítico Luis Alves, de forma predominante, e os cambissolos originados desta rocha.

Os tipos de escorregamentos mais freqüentes encontrados na área de estudo foram os translacionais rasos, que se caracterizam por acontecer, geralmente, em solo pouco desenvolvido, nas vertentes com alta declividade e altitude. A maior parte das rupturas destes movimentos ocorreu em vegetação de mata nativa e próxima ao topo das encostas, como por exemplo, no escorregamento 8.

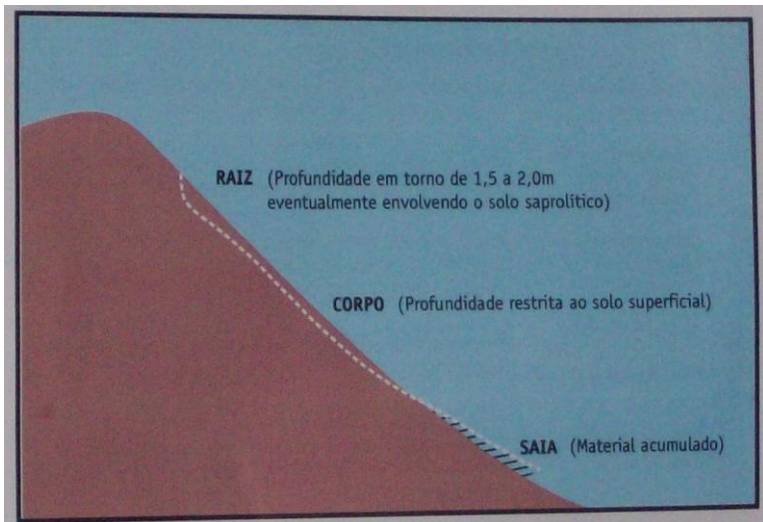
Tipicamente, o escorregamento translacional apresenta pequena espessura e forma retangular estreita.

Santos, A.R. (2004) faz uma boa caracterização desse tipo de movimento na Serra do Mar do estado de São Paulo. Esse tipo de deslizamento mobiliza quase que exclusivamente o horizonte superior

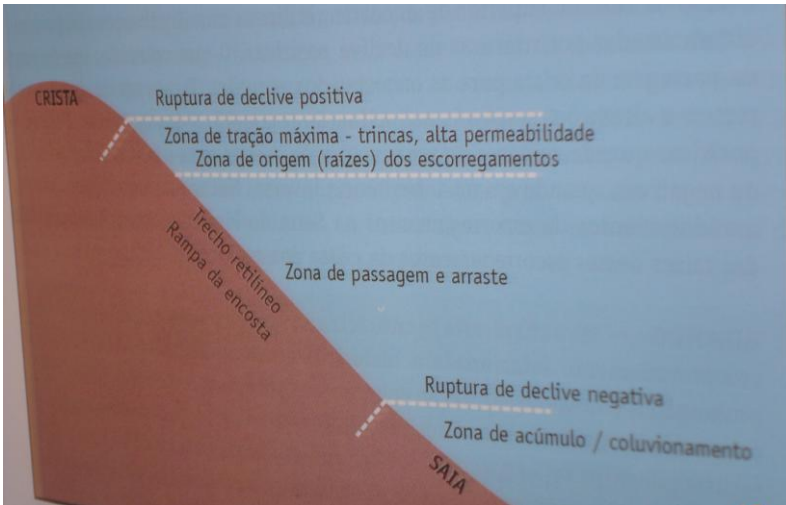
de solos, logo abaixo das raízes das plantas. Somente na sua cabeceira, chamada de raiz por ser o local de sua origem ou início, há a mobilização de horizontes mais profundos. O movimento inicia, em geral, na porção superior de vertentes com declividades superiores a 30°. Segundo o autor, movimentos desse tipo costumam ocorrer em áreas montanhosas com solos espessos, como é o caso da região.

Após chuvas intensas, volumosa entrada de água para o horizonte abaixo do solo superficial e desmonte hidráulico da raiz do escorregamento do solo superficial a jusante da raiz é mobilizado por arraste e sobrepeso. Ainda segundo Santos (2005), os escorregamentos translacionais rasos costumam ocorrer relacionados a de chuvas com intensidade a partir de 100mm/dia, quando precedidas por períodos de pelo menos 3 dias com chuvas mais fracas, de saturação dos solos. No caso do evento de 2008 na área de estudo, o pico de precipitação pluviométrica que desencadeou os escorregamentos foi, precedido por vários meses de chuvas de saturação.

Nas Figuras 125 e 126, são apresentados desenhos esquemáticos desse tipo de movimento.



**Figura 124**-Seção típica do escorregamento translacional raso (planar). O corpo do escorregamento é mobilizado pelo material proveniente da raiz. Na saia, ocorre a acumulação do material remobilizado. **Fonte:** Santos, A. R. (2004).



**Figura 125**-Feições de um escorregamento translacional raso (planar).

**Fonte:** Santos, A. R. (2005).

Muitos destes escorregamentos translacionais acabam se encaixando em cursos d'água, ganhando força e gerando grandes fluxos de detritos, como os de número 1, 3, 9, 11, 12, 18, 23, 24, 25 e 27, por exemplo. Este tipo de processo é provocado pelo encharcamento do solo, tanto sob um período de chuvas fortes como em períodos de chuvas de menor intensidade, mas com maior duração. Fluxos de detritos são movimentos típicos de áreas montanhosas, com solos rasos e grandes descontinuidades hidrológicas que possam permitir a saturação ou poro-pressão positivas nos materiais, levando ao colapso na resistência de todo o material. Assim percebe-se que o fator que mais influência estes processos são as características de declividade e formas da encosta e resistência dos materiais. Os fluxos de detritos podem ter um enorme poder destrutivo, afetando desde áreas pequenas até extensões de vários hectares.

Outro tipo de escorregamento frequentemente encontrado são os pequenos desmoronamentos ou escorregamentos rotacionais induzidos por corte de estradas (como os escorregamentos da área 10, e os D, F, G, H), ou por taludes de cortes feitos para construções de casas. Este tipo de movimento está associado à aterros, pacotes de solo ou depósitos espessos em áreas de menores declividades.

Na presente pesquisa, com relação às características geomorfológicas, verificou-se que os escorregamentos estão associados principalmente às médias encostas; a proximidade com a rede de drenagem, que caracteriza a presença de seções côncavas; e a declividade elevada. Em toda a região do Morro do Baú, as cicatrizes de escorregamentos desenvolveram-se preferencialmente sobre os gnaisses. A ocorrência de escorregamentos na área de estudo está também fortemente controlada pelas estruturas geológicas.

Dentre os tipos de solos avaliados, verificou-se uma predominância significativa de cicatrizes em Cambissolos. Estes solos, principalmente os mais rasos, tendem a ser mais susceptíveis aos escorregamentos, devido à camada impermeável gerada pelo substrato rochoso, que favorece o encharcamento do solo e a presença de escoamento sub-superficial.

Com relação às formas de uso da terra, ficou evidente que, neste caso, as atividades antrópicas não contribuíram significativamente para a deflagração dos grandes escorregamentos translacionais rasos. A maior parte das cicatrizes desses estão vinculadas às áreas cobertas pela mata. Nestas áreas a ocorrência de escorregamentos foi mais influenciada pela presença solos espessos em encostas íngremes.

Dessa maneira, neste evento, a chuva excepcional, como agente efetivo, conjuntamente com os como agentes predisponentes do relevo (declividade, altitude, forma de encosta) e da geologia (litologia, manto de intemperismo e falhas), foram os principais fatores condicionantes dos movimentos de massa.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **10.1. Recomendações de uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Belchior**

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

São muitas as evidências mostrando que boa parte das encostas dessa área encontra-se em processo de grande instabilidade, sujeitas a ocorrência de escorregamentos translacionais, rotacionais e grandes

corridas de detritos. Segue descrição de alguns locais críticos verificados:

No período das vistorias técnicas realizadas pelo CEPED, junto a Defesa Civil do Estado, em Janeiro de 2009, constatou-se que toda a encosta que acompanha a estrada para Luis Alves se encontrava instável. Foram encontrados escorregamentos de diversos tamanhos, que causaram mais de 8 interrupções dessa estrada, apenas dentro do limite do município de Gaspar. Existem muitas evidências de que o terreno ainda esta em risco de novas movimentações. Foram encontradas rachaduras, vegetação inclinada e muita erosão do solo. Todas as casas próximas a esta encosta encontram-se em risco e devem ser monitoradas. Recomenda-se que nesta área não sejam construídas mais casas.

Encontram-se na mesma situação, todas as casas situadas ao longo da rua Emílio Roweder, desde a rua Nova Biguaçu até a parte superior da encosta, estão em área de risco. Isso torna obrigatório o monitoramento freqüente da evolução das fendas e dos movimentos de massa.

As encostas ao longo da rua José Schimitt Sobrinho, e das estradas que saem dela, encontram-se em área montanhosa, de elevada declividade e também são consideradas áreas de suscetibilidade a escorregamentos.

Em síntese, esta é uma localidade sujeita a movimentos gravitacionais de massa, e sua ocupação deve ser evitada, principalmente em encostas íngremes, côncavas, e na direção de eixos de drenagem, que costumam encaixar o material deslocado por escorregamentos.

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

## **10.2. Considerações sobre este trabalho e recomendações para próximos trabalhos**

Este trabalho teve um caráter bastante documentativo e descritivo do que foi o evento de 2008, e uma pequena tentativa de análise e compreensão dos processos ocorridos.

No entanto, para a realização de um trabalho mais detalhado sobre os diferentes fatores de suscetibilidade de movimentos de massa e



definição mais precisa de áreas de risco seria necessário alguns requisitos não disponíveis, para o momento, nesta pesquisa

A qualidade do trabalho aumentaria, por exemplo, se tivéssemos mais tempo e recurso disponíveis. Também é muito importante o acesso a cartas planialtimétricas mais detalhadas, com curvas de nível de 1m de equidistância e hidrografia mais completa.

Além disso, um mapeamento de maior detalhe das feições geológicas também é interessante para um mapeamento de risco.

De qualquer maneira, conforme Fernandes e Amaral (2003), a documentação procura garantir o registro dos processos ocorridos no passado e no presente para gerar dados de análise visando à previsão de deslizamentos no futuro, bem como servir de base para a modelagem física dos processos, facilitando o avanço do conhecimento sobre os mecanismos dos movimentos. O mapa de inventário é a base necessária para a produção de mapas adicionais, como mapas de susceptibilidade e de risco de escorregamento, pois as condições de terreno em que os escorregamentos antigos e recentes ocorrem, geralmente são as mesmas que poderão deflagrar eventos no futuro. A distribuição das cicatrizes, depósitos e deslizamentos recentes podem sugerir futuros padrões de comportamento das instabilidades.

Assim esta pesquisa teve importância no sentido de ser o início de um trabalho importante para o planejamento de uso e ocupação do solo nesta localidade, que tende a se expandir.

### **10.3. Considerações sobre o Pós-desastre**

É praticamente impossível avaliar os prejuízos físicos, econômicos, sociais e psicológicos para as famílias atingidas por este desastre. Os números representam um lado da tragédia, porém a individualidade de cada ser humano envolvido não pode ser expressa desta maneira. Através de depoimentos recebidos ao longo destes quase 2 anos de trabalho, foi possível dimensionar um pouco o tamanho da complexidade que envolve um pós-desastre na vida das pessoas.

O pior sofrimento, com certeza, é para quem perdeu seus entes queridos. Ouvimos casos de pessoas que perderam pai, mãe, irmãos, esposa, marido, filhos, primos... E de uma forma trágica, repentina e violenta que é a morte por soterramento. Só quem participou do dia em que tudo aconteceu, e das semanas seguintes, no momento de ações emergenciais (socorro e assistência às vítimas), é que sabe, de verdade e amplamente, o que foi este desastre. Como foi comentado durante esse período, pela televisão não se sente cheiro, tato... Quando

acompanhamos um pós-desastre pela mídia ficamos um tanto a parte da realidade. Afinal, são transmitidos alguns minutos, por dia, durante algumas semanas, depois, passa, esquece-se este assunto, já mudou para outro. No entanto, ali, na realidade das pessoas afetadas o pós-desastre parece não ter mais fim.

Quem participou daquele momento nunca mais vai esquecê-lo. Fecham-se os olhos e retornam as imagens aterrorizantes, como as descritas pelos moradores do Alto do Baú, em Ilhota, um dos locais mais atingidos. Uma noite de tempestade, já sem energia elétrica, sentindo os tremores do chão, ouvindo os estrondos dos morros vindo abaixo e das casas sendo destruídas, da tubulação de gás que explodiu e clareou a noite como se fosse dia, pessoas gritando, chorando, pedindo ajuda... As estradas obstruídas por enormes barreiras, impedindo as pessoas de fugirem da situação. Famílias andando por toda a madrugada pelo meio da mata, debaixo de chuva, procurando local mais seguro para ficar. Nos dias seguintes uma nova paisagem revelada: Um local antes verde de mata, bonito de cotidiano rural, agora marrom de lama, casas totalmente destruídas e soterradas, carros retorcidos, ruas que já não existem mais.

Nos próximos meses um cenário de abandono. Localidades, agora sem acesso, totalmente desertas. Animais sem cuidados, cheiro muito forte de lixo, de morte, de coisas estragadas (lixo que não foi recolhido, e também de tudo o que havia dentro das casas, agora soterrado, ou abandonado). Depois, o medo de voltar a morar em lugar que já não se confia mais na segurança, e que agora esta marcado por tristes lembranças. Alguns moradores perguntavam para nós, técnicos, se poderíamos garantir que aquilo não iria mais acontecer, se aquele morro, lá de longe, não iria um dia cair, e depois de um quilometro arrastando tudo o que vem na frente, atingir sua casa, como aconteceu com seus vizinhos.

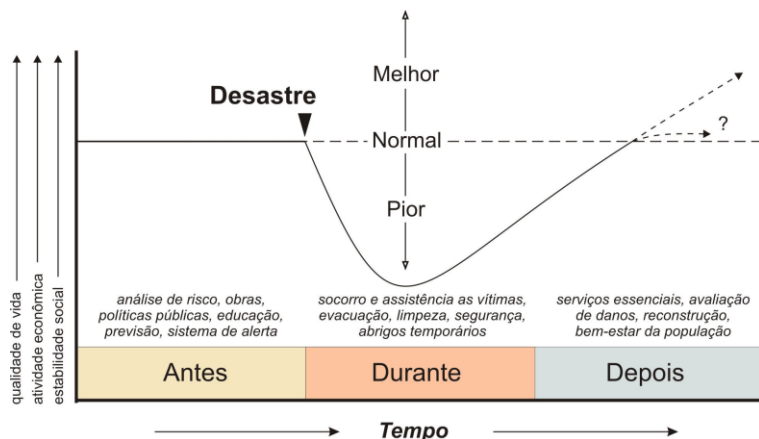
Impossível contar aqui a quantidade de relatos pessoais ouvidos ao longo deste trabalho. São muitas realidades a serem avaliadas. O psicológico de pessoas que perderam suas casas, e agora estão em abrigos, por tempo indeterminado, sem ter a mínima condição financeira de sair dessa situação, tendo que viver seu cotidiano familiar totalmente sem privacidade, junto a dezenas de outras famílias, em um galpão de igreja, uma escola... Gente que ficou sem nada, sem nem uma roupa, objetos pessoais, documento, móveis, casa, tudo soterrado, tendo que começar a vida toda, novamente, do zero. As coisas nunca vão a voltar a ser como eram antes.

Claro que sempre existe beleza na existência humana. Mesmo em um cenário trágico deste, podemos ver o lado positivo: a solidariedade aflorando nas pessoas: gente ajudando e reconfortando gente, pessoas de todos os lados em disposição e amor para o serviço voluntário de ajudar quem agora precisa.

Enfim, tudo isso tudo, e mais um pouco, em um evento que atingiu, mais profundamente, alguns municípios e que matou 135 pessoas. Fica a reflexão de como será o pós-desastre em eventos muito maiores, como o tsunami na Indonésia, em 2004, que matou mais de 200 mil pessoas, ou o terremoto do Haiti, em 2010, onde também morreram cerca de 200 mil. Até quando vai durar o pós-desastre nesses países? Realmente é difícil de imaginar quando acompanhamos pela televisão, e não estamos lá, ouvindo depoimentos, sentindo emoções, cheiros, tatos, olhando 360° o cenário de destruição, sofrimento e desorganização.

A figura 126 ilustra as “fases” de um desastre. O **Durante** envolve a realização de ações emergenciais de **Resposta**, que visam o socorro e assistência às vítimas, o auxílio (evacuação, abrigo, alimentação, atendimento médico, etc.) e a reabilitação do cenário do desastre, que corresponde ao início das atividades de restauração (curto prazo), como limpeza, segurança, entre outros (MARCELINO, 2008).

O **Depois** é representado pelas atividades de Reconstrução necessárias para o restabelecimento das funções básicas de uma comunidade (bem-estar da população) a médio e longo prazo. Neste momento, é feito o restabelecimento dos serviços essenciais (água, luz, comunicação e transporte), a avaliação dos danos e a reconstrução das estruturas danificadas ou destruídas. O objetivo na fase de Reconstrução, ampliado pela fase de Prevenção, é retornar a normalidade, entendida como sinônimo de funcionalidade, e não de retorno às condições que precederam o desastre.



**Figura 126-**Ciclo de gerenciamento de um desastre. Fonte: Tobin e Montz (1997). Marcelino (2008).

O trabalho realizado pelo CEPED no projeto “Resposta ao desastre de 2008 em Santa Catarina” trabalhou nas fases de durante e depois, com a avaliação de danos e de risco das casas atingidas. Após realizadas vistorias técnicas, eram emitidos relatórios contendo recomendações de interdição, monitoramento ou liberação das áreas. Após um ano desses trabalhos, verificou-se que na maior parte dos casos, mesmo com a recomendação de interdição e evacuação do local, as pessoas voltaram a morar nessas casas, por falta de opção. Neste momento relembremos a extensa quantidade de famílias que hoje habitam áreas de risco no país. Em geral a maior parte da população que vive em áreas de risco a escorregamento (encostas íngremes, acima da declividade permitida) e inundação (margens de rios, etc) no país são vinculadas a assentamentos precários e irregulares (vimos muitos desses casos em Blumenau, por exemplo). A razão para esta localização é econômica: trata-se de locais que, via de regra, sempre foram desprezados pelos privilegiados urbanos como áreas de residência. Quem mora ali não é porque quer, e sim por falta de opção. Por causa da enorme desigualdade social que existe em nosso país, que não permite a essas família um lugar digno de habitar.

Realmente, o tema é complexo, e não vai ser esgotado aqui. Este capítulo teve o intuito apenas de registrar algumas das inúmeras reflexões afloradas ao longo de 2 anos de trabalho com o tema desastre natural e com o episódio de 2008.

## 11. BIBLIOGRAFIA

ABMS. Na "Carta de Joinville", ABMS propõe medidas preventivas para evitar a repetição de tragédias. **Revista e-ABMS**. Joinville, Edição Nº 2931. Mar. de 2009.

ALCANTARA-AYALA, I. Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries. **Geomorphology**, v. 47, p. 107-124, 2002.

ALHEIROS, M. M. et al. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana de Recife**. Programa Viva o Morro. Recife: FIDEM/ATEPE, 2003. 384 p.

AVELAR, A. S.; LACERDA, W. A.; NETTO, A. L. C. Mecanismos de iniciação de fluxos detríticos no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro (RJ): O caso da encosta do Soberbo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, nº 1, p. 73-83, 2006.

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

BACK, C.C.; SOUZA, L.A. Plano diretor de desenvolvimento urbano de Gaspar/SC: Um espaço de debates e exercício de cidadania. In: Seminário de Avaliação das Experiências em Planos Diretores Participativos e de Regularização Fundiária, 2007, Blumenau. **Anais...** Blumenau: Edifurb, 2007. Disponível em: [http://www.furb.br/neur/cd/conteudo/artigos/PD23\\_artigo\\_neur\\_2007.pdf](http://www.furb.br/neur/cd/conteudo/artigos/PD23_artigo_neur_2007.pdf). Acesso em: 25 mar. 2009.

BAUZYYS, F; GRISON, F. PELLERIN, J.R.G.M. Análise das áreas de risco a inundação e a movimentos de massa no bairro de Sertão Verde, Gaspar-SC. VIII ENANPEGE – Encontro Nacional da ANPEGE. 2009. **Anais...** Curitiba. 2009.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977. 351 p.

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

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

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA A. T. (org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

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

CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO, 1998. 283 p.

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

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

CRISTO, S. S. V. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor Leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis – SC**. 2002. 211 f. Dissertação (Mestrado em geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

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

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: UNESP, Edgard Blücher, 1999. 236 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos processos de planejamento. IN: GUERRA, A. J. T.

e CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia: uma Atualização de Bases e Conceitos**. 5ª. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2003, p. 415 - 440.

CUNHA, M. A. **Ocupação de encostas**. Publ. IPT 1831, S. Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., 1991.

DIAS, F. P. **Análise da susceptibilidade a Escorregamentos no bairro Saco Grande, Florianópolis-SC**. 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.

EGAS, H. M; FLORES, J.A.A; PELLERIN, J. R.G.M. Movimentos Gravitacionais de Massa no Município de Gaspar, Vale do Itajaí, SC, na catástrofe de novembro de 2008. Caracterização dos processos por critérios geomorfológicos, geológicos e pedológicos. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009. **Anais...** Viçosa, 2009.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; Greenberg, H. **Condicionantes geomorfológicos dos escorregamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 2, n. 1, 200.1 p. 51-71,

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

FRANK, B.; SEVEGNANI, L (org). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, gente e política**. Blumenau: Agencia de água do Vale do Itajaí, 2009. 192 p.

GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 648 p.

GUIDICINI, G.; IWASA O.Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido**. São Paulo: IPT. Publicação nº. 1080. 1976, 48 p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2º edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1984, 194 p.

HERRMANN, M.L. **Levantamento dos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina no período de 1980 a 2000**. Florianópolis: IOESC, 2001. 89 p.

HERRMANN, M.L (org.) **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2005. 146 p.

HERRMANN, M.L.de P.; ROSA, R de O. Relevô. In: **Geografia do Brasil, Região Sul, Volume 2**. IBGE, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, 1990. p. 55-83.

HERRMANN, M. L. P.; PELLERIN, J. R. G. M.; SAITO, S. M. Análise das ocorrências de escorregamentos no Estado de Santa Catarina com base nos formulários de avaliação de danos da Defesa Civil – 1980 a 2003. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 159-173.

HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, P. **The landslide handbook: A guide to understanding landslides**. Reston, Virginia, U.s. Geological Survey Circular 1325, 2008.129 p.

IBGE. **Projeto Gerenciamento Costeiro, 3ª fase-Geologia**. Florianópolis, 2003 (a). 61p.

IBGE. **Projeto Gerenciamento Costeiro, 3ª fase-Geomorfologia**. Florianópolis, 2003 (b). 56p.

IBGE. **Projeto Gerenciamento Costeiro, 3ª fase-Solos**. Florianópolis, 2003 (c). 703p.

FARAH, Flavio. **Habituação e encostas**. Publ. IPT 1831. IPT, S. Paulo, 2003. 312 p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Material de Treinamento de Técnicos Municipais para o**



**Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.** IPT, S. Paulo, 2004.

ISDR – International Strategy For Disaster Reduction. **Terminology on Disaster Risk Reduction** (2009) UN/ISDR, 2009. 13 p. Disponível em: <http://www.unisdr.org/eng/library/UNISDR-terminology-2009-eng.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2009.

JAMES, H.L.(1954). **Sedimentary fácies of Iron Formation.** Economic Geology 49. 235-293pp.

KOBIYAMA, M.; SILVA, R.V.; CHECCHIA, T.; ALVES, A. Mapeamento de área de perigo com consideração do alcance da massa deslizada: estudo de caso. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.117-128.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. DE. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F. e RUDORFF, F. DE. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.178p.

LUIZ, E. L. **Estudo dos movimentos de massa na bacia do rio Inferninho e sua influência na evolução das vertentes - Sorocaba de Dentro (Biguaçu-SC).** 1996. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociencias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1996.

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

MARCELINO, E.V. **Desastres naturais e geotecnologias: Conceitos básicos.** INPE/CRS: Santa Maria, 2008. 38p. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/cadernos/Cad>

erno1\_Desastres%20Naturais-conceitosbasicos.pdf. Acesso em: 28 nov. 2009.

MATTOS, S.H.V.L; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Goiânia, v. 1, p. 11-18, 2004.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

MINUZZI, R.; RODRIGUES, L. **Novembro com recordes de chuva em SC: 1000 mm em Blumenau**. Epagri/Ci RAM. Florianópolis-SC, 2009.

MONTEIRO, M., A., MENDONÇA, M. Dinâmica atmosférica no estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M.L (org.) **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2005. 146 p.

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

PELLERIN, Joel et al. Timbé do Sul - Jacinto Machado: Avaliação preliminar da extensão da catástrofe de 23 - 24/12/95. **Geosul**, Florianópolis, v. 12, n. 23, p. 71-86, jan./ jun. 1997.

PLANO DIRETOR FÍSICO TERRITORIAL DE GASPAR. Prefeitura Municipal de Gaspar, 2001.

PRANDINI, F. L.; GUIDICINI, G.; BOTTURA, J. A.; PONÇANO, W. L.; SANTOS, A. R. **Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas: uma resenha crítica**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1976. 38 p.

ROSA, R. de O., Relevô. In : **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.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **A Grande Barreira da Serra do Mar – da Trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Bandeirantes**. O Nome da Rosa Ed. São Paulo, 2004. 122p.

SAITO, S. **Estudo analítico da suscetibilidade a escorregamentos e quedas de blocos no maciço central de Florianópolis-SC**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

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

SOTCHAVA, V.B. **Estudo de Geossistemas**. São Paulo: IGOG/USP, 1977.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. M. O Mapeamento geológico-geomorfológico como procedimento básico na caracterização de áreas de risco: o caso da área central da cidade de Florianópolis-SC. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 277-287.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

TURNER, A.K.; SHUSTER, R.L. (eds.). **Landslides Investigation and Mitigation. Transportation**. Research Board Special Report 247. Washington DC: National Research Council, 1996. 673p.

UNDP – United Nations Development Programme. **Reducing disaster risk: a challenge for development**. New York, USA: UNDP, 2004. 129p. Disponível em: [http://www.undp.org/cpr/whats\\_new/rdr\\_english.pdf](http://www.undp.org/cpr/whats_new/rdr_english.pdf). Acesso em 23 mar. 2009.

UOL NOTÍCIAS. Desastre em Santa Catarina é o pior desde 1974; ao menos 400 pessoas morreram nas últimas quatro décadas. **UOL Notícias**, São Paulo, 27 nov. 2008.

VEYRET, Yvette (Org). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Dílson Ferreira da Cruz (trad.). São Paulo: Contexto, 2007. 319p.

VIEIRA, Solange Francieli. **Análise e mapeamento das áreas suscetíveis a movimentos de massa no setor central da Serra da Esperança, na divisa entre os municípios de Guarapuava e Prudentópolis - PR.** 2008. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis, 2008.

**ANEXOS**

**ANEXO 01**  
**ROCHAS BELCHIOR ALTO**

**Fe 1- Coordenadas UTM:** 697817/7033980

Blocos rolados de gnaiss cinza, com piroxênio/anfibólio (?)



*Fe 1- gnaiss cinza, com piroxênio/anfibólio*

**Fe 5- Coordenadas UTM:** 698034/ 7034140

Corte de estrada vicinal. Afloramento de gnaiss granulítico com foliação N20°E;50°NE, e N-S;55°SE

**Fe 6- Coordenadas UTM:** 697606/7033607

Rocha predominante: gnaiss granulítico predominantemente máfico, com porções de anfibolito rodeadas por porções quartzofeldspáticas brancas (fotos 6 e 7).

**Fe 8- Coordenadas UTM:** 698803/7034416

Na cabeceira do deslizamento o gnaiss exibe um plano de bandamento com orientação N30°-40°E;50°NW, que funcionou como plano onde houve deslizamento do solo alterítico.

Microscopicamente, a rocha com essa atitude de foliação é um **biotita anfibólio gnaiss**, com bandamento pouco expressivo e mineralogia a base de hornblenda, biotita, óxidos de ferro e minerais

félsicos plagioclásio, feldspato potássico e quartzo sob trama granoblástica. Observou-se ainda pequenos cristais arredondados de **olivina**, talvez proveniente da assimilação dos enclaves máficos/ultramáficos

Outra foliação: N10°E;80°W atitude em:  
698797

(faz contato abupto, cortando primeira foliação) 7034393

Sob essa foliação mais verticalizada, a rocha muda para um **biotita gnaiss milonítico** com pequenos enclaves de rocha básica. Trata-se de processo relacionado a uma zona de falha com essa direção.

Ao microscópio observa-se biotita associada clorita (mais rara), formando bandas descontínuas, além de porfiroclastos de plagioclásio, envoltos por quartzo, feldspato potássico e plagioclásio mais finos, com contatos em mosaico, configurando assim uma textura milonítica.



*Fe 8: Plano de deslizamento*



*Fe 8a: Plano de deslizamento*



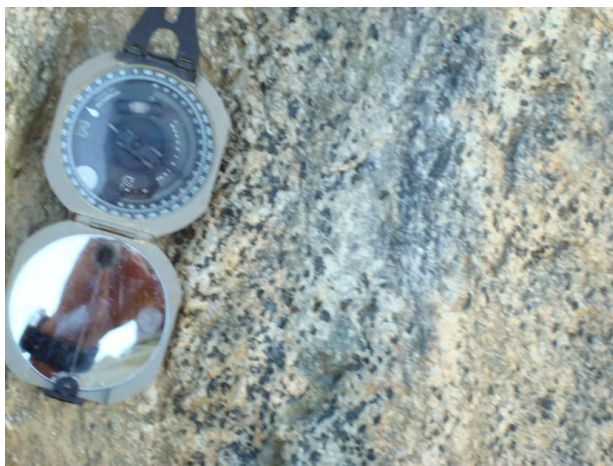


*Fe 10: Granito-gnaisse com pequenos enclaves de rocha básica*

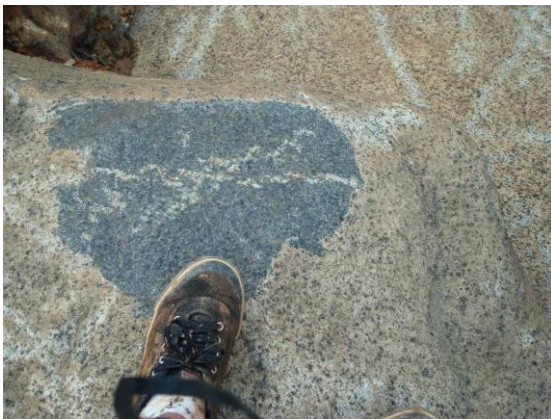
**Fe 12- Coordenadas UTM:** 6981117/7034381

A rocha predominante é um hornblenda gnaisse bandado, com quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e hornblenda verde como minerais predominates.

Nesta rocha, observa-se numerosos enclaves máficos com diferentes tamanhos, alguns mais angulosos e pouco assimilados (Fig 12b), outros com grau de assimilação mais avançado.



*Fe 12 - Hornblenda gnaisse bandado.*



*Fe 12a: Hornblenda gnaisse com enclave máfico pouco assimilado.*



*Fe 12b: Hornblenda gnaisse contendo enclaves máficos com diferentes estágios de assimilação.*



*Fe 12c: Hornblenda ganisse contendo enclaves máficos com diferentes estágios de assimilação.*

Cortando o bandamento gnássico, ocorrem fraturas abertas, algumas contendo finos veios de quartzo, com direções:

N75W;90°

E-W;75°N

N80°E;80N

N80°W;90°

OBS.: O córrego está encaixados nessas direções acima (Figs.12f, 12g, 12h,12i), que coincidem também com a direção de fluxo deslizamento translacional.

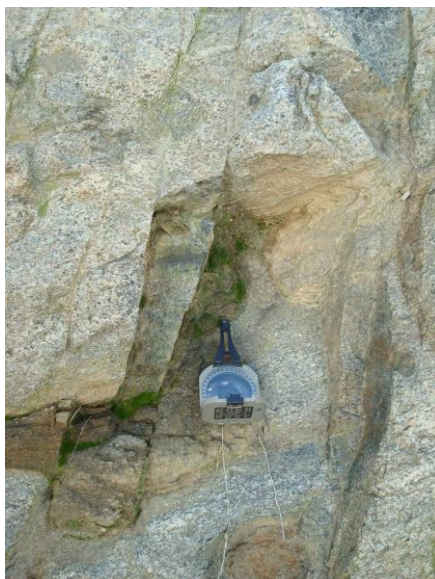
Outras fraturas:

N45°W;90°

N60°W;70°N (Fig. 12e)



*Fé 12e*



*Fe 12f*





*Fe12g: Fraturas abertas com direção N80E;80°N, acompanhando a direção do córrego e do deslizamento.*



*Fe 12h*



*Fe 12i*

**Fe 14- Coordenadas UTM:** 698206/7034955

Meia-encosta do deslizamento. Sequência de biotita gnaisses finos, com porfiroblastos de microclínio intercalados a camadas de hornblenda gnaisses de granulação grossa esse último contendo óxidos de ferro (magnetita/hematita) granulares dispersos, geralmente justapostos à hornblenda.

Bandamento gnássico	N15°W;50°NE
	N50°W;50°NE
	N5°E;70°E (mais a montante)

OBS.: o bandamento origina paredes inclinadas na rocha, por onde o córrego e o deslizamento fluem.

**Fe 15- Coordenadas UTM:** 698101/7034745

Formação ferrífera bandada, fácies silicato em pequeno corte exibindo camadas de óxidos de ferro (magnetita/hematita) interladas a finas bandas claras de quartzo policristalino (Fe 15). Nessas rochas, além desses minerais, ocorre também granada em grande e proporção e alumino silicatos (cianita?). Podem ser classificadas, portanto, como kinzigitos. Ocorrem também porções maciças de óxido de ferro, com maiores proporções em magnetita/hematita, contendo clinopiroxênio, quartzo e traços de granada.

Intercalada a essa sequência, ocorre camadas de **hiperstênio-hornblenda gnaisse**, com o hipertênio apresentando-se com as bordas substituídas por hornblenda verde, indicando retrometamorfismo. Essa rocha apresenta ainda quartzo, plagioclásio e feldspato potássico sob contatos poligonais e pode ser classificada como charnoquito.



*Fe 15*

**Fe 17- Coordenadas UTM:** 698588/7034106

Biotita-horblenda gnaíse milonítico, com bandamento pronunciado e textura milonítica, com porfiroclastos de feldspato sob testura “mortar”.

**Fe 19- Coordenadas UTM:** 698579/7033904

Anfibólio-biotita gnaíse com minerais félsicos (plagioclásio, feldspato potássico e quartzo) exibindo contatos em mosaico. Contém óxidos de ferro com hábito granular.

**Fe 21- Coordenadas UTM:** 698519/7034106

Horblenda gnaíse com estrutura maciça e aspecto granular (Fe 21<sup>a</sup> e 21b).

Há falhas N20°E:40NW, transversais à drenagem.

Em certos locais, a rocha perde o aspecto maciço e exhibe fina foliação gnáíssica co orientação predominate: N25W;35NE.

Essa foliação está dobrada por dobras assimétricas com eixo 50°;N50°W e plano axial N25°E;60Se.

Vergência das dobras assimétricas: para SE (Fig 21c).



Fe 21a



Fe 21b



Fe 21c



**Fe 22- Coordenadas UTM:** 698780/7033803

Gnaiss grosso, com grandes blastos de anfíbólio/piroxênio e feldspato. Ocorrem também porções (enclaves?) de meta basitos (anfíbolito?) fino.

Biotita hornblenda gnaiss, com feldspatos completamente sericitizados. Textura decussada, com inclusões de quartzo e feldspato na hornblenda.

Ao microscópio, constata-se que a amostra de suposto anfíbolito é, na verdade, hornblenda gnaiss portador de biotita, com maior concentração de minerais máficos.

Na cabeceira do deslizamento há um plano inclinado de rocha com orientação N20°E;40NW, sobre o qual se deu o deslizamento (Figs 22 e 22a).

Há tênue bandamento gnáissico N35°E;55SE “entrando” nesse plano inclinado.



Fe 22

**Fe 24=B63- Coordenadas UTM:** 6999914/7033105

Gnaiss c/lentes ou porções de anfíbolito.

Bandamento gnáissico N10°E; 90°, transversal ao fluxo de detritos.

Ao microscópio, a rocha é classificada com hornblenda-hiperstênio gnaiss (charnoquito), com expressiva ocorrência de óxidos de ferro com hábito granular. O feldspato potássico ocorre em maior proporção que o plagioclásio, o que não é usual.

Ao microscópio a amostra de suposto anfibolito mostrou tratar-se de biotita-anfibólio gnaisse, de granulação bem mais fina e com maior abundância em hornblenda, biotita e óxidos de ferro. Nesta amostra não foi observado o hiperstênio.

**Fe 26=B 28- Coordenadas UTM:** 698477/7032656

Na parte média do deslizamento á exposição de gnaisse quartzo feldspático com porções de anfibolito.

Bandamento gnáissico inclinado saindo da encosta (favorece o deslizamento), com atitudes:

N15°E;30°SE (cabeceira)

N5°W;30NE

Sub-horizontal tirar o eixo da dobra com essas duas últimas medidas (eixo aproxim.: 5°;/N)

**Fe 27=B 70- Coordenadas UTM:** 698373/703129

**Anfibólio gnaisse** associado a blocos de **anfibolito fino**. no deslizamento.

**Fe 28=B71- Coordenadas UTM:** 698095/7031669

Gnaisse migmatítico, com bandas de feldspato rosado e bandas escuras representadas por enclaves máficos, transpostos para a foliação.

Bandamento: N25°W;80NE, com estrias de falha sub-horizontais nesse plano. Provavelmente essa estrutura representa uma zona de cisalhamento dúctil transcorrente nessa direção.



*Fe 28*

**Fe 29- Coordenadas UTM:** 697939/7031969

Deslizamento translacional retilíneo em leito de córrego, seguindo para S90°E.

Ocorre anfibolito bandado ou anfibólio gnaisse, com foliação N25°W;55NE, transversal ao eixo do deslizamento.

O bandamento gnáissico é foliação de plano axial, gerada por dobras angulares apertadas (Fig. 29).

Bandamento gnáissico muda constantemente de direção:

N75°W;80°SW

N45°E;55°SE

fazer

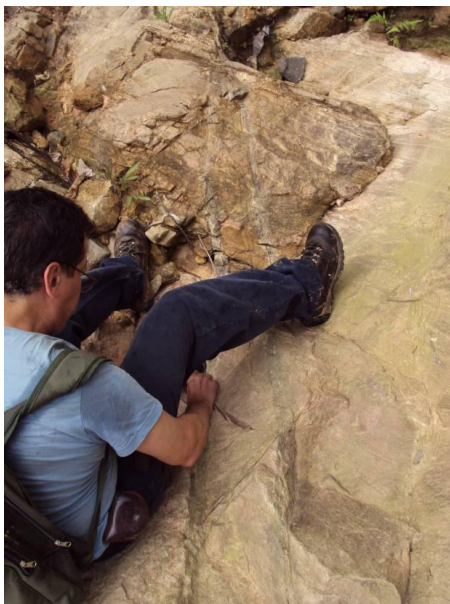
estereograma para ver eixo da dobra

Observa-se dobras abertas, com eixo 70°;N40°E e 10°;N80°E

O bandamento é cortado por falha rúptil, com plano de falha N60°W;75°NE.



*Fe 29*



*Fe 29<sup>a</sup>*

**Fe 30=B75- Coordenadas UTM:** 697103/7034792

Anfibolito é a rocha predominante em toda a extensão do deslizamento.

OBS.: mais adiante, em outro mega deslizamento vizinho, há grandes blocos rolados de gnaiss milonítico granítico com enclaves de anfibolito estirados (Fe 30 e 30a), justaposto a outro bloco menor, com enclaves não estirados (Fe 30b)



*Fe 30*



*Fe 30a*



*Fe 30b*

### **Fe 31- BIF rolado**

Formação ferrífera, fácies óxido, com finas camadas com maior concentração em cristais granulares de magnetita/hematita, com abundantes liberação de hidróxidos de Fe avermelhados, intercaladas a camadas compostas por cristais policristalinos de quartzo, com contatos em mosaico.

**ANEXO 02**

**AVADAN**



**SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL –  
SINDEC**



**AVALIAÇÃO DE DANOS**

1 – Tipificação: Código		Denominação	2- Data de Ocorrência			
			Di a	Mê s	An o	Horári o
NE.HE X	12.30 2	<b>ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS</b>	22	11	200 8	02:00

3- Localização:	
UF: SC	Município: GASPAR

4 – Área Afetada Tipo de Ocupação	Não existe / Não afetad a	Urban a	Rural	Urbana e Rural
Residencial	-	-	-	<b>X</b>
Comercial	-	-	-	<b>X</b>
Industrial	-	-	-	<b>X</b>
Agrícola	-	-	<b>X</b>	-
Pecuária	-	-	<b>X</b>	-
Extrativismo Vegetal	-	-	<b>X</b>	-
Reserva Florestal	<b>X</b>	-	-	-
Mineração	<b>X</b>	-	-	-



Turismo	-	-	-	<b>X</b>
<b>Descrição da Área Afetada</b>				
Todo o território do município de Gaspar.				

### **5 - Causas do Desastre**

Intensa precipitação pluviométrica nos meses de setembro, outubro e novembro, ocasionando forte enxurrada com inundações bruscas nesta data, causando também deslizamentos. Entre os dias 21 e 24 de novembro registramos 514,9 mm, causando saturação do solo, fatos estes que se agravaram devido às chuvas e trovoadas de verão.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL – SEDEC Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 6º Andar Brasília/DF CEP 70067-901	Telefones - (061) 3223 4717; (061) 3414 58 02 ou (061) 3414 5806 Tele fax - (061) 3226 7588
<b>Diretoria Estadual de Defesa Civil – DEDEC</b> Av. Ivo Silveira nº. 2320 - Capoeiras - CEP 88085-001 Florianópolis – SC E-mail: dedccodec@ssp.sc.gov.br	Telefones: Fone: (48) 4009 9816 - Fax: (48) 4009 9877
Centro de Operações de Defesa Civil – CODEC	<b>199</b>