

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Graziela Maziero Pinheiro Bini

**ANÁLISE DOS MOVIMENTOS DE MASSA
NAS MICROBACIAS FLUVIAIS:
SALTINHO, BELCHIOR BAIXO, SERTÃO E PORTO ARRAIAL
- GASPAR – SC**

Florianópolis, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Graziela Maziero Pinheiro Bini

**ANÁLISE DOS MOVIMENTOS DE MASSA
NAS MICROBACIAS FLUVIAIS:
SALTINHO, BELCHIOR BAIXO, SERTÃO E PORTO ARRAIAL
- GASPAR – SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários a obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia de Paula Herrmann

Florianópolis, 2012.

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

A912 Bini, Graziela Maziero Pinheiro

Análise dos Movimentos de Massa nas Microbacias Fluviais: Saltinho, Belchior Baixo, Sertão e Porto Arraial – Gaspar – Santa Catarina [dissertação] / Graziela Maziero Pinheiro Bini; orientadora, Maria de Paula Lúcia Herrmann – Florianópolis, SC, 2012

165 p.: il

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Geografia.

Inclui referencias

1. Geografia – Movimentos de massa. 2. Fatores condicionantes – mecanismos envolvidos. 3. Análise dos movimentos de massa. I. Herrmann, Maria Lúcia de Paula. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Geografia. III. Título

CDU 91

Graziela Maziero Pinheiro Bini

**ANÁLISE DOS MOVIMENTOS DE MASSA
NAS MICROBACIAS FLUVIAIS:
SALTINHO, BELCHIOR BAIXO, SERTÃO E PORTO ARRAIAL
- GASPAS – SC**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção de Título de “Mestre em Geografia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

Florianópolis, 10 de fevereiro de 2012.

Profa. Dra. Ruth Emília Nogueira
Coordenadora do PPGG/UFSC

Banca examinadora:

Prof. Dra. Maria Lucia de Paula Herrmann – Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Edison Ramos Tomazzoli (UFSC)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dra. Edna Lindaura Luiz
Universidade Estadual de Santa Catarina

Florianópolis/SC, dezembro de 2012.

... los geógrafos, entre otras cosas, son especialistas en ayudar a mirar.

(Eduardo Galeano)

Dedico esta dissertação a meu filho Fabricio Pinheiro Bini

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu filho Fabrício Pinheiro Bini, por sua compreensão e paciência.

Em especial, a professora Maria Lúcia de Paula Herrmann, por me orientar durante a pesquisa e pela oportunidade de novos caminhos geográficos. Obrigada também por sua dedicação e carinho.

Agradeço aos meus pais pelo amor e dedicação. Em especial a minha mãe Ana Maria e minhas irmãs, por todo amor e carinho a mim dispensado.

Ao Armstrong Leonel Bini, por sua parceria nos trabalhos de campo e ajuda nos momentos difíceis.

Ao Moacir Herrmann, pela companhia ao Fabrício durante as conversas de orientação com a professora Maria Lúcia.

Agradeço a professora Edna Lindaura Luis, responsável por despertar meu interesse na temática dos riscos naturais. Obrigada por aceitar ser banca desta dissertação, obrigada também pelo seu carinho, conversas e direcionamentos.

Ao professor Edison Ramos Tomazzoli por sua presteza.

Ao professor Antonio Uceda Cendrero, pela simpatia e por sua dedicação quando me recebeu na Universidade de Santander, e, principalmente por suas contribuições como meu co-orientador, ainda que informalmente.

A professora Neusa Mafra, que participou do estudo as análises granulométricas, por sua disponibilidade, atenção, dedicação e carinho.

Ao professor Paulino do laboratório de cartografia da UFSC, por dedicar tempo para me ensinar a usar equipamentos, pelas conversas e por sua atenção. Muito obrigada!

A minha grande amiga Elke Debiasi que acompanhou todo o percurso do meu mestrado, me apoiando, dando-me doses de ânimo e ouvindo-me nos momentos difíceis. Você é uma irmã para mim.

A amiga pela qual tenho muito estima, Heloísa de Campos Lalane.. Obrigada pela ajuda, sessões de desabafos, esclarecimento de dúvidas em geomorfologia, scaneamentos, etc, etc, etc... Você é uma amiga e tanto.

Renata Inácio Duzzioni, pelas boas gargalhadas enquanto produzíamos no ArcGis, por dividir comigo seus conhecimentos em geoprocessamento e principalmente por sua sincera amizade. Amizade esta que foi estreitando-se a cada elaboração de um novo mapa temático! Quero-te muito bem amiga.

A Gisele Gonçalves, amiga de tanto tempo que sempre esteve comigo compartilhando os bons e maus momentos da vida.

Aos amigos Andréa Livramento, Solange Richartz Wilvert, Ary Pinheiro Leite, Renata Pozzo, Adriano Duarte, Giselli Ventura, Thiago Souza, Larissa Monguilhot, Gilson Leonel dos Santos, Ernani Pozza, Guilherme Longo, Fabiula Silva, Daniel Audino, Tássia Castelli, Kleicer Cardoso Rocha, Felipe Restitutti Armani, Israel Montesuma, Gabriel Lopes, Franciele Cardoso e Elisa Cabral pelo simples fato de compartilhar alegrias durante os encontros e desencontros da vida.

Aos companheiros do GEDN, Cyntia Fernandes, Karla Mendes, Lúcia Camargo, Líliam Dísel, Daniel Parizzoto, Pedro Murara, e Kátia Spinelli. Vocês enriqueceram minha vida com alegria.

Aos Marcelo Accioly, Juan (da Universidade de Santander), Maria Paula Marimon e Ricardo Veado, pela ajuda que me deram na dissertação. Muito obrigada!

Em especial, agradeço as famílias de Gaspar que me receberam em suas casas e contribuíram com seus relatos, dados e informações sobre o desastre de 2008. Muito obrigada!

Ao Moser do IBGE, Carlos Alberto da Secretaria de Planejamento, ao Irineu da Defesa Civil e ao Fernando da Centrocópias, obrigada pela atenção.

A todos os colegas de mestrado.

Aos colegas que não ajudaram, mas também não atrapalharam...
Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho objetiva analisar os fatores condicionantes que culminaram nos movimentos de massa de novembro de 2008 no município de Gaspar. A área de estudo encontra-se no médio vale do Rio Itajaí-Açu, formado por dissecados em colinas, outeiros e montanhas e acumulação em planície aluvionar e rampas de colúvio. Para entender os processos de movimentos de massa na área de estudo, foram analisadas as características de clima, características geológico-geomorfológicas, tais como tipo de rocha, presença de falhas e fraturas; modelados e feições, forma de encosta, setores de encosta, declividade, hipsometria e características de uso da terra. Para melhor compreender os mecanismos que envolvem o processo de ruptura para ocorrência de movimentos de massa na área de estudo, foram selecionados quatro locais para realizar estudo de detalhe, onde foram coletadas amostras para análise granulométrica e foram medidas tensões e ângulo de atrito. Os procedimentos para tal análise foram apoiados na interpretação de fotos aéreas, imagens de satélites e trabalhos de campo. Foram mapeadas 96 cicatrizes de movimentos de massa que ocorreram essencialmente no desastre de novembro de 2008. Os movimentos de massa foram predominantes nos segmentos côncavos das encostas e nas litologias associadas ao Grupo Itajaí, a qual é predominante na área de estudo. Dentre os 96 movimentos de massa, os escorregamentos foram os que causaram mais prejuízos à população, sendo que o escorregamento do bairro Sertão Verde teve como consequência 8 vítimas fatais e centenas de casas danificadas e destruídas. O bairro Belchior Baixo também foi bastante atingido, ocorrendo na Rua Adão Schmitt um escorregamento que decorreu em 2 vítimas fatais. A suscetibilidade a movimentos de massa faz parte do meio físico da área de estudo, porém as diversas obras de cortes de talude para construção de vias e ocupação residencial são ações que intensificam o processo. Espera-se que essa pesquisa possa fornecer subsídios aos órgãos públicos para medidas e ações no gerenciamento de áreas de risco, bem como para diretrizes de uso e ocupação da terra, para evitar que novas áreas suscetíveis a movimentos de massa sejam ocupadas, reduzindo, portanto, a possibilidade de novos desastres desse tipo.

Palavras chaves: Fatores Condicionantes. Movimentos de massa, Desastres. Município de Gaspar.

ABSTRACT

This paper aims at analyzing the conditioning factors that culminated in mass movements November 2008 in Gaspar city. The study area is located in the middle valley of Itajai-Açu River, formed by dissected hills, mountains, mounds and accumulation in floodplain and colluvial ramps. To understand the processes of mass movements in the study area, we analyzed the characteristics of climate, geological and geomorphological features such as rock type, the presence of faults and fractures, modeled and features, hang section, slope shape, hypsometry and land use characteristics. To better understand the mechanisms that involve the rupture process for the occurrence of mass movements in the study area, four sites were selected to perform the study of detail, where samples were collected for analysis and particle size were measured tension and friction angle. The procedures for this analysis were supported in the interpretation of aerial photographs, satellite images and field work. Ninety six mass movements marking were mapped which occurred mostly in November 2008 disaster. Mass movements were regnant in concave slopes segments and lithologies related to the Itajai Group, predominant in the study area. Among the ninety six mass movements, landslides were causing more damage to the population, and the slip of the Sertão Verde neighborhood resulted in eight fatal victims and hundreds of homes damaged or wrecked. Belchior Baixo neighborhood was very reached too, occurring in a slip Adam Schmitt Street held in two fatal victims. The mass movements susceptibility is part of the physical environment, but many slope cuts operations to roads construction and residential occupation are actions that enhance the process. It is hoped that this research can provide grants to public agencies for actions in the risk areas management, as well as guidelines for use and occupation of the land, to prevent new susceptible to mass movement areas are occupied, thus reducing the possibility of further disasters.

Key-words: conditioning factors; mass movements; disasters; Gaspar City.

ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Decreto dos municípios de Santa Catarina no desastre de 2008.....	14
Figura 02: Gráfico dos valores de precipitação média mensal e de novembro do ano de 2008 para Blumenau.....	15
Figura 03: Imagem de satélite do dia 22/11/2008.....	18
Figura 04: Gráfico da distribuição média mensal da precipitação em Blumenau para o período de 1988 a 2007.....	27
Figura 05: Segmentos de encosta: côncavo, convexo, retilíneo.....	61
Figura 06: Gráfico representando a reta de Coulomb e envoltória de Mohr.....	64
Figura 07: Gráfico representando o diagrama de Mohr aplicado à mecânica dos solos.....	73
Figura 08: Imagem fusionada utilizada para mapear movimentos de massa na área de estudo.....	73
Figura 09: Gráfico de porcentagem de cicatriz por tipo de unidade geológica.....	85
Figura 10: Mergulho da fratura na rocha do Grupo Itajai.....	87
Figura 11: Direção do escorregamento a partir do interflúvio no Bairro Margem Esquerda.....	89
Figura 12: Sequência de dobras por metassedimentos.....	89
Figura 13: Distribuição das cicatrizes por tipo de modelado. Dissecação em montanha (Dm) e Dissecação em outeiro (Do).....	96
Figura 14: A área em bege corresponde a extensão de massa deslizada por 3 escorregamentos, marcados com forma de X.....	97
Figura 15: Gráfico de porcentagem de cicatrizes por setores de encosta.....	103
Figura 16: Gráfico de porcentagem de cicatrizes por segmentos de encostas.....	107
Figura 17: Gráfico da porcentagem de cicatrizes por classe de altitude.....	110
Figura 18: Gráfico de porcentagem das cicatrizes por classes de declividade em graus.....	113
Figura 19 – Gráfico de porcentagem de cicatriz por classes de uso da terra.....	115

Figura 21: Perfil topográfico seção A+B, destacando perfis de amostragem 1 e 2.....	121
Figura 22: Perfil topográfico seção B+C, destacando perfis de amostragem 3 e 4.	121
Figura 23: Diagrama de Shaperd do Perfil 01.....	126
Figura 25: Distribuição dos materiais em porcentagens da amostra 03 do Estudo de detalhe.....	127
Figura 26: Diagrama de Sherpad do Perfil 02.....	131
Figura 27: Diagrama de Sherpad do Perfil 03.....	135
Figura 31: Distribuição das granulometrias em porcentagens da amostra 03 do estudo de detalhe 03.....	136
Figura 32: Diagrama de Sherpad do Perfil 04.....	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Principais ocorrências de movimentos de massa registrados no Brasil.....	09
Quadro 02: Precipitação diária mês de outubro de 2008.....	16
Quadro 03: Precipitação diária mês de novembro de 2008.....	17
Quadro 04: Evolução do Complexo Luís Alves.....	30
Quadro 05: Evolução populacional do município de Gaspar.....	52
Quadro 06: Unidade de Planejamento do Município de Gaspar.....	54
Quadro 07: Sistematização de Saídas de Campo para Área de Estudo..	69
Quadro 08: Chave de interpretação de objetos e feições representados em imagem <i>Alus</i> Quadro 06: Evolução do Complexo Luís Alves.....	77
Quadro09: Histórico de eventos em Gaspar 1980 – 1989.....	79
Quadro 10: Histórico de eventos em Gaspar 1990 – 1999.....	79
Quadro 11:Histórico de eventos em Gaspar 2000 – 2009.....	80
Quadro 12:Histórico de eventos em Gaspar 2010.....	80
Quadro 13: Cicatrizes por setores de encosta de cada microbacia hidrográfica da área de estudo	103
Quadro 14: Movimentos de Massa por forma de encosta.....	107
Quadro 15: Distribuição de cicatrizes por intervalos hipsométrico....	110
Quadro 16: Número de cicatrizes por classes de declividade.....	113
Quadro 17: Distribuição dos Perfis ao longo da área de estudo.....	120
Quadro 18: Porcentagem de Grãos de Areia (%) do Perfil 01.....	125
Quadro 19: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 01.....	125
Quadro 20: Síntese das informações analisadas no Perfil 01.....	126
Quadro 21: Porcentagem de Grãos de Areia(%) do Perfil 02.....	130
Quadro 22: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 02.....	130
Quadro 23: Síntese das informações analisadas no Perfil 02.....	131

Quadro 24: Porcentagem de Grãos de Areia(%) do Perfil 03.....	134
Quadro 25: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 03.....	134
Quadro 26: Síntese das informações analisadas no Perfil 03.....	136
Quadro 27: Porcentagem de Grãos de Areia (%) do Perfil 04.....	139
Quadro 28: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 04.....	139
Quadro 29: Síntese das informações analisadas no Perfil 04.....	141
Quadro 30: Locais das cicatrizes da área de estudo.....	142

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Localização da área de estudo.....	23
Mapa 03: Base cartográfica da área de estudo.....	24
Mapa 03: Geologia da área de estudo.....	29
Mapa 04: Geomorfologia da área de estudo.....	37
Mapa 05: Uso da terra da área de estudo.....	48
Mapa 06: Setores de Encosta da área de estudo.....	102
Mapa 07: Forma de Encosta da área de estudo.....	106
Mapa 08: Hipsometria da área de estudo.....	109
Mapa 09: Declividade da área de estudo.....	112

LISTA DE FOTOS

Foto 01: Afloramento de gnaise granulítico após escorregamento ocorrido em novembro de 2008.....	28
Foto 02: Rocha do tipo enderbite com minerais maficos, félsico.....	31
Foto 03: Deposito oriundo de alteração de conglomerado.....	33
Foto 04: Lineamentos em rocha do Complexo Luís Alves que acompanham a direção do talvegue.....	35
Foto 05: Ilustração são de feições geomorfológicas da área de estudo.....	41
Foto 06: Panorâmica destacando em primeiro plano a planície aluvial e Gleissolos, colinas isoladas e de fundo e os morros e colinas do alto e médio vale do Itajaí com ocorrência de Cambissolos Podzólico.	63
Foto 07: Modelados de relevo e usos da terra na Microbacia de Porto Arraial.....	44
Foto 08: Gado de corte sobre o dissecado em colina.....	45
Foto 09: Urbanização, rizicultura e extração de terra ao longo da BR 470.....	46
Foto 10: Habitações em área suscetível a riscos de escorregamentos e inundação, localizado no Bairro Margem Esquerda e Sertão Verde, microbacia Rio Belchior Baixo.....	53

Foto 11: Escorregamento na beira da estrada no Bairro Margem Esquerda.....	81
Foto 12: Camada de arenito com intercalação de lamina de argilito ou siltito.....	86
Foto 13: Escorregamento no bairro Sertão Verde. Rocha metapelito com laminação fina e camadas finas de arenito.....	88
Foto 14: Filito metamorfizado em de baixo grau sob-rocha sedimentar de granulação siltosa.....	90
Foto 15: Residências em situação de risco e na parte superior esquerda da foto a cicatriz do escorregamento.Bairro Margem Esquerda.....	91
Foto 16: Sacos de areia e as manilhas para contenção de movimentos de massa no Bairro Margem Esquerda.....	92
Foto 17: Dreno para desviar águas pluviais no Bairro Margem Esquerda.....	92
Foto 18 - Detritos carregados por escorregamento na microbacia do Córrego Saltinho em direção ao talvegue.....	93
Foto 19: Escorregamento rotacional em linhas de falhas e fraturas de rocha.....	94
Foto 20: Escorregamento com materiais alterados e rocha metamórfica do tipo enderbitos localizado no alto vale do rio Saltinho.....	95
Foto 21: Rocha enderbitica máfica com leve lineamentos de óxidos de manganês cristalizados na fratura.....	95
Foto 22: Escorregamento rotacional no modelado em outeiro com rebaixamento em direção a planície aluvionar, situado a Rua André Schimitt.....	98
Foto 23: Sulco provocado pelo escoamento superficial concentrado....	99
Foto 24: Feições de alcovas de regrassão no Bairro Margem Esquerda.....	100
Foto 25 : Várias nascentes após o escorregamento de novembro de 2008 sob o Grupo Itajaí.....	100
Foto 26: Nascente após o escorregamento em novembro de 2008 sob o Grupo Itajaí.....	100
Foto 27: Escorregamento provocado, pelo aumento da declividade resultante das obras de engenharia ocorrido em novembro de 2008 no alto vale da encosta do rio Saltinho, bairro Belchior Baixo.....	114
Foto 28: Movimento de massa num talude artificial no bairro Belchior Baixo.....	116
Foto 29: Explosão do gasoduto, microbacia Saltinho.....	117
Foto 30: Casa destruída com o calor do gasoduto.....	117

Foto 31: Escorregamento na beira da Estrada Geral do Poço Grande, bairro Margem Esquerda.....	118
Foto 32: Escorregamento ocorrido em novembro de 2008 que atingiu uma residência no Bairro Margem Esquerda.....	119
Foto 33: Residências destruídas pela onda provocada pelo escorregamento.....	119
Foto 34: Local do estudo de detalhe 01.....	123
Foto 35 – Local do estudo de detalhe 02.....	128
Foto 36 – Local do estudo de detalhe 03 no bairro Margem Esquerda.....	133
Foto 37: Local do estudo de caso 04 no bairro Belchior Baixo.....	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPEC - Autoridade Nacional de Proteção Civil
AVADAN – Avaliação de Danos (relatório do município)
CEPED – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CONDEPE/FIDEM - Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAPESC – Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina
GEDN – Grupo de Estudos de Desastres Naturais
GEO-RIO - Fundação Instituto de Geotecnia do Município do Rio de Janeiro
GERCO – Projeto Gerenciamento Costeiro
GTC - Grupo Técnico Científico
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG – Instituto Geológico
INDR - Década Internacional para a Redução de Desastres
ISDR - Estratégia Internacional de Redução de Desastres
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MDT – Modelo Digital de Terreno
mTa – Massa Tropical Atlântica
mEa – Massa Equatorial Atlântica
ONU – Organização das Nações Unidas
PPDC - Plano Preventivo da Defesa Civil
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SIBRADEN - Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNDRO - Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
-------------------------	----

CAPÍTULO I

PANORAMA HISTÓRICO DOS DESASTRES NATURAIS

1.1 A PREOCUPAÇÃO COM DESASTRES NATURAIS NO MUNDO: MEDIDAS E AÇÕES.....	03
1.2 MEDIDAS E AÇÕES SOBRE DESASTRES NATURAIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	05
1.3 DESASTRES NATURAIS CAUSADOS POR MOVIMENTOS DE MASSA NO BRASIL.....	08
1.4 OBJETIVOS.....	11
1.4.1 Objetivo geral.....	11
1.4.2 Objetivos específicos.....	11

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 MUNICIPIO DE GASPAR NO DESASTRE NATURAL DE NOVEMBRO DE 2008.....	12
2.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
2.3 CLIMA.....	25
2.4 GEOLOGIA.....	27
2.4.1 Complexo Granulítico Luís Alves.....	30
2.4.2 Grupo Itajaí.....	32
2.4.3 COBERTURA SEDIMENTAR QUATERNÁRIA.....	33
2.4.4 FALHAS, FRATURAS E BANDAMENTOS.....	33
2.5 GEOMORFOLOGIA.....	35
2.5.1 Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos..	38
2.5.1.1 Unidade geomorfológica de Serras Cristalinas Litorâneas.....	38
2.5.2 Domínio Morfoestrutural Coberturas Melassóides e Vulcanitos Associados.....	39
2.5.2.1 Unidade Geomorfológica de Morros e Colinas do Alto e Médio Itajaí-Açu.....	39
2.5.3 Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários.	40
2.5.3.1 Unidade Geomorfológica de Planícies aluviais.....	40
2.5.3.2 Unidade Geomorfológica Rampa Coluvial.....	41
2.6. PEDOLOGIA.....	41
2.6.1 Gleissolos.....	42
2.6.2 Pdzol.....	42
2.6.3 Cambissolo.....	42

2.7 USO DA TERRA.....	43
2.8 ASPECTOS DA HISTÓRIA DO MUNICÍPIO DE GASPAR.....	49

CAPÍTULO III

TERMOS E CONCEITOS ASSOCIADOS AOS DESASTRES E DISCUSSÃO SOBRE MOVIMENTOS DE MASSA

3.1 EVENTO, PERIGO, ACIDENTE, DESASTRE E CATASTRÓFE.....	53
3.2 VULNERABILIDADE, SUSCETIBILIDADE E RISCO.....	55
3.3 MOVIMENTOS DE MASSA: DEFINIÇÕES E DINÂMICAS.....	58
3.3.1 Fatores condicionantes dos movimentos de massa.....	58
3.3.2 Mecanismos envolvidos no processo de ruptura das vertentes.....	63
3.3.3 Classificação dos movimentos de massa.....	64

CAPÍTULO IV

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	68
4.1.1 Procedimentos para confecção dos mapas.....	74
4.1.2 Mapas temáticos.....	74

CAPÍTULO V

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 HISTÓRICO DOS EVENTOS ANTERIORES.....	78
5.2 ANÁLISE DOS FATORES CONDICIONANTES ENVOLVIDOS NA OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA NA ÁREA DE ESTUDO.....	82
5.2.1 Condicionantes geológicos.....	85
5.2.2 Condicionantes geomorfológicos.....	95
5.2.2.1 Setores da encosta.....	101
5.2.2.2 Formas de encosta.....	104
5.2.2.3 Hipsometria.....	108
5.2.2.4 Declividade.....	111
5.2.3 Condicionantes antrópicos.....	114
5.3 ESTUDO DE CASO.....	120
5.3.1 Estudo de detalhe 01.....	122
5.3.1.1 Distribuição granulométrica.....	124
5.3.1.2 Parâmetros estatísticos.....	125
5.3.1.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões.....	126
5.3.2 Estudo de detalhe 02.....	128
5.3.2.1 Distribuição granulométrica.....	129
5.3.2.2 Parâmetros estatísticos.....	130

5.3.2.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões.....	131
5.3.3 Estudo de caso 03.....	132
5.3.3.1 Distribuição granulométrica.....	134
5.3.3.2 Parâmetros estatísticos.....	135
5.3.3.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões	135
5.3.4 Estudo de detalhe 04.....	136
5.3.4.1 Distribuição granulométrica.....	139
5.3.4.2 Parâmetros estatísticos.....	140
5.3.4.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões.....	140
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
REFERÊNCIAS.....	146
APÊNDICES.....	155
ANEXOS.....	163

INTRODUÇÃO

Desastres naturais são eventos que podem ocorrer em qualquer parte do mundo, constituindo-se grande problema socioambiental. Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (1993) dentre os desastres naturais, os movimentos de massa são que mais provocam prejuízos e mortes no mundo.

Movimento de massa é definido como o deslocamento de solo ou material rochoso encosta abaixo, sendo influenciado pela gravidade (SELBY, 1993; BIGARELLA, 2007) e atuam como modeladores do relevo.

Os movimentos de massa são atuantes na paisagem do município de Gaspar, área do presente estudo, principalmente durante episódios de chuvas intensas. Dentre os tipos de movimentos de massa mais frequentes, os escorregamentos merecem destaque, devido à intensa magnitude que estes movimentos têm apresentado.

No desastre ocorrido em novembro de 2008 que afetou o médio curso do rio Itajaí-Açu, os movimentos de massa causaram incontáveis prejuízos aos municípios por eles atingidos, com perdas e danos irreparáveis às comunidades afetadas. No município de Gaspar as microbacias hidrográficas do Saltinho, Ribeirão Belchior, Córrego Sertão e Porto Arraial, foram às áreas que mais sofreram com os problemas consequentes deste desastre natural, daí a razão de elencar essas bacias como área de estudo.

Através da análise dos movimentos de massa, esta pesquisa procura determinar as características dos processos de desestabilização das encostas, através da identificação e análise dos condicionantes que contribuíram para a ocorrência de movimentos de massa em compartimentos de relevo de colinas, morros e montanhas das microbacias hidrográficas.

Os condicionantes podem ter origem natural, ligado às aspectos de clima, vegetação, geologia e geomorfologia ou origem antrópica, associados às intervenções que o homem realiza sobre o meio natural.

Para análise desses condicionantes, foi realizada a identificação, caracterização e mapeamento de aspectos referentes às unidades geológicas, geomorfológicas como feições e modelados, declividades, formas de encostas e uso da terra. Para determinados movimentos de massas, também foram verificados os principais materiais constituintes das encostas, bem como as tensões atuantes.

Na pesquisa, primeiramente, são expostas as preocupações diante dos desastres naturais ocorridas no mundo e no Brasil, abordando, ainda

que preliminarmente, as principais diretrizes tomadas por órgãos e entidades acerca da temática. Como o enfoque desta pesquisa são os desastres causados por movimentos de massa, neste primeiro momento também é abordada a importância de estudar os desastres dessa natureza, o contexto de Santa Catarina com destaque para o município de Gaspar frente ao desastre natural de 2008.

Num segundo momento são abordados os temas e conceitos associados ao estudo de desastres naturais, bem como os fatores condicionantes, mecanismos envolvidos e classificação dos movimentos de massa.

No terceiro, são descritos os materiais e métodos utilizados, bem como os processos para confecção dos mapas e elaboração de dados que serviram de ferramentas de análise do objeto de estudo.

No quarto, são elencados os principais aspectos que atuam como condicionantes naturais e antrópicos para ocorrência de movimentos de massa na área de estudo.

Finalmente, num quinto momento, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com as análises decorrentes dessa pesquisa, tecendo algumas considerações acerca dos cuidados a serem tomados diante do uso e ocupação da terra.

Os encaminhamentos descritos subsidiaram a identificação dos principais condicionantes para ocorrência de movimentos de massa na área de estudo e assim sendo, podem-se utilizar esses resultados para dar continuidade a outros trabalhos, como cartas de suscetibilidade e risco, produtos indispensáveis ao planejamento do município, principalmente em áreas com condições naturais tão propícias aos desastres como a área de estudo.

CAPÍTULO I

PANORAMA HISTÓRICO DOS DESASTRES NATURAIS

Os desastres naturais ocorrem em todas as partes do mundo e por isso constituem um tema tão relevante no âmbito dos estudos científicos. Neste capítulo, serão abordadas as principais ações e medidas de prevenção a desastres naturais, destacando as realizadas no episódio pluvial intenso em novembro de 2008 no vale do Itajaí, notadamente o município de Gaspar, a área eleita para o presente estudo.

1.1 A PREOCUPAÇÃO COM DESASTRES NATURAIS NO MUNDO

Cerca de 80% da população mundial vivem em zonas que, ao menos uma vez entre o período de 1980 e 2000, foram afetadas por terremotos, ciclones tropicais, inundações, secas e movimentos de massa. Os desastres naturais provocados por esses fenômenos ocasionaram mais de 184 mortos por dia em diferentes partes do mundo (PNUD, 2004). Devido ao crescimento anual do número de vítimas, o estudo de desastres naturais tem sido foco de atenção no Brasil e no mundo nos últimos anos.

Inundações, terremotos, movimentos de massa, furacões, entre outros, são fenômenos de natureza física, que podem ocorrer em qualquer tempo em determinadas áreas do globo. Porém, quando ocorrem de forma intensa em local habitado por seres humanos, passam a ser considerados não somente um fenômeno em si, mas sim um desastre, em consequência das perdas e danos causados à população atingida. Dessa forma, o desastre pode ser considerado uma situação danosa, cuja interferência na atividade humana contabiliza prejuízos ao longo da história (MATTEDI e BUTZKE, 2001; CASTRO, 2000; PALÁCIOS *et al.* 2005).

Para Alcántara-Ayala (2002), desastres naturais estão associados à vulnerabilidade do sistema social sobre impacto, ou seja, o sistema econômico, político e cultural. Os fenômenos que causam perigo a população tem origem na natureza, mas são intensificados onde o homem está presente, e pela presença do homem são considerados desastres. Segundo Herrmann (1998), um acidente natural é também um acontecimento súbito que interrompe a situação de normalidade, contudo em menores proporções em relação aos desastres.

Os termos: acidentes, desastres e catástrofes são diferenciados pelo grau variados de perdas e danos. Os acidentes e desastres naturais são problemas com que todas as sociedades convivem, no entanto, em alguns lugares eles são mais frequentes, enquanto que em outros são relativamente raros. Em todas as sociedades, entretanto, eles representam um desafio a ser superado (MATTEDI e BUTZKE, 2001).

Notadamente, a preocupação com desastres a partir da dinâmica do meio natural aumenta à medida que cresce o número de vítimas causadas por eles. Devido às catástrofes entre os anos de 1960-1989, houve no mundo um aumento do número de mortos de 188.700 para 1.119.860 (MATTEDI e BUTZNZKE, 2001).

Impulsionada por dados como estes, a Organização das Nações Unidas decretou a década de 90 como a Década Internacional para a Redução de Desastres - (*INDR*) cujo objetivo era a conscientização mundial no tocante à necessidade de reduzir os riscos naturais. Em 1991, a UNDRRO (Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres) elaborou um modelo de abordagem para o enfrentamento de desastres naturais¹ com base na prevenção e preparação. Este modelo procurava buscar a eliminação ou a redução de impactos causados pelos desastres naturais.

Em 1994, foi realizada a I Conferência Mundial sobre Redução de Desastres Naturais na cidade de Yokohama, no Japão com a intenção de avaliar ações e resultados obtidos até então, bem como programar e complementar novas ações para redução de desastres tendo em vista os seis anos seguintes. Nesta conferência foram pensadas políticas para prevenção de desastres.

Em 1999, na Suíça, o tema foi novamente discutido no Fórum da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais e repercutiu para que no ano de 2000 a Organização das Nações Unidas – (ONU) viesse a estabelecer uma Estratégia Internacional de Redução de Desastres - (*ISDR*). A *ISDR* foi fundamentada em todas as tentativas e experiências anteriores de Redução de Desastres da *INDR*.

Em 2005 foi realizada a II Conferência Mundial sobre Redução de Desastres Naturais na cidade de Kobe, no Japão (2005). Contou com a presença de mais de 4000 participantes, incluindo representantes de 168 países; nesta conferência foi elaborado um documento no qual se definiu como objetivo proteger o planeta dos efeitos causados pelas catástrofes naturais. O plano foi intitulado como Quadro de Ação de

¹ Informação disponível em: <http://www.crid.or.cr;digitalizacion/pdf/eng/doc>

Hyogo², o qual possui uma abrangência de dez anos – de 2005 a 2015 – e incentiva o governo, com o apoio da ONU e da sociedade civil, a tomar medidas de prevenção local, regional, nacional e internacional na redução de desastres.

Em 2009, em Genebra, na Suíça, foram discutidas Plataformas Globais e Nacionais de Redução de Risco. Segundo informações da Autoridade Nacional de Proteção Civil – ANPC, (2009), de dois em dois anos, chefes de estado, ministros, agências da ONU, técnicos e outros se reúnem para discutir e planejar novas diretrizes em relação aos desastres. Até o ano de 2010, realizaram-se duas sessões plenárias desta Plataforma; a primeira, entre 5 e 7 de junho de 2007, e a segunda, entre 16 e 19 de junho de 2009, ambas em Genebra, Suíça. Esta última aconteceu em um contexto de crescente alarme sobre as alterações climáticas e o consequente aumento do risco de desastres.

Apesar da tentativa de reduzir as catástrofes através de atividades de planejamento e prevenção, os registros de desastres naturais continuaram crescendo historicamente em várias regiões do mundo, principalmente nos países menos desenvolvidos.

1.2 MEDIDAS E AÇÕES SOBRE DESASTRES NATURAIS NO CONTEXTO NACIONAL

No Brasil as primeiras ações que demonstram preocupação com prevenção, análise e mapeamento de risco tiveram início na década de 60 quando, em 1966, foi criado no Rio de Janeiro o Instituto de Geotécnica.

Em 1979, elaborou-se a primeira carta geotécnica referente aos morros de Santos e São Vicente, na Baixada Santista, estado de São Paulo (informação verbal, 13 de setembro de 2010)³.

No início da década de 80, teve origem a preocupação com a elaboração de cartas de risco; porém, as primeiras cartas elaboradas apresentavam caráter muito subjetivo, baseadas em informações de um autor que definia um determinado valor de risco e o representava em uma base cartográfica. As cartas de risco passaram a ter maior qualidade no fim da década de 80, resultantes da difusão de conceitos, trabalhos publicados e projetos de pesquisa em universidades e institutos científicos (CERRI e AMARAL, 1998).

² Informação disponível em: <http://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa>

³ Palestra da professora Dra. Margareth Alheiros no Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO, no ano de 2010 em Recife/PE.

Na década de 80, foi elaborado o Plano Preventivo da Defesa Civil– PPDC específico para escorregamentos. Estruturado em 1988 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Instituto Geológico (IG) este plano previa a observação, atenção, alerta e alerta máximo para os riscos de escorregamentos em 51 municípios do Estado de São Paulo. Outro trabalho importante deste período refere-se à carta geotécnica de Recife, elaborada pela Universidade Federal de Pernambuco no mesmo ano em que foi criado o PPDC (informação verbal, 13 de setembro de 2010)⁴.

Cerri e Amaral (1998) descrevem que nos anos 90, as cartas de risco tornaram-se produto indispensável ao planejamento urbano. O IPT realizou no ano de 1992 mapeamentos em determinados locais da cidade de São Paulo. No mesmo ano foi elaborado pela Prefeitura Municipal de Recife, sob a coordenação da geóloga Margareth Alheiros, o mapeamento de risco de Jaboatão dos Guararapes (PE) e, no ano seguinte, da cidade de Recife (PE). Neste contexto, a procura por serviços de cartografia de riscos foi inserida dentro das atividades mais demandadas em setores como o da Geologia de Engenharia. Com isso, alguns setores da administração específicos ao atendimento de riscos foram sendo implementados.

No ano de 1992 criou-se a Fundação Instituto de Geotécnia do Município do Rio de Janeiro - GEO-RIO, Órgão da Secretaria Municipal de Obras cujas ações estavam voltadas para a elaboração de planos emergenciais e proteção das encostas (dados da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro).

Na primeira década de 2000 foram desenvolvidos pelo Ministério da Integração Nacional/Secretaria da Defesa Civil vários projetos⁵ que visavam à redução dos riscos naturais através de programas de capacitação técnica e publicações de estudos dentro desse eixo.

Assim, em 2001, teve origem em Pernambuco através da iniciativa do Governo do Estado em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco – (UFPE) e Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco - (CONDEPE/FIDEM) o “Programa Viva o

⁴ Palestra da professora Dra. Margareth Alheiros no Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO, no ano de 2010 em Recife/PE.

⁵ O conteúdo dos projetos e programas está disponível em: <http://www.disaster-info.net/>

Morro⁶”, cujo objetivo era promover obras e ações de redução e prevenção de desastres de escorregamentos em diversos municípios do Estado.

Em 2003, foi criado o Ministério das Cidades, cuja responsabilidade esta pautada na gestão do desenvolvimento urbano e políticas de habitação dos municípios brasileiros (www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidade). O Ministério das Cidades impulsionou o Programa de Redução de Riscos que tinha por objetivo diagnosticar situações de risco, promover discussões, capacitação presencial e a distancia sobre o tema. A elaboração de Planos Municipais para redução de riscos aconteceu em 60 municípios brasileiros. Também foram realizados seminários nessa temática no ano de 2003 em Recife e no ano de 2006 na Bahia. Outra etapa foi à edição de livros como o “Guia para Redução de Riscos” no ano de 2006 e “Mapeamento de Riscos” em 2007.

Também em 2003 entrou em vigor o Grupo de Estudos de Desastres Naturais – GEDN, reformulando o grupo que atuava ao que atuava desde 1999 junto ao departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com o nome de Grupo de Áreas de Risco. O GEDN realizou em Santa Catarina o primeiro Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais – SIBRADEN, para apresentar os diversos trabalhos a respeito da temática no âmbito nacional. O segundo evento do SIBRADEN foi realizado em 2007 na cidade de Santos, (SP) e o terceiro ocorreu em novembro de 2011 na cidade de São Paulo, (SP).

Elaborado por Herrmann, no ano de 2001, foi publicado juntamente com a Defesa Civil, o levantamento dos desastres naturais em Santa Catarina no período de 1980 a 2000, constituindo-se como o primeiro Atlas de Desastres Naturais do Estado. A segunda edição do Atlas foi publicada em 2007, compreendendo uma atualização e revisão que incluiu até o ano de 2006, e atualmente, o GEDN está elaborando uma nova edição, que segue com destaque para os grandes eventos ocorridos até o ano de 2011.

Após o desastre ocorrido em dezembro de 2008 no Vale do Itajaí, o governo do Estado em parceria com várias instituições, instituiu o Grupo Técnico Científico – GTC, cujo objetivo principal é de trabalhar com prevenção de catástrofes naturais no âmbito do Estado.

⁶ Informação disponível em: <http://200.238.107.83/web/condepefidem/apresentacao12>

Desde 2009 vários projetos sobre prevenção de desastres são apoiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa Científica e Tecnológica em Santa Catarina – FAPESC, dentre os quais, pode-se citar o projeto intitulado: “Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina - Br. Período 1980-2010” (Atualização/Revisão Ampliada) e “Análise e Mapeamento das Áreas de Riscos a Movimento de Massa e Inundações nos Municípios de Gaspar, Ilhota e Luís Alves (Complexo do Morro do Baú),” no qual o departamento de Geociências da UFSC, vem trabalhando desde o início do ano de 2010. Também pela UFSC, o projeto “Situações Desastres: novas demandas e desafios ao trabalho interdisciplinar” do Programa de Pós-Graduação em Serviço Social esta em andamento desde 2009. Outros trabalhos desenvolvidos pela Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, também são apoiados pela FAPESC.

A busca do entendimento da origem e comportamento dos fenômenos perigosos, de vulnerabilidade é a fonte de informação para criar ações que previnam ou amenizem os problemas consequentes dos desastres naturais; por essa razão, estudos, pesquisas e trabalhos a respeito da temática são tão relevantes.

Desastres naturais ocorrem em todo o mundo, configurando uma ameaça à comunidade afetada; no Brasil, entretanto, devido à alarmante frequência de ocorrência dos últimos anos, dentre os tipos de desastres naturais, os movimentos de massa se apresentam como os mais agobiantes.

1.3 DESASTRES NATURAIS CAUSADOS POR MOVIMENTOS DE MASSA NO BRASIL

Dentre os movimentos de massa ocorridos no Brasil os escorregamentos são os acidentes geológicos mais graves e de maior ocorrência (CERRI e AMARAL 1998). Desde 1928, são registrados desastres a partir da ocorrência de movimentos de massa nos país. A exemplo dessa afirmação tem-se o trabalho de Augusto Filho, que resgatou alguns dos principais casos até 1992, conforme consta no Quadro 01, que foi adaptado para contemplar a ocorrência de desastres significativos até o ano 2011.

Quadro 01: Principais Ocorrências de Escorregamentos no Brasil		
Município/Cidade	Ano	Perdas e danos associados
Santos, SP	1928	60 mortes
Vale do Paraíba, RJ/MG	Dez./ 1948	250 mortes
Santos, SP	1956	43 mortes, destruição de 100 casas.
Rio de Janeiro, RJ	Jan./1966	100 mortes
Serra das Araras, RJ	Jan./1967	1200 mortes
Caraguatatuba, SP	Mar./1967	120 mortes, destruição 400 casas.
Salvador, BA	Abr./1971	104 mortes, milhares de desamparados.
Campos do Jordão, SP	Ago./1972	Mais de 10 mortes e destruição de 60 casas
Maranguape, CE	Abr./1974	12 mortes
Lavrinhas, SP	Dez./1986	11 mortes, destruição de casas e pontes.
Petrópolis, RJ	Fev. 1988	171 mortes, 5000 desabrigados
Rio de Janeiro, RJ	Fev. 1988	Mais de 30 mortes,
Salvador, BA	Jun./1989	100 mortes
Blumenau, SC	Out./ 1990	Cerca de 10 mortes
Contagem, MG	Mar./ 1992	36 mortes
Salvador, BA	Abr./1994	10 mortes
Timbé do Sul, SC	Dez./ 1995	29 mortes
Rio de Janeiro, RJ	Fev./1996	59 mortes
Rio de Janeiro, RJ	Jan./ 2000	13 mortes
Petrópolis, RJ	2001	65 mortes, 300 famílias afetadas e centenas de casas destruídas.
Timbé do Sul, SC	2001	29 mortes, destruição de dezenas de plantações, edificações, pontes e vias.
Estado do Rio de Janeiro	Jan./ 2003	35 mortes
Estado de São Paulo	Jan./ 2004	27 mortes
São Bernardo do Campo, SP.	Jan./ 2005	9 mortes
Santa Catarina, principalmente o Vale do Itajaí.	Nov./2008	135 mortes, 78 mil desabrigados, milhares de casas e da infra-estrutura destruídas.
Niterói (RJ)	Abr./2010	85 mortos, 50 casas destruídas no Morro do Bumba.
Angra dos Reis (RJ)	Jan./2010	54 mortes, 1207 casas destruídas 2284 pessoas desalojadas.
Teresópolis, Nova Friburgo, Petrópolis, Sumidouro e São José do Vale do Rio Preto, RJ	Jan./2011	830 mortes, 9.988 desabrigados e 91.867 pessoas afetadas.

Fonte: Augusto Filho, 1995 atualizado (1992-2011) por Bini, 2011

Os movimentos de massa ocorrem com muita frequência no Brasil e, portanto, a preocupação em investigar, analisar e controlar estes fenômenos tem sido o foco de discussão em muitas universidades, simpósios e congressos. Segundo Augusto Filho (1995), a importância atualmente dada ao estudo dos escorregamentos resulta da demanda socioeconômica proveniente de acidentes e outros problemas oriundos da desestabilização das encostas.

Os movimentos de massa são fenômenos naturais associados à dinâmica externa da Terra (FERNANDES e AMARAL, 1996) e atuam como um dos mais importantes processos que modelam a paisagem, pois podem fazer isso de forma muito rápida e perceptível dentro da escala de tempo. Guimarães *et. al.* (2008) descrevem que a identificação da origem de uma feição pode ser baseada na sua forma, além do tipo de material que a constitui e da história geomorfológica da área. Portanto, os processos que deram origem ao relevo e seu desenvolvimento são princípios fundamentais a serem estudados para compreender a morfologia de determinada paisagem.

Por se tratar de um movimento rápido que, de acordo com a intensidade, pode atingir grande distância, os escorregamentos e as corridas de detritos são, dentre os movimentos de massa, um fenômeno que merece destaque, principalmente porque, dependendo do local de ocorrência, podem trazer consequências desastrosas à população.

Por esta razão, para poder prevenir e/ou reduzir os desastres de escorregamentos, bem como de outros tipos de movimentos de massa, é indispensável o conhecimento acerca dos fatores geológicos e geomorfológicos que afetam e controlam áreas de encostas, bem como as intervenções causadas pelo uso da terra, visto que o levantamento dos fatores condicionantes do processo que desenvolvem o movimento de massa é sem dúvida um passo primordial para contribuir para o estudo deste tipo de fenômeno.

No Brasil, conforme destaca Augusto Filho (1995) os movimentos de massa, principalmente os escorregamentos e as corridas de detritos, se constituem como o mais importante processo associado à dinâmica superficial do território e isso decorre da grande extensão de área com potencialidade do acontecimento destes processos, vide as características geológicas, geomorfológicas, climáticas e sociais do país.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar os movimentos de massa que ocorreram em novembro de 2008 nas microbacias hidrográficas de Saltinho, Belchior Baixo, Sertão e Porto Arraial, localizadas no município de Gaspar, SC, e identificar os processos naturais e antrópicos que condicionam a instabilidade ambiental.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar a dinâmica do meio físico natural bem como as intervenções antrópicas que geram condições para ocorrência de movimentos de massa.
- b) Analisar os principais aspectos físicos da área de estudo como fatores condicionantes para movimentos de massa.
- c) Elaborar mapas temáticos da área de estudo.
- d) Propor medidas estruturais e não estruturais para o enfrentamento dos perigos representados pela dinâmica do meio físico na área de estudo.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

Conhecer as características inerentes ao clima, geologia, geomorfologia, uso da terra e pedologia são relevantes para entender o comportamento da dinâmica natural do meio físico. A qualidade destas informações serve como base para identificar a suscetibilidade de uma determinada área a perigos criados pela ocorrência de movimentos de massa.

2.1 MUNICÍPIO DE GASPAR NO DESASTRE NATURAL DE NOVEMBRO DE 2008

O estado de Santa Catarina se destaca no cenário brasileiro por apresentar suscetibilidade a inundações e movimentos de massa devido as suas características físicas combinadas com o processo de ocupação desordenada que resultam desastres naturais diante de episódio de chuvas intensas. A falta de conhecimento prévio das características naturais ligadas à geologia, à geomorfologia e ao solo, tem como efeito a má gestão de uso e ocupação da terra. A população catarinense em geral se estabelece construindo em áreas que apresentam restrições ou que não deveriam ser ocupadas, como as áreas de planície aluvial e as áreas declivosas.

As intervenções humanas, tais como cortes em encostas, desvio de canal de drenagem, aterros, impermeabilização da planície, por vezes criam e/ou intensificam os processos do meio natural, como os movimentos de massa e inundações.

Um dos exemplos de desastre natural onde os movimentos de massa foram de grande magnitude em Santa Catarina foi o desastre ocorrido em novembro de 2008. Trata-se do episódio pluvial excepcional ocorrido no Vale do Itajaí, que levou a ocorrência de muitos movimentos de massa que resultaram em centenas de mortes e incontáveis prejuízos materiais, principalmente para os moradores dos municípios de Blumenau, Pomerode, Timbó, Indaial, Jaraguá do Sul, Rio dos Cedros, Brusque, Ilhota, Luís Alves, Rodeio, Benedito Novo e Gaspar. Segundo Mattedi *et al.* (2009) e dados da Defesa Civil do estado de Santa Catarina, foram 14 municípios que decretaram Estado

de Calamidade Pública⁷ e 63 que decretaram Situação de Emergência⁸. A Fig. 01 mostra a situação dos municípios catarinenses conforme foi decretado pelo poder público.

⁷*Estado de Calamidade Pública*: refere-se ao reconhecimento pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes, (www.cnm.org.br).

⁸*Situação de Emergência*: o reconhecimento pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando danos superáveis pela comunidade afetada; (www.cnm.org.br).

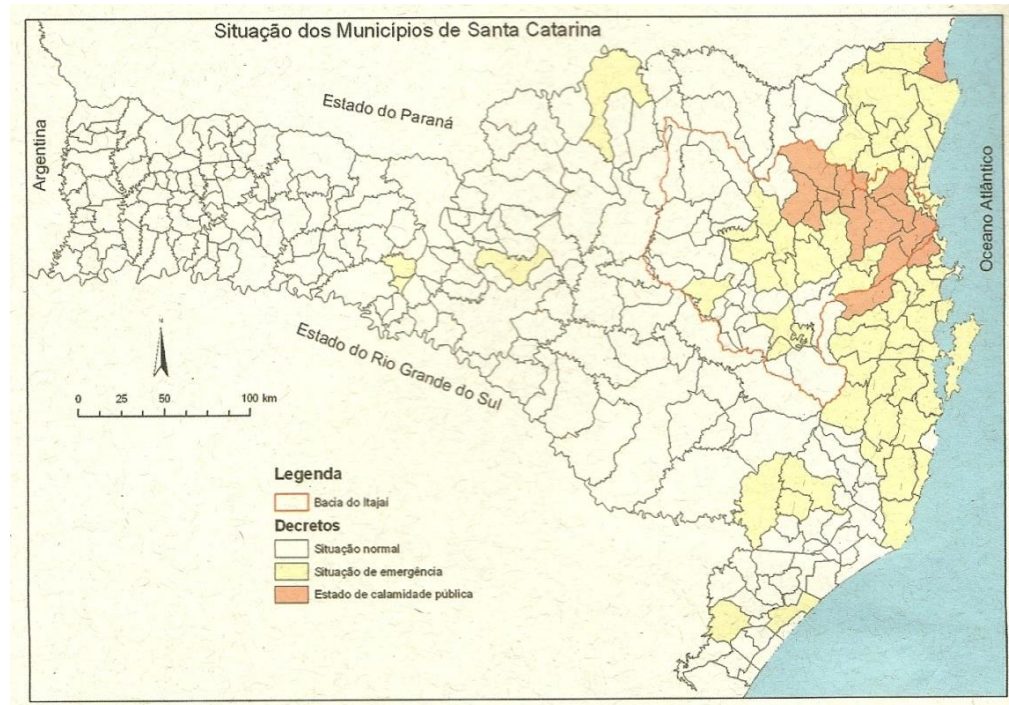


Fig. 01 - Decreto dos Municípios de Santa Catarina no Desastre de Novembro de 2008
Fonte: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí.

Segundo dados da Defesa Civil de Santa Catarina, 112 municípios catarinenses foram afetados pelas chuvas, contabilizando o total de 132 vítimas. No município de Gaspar e regiões circunvizinhas, os movimentos de massa foram intensos e consecutivos, gerando desabamento e soterramento de casas, além de obstrução de estradas, o que dificultou o acesso ao socorro às vítimas atingidas.

A concentração de chuvas em dois dias, antecedida por um período contínuo de altos índices de precipitações durante os meses de setembro, outubro e início de novembro, foi o principal fator desencadeador das inundações e escorregamentos ocorridos no desastre de 2008.

Os valores mensais de precipitação em 2008 seguiram a média mensal prevista até o mês de outubro. A partir de outubro os valores de precipitação começam a aumentar, sendo ainda maior no mês de novembro. Segundo Severo (2009), o total mensal de precipitação em outubro foi o dobro do valor climatológico e em novembro a chuva mensal foi sete vezes maior o valor médio esperado. Figura 02.

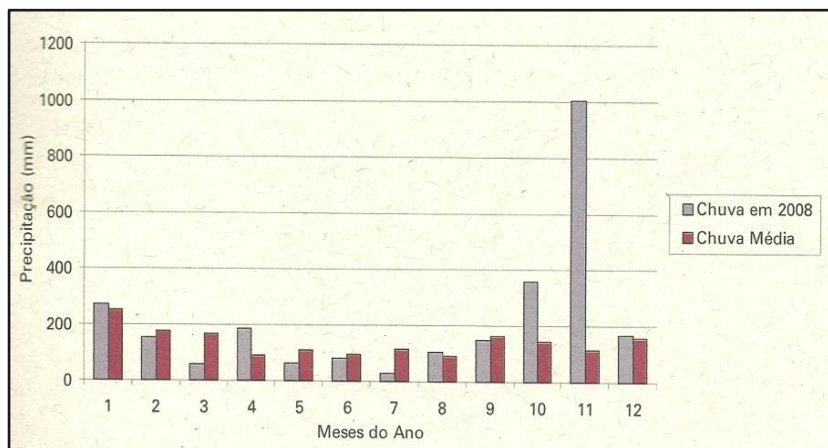


Fig. 02 - Gráfico da distribuição da precipitação média mensal e dos valores registrados em 2008 para Blumenau. Fonte: Ipa-FURB

A Figura 02 mostra que a precipitação no ano 2008 esteve abaixo ou próxima das médias mensais anteriores, com exceção dos meses de janeiro, abril, agosto, outubro, novembro e dezembro, que mostram índices de chuva superiores à média.

No mês de outubro, quando a média mensal é de 170 mm, o total de chuvas no ano de 2008 foi de 360 mm e no mês de novembro,

quando a média mensal é de 150 mm, foi de 1002 mm em 2008 De outubro para novembro a quantidade de precipitação praticamente triplicou; se observar os totais diários de chuvas nesses dois meses, (Quadro 02 e 03) nota-se que a maior excepcionalidade é marcada por dois dias do mês.

Quadro 02: Precipitação diária da cidade de Blumenau/ Outubro 2008	
Data	Chuva 24h (mm)
1/10/2008	0,3
2/10/2008	21,7
3/10/2008	0
4/10/2008	71,3
5/10/2008	30,4
6/10/2008	0
7/10/2008	0
8/10/2008	0
9/10/2008	0
10/10/2008	1,1
11/10/2008	3
12/10/2008	10,8
13/10/2008	0
14/10/2008	0
15/10/2008	32,5
16/10/2008	36,3
17/10/2008	22,2
18/10/2008	30,6
19/10/2008	15,3
20/10/2008	0,9
21/10/2008	3
22/10/2008	0,8
23/10/2008	0
24/10/2008	29,3
25/10/2008	0,4
26/10/2008	0,4
27/10/2008	20,3
28/10/2008	0
29/10/2008	15,8
30/10/2008	13,5
31/10/2008	0,2
Total	360,1 mm

Fonte: Epagri/Ciram

Quadro 03: Precipitação diária da cidade de Blumenau / Novembro 2008	
Data	Chuva 24h (mm)
1/11/2008	0
2/11/2008	55,4
3/11/2008	5,4
4/11/2008	0,7
5/11/2008	0,5
6/11/2008	4,7
7/11/2008	1,2
8/11/2008	0
9/11/2008	0
10/11/2008	25,6
11/11/2008	22,4
12/11/2008	83,4
13/11/2008	8,5
14/11/2008	23,6
15/11/2008	0
16/11/2008	0
17/11/2008	13,2
18/11/2008	0,2
19/11/2008	37,6
20/11/2008	7,3
21/11/2008	51,8
22/11/2008	29,3
23/11/2008	283,1
24/11/2008	212,1
25/11/2008	12,4
26/11/2008	7,7
27/11/2008	24,9
28/11/2008	8,5
29/11/2008	17,5
30/11/2008	65
Total	1002 mm

Fonte: Epagri/Ciram

As anomalias observadas no Quadro 02 nos dias 23 e 24 de novembro, quando o total de precipitação (495,2 mm) foi equivalente à metade da precipitação durante todo o mês (1.002 mm).

A imagem de satélite do dia 22/11/2008 (Figura 03) mostra a condição atmosférica que precedeu as chuvas excepcionais dos dias 23 e 24. Na ocasião, a combinação de vórtice ciclônico, ventos úmidos e sistema de alta pressão compuseram as condições climáticas para ocorrência das chuvas intensas e excepcionais, diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa.

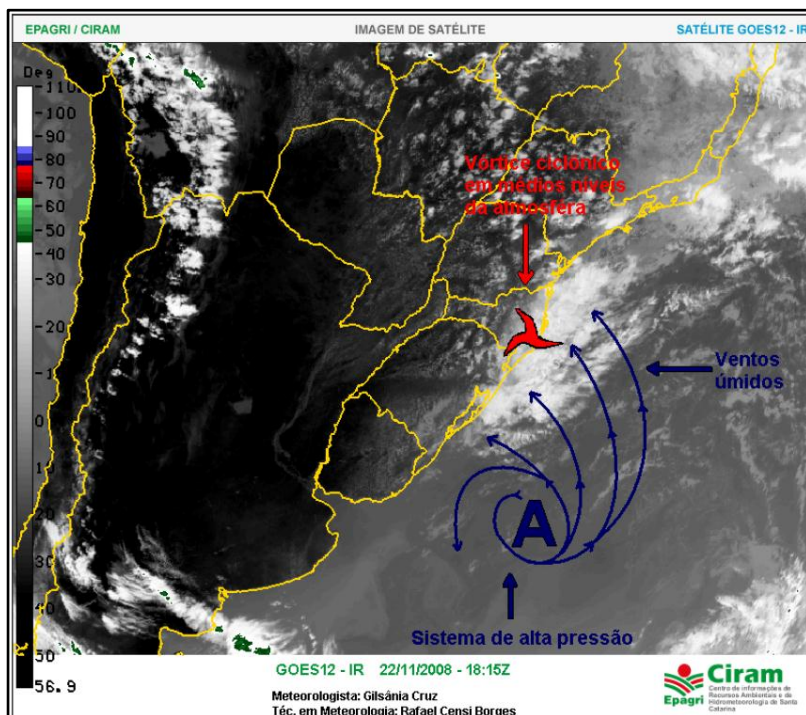


Fig. 03 - Imagem de satélite do dia 22/11/2008. Fonte: Epagri/Ciram.

O primeiro registro de movimento de massa anunciado pelo município de Gaspar ocorreu na sexta-feira, dia 21 de novembro de 2008, sendo desencadeado pelas constantes chuvas ao longo do mês. Este fenômeno interrompeu o trânsito da principal Avenida de Gaspar, a Avenida da Comunidade. No sábado, dia 22 de novembro aconteceu o rompimento do gasoduto Brasil-Bolívia, causando uma explosão num trecho da BR 470, fato esse que desencadeou um deslizamento nas imediações, conforme relato de moradores e dados do arquivo da Prefeitura Municipal de Gaspar (conforme consta no anexo 01).

A preocupação dos moradores era também com a inundação. Como o município de Gaspar não tem controle de cheias, as informações sobre o nível do Rio Itajaí-Açu eram recebidas pelo contato direto com a Defesa Civil de Blumenau por meio da rádio municipal Sentinela do Vale. Segundo AGUIAR (2009), ao amanhecer do dia 23 de novembro o cenário de Gaspar já era outro, composto por deslizamentos, alagamentos e inundações que atingiram níveis nunca vistos antes. *“Gaspar ficou totalmente isolada em alguns pontos, o acesso era difícil, faltava água, mantimento e até mesmo socorro médico”*, (AGUIAR, 2009. p.15). Somente na segunda-feira 24 de novembro, foram estruturadas várias equipes pelo corpo de bombeiro para resgatar os atingidos pelos fenômenos. Na quarta-feira, dia 26 de novembro, chegaram ao cemitério municipal de Gaspar os primeiros corpos. Dia 27 de novembro, quinta-feira, era feita a primeira distribuição oficial de mantimentos pela Secretária de Obras da Prefeitura de Gaspar doados por voluntários locais. A contribuição a nível Nacional e Estadual para o município de Gaspar foi demorada, ocorreu primeiro a distribuição de mantimentos em região pólo, a exemplo do município de Blumenau.

Ainda segundo Aguiar (2009), a partir de sexta-feira, dia 28 de novembro, iniciou-se o trabalho de recuperação da cidade. Os órgãos públicos estavam trabalhando na limpeza das ruas, reconstrução de rodovias e o reabastecimento de água e energia em várias regiões do município. O povo gasparense já trabalhava na limpeza e reconstrução de suas casas, ou do que restou delas. Bairros como Margem Esquerda, Sertão Verde e Belchior Baixo (localizados na das microbacias de estudo), já contabilizavam seus prejuízos. No sábado, dia 29 de novembro, novos casos de soterramentos, inundação e enxurradas foram registrados nos Bairros Barracão, Gasparinho, Centro, entre outros, aumentando o número de perdas e danos causados pelos desastres.

A avaliação dos inúmeros prejuízos causados pelas inundações e movimentos de massa ocorridos no município de Gaspar em novembro de 2008, classifica o desastre como de grande porte, superando, em muito, a capacidade de respostas dos órgãos com sede no município. Tendo em vista essa questão, o então prefeito vigente Adilson Luis Schmitt, decretou “Estado de Calamidade Pública” no município.

Segundo dados do Relatório de Avaliação de Danos – (AVADAN) enviado pelo município para a Defesa Civil Estadual em 02/2009, foram registradas 21 mortes por soterramento, 1 desaparecimento, 120 desabrigados, 1174 desalojados, 8 deslocados e, o número de pessoas indiretamente afetadas foi de 54687, ou seja, quase

toda a população gasparense. O AVADAN ainda aponta 758 residências populares destruídas bem como outras 480 residências igualmente destruídas; 2480 residências populares e 563 outras residências que sofreram algum estrago.

No “Relatório Áreas Afetadas Catástrofe Novembro/2008,” elaborado pelo Governo do Estado de Santa Catarina (2009), a informação é que o município necessita da construção de 480 unidades habitacionais urbanas e rurais para atender a população atingida e que a caráter emergencial 60 unidades seria um número suficiente, ao menos para atender as pessoas que permaneciam em alojamentos. Tal relatório já nasce deficitário, visto que estas 480 unidades deixam uma lacuna de 780 unidades para suprir a necessidade de 1238 casas destruídas (entre residências normais e populares) conforme consta no AVADAN [!].

A infraestrutura de 03 edificações públicas de saúde e 05 escolas básicas estaduais também ficou comprometida, sendo que em alguns casos os danos materiais foram irrecuperáveis, prejudicando o ensino de 4.032 estudantes. Também foram contabilizados 50 km de vias destruídas, 500 km de estradas e 200000 m² de pavimentação urbana danificadas.

Segundo informações do AVADAN, os setores da economia mais atingidos foram o da agricultura, contabilizando perdas da ordem de 16.575 toneladas de arroz; 52.100 toneladas no tocante a silvicultura/extratativismo e 2.625 toneladas de cana-de-açúcar. Na pecuária, os prejuízos foram de 990.000 litros de leite, 500 cabeças de gado de grande porte; na piscicultura foram 245 mil unidades perdidas. Também foram registrados prejuízos nas indústrias e comércio do município.

Ainda segundo o AVADAN, os prejuízos sociais foram em serviços essenciais como abastecimento de água (10.000 m de rede de distribuição), 02 unidades de estação de tratamento de água e 780m³ de mananciais danificados, bem como os danos no abastecimento de energia elétrica com 10.500 m rede de distribuição com 14.200 consumidores prejudicados. Outros danos como na rede de comunicação (180 km), coleta e tratamento de lixo (6.200 toneladas) também somaram prejuízos causados pelo desastre.

Entre os bairros do município de Gaspar que mais sofreram com os prejuízos causados, principalmente por desastres associados a movimentos de massa, destacam-se Arraial do Ouro, Bateias, Belchior Alto, Belchior Baixo, Sertão Verde e Margem Esquerda.

O processo de movimento de massa em Gaspar é atuante durante episódios de chuvas intensas ou logo após tais episódios. Dentre os

movimentos de massa que ocorrem no município, os escorregamentos e as corridas de detritos são os mais significantes, por causarem desastres à população gasparense.

Até a presente pesquisa, o único relatório (conforme anexo 02) a respeito dos movimentos de massa ocorridos no município de Gaspar foi o do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - CEPED da Universidade Federal de Santa Catarina e com a Defesa Civil Municipal. No entanto, o relatório apresentado sobre o desastre de 2008 se ateve ao mapeamento dos movimentos de massa e avaliação da situação das casas, dando o parecer quanto à possibilidade dos moradores permanecerem ou não em suas residências, não sendo foco do relatório a descrição do fenômeno propriamente dito.

Por esta razão, esta pesquisa se preocupa em analisar alguns parâmetros inerentes à distribuição, conteúdo e características dos movimentos de massa ocorridos no município de Gaspar. Para tanto, escolheu-se as microbacias hidrográficas de Saltinho, Belchior Baixo, Sertão Verde e Porto Arraial, analisando fundamentalmente os escorregamentos de 2008.

Espera-se que esta pesquisa possa servir de subsídio para trabalhos de elaboração de carta de suscetibilidade e mapas de riscos da área de estudo, efetivando melhor gestão do espaço, do planejamento urbano e planos de gestão de riscos no tocante a prevenção ou redução de acidentes, desastres e catástrofes na área de estudo.

2.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRAFICA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é composta por microbacias fluviais dos Rios Saltinho, Belchior Baixo, Sertão Verde e Porto Arraial, localizadas no município de Gaspar.

O município esta situado entre as latitudes 26°55' e 27°47' Sul e longitudes 48°57' e 49°06' Oeste, na porção nordeste do Estado de Santa Catarina, ocupando 386,357 km². Limita-se a Norte com os municípios de Massaranduba, Luís Alves e Ilhota; ao Sul com Brusque e Guabiruba; a Leste com Ilhota e Itajaí e a Oeste com o município de Blumenau. Localizado no setor do médio vale do Rio Itajaí, a 116 km da Florianópolis (capital do Estado catarinense), pode-se utilizar como vias de acesso ao município a BR-470, BR-101, SC-470 e SC-411.

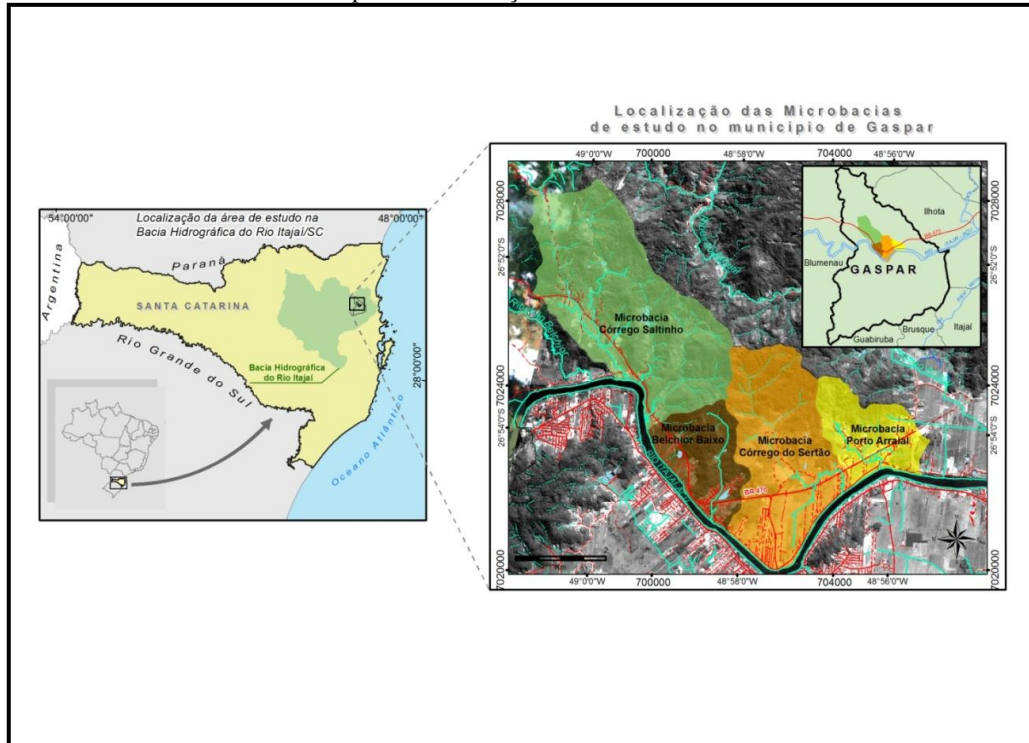
As microbacias de estudo correspondem a 38 km² de área, situadas na porção Norte do município de Gaspar e caracterizam-se como microbacias isoladas, pois deságuam diretamente na margem esquerda do Rio Itajaí-Açu em seu médio vale. Mapa 01.

A delimitação da área estudada partiu de critérios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos, envolvendo a bacia hidrográfica que, neste caso, é entendida como a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, limitada por seus interflúvios. Para Christofolletti (1980, p. 103), a “*bacia hidrográfica* é uma área drenada por um determinado rio ou sistema fluvial”. Para Botelho (1999, p. 269), a “*bacia hidrográfica* é uma unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos componentes da paisagem e os processos que atuam em sua modificação”. Neste contexto, a bacia hidrográfica parece ser a possibilidade de unidade (recorte) mais adequada para análise de suscetibilidade dos movimentos de massa na área de estudo.

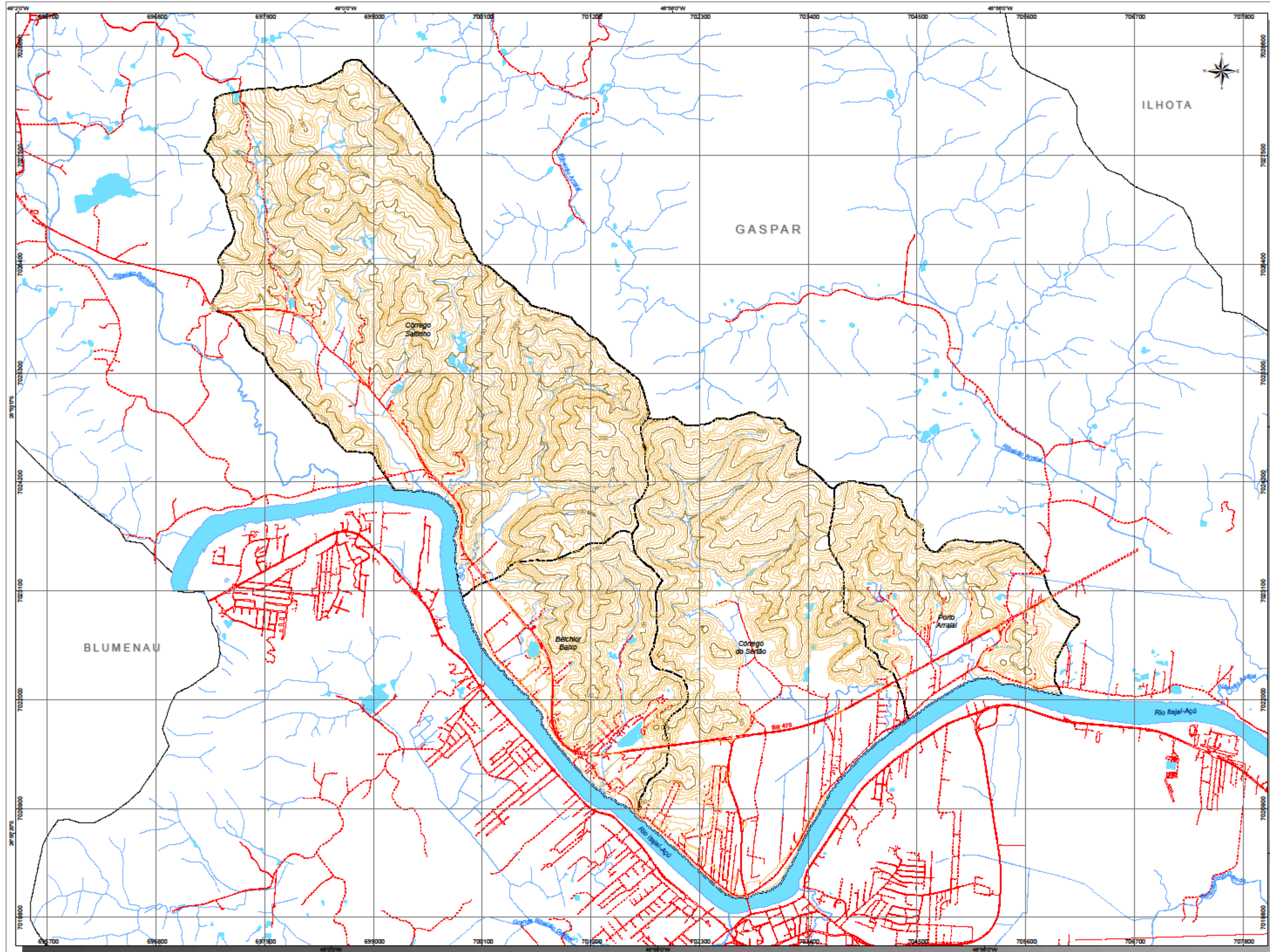
As informações sobre as principais vias, pavimentadas e não pavimentadas, hidrografia, curvas de nível mestras e intermediárias, massas d’água, microbacias de estudo e limite do município podem ser visualizadas no Mapa 02.

Esta pesquisa pretende colaborar com o estudo dos movimentos de massa na área de estudo a fim de nortear medidas que amenizem as consequências danosas decorrentes de desastres desta natureza nas microbacias estudadas

Mapa 01: Localização da área de estudo.



Elaboração: Bini, 2009. Fonte: Epagri.



MAPA 02: Base Cartográfica da Área de Estudo

Convenções Cartográficas

- Vias de Acesso**
- Via Pavimentada
 - - - Via não Pavimentada
- Hidrografia**
- Massa d'água
- Curvas de Nível**
- Intermediária
 - Mestra
- Microbacias de estudo**
- ▭ Limite Municipal



Projeção Universal Transversa de Mercator
 ESCALA 1:25.000

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Mareggrafo de Imbuiba/SIC
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km respectivamente.
 Fonte:
 Base Cartográfica:
 Restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Vôo realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.
 Equidistância das curvas de nível = 10 metros.

Universidade Federal de Santa Catarina
 Centro de Filosofia e Ciências Humanas
 Programa de Pós-graduação em Geografia
MAPA 02: Base Cartográfica da Área de Estudo
 Janeiro/2012 Franca Única
 Este mapa é parte integrante da dissertação de Graduação Márcio Pinheiro Bini, intitulada: Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Salinho, Belchior Baixo, Porto Arraial e Córrego Verde - Gaspar - SC, 2012.

A área de estudo está inserida num amplo projeto de pesquisa denominado “Análise e Mapeamento das Áreas de Risco a Movimento de Massa e Inundações nos Municípios de Gaspar, Ilhota e Luís Alves (Complexo do Morro do Baú), SC”. Trata-se, conforme já citado de um projeto da FAPESC, o qual o professor Edison Tomazzoli do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina, (UFSC) vem coordenando desde o início do ano de 2010. Inserido no amplo projeto, outros trabalhos que também estudaram áreas no município de Gaspar podem ser destacados, como a pesquisa realizada por Bauzys (2010), que identificou, mapeou e analisou os fenômenos de movimentos de massa ocorridos no alto da bacia Ribeirão Belchior e o relatório de campo realizado por TOMAZOLLI *et al.* (2011) intitulado “Análise dos deslizamentos de 2008 no entorno do morro do Baú: Caracterização geológica-geomorfológica do Ribeirão do Arraial, Gaspar, SC” (no prelo).

2.3 CLIMA.

Santa Catarina se encontra nas médias latitudes, na zona subtropical, onde atuam as massas de ar tropical, atlântica (mTa) , continental (mTc), equatorial atlântica (mEc) e polar atlântica (mPa). Esses sistemas atmosféricos, associados a características de relevo, atuam durante o ano, apresentando características peculiares no transcorrer de cada estação climática, conforme descrito a seguir.

No **verão**, as situações de instabilidade atmosférica em Santa Catarina são mais frequentes, sendo registrado neste período o maior número de acidentes e desastres naturais. Esta estação combina as altas temperaturas aos índices elevados de umidade, resultando assim em episódios de chuvas convectivas no fim de tarde. Herrmann, Pellerin e Saito, (2007) verificaram o número de escorregamentos entre o período de 1980 a 2003 em Santa Catarina, e confirmam que as maiores ocorrências de escorregamentos se associam a episódios de chuvas durante a estação de verão, enquanto que os menores ocorreram durante a estação de inverno.

A convecção tropical ocorre principalmente no verão e é essencialmente responsável por instabilidades do tempo, gerada principalmente pelo calor, do qual sobrevêm as continuadas pancadas de chuvas, fazendo do verão a estação que apresenta os maiores índices pluviométricos, onde a convecção tropical é intensificada com a passagem de frentes frias, condição que sustenta chuvas, vento forte, descargas elétricas e granizo. Quanto à temperatura, a mínima e

máxima, respectivamente registrada nesta estação, fica em torno de 20°C e 30°C (MONTEIRO, M. 2001).

Segundo Monteiro e Mendonça, (2007) no **outono**, as frentes frias chegam até o Rio Grande do Sul, sendo desviadas a partir deste para o oceano. Para o estado catarinense, esta condição resulta em tempo estável e sem muita ocorrência de chuva.

No **inverno**, tem-se a influencia da massa de ar polar, proveniente da Antártica. O deslocamento dos anticiclones da Argentina em direção ao Sul do Brasil, leva sobre Santa Catarina tempo estável e diminuição das temperaturas, com chuvas isoladas. Nesta estação, as médias pluviométricas ficam abaixo de 100 mm (MONTEIRO, M.; MENDONÇA, 2007).

Na **primavera**, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM)⁹, são os principais responsáveis pelo tempo instável na região catarinense, especialmente no oeste do estado, favorecendo a ocorrência de pancadas de chuva forte com trovoadas e granizo isolado. As precipitações ocasionadas por este fenômeno são frequentes, principalmente no mês de outubro e início de novembro, apresentando declínio de chuvas para os períodos subsequentes até a chegada do verão (MONTEIRO, 2001; DIAS, 1996).

O Vale do Itajaí, onde se insere a área de estudo, apresenta na primavera e no verão elevadas temperaturas e umidade, sendo comum a ocorrência de intensas precipitações. Segundo Aumond *et al.* (2009), a entrada dos ventos predominantes Sudeste e Nordeste na região do Vale do Itajaí é favorecida pela posição geográfica voltada para Leste. Tais ventos trazem a umidade do oceano; as serras localizadas paralelas à linha de costa do estado catarinense, com suas altitudes elevadas, dificultam a passagem das nuvens e ventos úmidos em direção ao interior, resultando em chuvas orográficas nos municípios próximos a ela. Os autores colocam que o relevo, a altitude, continentalidade, e maritimidade são fatores importantes, responsáveis por variações climáticas locais que tornam o os sistemas atmosféricos mais ou menos instáveis. Tais fatores são responsáveis por variações climáticas locais. Em Santa Catarina, o relevo possui forte influência no sistema atmosférico, pois as serras acompanham toda extensão longitudinal do

⁹Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) caracterizam-se como um conjunto de nuvens cumulonimbus frias e espessas que apresentam forma aproximadamente circular que se formam sobre o Paraguai e Argentina, deslocando-se posteriormente para o Sul do Brasil, (DIAS, 1996; MONTEIRO E MENDONÇA, 2007).

litoral catarinense. Por esta razão, são observados maiores índices de precipitação em municípios situados próximos as serras, quando comparados aos da região interiorana.

Como existe estação pluviométrica em Gaspar, a análise das chuvas no município, foi realizada com os dados da estação de Blumenau, cidade que se limita a oeste com Gaspar através do divisor de águas da microbacia do Saltinho. Figura 07.

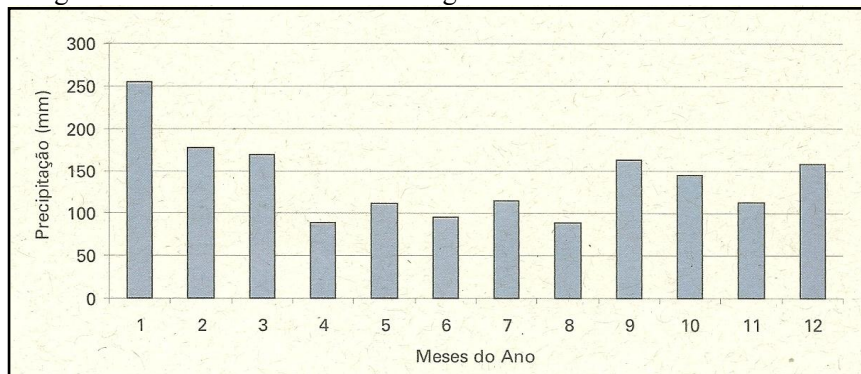


Fig. 04 - Gráfico da distribuição média mensal da precipitação em Blumenau para o período de 1988 a 2007. Fonte: Agência da Água do Vale do Itajaí.

Em Gaspar, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação aumenta a partir do mês de setembro, porém os índices pluviométricos mais elevados se concentram nos meses de dezembro a março. Levando em consideração que os maiores registros de escorregamentos ocorrem no verão, pode-se afirmar que a pluviosidade é um condicionante eficaz para modificar o equilíbrio das vertentes.

2.4 GEOLOGIA

O aspecto geológico é muito importante para a ocorrência dos movimentos de massa, visto que a natureza dos materiais está ligado ao tipo de rocha e é a natureza dos materiais que diz respeito a resistência ao cisalhamento.

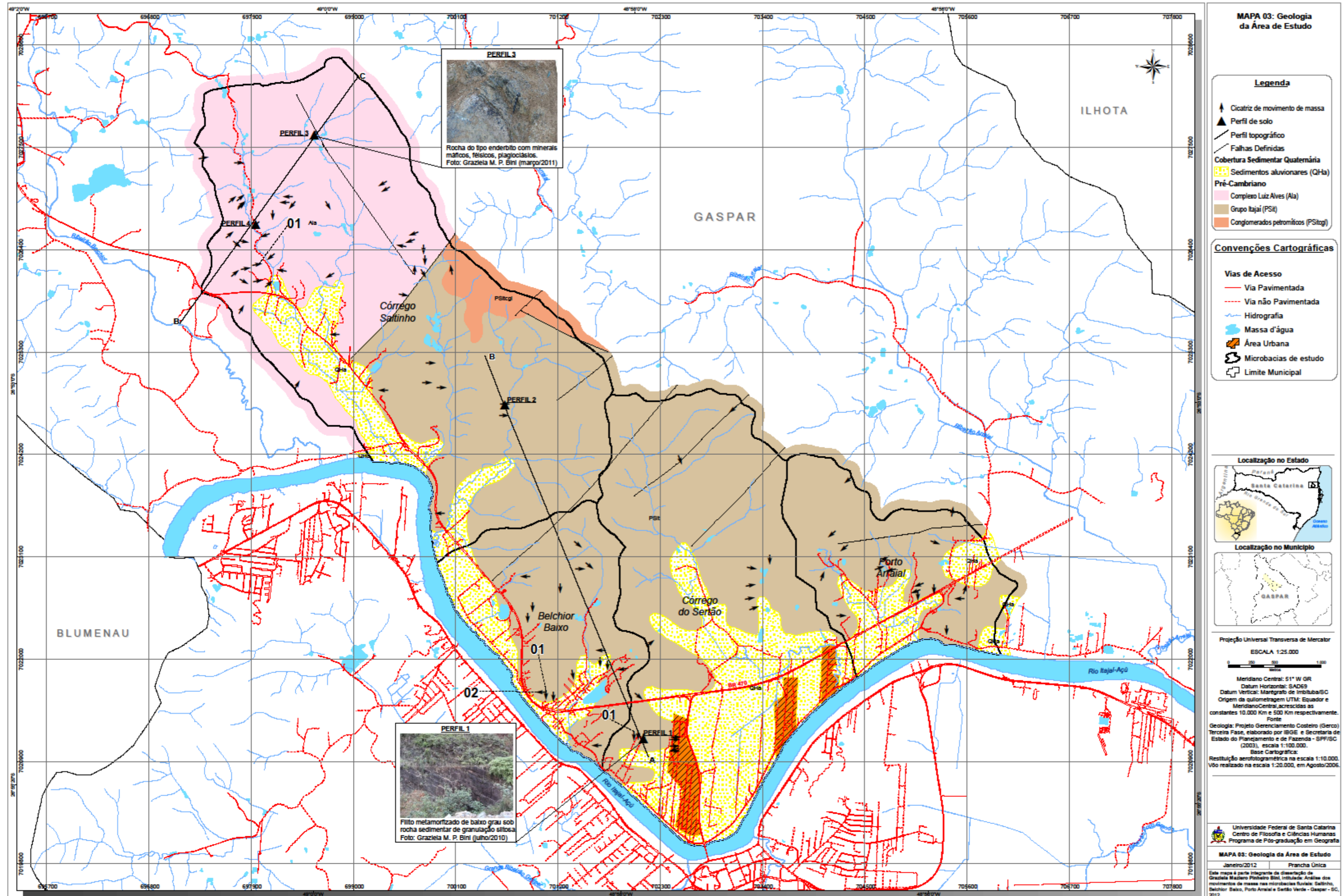
Na área de estudo se encontra a unidade geológica Complexo Luís Alves, com rochas do tipo gnaisses granulíticos, algumas com numerosos enclaves máficos e diferentes graus de alteração (Foto 01). Outra unidade presente na área é o Grupo Itajaí, onde encontram-se rochas do tipo vulcanossedimentares, cujo pacote sedimentar é

fortemente tectonizados. O fraturamento predominante é na direção NW-SE acompanhado de dobramentos. A litologia mais recente é representada por sedimentos aluvionares presentes em áreas mais planas ao longo dos rios, ou seja, nas planícies. Entre as rochas observadas na geologia do município de Gaspar, destacam-se os conglomerados, arenitos, gnaisses, filitos, enderbitos, cataclásitos, cascalhos, etc., (TOMAZOLLI *et al*, 2011)



Foto 01 - Afloramento de gnaiss granulítico após escorregamento ocorrido em novembro de 2008. Observar os xenólitos máficos representados pelas manchas escuras na matriz mais clara. Fonte: Bausys, 2010.

No cenário geológico da área de estudo encontram-se litologias ligadas a três unidades litoestratigráficas, conhecidas como Complexo Luiz Alves, Grupo Itajaí e Depósitos Sedimentares Recentes. Essas litologias estão representadas no Mapa 02.



2.4.1 Complexo Luís Alves

O Complexo Luís Alves ou Complexo Granulítico de Santa Catarina está presente na maior parte do Vale do Itajaí e, na área de estudo, tal litologia encontra-se no médio e alto vale da microbacia hidrográfica do Saltinho, (afluente da margem esquerda do Rio Itajaí-Açu).

Baseado em acervo de dados geocronológicos, a evolução deste Complexo pode ser resumida, segundo Kaul et al., (2002) nas seguintes fases, conforme o exposto no Quadro 06 abaixo.

Quadro 04: Evolução do Complexo Luís Alves		
Fase	Evento	Idade
1°	Formação, por diferenciações do manto, de crosta continental juvenil.	> 2,6 b.a.
2°	Metamorfismo regional do fácies granulitos.	2,6 ± 0,2
3°	Metamorfismo regional do fácies anfibolito, com migmatização.	2,0 ± 0,2 b.a.
4°	Estabilização tectônica regional (resfriamento).	1,9 ± 0,2
5°	Surgimento de diferentes tipos de falhas e zonas de cisalhamento; reativações.	0,6 ± 0,1 b.a.

Fonte: Kaul, Fernandes e Santos Neto, (2002). Elaborado por Bini, 2011.

Sobre as feições de cisalhamento que compõe a bacia do Rio Itajaí-Açu, Kaul e tal, (2002) descrevem que elas deram origem a vales alongados, rasos e estreitos (já cobertas por aluviões do período holocênico), apresentando direções gerais N80E e N20E, onde as falhas apresentam direções gerais N55E e N30W.

A litologia que constitui este Complexo é representada pelos gnaisses granulíticos, sendo comum a ocorrência de rochas gnaisses noríticos¹⁰ a enderbíticos e anfibolitos¹¹ (BIONDI E XAVIER, 2002; BASEI, 1985).

¹⁰ Noríticas: são rochas Rocha plutônica máficagabróica composta, essencialmente, por plagioclásio básico e ortopiroxênio (hiperstênio ou bronzita) com clinopiroxênio em menor quantidade, (Glossário Geológico Ilustrado da Universidade de Brasília – UnB, acesso em 2011).

¹¹ Rocha metamórfica de grau médio a alto que tem a hornblenda e o plagioclásio como paragéneses características, (Glossário Geológico Ilustrado da Universidade de Brasília - UnB, acesso em 2011).

Fornari (1998) descreve que a associação de rochas enderbíticas está presentes em toda a porção meridional do Complexo Luís Alves. Na área de estudo, pode-se observar afloramentos dessa rocha no setor do alto vale da microbacia do Rio Saltinho apresentando segregados, sendo possível observar certas concreções de óxidos de manganês cristalizados em fraturas. Num corte de encosta no alto vale da microbacia do Saltinho foi encontrado um afloramento de enderbito (Foto 03) do grupo dos charnockitos, rica em plagioclásio.



Foto 02 - Rocha do tipo enderbito com minerais maficos, félsico.

Fonte: Graziela Bini, Mar./2011.

Outros afloramentos de rochas enderbíticas na área de estudo ocorrem no leito de drenagens, e mais raramente na forma de matações ou blocos (possíveis de observar somente quando há algum corte de talude, pois o manto de alteração é espesso).

Além dos gnaisses, outros tipos de rochas também podem ser encontradas neste Complexo, como as observadas em locais como “zonas de falhas e fraturas, onde observa-se rochas do tipo metamórficas de fácies anfíbolito e mais raramente de fácies xisto verde” (KAUL ET AL, 2002, p. 24). Ainda segundo os mesmo autores,

[...] como outros componentes litológicos desse complexo, ocorrem: quartzitos, formações ferríferas, paragnaisses, pequenos corpos de

rochas ultrabásicas, bem como rochas migmatíticas. Os quartzitos são de granulação fina e ocorrem como camadas ou lentes; algumas vezes, gradua para formações ferríferas, em que o ferro está essencialmente sob a forma de magnetita e hematita. [...] As rochas ultrabásicas compreendem piroxenitos, harzburgitos, lherzolitos e dunitos, além de anfibolitos. As rochas migmatíticas, de ocorrência bastante escassa, são de estrutura bandada, mostrando alternância de bandas quartzo feldspáticas com outras constituídas predominantemente por biotita e anfibólio. (KAUL *et al.* 2002, p. 35)

Outros gnaisses enderbíticos, com estruturas mais homogêneas são encontrados no médio vale da microbacia do rio Saltinho, apresentando banda félsica, banda máfica com plagioclásio e veio de feldspato alcalino.

2.4.2 Grupo Itajaí

Kaul et al. (2002) descrevem que a abrangência do Grupo Itajaí corresponde a uma área de cerca de 1.200 km² entre o Complexo Luiz Alves e o Grupo Brusque, preenchendo a bacia do Rio Itajaí na direção N60E.

Quanto ao arcabouço estratigráfico, predominam no Grupo Itajaí os arenitos e conglomerados e em menor frequência os arenitos finos, siltitos e folhelhos cinza-azulados (ROSTIROLLA E SOARES, 1992). Os diferentes tipos de turbiditos, rochas vulcânicas e subvulcânicas de composição predominantemente riolítica, e uma discreta contribuição piroclástica e de sedimentos tufogênicos são litologias que também ocorrem na área de estudo (KAUL ET AL. 2002; SILVA; BORTOLUZZI, 1987).

Arenitos com minerais muito trabalhados, restos de minerais máficos e lineação que sugerem processo de metamorfismo são verificados na área de estudo. Também as rochas do tipo filito, nas cores avermelhada, acinzentada e esverdeada, podem ser observados na área de estudo. Os *filitos* são rochas metamórficas de baixo grau, argilosas, de estrutura cristalina, intermediárias entre os argilitos e micaxistos (GUERRA, 2003). O filito é popularmente conhecido na área de estudo pelo nome de “rocha podre” ou “chamote”, esse nome foi dado devido à facilidade que essa rocha possui em se fragmentar.

Em determinados setores das encostas ocorre colúvios cascalhentos (deposito de cascalhos com o formato de seixos arredondados) mergulhados na matriz siltico-argilosa. Esses depósitos são provenientes do retrabalhamento do conglomerado de altitudes superiores. Nas cotas inferiores a 15m e 30m, encontra-se o arenito (FLORES *et al.* 2009). Figura 08.



Foto 03 – Deposito oriundo de alteração de conglomerado. O depósito se encontra sobre rocha de arenito. Fonte: Égas, Jan/2008.

2.4.3 Cobertura Sedimentar Quaternária

A cobertura Sedimentar Quaternária é representada pela presença de “sedimentos aluvionares Holocênicos como os depósitos de areias, cascalheiras e siltico-argilosos inconsolidados observados em planícies de inundação, terraços e calhas da rede fluvial atual” (KAUL *et al.* 2002, p. 24).

2.4.4 Falhas, fraturas e bandamentos

Kaul Et Al., (2002) descrevem que a bacia do Rio Itajaí-Açu é formada por falhas de distensão que se deram durante a separação dos continentes. Outras falhas, como as que se apresentam paralelas à linha de costa do oceano estão ligadas ao rifteamento do Atlântico Sul.

Tanto no Complexo Luiz Alves, como no Grupo Itajaí encontram-se fraturas e falhas sintéticas e antitéticas. As sintéticas correspondem a fraturas e falhas com direções ~N80E e as falhas antitéticas, muito mais presente que a primeira, equivale a extensos vales estreitos, onde na borda afloram granulitos ou gnaisses granulíticos intensamente cataclasados. Além das já citadas, ocorre ainda no Grupo Itajaí falhas de empurrão e de gravidade¹².

Nas rochas, é possível observar fraturas. Foto 05.



Foto 04 – Lineamentos em rocha do Complexo Luís Alves que acompanham a direção do talvegue. Fonte: Bini, Jan. 2010.

É muito comum também a presença de rochas com foliações e bandamentos marcados, conforme a apresenta a foto 06.

¹² Segundo o Glossário Geológico Ilustrado da Universidade de Brasília - UnB o deslocamento dos blocos no sentido e distância define o *rejeito da falha*. As falhas de rejeito de mergulho e de rejeito oblíquo, de acordo com o movimento relativo, podem ser: *normais* ou de gravidade (teto desloca-se no sentido do mergulho) e *inversas* ou de *empurrão* (teto desloca-se por sobre o muro).

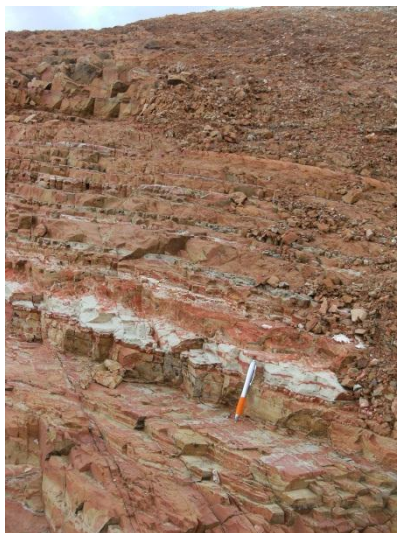


Foto 06 – Camadas da rocha metavulcano sedimentar do Grupo Itajaí.

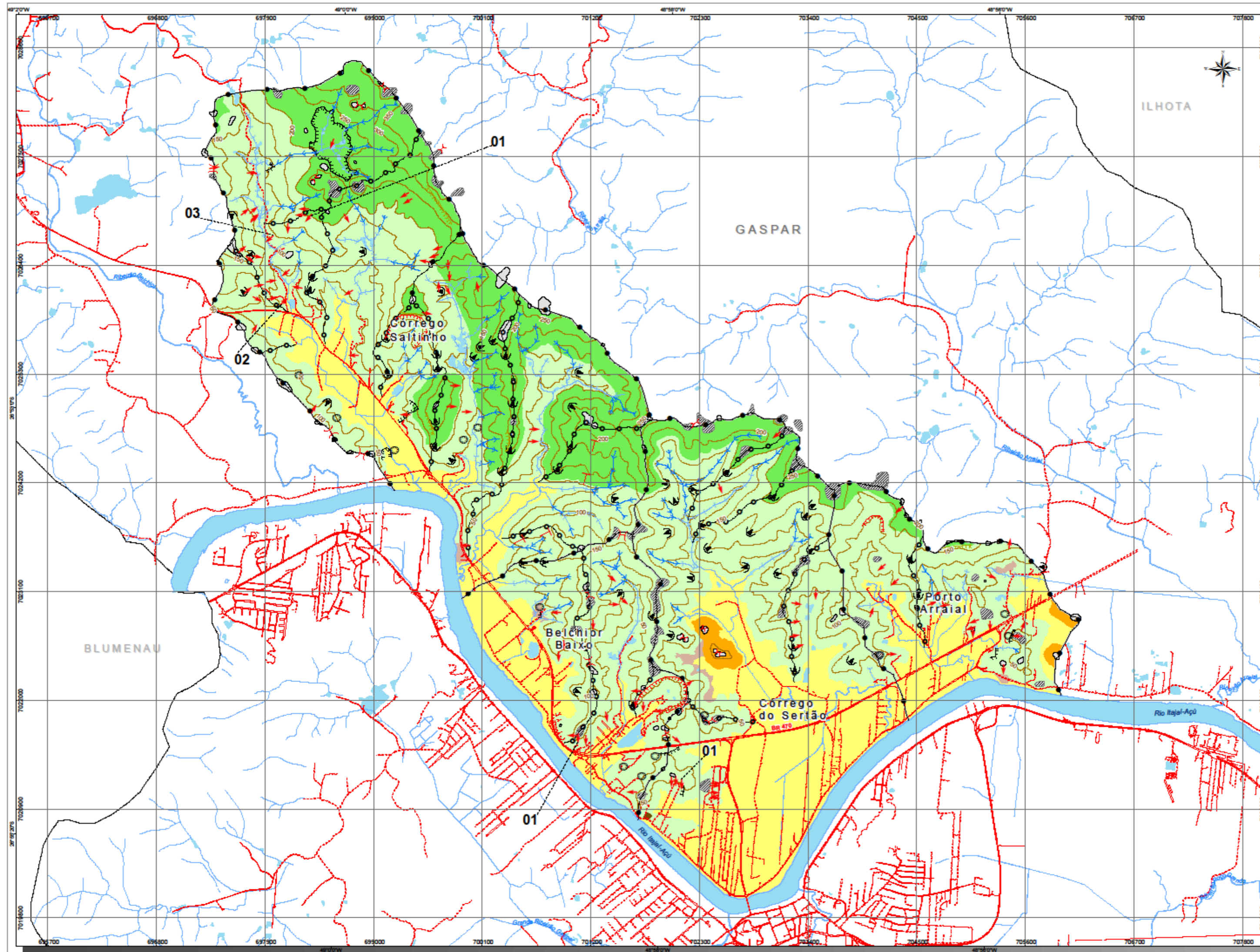
Fonte: Bini, Jan./2010.

2.5 GEOMORFOLOGIA

A origem e desenvolvimento das formas de relevo ocorrem pela atuação de fatores endógenos e exógenos que moldam a superfície da Terra ao longo do tempo. As formas de relevo atuais são resultados de fenômenos erosivos passados e recentes. Por isso, é importante saber as características herdadas da gênese de cada forma que existe hoje sobre a Terra. Neste sentido, a presente pesquisa apresenta uma breve descrição dos principais aspectos geomorfológicos presentes na área de estudo, considerando os Domínios Morfoclimáticos e suas respectivas Unidades Geomorfológicas. Mapa 04.

A geomorfologia da área caracteriza-se pelo Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários que constituem as Unidades Geomorfológicas: Planícies Aluviais (Af) e Rampas de Colúvio (Are) que contem feições do modelado de acumulação. O Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos contém a Unidade Geomorfológica de Morros e Colinas do Alto e Médio Itajaí-Açu, compreendendo o modelado de dissecação com feições em colinas (Dc) e outeiros (Do) e o Domínio Morfoestrutural Coberturas Molassóides e Vulcanitos Associados à Unidade geomorfológica de

Serras Cristalinas Litorâneas que compreende a dissecação em montanha (Dm).



MAPA 04: Geomorfologia da Área de Estudo

TIPOS DE MODELADOS

Modelados de Acumulação

Unidade Planície Fluvial

- Planície Fluvial (Af)

Unidade Rampa Coluvial

- Acumulação de Rampa Coluvial (Are)

Modelados de Dissecação

Serras Cristalinas Litóricas

- Dissecação em Montanhas (Dm)
- Morros e Colinas do Médio e Baixo Itajaí-Açu
- Dissecação em Colinas (Dc)
- Dissecação em Outeiro (Morreias) (Do)

SÍMBOLOS

- Exatção de terra
- Cicatriz de movimento de massa
- Anfiteatro
- Caimento de vertente
- Colo
- Interflúvio Principal
- Interflúvio Secundário
- Ruptura de declive
- Talude de corte
- Vale em "U"
- Vale em "V"
- Ombreiras
- Área interiormente deprimida
- Aterro
- Topo Plano
- Topo de Cume

Convenções Cartográficas

Vias de Acesso

- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada

Hidrografia

- Massa d'água
- Curva de Nível Mestra

Outros Símbolos

- Limite Municipal
- Microbacias de estudo

Localização no Estado

Localização no Município

Projção Universal Transversa de Mercator
 ESCALA 1:25.000

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba/SC
 Origem de quilmetragem UTM: Equador e Meridiano Central, acrescidas as coordenadas 10.000 Km e 500 Km respectivamente.
 Fonte de Base Cartográfica:
 Reatificação aerofotogramétrica na escala 1:10.000, Vêo realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.

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

MAPA 04: Geomorfologia da Área de Estudo
 Janeiro/2012 Francha Única

Este mapa é parte integrante de dissertação de Graduação Mafiero Pinheiro Blin, intitulada: Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Saltinho, Belchior Baixo, Porto Arraial e Serião Verde - Gaspar - SC, 2012.

2.5.1 Domínio Morfoestrutural Embasamento em Estilos Complexos

O domínio Embasamento em Estilos Complexos abarca duas unidades geomorfológicas distintas, denominadas Colinas Costeiras e Serras Cristalinas Litorâneas, Para a presente pesquisa, importa a segunda unidade citada, visto que a mesma integra a área de estudo.

2.5.1.1 Unidade geomorfológica de Serras Cristalinas Litorâneas

Essa unidade geomorfológica também é conhecida como Unidade das Serras de Leste Catarinense. Segundo Rosa (2002) os modelados em montanhas (Dm) e escarpa (De) são características de relevo dessa unidade.

Na área de estudo não foram observados dissecados em escarpa (De). Entretanto, as características do dissecado em montanha (Dm) expostas por Rosa (2002), de vales encaixados, fechados, com a presença de planícies aveolares, topos convexo-côncavos, vertentes com diferentes graus de inclinação por vezes desdobradas em patamares, são feições que integram a paisagem geomorfológica das microbacias estudadas.

O relevo dissecado em montanhas (Dm) acompanha os maiores interflúvios da área de estudo, sendo o seu limite Apresenta pouca densidade demográfica, devido a condições de relevo bastante acidentado, desfavorecendo a ocupação humana.

Este modelado está presente essencialmente nos setores de alto vale das microbacias estudadas. A combinação dos vales encaixados e ainda das encostas amplas e declivosas desse modelado e episódios de chuvas intensas resulta em condições de grande potencial erosivo fluvial. Quanto às linhas gerais de hidrografia desta unidade, “começaram a ser delineada no Terciário Inferior, com o surgimento de condições climáticas mais úmidas em função da evolução das placas litosféricas Sul-Americana e Africana” (ROSA, 2002, p. 50).

Esta unidade geomorfológica possui aspecto dinâmico, observado pelas frequentes mudanças tanto de hidrografia como do relevo, principalmente em função da ação antrópica e da ocorrência de movimentos de massa.

2.5.2 Domínio Morfoestrutural Coberturas Molassóides e Vulcanitos Associados

Corresponde a “uma sucessão de camadas e estratos sedimentares, com manifestações vulcânicas intercaladas, tendo sido ou não afetadas por ligeiro metamorfismo” durante o Neoproterozóico (ROSA, 2002, p.34). No contexto morfoestrutural desse domínio, a litologia equivale ao Grupo Itajaí. Na área de estudo, encontra-se submetida a esse domínio a unidade geomorfológicas conhecida como Morros e Colinas do Alto e Médio Itajaí-Açu.

2.5.2.1 Unidade Geomorfológica de Morros e Colinas do Alto e Médio Itajaí-Açu

Caracterizam uma alternância de modelados de dissecação que variam de colina (Dc) a morro (Do) de pequena amplitude altimétrica em relação aos modelados circunvizinhos, (com exceção do modelado de acumulação), por isso compõem uma fisionomia de relevo bastante irregular.

O modelado de dissecação em outeiro (Do) tem como características feições de vales encaixados, fechados, elevações côncavo-convexas conformando morros, e com vertentes de declividade acentuada. As direções estruturais que orientam a rede de drenagem determinam as ocorrências de vales estruturais profundos e encaixados (ROSA, 2002). As vertentes dessa unidade geralmente são interrompidas por ressaltos topográficos suaves a abruptos, muitas vezes ocasionados por escoamento superficial concentrado ou movimentos de massa.

Os morros mais altos configuram a paisagem dos interflúvios das microbacias em seu médio vale, suavizando em direção à planície, junto à margem esquerda do rio Itajaí-Açu. O uso da terra nesse modelado é atribuído ao cultivo de eucalipto e bananeiras e as áreas que apresentam espesso manto de alteração e vegetação secundária

Segundo Rosa, (2002) a dissecação em colinas (Dc) apresenta feições de vales pouco encaixados, aberto, pequena amplitude altimétrica, elevações convexo-côncavas e encosta com declividade de 5 a 11°. Essas feições são observadas de forma isolada, em geral, encontravam-se no interior de vales bem amplos, ocorrendo mais nas proximidades da foz do Rio Itajaí-Açu. As áreas de colinas e morros, em geral, são utilizadas para pastagens ou cultivo de bananeiras, palmeira real ou eucalipto. Os vales deste modelado de dissecação apresentam-se

pouco encaixado e as áreas planas entre os morros e colinas frequentemente apresentam-se como uma área de planícies fluviais nas quais se encontram pequenos canais de fluxo dissipado.

2.5.3 Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários

Engloba a unidade litoestratigráfica dos Sedimentos Aluvionares. Este domínio é representado por planícies alongadas na direção N-S e formas de rampas que limitam as encostas com as planícies para os vales fluviais. As litologias associadas a este domínio são predominantemente do Quaternário, recebendo sedimentos de áreas fontes mistas decorrentes da presença aluvionares e coluvionais na área de estudo.

Os sedimentos aluvionares, se encontram nos terraços e planícies aluviais, e são constituídos por areias, argilas e siltes inconsolidados. Devido à composição areno-siltico-argilosa inconsolidada, estes modelados apresentam alta suscetibilidade erosiva.

As unidades geomorfológicas deste domínio são classificadas pelo ambiente deposicional, granulometria e tipo de modelado. Na área de estudo as unidades que compõem esse Domínio, corresponde a Unidade Geomorfológica de Planícies Aluviais e Rampa Coluvial.

2.5.3.1 Unidade Geomorfológica de Planícies Aluviais

A Unidade Geomorfológica de Planícies Aluviais (Af) apresenta feições criadas a partir da acumulação de sedimentos depositados pelos rios. Na área de estudo predominam rios que apresentam vale de fundo plano, onde ocorrem áreas de acumulação aluvial. Tais feições representam o modelado de acumulação, caracterizadas pela área plana, levemente inclinada, com rupturas de declive em relação ao leito do rio e as várzeas, (ROSA, 2002).

Com exceção dos rios que compõe a microbacia hidrográfica do Saltinho, os demais rios das microbacias estudadas não apresentam drenagem bem definida em sua amplitude. Em alguns locais, como do Bairro Margem Esquerda, as residências estão assentadas em áreas nas quais a água escoar tão lentamente que os solos permanecem molhados. Em razão disso, os moradores sofrem com constantes problemas de umidade e episódios de inundações que atingem suas residências.

2.5.3.2 Unidade Geomorfológica Rampa Coluvial

A Unidade Geomorfológica Rampa coluvial corresponde a uma “superfície rampeada constituída basicamente por sedimentos areno-argilosos com grânulos e seixos de litologias predominantemente quartzíticas, depositados em fluxos de regime torrencial” (ROSA, 2002, p. 54). Ainda segundo o mesmo autor, rampas coluviais podem apresentar declividades diversas, com modelados esculpidos sobre sedimentos depositados por fluxos torrenciais nas porções distais de rampas, leques de espraiamento e cones de dejeção. A fração granulométrica preponderante é a argilosa em função da desintegração química dos feldspatos, presentes em grande quantidade nas áreas-fontes dos sedimentos e quanto a cor, apresentam geralmente coloração vermelha e/ou amarelo-avermelhada face ao elevado teor de óxido férrico ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$). Na área de estudo estas rampas apresentam-se ravinadas pela ação das águas de escoamento superficial difuso e/ou concentrado

A foto 07 apresenta algumas feições de modelados presentes na área de estudo



Foto 05 – Na ilustração são visualizadas as feições em colina e outeiros e feição de acumulação fluvial encontradas na área de estudo. Fonte: Bini, Set./ 2009

2.6 PEDOLOGIA

Cada unidade geomorfológica apresenta distinta classe de solo, visto que a identificação do mesmo está associada ao material de origem e ao ambiente onde são encontrados. Por exemplo, os Gleissolos ocupam as planícies aluviais, várzeas e áreas deprimidas (GUERRA e BOTELHO, 2006) evidenciando sua ocorrência estreitamente ligada a estas paisagens.

2.6.1 Gleissolos

Nas unidades geomorfológicas classificadas como Planícies Aluviais é comum a presença dos Gleissolos, que são caracterizados pela água e umidade presentes no material intemperizado. Um agravante para tal característica é o nível do lençol freático mais elevado em determinada parte do ano (SHIMIZU; VIERIA; MOSER, 2002). Por esta razão, sua ocorrência é principalmente nas áreas planas, que acomodam pequenas depressões (feição muito comum na área de estudo), onde se observa frequentemente áreas inundadas com depósito de matéria orgânica combinada à vegetação herbácea e/ou arbustiva, dando à região um aspecto característico de pântano.

2.6.2 Podzólico

Na unidade geomorfológica Morros Colinas do Alto e Médio Itajaí-Açu nas feições de relevos dissecados em colinas e outeiros, encontram-se os solos classificados como Podzol. A diferença significativa no teor de argila entre os horizontes A e B, passando de um horizonte textural mais arenoso para um mais argiloso, é uma característica marcante deste tipo de solo, pois este fato dificulta a infiltração da água ao longo do perfil (GUERRA e BOTELHO, 2006) e acaba por ocasionar uma lente de água entre a zona de contato dos horizontes, permitindo maior atuação dos processos erosivos.

Palmieri e Larach, (2003) descrevem que nesta classe os horizontes são bem diferenciados, no qual comumente é possível identificar B textural com sequência A, Bt e C, com incremento de argila bem marcado do horizonte A para o Bt.

Segundo Oliveira *et al* (1992), os Podzólicos se subdividem em Vermelho-Amarelo, Bruno-Acinzentado, Acinzentado e Vermelho-Amarelo, sendo este último, o tipo de Podzol que se encontra na área de estudo, principalmente em relevo dissecado em montanhas, apresentando textura média/argilosa.

2.6.3 Cambissolo

Nas unidades geomorfológicas classificadas como Planícies aluviais é comum, a presença do Cambissolo distrófico e álico que varia em textura e teor de argila devido aos diferentes tipos de sedimentos que são depositados. Compreendido entre o Cambissolo em áreas onde a drenagem acontece pelo escoamento lento e muito dissipado, encontra-se o Gleissolo, com textura argilosa (SHIMIZU *et al.* 2002). A foto 08 é

um exemplo dos tipos de solo associado às formas de relevo presentes na área de estudo.



Foto 06 - Foto panorâmica destacando em primeiro plano a planície aluvial e Gleissolos, colinas isoladas e de fundo e os morros e colinas do alto e médio vale do Itajaí com ocorrência de CambissoloPodzólico.

Fonte: Shimizu, Out./96.

As classificações de solo, com suas características e potencialidades atribuem uso para os mais variados fins. Na área de estudo a descrição do uso da terra é relevante para entender as intervenções humanas realizadas sobre o meio físico natural. Muitas vezes estas intervenções representam uma condicionante para o acontecimento de acidentes ou desastres, como os movimentos de massa.

2.7 USO DA TERRA

Gaspar apresenta compartimentos gerais formados pelos modelados de dissecação, expresso por colinas, morros e montanhas, e dissecado de acumulação formando as planícies aluvionares. As colinas estão presentes nas áreas das microbacias de Porto Arraial e Sertão Verde, constituindo interflúvios em seu baixo vale; são formas bastante utilizadas para criação de gado e plantio de eucalipto, sendo, portanto áreas que não possuem cobertura vegetal original. Os morros e

montanhas, apesar de serem regiões com maior dificuldade de acesso, também são utilizados para o plantio de eucalipto e banana. Apenas em alguns locais mais elevados do compartimento em montanha nota-se vestígios da vegetação de capoeirão [?]. No entanto, mesmo preservada a vegetação neste estágio, foram observados muitos movimentos de massa. O ponto mais alto do município é conhecido como Morro do Cachorro, com 857 metros de altitude, situado na divisa com Blumenau e Luís Alves.

Nas áreas mais planas, em direção à jusante dos rios das microbacias estudadas, a terra é aproveitada para cultivo de arroz, criação de gado e ocupação urbana, a qual vem crescendo em função de sua proximidade com a região central do município de Gaspar e aos menores custos da terra em relação a áreas centrais. Dentro dos limites das microbacias estudadas situam-se os bairros Margem Esquerda, Belchior Baixo e o setor Oeste do bairro Lagoa. A foto 02 mostra um panorama do município de Gaspar



Foto 07 - Modelados de relevo e usos da terra na Microbacia de Porto Arraial.
Fonte: Bini, Abr. /2009.

A cobertura vegetal encontrada na área de estudo (Mapa 04) integra a formação da floresta ombrófila densa, conhecida também como Mata Atlântica. Bastante devastada, assim como em outras regiões do país, esta cobertura foi praticamente substituída pela produção agrícola e urbanização. As raras exceções são observadas em focos de

capoeirão e mata secundária, localizados a montante de algumas microbacias estudadas, onde a inclinação mais acentuada dificulta o acesso. Todavia, quando a inclinação não impõe dificuldades ao acesso, passa a ser comum encontrar entre tal tipo de vegetação as pastagens ou regeneração (capoeirinha), reflorestamento e o cultivo de bananais, como se observa na foto 09.



Foto 08 - Observa-se o gado de corte sobre o modelado de dissecado em colina na microbacia Rio Belchior Baixo. Fonte: Armstrong Bini, Jan./2011.

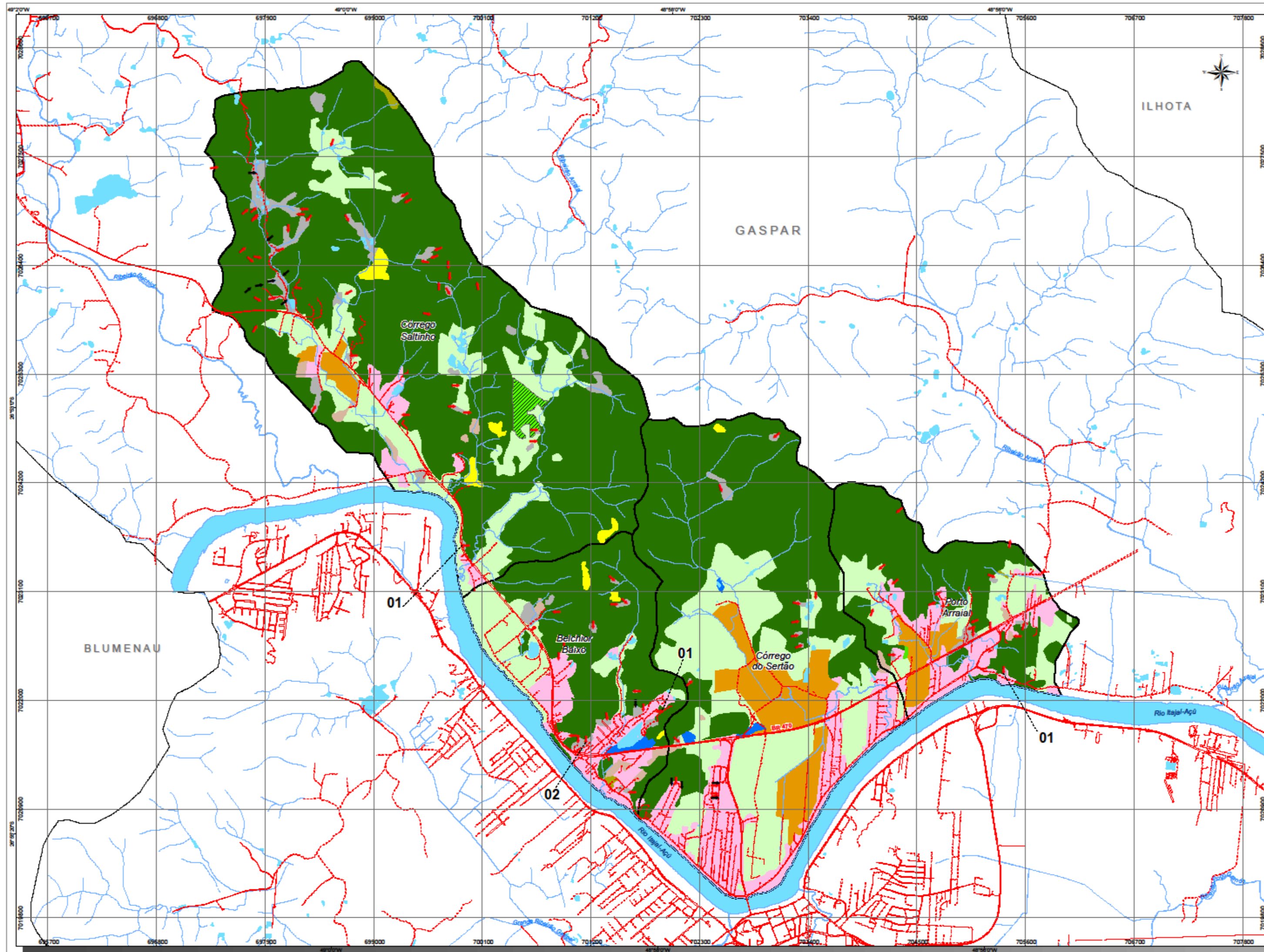
Na microbacia do Rio Saltinho, em toda sua extensão, moradores substituíram espécies arbóreas pastagens para alimentar o gado. No médio e baixo vale da mesma microbacia, a terra é utilizada para pecuária de corte; trata-se de uma região pouco urbanizada que contrapõe a paisagem das demais microbacias estudadas.

Nas planícies das microbacias hidrográficas de Belchior Baixo, Sertão e Porto Arraial a vegetação apresenta-se em estágio de capoeirinha, herbácea e pastagens naturais e também plantadas, oriundas da ação antrópica. As intervenções humanas nesta área foram tanto para uso agrícola, quanto para fins de urbanização, desenvolvida a partir da construção de residências e áreas industriais nas proximidades da rodovia BR 470. Ao longo da destas bacias existe áreas de plantio de palmeira real e eucalipto e de arroz; na pecuária há gado leiteiro e de corte. Ao longo da rodovia estão presentes as empresas de tecelagem,

extração de terra, entre outras. A foto 10 a seguir mostra o uso da terra em alguns locais das microbacias estudadas.



Foto 09 – Áreas urbanas, rizicultura e extração de terra ao longo da rodovia da BR 470. Fonte: Graziela Bini, Jul./2010.



MAPA 09: Uso e Cobertura do Solo da Área de Estudo

Legenda

- Cicatriz de Movimento de Massa
 - GPS Geodésico
 - Imagem Fusionada (Aos + CBERS-2B)
- Uso e Cobertura do Solo
 - Solo Exposto
 - Aterro
 - Agricultura - Arroz
 - Extração de Terra
 - Campo
 - Pastagem
 - Palmeira Real
 - Plantação de Eucalipto
 - Floresta
 - Reflorestamento
 - Área Urbana
 - Massa d'água
 - Áreas Alagadas

Convenções Cartográficas

- Vias de Acesso
 - Via Pavimentada
 - Via não Pavimentada
- Hidrografia
 - Massa d'água
- Microbasins de estudo
- Limite Municipal

Localização no Estado

Localização no Município

Projeção Universal Transversa de Mercator
 ESCALA 1:25.000

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba/SC
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central, acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km respectivamente.
 Fonte:
 Uso e Cobertura do Solo: interpretação de imagem de satélite fusionada: Aos com 10 m de resolução espacial e CBERS-2B com 2,5 m. E escurecidos de campo.
 Base Cartográfica:
 Restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Voo realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2005.

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

MAPA 09: Uso e Cobertura do Solo da Área de Estudo
 Janeiro/2012 Franca Única

Este mapa é parte integrante da dissertação de Grazielle Medeiros Pinheiro Bili, intitulada: Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Belchior, Belchior Baixo, Porto Arraial e Sertão Verde - Gaspar - SC, 2012.

2.8 ASPECTOS HISTÓRICOS DO MUNICÍPIO DE GASPAR

A ocupação da região inicia a partir da segunda metade do século XVIII, período em que os terrenos próximos à foz do Itajaí-Açú na sua margem esquerda já começavam a ser povoados e cultivados. Os primeiros homens (brancos) que visitaram esta região foram os vicentistas, faiscadores de ouro atraídos pelas minas e pelos rios ricos do precioso metal em todo o Vale do Itajaí. Bem antes da chegada dos colonos de etnia norte-europeia, os moradores lusos, com sua característica de penetração pelo curso dos rios, sendo eles pescadores, peões de fazendas e colonos já estavam estabelecidos em Gaspar. Foram três as origens étnicas básicas gasparenses: a lusa, a alemã e a flamenga (CARDOSO, 1991)

Ainda segundo Cardoso (1991), em 05 de maio de 1835 foram criados os dois primeiros arraiais: o de Belchior e o de Pocinho. Em 1848, os Berns, Bornhaus, Deschamps e outras famílias alemãs, procedentes de São Pedro de Alcântara, compostas de lavradores e pequenos artífices, fixaram-se na região de Gaspar, ocupando as duas margens do Rio Itajaí-Açú. Mais tarde chegaram os belgas e flamengos. Ainda, no mesmo ano, o alemão Hermann Bruno Otto Blumenau, com vários negócios ligados à imigração, marca, de forma decisiva, o desenvolvimento da localidade. As terras demarcadas por Dr. Blumenau foram loteadas, dando origem ao atual centro da cidade de Gaspar, prejudicando, assim, o progresso dos dois núcleos coloniais Pocinho e Belchior. Este foi o local inicial para a ocupação da margem direita do rio Itajaí Açú.

Gaspar pertencia ao município de Itajaí, como também a colônia de Blumenau. Na busca de sua própria afirmação como freguesia e, sobretudo como ponto estratégico para a concretização dos projetos desenvolvimentistas para a região, Gaspar se destacou, assumindo um processo de colonização autônomo, não se submetendo aos interesses da Colônia no tocante a valores materiais e espirituais e questões de limites territoriais, (BAPTISTA, 1998).

As terras mais produtivas estavam localizadas ao longo do rio Itajaí-Açú e eram chamadas de Sertões. Algumas terras eram de coronéis, outras, devolutas. Com a vinda dos imigrantes os terrenos foram demarcados e vendidos aos novos colonos. Logo toda região estava sendo colonizada e produzindo ao menos para subsistência (CARDOSO, 1991).

Em 1862, entra em funcionamento a primeira escola pública do povoado. Em 1867 foi inaugurada a igreja matriz São Pedro Apóstol sobre o morro da atual igreja, além da casa paroquial e do cemitério. A freguesia de Gaspar estava-se urbanizando com a construção da igreja e de estradas. O início do desenvolvimento foi marcado com as primeiras ligações rodoviárias, ainda que precárias, de Gaspar com Blumenau, Itajaí e Brusque. Todavia, como estas estradas eram ruins, o transporte mais eficiente para passageiros e toda espécie de mercadorias era feito por meio de navegação no Rio Itajaí-Açu com navios a vapor (DESCHAMPS, 1997).

De 1880 a 1934, Gaspar foi o 2º distrito de Blumenau, de modo que os tributos eram pagos a Blumenau e transformados em serviços para população de Gaspar; mais tarde a localidade foi elevada à categoria de município com a denominação de Gaspar pela lei estadual nº 499, de 17-02-1934, se desmembrado de Blumenau. Em 18 de março de 1934 o senhor Leopoldo Schramm torna-se o primeiro prefeito da cidade. O progresso se tornou acentuado, com indústrias, comércio, escolas, estradas e um hospital para atender à população (BURGHARDT, 2006).

Cardoso (1991) descreve que no ano de 1870 já existia loteamento urbano no distrito de Gaspar, surgindo em seguida às primeiras casas comerciais, impulsionando os negócios da região. A construção de residência, casa comercial, hospedaria e armazém indicavam que Gaspar começava a crescer e se desenvolver economicamente. A mesma autora coloca que no início do séc. XX os imigrantes iniciaram o cultivo do arroz irrigado, uma das práticas rurais com grande destaque no município ainda hoje. As famílias pioneiras nesse processo, vindas da colônia Blumenau, estabeleceram-se nas localidades de Gasparinho, Quadro, Garuba e a atual Rua Brusque. Cultivavam também feijão, milho, aipim, taiá, batata, abóbora, verduras e amendoim.

Entre 1960/1970 e 1990, com o aparecimento de empresas têxteis em Blumenau, Gaspar passou a ser a cidade dormitório dos funcionários que trabalhavam nestas fabricas, consolidando-se o setor secundário gasparense. Somente a partir de 1990, quando então o uso industrial se distribui por toda a cidade, se estabelece em Gaspar unidades familiares e pequenas fábricas e indústrias, que davam ao município um ritmo acelerado e descontrolado de crescimento (BURGHARDT, 2006).

O crescimento populacional do município de Gaspar a partir de 1990 é apresentado no Quadro 06.

Quadro 05: Evolução populacional do município de Gaspar	
Ano	Numero de habitantes por município
1991	35.614
2000	46.414
2010	57.958

Fonte: Censo Demográfico do IBGE

Conforme exposto nas idéias de Burghardt(2006), este aumento da população se concretizou, em parte, por uma urbanização desordenada, não levando em consideração o cuidado de obter o conhecimento das características do meio natural e sua dinâmica. Este fato pode ser observado em áreas das microbacias do Rio Saltinho e do Rio Belchior Baixo, que foram ocupadas em função da exploração de madeira que atendia a indústria da construção naval desta época (DESCHAMPS, 1997).

No Bairro Margem Esquerda e Sertão Verde, por exemplo, as residências familiares foram construídas desde o fundo de vales, até sobre depósitos de colúvios e cortes em encostas. Sem nenhuma medida prévia de prevenção de perigos do meio natural os moradores passam por dificuldades para lidar com problemas oriundos de movimentação de massa, erosão ligada ao escoamento superficial e alagamentos. A foto 11 a seguir é uma amostra do crescimento urbano desordenando no município de Gaspar.



Foto 10 - Habitações em área suscetível a escorregamentos e inundação, localizadas nos Bairros Margem Esquerda e Sertão Verde, microbacia Rio Belchior Baixo. Fonte: Bini, Jul./2010.

Com aumento da população gasparense cresce também o número de atividades econômicas com a presença dos três setores da economia do município. Segundo dados da Prefeitura municipal de Gaspar, no setor primário, a agricultura, em especial o cultivo do arroz irrigado (que é a cultura dominante no município), o fumo e o milho. Também se destaca a pecuária, principalmente na criação do gado de corte e leiteiro, e ultimamente a piscicultura. No segundo semestre de 2004 iniciou-se a agroindústria do palmito, com localização no bairro Arraial.

No setor secundário, destaca-se a indústria de alimentos, como a multinacional CEVAL, adquirida no ano de 1997 pela BUNGE. Na indústria têxtil destaca-se a Linhas Círculo, empresa nacionalmente conhecida e, na indústria de plástico, destaca-se a PLASVALE.

No setor terciário, Gaspar não desenvolveu um comércio forte, pois fica próximo de centros maiores, como Blumenau e Brusque. Possui, porém, atrativo no setor turístico que corresponde a praticamente a metade do total de arrecadação do município em prestação de serviços. Dos 15% de arrecadação total de Gaspar, 8% provêm do turismo rural, bastante procurado principalmente em razão da boa infraestrutura dos

parques aquáticos, com destaque para os parques aquáticos considerados grandes atrativos do estado catarinense, Cascanéia e Cascata Carolina,

Em 1989, foi aprovado o primeiro Plano Diretor de Gaspar, seguido de sua primeira alteração no ano de 2001 e agora a terceira, conforme exigência do “Estatuto da Cidade” em cumprimento da lei federal nº 10.257/01 de 10 de julho de 2001 que obriga os municípios com mais de 20.000 habitantes de regiões metropolitanas a revisar seu Plano Diretor. Até a presente pesquisa, o plano diretor do município engloba oito diferentes unidades de planejamento. Quadro 08

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

Fonte: Prefeitura Municipal de Gaspar. Elaboração: Graziela Bini, 2011.

A área de estudo dessa pesquisa está inserida dentro dos limites dos Bairros Belchior Baixo (região 01) e Margem Esquerda (região 02) que corresponde ao mesmo limite das microbacias de estudo.

CAPÍTULO III

TERMOS E CONCEITOS ASSOCIADOS AOS DESASTRES E DISCUSSÃO SOBRE MOVIMENTOS DE MASSA

Os termos e conceitos associados à temática de riscos naturais são muito diversificados, o que torna comum encontrar variações e divergências entre autores que trabalham nesta área. Por esta razão, neste capítulo, serão discutidos os termos envolvidos e que foram adotados nos estudos sobre áreas de risco e os fenômenos do meio físico que podem causar situações de perigo para a ocupação humana, constituindo riscos geoambientais. Para a análise de movimentos de massa, é importante entender os mecanismos envolvidos no processo de ruptura, portanto este capítulo também apresenta as definições e dinâmicas associadas a este fenômeno.

3.1 EVENTO, PERIGO, ACIDENTE, DESASTRE E CATÁSTROFRE

A ocorrência de um fenômeno do meio físico, tais como deslizamento, inundação, vulcanismo, terremoto entre outros, podendo ou não causar danos, representam um evento, pois fica marcado na memória das pessoas. Herrmann escreve que o termo “evento corresponde ao processo geológico ou atmosférico que tenha ocorrido sem causar consequência socioeconômica,” (HERRMANN, 1999, p. 31).

Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) definem o termo *evento* como um fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registradas no tempo. Ambos afirmam que para ser um evento não é necessário causar danos econômicos e/ou sociais, caso contrário, deixariam de ser apenas um evento para se tornar um desastre.

Caso o evento tenha potencial para causar uma consequência desagradável, ele é então denominado perigo, (CERRI; AMARAL, 1998; CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007). Castro (2000) considera *perigo*, tanto o fenômeno em potencial quanto o fenômeno em si.

Os autores Marandola e Hogan (2003) citam que o significado de *perigo* advém da adoção da palavra inglesa *hazard*. Segundo os autores, *perigo* ocorre quando um evento extremo acontece em áreas ocupadas por uma população, gerando interrupções na situação de normalidade. O termo *hazard* recebe diferentes traduções, mas não há na língua portuguesa uma palavra que corresponda exatamente ao seu significado

na língua inglesa. Comumente autores que trabalham o tema no Brasil traduzem o termo *hazard* como sinônimo de risco.

Quando existe a concretização do perigo, dependendo de sua potencialidade em termos de perdas e danos, essa ocorrência pode ser denominada como um acidente, desastre ou ainda como catástrofe. A diferença de acidente para desastre está no potencial de prejuízos socioeconômicos causados.

Para Cerri e Amaral (1998) *acidente* é considerado como um fato já ocorrido, em que foram registradas consequências sociais e econômicas (perdas e danos). Portanto, geralmente *acidente* está associado a um acontecimento ruim. O acidente é uma situação considerada não prevista, porém se apresenta como algo possível de ser solucionado. Em contrapartida, o desastre refere-se a um acontecimento súbito ou inesperado, que causa um grande impacto sobre o ambiente e cuja repercussão é maior do que em caso de acidente. As consequências de desastres podem apresentar mais dificuldades de recuperação e, portanto, maior demora em retornar à situação de normalidade. Castro (2000) define *desastre* como sendo o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais, enquanto que para Palácios; Chuquisengo; Ferradas, (2005), *desastre* é um fenômeno destrutivo que atua sobre condições de vulnerabilidade o qual resulta em danos à vida e aos bens das pessoas. Estes desastres têm origem na natureza e nos locais em que há intervenção humana eles são intensificados.

Os acidentes e desastres naturais são problemas com que todas as sociedades convivem, no entanto, em alguns lugares eles são mais frequentes, em outros são relativamente raros, entretanto, em todas as sociedades eles representam um desafio (MATTEDI e BUTZKE, 2001).

A catástrofe refere-se a situações de perdas e danos ainda mais graves que as dos acidentes e desastres. Segundo as autoras Veyret e Richemond (2007), *catástrofe* é definida em função da amplitude das perdas causada às pessoas e aos bens.

A resposta ao enfrentamento dos perigos está diretamente relacionada com o grau de conhecimento que a população tem acerca dos riscos geoambientais no local em que está inserida. A apropriação dessas informações deve permitir que a população, a comunidade ou o município atue com melhor êxito em medidas de prevenção e tomada de decisões durante a ocorrência do fenômeno adverso, diminuindo assim o grau de vulnerabilidade da população passível de ser atingida por riscos geoambientais.

3.2 VULNERABILIDADE, SUSCETIBILIDADE E RISCO

Eventos que representam perigo se manifestam a partir de determinadas dinâmicas ambientais e geralmente em locais específicos, advindo da interação de fatores naturais e antrópicos que funcionam como condicionantes para tornar determinado local mais ou menos suscetível a manifestação de tais perigos. A suscetibilidade do ambiente é que indica a potencialidade de ocorrência de eventos perigosos. Ela diz respeito ao local de ocorrência de um fenômeno perigoso do meio natural, bem como à sua frequência e magnitude. A suscetibilidade aos fenômenos que representam perigo faz parte da dinâmica natural do lugar, (LUIZ, 2004). No entanto, as modificações realizadas pela ação da população podem acelerar tais processos ou até mesmo provocar suscetibilidade a fenômenos do meio físico em locais que naturalmente não eram suscetíveis. Fernandes e Amaral (1996) chamam atenção sobre os fatores que influenciam para que um evento perigoso do meio físico ocorra e afirmam que não se trata unicamente daqueles de origem natural. Os autores descrevem que no Brasil também há um número elevado de acidentes induzidos pela ação antrópica. De acordo com os estudiosos, as metrópoles brasileiras convivem com acentuada incidência de deslizamentos induzidos por cortes para a construção de moradias e estradas, desmatamentos, atividades de pedreiras, disposição final do lixo e das águas servidas, com grandes danos associados.

Considerando que a suscetibilidade pode se apresentar de forma natural e/ou induzida, nesta pesquisa o termo segue a definição do IPT, (2007) que descreve *suscetibilidade* como indicadora do potencial de ocorrência dos processos naturais e induzidos em determinada área que pode ser expresso em probabilidade de ocorrência.

As perdas e danos causados por um acidente, desastre ou catástrofe são função da magnitude do fenômeno perigoso e do grau de vulnerabilidade das pessoas atingidas. Para Souza (2004), *vulnerabilidade* são as condições e os processos resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ecológicos que influenciam a quantidade e o tipo das perdas e danos no momento de ocorrência dos eventos perigosos. Palácios *et al*, (2005) colocam que a *vulnerabilidade* é um conjunto de condições ambientais, sociais, econômicas, políticas e educacionais que deixa a comunidade mais ou menos exposta a um desastre, seja pelas condições de insegurança existentes ou pela capacidade de resposta e recuperação ao desastre.

Para Garcia Tornel (1997), o termo *vulnerabilidade* é geralmente utilizado como avaliação da possibilidade que um evento catastrófico se produza como expressão dos danos potenciais que a podem incluir, expressado nas perdas de bens ou vidas humanas. O autor associa a sociedade ao risco. Na mesma linha, as autoras Veyret e Richemond (2007) definem o termo *vulnerabilidade* como sendo a magnitude do impacto previsível de uma área¹³ sobre os alvos. Para as autoras, a vulnerabilidade mede os impactos danosos do acontecimento, ou seja, é um indicativo do grau de perda sobre os ativos afetados.

As definições citadas dão o entendimento de que a vulnerabilidade expressa os níveis de capacidade ou incapacidade de enfrentamento de perigos da dinâmica do meio físico por um indivíduo ou grupo de pessoas que os enfrentam, ou seja, quanto mais conhecimento e preparo para lidar com fenômenos de perigo do meio físico, menor será a vulnerabilidade e vice-versa. Nesse sentido, o termo vulnerabilidade passa a ter caráter mais social.

A suscetibilidade de uma determinada área relacionada à vulnerabilidade pressupõe sempre a perda. Essa relação de perigo associada ao grau de vulnerabilidade do sistema receptor é dada como risco.

Veyret e Richemond (2007) definem *risco* como a percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que esteja exposto a ele. Na concepção de Cerri e Amaral (1998), *risco* é definido pela probabilidade da ocorrência de um evento que causa perdas e danos. Castro (2000) segue o mesmo contexto, descrevendo que a palavra *risco* implica na proximidade de um dano, desgraça ou contratempo que pode afetar a vida dos homens e mulheres. Ela inclui a probabilidade da ocorrência de um acontecimento natural ou antrópico e a avaliação do homem quanto a seus efeitos nocivos (vulnerabilidade). Para a autora, a mensuração qualitativa pode ser feita pela medição das perdas e pela probabilidade de ocorrência do fenômeno perigoso ou concretização da ameaça. Na mesma lógica de definição do termo, Palácios *et al.*, (2005) afirmam que *risco* pode ser estimado pelo provável número e características de perdas humanas, feridos, propriedades danificadas e interrupção de atividades econômicas que podem produzir um desastre.

¹³ O termo *álea*, citado por Veyret e Richemond, (2007) diz respeito à “possibilidade de um acontecimento”, podendo ser um processo natural, tecnológico, social, econômico. É a sua probabilidade de realização.

Todavia, o risco propriamente dito trata-se de uma relação entre o perigo e a vulnerabilidade, que pressupõe a perda. O risco é dado a partir da mensuração da possibilidade de perdas e danos causados à população, ou seja, há que se trabalhar com a quantificação dos possíveis prejuízos que poderão ser causados às possíveis vítimas atingidas por fenômenos da dinâmica natural para que então seja gerado um produto o qual diga respeito a riscos naturais. Caso o fenômeno seja identificado em seus locais de ocorrência sem a quantificação do dano, tem-se, assim, um produto que se trata do termo perigosidade, ou seja, um produto que diz respeito à análise de suscetibilidade.

O termo risco pode se apresentar na vida de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos em várias situações. Cerri e Amaral (1998) descrevem que existem riscos sociais, antropogênicos, biológicos e riscos físicos. Em relação ao estudo desta pesquisa, ressalta-se a importância do conhecimento das esferas dos riscos físicos que, segundo os mesmos autores, dividem-se em três tipos. a) atmosféricos: como queda de raios, secas, estiagens, geadas, granizo, furacões, nevascas, ondas de calor ou de frio, entre outros; b) hidrológicos: incluem perigos, como enchentes e inundações; e por fim, c) os riscos geológicos: que podem ser de origem endógena ou exógena. Os riscos como abalos sísmicos, maremotos, terremotos e tectonismo estão associados à dinâmica interna da Terra; em contrapartida, os riscos geológicos como movimentos de massa, erosão e assoreamento estão relacionados à dinâmica externa da Terra.

A Organização das Nações Unidas (ONU) criou uma metodologia¹⁴ no ano de 1999, para o gerenciamento de áreas de risco, visando normatizar e aperfeiçoar as ações praticadas em diversos locais do mundo para prevenir e lidar com situações de emergência e de reconstrução. Esta metodologia segue as seguintes etapas:

I - Análise dos riscos: a) Quantificação: relativa e absoluta; b) Zoneamento de risco; c) Cadastramento de risco; d) Carta de risco;

II - Medidas de prevenção de acidentes: a) Estruturais, que envolvem obras de contenção, drenagem, reurbanização, realocação de moradias e população; e b) Não-estruturais: abarcando planejamento urbano, cartas geotécnicas e de risco e planos preventivos de defesa civil.

III - Atendimentos emergenciais: a) Determinação da fenomenologia preliminar: causa evolução, área de impacto; b)

¹⁴ Informação disponível em: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/eng/doc>

Delimitação da área de risco e remoção da população; c) Obras emergenciais; d) Orientação e resgate; e) Sistema de monitoramento da área; f) Recomendações para o retorno da população.

IV - Informações públicas: a) Cursos, palestras, seminários, reuniões; b) Publicações técnicas; c) Cartilhas, folders, cartazes; d) Exercícios simulados.

Como a presente pesquisa não trabalha com riscos, não se levou em consideração os critérios de análise da metodologia da ONU, pois nesta pesquisa estuda-se o fenômeno, e para tanto a preocupação foi em estudar os condicionantes que o causaram, a partir de uma retro-análise, procurando conhecer as principais agentes e condicionantes fizeram com que os movimentos de massa na área de estudo ocorressem.

3.3 MOVIMENTOS DE MASSA: DEFINIÇÕES E DINÂMICAS

Uma *encosta, talude natural ou vertente*, podem ser é definidos como uma conformação natural do terreno, podendo ser alterada por forças internas ou externas e ainda pela ação antrópica (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007). Assim sendo, as vertentes também possuem a mesma denotação, conforme coloca Christofolletti, (1980) que descreve que *vertente* corresponde a uma superfície inclinada não horizontal. Florenzano, (2007) define *encosta ou vertente* como sendo superfícies inclinadas, dinamicamente conectadas a linha divisora de águas e ao talvegue. Os limites de uma vertente na definição da autora são bem definidos, por isso sua conceituação do termo foi adotada nessa pesquisa.

Outro termo também usado no estudo de movimentos de massa, porém admitindo variações, é o termo *talude* que corresponde segundo Carvalho; Macedo e Ogura, (2007) como encostas de maciços terrosos, de superfície não horizontal, todavia para esse termo, existe uma divisão que considera como *talude natural* com o mesmo significado de do termo talude com a condição de ter sido originado apenas por agentes naturais e *talude artificial* aquele que é produto da ação antrópica por meio de obras de engenharia, podendo ser classificado como talude de corte ou de aterro.

3.3.1 Fatores condicionantes dos movimentos de massa

A suscetibilidade ao movimento de massas é produto de condições climáticas, geológicas, antrópicas, geotécnicas, pedológicas e geomorfológicas.

Os fatores condicionantes podem ser de origem natural ou antrópica e de forma geral, são divididos em agentes predisponentes, agentes efetivos e agentes deflagradores (GUIDICINI; NIEBLE, 1996; IPT, 2007; AUGUTO FILHO, 1995; BIGARELLA, 2007).

Consideram-se agentes predisponentes o conjunto de características intrínsecas do meio natural como o complexo geológico-geomorfológico, o complexo hidrológico-climático, a vegetação e a gravidade. São eles que respondem pela suscetibilidade a perigos do meio natural, (IPT, 2007; GUIDICINI; NIEBLE, 1996).

Os agentes efetivos são diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa. Eles atuam como um mecanismo que dão origem ao processo de ruptura de uma encosta e podem ser subdivididos em agentes preparatórios e imediatos. Os primeiros estão relacionados à: pluviosidade, erosão pela água, variação de temperatura e umidade, ação das fontes e mananciais, e o segundo associam-se à chuva intensa, erosão e ação do homem.

Algumas intervenções humanas no meio físico podem atuar como agentes deflagradores de escorregamentos. Para esta pesquisa, os condicionantes antrópicos verificados foram àqueles considerados pelo IPT como os mais importantes, tais como a o lançamento e concentração de águas pluviais ou servidas, vazamento na rede de água e esgoto, presença de fossas, execução inapropriada de cortes, aterros e patamares, lançamento de lixo no talude, retirada de solo e obras que obstruem a drenagem natural provocando erosão lateral que pode aumentar a declividade da encosta.

Farah (2003) descreve que a estabilidade das encostas é determinada por três fatores condicionantes principais: características geométricas da encosta (forma, inclinação, amplitude, declividade e perfil), geologia dos terrenos (depósitos e rochas) e pelo ambiente fisiográfico (clima, cobertura vegetal, drenagens, etc.). O autor coloca que a variação natural ou a alteração humana destas condicionantes podem facilmente implicar na alteração da condição de estabilidade. Também a questão da forma das encostas deve ser considerada, visto que formas côncavas são muito suscetíveis de acumular água em superfície e subsuperfície e, por essa razão, acabam tornando-se mais propensas a romper (FERNANDES e AMARAL 1996).

Dos fatores condicionantes descritos, devido ao enfoque dessa pesquisa, foram levados em consideração os condicionantes geológicos, geomorfológicos, climáticos, cobertura vegetal e ação antrópica, dada a importância desses fatores para avaliação da suscetibilidade de uma encosta a movimentos de massa.

A análise dos condicionantes geológicos refere-se principalmente a natureza da rocha, pois dela derivam os materiais que constituem a encosta, bem como o tipo de solo, a presença de falhas e fraturas. Conforme colocam os autores Augusto Filho e Virgili (1998), parâmetros que determinam a resistência, como coesão e ângulo de atrito, variam bastante, pois dependem da gênese e características dos solos. Pode-se saber, por exemplo, se determinada porção do solo é mais ou menos resistente a tensão de cisalhamento a partir dos componentes mineralógicos e seu arranjo, (LUIZ, 1996). Ou seja, fatores como granulometria e textura fornecem informações a respeito da coesão, permeabilidade e resistência dos solos a tensões cisalhantes. Falhas e fraturas também são condicionantes geológicas e sua relevância está na presença de descontinuidades mecânicas e hidráulicas. Elas propiciam um caminho preferencial de alteração frente ao intemperismo, facilitando seu avanço em direção ao maciço rochoso, possuem grande continuidade e, portanto, influência nas grandes massas com baixa ou nenhuma coesão etc. Também as foliações e bandamentos quando mergulham para fora da encosta é desfavorável à estabilidade da vertente (GUIDICINI; NIEBLE, 1996; FENANDES; AMARAL, 2003).

Os condicionantes geomorfológicos estão ligados à geometria da encosta, atribuindo a declividade e forma de encosta como principais fatores a serem considerados nesta pesquisa.

Moreira e Pires Neto (1998) e Florenzano (2007) definem a declividade como a relação entre a amplitude e o comprimento da rampa, ou seja, a relação entre a altura e o plano horizontal de uma encosta, podendo ser medida em graus ou em porcentagem. É um condicionante fundamental para ocorrência de movimentos de massa, porque esta diretamente ligada às forças atuantes no equilíbrio das vertentes. Quando a declividade é alterada, (seja por processos naturais ou antrópicos), também é modificada a geometria das forças da vertente, podendo causar instabilidade à mesma (LUIZ, 1996).

Normalmente, as vertentes se apresentam como uma convexidade no topo, um segmento retilíneo e/ou suave e uma concavidade na porção que se encontra mais próxima a base. Christofolletti, (1980) discutiu várias concepções de forma de vertente, a partir de autores como, Max Derruau, King, Wood, Yiybg, etc. Todos os estudos relacionados à forma de vertente são oriundos de estudos em campo e/ou modelos matemáticos. No entanto, para esta pesquisa, trabalhou-se com três segmentos principais como componentes das vertentes, delimitados através de um programa que determinou as sequências: côncava, convexa e retilínea. Nas encostas da área de estudo, admitiu-se esse

perfil baseado na explicação de Bigarella, (2007) que descreve que um perfil de encosta é formado por um segmento convexo, no qual a declividade aumenta em direção à jusante, um segmento retilíneo, cuja declividade é aproximadamente constante e um segmento inferior côncavo que apresenta redução de declive encosta abaixo. Figura 04.

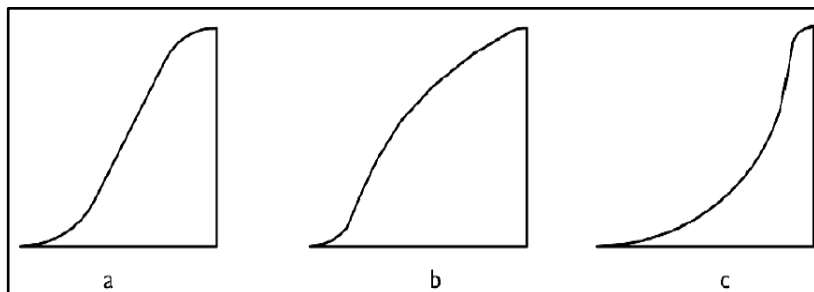


Fig. 04: representa os segmentos de encosta:
a → retilínea; b → convexa e c → côncava.

Aumond *et al.*, (2009) cita da importância da realização deste mapa para avaliação do escoamento das águas pluviais, bem como possíveis rotas de movimentos de massa.

Ainda referente à análise geomorfológica, acrescentou-se dados da ocorrência dos movimentos de massa por setor de encosta e altitude, a fim de quantificar as maiores ocorrências dentro desses dois parâmetros.

A relação do clima como condicionante é importante para conhecer os sistemas atmosféricos atuantes. Bigarella, (2007) coloca que os trópicos úmidos têm sido considerados regiões onde as encostas estão mais sujeitas a movimentos de massa, de modo que os dados de precipitação devem ser examinados, pois as chuvas possuem relação direta com a água da superfície e subsuperfície e, por conseguinte influencia a deflagração dos processos e mecanismos que causam instabilização das encostas (A. FILHO; VIRGILI, 1998).

A cobertura vegetal exerce função na retenção de água da chuva, pois as folhas interceptam determinada quantidade de chuva que antes de infiltrar no solo é evaporada (BIGARELLA, 2007) e em áreas onde não há cobertura vegetal há favorecimento ao escoamento superficial. A. Filho e Virgili, (1998) descrevem a importância do estudo da vegetação na instabilização de encostas citando três exemplos: efeito avalanche, efeito cunha e sobrecarga vertical. O primeiro diz respeito à influência dos ventos ao atingirem as copas das árvores do terreno, transferindo a

força cisalhante dos troncos para o solo como uma força alavanca, o segundo acontece quando as raízes penetram nas fendas e fraturas do causando pressão lateral o que favorece a sua abertura e diminuição da resistência e, o terceiro é quando acontece sobrecarga vertical, causada pelo peso das árvores, que exercendo tal sobrecarga aumentam a tensão cisalhante atuante sobre a encosta.

As ações antrópicas geram uma cadeia de efeitos crescentes, que podem ser resumidas conforme colocado por Cendrero, *et.al.* (2008),

El aumento de la población y de su capacidad económica y tecnológica (de los PIB o consumo energético son posibles indicadores) representa la fuerza motriz que desencadena una serie de presiones humanas sobre el territorio (cambios de uso, construcción de viviendas e infraestructuras, explotaciones forestales, intensificación de la agricultura, et) las cuales modifican el estado este através de impactos (alteración de la cobertura, cambios topográficos y micro-morfológicos, modificaciones de la escorrentía y de la infiltración, variaciones de la hiesión de la capa superficial, etc.) que, por su vez, pueden desencadenar una respuesta de los sistemas naturales. (CENDRERO et al, 2008, p. 33)

Compartilhando com os autores, toma-se como verdadeiro a forte contribuição que a intervenção humana exerce como condicionante para a desestabilização das encostas, haja vista a frequência e magnitude de eventos catastróficos de movimentos de massa em áreas urbanas nos últimos anos. (Quadro 01).

As diversas formas de uso e ocupação da terra para áreas naturalmente suscetíveis a movimentos de massa podem acelerar e ampliar o processo de instabilização da vertente, ou ainda, em áreas de encostas estáveis, o avanço da urbanização e desenvolvimento por meio de obras de engenharia pode criar a suscetibilidade a movimentos de massa. Entre as ações que causam instabilidade dos taludes pode-se destacar: a execução de cortes com geometria inadequada, lançamento de lixo e entulho nas encostas, vibrações produzidas por tráfego pesado, explosões, lançamento e concentração das águas pluviais, execução deficiente de aterros, vazamentos na rede de abastecimento, esgotos e sistemas de fossa, entre outros (AUGUSTO FILHO; VIRGILE, 1998;

IPT, 2007; LUIZ, 1996; BIGARELLA, 2007; CENDRERO *et. al.* 2006, A. FILHO, 1995). Assim como as chuvas, o homem também é julgado como agente deflagrador mais importante para a ocorrência dos movimentos de massa, visto que “ultimamente o homem altera a vertente de tal forma que ocasionalmente vastas áreas procuram o novo equilíbrio através de extensas movimentações de massa”. (Bigarella, 2007, p.1035); desta forma o homem se constitui como modificador da dinâmica da encosta, cujas ações providas da sua interferência são consideradas indutoras dos movimentos de massa.

3.3.2 Mecanismos envolvidos no processo de ruptura das vertentes

Os condicionantes anteriormente citados são responsáveis pela interferência na estabilidade das vertentes, visto que influenciam no arranjo dos materiais e na geometria das encostas, e por isso, no jogo de tensões que mantem as encostas estáveis. Uma vertente está em equilíbrio quando a resistência ao cisalhamento dos materiais que a compõe é superior à tensão de cisalhamento. A resistência ao cisalhamento é a máxima resistência que o solo é capaz de suportar, sobre determinadas condições, sem apresentar ruptura. No caso da tensão aumentar até o limite de resistência, a encosta em questão estará na iminência de entrar em colapso; ao ultrapassar tal limite, ocorre a ruptura da encosta.

Será utilizado nesse trabalho o critério de Mohr-Coulomb para verificar as tensões atuantes no equilíbrio das vertentes, assimilando-se a reta de Coulomb à envoltória de Mohr, conforme equação abaixo e a Figura 05.

$$\tau \rightarrow c + \sigma \cdot tg\varphi, \text{ onde}$$

τ → resistência ao cisalhamento

σ → tensão normal ao plano de cisalhamento

c → coesão do solo

φ → ângulo de atrito interno do solo

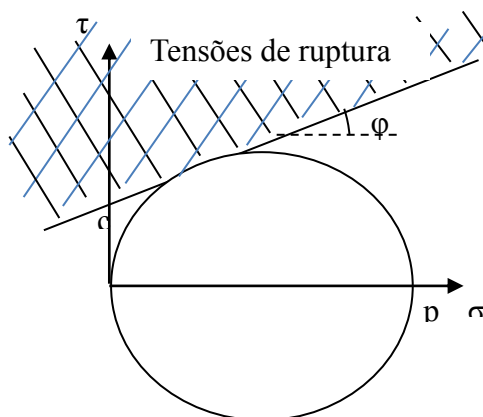


Fig. 05 - Gráfico representando a reta de Coulomb e envoltória de Mohr

A equação da reta acima mostra que a coesão do solo independe da tensão normal estando associada a forças eletroquímicas de atração das partículas do solo, podendo ser alteradas por condições do interior da encosta de modo que seu estudo nos levaria à física dos solos e à química coloidal (CAPUTO, 1988; VARGAS, 1977; GUIDICINI; NIEBLE, 1976). Assim, é importante avaliar os atributos dos materiais que compõe a camada superficial, pois aspectos como granulometria, textura, etc. resultam em materiais mais ou menos resistentes. Já o ângulo de atrito é obtido a partir da medida da inclinação da reta que é desenhada tangenciando o círculo de Mohr. O círculo é desenhado no eixo das abscissas nas valores de tensão aplicados a uma amostra de solo em um ensaio de cisalhamento direto. Definido pela inclinação da linha que relaciona as duas tensões (cisalhante e de resistência), a partir do segmento do arco cuja tangente é a razão entre a tensão cisalhante e a tensão normal num dado ponto da reta em um ensaio de cisalhamento direto; ele depende do tipo de material, e para um mesmo material, depende de diversos fatores (densidade, rugosidade, forma, entre outros).

3.3.3 Classificação dos movimentos de massa

Segundo Guerra (1999), os *movimentos de massa* são os movimentos gravitacionais responsáveis pela instabilidade nas encostas. Abrange praticamente quase toda gama de transporte de matéria, desde os mais lentos até os mais rápidos, incluindo sólidos e fluidos. Christofoletti (1974) considera *movimento de massa* todos aqueles que

promovem a movimentação de massa de regolito, solo ou depósitos realizados pela encosta. O motor do movimento é a gravidade. A água funciona apenas como um condicionante, reduzindo o coeficiente de fricção entre as partículas ou acabando com a coesão aparente e, conseqüentemente, diminuindo ou destruindo a resistência do solo.

Há diferentes tipos de classificações para os movimentos de massa no Brasil e no mundo. Para classificar os movimentos de massa, leva-se em consideração critérios como: tipo de material movimentado, velocidade e mecanismos do movimento. Guidicini e Nieble (1984) consideram dentro de movimentos de massa os seguintes tipos: escoamentos densos (rastejo e corrida de terra, de lama ou de detritos), escorregamentos (rotacionais e translacionais), queda de blocos e queda de detritos, subsidências, recalques e desabamentos, e, por último, as formas de transição e movimentos complexos. Para Carvalho *et al.*; Ogura, (2007); Guidicine e Nieble (1976); Fernandes e Amaral (1996) os movimentos de massa passam por classificações como: rastejos, corridas de massa, escorregamentos, quedas e tombamentos. No presente trabalho, serão abordados movimentos de massa do tipo rastejos, escorregamento, corridas, queda e rolamento de bloco.

- *Escorregamento*: acontece ao longo de uma ou mais rupturas de uma encosta, movendo, de forma lenta ou rápida, material que pode ser formado de solo e/ou rocha, o qual pode permanecer intacto ou se esfacular durante a ocorrência do movimento (WICANDER, 2009). Trata-se de um movimento de massa em que ocorre uma queda da resistência ao longo de uma superfície definida. A massa de solo e/ou rocha se move sobre essa superfície ainda no estado semi-sólido (FERNANDES e AMARAL, 2003). Nos escorregamentos em geral, é possível identificar o material escorregado do não movimentado. Christofolletti (1980), define os escorregamentos como deslocamentos de uma massa de regolito sobre um embasamento ordinariamente saturado de água.”

De acordo com a forma da superfície de ruptura, o escorregamento pode ser translacional, com superfície de ruptura plana; ou rotacional, cuja superfície de ruptura é curva côncava. O primeiro ocorre em área de relevo acidentado, com solo raso, enquanto o segundo ocorre em relevo mais suave, com manto de alteração mais profundo. Quanto à origem a que os escorregamentos translacionais e rotacionais estão associados, Guimarães *et al.* (2008) descreve que:

[...] os deslizamentos translacionais ocorrem durante chuvas intensas, quando é elevada a poro-pressão em uma superfície de descontinuidade. A poro-pressão positiva da água no plano de ruptura altera a estabilidade da encosta, reduzindo a tensão cisalhante do solo e a tensão normal. A ruptura ou a instabilidade da encosta vão depender do equilíbrio entre as forças estabilizadoras e desestabilizadoras. (GUIMARÃES *et al.*, 2008, p. 162).

Em contrapartida, os autores, os escorregamentos rotacionais geralmente estão associados a erosão natural da base da encosta, o qual é provocado por sistema fluvial ou pela atuação antrópica, ao executar, por exemplo, corte da encosta para construção de vias ou residências. Para IPT (2007,) os *escorregamentos* são caracterizados por movimentos rápidos, com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). O material deslizado pode ser formado por solos, depósitos de encostas como colúvio, rochas, detritos e lixo doméstico (FERNANDES e AMARAL, 2003).

- *Quedas, tombamentos e rolamentos.* Farah (2003) afirma que as quedas se caracterizam como movimentos que possuem velocidades altas, mobilizam principalmente materiais rochosos e podem ocorrer na forma de rolamento de matacão, tombamentos e quedas livres de lascas e blocos rochosos. Nos estudos de Fernandes e Amaral (1996), os autores discorrem que as *quedas* podem ocorrer com mais frequência em encostas íngremes de paredões rochosos e contribuem para a formação de depósitos de talus. Esse fenômeno é favorecido pela presença de fraturas, bandamentos composicionais e descontinuidades da rocha. Já o rolamento de blocos (matações) implica no rolamento encosta abaixo de blocos rochosos, que, por ação principalmente pluvial, desprendem-se do terreno seguindo ladeira abaixo.

-*Corridas.* Bigarella (2007) conceitua o termo *corrida* de terra ou de lama como movimentos mais fluidos, via de regra bastante rápidos. Fernandes e Amaral (1996) definem *corridas* como movimentos rápidos, e apontam que são constituídos por materiais com aparência altamente viscosa. Nesse tipo de movimento de massa não existe superfície de ruptura definida. Segundo Gramani e Augusto Filho (2004), esses movimentos mobilizam um expressivo volume de material em um curto período de tempo, com velocidade e capacidade de transporte que pode alcançar grandes distâncias. As *corridas* são de difícil identificação porque muitas vezes se originam a partir de um

escorregamento anterior, quando o material ganha mais água e escoa encosta abaixo, às vezes até alcançando a linha de drenagem. Por essa razão, os autores citados consideram as *corridas* como um movimento complexo.

- *Rastejos*: são considerados como movimentos muito lentos e contínuos que ocorrem nas encostas, sem limites bem definidos. Podem envolver grande quantidade de material, cuja movimentação normalmente é provocada pela ação da gravidade. Entretanto, os efeitos das variações de temperatura e umidade podem influenciar no desenvolvimento desse fenômeno a partir do processo e expansão do material (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; Guimarães *et al.*, 2008). Bloom (1972) define *rastejamento* como o movimento mais lento do regolito, cuja velocidade é maior na superfície e gradualmente diminui a zero com a profundidade. Para Christofolletti (1980), *rastejos* correspondem ao deslocamento de partículas, cuja movimentação é lenta e imperceptível o deslocamento chega a poucos centímetros por ano, ou menos. Ainda segundo o mesmo autor, o movimento de rastejo pode ser cíclico estando vinculado a causas como: pisoteio de gado, o crescimento de raízes e o escavamento de buracos pelos animais que podem gerar uma série de movimentos minúsculos das partículas terrosas. Bloom (1970) coloca que a umidade também auxilia na expansão volumétrica, deslocando partículas no sentido da face livre da massa em expansão, ou perpendicular a superfície do terreno. As partículas em movimento são levadas pelo componente gravitacional, ocasionando um movimento descendente. Árvores muito antigas, postes ou muros recurvados em uma encosta, podem ser indícios de que esteja ocorrendo movimentos caracterizados como rastejos. O movimento de rastejo ocorre com velocidade entre milímetros a alguns metros por ano, acontecendo na porção superior dos terrenos até a parte mais baixa das vertentes, (POPP, 1998).

Em algumas situações pode-se observar a evolução de um tipo de movimento de massa para outro, como por exemplo, uma corrida que desenvolveu um escorregamento.

CAPITULO IV PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentadas as ferramentas utilizadas e os procedimentos realizados para alcançar os objetivos propostos.

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho de pesquisa consistiu no levantamento de referencial teórico acerca dos riscos, desastres e movimentos de massa.. Em seguida realizar as leituras e fichamentos a fim de subsidiar o conhecimento para trabalhar com a temática.

Para fazer os mapas temáticos da área de estudo foi utilizada a base planialtimétrica da Prefeitura de Gaspar com escala de 1:10.000 do ano de 2005.

Os materiais utilizados para compreensão do meio físico e uso da terra referem-se às fotos aéreas do ano de 1978 com escala de 1:25.000 que foram cedidas pela Secretária de Planejamento de Santa Catarina; imagens do ano de 2009 e 2010 do Programa *Google Earth* disponível na rede mundial de computadores e imagens de satélite Cber e Alos cedidas pelo laboratório de geologia da Universidade Federal de Santa Catarina. Também foram utilizadas informações contidas no relatório técnico do mapeamento elaborado pela diretoria de Geociências do IBGE em 2002, para a terceira edição do Projeto de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina, (GERCO), folhas: Itajaí, SG.22-Z-B-V e Blumenau SG.22-Z-B-IV em escala 1:100.000.

As informações como dados de temperatura e índices pluviométricos da estação da cidade de Blumenau (como o município de Gaspar não possui estação meteorológica foram utilizados dados da estação mais próxima) foram fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI.

Para a descrição geológica utilizou-se amostras de rochas coletadas em campo, informações contidas no memorial descritivo do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, o qual foi elaborado em convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM e Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia - SCTME, em escala 1:500.000 publicado em 1987, e, o relatório técnico do GERCO para mapeamento na escala 1:100.000. A descrição geomorfológica e pedológica foi baseada nos memoriais descritivos (relatórios técnicos) da 3ª Edição do GERCO.

Para descrever o uso da terra da área foi também utilizado o relatório técnico do GERCO, folhas Gaspar e Blumenau, escala 1:50.000 do GERCO e para interpretação das áreas de uso do solo foram utilizadas imagem do Google Earth 2009, imagens de satélite Landsat 2009, Alos 2009 e Cber 2009, e principalmente as observações e interpretações em campo.

Por meio de trabalhos técnicos já publicados foi realizada uma interpretação preliminar da área de estudo e com isso foram sistemáticos os campos que tinham como objetivo e identificar, comparar e complementar dados com as informações de relatórios e mapas temáticos já existentes.

As saídas de campo (Quadro 04) foram sistematizadas da seguinte forma:

Quadro 04: Sistematização de Saídas de Campo para Área de Estudo	
Dias programados	Tarefas realizadas
13 jan. 2010	Reconhecimento da área.
27 e 26 jul. 2010	Coleta de pontos com GPS de navegação, conversas informais com os moradores da área de estudo, observações para o confecção do mapa geológico e geomorfológico.
28 ago. 2010	Coleta de pontos com GPS geodésico para mapear com maior acurácia as cicatrizes de movimentos de massa.
21 out. 2010	Observação dos aspectos geológicos da área.
9 e 10 nov. 2010	Coleta de pontos com GPS de navegação e geodésico e avaliação de dados para a construção do mapa geológico e geomorfológico.
9, 10, 11, 12 e 13 jan. 2011	Coleta de pontos com GPS de navegação e geodésico e avaliação dos dados para o mapa de uso da terra.
21 e 22 fev. 2011	Traçar perfis e coletar amostras de solo.
13 abr. 2011	Campo de fechamento.

Elaboração: Bini, 2011.

O breve histórico de evolução da ocupação da área de estudo, bem como das intervenções humanas no meio físico ocorreu por meio da pesquisa bibliográfica em livros, documentos da Prefeitura do Município de Gaspar, observações em fotos aéreas e campos para área de estudo que possibilitaram observações e conversas informais com moradores da região.

O histórico dos desastres anteriores ocorridos no município de Gaspar foi levantado desde o ano de 1980 até o ano de 2011, a partir de informações do Banco de Dados do GEDN. As informações contidas nos AVADANS da Defesa Civil Estadual também foram consultadas, embora em seus arquivos constem registros do município de Gaspar somente a partir do ano de 1999, e ainda assim, os processos dos anos 1999, 2000 e 2001 não foram encontrados no departamento responsável da instituição.

Por último, a análise dos movimentos de massa, foi feita a partir do resultado dos mapas temáticos e o mapeamento das cicatrizes dos movimentos de massa, ou seja, através de ferramentas e programas, (na pesquisa em questão o programa ArcGis) foi verificado em que tipo de geologia, geomorfologia (forma de encosta, setores de encosta, declividade, altimetria) e uso da terra as cicatrizes ocorreram. O mesmo procedimento foi realizado para verificar se os movimentos de massa ocorreram em áreas onde houve interferência humana como cortes de talude. Estes campos possibilitaram analisar as condições da paisagem em que os movimentos de massa ocorreram.

Após o evento catastrófico ocorrido no ano de 2008 na área de estudo o Centro Universitário de Ensino e Pesquisas sobre Desastres – CEPED, (2009) realizou o mapeamento das ocorrências dos movimentos de massa no município de Gaspar em parceria com a Prefeitura Municipal de Gaspar e à Defesa Civil Municipal, entretanto este mapeamento apresenta o registro de 44 ocorrências de movimentos de massa. No município de Gaspar, este mapeamento não abarcou todos os movimentos de massa ocorridos em novembro de 2008, bem como não apresentou informações pontuais sobre o fenômeno, sendo, portanto, necessária à realização de saídas de estudo que confirmassem e complementassem os dados a respeito do estudo dos movimentos de massa publicados até a presente pesquisa.

O número de ocorrência de movimentos de massa foi verificada através da integração de dados das imagens de satélite multiespectral Alos de agosto de 2009 com resolução espacial de 10m e a Cbers monocromática de 19 de abril de 2009 com resolução espacial de 2,5m Após correção geométrica das imagens no programa *ArcGis*, partiu-se para a fusão de imagem que foi efetuada no programa *Erdas Imagine*. Este processo resultou em uma imagem com resolução espacial de 2,5 m que serviu para essa análise, bem como para o mapa de uso da terra.

A fusão foi utilizada para obter uma nova imagem que combinasse com as melhores características espectrais e espaciais das

originais. Marcelino *apud* Guimarães *et al.*, (2008) afirma que essa técnica é muito utilizada para estudos geológicos e geomorfológicos, citando trabalhos como o de Marcelino (2003) que avaliou o uso de técnicas de fusão de imagens para reconhecimento das cicatrizes de escorregamentos, concluindo que esta técnica facilita a identificação destas cicatrizes. Compartilhando desta afirmação, esta técnica foi adotada na presente pesquisa.

A espacialização dos movimentos de massa foi feita a partir do uso do equipamento GPS (Sistema Global de Posicionamento) que emite as coordenadas geográficas para que posteriormente sejam lançadas na base cartográfica através de programas específicos. O equipamento de localização utilizado foi o GPS geodésico modelo *Promarck2* marca *Astech* com precisão de até 2,5 centímetros. O mesmo foi disponibilizado pelo laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Catarina. – LabGeop.

A interface de dados coletados pelo GPS é feita a partir da conexão através de um cabo que liga o GPS ao computador e a transferência dos pontos coletados é realizada pelo programa *Ashtech Solution*. Posteriormente, as coordenadas coletadas e registradas pelos GPS foram lançadas na base cartográfica da área de estudo, permitindo assim a visualização da distribuição espacial dos escorregamentos ao longo das microbacias.

Quanto à análise dos condicionantes de movimentos de massa na área de estudo, foi levada em consideração as características do meio físico associadas às intervenções humanas realizadas no meio natural. A proposta de estudo do IPT (2007) avalia que os movimentos de massa podem ocorrer sobre influência de condições naturais e/ou das ações antrópicas.

Os movimentos de massa ocorrem por uma série de fatores condicionantes, ou seja, nunca um único fator é responsável pelo seu acontecimento. Deste modo, para essa pesquisa, procurou-se estudar o maior número de condicionantes possíveis, a fim de detalhar as possíveis causas do desastre ocorrido em 2008 na área de estudo. Foram mapeados noventa e seis escorregamentos, os quais foram distribuídos espacialmente nos mapas temáticos gerados em escala 1:25.000. Nesta pesquisa, considera-se esta escala conveniente para representação dos mapas que serão apresentados. Em alguns casos de movimentos de massa mapeados na área de estudo, também são descritas informações sobre o tipo de movimento, bem como são demonstrados através de fotos.

Dentre as ocorrências mapeadas, foram selecionados quatro locais para fazer estudo de caso a fim de se fazer uma retroanálise das

condições que provocaram o fenômeno, como tipo de materiais que constituem o manto de intemperismo e dados de resistência (coesão e ângulo de atrito interno). Para essas análises foi preciso realizar a descrição vertical ao longo das paredes das cicatrizes, bem como retirada de amostras para granulometria.

A cor do solo é uma característica importante, pois pode fornecer informações sobre sua composição, propriedades e origem. Por isso, a cor é utilizada como um importante critério a ser empregado na identificação e distinção dos horizontes de solo (PALMIERI e LARACK, 2003) Em razão disso, adotou-se nesta pesquisa, uma comparação visual de torrões de solo com os padrões da escala de cor de Munsell, (1994) para solos.

Com o objetivo de obter melhor conhecimento sobre o manto de intemperismos das áreas selecionadas para estudo de caso, foram selecionadas algumas amostras para realização de análise granulométrica.

No laboratório de Pedologia do departamento de Geociências da UFSC foi realizada a análise granulométrica de 20 amostras de materiais constituintes da parede de ruptura dos movimentos de massa selecionados para estudo de caso. A análise de granulometria foi realizada por meio de peneiramento para a fração grossa (areia) e de pipetagem para a fração fina (silte e argila).

Os materiais separados em cada intervalo de classe foram pesados e convertidos em porcentagem. Posteriormente, estes dados de porcentagem foram processados em programas específicos para análise sedimentológica, oferecendo dados como frequência acumulada e histogramas.

A curva da frequência acumulada elucidou os vários tipos de curva das amostras com suas respectivas porcentagens de areia, silte e argila, definindo suas características granulométricas em seu ambiente e os histogramas apresentam a composição granulométrica das amostras, do número de classe textural e da posição na classe modal. .

Além dos dados descritos anteriormente, os dados das tensões atuantes e o ângulo de atrito do material constituinte dos taludes também foram identificados, sendo estes parâmetros medidos nos perfis nos mesmos locais de onde foram extraídas as amostras para a granulometria, para assim relacionar o limite de resistência ao tipo de material encontrado. Para isso, foram utilizadas as seguintes ferramentas: Torsional Vanes Tester Shear (*TVST*), recomendado para a determinação rápida de resistência ao cisalhamento de solos coesivos tanto no campo ou no laboratório e um *penetrômetro*, indicado para

medir a resistência à compressão, cedidos pelo Laboratório de Geodinâmica da UFSC. Estes aparelhos, como já mencionados, são limitados a solos coesivos.

O *TVST* e o *penetrômetro* de bolso indicam tensão ao cisalhamento e resistência à compressão, respectivamente. Tomando esses dois resultados em um diagrama de Mohr, têm-se dois círculos. O círculo relativo ao *TVST* possui centro na origem dos eixos de tensão normal (σ) versus tensão cisalhante (τ) cujo raio indica o valor medido da resistência ao cisalhamento.

O círculo relativo ao penetrômetro é tangente ao eixo da tensão cisalhante τ , cujo diâmetro correspondente ao valor medido de resistência a compressão. A linha tangente comum aos dois círculos é chamada linha crítica (equação de Coulomb), cuja inclinação corresponde ao ângulo de atrito ϕ . A utilização simultânea do medidor de cisalhamento e penetrômetro permite uma avaliação rápida do grau do atrito interno do solo na resistência ao cisalhamento, ou na determinação da coesão do solo, onde c representa o limite de resistência ao cisalhamento, s indica tensão cisalhante e σ tensão normal (tensão de compressão). Figura 06.

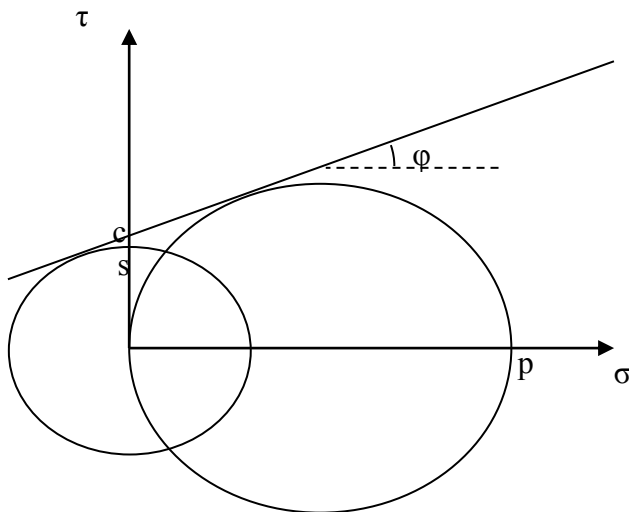


Fig. 06 – Gráfico representando o diagrama de Mohr aplicado à mecânica dos solos.

Na Figura 06 o primeiro círculo corresponde ao círculo de Mohr a partir do valor do *TVST*, o segundo círculo é criado a partir do valor

medido no penetrômetro, o local onde a reta intercepta o eixo das ordenadas é indicado o valor de coesão e a inclinação da reta que tangencia os círculos indica o ângulo de atrito.

Para o Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) a identificação dos fatores condicionantes dos movimentos de massa, bem como os dados de mecanismos que os envolvem são indispensáveis para adoção de medidas corretivas e de prevenção deste tipo de risco.

3.1.1 Procedimentos para confecção dos mapas temáticos

A base cartográfica utilizada para confeccionar os mapas temáticos é 1:10.000. Esta carta foi elaborada por uma equipe técnica contratada pela Prefeitura Municipal de Gaspar e cedidas para esta pesquisa pela própria.

A primeira etapa do trabalho para a construção dos mapas temáticos se constituiu em preparar as bases cartográficas no programa em *Auto-Cad* convertendo-as para o programa *Arc-Gis 9.3*. Este trabalho foi necessário tendo em vista que o programa utilizado para trabalhar com dados cartográficos nesta pesquisa foi o *ArcGis*. O processo de conversão dos dados foi realizado gerando um *shape* para cada tema que se pretende extrair (curvas de nível, vias, edificações, rios, massa d'água e pontos cotados) de cada prancha das bases cartográficas utilizadas. Após tal procedimento, é relevante conferir todos os *shapes* para corrigir as lacunas não interpretadas pelo software *Gis* durante o processo. Com a conversão pronta, obtém-se um banco de dados de todos os temas, facilitando as inclusões, retiradas e alterações nos novos *shapes* criados no *ArcGis 9.3*.

A base cartográfica 1:10.000 serviu de subsídio para a realização dos mapas temáticos da área de estudo, os quais são apresentados nesta pesquisa em escala de 1:25.000. Alguns pontos que simbolizam a localização dos escorregamentos foram analisados a partir da base cartográfica de 1:2.000, a fim de melhor visualizar o local de ruptura relacionando com a forma de encosta.

3.3.2 Mapas temáticos

Os mapas temáticos elaborados nesta pesquisa apresentam escala 1:25000.

- *Mapa da base cartográfica*: Este mapa foi realizado a partir da base cartográfica cedida pela prefeitura. Nele foram inseridos os temas

como: principais vias, hidrografia, curvas de nível e limites das microbacias hidrográficas de estudo.

- *Mapa geológico*: foi delimitado a partir das informações contidas no mapeamento do IBGE, (2002). Também foram coletadas amostras de rochas a fim de identificar os tipos que encontramos na área de estudo. No mapa geológico foi inserido duas fotos das amostras de rochas e identificado o local onde foram extraídas, bem como a descrição do tipo de rocha e características observadas. Para isso, estas amostras foram reconhecidas junto aos professores do laboratório de geologia da UFSC e UDESC. Os pontos onde foram coletadas as amostras foram identificados com GPS geodésico e posteriormente plotados sob o mapa geológico, permitindo, deste modo, obter alguns pontos de controle para a avaliação das informações contidas no mapa geológico do IBGE feito para o GERCO. Segundo análise dos professores, todas as amostras corresponderam a litologia do mapa GEOLOGICO CITADO.

- *Mapa geomorfológico*: . A delimitação da geomorfologia foi realizada a partir de pontos, linhas e polígonos, feitos sob a base cartográfica em escala 1:10.000 da prefeitura municipal de Gaspar. As feições de modelado e outras feições como interflúvio principal e secundário, topos de morros, vales em “V” em “U”, anfiteatros, caimento de vertente, colo, ruptura de declive, ombreiras e áreas interiormente deprimidas; as rampas de colúvio foram identificadas a partir dos campos e fotos aéreas do ano de 1978; as áreas de extração, aterro, corte de talude foram identificadas a partir da imagem fusionada e campos. Para conferir feições modelados e verificar as unidades existentes foi utilizado o mapeamento do GERCO (2002). Todas as informações sobre geomorfologia incluíram trabalhos de campo que tiveram fundamental importância para conferência, detalhamento e definição de modelados de e feiçõs do mapa geomorfológico.

- *Mapa de setores da encosta*: este mapa foi realizado por linhas editadas sobre a base cartográfica e imagem *Alos*, levando em consideração as cotas altimétrica, às feições de relevo, tais como modelados em colinas, outeiros, montanhas, planícies e ordem dos rios.














- - *Mapa de declividade*: o mapa de declividade foi gerado a partir das curvas de níveis da base cartográfica de 1:10.000. Após gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT) foram definidas e gerado o mapa através da ferramenta “*analyst*” do Programa “*ArcMap*”, a ferramenta “*Slope*” do programa “*ArcGis*” 10 foi utilizada para realizar o fatiamento das classes, cuja classificação adotada foi a mesma

trabalhada por Cruz, (1974) que analisou movimentos de massa na Serra do Mar, na área de Guaraguatubá, SP.

Mapa de forma de encosta: A partir da base cartográfica da prefeitura municipal de Gaspar em escala 1:10.000 e 1:2000 do ano de 2001 e 2005 respectivamente foi gerado o mapa de forma de encosta. Primeiro, foi criada uma Malha Irregular de Triângulos (TIN), que é uma das várias formas de representar computacional e graficamente uma superfície terrestre ou um modelo digital de terreno (MDT), gerado a partir das curvas de nível e pontos cotados; depois este TIN foi exportado para a forma *Raster*. Em seguida, para gerar os segmentos de forma de encosta, foi usada a ferramenta “*curvature*” do Programa *ArcGis 10* que possibilita obter a curvatura vertical, a horizontal e uma curvatura média. O *software* através desta ferramenta oferece algumas classes (cinco no total), positivas e negativas. As positivas foram classificadas como convexa e as negativas como côncava, e as que estavam próximas de zero como retilíneas. Conforme a forma de relevo visualizada a partir do TIN foi possível identificar que esta classificação estava correta. Depois de alguns testes com outros métodos, de classificação de forma de encosta, optou-se pelo método de classificação “*quantile*”, pois foi o mais representativo das encostas da área de estudo segundo observações das imagens fusionadas, curvas de nível e de campo.

- *Mapa hipsométrico:* as cotas da área de estudo se apresentam entre 5m a 390m, portanto para melhor representar a hipsometria da área, escolheu-se trabalhar com classes de 0-10m; 10-20m e >50m.

- *Mapa de uso da terra:* este mapa foi confeccionado a partir de informações extraídas das imagens Alos e Cbers (2009) e do programa *Google Earth* (2009). A imagem fusionada foi utilizada para trabalho de campo, a fim de confirmar as informações interpretadas. A delimitação de uso da terra foi realizada também realizada pelas técnicas de conhecimento padrão, através da vetorização (polígonos) que unem as regiões com características semelhantes. As áreas delimitadas foram classificadas em solo exposto, vegetação (floresta, campo, reflorestamento, pinus, eucalipto), e, posteriormente foram inseridas como atributos no banco de dados do programa *ArcGis 9.2*. Para melhor exemplificar as classes consideradas para elaboração deste mapa, a seguir são demonstradas as chaves de interpretação de objetos e feições representados na imagem Alus fusionada. Quadro 05.

Quadro 05: Chave de interpretação de objetos e feições representados em imagem <i>Alus</i>		
Classe	Caracterização	Amostra
Rizicultura	Verde-avermelhado, forma geométrica textura lisa, tamanho grande.	
Aterro	Forma irregular, textura geralmente lisa; cor esbranquiçada no caso da extração de areia, se diferenciando dos depósitos de movimentos de massa pelas observações em campo.	
Campo	Linhas e formas retangulares regulares e irregulares, cinza claro e magenta, textura rugosa.	
Solo exposto	Roxo ou rosa, textura lisa, forma irregular, tamanhos variados.	
Floresta	Verde-médio, textura rugosa, forma irregular.	
Massa d'água	Formas irregulares, textura rugosa, tons variando de verde a verde escuro, presença de sombreamento da copa das árvores emergentes.	
Palmeira real	Formas retangulares ou irregulares, cores variando de cinza claro à verde claro, textura lisa.	
Pastagem	Formas retangulares, presença de talhões, textura lisa ou pouco rugosa, tonalidade verde escura.	
Plantação de eucalipto	Apresenta forma irregular e textura geralmente lisa; cor verde-clara ou esbranquiçada.	
Reflorestamento	Formas irregulares, textura pouco rugosa, tons de verde.	
Área urbana	Cor rosa, textura ligeiramente rugosa e próxima às rodovias.	
Áreas alagadas	Cor azul ou preta, textura lisa, forma irregular e próxima a canais.	
Extração de Terra	Textura lisa e forma irregular, se diferenciando do solo exposto pelas observações em campo.	

Quadro 05: Chave para interpretação da imagem para confecção do Mapa de Uso da Terra da área de estudo. Elaboração: Bini, 2011.

CAPÍTULO V

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para analisar os movimentos de massa que ocorreram na área de estudo seguiram-se várias etapas, consideradas fundamentais para o entendimento desses eventos. A primeira delas consistiu em efetuar uma investigação para levantar os eventos já passados e no presente, dando enfoque ao estudo do desastre de 2008 por sua intensidade e extensão de prejuízos causados. A partir de uma retro-análise dos movimentos de massa de novembro de 2008, procurou-se conhecer os principais condicionantes que atuaram para a deflagração desses eventos e com isso poder trabalhar com cenários futuros.

As análises permitiram avançar sobre o conhecimento da suscetibilidade da área de estudo e gerou resultados que permitem tecer alguns comentários acerca do arcabouço em que estes movimentos se desenvolveram.

5.1 HISTÓRICO DOS EVENTOS ANTERIORES

Registros de enchentes, enxurradas, vendavais, alagamentos e escorregamentos são frequentes no município de Gaspar, ocorrendo praticamente todo o ano, conforme registros de ocorrências dos últimos trinta e um anos. (Quadros 09, 10, 11 e 12).

Os eventos recebem a sigla de acordo com a classificação adotada pelo Manual de Desastres da Defesa Civil e do GEDN/UFSC, sendo utilizado: Ib, Inundação brusca; Ig, Inundação gradual; Ds, deslizamento; Gr, Granizo; Ve, Vendaval; Es, Estiagem; Fd, Fluxo de detritos e Qb; queda de bloco.

Quadro 09: Histórico de eventos em Gaspar 1980 – 1989								
Ano	Ib	Ig	Ds	Gr	Ve	Es	Fd	Qb
1980	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	1	1	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	0	2	1	0	0	0	0	1
1984	0	1	0	0	0	0	0	0
1985	1	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	1	1	0	0	0	0	1
1989	0	1	1	1	0	0	0	1
Total	0	4	3	2	1	0	0	3

Ib, Inundação brusca; Ig, Inundação gradual; Ds, deslizamento; Gr, Granizo; Ve, Vendaval; Es, Estiagem; Fd, Fluxo de detritos e Qb; queda de bloco. Fonte: GEDN. Elaboração: Graziela Bini, 2011.

Quadro 10: Histórico de eventos em Gaspar 1990 – 1999								
Ano	Ib	Ig	Ds	Gr	Ve	Es	Fd	Qb
1990	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	1	0	0	0	0	0	0	0
1992	1	1	1	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1	0	1	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	2	1	0	0	0	0	0	0

Ib, Inundação brusca; Ig, Inundação gradual; Ds, deslizamento; Gr, Granizo; Ve, Vendaval; Es, Estiagem; Fd, Fluxo de detritos e Qb; queda de bloco. Fonte: GEDN. Elaboração: Graziela Bini, 2011.

Quadro 11:Histórico de eventos em Gaspar 2000 – 2009								
Ano	Ib	Ig	Ds	Gr	Ve	Es	Fd	Qb
2000	1	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	1	0	0	0	0	0	0
2002	1	0	0	0	0	1	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	1	0	1	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	2	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	1	0	1	0	1	0	0	1
2009	1	x	1	0	0	0	0	1
Total	3	1	2	1	3	0	0	2

Ib, Inundação brusca; Ig, Inundação gradual; Ds, deslizamento; Gr, Granizo; Ve, Vendaval; Es, Estiagem; Fd, Fluxo de detritos e Qb; queda de bloco. Fonte: GEDN. Elaboração: Graziela Bini, 2011.

Quadro 12:Histórico de eventos em Gaspar 2010								
Ano	Ib	Ig	Ds	Gr	Ve	Es	Fd	Qb
2010	2	0	2	0	0	0	0	2
Total	2	0	2	0	0	0	0	2

Ib, Inundação brusca; Ig, Inundação gradual; Ds, deslizamento; Gr, Granizo; Ve, Vendaval; Es, Estiagem; Fd, Fluxo de detritos e Qb; queda de bloco. Fonte: GEDN. Elaboração: Graziela Bini, 2011.

Dos ocorridos 42 eventos, levando em consideração sua importância, podemos destacar os seguintes:

- *Fevereiro 2002*: O município de Gaspar decretou situação de emergência por 45 dias devido aos eventos de escorregamentos e inundações bruscas, caracterizado um desastre de nível III, ou seja, foi um desastre de nível alto em termos de magnitude, sendo decretado estado de Emergência para o município. No dia **28 de fevereiro de 2002** ocorreu um escorregamento que atingiu a Rua Pedro Simon, nas proximidades do nº 1000, margem esquerda do Rio Itajaí-Açu. As consequências de tal evento foram quatro residências destruídas por soterramento e 19 desabrigados. Foto 12.



Foto 12 - Escorregamento na beira da estrada no Bairro Margem Esquerda.

Fonte: AVADAN, 2002.

- *Março 2002*: O processo de erosivo acelerado pela extração de areia ao longo do Rio Itajai-Açu, a Rua Pedro Simon, próximo ao nº 1000, no Bairro Margem Esquerda, provocou erosão da margem do rio na data de **04 de março de 2002**, contabilizando 6 residências destruídas e 20 desabrigados. O evento foi caracterizado como um desastre de intensidade II (Médio).

- *Fevereiro 2004*: Em **27 de fevereiro de 2004**, às 15h, com duração de 1h, ocorreram eventos de chuva forte e granizo nos Bairros do Centro, Santa Terezinha, Gasparzinho, Gaspar-Mirim, Gaspar-Grande, Figueira, Garuba, São Pedro, Coloninha e Sete de Setembro. Um total de 2.500 residências foram danificadas pela inundação gradual e chuva de granizo, cuja dimensão das pedras foi de até 5 cm de diâmetro. Foram 33.167 pessoas afetadas, sendo decretada situação de emergência por 30 dias.

- *Janeiro de 2006*: Em **17 de janeiro de 2006**, vendavais e chuvas fortes, alternadas e localizadas, com índices pluviométricos acima da média atingiram o município nos Bairros: Centro, Bela Vista, São Pedro, Coloninha, Sete de Setembro, Gaspar Grande, Gaspar Mirim, Gasparinho, Margem Esquerda, Santa Tereza e Figueiras. Parte da zona rural, nos Bairros: Gaspar Alto, Gaspar Alto Central, Bateias, Óleo Grande, Macucos, Barracão e Gasparinho. O evento ocorreu em 17

de janeiro de 2006, afetando 1.826 pessoas, deixando 6 feridos, 24 desabrigados, 450 residências danificadas e 200 km de estradas e 5000 m² de vias urbanas pavimentadas também danificadas. O montante de danos materiais contabilizados foi de R\$ 1.200.000,00. A velocidade do vento foi de até 100 km/h, causando danos e prejuízos à população.

- *Novembro de 2008*: Nos dias **22, 23 e 24 de novembro de 2008** o excesso de chuvas, que já chamava a atenção do poder público e a Defesa Civil Municipal desde o final de outubro, provocam diversas ocorrências de deslizamentos aconteceram nos bairros Margem Esquerda, Centro, Gasparinho, entre outros. Também houve deslizamento de parte do Morro da Igreja, que impediu o tráfego na Avenida das Comunidades, que liga o município a cidade de Blumenau e Itajaí. Do início de outubro a 14 de novembro, a Defesa Civil de Gaspar registrou 28 ocorrências de movimentos de massa, tanto na área rural como urbana. Outro grave problema diz respeito à trafegabilidade de diversas estradas de saibro do município, que apresentavam sinais de forte erosão. Os buracos e a lama que cobriam a estrada e buracos, colocando o tráfego em situação de perigo. Os movimentos de massa de maior magnitude ocorreram entre os dias 22 e 24, causando mortes e prejuízos à população. O município decretou estado de calamidade pública.

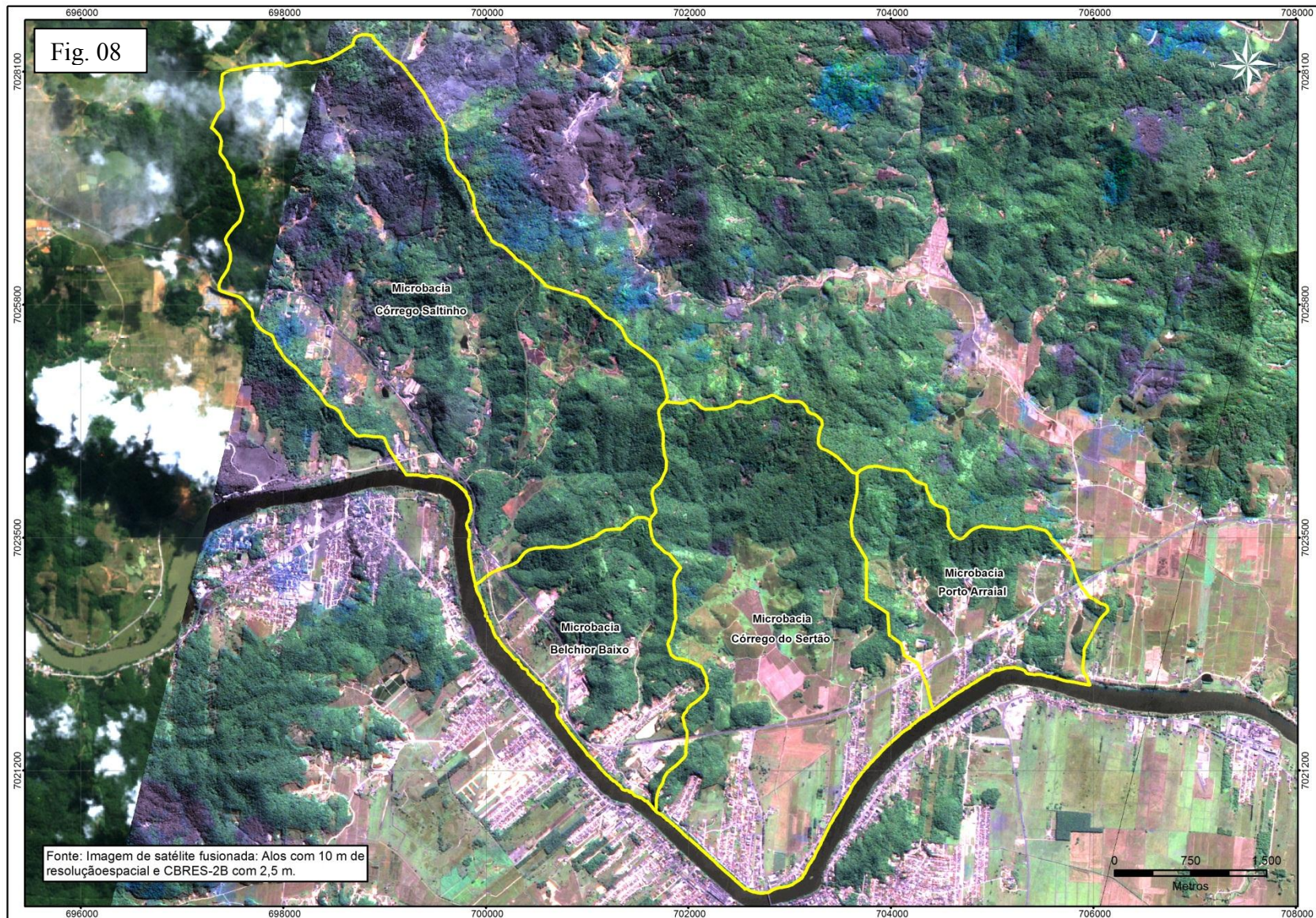
Nota-se com a análise dos históricos de desastres naturais no município de Gaspar que os meses em que são registrados estes eventos correspondem a meses da estação de verão, essencialmente janeiro e fevereiro, sendo, portanto as chuvas o grande agente deflagrador desses acontecimentos. Pelos registros descritos, a exceção é o mês de novembro de 2008 no qual houve um evento excepcional de pluviosidade que desencadeou fenômenos danosos de inundação e principalmente de movimentos de massa, conforme descrito inicialmente nessa pesquisa (capítulo I). A importância de resgatar os desastres anteriores no município visa possibilitar uma análise de recorrência desses eventos.

5.2 ANÁLISE DOS FATORES CONDICIONANTES ENVOLVIDOS NA OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA NA ÁREA DE ESTUDO

As encostas naturais se definem como superfícies inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, originados por processos diversos oriundos de uma matriz geológica-geomorfológica (FILHO; VIRGILE, 1998). Os estudos das características da encosta sejam de origem

natural ou antrópica podem contribuir para análise da instabilidade dos materiais que constituem as mesmas, visto que fatores como clima, regime pluviométrico, conhecimento da natureza dos materiais constituintes, a inclinação, a forma de encosta e o conhecimento de uso e ocupação da terra, ou seja, das intervenções que aumentam a sobrecarga sobre determinado local da vertente e, por conseguinte a tensão cisalhante atuante na encosta são informações que nos ajudam na compreensão dos condicionantes dos movimentos de massa, permitindo tecer considerações importantes sobre os mesmos, pois são estes, os principais fatores para ocorrência destes fenômenos. Por essa razão, os mapas temáticos da área de estudo (Mapas 03, 04, 05, 06, 07, 08 e 09) serviram como subsídio para análise e interpretação dos movimentos de massa, considerando que as ocorrências foram analisadas a partir dos seus possíveis agentes condicionantes.

As cicatrizes dos movimentos de massa na área de estudo foram identificadas e mapeadas baseadas na interpretação da imagem de satélite fusionada (Figura 08), uso do GPS geodésico, GPS de navegação e informações de campo, sendo identificadas o total de 96 cicatrizes: 47 ocorrências na microbacia do rio Saltinho, 16 na microbacia do rio Belchior Baixo, 17 na microbacia do rio Córrego Sertão e 17 na microbacia do rio Porto Arraial.



5.2.1 Condicionantes geológicos

Características sobre a natureza das rochas e minerais constituintes de uma encosta podem indicar informações importantes sobre a estabilidade das vertentes. As características mineralógicas que dão origem as formações superficiais diz respeito, entre outros fatores, também a coesão. Por exemplo, solos arenosos e de pedregulhos, em geral, apresentam pouca compacidade, enquanto que solos argilosos, por apresentarem propriedades coloidais, apresentam mais consistência, ou seja, são solos que frequentemente atestam-se mais coesos, (MAFRA 1999; GUIDICINI E NIEBLE 1976). A forma de grãos também oferecem informações inerentes à estabilidade, a exemplo das partículas de minerais angulosos que oferecem devido as suas arestas, maior resistência que os minerais com forma arredondada (CAPUTO, 1988).

Várias são as características geológicas que podem atuar como condicionante para ocorrência de movimentos de massa, entre elas é importante considerar aspectos como natureza do material, presença de falhas, diáclases, fraturas e variações litológicas. Em razão disso, essa pesquisa apresenta a identificação e mapeamento das unidades geológicas da área de estudo. Mapa 03.

Sobrepondo o mapeamento das cicatrizes de movimentos de massa ao mapa de unidades geológicas (Mapa 03), observou-se que a maioria das três geologias que ocorrem na área de estudo, as incidências desse fenômeno ocorreu principalmente em áreas de geologia do Grupo Itajaí (56 ocorrências), 40 no Complexo Luís Alves. Esses números são expressos em porcentagem na figura 09 a seguir.

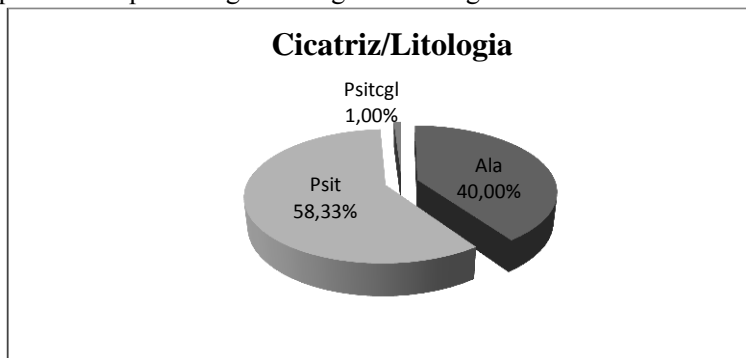


Figura 09 - Gráfico de porcentagem de cicatriz por tipo de unidade geológica.

Psitcgl: conglomerados petromíticos, Ala : Complexo Luís Alves,
1442855341,81 m²) Psit: Grupo Itajaí (área 1611193,90541 m²).

Elaboração: Bini/2011

O Grupo Itajaí compreende rochas do tipo 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 (KAUL; FERNANDES; SANTOS NETO, 2002). Este Grupo abrange grande parte da área de estudo e suas rochas apresentam várias dobras, falhas definidas e mergulho acentuado. O mapeamento constatou a ocorrência de 3 escorregamentos em falha e 5 outros muito próximos a elas. Além das falhas, as fraturas das rochas também são importantes condicionantes geológicos para ocorrência de movimento de massa.

As estruturas geológicas nesse Grupo se apresentam em camadas, sugerindo uma sequência de depósitos de sedimentos. Foto 13.



Foto 13 – Camada de arenito com intercalação de lamina de argilito ou siltito. Situado na microbacia hidrográfica Porto Arraial. Fonte: Bini, jan./2011.

Várias falhas cortam o Grupo Itajaí, algumas até ultrapassam o limite da unidade dentro da área de estudo. As falhas atuam como caminhos preferenciais para as águas (desde que elas sejam abertas ou tenham algum traço de intemperismo), facilitando o trabalho de intemperismo químico em direção ao maciço rochoso.

As fraturas, assim como as falhas também resultam em descontinuidades hidráulicas e mecânicas que quando há intemperismo modificam a natureza dos minerais, e, por conseguinte a sua coesão (FERNANDES; AMARAL, 2003). Materiais poucos coesos são mais

suscetíveis a movimentos de massa, pois apresentam pouca resistência a tensões de cisalhamento. Essa condição pode ser agravada quando o mergulho da fratura acompanha a inclinação da vertente, (Figura 10).

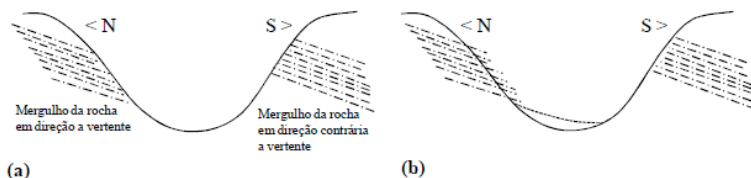


Fig. 10: Mergulho da fratura na rocha do Grupo Itajai. Fonte: Flores *et al.*, (2009).

Observa-se no mergulho em direção ao vale, onde a letra (a) corresponde ao vale antes de acontecer o escorregamento e a letra (b) corresponde ao vale após o acontecimento do escorregamento. O **escorregamento translacional 01** localizado na **microbacia hidrográfica do Belchior Baixo** no Mapa 03 (48°58'30,739"W 26°54'45,571"S) ocorreu nas condições que ilustra a foto 14. O escorregamento foi em novembro de 2008 no bairro Sertão Verde, na Rua Das palmeiras, na baixa encosta da microbacia do Córrego Sertão em seu segmento convexo. A rocha constituinte da vertente é um metapelito, muito alterado pelo intemperismo, com muitas diaclases e também laminações que formam descontinuidades. Foto 14.



Foto 14 - Escorregamento no bairro Sertão Verde. Rocha metapelito com laminação fina e camadas finas de arenito. Fonte: Bini, Nov./ 2010.

O escorregamento **01** já citado e o **escorregamento rotacional 02** na **microbacia do Rio Belchior Baixo** ($48^{\circ}58'32,511W$ e $26^{\circ}54'44,47S$) ocorreram em diferentes lados da vertente, a partir do interflúvio de um outeiro, sendo que a ruptura localizou-se em seu médio vale, especificamente entre as cotas de 50 e 55m de altitude (Norte) do e 45 e 50m (Sul) de altitude, conforme se pode verificar na figura 11. Dentro do contexto da direção de mergulho das camadas como condicionante, as encostas ao Sul do vale apresentam menor suscetibilidade, visto que o mergulho da rocha é contrário à inclinação das vertentes. Na vertente Norte foram constatados seis escorregamentos.



Fig. 11 - Direção do escorregamento a partir do interflúvio no Bairro Margem Esquerda. Fonte: Google Earth, Fev./2009.

Flores *et al.*, (2009) mostram como estão estruturadas as seqüências da rocha alterada in situ (?). Figura 12 no local onde ocorreu o escorregamento. Nota-se uma pequena variação e pequenas ondulações sinclinais e anticlinais.



Fig. 12 - Sequência de dobras por metassedimentos. Foto: Pellerin, jan./2008

As variações litológicas, entre outros condicionantes, dão origem às diferentes camadas superficiais, mas fatores como disposição dos lineamentos de rochas também devem ser levado em consideração quanto à formação do manto do intemperismo. No Grupo Itajaí, planos inclinados constituídos pela estratificação das rochas, sugerem estrutura geológica de direção de camadas. O afloramento de filito encontrado na microbacia do rio Sertão (Foto 15) no loteamento do Bairro Margem Esquerda aponta elementos estruturais que permite fazer tal colocação.



Foto 15 – Filito sob-rocha sedimentar de granulacão siltosa. As setas indicam a direção da foliação. Fonte: Graziela Bini, Jul./2010.

As áreas de planos inclinados auxiliam ao escoamento de água e assim sendo, proporcionam intemperismo químico diferenciado aos materiais constituintes da encosta que por vezes resultam em materiais

com resistências diferentes que podem gerar rupturas. Na foto 15 o mergulho está lateral a encosta, porém é importante chamar atenção quanto a mergulhos com direção para fora da encosta, pois esta característica é bastante favorável para ocorrência de fenômenos de movimento de massa.

No contato do filito e o solo acima ocorreu uma ruptura que deu origem a um **escorregamento translacional**, identificado como **01 na microbacia do Córrego Sertão** no Mapa 03 (48°57'56,232"W 26°54'59,551"S) no segmento côncavo da baixa encosta da microbacia do Córrego Sertão. O movimento ocorreu em novembro de 2008, no bairro Margem Esquerda num loteamento situado às ruas Diogo T. Pereira e Francisco Lenfers e como consequência danificou uma residência deixando uma família desabrigada. (Figura 16). No local onde aconteceu o escorregamento não há sinais de processos erosivos avançados, no entanto, pela inclinação das árvores situadas no alto vale da encosta que rompeu, sugere-se a preocupação com o movimento denominado rastejo.

Problemas provenientes dos movimentos de massa do tipo **corridas de lama e fluxo de detritos**, identificados no **Perfil 01** do Mapa de Geologia têm sido frequentes em períodos de chuvas intensas, causando preocupação aos moradores que estão em situação de risco. Esses movimentos começaram depois que a Prefeitura Municipal de Gaspar, seis meses após o desastre de 2008, executou obras de corte de taludes nas encostas naturais que circundavam o loteamento para ampliá-lo. Foto 16.



Foto 16 - Em primeiro plano observam-se residências em situação de risco e na parte superior esquerda da foto a cicatriz do escorregamento. Bairro Margem Esquerda. Fonte: Bini, Jul./2009.

De acordo com os moradores, a recomendação da Defesa Civil Municipal foi de obras de retaludamento, mas a obra não aconteceu. Por isso, algumas famílias uniram-se com o objetivo de concretizar obras pontuais, como barreiras de contenção e drenos.

Em razão da falta de recursos financeiros, até o ano de 2011, essas obras não haviam sido concluídas e a preocupação com perigos de movimentos de massa ainda é uma constante para as pessoas que ali residem. Foto 17 e 18.



Foto 17 - Sacos de areia e as manilhas para contenção de movimentos de massa no Bairro Margem Esquerda. Fonte: Graziela Bini, Set./2010.



Foto 18 - Em primeiro plano observa-se o dreno para desviar águas pluviais no Bairro Margem Esquerda. Fonte: Graziela Bini, Set./2010.

Os sacos de areia já se extraviaram e as manilhas permanecem no lugar inicial, a obra inacabada não amenizou problemas causados por processos como escoamento superficial concentrado (com muita de lama). As manilhas pesam aproximadamente 1,2 toneladas. A intenção era enterrar as manilhas no solo pelo menos até a metade depois preencher seu interior com brita, a fim de assegurar maior resistência a futuros transtornos que fenômenos de movimentos de massa podem causar.

Por ser uma região bastante tectonizada e apresentar processos de intemperismo químicos acelerados (devido ao clima tropical úmido), o manto de alteração das rochas do Grupo Itajaí atinge grandes espessuras, ocasionando escorregamentos de grande magnitude e do tipo rotacional, carreando grandes massas de materiais, compostas desde material fino até grandes blocos que são depositados em sopés de encosta ou em fundos dos talvegues. O **escorregamento rotacional** identificado como **Perfil 02** (esta situado em seu próprio traçado), localizado na microbacia do Rio Saltinho no Mapa 03 ($48^{\circ}58'48,383''W$ $26^{\circ}53'4,65''S$) constitui um exemplo dessa situação. Ocorreu no bairro Belchior Baixo, situado a Rua Germano Juncks, na média encosta da microbacia hidrográfica do Saltinho. Foto 19.



Foto 19 - Detritos carreados pela gravidade a partir do escorregamento na microbacia do Córrego Saltinho. Os detritos alcançaram o talvegue cuja posição é assinalada pela seta amarela na foto. Fonte: Bini, Nov./ 2008.

No Complexo Granulítico Luís Alves foram mapeadas 39 cicatrizes de movimentos de massa e mesmo representando uma área quatro vezes menor que a área de abrangência do Grupo Itajaí, no Complexo Luís Alves o número de cicatrizes mapeadas correspondem a 40% do total encontradas na área de estudo.

O Complexo Luís Alves engloba as rochas de origem Pré-Cambriana, predominando litologias de gnaisses granulíticos e metamórficas de fácies anfíbolito, que devido a sua composição mineralógica estão bastante intemperizada, resultando em manto de alteração muito espessos onde raramente encontram-se afloramentos de rochas. O Complexo Luís Alves também é marcado por grandes eventos geológicos que deram origem as suas zonas de falhas e fraturas.

A foto 20 é um exemplo de escorregamento com superfície de ruptura situada ao longo das linhas de fraturas. O **escorregamento 01 se localiza na microbacia do Rio Saltinho**, identificado no Mapa 03 (49°0'25,859"W 26°52'16,861"S), O movimento ocorreu no segmento retilíneo da media encosta da microbacia do Rio Saltinho, na zona rural de Gaspar, no bairro Belchior Baixo situado à Rua André Schimitt.



Foto 20 - Escorregamento rotacional situado a Rua André Schimitt, na microbacia do Rio Saltinho. Foto: Bini, Set/2010.



Zoom da zonas de falha na rocha gnaisse do Complexo Luís Alves, localizado na microbacia do Rio Saltinho. Foto: Bini, Set./2010.

Escorregamentos de grande abrangência de massa deslizada se deram em rochas do tipo enderbitos. No alto vale microbacia hidrográfica do Saltinho o escorregamento rotacional identificado como **Perfil 03** no Mapa 03 e situado a Rua Felipe Lanser na microbacia do Rio Saltinho, Bairro Belchior Baixo é um exemplo. Figura 21 e 22.



Foto 21- Escorregamento com materiais alterados e rocha metamórfica do tipo enderbitos localizado no alto vale do rio Saltinho. Fonte: Bini, Jan./200



Foto 22 - Rocha enderbitica máfica com deposição de óxidos de manganês em fratura da rocha. Fonte: Bini, Jul./2010.

O intemperismo na fratura da rocha (figura 22) provocou alteração dos minerais de origem, reorganizando os minerais e originando novas características de permeabilidade. O escorregamento ocorreu numa área próxima à cabeceira de drenagem do Rio Saltinho, numa ruptura de declive entre a encosta e uma área interiormente deprimida (grotão). Esta ruptura ocorreu sobre o corte de talude para a construção de uma via. Todo material deslizado depositou-se sobre o talvegue, no encontro de três pequenos afluentes do rio principal, na confluência de vários afluentes junto ao fundo do vale.

Além do conhecimento geológico, o conhecimento geomorfológico também é importante, visto que a natureza dos materiais deve ser associada a características geomorfológicas ao avaliar a estabilidade de uma encosta.

5.2.2. Condicionantes geomorfológicos

Foram identificadas no modelado de dissecação feições como topos de morro plano e topo de morro (anguloso), interflúvios principais e secundários, anfiteatro, caimento de vertente, colo, ruptura de declive, vale em ‘U’, vale em ‘V’, ombreiras e área interiormente deprimida. Além das informações referentes ao compartimento de relevo, particularidades como locais onde ocorre extração de terra, corte de

talude e aterro constam no mapa geomorfológico em função da sua importância como fator para desestabilização da encosta.

No mapa geomorfológico, apresentado no Mapa 04 foram indicadas as distribuições das ocorrências dos movimentos de massa pela área de estudo. Considera-se importante a relação das formas de relevo com os movimentos de massa, atribuindo também como fatores fundamentais a declividade e a forma de encosta.

Pela análise do mapa 04, pode-se concluir que as ocorrências dos movimentos de massa predominam no modelado de dissecação em morraria/outeiro (Do) com 84 cicatrizes de movimentos de massa, seguidas do modelado de dissecação em montanha (Dm) com 13 cicatrizes. No modelado de dissecação em colina não foi mapeado nenhum movimento de massa. Para visualizar essas informações de maneira direta pode-se observar na Figura 13.

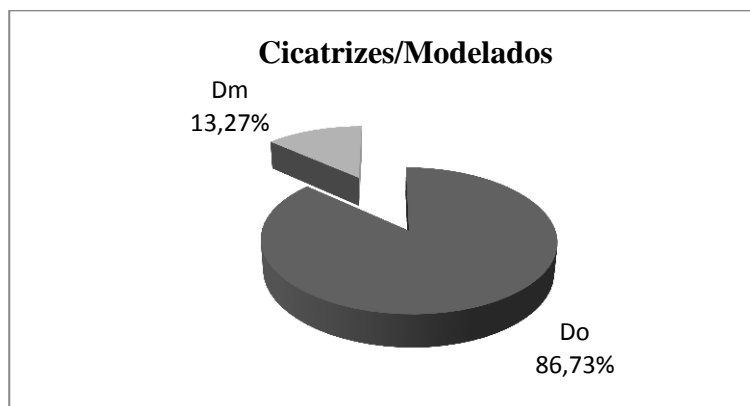


Fig. 13 - Gráfico: Distribuição das cicatrizes por tipo de modelado. Dissecação em montanha – Dm (5175354,32536 m²) e Dissecação em outeiro – Do (área 15762107,403). Elaboração: Bini, 2011.

1.

Foi verificado em termos de área de abrangência dos modelados de dissecação, tem-se área 15,762121 km² para dissecação em montanhas e área de 15,762121 km² de modelado de dissecação em outeiro. O modelado de acumulação em planície ocupa 6,895233973 km². A abrangência da área de modelados em morros e montanhas é cinco vezes maior que a área de planície. Ainda sim, nas áreas planas ocorrem inundações.

A drenagem tem papel fundamental na esculturação da paisagem de vales em “V”, bem encaixados, são encontrados principalmente na

microbacia hidrográfica do rio Saltinho que é mais extensa e apresenta mais números de canais fluviais e montanhas que as demais microbacias. De maneira geral, os vales em “V” na área de estudo possuem encostas declivosas e mesmo assim espesso manto de alteração onde são frequentes os movimentos de massa. Segundo Crozier e Glades, (2004), quando os escorregamentos interagem com o sistema fluvial, podem ocorrer vários impactos. Dependendo da quantidade de massa deslizada, os movimentos de massa podem alterar cursos de rios pela interrupção do canal derivada do depósito de material carregado. Entretanto, é necessário muito material acumulado por escorregamento, caso contrário os sedimentos são transportados pela água fluvial.

Na área de estudo o **escorregamento 01 da microbacia do Rio Saltinho** ($49^{\circ}0'13,172''\text{W}$ e $26^{\circ}51'55,869''\text{S}$) no mapa 04 é um exemplo dessa situação. A massa transportada do escorregamento 01 juntou-se com material carregado de outros dois escorregamentos, conforme Figura 14., impedindo a passagem de água do canal. Depois de obras de desobstrução realizada pela Prefeitura Municipal de Gaspar, o leito voltou ao curso normal.

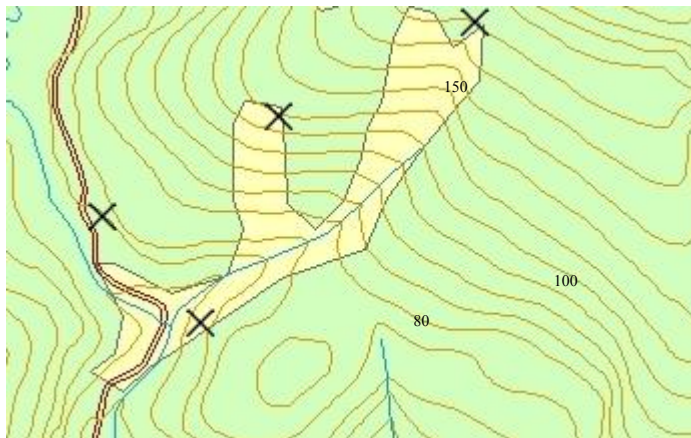


Fig. 14 - A área em bege corresponde a extensão de massa deslizada por 3 escorregamentos, marcados com forma de X. Fonte: Bini, 2011.

Nota-se nesta figura, que os materiais carregados pelo escorregamento seguem a mesma direção do canal fluvial em direção ao rio principal. Em campo, observou-se o acoplamento de três escorregamentos no talvegue, formando um espesso material de tálus ou colúvio depositado no pé da encosta.

Dos movimentos de massa ocorridos em outeiros, 3 aconteceram próximos a área de planície, como o **escorregamento 02 da microbacia do Rio Saltinho**, identificado no Mapa 04 ($49^{\circ}0'21,6''W$ $26^{\circ}51'55,869''S$) ocorrido em novembro de 2008, no bairro Belchior Baixo. A ruptura ocorreu entre as altitudes de 25 e 30m na média encosta da microbacia do Rio Saltinho. Foto 23.



Foto 23 - Escorregamento rotacional no modelado em outeiro com rebaixamento em direção a planície aluvionar, situado a Rua André Schimitt. Foto: Bini, Set./2010.

De maneira constante, as cicatrizes dos movimentos de massa de novembro de 2008 foram retrabalhadas posteriormente. Muitos dos escorregamentos apresentam feições geradas pelo escoamento superficial e subsuperficial em face da erodibilidade dos materiais expostos nas cicatrizes e a mudança na geometria da encosta.

O **escorregamento 03 da microbacia do Rio Saltinho** identificado no Mapa 04 ($49^{\circ}0'27,076''W$ e $26^{\circ}52'3,235''S$) demonstra esse tipo de retrabalhamento, cujo processo erosivo resultou em sulcos sobre o manto de intemperismo da litologia do Complexo Luis Alves, o qual está situado a Rua André Schimitt no bairro Belchior Baixo. Encontra-se na parede do escorregamento feições de sulcos em estágio bem avançado. Oliveira, (1999) descreve que os sulcos e ravinas nas

superfícies de encosta indicam rota de atuação do escoamento superficial concentrado. Foto 24.



Foto 24 - Sulco provocado pelo escoamento superficial concentrado na microbacia do Rio Saltinho. O sulco aparece na parede de uma encosta onde ocorreu o escorregamento. Foto: Bini, Abr. 2010.

Os sulcos e ravinas acontecem pela ação do escoamento superficial concentrado. Quando, por exemplo, as águas que descem a encosta se concentram, passando a ter maior competência erosiva e fixando o leito, deixando sulcos na superfície topográfica, que podem evoluir para *voçorocas*.

Outra feição como a alcova de regressão¹⁵ também estão presentes nas encostas pelo retrabalhamento das cicatrizes. Esta forma pode ser observada também em um **escorregamento** identificado como **01**, situado na **microbacia do Córrego Sertão** no mapa 04 (48°57'52,361"W 26°55'0,341"S), ocorrido em novembro de 2008. Foto 25.

¹⁵ *Alcovas de regressão* “são feições esculpida por escoamento superficial ou na forma de filetes subverticais, quanto pela exfiltração do lençol freático, ou ainda pela combinação desses dois mecanismos,” (Oliveira 1999, p 70)



Foto 25 - As setas indicam as feições de alcovas de regressão na parede da encosta situada a Rua Diogo T. Pereira no Bairro Margem Esquerda situado na microbacia do Rio Sertão. Foto: Bini, Abr./ 2010.

No **escorregamento 01 da microbacia do Rio Sertão** ($48^{\circ}58'30,762''W$ $26^{\circ}54'45,893''S$) no Bairro Margem Esquerda, depois de ocorrer um escorregamento na cicatriz resultante na encosta, abriram-se várias pequenas nascentes, que atuam transportando material e formando pequenas feições como sulcos a jusante. Foto 26 e 27.



Foto - 26: As setas indicam as nascentes após o escorregamento de novembro de 2008 em manto de alteração das rochas do Grupo Itajaí. Microbacia do Rio Belchior Baixo. Foto: Bini Fev. 2010.



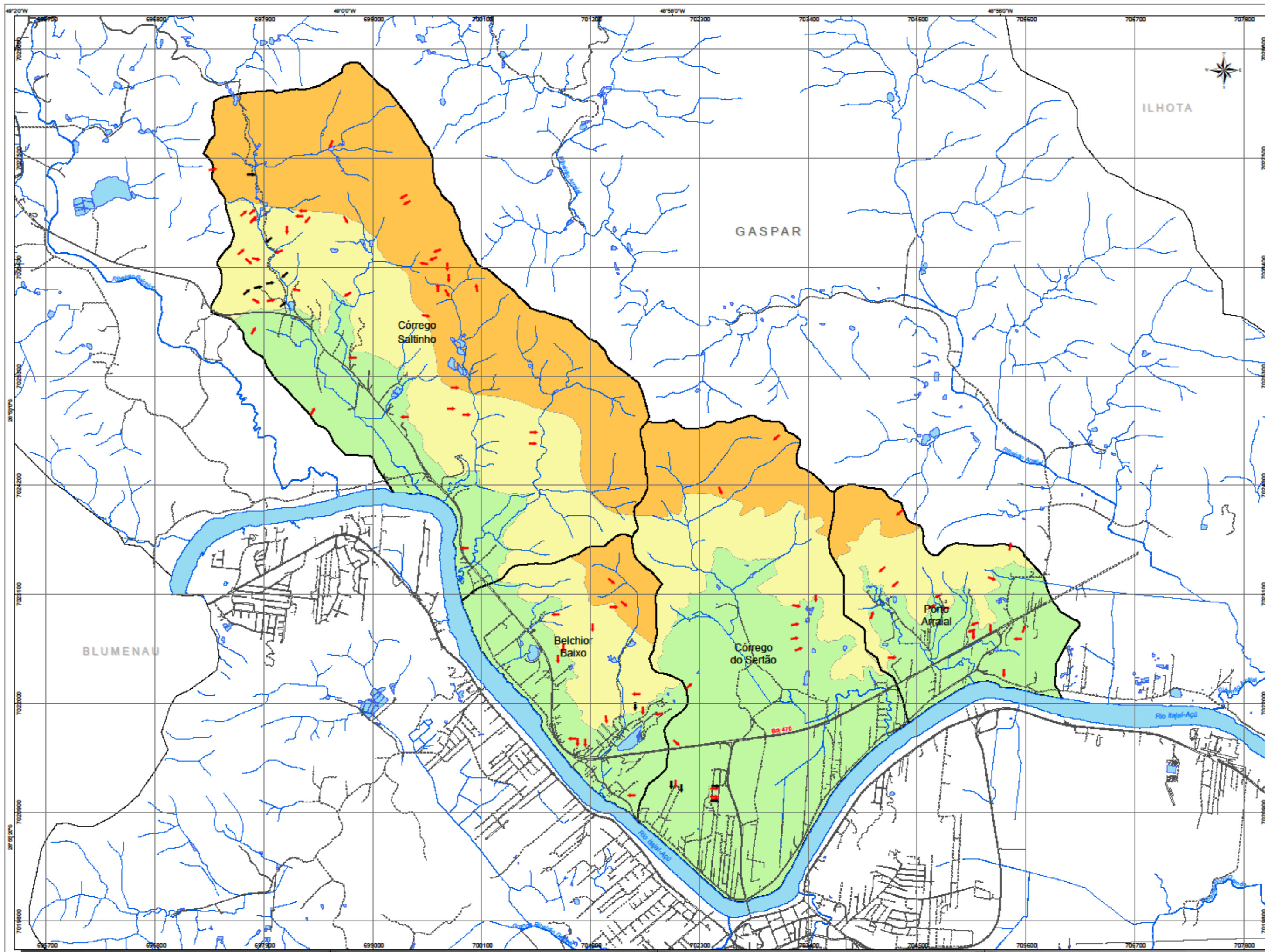
Foto 27 - Nascente após o escorregamento em novembro de 2008 em manto de alteração das rochas do Grupo Itajaí. Microbacia do Rio Belchior Baixo. Foto: Bini, Fev./ 2010.

5.2.2.1 Setores da encosta

Para quantificar as cicatrizes por setores de encosta, foi confeccionado um mapa identificando para cada microbacia da área de estudo os setores de alta, média e baixa encosta e sobre ele foi lançado o mapa com as ocorrências de cicatrizes de movimentos de massa.

A microbacia hidrográfica do Saltinho possui forma alongada longitudinalmente que acompanha a direção do Rio Itajaí-Açu, sendo, portanto, devido a tal formato, a microbacia que apresenta maior abrangência em área de setor de alta encosta. As demais microbacias estão dispostas perpendicularmente a margem do rio Itajaí-Açu. A forma dessas microbacias é de áreas levemente afuniladas na montante que vão abrindo em direção à jusante.

O mapa de setores de encosta levou em os modelados e o perfil longitudinal dos rios, bem como as informações, tanto de material cartográfico, quanto a identificação em campo. Mapa 06.



MAPA 06: Setores da Encosta da Área de Estudo

Legenda

Cicatriz de Movimento de Massa

- GPS Geodésico
- Imagem Fusionada (Aos + CBERG-2B)

Setores da Encosta

- Alta Encosta
- Média Encosta
- Baixa Encosta

Convenções Cartográficas

Vias de Acesso

- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada

- Hidrografia
- Massa d'água
- Limite Municipal
- Microbacias de estudo

Localização no Estado

Localização no Município

Projeção: Universal Transversa de Mercator
 ESCALA: 1:25.000

Meridiano Central: 51° WGR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Marégrafo de Itajaí/SC
 Origem de quilometragem UTM: Equador
 Meridiano Central acrescido às coordenadas 10.000 Km + 500 Km respectivamente.

Fonte da Base Cartográfica:
 Reatulação aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Vão realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.

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

Mapa dos Setores da Encosta da Área de Estudo
 Janeiro/2012 Prancha Única

Este mapa é parte integrante da dissertação de Grazielle Maziero Pinheiro Bili, intitulada Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Galvão, Belchior Baixo, Porto Anraial e Sertão Verde - Gaspar - SC, 2012.

A distribuição das cicatrizes por setores de encosta esta representadas pela Figura 15.

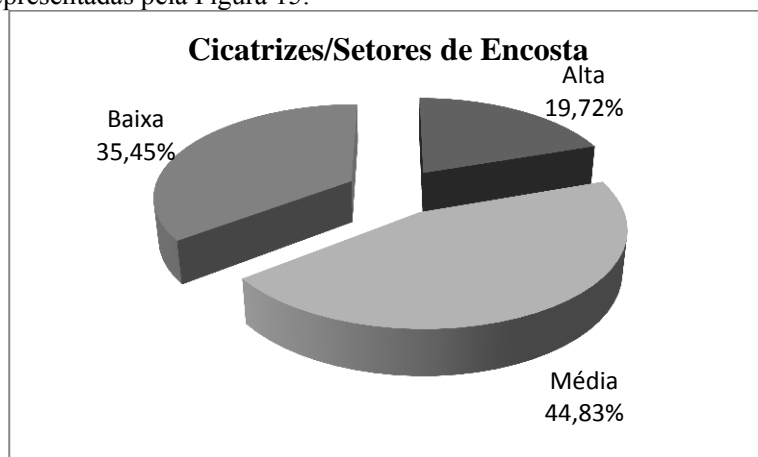


Fig. 15 - Gráfico de porcentagem de cicatrizes por setores de encosta.
Elaborado por Bini, 2011.

Observando o gráfico nota-se que os movimentos de massa predominam na média encosta, seguido da baixa e alta encosta. Na média e na alta encosta das microbacias da área de estudo a configuração de relevo é de dissecação em morros e montanhas quando associados à declividade elevada, contribuem para ocorrência de movimentos de massa. As ocorrências de movimentos de massa foram assim distribuídas: O Quadro 13 apresenta o número total das cicatrizes por setores de encostas para cada microbacia da área de estudo.

Quadro 13: Cicatrizes por setores de encosta de cada microbacia				
Setores da	C. Saltinho	Belchior Baixo	C. Sertão	Porto Arraial
Alta	5	1	1	0
	5	1	0	1
	4	0	1	0
Média	7	2	0	3
	11	1	0	0
	10	5	0	4
Baixa	3	0	4	5
	1	2	4	1
	1	4	6	3

Elaboração: Bini, 2011.

Através do quadro 13, nota-se que as cicatrizes predominaram no setor da média encosta, seguido da alta encosta da microbacia do rio Saltinho, em parte devido a extensão e forma geométrica da bacia. No setor da baixa encosta da microbacia do Córrego Sertão as cicatrizes são frequentes, localizando-se principalmente no Bairro Sertão Verde, onde os escorregamentos causaram grandes prejuízos, talvez por causa dos cortes de encosta junto ao Bairro.

5.2.2.2 Formas de encosta

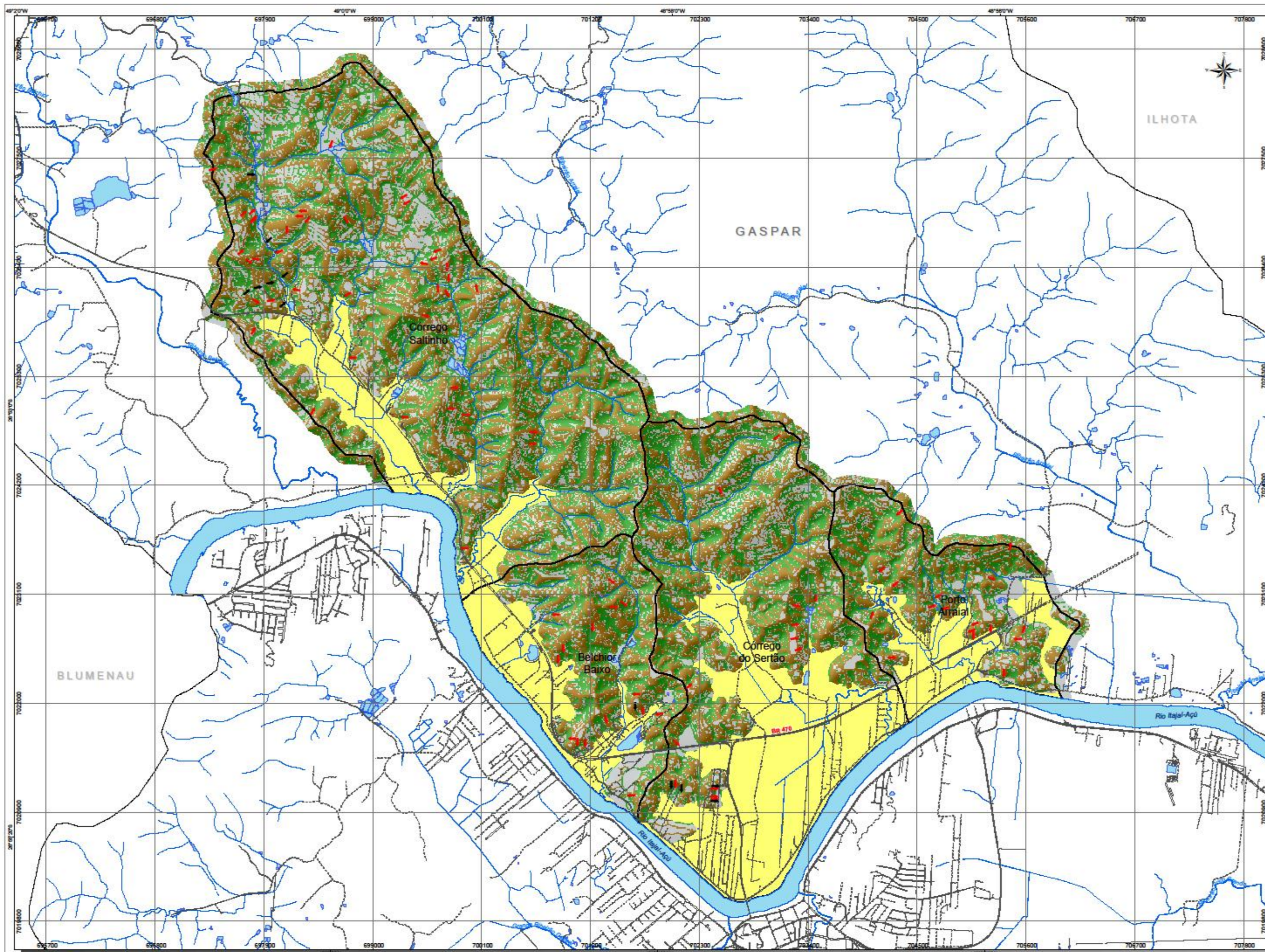
Definido a partir do mapa planoaltimétrico o mapa de forma de encosta (Mapa 07) forneceu subsídio para analisar em quais das formas de encostas predominante se concentraram os escorregamentos ocorridos na área de estudo. Como a base cartográfica é do ano anterior ao desastre de 2008, ao plotar as rupturas mapeadas, pode-se analisar as formas de encostas originais em que os escorregamentos aconteceram.

A distribuição do fluxo de águas pode ser dada através das formas geométricas. As encostas com forma convexa são dispersoras de água e, portanto, as ocorrências de movimentos de massa nesse segmento devem estar associadas ao forte fluxo de água dissipada encosta abaixo durante o evento de 2008, visto que as formas convexas representam áreas divergentes que distribuem toda água sob os espessos mantos de intemperismo, zonas com muitas falhas e fraturas e declividades acentuada. Todo esse conjunto de condicionantes são fatores que podem causar e/ou aumentar a instabilidade das encostas. As encostas em forma retilínea, por apresentarem declividade elevada, são segmentos onde ocorrem movimentos mais rápidos, predominantemente translacionais.

Ross; Santos e Vieira, (2008) analisaram a influência de fatores topográficos e geológicos na distribuição de escorregamentos rasos na Serra do Mar (SP), levando em consideração, entre outros fatores a forma de encosta. O resultado da pesquisa apontou a forma convexa com maior predominância de ocorrência de escorregamentos, embora tivesse ocorrido certa quantidade de cicatrizes formas retilíneas também. Em termos de maior potencial de escorregamentos, os autores colocam que quando analisada a área de contribuição acima da forma convexa, o maior potencial de escorregamentos é nas áreas mais convexas, em setores intermediários das encostas, e não somente em formas côncavas, contradizendo o apontado na literatura.

Outro estudo a respeito da influência de forma de encosta nos movimentos de massa foi realizado por Aumond *et al.*, (2008) no Vale

do Itajaí. Os resultados apontam que a maior parte dos movimentos de massa ocorridos em novembro de 2008 ocorreram na forma de encostas coletoras de água. Os autores concluíram que escorregamentos que se deslocaram quilômetros abaixo tiveram a origem da ruptura em encostas côncavas.



MAPA 07: Forma de Encosta da Área de Estudo

- Legenda**
- Cicatriz de Movimento de Massa**
- GPS Geodésico
 - Imagem Fusonada (Alos + CBERS-2B)
 - Planície Fluvial
- Formas de Encosta**
- Côncava
 - Retilínea e/ou topo plano
 - Convexa

- Convenções Cartográficas**
- Vias de Acesso**
- Via Pavimentada
 - Via não Pavimentada
 - Hidrografia
 - Massa d'água
 - Limite Municipal
 - Microbacias de estudo



Projeção Universal Transversa de Mercator
 ESCALA 1:25.000

0 250 500 1.000 metros

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Maregrafo de Imbituba/SC
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central, acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km respectivamente.
 Fonte da Base Cartográfica:
 Restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Voo realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.

Universidade Federal de Santa Catarina
 Centro de Filosofia e Ciências Humanas
 Programa de Pós-graduação em Geografia
MAPA 07: Formas de Encosta da Área de Estudo
 Janeiro/2012 Plancha Única

Este mapa é parte integrante da dissertação de Grazielle Maziero Pinheiro Bili, intitulada Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Salinho, Belchior Baixo, Porto Anaiel e Sertão Verde - Gaspar - SC, 2012.

A figura 16 oferece à visualização de forma direta da distribuição da ocorrência destes movimentos conforme o segmento da encosta.

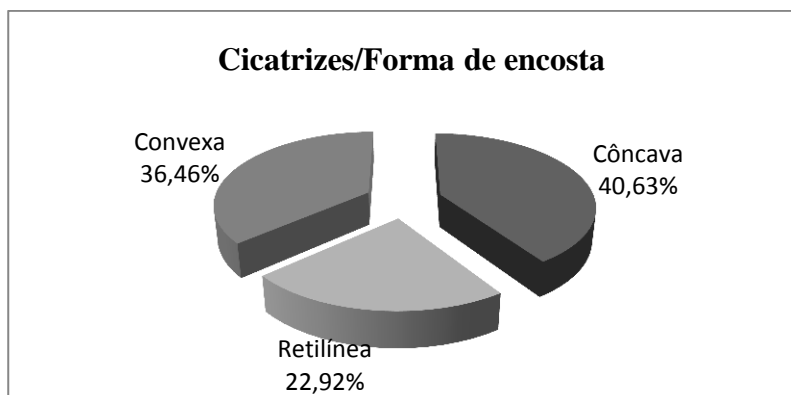


Figura 16 - Gráfico de porcentagem rupturas de movimentos de massa, segundo as diferentes formas de encosta. Bini, 2011

A presente pesquisa mostrou como resultado a preponderância de movimentos de massa também em nas formas côncavas com 40,63% (39 cicatrizes), certamente por esta ser a área da ser encosta de convergência de água.. Em seguidas as encostas convexizadas com 36,46% (35 cicatrizes) e por ultimo as com forma retilínea com 22,92% (22 cicatrizes).

O número de movimentos de massa por microbacia e sob os respectivos segmentos de encosta são apresentados no Quadro 15.

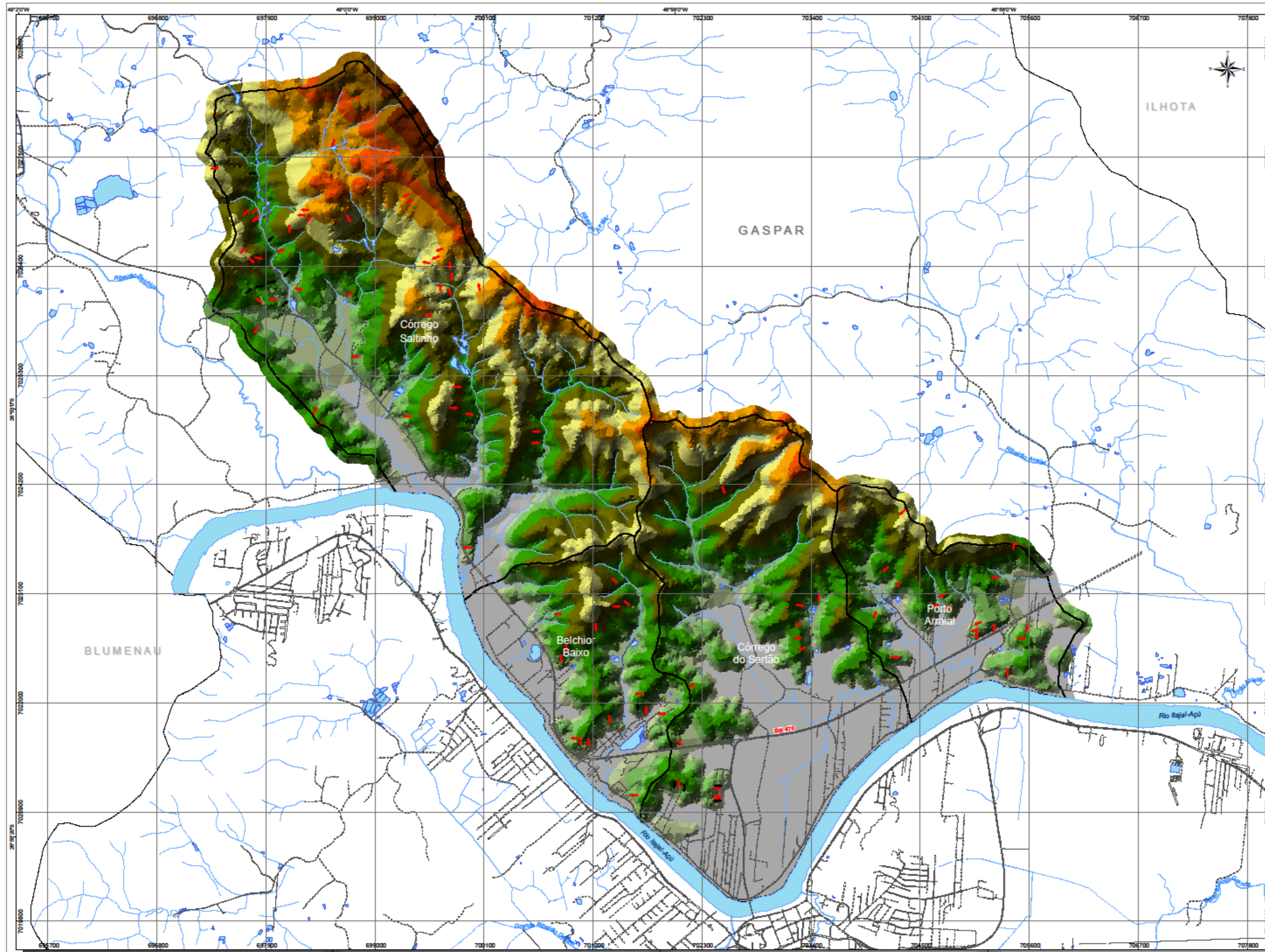
Quadro 14: Movimentos de Massa por forma de encosta.					
Setores da	C.	Belchior	C.	Porto	Forma de
Alta	7	1	1	0	Côncava
	3	1	0	1	Retilínea
	4	0	1	0	Convexa
Média	11	2	0	3	Côncava
	8	1	0	0	Retilínea
	9	5	0	4	Convexa
Baixa	3	0	4	7	Côncava
	1	2	4	1	Retilínea
	1	4	6	1	Convexa

Elaboração: Bini, 2011.

Nota-se no quadro 15 que na alta e média encosta predominam movimentos em segmentos côncavos localizados na microbacia do rio Saltinho e na baixa encosta os movimentos também no segmento côncavo, mas neste caso na microbacia do Córrego Porto Arraial.

5.2.2.3 Hipsometria

As classes hipsométricas foram adotadas de acordo com a melhor representação das curvas de nível de base cartográfica, sendo descritas num intervalo de 10 m até a cota 20 m, depois aparecem num intervalo de 30 m até a cota 50 m e segue com intervalo de 50 m dessa cota até a cota de 400 m. O Mapa 08 hipsometria da área de estudo segundo as classes adotadas.



MAPA 08: Hipsometria da Área de Estudo

Legenda

Cicatriz de Deslizamento

- GPS Geodésico
- Imagem Fusionada (Alos + CBERS-2B)

Hipsometria (metros)

- 350 - 400
- 300 - 350
- 250 - 300
- 200 - 250
- 150 - 200
- 100 - 150
- 50 - 100
- 20 - 50
- 10 - 20
- 0 - 10

Convenções Cartográficas

Vias de Acesso

- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada

Hidrografia

- Massa d'água
- Limite Municipal
- Microbacias de estudo

Localização no Estado

Localização no Município

Projeção Universal Transversa de Mercator

ESCALA 1:25.000

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SADS9
 Datum Vertical: Maregrafo de Imbituba/SC
 Origem da quilométragem UTM: Equador e Meridiano Central acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km respectivamente.
 Fonte da Base Cartográfica:
 Restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Voo realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.

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

MAPA 08: Hipsometria da Área de Estudo

Jan/2012 | Prancha Única

Este mapa é parte integrante da dissertação de Graduação Mestrado Profissional em Geografia, intitulada "Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais Salitinho, Belchior Baixo, Porto Arraial e Sertão Verde - Gaspar - SC, 2012."

A maior frequência de cicatrizes de movimentos de massa ocorreu no intervalo de 50 – 100 m de altitude (45 cicatrizes), seguido pelo intervalo de 20 – 50 m de altitude (22 cicatrizes), depois 300-350 m (12 cicatrizes) 250 – 300 m de altitude (9 cicatrizes) e por último o intervalo de 200 – 250 m de altitude (8 cicatrizes). O número de cicatrizes por microbacia é apresentado no Quadro 15 e a distribuição dessas cicatrizes por elevação é verificada na Figura 17.

Quadro 15: Distribuição de cicatrizes por intervalos hipsométricos				
Intervalos de altitude considerados (m)	Microbacias fluviais			
	Saltinho	Belchior Baixo	Córrego Sertão	Porto Arraial
300-350	12	0	0	0
250-300	1	05	02	01
200-250	07	0	0	01
50-100	15	06	08	16
20-50	02	04	07	09

Elaboração: Bini, 2011.

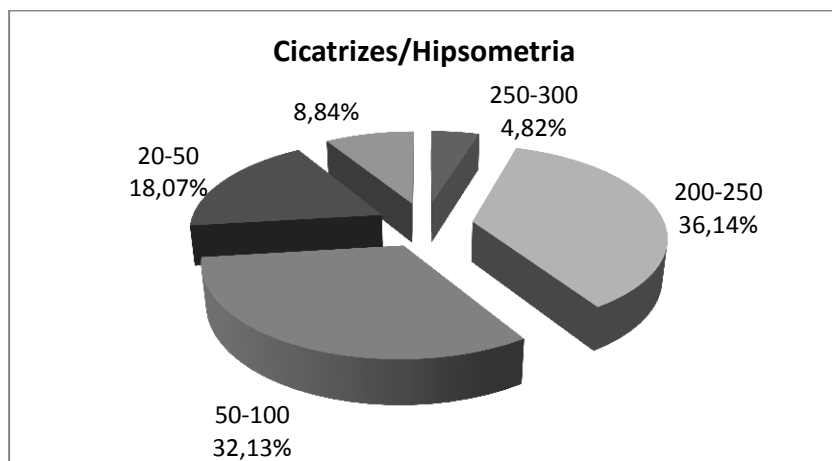


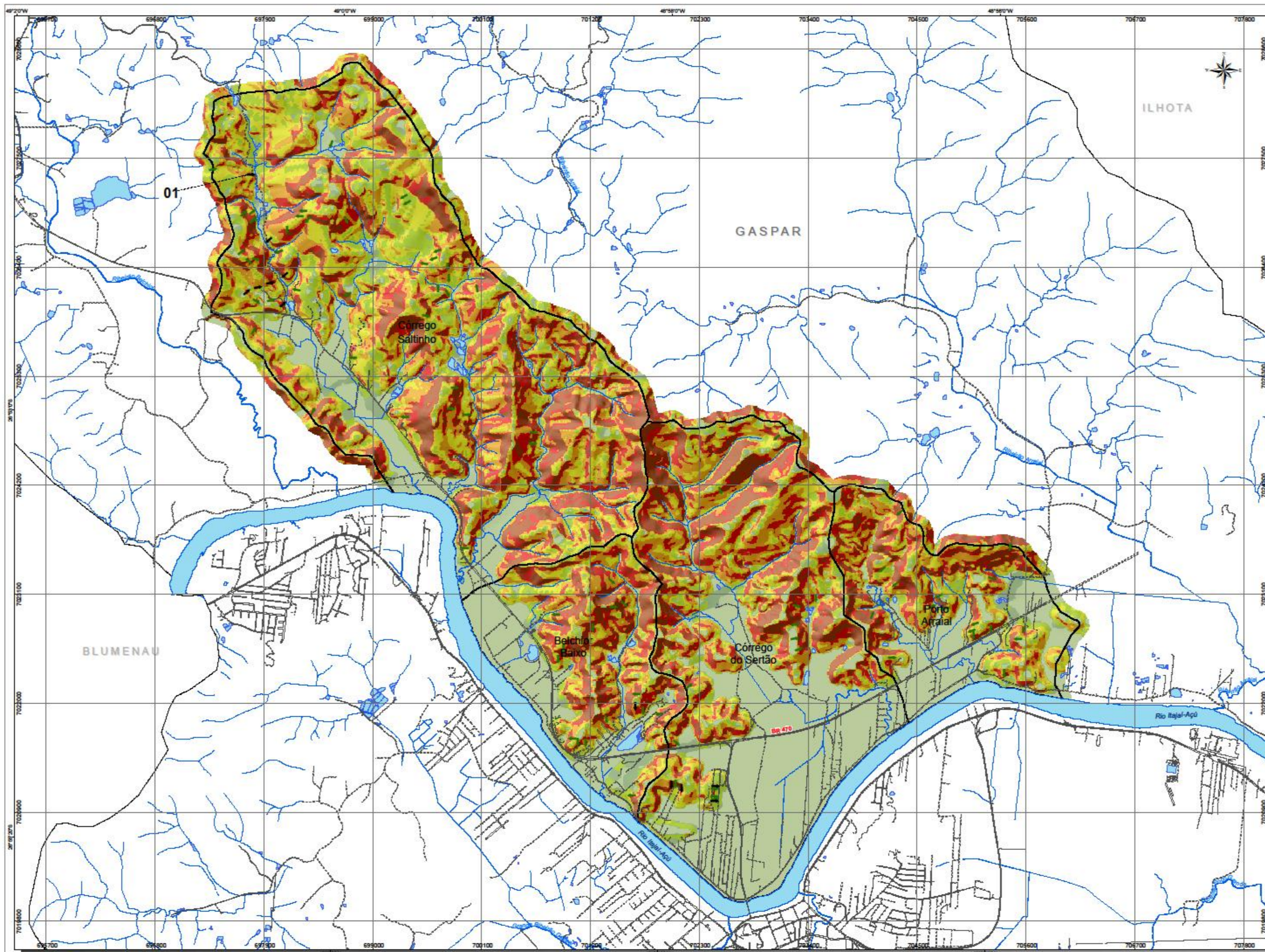
Fig. 17: Gráfico da porcentagem de cicatrizes por classe de altitude.

Elaboração: Bini, 2011.

Observando os dados da Figura 17 e informações do quadro, nota-se que o relevo com dissecação em morros e montanhas é onde mais se concentram as cicatrizes de movimentos de massa, em concordância as análises de feições realizadas para área de estudo.

5.2.2.4 Declividade

Para delimitar as classes de declividade dessa pesquisa, utilizou-se como referência o trabalho de Cruz (1974), que fez uma análise de movimentos de massa a partir de critérios geomorfológicos na Serra do Mar e no Litoral na Área de Caraguatatuba. São sete classes de declividade, adotadas: 0° a 3° ; $3,1^\circ$ a 6° ; $6,1^\circ$ a 12° ; $12,1^\circ$ a 17° ; $17,01^\circ$ a 22° , $22,1^\circ$ a 26° e $> 26^\circ$. A distribuição das cicatrizes mapeadas por classes de declividades é apresentada no Mapa 09.



MAPA 05: Declividade da Área de Estudo

Legenda

Ciactriz de Deslizamento

- ↑ GPS Geodésico
- ↓ Imagem Fusionada (Alos + CBERS-2B)

Declividade (Graus)

- 0 - 3
- 3,01 - 6
- 6,01 - 12
- 12,1 - 17
- 17,1 - 22
- 22,1 - 26
- >26

Convenções Cartográficas

Vias de Acesso

- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada

Hidrografia

- Massa d'água
- Limite Municipal
- Microbacias de estudo

Localização no Estado

Localização no Município

Projeção Universal Transversa de Mercator

ESCALA 1:25.000

Meridiano Central: 51° W GR
 Datum Horizontal: SAD69
 Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba/SC
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central, acrescidas as constantes 10.000 Km e 500 Km respectivamente.

Fonte de Base Cartográfica:
 Restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000.
 Vão realizado na escala 1:20.000, em Agosto/2006.

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

MAPA 05: Declividade da Área de Estudo

Janeiro/2012 Plancha Única

Este mapa é parte integrante da dissertação de Grazielle Maziero Pinheiro Bili, intitulada Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Salchior, Belchior, Baixo, Porto Anaiel e Sertão Verde - Gaspar - SC, 2012.

A figura 18 representa comparativamente o total de ocorrências de movimentos de massa na área de estudo distribuídos por classes de declividades.

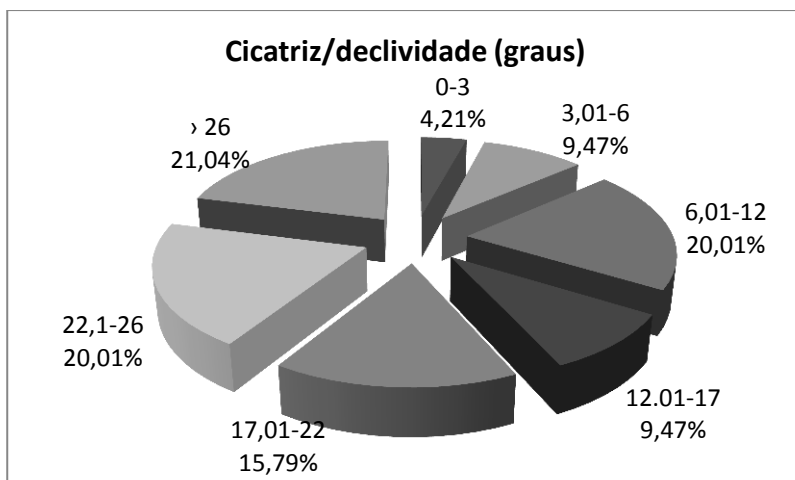


Figura 18: Gráfico de porcentagem das cicatrizes por classes de declividade em graus. Elaboração: Bini, 2011.

O número de ocorrências por classes de declividade é apresentado no Quadro 16.

Quadro 16: Número de cicatrizes por classes de declividade	
Classes de declividade (graus)	Cicatrizes
0° - 3°	04
3,1° - 6°	09
6,1° - 12°	13
12,1° - 17°	09
17,1° - 22°	17
22,1° - 26°	19
> 26°	24

Elaboração: Bini, 2011.

Observa-se a partir do Quadro 16 que na área de estudo, os escorregamentos são mais frequentes em vertentes com mais de 26° de declividade. Isso ocorre, porque quanto maior a inclinação, mais precária ficam as condições de equilíbrio das forças que dão equilíbrio a encosta, favorecendo, portanto os movimentos de massa sob a ação da gravidade. Também as áreas de vertentes com inclinação entre as classes de

declividade que vão de 17° a 26° o número de ocorrências é elevado, predominando principalmente nas encostas com inclinação acima de 20°.

O aumento da declividade ocorre tanto por processos naturais como solapamento por erosão fluvial, como pela ação antrópica, por obras como corte de talude. Ambas as formas tornam maior a suscetibilidade da vertente aos perigos de movimento de massa. A foto 28 é um exemplo de um **escorregamento** ocorrido em novembro de 2008, identificado como **01** (49°0'33,652'W E 26°51'41,691'S) na **microbacia do Rio Saltinho** no Mapa 09.



Foto 28 - Escorregamento ocorrido em novembro de 2008 no alto vale do rio Saltinho, bairro Belchior Baixo. O movimento foi provocado, entre outras condicionantes, pelo aumento da declividade resultante das obras de corte de talude. Fonte: Bini, set. /2010.

5.2.3 Condicionantes antrópicas

Na área de estudo, as vertentes foram sendo ocupadas com importantes alterações. A vegetação de capoeirão ou mata secundária só permanece em áreas muito declivosas e o uso da terra são atribuídos a várias atividades, somando 13 classes distintas de uso da terra.

As classes apresentadas são: solo exposto, aterro, rizicultura, extração de terra, campo, pastagem, palmeira real, plantação de

eucalipto, floresta, reflorestamento, área urbana, massa d'água, áreas alagadas, conforme Mapa 05.

As áreas mais atingidas pelos movimentos de massa em novembro de 2008 foram àquelas onde houve interferência antrópica. Essa afirmação é consequência da instabilidade de vertente causadas por obras de profundos cortes de talude para construção de residências e abertura de estradas.

Os movimentos de massa ocorreram em cinco das treze classes de uso da terra. Da área de estudo. Figura 19.

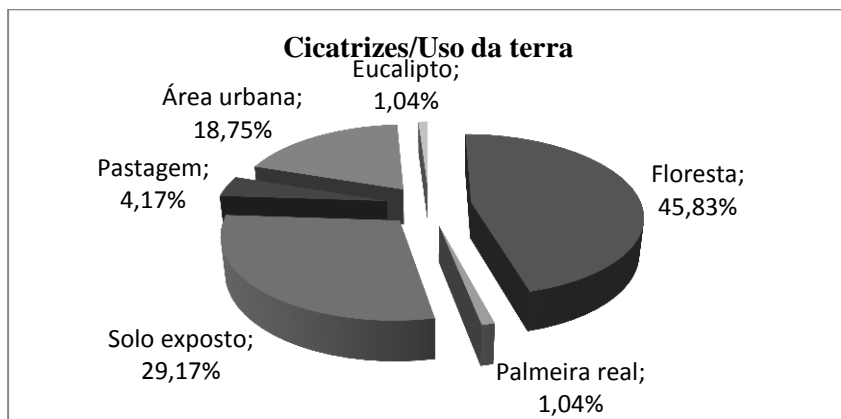


Figura 19 – Gráfico de porcentagem de cicatriz por classes de uso da terra.
Elaboração: Bini, 2011.

A maior ocorrência de movimentos de massa foi em áreas de mata de capoeirão ou secundária (51 cicatrizes). Esse dado, porém não significa dizer que a essas áreas não foi atribuído uso. A regeneração da vegetação não permite ver as alterações realizadas em outras épocas. É sabido, por exemplo, que na década de 70 as árvores de setores de média e alta encosta na área de estudo eram extraídas para abastecer com lenha o funcionamento da indústria naval. As áreas de mata secundária recobrem as altas e medias encostas que possuem declividade acentuada que são mais sujeitas aos escorregamentos, conforme já mencionado. A retirada da vegetação não contribui para a desestabilização de uma vertente, porém em regiões de solo exposto ocorre escoamento superficial concentrado que resulta em processos erosivos como ravinas, sulcos e voçorocas.

A pastagem caracteriza-se como área ambientalmente fragilizada, em razão do intenso pisoteio de gado, em geral, as pastagens recobrem

as colinas do baixo vale das microbacias da área de estudo compactando o solo, criando pequenas fissuras (ravinas) e facilitando as ocorrências de movimentos de massa do tipo escorregamentos.

Em áreas urbanas os movimentos de massa estão mais relacionados à atividade de cortes de talude e aterros para construção de residências. Os cortes de talude aumentam a declividade da encosta gerando instabilidade pela alteração nas forças que atuam para o equilíbrio da encosta, e os aterros são áreas que adicionam peso a encosta, além de possuírem descontinuidades entre a superfície anterior e o material de aterro. Essa descontinuidade se transforma em superfície de ruptura.

Obras como cortes de talude influenciam na estabilidade das vertentes pela modificação na geometria da encosta, resultando no aumento da tensão cisalhante. O **escorregamento 01** localizado na **microbacia do Rio Saltinho** ($48^{\circ}59'12,384''W$ $26^{\circ}53'43,582''S$) entre as cotas 20 e 25m no bairro Belchior Baixo aconteceu nessas mesmas condições. Foto 29.



Foto 29 - Movimento de massa num talude artificial no bairro Belchior Baixo, Gaspar/SC. Fonte: Prefeitura Municipal de Gaspar, Dez/2008.

Próximo a esse escorregamento ocorreu um rompimento do gasoduto Brasil-Bolívia (Foto 30 e 31) que contribuiu como condicionante para outros escorregamentos, devido à instabilidade

gerada pela explosão. Pode-se admitir (?) que a transmissão da vibração (onda) interna pode liquefazer os materiais com pouca coesão (quando saturados) (GUIDICINI E NIEBLE, 1976).



Foto 30 - Explosão do gasoduto, microbacia Saltinho. Foto: Fonte: Prefeitura Municipal de Gaspar, Dez/2008.



Foto 31 - Casa destruída com o impacto da explosão do gasoduto. Foto: Fonte: Prefeitura Municipal de Gaspar, Dez/2008.

Predominantemente, as interferências antrópicas que intensificam na área de estudo a suscetibilidade a movimentos de massa estão associadas a cortes de talude para construção de vias urbanas e rurais, e para construção de residências.

O **escorregamento 01 na microbacia do rio Porto Arraial** ($48^{\circ}55'54,559''\text{W}$ e $26^{\circ}54'20,986''\text{S}$) ocorrido em 2008 aconteceu num corte de talude de 20 metros de altura. Em 2008, quando este escorregamento ocorreu, a massa deslizada, composta essencialmente por cascalhos, bloqueou a estrada. Foto 32



Foto 32 – Escorregamento por causa do corte na encosta na beira da Estrada Geral do Poço Grande, bairro Margem Esquerda, Gaspar/SC. Fonte: Armstrong Bini, Abr./2010.

Os **escorregamentos 1** ($48^{\circ}58'2,013\text{W}$ $26^{\circ}54'35,904'\text{S}$) e **2** ($48^{\circ}58'27,607\text{W}$ $26^{\circ}54'46,067'\text{S}$) da **microbacia do rio Belchior Baixo** são exemplos de escorregamentos que ocorreram em locais com cortes de talude para ocupação.

O escorregamento 01 é representado na foto 33.



Foto 33 - Escorregamento ocorrido em novembro de 2008 que atingiu uma residência no Bairro Margem Esquerda. Bini, 2011

Pela figura 19 pode-se observar a casa atingida pelo escorregamento 02. Entre os vários escorregamentos, nessa área de planície do Bairro Margem Esquerda também ocorreu inundação. O material transportado por um dos deslizamentos ao entrar em contato com a área inundada provocou uma onda que destruiu algumas residências, conforme Foto 34.



Foto 34 - Residências destruídas pelo fluxo de detrito e de lama consequentes da gerada por dois escorregamentos das vertentes que atuam como área de contribuição do vale. Localizadas no Bairro Sertão Verde, Gaspar/SC. Foto: Pellerin Jan./2009.

5.3 ESTUDO DE DETALHE

Para estudo de caso, escolheu-se trabalhar com quatro perfis verticais de cicatrizes de escorregamentos e de cortes de talude em diferentes setores de encostas das microbacias da área de estudo.. Um no baixo vale do rio Sertão, dois no médio vale do rio Saltinho e ainda em seu alto vale. Quadro 17. A escolha dos locais dos estudos de detalhe foi a partir de critérios geológicos, sendo dois deles localizados no Complexo Luís Alves e dois no Grupo Itajaí. A escolha pormicrobacias foi decorrente da facilidade de acesso as cicatrizes de escorregamentos e dos cortes de taludes já realizados.

Os quatro locais onde foram traçados os perfis foram criteriosamente selecionados, sendo três deles localizados na parede de ruptura de escorregamentos e um, próximo a um escorregamento, objetivando que ele fosse representativo das condições onde ocorreu o escorregamento. Portanto, as condições dos perfis são as mesmas dos movimentos de massa, ou seja, que aquela cobertura superficial influenciou para a ocorrência desses episódios naquela área (descartando, através de observações feitas em campo, a possibilidade de ter rompido embaixo e assim indo descalçando para a montante).

Quadro 17: Distribuição dos Perfis ao longo da área de estudo			
Número do	Microbacia	Setor de	Geologia
01	Rio Sertão	Baixo vale	Grupo Itajaí
02	Rio Saltinho	Médio vale	Grupo Itajaí
03	Rio Saltinho	Médio vale	Complexo Luís
04	Rio Saltinho	Alto vale	Complexo Luís

Tabela: Bini, 2011.

Os locais foram escolhidos para análise, porque representam aspectos significativos de geologia e geomorfologia das áreas onde ocorreram os desastres por causa de movimentos de massa.

Os perfis 01 e 02 se distinguem dos perfis 03 e 04 pela litologia, por sua localização no setor da encosta, e por apresentarem feições erosivas diferenciadas. Nos locais correspondentes à geologia do Grupo Itajai (01 e 02) observou-se a presença de sulcos e gretas de contração na superfície do material depositado (onde se depositou argila), bem em direção a montante encontram-se várias feições como sulcos e alcovas de regressão. Isso mostra que nesses dois locais, os processos erosivos atuam de forma mais dinâmica, durante os campos foi possível constatar que as cicatrizes eram frequentemente retrabalhadas num curto intervalo

de tempo. Esse reafeiçoamento de cicatriz é maior na geologia do Grupo Itajaí, se comparado aos locais que envolvem a geologia do Complexo Luís Alves, (perfis 03 e 04).

Com o objetivo de entender melhor onde ocorreram os escorregamentos, foram selecionados pontos de amostra ao longo do material exposto em a fim de coletar amostras para analisar o material constituinte do manto de intemperismo. Com exceção dos gráficos de histogramas e frequências acumuladas apresentados no apêndice 01, os demais resultados são apresentados na sequência.

O perfil topográfico é a representação da configuração do relevo a partir de informações de altimetria em uma determinada seção do terreno. Figuras 21 e 22.



Fig. 21 – Perfil topográfico seção A+B, destacando o estudo de detalhe: Perfil 1 e 2. Elaboração: Bini, 2011.

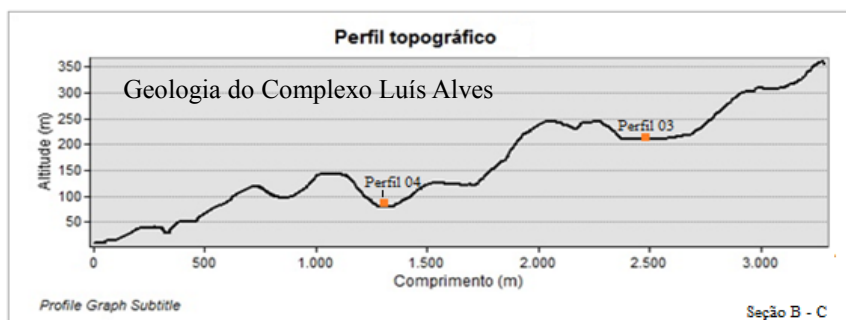


Fig. 22 – Perfil topográfico seção D+C, destacando o estudo de detalhe: Perfil 3 e 4. Elaboração: Bini, 2011.

5.3.1 Estudo de detalhe 01

O escorregamento do tipo rotacional 01 na microbacia do rio Belchior Baixo, (Mapa 03) situado a rua Francisco Lenfers, no bairro Margem Esquerda. A ocorrência desse movimento foi na baixa encosta da microbacia, sob a unidade geológica do Grupo Itajaí (Psit) que compreende rochas do tipo arenitos arcoseanos, siltitos, conglomerados, turfáceos e siltitos laminados.

O local selecionado para traçar o perfil (identificado no mapa 03) foi um corte de talude realizado pela Prefeitura Municipal de Gaspar. O local não é mesmo onde ocorreu o escorregamento em novembro de 2008, mas fica a menos de 5 metros de distância do mesmo e apresenta as mesmas características geológicas e geomorfológicas do escorregamento em questão. As amostras deste perfil foram coletadas ao longo do corte vertical da formação superficial. A foto 34 mostra as diferentes camadas e locais de coleta de amostras.

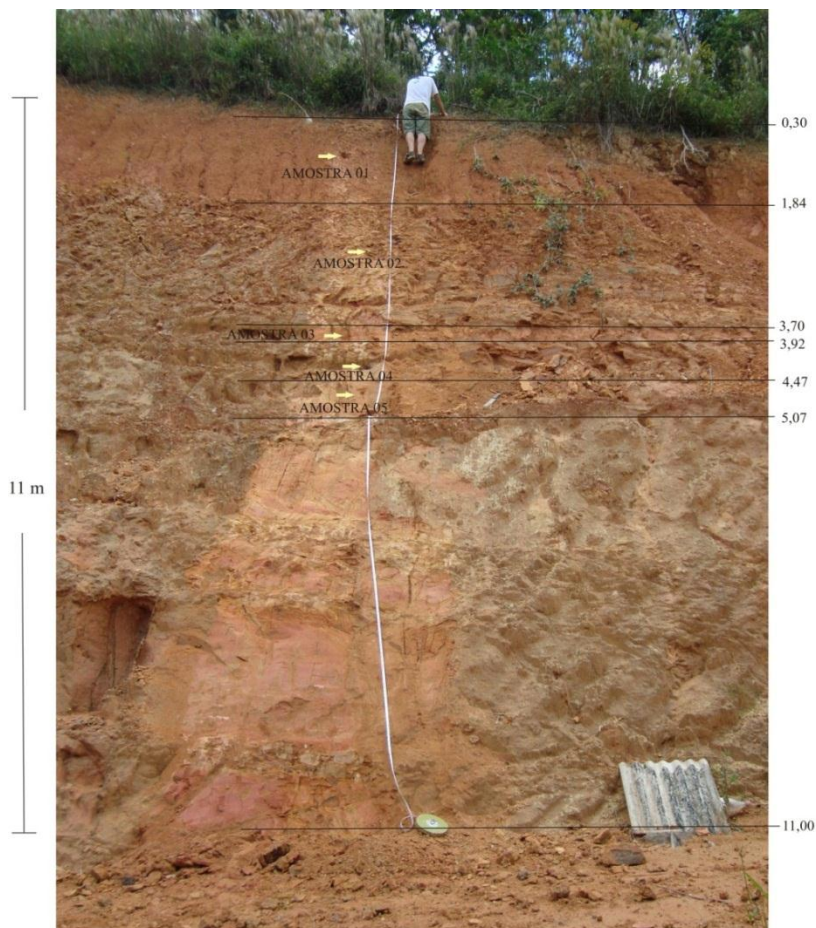


Foto 35 – Local do estudo de detalhe (Perfil 01), localizado no bairro Margem Esquerda, Gaspar/SC, próximo a um escorregamento. Fonte: Bini, Mar./2011.

0 – 0,30 m => refere-se à camada superficial, composta de matéria orgânica e mineral, cor acinzentada a preta. Nesta camada não foi coletada amostra.

0,30 – 1,84 => a amostra 01 coletada a 1,10 m revelou um horizonte B, representando a camada de solo, com presença de sulcos resultantes do escoamento superficial concentrado, a cor é 10YR 5/8 que corresponde a cor yellow brown.

1,84 - 3,70 => camada composta por estrutura em blocos pequeno a médio, a cor também é 10YR 5/8, mesma cor da camada anterior. Coleta da amostra 02 a 2,50m.

3,70 - 3,92 => material aparentemente mais resistente, de cor 5YR 7/8 reddish yellow. . A coleta da amostra 03 foi realizada a 3,80 m.

3,92 - 4,47 => material com aparência siltoso-arenoso, parece um veio, cor cinza claro e pegajoso e com presença de pequenas alcovas de regressão. Cor 5 YR 5/8, yellowish red. Coleta da amostra 04 a 4,20 m.

4,47 - 5,07 => material siltico-argiloso e cor 7,5 YR 7/8 que corresponde à cor reddish yellow. Coleta da amostra 05 a 6,50 m.

5,07 - 11 m => material mais argiloso com presença de alcovas de regressão de tamanho médio a grande. Nesta camada não foi coletada amostra, porque a partir desse ponto as camadas se repetiam como na mesma sequência das descritas acima. Cor 10 YR 6/8, bownish yellow.

5.3.1.1 Distribuição Granulométrica:

Os resultados da análise granulométrica (Quadro 18 e 19) das cinco amostras coletadas neste perfil ao longo de um corte de talude, com altura de 11 m, A análise granulométrica revelou na amostra 01 o predomínio da fração de argila (61%) e, secundariamente de silte (32%) seguido de areia (7%). Nesse perfil, esta camada identifica material que já sofreu processo pedogenético, pois se notou em campo, uma sequência gradual de horizontes ao longo do perfil. A amostra 02 o predomínio é da fração de silte (64%), a areia vem em seguida (19%) e a argila (17%). Na camada subsequente a amostra número 03 se caracteriza pelo predomínio da fração de areia (50%) e depois silte (42%), seguido da fração de argila (8%). A amostra número 04 mostra que a fração de silte é predominante, (54%), posteriormente a fração de areia (38%) e argila (8%). Por fim, a amostra número 05 mostra que o silte como material predominante (66%), seguido de argila (19%) e areia (15%). Neste estudo de detalhe, também levantou-se a possibilidade de talvez existir alternância de lamina de rochas diferentes que também se alteram diferentes.

Quadro 18: Porcentagem de Grãos de Areia (%) do Perfil 01					
Amostra	AMG	AG	AM	AF	AMF
01	0,085	0,179	0,560	2,431	3,290
02	0,119	0,079	0,262	5,880	12,086
03	0	0,130	0,758	28,617	20,091
04	0,088	0,062	5,064	19,350	13,799
05	0	0,0733	0,3365	5,7512	8,5635

AMG = Areia Muito Grossa; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média;
AF = Areia Fina; AMF = Areia Muito Fina.

Quadro 19: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 01								
Amost	SG	SM	SF	SMF	ARG	ARM	ARF	ARMF
01	7,527	8,791	2,985	12,937	9,952	46,77	2,653	1,824
02	4,827	15,282	19,26	24,086	9,468	5,318	1,491	1,096
03	1,039	24,844	3,922	11,768	6,047	1,471	0,653	0,326
04	7,328	13,249	11,94	21,428	5,561	0,327	1,308	0,490
05	22,631	23,324	5,164	14,827	7,663	3,665	1,832	5,414

SG = Silte Grosso; SM = Silte Médio; SF = Silte Fino; SMF = Silte Muito Fino;
ARG = Argila Grossa; ARM = Argila Média; ARF = Argila Fina; ARMF =
Argila Muito Fina.

5.3.1.2 Parâmetros estatísticos

Analisando o diagrama de Shermard observa-se que no material que compõe a camada superior subsequente ao solo orgânico da formação superficial, há o predomínio da argila siltica. Com exceção da amostra 01 e 03 que contem mais argila siltica, a predominância do material é de silte-arenoso (amostras 2, 4 e 5) no diagrama. Figura 23.

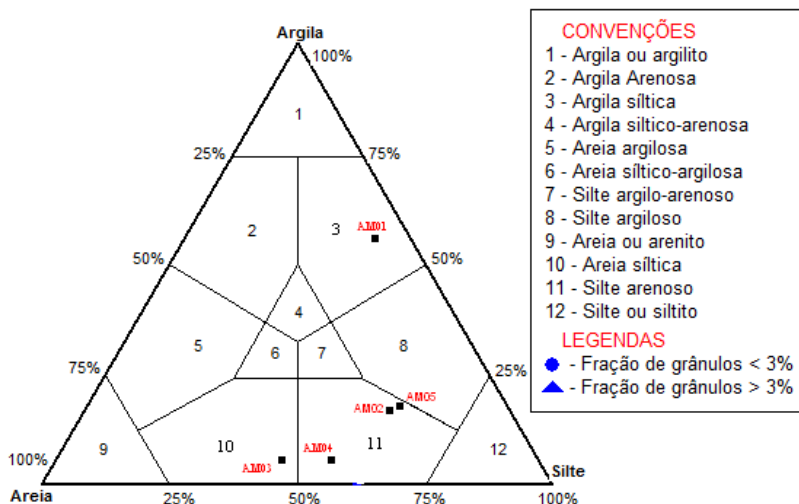


Fig. 23 - Diagrama de Shaperd do Perfil 01

5.3.1.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões:

Com a finalidade de melhor avaliar o conjunto dos percentuais das três frações analisadas, (areia, silte e argila) estas foram reunidas na tabela abaixo, seguidas das interpretações voltada a este aspecto e correlatadas com dados de tensões atuantes nas diferentes camadas do Perfil 01 que foram coletadas amostras. Quadro 20.

Quadro 20: Síntese das informações analisadas no Perfil 01						
Amostras	Areias	Silte	Argila	Tensão ao cisalhamento na ruptura	Limite de resistência ao Cisalhamento na ruptura	Ângulo de atrito
01	7%	31%	61%	4,00	6,60	53°
02	19%	64%	17%	3,00	3,40	30°
03	54%	42%	8%	2,90	3,60	36°
04	38%	54%	8%	2,00	3,50	12°
05	15%	66%	19%	3,30	3,62	26°

Elaborado por Bini, 2011.

Observando os dados do Perfil 01 nota-se que predomina a fração de silte sobre as demais frações em todas as amostras coletadas ao longo do talude, conforme Quadro 17.

De modo geral, as argilas, fração mais elevada na amostra 01, por apresentarem material coloidal e considerável atração eletrostática entre as partículas, possuem boa coesão conferindo ao material maior resistência ao cisalhamento.

Quanto às amostras subsequentes o predomínio das frações é de silte e areia, as quais dão condições de menor resistência (pela falta de coesão) à tensão de cisalhamentos. As amostras 03 e 04 apresentam resistência similar, assim como a fração de silte preenche a maior parcela do material constituinte dessas camadas.

À fração de areia (que predomina na amostra 03), verificou-se que prevalece a fração de areia fina e muito fina (49%) sobre a areia mais grossa, vide figura 25.

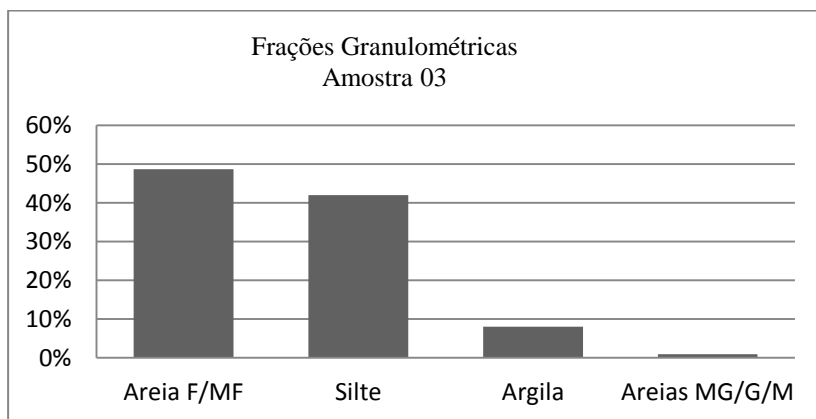


Fig. 25 - Distribuição dos materiais em porcentagens do Perfil 01.

Conforme considerado anteriormente, o predomínio das frações silte e areias (sobretudo areias finas e muito finas) sobre a fração argila é considerado um dos aspectos mais relevantes no comprometimento da estabilidade da encosta, mitigando-se assim a coesão entre as partículas, ficando a resistência ao cisalhamento ao encargo da fricção interna justificada pelos valores razoáveis de ângulo de atrito.

5.3.2 Estudo de detalhe 02

Refere-se ao escorregamento que ocorreu em novembro de 2008, situado a Rua Germana Junckes no bairro Margem Esquerda, como identificado no mapa 03. Trata-se de um escorregamento rotacional, encosta côncava sob o modelado de dissecação em outeiro, cuja a geologia é do Grupo Itajaí (Psit). O perfil foi traçado na parede de ruptura do próprio escorregamento e as amostras para análise granulométrica foram selecionadas ao longo das diferentes camadas do perfil vertical, conforme. Foto 35.



Foto 36 – Local do estudo de detalhe (Perfil 02), localizado em um escorregamento no bairro Belchior Baixo, Gaspar/SC. Fonte: Bini, Mar./2011.

0 – 10 => Camada superficial composta de matéria orgânica e mineral.

0,10 – 2,20 => Material constituído por uma camada de torrões de tamanho pequeno a médio. Cor 5 YR 4/4, reddish brown. Coleta da amostra 01 a 1,10 m.

2,20 – 3,20 => Camada composta de material mais consistente um pouco mais escuro que o material da camada anterior. Aparentemente siltico-argiloso. A cor nesta camada é a mesma que na camada anterior, 5 YR 4/3 e a coleta da amostra 02 foi a 2,70 m.

3,20 – 4,60 => Esta Camada difere das anteriores por apresentar material mais pegajoso, com aparência argilo-arenoso. Cor 5 YR 3/4, alterada agora para dark reddish brown. Coleta da amostra 03 a 3,80 m.

4,60 – 5,50 => apresenta-se mais resistente, composto por blocos de tamanho médio a grande. Nesta camada a cor volta a ser YR 4/3, reddish brow. A coleta da amostra foi a 04 a 5,10m e refere-se à amostra 04.

Os intervalos 2,20 a 5,50 m correspondem ao horizonte “C”.

5.3.2.1 Distribuição Granulométrica

Os resultados das análises granulométricas das quatro amostras de sedimentos encontram-se nos quadros 21 e 22. A análise granulométrica deste perfil revelou uma frequência acentuada de silte e argila. Na amostra 01, por exemplo, predominou a fração de silte (44%), seguido da fração de argila (39%) e areia (17%). A amostra número 02 possui maior fração de silte (69%), e posteriormente argila (30%). Essa concentração de finos deu a esta camada a aparência de material mais pegajoso, pois a concentração de areia se limitou a (1%). Nas amostras 03 e 04 a distribuição de silte ficou muito próxima, sendo a fração predominante nas duas amostras. A amostra número 03 indicou alta concentração de silte (56%), secundariamente de argila (16%) e depois areia (28%). A amostra número 04 a fração de silte (55%) também predominou, porém seguiu com maior concentração de areia (38%) e depois argila (7%). Quadro 22.

Quadro 21: Porcentagem de Grãos de Areia(%) do Perfil 02					
Amostra	AMG	AG	AM	AF	AMF
01	0	0,2189	0,4942	6,6968	10,0932
02	0	0,085	0,079	0,145	0,653
03	0	0,090	0,809	12,304	14,943
04	0	0,8748	11,9179	19,8177	5,4983

AMG = Areia Muito Grossa; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média;
AF = Areia Fina; AMF = Areia Muito Fina.

Quadro 22: Porcentagem de Finos (%) do Perfil 02								
Amost	SG	SM	SF	SMF	ARG	ARM	ARF	ARM
01	5,738	12,935	4,643	20,232	6,302	7,297	0,995	24,213
02	15,98	13,208	8,585	31,040	18,16		4,028	3,466
03	3,688	16,838	7,285	27,847	10,03		2,266	2,185
04	0,023	10,644	8,149	35,923	4,823	0,997	0,498	0,1663

SG = Silte Grosso; SM = Silte Médio; SF = Silte Fino; SMF = Silte Muito Fino;
ARG = Argila Grossa; ARM = Argila Média; ARF = Argila Fina; ARMF =
Argila Muito Fina

5.3.2.2 Parâmetros Estatísticos

Os parâmetros estatísticos do Perfil 02 podem ser visualizados nas Figuras 26 e 27, respectivamente diagrama de Sherpad e de Pejrup. As amostras (1 e 2) deste perfil, representadas no diagrama de Sherpad evidenciam as camadas superiores do mesmo, localizada no intervalo de 0,10 a 3,20 m. com predominância do teor de silte argiloso, enquanto que nas camadas inferiores, 3,20 a 5,50 m., desponta a textura silte arenoso, (amostras 3 e 4).

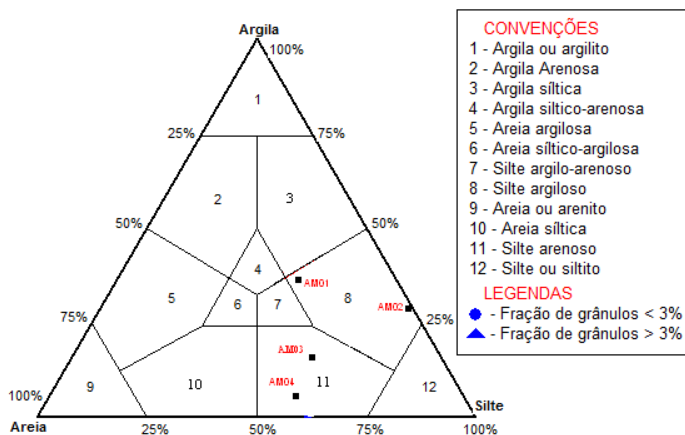


Fig. 26 - Diagrama de Sherpad do Perfil 02

3.2.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões:

A soma das frações constituintes das camadas do perfil 02 está representada no quadro 23. Nesse perfil, a fração predominante é a de silte, seguida de argila e areia. Os valores de tensão de cisalhamento estão muito próximos aos valores de resistência dos materiais, fato que contextualiza situação crítica de instabilidade de talude. Quadro 23.

Quadro 23: Síntese das informações analisadas no Perfil 02						
Amostras	Areias	Silte	Argila	Tensão de cisalhamento	Limite de resistência ao cisalhamento	Ângulo de atrito
01	17%	44%	39%	1,50	2,00	41°
02	1%	69%	30%	3,00	3,75	35°
03	28%	56%	16%	1,60	1,70	17°
04	38%	55%	7%	1,80	2,10	30°

Elaborado por Bini, 2011.

Crozier apud Luiz (1996) descreve que a tensão de cisalhamento pode se tornar maior em determinado ponto da encosta em função do aumento do peso exercido sobre este ponto. Esse aumento de peso pode ser gerado tanto pela ação da erosão em si, transporte de material da montante, tanto quanto pela ação antrópica, com a construção de obras como aterros, rodovias.

O movimento de massa ocorrido nesse talude em 2008 abriu várias nascentes que transportam material encosta abaixo, sempre que há chuvas de grande intensidade. A cada episódio pluviométrico mais intenso, se faz necessário a remoção de material depositado sobre a estrada.

A fração de silte é predominante nesse perfil, seguido da fração de argila e de areia. A fração de areia fina e muito fina somada a fração de silte confere ao talude valores baixos de limite de resistência ao cisalhamento, justificada pela pouca coesão, restando à interação mecânica das partículas o grave compromisso pela sustentação do talude em detrimento da coesão intermolecular. Figura 28.

5.3.3 Estudo de detalhe 03

O escorregamento ocorreu em novembro de 2008 e se localiza no alto vale da microbacia do Rio Saltinho, nas coordenadas 696578,969963 S e 7027634,4509 W situada a Rua Felipe Lanser no bairro Belchior Baixo, como mostra a identificação no Mapa 03. As amostras foram coletadas em um corte de estrada próximo ao local onde houve o movimento de massa em novembro de 2008. O movimento de massa ocorreu logo abaixo da superfície da estrada, provavelmente foi à abertura da mesma que causou a instabilidade do talude. A forma original da encosta retilínea, o modelado de dissecação em montanha e a geologia correspondente a litologias do Complexo Luís Alves. Segundo mapa geológico dessa pesquisa (mapa 03) é possível observar que o perfil está localizado muito próximo a uma falha definida, a qual certamente contribuiu para ocorrência do movimento de massa por ser considerada como uma descontinuidade.



Foto 37 – Local estudo de detalhe (Perfil 03), localizado em um escorregamento no bairro Margem Esquerda. Bini, 2011.

0 - 0,10 => Camada superficial composta de matéria orgânica e mineral. Nessa camada não foi coletada amostra.

0,10 – 3,40 => Material intemperizado com presença de grumos na porção mais superior e em direção a porção inferior o material apresenta-se mais arenoso. Cor 7,5 YR 5/8; Coleta da amostra 01 a 1,70 m.

3,40 – 5,60 => Aparentemente material mais resistente, cor 7,5 YR 5/8; Coleta da amostra 02 a 4,50 m.

5,60 – 8,50 => Material composto por cascalhos de rocha em meio à massa intemperizada. Cor 7,5 YR 5/6. Coleta da amostra 03 7,40 m.

5.3.3.1 Distribuição granulométrica

Na amostra 01, a fração de silte (49%) predomina, seguido de argila (35%) e areia (16%), enquanto que na amostra número 02, correspondente à camada subsequente, a fração de silte predomina com (63%), seguido de areia (36%) e argila (1%). Na camada inferior, equivalente à análise da amostra 03, a fração de silte ainda predomina (41%), seguida igualmente pela fração de areia (41%) e argila (18%). Neste perfil, pode-se verificar que enquanto a fração de silte predomina em todas as camadas, a fração de argila sofre bastante oscilação e a de areia aumenta em profundidade.

Amostra	AMG	AG	AM	AF	AMF
01	0,0199	0,5917	4,0687	7,3397	3,6932
02	0,181	0,184	2,397	16,819	16,107
03	0,347	0,409	6,872	19,539	13,928

AMG = Areia Muito Grossa; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média;
AF = Areia Fina; AMF = Areia Muito Fina

Amost	SG	SM	SF	SMF	ARG	ARM	ARF	ARMF
01	4,341	13,13	4,986	26,92	11,46	3,324	8,476	11,46
02	2,723	21,73	22,72	15,80	0,994		0,032	0,065
03	3,024	23,43	5,079	9,340	9,012	0,491	4,424	3,768

SG = Silte Grosso; SM = Silte Médio; SF = Silte Fino; SMF = Silte Muito Fino;
ARG = Argila Grossa; ARM = Argila Média; ARF = Argila Fina; ARMF = Argila Muito Fina

5.3.3.2 Parâmetros estatísticos:

Os dados estatísticos do perfil 03 observados no diagrama de Shaperd na Figura 00 revelam características de análise distintas entre as três amostras coletadas. Na camada representada pelo intervalo de 0,10 – 3,40m a análise da amostra (amostra 01) representa a preponderância de silte argiloso. A camada subsequente, 3,40 – 5,60, referente à amostra 02 se enquadra dentro do intervalo mais siltoso-arenoso, ao passo que na camada mais inferior, 3,40 – 5,60, prevalece na interface areia siltica.

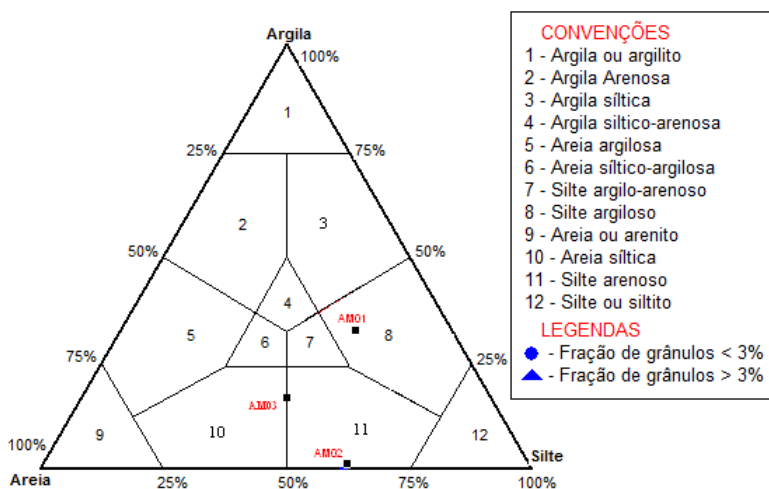


Fig. 29 - Diagrama de Pejrup do Perfil 03.

5.3.3.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões

No material constituinte das amostras analisadas no perfil 03, observou-se a como preponderante a fração de silte, seguido da fração de areia e argila. Com essas características pode-se dizer que a camada superficial desse perfil apresenta pouca coesão, por conta do pequeno percentual de argila. A condição elevada de silte e areia apresenta menor resistência ao cisalhamento.

O limite de resistência é mais crítico na camada intermediária entre as três amostras, na qual a presença da argila é praticamente nula. Quadro 26.

Quadro 26: Síntese das informações analisadas no Perfil 03						
Amostras	Areias	Silte	Argila	Tensão ao cisalhamento	Limite de resistência ao Cisalhamento	Ângulo de atrito
01	35%	49%	16%	2,50	4,30	58°
02	36%	63%	1%	3,20	3,50	24°
03	41%	41%	18%	4,50	5,50	46°

Elaborado por Bini, 2011.

Assim como a fração silte, na amostra 03, predomina também a fração de areia. A condição de resistência dada pelas areias é porque com esse tamanho de grão há mais atrito, dependendo da forma com mais ou menos aspereza.

Levando em consideração o exposto, pode-se dizer que o material constituinte dessa camada proporciona situação de estabilidade. A coesão é baixa, pois há poucos finos (argila), mas a resistência é mais alta das três amostras levantadas, isso indica que o atrito dado pela areia assume quase todo o valor da resistência.

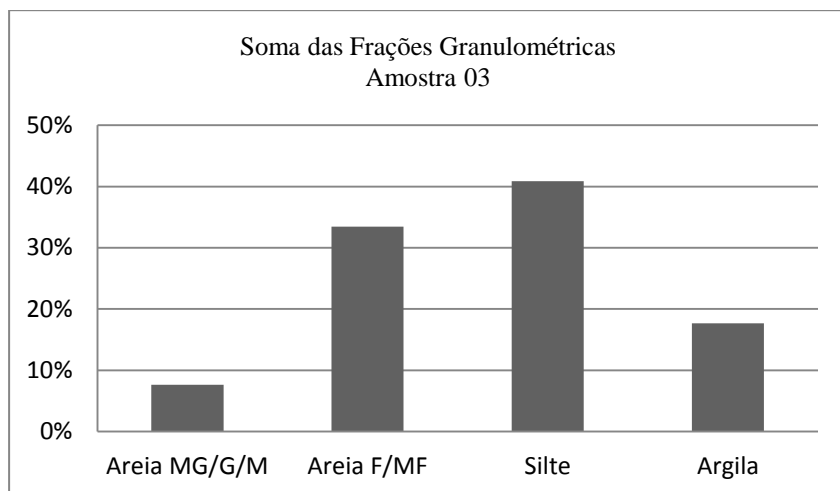


Fig. 31 - Distribuição das granulometrias em porcentagens do Perfil 03.
Elaboração: Bini, 2011.

5.3.4 Estudo de detalhe 04

O escorregamento se localiza no médio vale da microbacia do rio Saltinho e possui coordenadas 697945,306 S e 7026668,674W,

conforme identificado no mapa 03. Situa-se a Rua André Schmitt, também no bairro Belchior Baixo. As amostras deste perfil foram coletadas ao longo de um corte vertical da camada superficial para a passagem de uma estrada. Como o corte foi realizado no setor intermediário do talude, o material que constituía a porção superior do mesmo foi deslocada em relação ao maciço restante, causando o movimento de massa, ou seja, a parte superior do talude rompeu, depositando material no que seria a parte intermediária da encosta (sob a estrada) e na porção inferior, no leito do rio que acompanha a margem esquerda da estrada. Este movimento de massa ocorreu em novembro de 2008 sobre condições de encosta côncava, apresentando modelado de dissecação em outeiro e geologia do Complexo Luiz Alves. Foto 38.

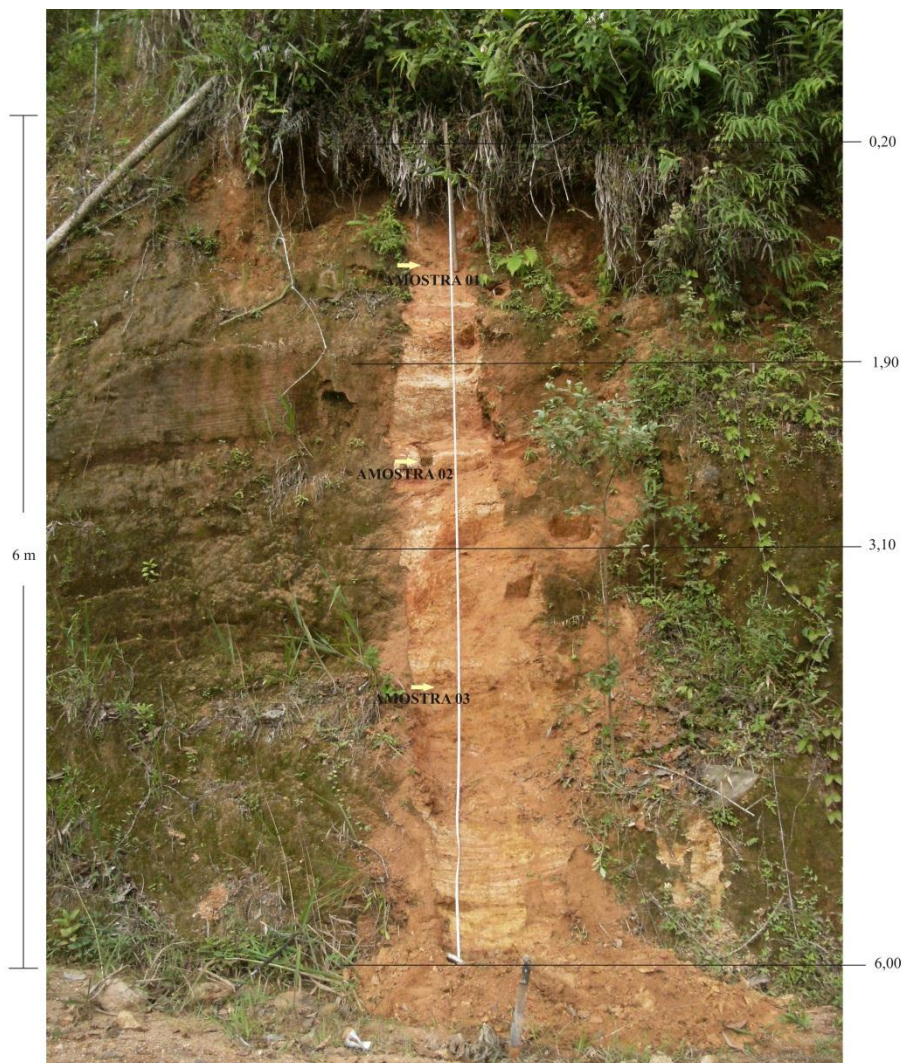


Foto 38 – Local do estudo de detalhe (Perfil 04), localizado no bairro Belchior Baixo. Fonte: Bini, 2011.

0 – 0,20 => Composta de matéria orgânica e mineral corresponde à camada mais superior da formação superficial, nesta camada não foi coletada amostra.

0,20 – 1,90 => Material areno-argilo-siltoso, cor 7,5 YR 5/8, correspondendo a Strong brow. Coleta da amostra 01 a 1,35 m

1,90 – 3,20 => Presença de relíquias de veios de quartzo e feldspato, cor 7,5 YR 6/8, reddushye.llow Coleta da amostra 02 a 2,50m.

3,20 - 6,00 => Maior presença de blocos, cor 7,5 YR 5/8, stongbrown. Coleta da amostra 4,50 m.

5.3.4.1 Distribuição Granulométrica

Pelas características da análise granulométrica do perfil 04 é possível identificar a diferença entre os demais perfis. Enquanto que nos outros prevaleceu à fração de silte, nesse perfil a fração predominante nas camadas superiores é de areia (por causa dos veios quartzo-feldspáticos), mudando apenas na camada inferior. A amostra número 01 apresentou fração de areia de (54%), seguida de argila (32%) e silte (14%). A fração de areia se divide em areias muito grossa, grossa e média (27,54%) e as areias finas e muito finas (26,72).

Na amostra número 02 também há concentração da areia (62%), maior ainda que na amostra número 01, seguido de silte (27%) e argila (11%), sendo que dessa fração de areia as frações grossa, muito grossa e média (42,38%) são bem superiores à fração de areia fina e muito fina (19,66%) o que contribui para uma maior permeabilidade dessa camada para a camada subsequente. A amostra 03 tem a predominância da fração de silte (51%) e a diminuição da fração de areia em relação à camada anterior (25%), seguido da fração de argila (24%) com valor muito próximo a fração de areia.

Amostra	AMG	AG	AM	AF	AMF
01	7,1407	7,9734	12,433	17,0824	9,6453
02	13,0352	13,7607	15,5915	12,822	6,847
03	1,3731	0,0266	3,145	15,1334	5,0733

AMG = Areia Muito Grossa; AG = Areia Grossa; AM = Areia Média;
AF = Areia Fina; AMF = Areia Muito Fina

Amost	SG	SM	SF	SMF	ARG	ARM	ARF	ARMF
01	7,956	8,268	8,1599	8,4929	5,9950	3,663	1,332	2,831
02	2,992	7,655	3,4951	12,149	7,1566	2,829	0	1,331
03	0,279	8,311	14,295	27,261	15,625	3,657	0,997	3,823

SG = Silte Grosso; SM = Silte Médio; SF = Silte Fino; SMF = Silte Muito Fino;
ARG = Argila Grossa; ARM = Argila Média; ARF = Argila Fina; ARMF =
Argila Muito Fina

5.3.4.2 Parâmetros estatísticos:

Os dados estatísticos do Perfil 04 esta representado no diagrama de Shepard, figura 32. A amostra 01 que corresponde à camada mais superior deste perfil (0,20 a 1,90 m) prevalece areia argilosa. A amostra subsequente, referente à segunda camada identificada neste perfil (1,90 – 3,20 m) a presença de areia siltica predomina, enquanto que a camada mais inferior (3,20 - 6,00), representada pela amostra 03, está na interface entre os ambientes silte argiloso e silte arenoso.

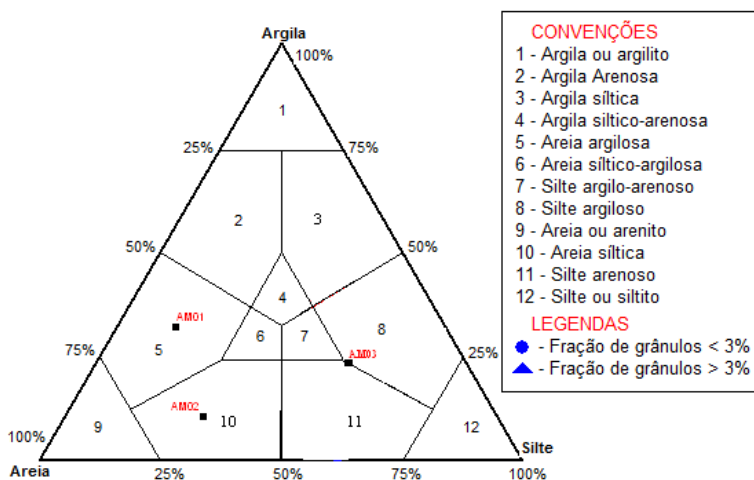


Figura 32 - Diagrama de Shepard do Perfil 04

5.3.4.3 Propriedades mecânicas dos materiais e tensões

Mafra, (1999) descreve que as argilas dão certa coesão e estabilidade estrutural aos solos, ainda que haja diferenças nas argilas de 1:1 e 2:1, as argilas contribuem para coesão da camada superficial.

Quadro 29: Síntese das informações analisadas no Perfil 04						
Amostras	Areias	Silte	Argila	Tensão de cisalhamento	Limite de resistência ao cisalhamento	Ângulo de atrito
01	54%	14%	32%	2,70	3,40	39°
02	62%	27%	11%	1,21	1,30	13°
03	25%	51%	24%	2,60	2,70	16°

Elaborado por Bini, 2011.

Apesar do talude em questão apresentar o menor valor médio de ângulo de atrito, verifica-se ainda a predominância das forças de fricção mecânica frente à coesão química ao analisarmos a resistência ao cisalhamento do material do talude.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu conhecer os fatores condicionantes que contribuem para suscetibilidade a movimentos de massa na área de estudo, incluindo, em alguns casos, dados estatísticos de granulometria e de comportamento mecânico dos materiais constituintes das encostas.

A primeira análise, resultado do Quadro 30, identifica as características do meio natural em que as cicatrizes de movimentos de massa predominam, sendo possível, a partir dessa informação, descrever as condições em que os escorregamentos ocorreram, nas microbacias estudadas.

Quadro 30: Locais das cicatrizes da área de estudo						
Características ambientais em que o movimento de massa ocorreu		Microbacia hidrográfica				Total
		Saltinho	R. Belchior	Córrego Sertão	Porto Arraial	
Geologia	Grupo Itajaí	08	16	18	16	58
	Conglomerado. Petq.	01	0	0	0	01
	Complexo Luís Alves	38	0	0	0	38
	Falhas definidas	0	0	02	0	02
Modelados	Montanha	13	0	01	01	15
	Outeiro	36	16	16	16	84
Setores de Encosta	Alta	12	03	02	01	18
	Média	26	08	02	05	41
	Baixa	05	06	14	12	37
Forma de Encosta	Côncava	21	18	15	10	64
	Convexa	12	21	06	02	41
	Retilínea	14	10	11	05	40
Declividade	0° - 3°	05	0	0	01	06
	3,1° - 6°	08	01	0	0	09
	6,1° - 12°	02	03	07	05	17
	12,1° - 17°	06	01	01	01	09
	17,1° - 22°	09	03	02	01	15
	22,1° - 26°	09	04	01	05	19
	> 26°	05	05	06	04	20
Uso da terra	Floresta	25	10	04	05	44
	Palmeira real	01	0	0	0	01
	Solo exposto	10	05	07	06	28
	Pastagem	04	0	0	0	04
	Área Urbana	03	0	08	07	18
	Eucalipto	01	0	0	0	01
Hipsometria	300-350	12	0	0	0	12
	250-300	01	05	02	01	09
	200-250	07	0	0	01	08
	50-100	15	06	08	16	45
	20-50	02	04	07	09	22
Ação antrópica	cortes de talude	16	7	9	14	46

Elaboração: Graziela Bini, Dez./ 2011.

A microbacia do rio Saltinho caracteriza-se por ser uma área rural, na qual os movimentos de massa ocorreram preferencialmente em ambientes de unidades litológicas do Complexo Luís Alves, modelado em outeiro, na média encosta em sua forma côncava, entre as classes de declividade $17,1^\circ - 22^\circ$ e $22,1^\circ - 26^\circ$. Das 47 cicatrizes de movimentos de massa mapeados nesta microbacia, destacam-se, por sua magnitude e potencial de abrangência, os escorregamentos com consequências de mortes (2 vítimas fatais) e de obstrução de vias e talvegues, a exemplo dos escorregamentos 2 da microbacia do rio Saltinho (Mapa 03) e escorregamento 01 (Mapa 04).

A via não pavimentada que dá acesso ao interior dessa microbacia acompanha o rio em direção a suas nascentes, e como a área é constituída de compartimentos de relevo em morros e montanhas muitas foram às obras de cortes de talude para inserção dessa estrada. Em razão dessas características principais, os movimentos de massa nesta área ou ocorrem nas cabeceiras de drenagem dos rios secundários que convergem em direção a estrada (a menos de dois metros do talvegue em praticamente toda sua extensão) ou nas áreas de taludes artificiais.

Na microbacia do rio Ribeirão Belchior foram mapeadas 16 ocorrências de movimentos de massa que predominaram em áreas de litologias associadas ao Grupo Itajaí, dissecação em outeiro, no setor da baixa encosta em sua forma convexa, nas classes de declividade maiores que 26° . Nessa microbacia foi verificado que os movimentos de massa correspondem essencialmente aos condicionantes de ação antrópica, tais como cortes de talude para construção de residências. Os dados mostram que dos 16 movimentos ocorridos nessa área, 5 delas estão em cabeceiras de drenagem, sendo as demais mapeadas na área de vegetação (floresta) bem no seu limite com a área urbana.

Assim como a microbacia do rio Saltinho, a do Ribeirão Belchior inclui movimentos de massa de grandes proporções. Nesta área foi onde ocorreram os escorregamentos que mais destruíram casas por soterramento matando 8 pessoas. Na área inundada do fundo do vale, algo atípico ocorreu: a avalanche de terra ao chocar-se com a área inundada propagou uma onda, que frente à precariedade das construções pós abaixo dezenas de casas.

Na microbacia do Córrego Sertão foram mapeadas 17 cicatrizes, 2 delas sobre falhas que acompanham a direção dos interflúvios secundários. Esta microbacia também apresenta litologias do Grupo Itajaí e a predominância dos movimentos de massa esta no compartimento em morros, baixa encosta, entre cotas de 25 a 50 m, nas

formas côncavas, nas classes $6,1^\circ - 12^\circ$, de declividade. A área mais atingida por movimentos de massa foi à urbana, porém como o padrão de construção é mais elevado em relação às residências das demais microbacias urbanizadas, houve nessa área somente casas danificadas.

Por ultimo, a microbacia do rio Porto Arraial difere da microbacia do Córrego Sertão somente por acrescentar o intervalo de classe $22,1^\circ - 26^\circ$ declividade como fator preponderante nos ambientes de ocorrência de movimentos de massa. A ocorrência dos escorregamentos nesta microbacia esta associada, principalmente a ações de cortes de talude para extração de terra.

De maneira geral, a partir dos resultados, pode-se sugerir alguns cuidados a serem tomados com o uso e ocupação da terra na área de estudo, considerando os fatores condicionantes predominantes a ocorrência dos movimentos de massa em novembro de 2008.

A análise realizada na área de estudo, indicou alta suscetibilidade a movimentos de massa em ambientes com as características de **litologia do Grupo Itajaí** que corresponde a área mais urbanizada, principalmente em setores de **média e de alta encosta** onde os compartimentos de relevo se apresentam **dissecados em feições de outeiro**.

Levando em consideração que as chuvas atuam como principal agente deflagrador, é interessante ressaltar que as **formas côncavas** dos morros, por serem áreas de captação de água, são áreas mais críticas, visto que a água infiltra em solo espesso acionando mecanismos que diminuem a resistência ao cisalhamento, em razão disso, na área de estudo, esse segmento de vertente deve ser observado ante a ocupação. Também as áreas de vertente com declividade acentuada, principalmente aquelas com **inclinação superior a 26°** devem ser preservadas frente às atividades para uso da terra.

A Lei estadual nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 em seu artigo 3º descreve que para fins urbanos não se pode ocupar áreas com declividade igual ou superior a 30%, ou seja, 17° de declividade, bem como terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação, no entanto, na área de estudo, a expansão urbana não segue essas diretrizes, assim como não existe controle por parte dos órgãos responsáveis para o uso e ocupação da terra.

Os estudos de caso permitiram tecer algumas considerações a respeito dos mecanismos envolvidos no processo de ruptura nas encostas. Excluindo os processos hidráulicos, apenas a coesão intergrãos não é capaz de manter a estabilidade do talude, visto que na

composição dos **materiais dos taludes principalmente em profundidade preponderam as areias, sobressaindo ainda às areias finas e os siltes**. Apesar das areias não serem materiais que proporcionam coesão, elas proporcionam maior ângulo de atrito, por causa do peso e do tamanho e aspereza dos grãos.

Portanto, a resistência do material constituinte do talude é dada em função da interação mecânica através da força de fricção entre as partículas, ao contrário dos setores mais argilosos em que a resistência ao cisalhamento se dá através da coesão entre suas partículas, (sem levar em consideração as propriedades das argilas 1:1 e 1:2)..

Considerada a alta suscetibilidade a movimentos de massa que a área de estudo é condicionada, sugere-se atenção especial à ocupação do meio natural, especialmente em áreas que apresentam semelhanças com os fatores relatados nessa pesquisa, pois esses condicionantes oferecem alta suscetibilidade frente ao uso da terra, sendo, portanto consideradas áreas críticas.

Efetivamente, após o desastre de novembro de 2008, poucas ações ou medidas que procurem prevenir ou mitigar os desastres envolvendo a ocorrência de movimento de massa foram realizadas. Até o final da presente pesquisa, nem mesmo as casas que vão realocar os desabrigados foram concluídas. Os moradores relatam que não sabem como agir frente ao perigo de novos escorregamentos e deixam clara a insatisfação com o poder público em lidar com esse problema. Durante os relatos, observa-se também que o desastre de 2008 se constituiu como uma experiência traumática, onde os prejuízos causaram danos irreparáveis, especialmente psicológicos.

REFERENCIAS

ACCIOLY, M. A.T.de O. **Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco a Erosão por Voçorocas**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (org.) *Erosão e Conservação dos Solos*, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 57-94.

AGUIAR, João Luiz de. **Relatos de uma tragédia**. Gaspar: Impressul, 2009.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, **NBR 12694**: Especificação de Cores de Acordo com o Sistema de Notação Munsell, Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AUMOND, J. J.; SVEGNANI, L.; TACHINI, M.; BACCA, L. E. Condições Naturais que tornam o Vale do Itajaí Sujeito aos Desastres. In: FRANK Beate e SEVEGNANI, Lucia. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí**: água, gente e política. Blumenau: Agência das águas do Itajaí, 2009, p. 22 – 37.

BASEI, Miguel A. S. **O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina**. 1985. 185f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAPTISTA, Leda M.(org). **Simplemente Gaspar**. Blumenau: Nova Letra, 1998.

BAUZYS, F. **Identificação, Análise e Mapeamento dos Movimentos de Massa Ocorridos em Novembro de 2008, no Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar-SC**. 2010. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BIGARELLA, João José. 2º ed. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

BIONDI, João C.; XAVIER, Roberto P. Fluidos associados à mineralização da mina de ouro em Schramm, Complexo Granulítico Luis Alves (SC). São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 32 (2), 2002, p. 235-244.

BLOOM, A. **Superfície da Terra**. S. Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1970.

BOTELHO, Rosângela G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, Antônio J. T.; SILVA, Antônio S. da; BOTELHO, Rosângela G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, (orgs) – Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRUSCHI, V. M; BONACHEA, Jaime; REMONDO, Juan; RIVAS, Victoria; GÓMEZ, A; SALAS, L; FERNÁNDEZ, G; SOTO, J.; CENDRERO, A. Uceda; MENDES, J.; NAREDO, M.; HURTADO, M.; FORTE, L. M.; SILVA, M. da; ETCHEVERRY, R.; CAVALLOTO, JL L.; DANTAS FERREIRA, M.; PEJON, O.; ZUQUETTE, L. **¿ Existe um cambio geomorfológico global Acoplado a la Actividade Económica?** In: Antonio Cendrero Uceda, José Gómez Arozamena, Pedro Luiz Fernández Navarro, Luis Santiago Quindós Poncela, Carmen Ródenas Palomino y Carlos Sainz Fernández. (Org.). *Contribuciones Científicas en Memoria del Professor Jesús Soto Torres*. 1 ed. Sandander: PubliCan - Ediciones de la Universidad de Cantábria, 2008, v. 1, p. 31-54.

BURGHARDT, Caroline. **O incremento do turismo e as transformações sócio espaciais na localidade do Arraial, município de Gaspar**. 2006. 120f. Dissertação (Pós Graduação *Stricto Sensu* em Turismo e Hotelaria) - Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú. 2006.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações: fundamentos**. Vol. I, Rio de Janeiro, 6º edição, L.T.C – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988.

CARDOSO, Maria Z. Gaspar. **As dificuldades para o seu povoamento inicial e a desmistificação de uma dependência**. 1991. 246 f. Dissertação (Pós Graduação em História) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.

CASTRO, S. D. Aneas de. Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía. *Scripta Nova*: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 15 de mar. 2000. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>, acesso em 28 de fevereiro de 2010.

CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo (SP): E. Blucher, Ed. da USP, c1974. 149p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

CROZIER, M. J; GLADE, T. **The Nature of Landslide Hazard Impact**. 2004 John Wiley & Sons, 2004 , p. 42-74.

CRUZ, Olga. **A Serra do Mar e o Litoral na Área de Caraguatatuba**: Contribuição à geomorfologia tropical litorânea, São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. N° 11, 1974. Série teses e monografias.

Defesa Civil de Santa Catarina. **Resposta ao Desastre de Santa Catarina no ano de 2008**: Avaliação das áreas atingidas por movimento de massa e dos danos em edificações durante o desastre. Florianópolis, 2009.

DESCHAMPS, Dário (org.) **Gaspar**: Fundação Frei Goldofredo, 1997.

ESTADO DE SANTA CATARINA, GRUPO REAÇÃO, **Reconstrução Áreas Afetadas Catástrofe Novembro/2008**. Florianópolis: Editora do Estado de Santa Catarina, 2009.

FARAH, Flávio. **Habitação e encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 2003. (Publicação IPT; 2795).

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimento de Massa: uma abordagem geológica – geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimento de Massa: uma abordagem geológica – geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 4^o edição: Bertrand Brasil, 2003.

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J. C. **Estabilidade de Taludes**. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO S. N. A. de. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998, p. 243-269.

AUGUSTO FILHO, O. Augusto. Escorregamentos em Encostas Naturais e Ocupadas: análise e controle. In: Bitar, O. Y. (Coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE): Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Divisão de Geologia, 1995, p. 77 - 100.

FLORENZANO, Teresa G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**, (Org.). – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FORNARI, André. **Geologia e Metalogênese da Porção Meridional do Cráton Luis Alves-SC**. 1998. xxf. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 136p.

GABINETE DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS. Távora, Felipe e Martins, Ana. Cadernos Técnicos PROCIV 10: **Organizações, Sistemas e Instrumentos Internacionais de Proteção Civil**. Carnaxide / Portugal, 2009. Disponível em: <http://www.prociv.pt>. Acesso em 19 janeiro 2011.

GARCÍA-TORNEL, Francisco Calvo. **Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos**. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. [ISSN 1138-

9788] Nº 10, 15 de noviembre de 1997. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-10.htm>. Acesso em: 12 abril 2009.

GRAMANI, M. F. ; AUGUSTO FILHO, O. . Analysis of the triggering of debris flow potentiality and the run-out reach estimative: an application essay in the Serra do Mar mountain range. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 9, 2004, Rio de Janeiro. **Proceedings**. Londres : Balkema, 2004. v. 2. p. 1477-1483

GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In: A. J. T. GUERRA; **Erosão e Conservação dos Solos** - Conceitos, Temas e Aplicações. SILVA, Antônio Soares e R.G.M. BOTELHO (orgs.). Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1999, p. 15-55.

GUERRA, Antonio J. T.; BOTELHO, Rosangela G. M. Erosão de Solos. In GUERRA, Antonio J. T., CUNHA, Sandra B. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Edirora Bertrand Brasil Ltda, 2006.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo. Edgard Blücher, 1976, 170 p.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. de; GOMES, R. A. T.; FERNANDE, N. F..Movimentos de Massa. In. FLORENZANO, T. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 159 – 184.

HERRMANN, M. L. de P.; PELLERIN, J. R. G. M.; SAITO, S. M.; **Escorregamento**. In: HERRMANN, M.L (org.) **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2. edição, SEA/DGED, 2007, 148 p.

HERRMANN, M.L. de P. **Problemas geoambientais na faixa central do litoral catarinense**. São Paulo, 1999. 307p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto de Gerenciamento Costeiro-Geomorfologia**. Florianópolis; 2002.56p.

IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Ocupação de Encostas**. São Paulo; 1991.33p.

KAUL, P. F. T.; FERNANDES, E.; SANTOS NETO, A. **Geologia**. (IBGE) Projeto de Gerenciamento Costeiro, 3º fase – GERCO, 2002

LUIZ, Edna L. **Estudo de movimentos de massa na bacia do rio inferninho e sua influência na evolução das vertentes Sorocaba de Dentro – Biguaçu/SC**. 1996. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (org.) **Erosão e Conservação dos Solos**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 301-320.

MARANDOLA, E. JR.; HOGAN, D. J. **Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. In: I Encontro Transdisciplinar sobre Espaço e População, ABEP. Campinas: NEPO/ UNICAMP, 2003.

MATTEDI, M.A; FRANK, B.; SEVEGNANI, L.; BOHN, Noemia. O desastre se tornou rotina... In: FRANK Beate e SEVEGNANI, Lucia. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, gente e política**. Blumenau: Agência das águas do Itajaí, 2009, p. 70 – 77.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I.C. **A relação entre o social e o natural das abordagens de hazards e de desastres**. Ambiente & Sociedade – Ano IV – Nº 9 – 2001 - Semestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v4n9/16877.pdf>, acesso em 28 de fevereiro de 2010.

MOREIRA, C. V. R; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevô. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998, p. 69-85.

MONTEIRO, M. A. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Revista GEOSUL, Florianópolis, V 16, p. 69-78. 2001.

MONTEIRO, M. A.; MENDONÇA, M. Dinâmica Atmosférica no Estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M. L. de P. **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**, Florianópolis: SSA/DGED, 2007. P.5-10.

OLIVEIRA, J.B., JACOMINE, P.K.T. e CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia para seu reconhecimento**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1992.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Working party on world landslide inventory. Bulletin of the IAEG, v. 41 p. 5-12, 1993.

PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, Antônio J. T.; CUNHA, Sandra B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil Ltda, 2004.

PALACIOS, J. D.; CHUQUISENGO, O.; FERRADAS, P. **Gestión de riesgo en los gobiernos locales**. Lima: Soluciones Prácticas – ITDG, 2005.

PELLERIN, J. R. G. M. ; FLORES, J.A.A. ; EGAS, H. 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. **Anais**. Viçosa, 2009.

POPP, José Henrique. **Geologia Geral**. 5. ed. Rio de Janeiro:LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1998.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Curso de Líderes, Redução do Risco de Desastre **Um desafio para o desenvolvimento**. Salvador- Bahia, 2004, P. 1-6.

ROSTIROLLA, Sidnei; SOARES, Paulo C. Aspectos estratigráficos do Grupo Itajaí, SC. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo: **Boletim de Resumos Expandidos**, 1992.

SANTOS, W. ; VIEIRA, B. C. . Influência de fatores topográficos na distribuição de escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar, Cubatão (SP). In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física

Aplicada, 2009, Viçosa. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais**. Viçosa, 2009.

SELBY, M. J. **Hillslope Materials & Processes**. New York: Oxford University Press, 1993.

SEVERO, D. L. **A Meteorologia do Desastre**. FRANK Beate e SEVEGNANI, Lucia. (Org.). Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, gente e política. Blumenau: Agência das águas do Itajaí, 2009, p. 70 – 77.

SILVA DIAS, M. A. F. **Sistemas convectivos de mesoescala sobre o sul do Brasil**. Climanálise. 1996. pg. 173-182. (Edição Comemorativa de 10 anos).

SOUZA, Celia Regina de Gouveia. **Risco a Inundações, Enchentes e Alagamentos em regiões costeiras**. In: I SIBRADEN - Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004, Florianópolis (SC). Anais, CD-ROM Florianópolis (SC): GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247.

SHIMIZU, S. H.; VIERIA, P. C.; MOSER, J. M. **Pedologia**. (IBGE) Projeto de Gerenciamento Costeiro, 3º fase – GERCO, 2002

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina do texto, 2010.

TOMAZZOLI, E.R. PELLERIN, J. VIEIRA, C. V. SILVA, M. MOCHIUTTI, N.F. ALENCAR, R. **Análise dos deslizamentos de 2008 no entorno do morro do Baú: Caracterização geológica-geomorfológica do Ribeirão do Arraial, Gaspar, SC**. 10 SEPEX, Florianópolis, 2011.

WICANDER, Reed. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

VARGAS, Milton. **Introdução a Mecânica dos Solos**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977.

VEYRET , Yvette; RICHEMOND, Nancy de . **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Ed. Contexto, 2007.

SITES PESQUISADOS:

http://ciram.epagri.sc.gov.br:9090/ciram_arquivos/arquivos/gtc/downloads/curso1_multip/ogura_aula3.pdf. Acesso em: 01 maio 2010.

<http://www.codeplan.df.gov.br/sites/200/216/00000259.pdf> Acesso em 11/08/2010.

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/santacatarina/gaspar.pdf>
Acesso em:20/05/2010.

<http://www.onu-brasil.org.br/>. Acesso em 13/04/2009

<http://www.gaspar.sc.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2010.

<http://www.agricultura.sc.gov.br> Acesso em: 26 maio 2010.

<http://www1.an.com.br/2002/mar/12/index.htm> Acesso em 26 maio 2010

<http://www.cprm.gov.br/publique/media/capIII-c.pdf> Acesso em 11 de agosto 2010

<http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades>, Acesso em 26 de fevereiro de 2011. <http://obras.rio.rj.gov.br/>. Acesso em 26 de fevereiro de 2010

<http://vsites.unb.br/ig/glossario/> Acesso em 26 de agosto de 2011.

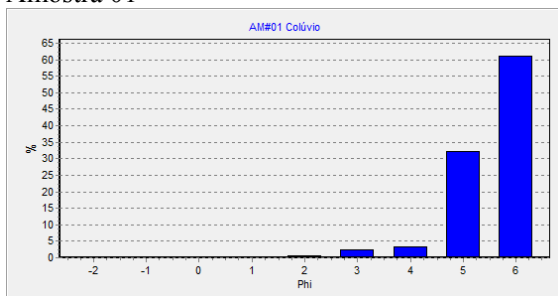
<http://www.gaspar.sc.gov.br>. Acesso em 13/04/2010.

APÊNDICE

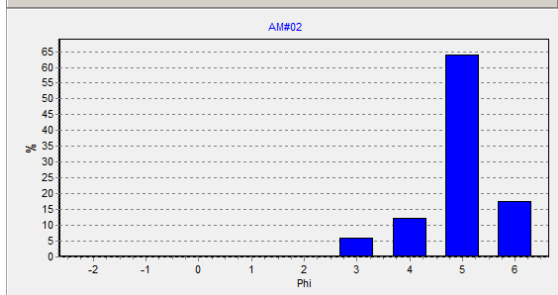
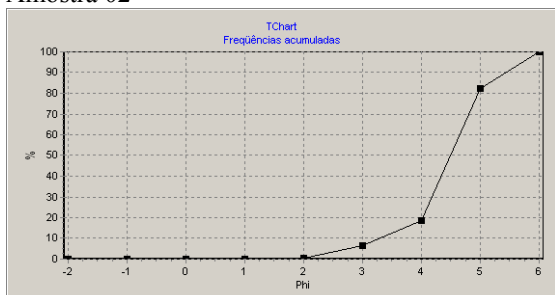
01: Históricos de Frequência Acumulada e Histograma dos perfis verticais da camada superficial

TALUDE 01:

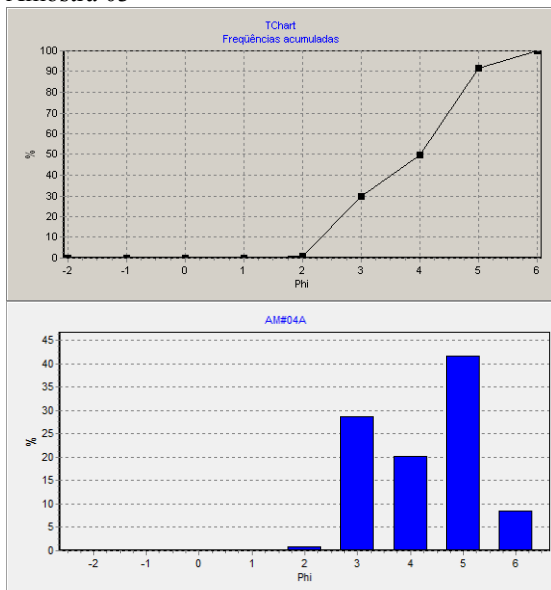
Amostra 01



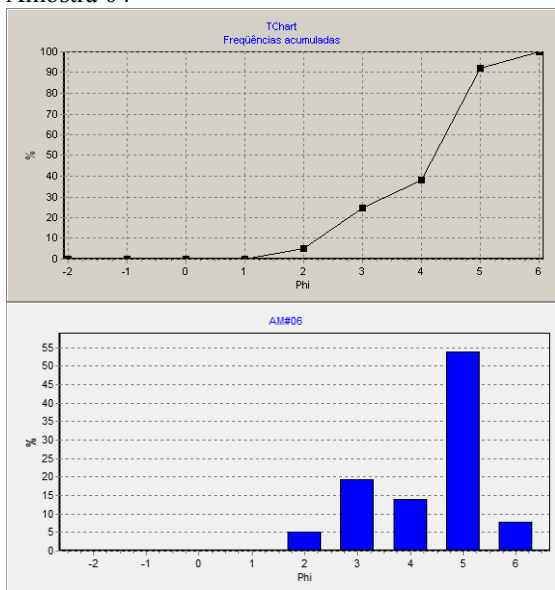
Amostra 02



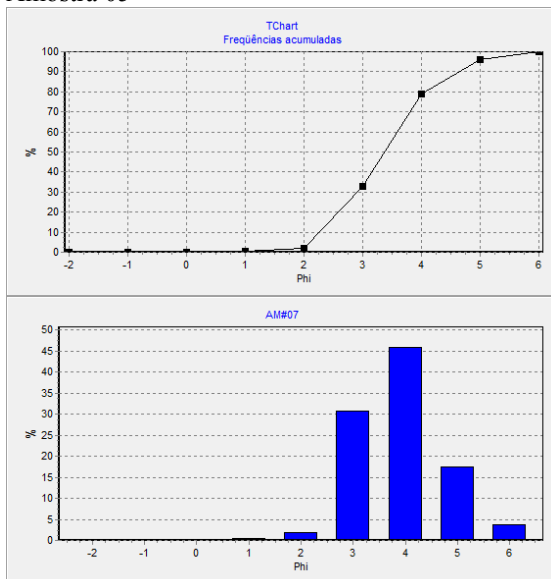
Amostra 03



Amostra 04

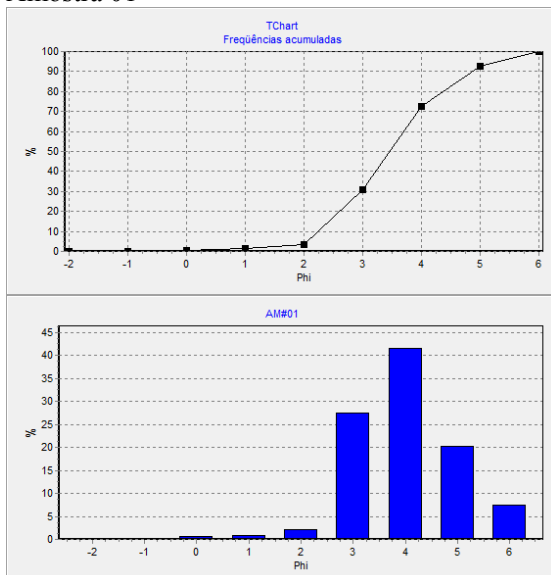


Amostra 05

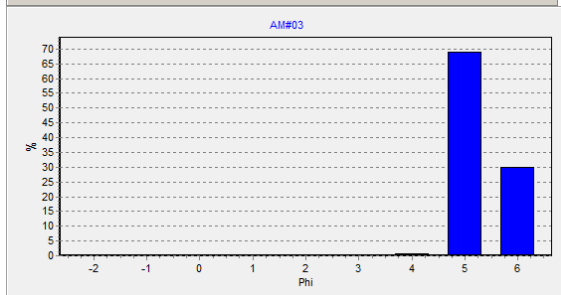
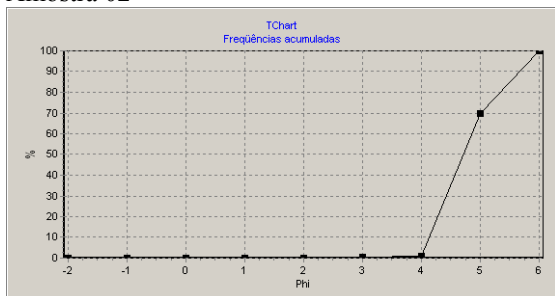


TALUDE 02:

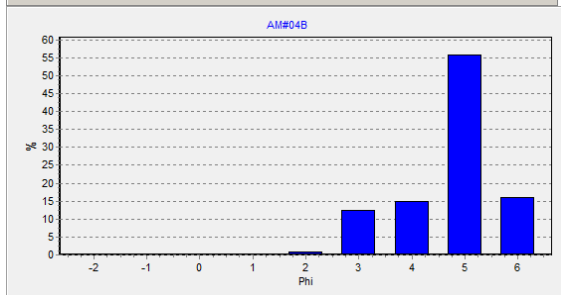
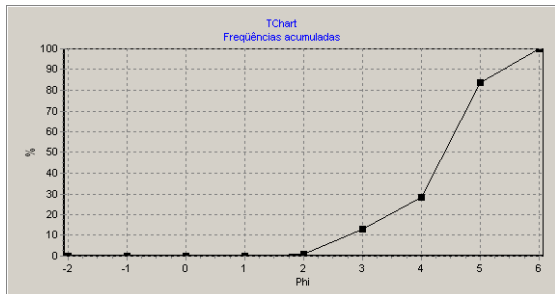
Amostra 01



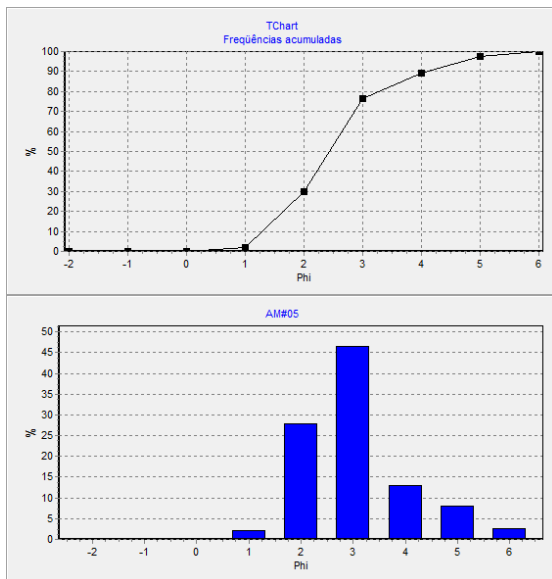
Amostra 02



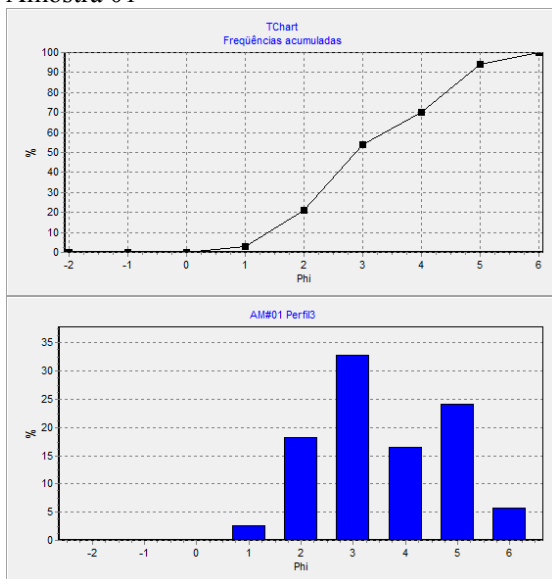
Amostra 03



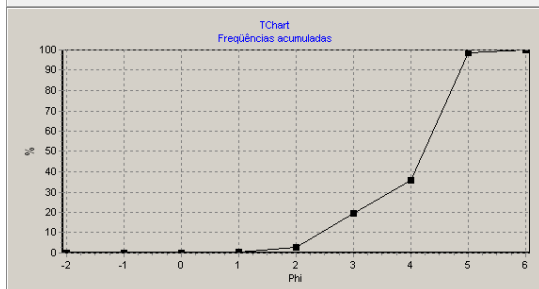
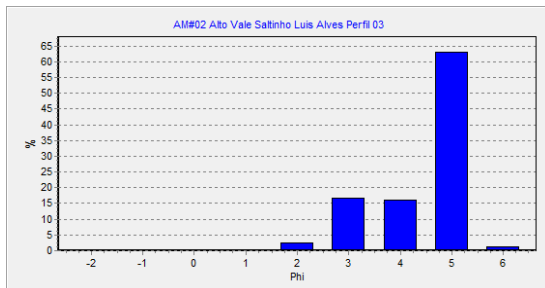
Amostra 04



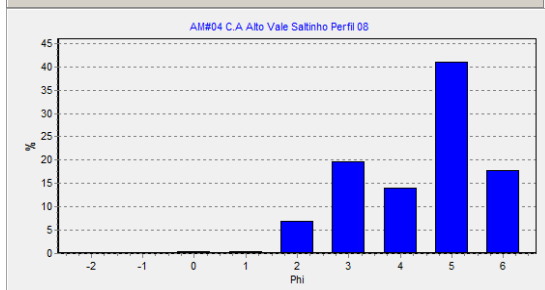
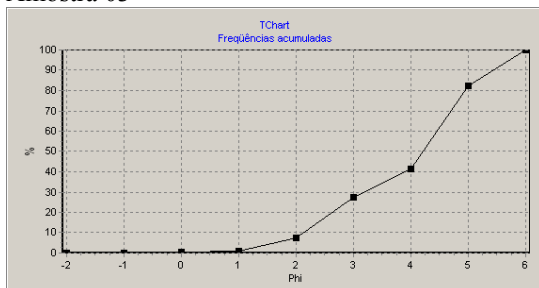
TALUDE 03: Amostra 01



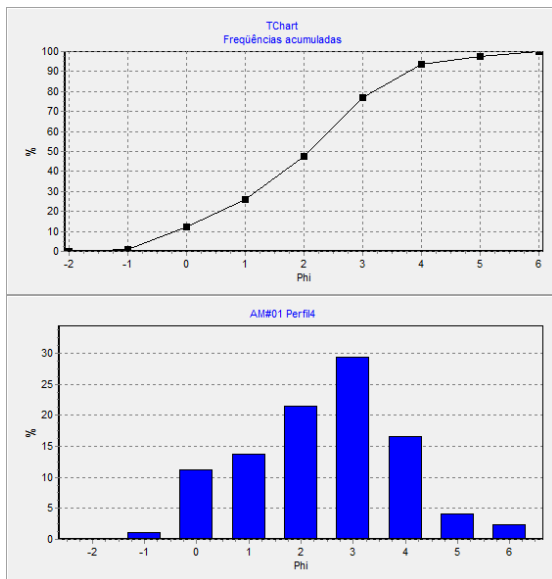
Amostra 02



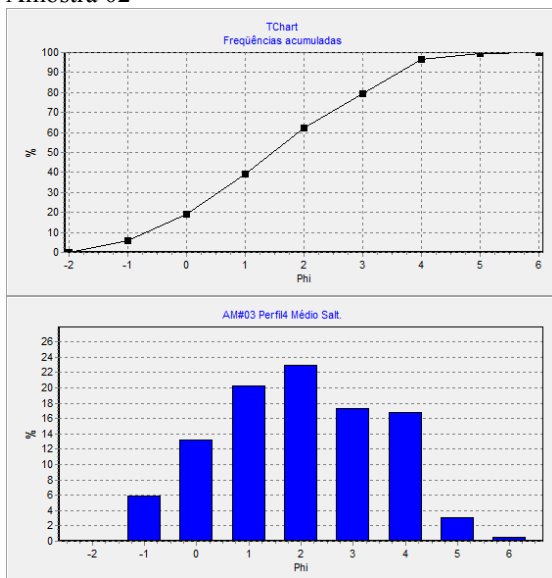
Amostra 03



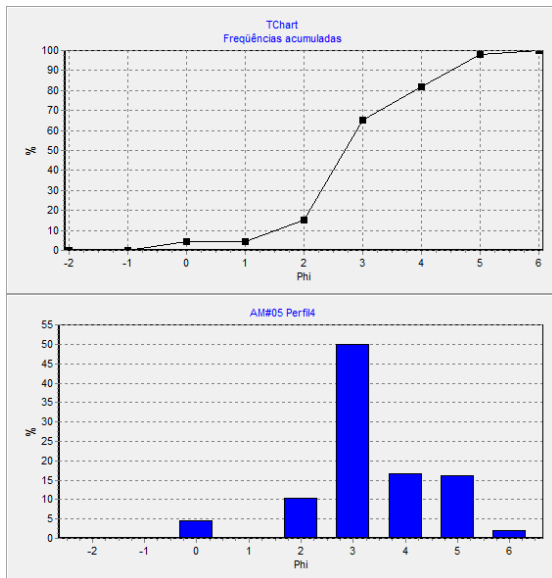
TALUDE 04: Amostra 01



Amostra 02

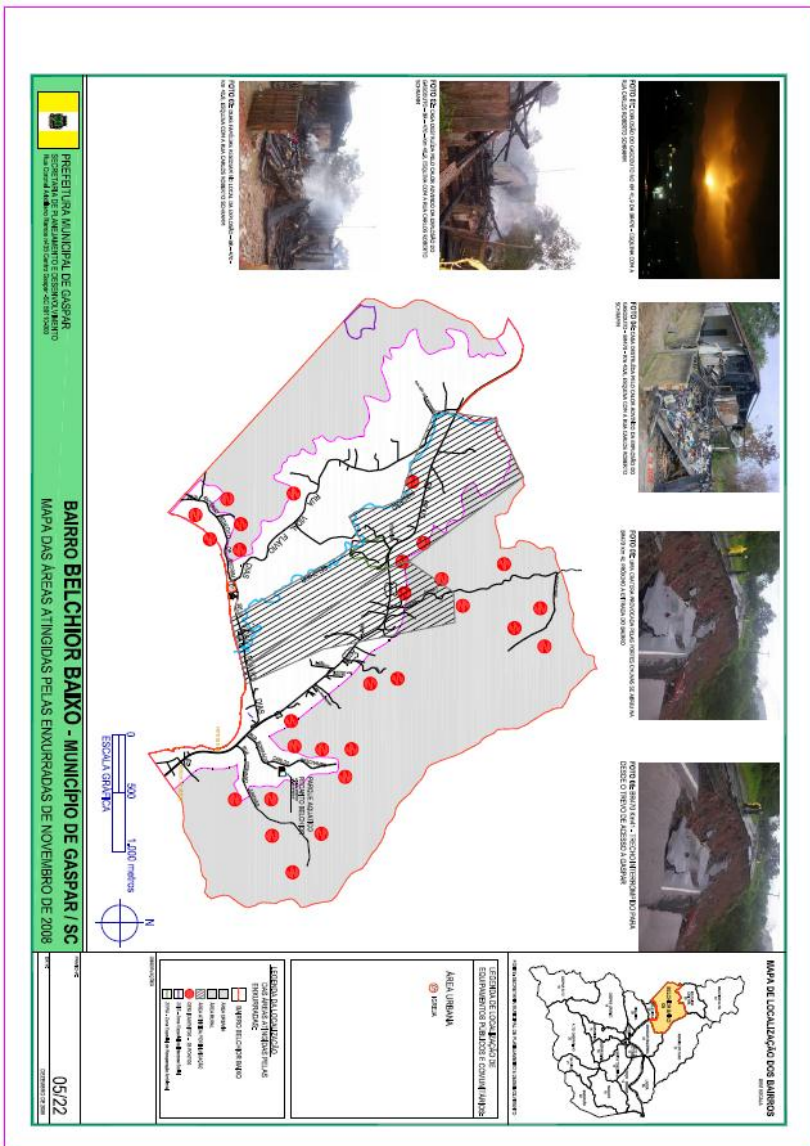


Amostra 03



ANEXOS

01: Parte do Laudo da Prefeitura Municipal de Gaspar sobre a explosão do Gasoduto.



02: Área mapeada pela CEPED no município de Gaspar.

