

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

GERSON LANGE FILHO

**CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS MODELADOS
PADRÕES E FORMAS DE RELEVO SIMBOLIZADAS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ITROUPAVA, BLUMENAU - SC**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CURITIBA
2016**

GERSON LANGE FILHO

**CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS MODELADOS
PADRÕES E FORMAS DE RELEVO SIMBOLIZADAS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ITOUPAVA, BLUMENAU - SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, curso de Mestrado, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientação: Prof. Dr. Claudinei Taborda da Silveira

Coorientação: Prof.^a Dr.^a Chisato Oka-Fiori

**CURITIBA
2016**

Lange Filho, Gerson

Caracterização e mapeamento dos modelados padrões e formas de relevo simbolizadas da bacia hidrográfica do Ribeirão Itoupava, Blumenau - SC / Gerson Lange Filho. – Curitiba, 2016.

143 f. : il.; tabs., grafs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Orientador: Claudinei Taborda da Silveira

Coorientador: Chisato Oka-Fiori

Bibliografia: p.119-130

1. Cartografia. 2. Geomorfologia. 3. Taxonomia do relevo.
I. Silveira, Claudinei Taborda da. II. Oka-Fiori, Chisato. III. Título.

CDD 918.162



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **GERSON LANGE FILHO** intitulada "CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS MODELADOS PADRÕES E FORMAS DE RELEVO SIMBOLIZADAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ITOUPAVA, BLUMENAU - SC" para obtenção do grau de Mestre em Geografia, do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná Área de Concentração Espaço, Sociedade e Ambiente, Linha de Pesquisa Paisagem e Análise Ambiental.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o (a) candidato (a), são de parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação.

Curitiba, 25 de abril de 2016.

Nome e Assinatura da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Claudinei Taborda da Silveira - orientador

Prof.ª Dr.ª Chisato Oka Fiori - coorientadora

Prof. Dr. Tony Vinicius Moreira Sampaio - PPGGEO/UFPR

Prof. Dr. Angelo Evaristo Sirtoli - Depto Solos/UFPR

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)

Dedico este trabalho a todas as pessoas que colaboram na sua execução, porém, em especial à minha família. Por fim, de maneira emocionada e especialmente carinhosa, dedico também este trabalho aos meus avôs Ernani Arnaldo Auler Lange e Juarez de Lara (Seu Tuta), recentemente falecidos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de vida;

À minha família, base fundamental para a consecução desta etapa profissional e pessoal, na qual se destacam:

À Minha amada, amiga, companheira e esposa Aletéia Luizita de Farias, pelo amor, apoio, carinho e incentivo em todas as etapas deste trabalho, assim como pela compreensão nos momentos de ausência;

Aos Meus pais Gerson Viganó Lange e Rozana de Fátima Lange, e minha irmã Luana Lange pelo apoio, incentivo, compreensão e acima de tudo, o amor que sempre dedicaram e dedicam a mim;

Ao Ivan, Iolanda, Valdemar, David, Rosângela e Rúbia pela companhia nos momentos descontraídos de lazer e confraternização;

À Universidade Federal do Paraná por propiciar o ambiente de formação;

Ao Prof. Dr. Claudinei Taborda da Silveira pelo apoio, aprendizado, atenção, compreensão, orientação e confiança depositada no desenvolvimento deste trabalho, bem como pela amizade cultivada;

Ao Prof. Dr. Tony Vinicius Moreira Sampaio por participar das bancas de qualificação e defesa e pelas valiosas contribuições sugeridas;

À Prof^a. Dr^a. Chisato Oka-Fiori e o Prof. Dr. Angelo Evaristo Sirtoli, por participarem da banca de defesa e pelas importantes contribuições sugeridas;

Aos professores pela oportunidade de aprendizado nas disciplinas cursadas: Dr. Claudinei Taborda da Silveira, Dr. Alberto Pio Fiori, Dr. Sylvio Fausto Gil Filho, Dr^a. Olga Lúcia C. de Freitas Firkowski, Dr. Masato Kobiyama e Dr. Luca Mao que compartilharam seus conhecimentos;

Ao Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias (LAGEO) pela infraestrutura e suporte na disponibilização de *software* de geoprocessamento. Da mesma maneira, agradeço a todos os integrantes do LAGEO pelo aprendizado, auxílio e experiência compartilhada, em especial, o geógrafo Ricardo Michael Pinheiro Silveira;

À secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da UFPR, na pessoa de Adriana Cristina Oliveira pela sua presteza e competência no exercício de sua função, assim como Luiz Carlos Zem pelo apoio e amizade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo nos últimos meses do curso;

À Prefeitura Municipal de Blumenau (PMB) por viabilizar a execução desta pesquisa ao proporcionar o tempo e os materiais (base cartográfica) necessários;

Aos colegas da Diretoria de Geologia, Análise e Riscos Naturais da PMB pelo convívio, incentivo, aprendizado e descontração em todo este processo;

Aos amigos Paulo de Lyra Elian, Manoel Ricardo Dourado Correia, Marcio Jose Correa, Eloir Maoski e Henrique Mário Calos Carreirão pela amizade cultivada, auxílios, sugestões, aprendizados e momentos de lazer e confraternizações;

Aos amigos Roberto Luiz Lange, Mônica Estephani Lange e Gabriel Lange que gentilmente e carinhosamente acolheram-me em sua casa durante minha estadia em Curitiba e muito colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho. Outrossim, estendo meus agradecimentos ao amigo Dalvani Fernandes e família.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
1.1.1 Geologia	13
1.1.2 Geomorfologia	16
1.1.3 Solos.....	21
1.1.4 Vegetação	23
1.1.5 Clima	24
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	26
2.1 HISTÓRICO DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA E AS DIFICULDADES INERENTES A SUA REPRESENTAÇÃO.....	26
2.1.1 Cartografia Geomorfológica: Abordagens metodológicas.	32
2.2 A INSERÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS NA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA	42
2.2.1 Sensoriamento remoto, Cartografia em Multimídia e SIG	42
2.2.2 Geomorfometria e Atributos Topográficos	45
2.2.3 Movimentos de Massa.....	53
3 MATERIAIS E MÉTODOS	58
3.1 MATERIAIS.....	58
3.2 MÉTODOS	58
3.2.1 Digitalização dos Dados Cartográficos	58
3.2.2 Determinação do tamanho das células do MDT	59
3.2.3 Elaboração do MDT.....	60
3.2.4 Atributos Topográficos.....	61
3.2.5 Taxonomia e Mapeamento.	66
3.2.6 Modelados e Padrões de Formas de Relevo.....	67

3.2.7	Formas de Relevo Simbolizadas	79
3.2.8	Controle de campo	81
4	RESULTADOS	82
4.1	CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS MODELADOS E PADRÕES DE FORMAS DE RELEVO	82
4.1.1	MODELADOS.....	82
4.1.2	PADRÕES DE RELEVO.....	88
4.1.2.1	Planícies Fluviais	88
4.1.2.2	Colinas	90
4.1.2.3	Morros Baixos	92
4.1.2.4	Morros Altos	93
4.1.2.5	Serras	94
4.1.2.6	Rampas de Colúvio.....	95
4.2	CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DAS FORMAS DE RELEVO SIMBOLIZADAS.....	102
4.2.1	MOVIMENTOS DE MASSA.....	108
5	CONCLUSÕES	117
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	APÊNDICE 1	8
	APÊNDICE 2.....	8

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização da área de estudo.....	12
FIGURA 2 - Unidades Geológicas da BHRI.....	12
FIGURA 3 - Área de estudo e Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos....	17
FIGURA 4 - Hipsometria da BHRI.....	19
FIGURA 5 - Declividade da BHRI.....	20
FIGURA 6 - Distribuição média mensal da precipitação em Blumenau de 1988 a 2007	24
FIGURA 7 - Estrutura geomorfológica segundo uma ordenação taxonômica ..	37
FIGURA 8 - Unidades taxonômicas de representação do Relevo Ross (1992)	39
FIGURA 9 - Exemplo ilustrativo de sobreposição de mapas temáticos.	44
FIGURA 10 - Valores do ponto central em relação à média da vizinhança.....	46
FIGURA 11 - Superfície de rede retangular (células quadradas)	48
FIGURA 12 - Combinação das curvaturas para caracterização das formas de terreno.....	52
FIGURA 13 - Ilustração dos processos de movimentos de massa envolvidos no estudo	56
FIGURA 14 - Representação do MDT na estrutura GRID e Janela móvel 3x3.	62
FIGURA 15 - Vizinhança local da janela móvel 3x3.....	62
FIGURA 16 - Segmentação das classes dos atributos, com seus respectivos histogramas.....	64
FIGURA 17 - Relevo sombreado.....	66
FIGURA 18 - Fluxograma das etapas operacionais.....	67
FIGURA 19 - Estimador de intensidade de kernel.....	69
FIGURA 20 - Micro bacias hidrográficas da BHRI.....	71
FIGURA 21 - Recorte amostral dos padrões de relevo na BHRI.....	72
FIGURA 22 - Recorte amostral da divisão entre os padrões de relevo na BHRI.....	74
FIGURA 23 - Comparativo entre 03 escalas diferentes.	75
FIGURA 24 - Exemplos de classificação de valores de desvio padrão para a janela amostral circular de 30 pixels.	77
FIGURA 25 - Pontos visitados em campo.....	81

FIGURA 26 - Modelo Digital do terreno em perspectiva 3D.....	82
FIGURA 27 - Lineamentos estruturais e padrões de drenagem da BHRI	83
FIGURA 28 - Distribuição percentual das classes de rugosidade na BHRI. ...	86
FIGURA 29 - Índice de Concentração da Rugosidade do relevo na BHRI.....	87
FIGURA 30 - Padrão de relevo Planícies fluviais, destacadas na parte interna do polígono amarelo.....	89
FIGURA 31 - Padrão de relevo Planícies fluviais isoladas (1° plano)	90
FIGURA 32 - Padrão de relevo colinas.	91
FIGURA 33 - Cortes e aterros às margens da Rodovia BR 470	92
FIGURA 34 - Padrão de relevo morros baixos.	93
FIGURA 35 - Padrão de relevo morros altos (morro do cachorro)	94
FIGURA 36 - Padrão de relevo serras (2° plano).....	95
FIGURA 37 - Visualização do TPI de 10 e 200 pixels	97
FIGURA 38 - Visualização do TPI de 25 pixels	98
FIGURA 39 - Padrão de relevo rampas de colúvio.	99
FIGURA 40 - Área de transição entre os padrões de relevo.	100
FIGURA 41 - Padrões de relevo na BHRI	101
FIGURA 42 - Perfil de curvatura da BHRI	103
FIGURA 43 - Plano de curvatura da BHRI	104
FIGURA 44 - Curvatura de vertentes da BHRI.....	105
FIGURA 45 - Ilustração do TPI com as 3 janelas amostrais	107
FIGURA 46 - Identificação do movimento de massa.....	109
FIGURA 47 - Imagens do Google Earth.....	109
FIGURA 48 - Deslizamento translacional em talude de corte	110
FIGURA 49 - Deslizamento translacional em talude de corte	110
FIGURA 50 - Deslizamento rotacional registrado como nº 1.....	111
FIGURA 51 - Visualização parcial do deslizamento rotacional nº1	112
FIGURA 52 - Ilustração das corridas de massa	113
FIGURA 53 - Ilustração das corridas de massa em meio à presença de deslizamentos deflagrados no local	114
FIGURA 54 - Movimento de massa classificado como complexo	115
FIGURA 55 - Visualização parcial do movimento de massa nº43	115

FIGURA 56 - Área próxima da zona de ruptura do movimento de massa nº 43, ilustrando a presença de blocos	115
FIGURA 57 - Movimento de massa, cuja tipologia pode ser classificada como rastejo	116

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos - Cailleux - Tricart, 1958 e Tricart 1965.	33
TABELA 2 - Padrões de relevo e parâmetros básicos	41
TABELA 3 - Padrões de relevo e parâmetros básico para a BHRI	71
TABELA 4 - Interpretação e nomenclaturas correspondentes aos valores de reclassificação.....	78
TABELA 5 - Classes, índice e classificação da rugosidade concentrada para a BHRI.....	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Classificação dos movimentos de massa.....	54
QUADRO 2 - Atividades necessárias para a realização de um inventário de movimento de massa	57
QUADRO 3 - Atributos dos movimentos de massa.....	80

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

AIG/IAG - Associação Internacional de Geomorfólogos (*Association Internationale des Géomorphologues*);

ANUDEM - Universidade Nacional da Austrália (*Australian National University*)

APPGEMA - Grupo de Trabalho sobre o Mapeamento Geomorfológico Aplicado (*Working Group on Applied Geomorphological Mapping*);

BHRI - Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itoupava;

CGSC - Complexo Granulítico de Santa Catarina;

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais;

CSIRO - Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Comunidade Britânica (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*);

DGEO - Diretoria de geologia, Análise e Riscos Naturais;

FATMA - Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina;

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GERCO - Gerenciamento Costeiro;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

ICR - Índice de Concentração da Rugosidade;

IGU - União Geográfica Internacional (*International Geographical Union*);

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas;

ITC - Instituto Internacional de Pesquisa Aérea e Ciências da Terra (*International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences*);

MDT - Modelos Digitais do Terreno;

PI - Planos de Informação;

PMB - Prefeitura Municipal de Blumenau;

RADAMBRASIL - Radar na Amazônia;

SIG - Sistema de Informações Geográficas;

TPI - Índice de Posição Topográfica (*Topographic Position Index*);

UTM - Universal Transversal Mercator.

RESUMO

A cartografia geomorfológica se constitui em importante instrumento de representação espacial das informações do relevo, pois permite ao intérprete analisar suas formas qualitativas e quantitativas, correlacionando-as com os processos pretéritos e atuais. Beneficiada com a evolução das geotecnologias, a cartografia geomorfológica apresenta diferentes abordagens de aplicação, muitas vezes pautada em função da escala, métodos, técnicas e objetivos distintos, cujo produto final é representado por um mapa e/ou carta geomorfológica. Nessa abordagem, com o objetivo de mapear e caracterizar os modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas existentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Itoupava, Blumenau – SC foram utilizadas técnicas digitais para a extração de informações do relevo, apoiando-se em metodologias de cartografia geomorfológica. Estas metodologias expressas pelas propostas de Weiss (2001), IBGE (2009), Sampaio e Augustin (2014) e CPRM/IPT (2014), foram aplicadas para mapear o relevo dentro de um princípio básico de ordenamento taxonômico dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual foram abordadas as feições de relevo representadas em grande escala, destacando-se os movimentos de massa. Inerente à utilização destas metodologias, os atributos topográficos (amplitude relativa, declividade, perfil e plano de curvatura, curvatura de vertentes, e relevo sombreado) em conjunto com o sensoriamento remoto, apresentaram-se essenciais para a consecução do objetivo proposto. Analisados individualmente ou em conjunto, os referidos atributos permitiram identificar e caracterizar os modelados de acumulação e dissecação (estrutural e homogêneo) e os padrões de relevo representados por planícies fluviais, planícies fluviais isoladas, rampas de colúvio, colinas, morros baixos, morros altos e serras, cujo Índice de Rugosidade do Relevo apresentou um predomínio da classe denominada de média, possivelmente associada ao equilíbrio dos processos morfogenéticos e pedogenéticos. Outrossim, foi possível mapear as formas de relevo simbolizadas como fundos de vale, cristas/topos, assim como os processos erosivos, corte e aterro e os movimentos de massa, sendo estes últimos inventariados e contemplados em um quadro de atributos. Analogamente ao padrão de relevo denominado de rampas de colúvio, tanto a identificação dos fundos de vale, cristas/topos como a mensuração da rugosidade do relevo ocorreram por meio de mapeamento automatizado, evidenciando a grande aplicabilidade da geomorfometria nos estudos de cartografia geomorfológica. O produto final desta pesquisa compreende a carta geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Itoupava representada na escala 1:12.500.

Palavras-chave: Cartografia geomorfológica. Taxonomia do relevo. Atributos topográficos. Geomorfometria.

ABSTRACT

The geomorphological mapping are an important instrument of spatial representation of relevant information, it allows the interpreter to analyze qualitative and quantitative ways, correlating them with the past tenses and current processes. Benefit from the evolution of geotechnology, geomorphological mapping has different implementation approaches often guided depending on the scale, methods, techniques and different goals, the final product is represented by a map and / or geomorphological letter. In this approach, aiming to map and characterize patterned, patterns and forms of symbolized relief existing in the basin of Ribeirão Itoupava, Blumenau - SC were used digital techniques to extract relevant information, relying on geomorphological mapping methodologies. These methods expressed by proposals Weiss (2001), IBGE (2009), Sampaio and Augustin (2014) and CPRM / IPT (2014), were applied to map the relief within a basic principle of taxonomic ordering of geomorphological facts according to a temporal and spatial classification, in which they addressed the relief features shown on a large scale, highlighting the mass movements. Inherent in the use of these methodologies, topographic attributes (range elevation, slope, profile and plan curvature, and hillshade) together with remote sensing, showed to be essential to achieving the objective. Taken individually or together, these attributes allowed to identify and characterize the modeled accumulation and dissection (structural and homogeneous) and relief patterns represented by fluvial plains, isolated floodplains, colluvial ramps, hills, low hills, high hills and saws, whose roughness Index relief showed a predominance of so-called middle class, possibly associated with the balance of morphogenetic and pedogenic processes. Furthermore, it was possible to map landforms symbolized as valley bottoms, crests / tops, as well as erosion, cut and fill and mass movements, the latter being inventoried and included in an attribute table. Analogously to the relief pattern called colluvial ramps, both the identification of the valley bottoms, crests / tops as the measurement of relief roughness occurred through automated mapping, showing the wide applicability of geomorfometria in geomorphological mapping studies. The final product of this research includes the geomorphological map basin of Ribeirão Itoupava represented in scale 1: 12.500.

Keywords: geomorphological mapping. Taxonomy relief. Topographic attributes. Geomorphometry.

1 INTRODUÇÃO

A adoção da cartografia geomorfológica como meio de representação do relevo torna-se essencial para a identificação espacial de suas informações. O relevo, objeto de estudo da geomorfologia, desempenha papel intrínseco nas atividades desenvolvidas pela humanidade, pois influencia diretamente na apropriação e reprodução do espaço geográfico.

Localizar e representar graficamente as informações do relevo possibilita, por meio de um mapa e/ou carta, expressar o resultado da análise e a sua respectiva interpretação geomorfológica, que segundo Florenzano (2008), lhe confere a peculiaridade de ser ao mesmo tempo, um instrumento de análise e síntese. Este instrumento pode ser utilizado na gestão do uso e ocupação do solo ao fornecer informações essenciais sobre a paisagem analisada.

Embora exista uma enorme demanda por este instrumento no país, principalmente em relação aos trabalhos de média e grande escala (> 1: 50.000), são vários os desafios encontrados para a sua execução, pois ao revelar uma diversidade de formas e de processos distintos, a representação do relevo em um único documento resulta em uma tarefa complexa (SANTOS *et al.*, 2006).

Soma-se a isso, a ausência de uma padronização ou uniformização da representação cartográfica geomorfológica, conforme relata Ross (1990). Cunha *et al.* (2003) descrevem que estas dificuldades podem estar associadas a diferentes escalas, métodos e técnicas de trabalho propostos pelo pesquisador.

Kohler (2001) atenta que a escala na análise geomorfológica deve ser compreendida por meio de uma abordagem espaço temporal, pois os processos geomorfológicos ocorrem de maneira dinâmica, na qual é possível perceber que, geralmente, quanto maior a escala espacial de observação, mais rápida é a sua transformação temporal e a recíproca é verdadeira. Esta noção da escala permite ao pesquisador, a adoção de diferentes métodos e técnicas de abordagem, conforme relata o autor.

Embora a cartografia geomorfológica necessite de um método de mapeamento unificado para a sua representação, existem variadas metodologias internacionais aplicadas na elaboração dos mapas e/ou cartas geomorfológicas conforme expõe Florenzano (2008). Entre as metodologias concebidas em território brasileiro, destacam-se aquelas consolidadas e que atualmente são empregadas de modo mais extensivo, sendo representadas pelos trabalhos de Ross (1992) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publicado em (2009). Ambas as metodologias têm como princípio básico o ordenamento taxonômico dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial.

Estas metodologias foram amplamente beneficiadas com a crescente utilização das técnicas que surgiram com a evolução científica e tecnológica das últimas décadas, da qual a geomorfologia foi diretamente beneficiada ao permitir aos seus pesquisadores uma interpretação da paisagem com maior rapidez e precisão. Entre as técnicas despontadas nesta ocasião, encontram-se as técnicas digitais para a extração de informações do relevo com base no sensoriamento remoto e em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O sensoriamento remoto possibilita ao pesquisador a identificação e interpretação de objetos e fenômenos existentes no relevo, por meio de variáveis como a forma, tamanho, textura, padrão, localização, sombreamento, tonalidade, coloração, entre outras (FITZ, 2008).

O ambiente SIG proporciona ao usuário a manipulação de planos de informação (PI), dos quais se destacam os Modelos Digitais do Terreno (MDTs). A partir dos MDTs podem ser geradas informações quantitativas do relevo, igualmente denominadas de variáveis topográficas (VALERIANO 2003b; VALERIANO; CARVALHO, 2003) ou atributos topográficos (MOORE *et al.*, 1993; WILSON; GALLANT, 2000). A aplicação destes atributos na cartografia geomorfológica tem demonstrado um grande potencial na identificação das formas de relevo em trabalhos realizados pelos referidos autores.

Além destes, destacam-se experiências apresentadas por Ponçano *et al.* (1981), Zevenbergen; Thorne (1987), Dikau (1989), Hermuche *et al.* (2003),

Verstappen (2011), Mandai (2012), Guadagnin; Trentin (2014), Nepomuceno; Luchiari (2014), Sampaio; Augustin (2014), Silveira *et al.* (2014) e Tinós *et al.* (2014).

Arelada à mensuração das formas de relevo, encontra-se a geomorfometria, que segundo Pike (2000), é definida como a ciência da análise quantitativa da superfície terrestre. Com base na geomorfometria é possível realizar inferências sobre o relevo, por meio da aplicação de mapeamentos automáticos. Esta aplicação emerge como uma alternativa potencial de otimização em áreas extensas e de acessos remotos, diminuindo os custos financeiros e o tempo de mapeamento de detalhe aplicado. Porém, Pike *et al.* (2009) salientam a necessidade de incluir o controle dessas informações em campo, enfatizando a complementaridade das duas abordagens.

Considerando a utilização de técnicas digitais para a representação do relevo num contexto de ordenamento taxonômico no mapeamento geomorfológico de detalhe, torna-se possível identificar e representar os modelados (dissecação, acumulação...), padrões de relevo (planícies, colinas, morros...) e as formas de relevo simbolizadas (cristas, vales, tipos de vertentes, movimentos de massa...) existentes na área de estudo representada pela Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itoupava (BHRI).

Das formas de relevo simbolizadas salientam-se na área de estudo os movimentos de massa. Processo geomórfico recorrente na BHRI, a espacialização e caracterização dos movimentos de massa torna-se um importante passo para obter futuras informações no âmbito da gestão de riscos.

Frente ao exposto, a presente dissertação tem como objetivo geral mapear e caracterizar, os modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas na BHRI, enfatizando aquelas referentes aos movimentos de massa, a partir de técnicas digitais do relevo, apoiando-se em metodologias de cartografia geomorfológica.

Para a consecução do objetivo geral, os objetivos específicos são:

- Identificar e caracterizar os modelados do relevo, considerando suas tipologias e quantitativos de dissecação;

- Analisar a aplicabilidade da geomorfometria na obtenção dos padrões de relevo e formas de relevo simbolizadas por meio de mapeamento automático;
- Verificar a eficácia da aplicação de atributos topográficos tanto na identificação dos padrões de relevo, como nas feições de relevo relativas às formas simbolizadas;
- Inventariar os processos denominados de movimentos de massa, contemplando-os em um quadro de atributos com dados qualitativos e quantitativos.

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, incluindo o introdutório agregado à localização e caracterização da área de estudo. A fundamentação teórica e metodológica encontra-se no segundo capítulo, na qual inicialmente são apresentadas algumas considerações sobre o histórico da cartografia geomorfológica e as dificuldades inerentes a sua representação. Em seguida é apresentada a inserção das geotecnologias na cartografia geomorfológica, ressaltando algumas técnicas e conceitos utilizados nos estudos geomorfológicos.

O terceiro capítulo discorre sobre o método, materiais e as técnicas aplicadas na obtenção dos resultados, ressaltando a forma de aquisição dos atributos topográficos para a obtenção dos modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas, bem como a utilização de mapeamento automatizado e de imagens de satélites.

O quarto capítulo apresenta os resultados referentes ao mapeamento e caracterização dos modelados e padrões de relevo, assim como as formas de relevo simbolizadas, destacando-se os movimentos de massa. No quinto capítulo, são apresentadas as conclusões sobre a pesquisa.

Adicionalmente, nos apêndices estão apresentados a carta geomorfológica da BHRI e o quadro de atributos quantitativos e qualitativos dos movimentos de massa.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se localizada na região norte do município de Blumenau, situado na porção nordeste do estado de Santa Catarina (Figura 1). Caracterizada como a segunda maior bacia hidrográfica do Município com área aproximada de 95,2 km², o local de estudo corresponde a 18,3 % dos 519,8 km² de Blumenau.

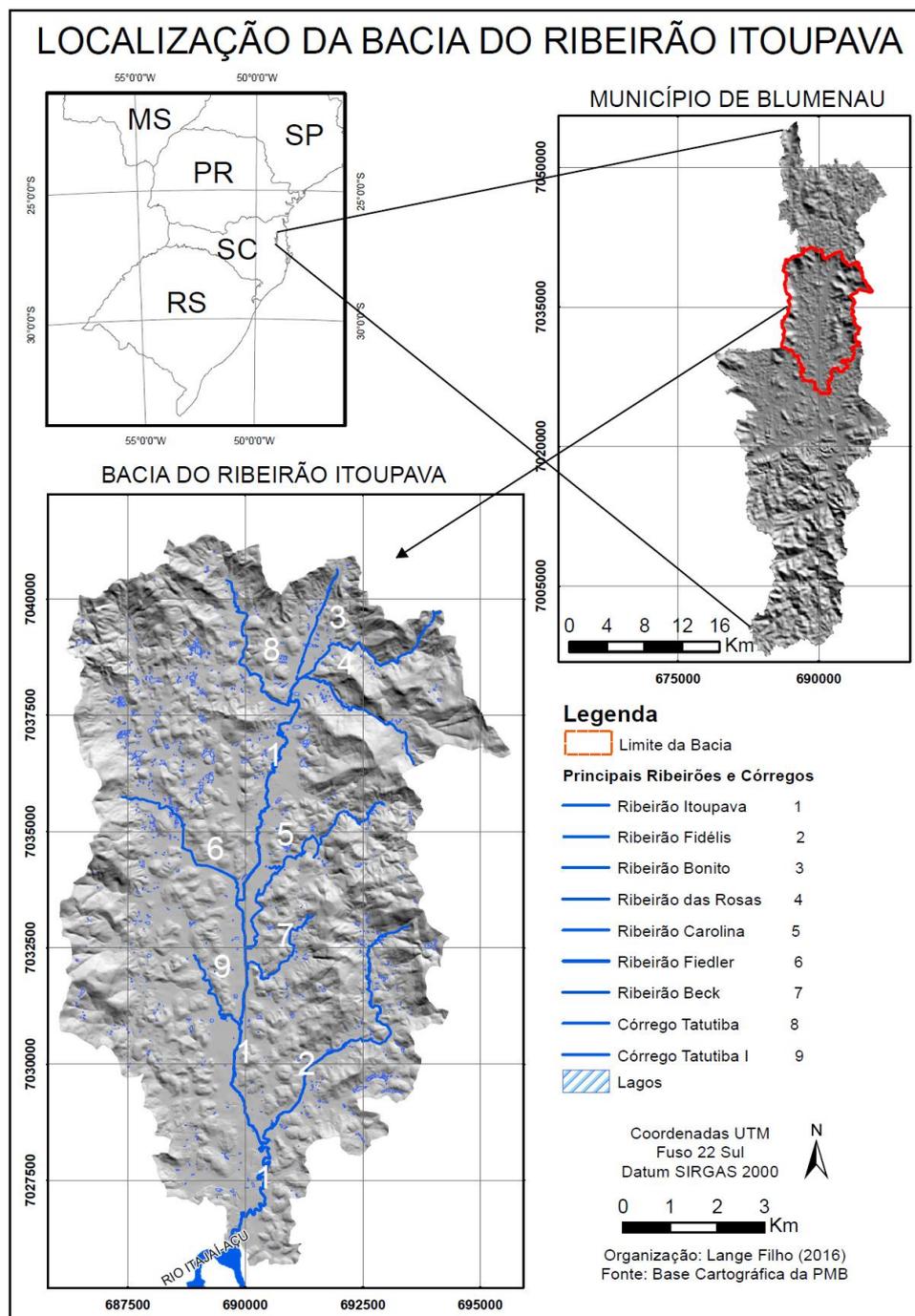


FIGURA 1 - Localização da área de estudo.

Inserida na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, a área de estudo possui em seu curso principal (ribeirão Itoupava) uma extensão de aproximadamente 24 km (nascente a foz), cujo seu exutório situa-se no rio Itajaí-Açu. Segundo a Prefeitura Municipal de Blumenau (PMB) (2015), seus principais afluentes são denominados de ribeirão Fidélis, Fiedler, Carolina, Beck, Bonito, das Rosas e os córregos Tatutiba e Tatutiba um.

A BHRI foi escolhida como recorte espacial da área de estudo por se tratar de uma das áreas consideradas como vetor de expansão nas políticas de planejamento urbano municipal, bem como pela ausência de informações geomorfológicas de detalhe.

Soma-se a isso, a constante presença nesta área dos técnicos da Diretoria de Geologia, Análise e Riscos Naturais - DGEO inserida na PMB, na qual o presente discente faz parte do seu quadro técnico. A presença destes técnicos, em suas atividades laborais, possibilita um conhecimento prévio do meio físico local.

1.1.1 Geologia

A área de estudo esta inserida no domínio tectônico denominado de Cráton Luís Alves (KAUL, 1980; CASTRO *et al.*, 2003; BASEI *et al.*, 2011). O Cráton Luis Alves também denominado por (IBGE 2002b) e (IBGE 2004) de Embasamento de Estilos Complexos, contempla a mais antiga porção da crosta terrestre no sul do Brasil. Essa configuração geológica originou parcialmente o embasamento pré-cambriano de Santa Catarina, resultado de inúmeros eventos geotectônicos dos quais remontam ao eon mais antigo denominado de Arqueano (SCHEIBE, 1985).

Posteriormente, no final do Arqueano Tardio e durante o Proterozóico Inferior, o embasamento acima exposto, passou por diferentes processos de metamorfismo regional IBGE (2002b), caracterizados por eventos geodinâmicos diversos, que resultaram num padrão de dobramentos complexos, com fortes transposições, diaftorese ou retrometamorfismo.

Devido a sua idade, encontra-se tectonicamente estável há muito tempo, tendo se envolvido apenas parcialmente na tectônica do Ciclo Brasileiro (neoproterozóico) que atuou nas áreas adjacentes. Após sua estabilização houve apenas transformações em regime distensional, anarogênico, contemplando processos de "rifting" continental (IBGE, 2002b).

Segundo Hartmann *et al.* (1979) e Silva; Dias (1981) situa-se no domínio do Cráton, o Complexo Granulítico de Santa Catarina (CGSC), parcialmente recoberto, na porção sul pelas rochas metavulcanossedimentares da Bacia do Itajaí e, pelos depósitos aluvionares quaternários do rio Itajaí-Açu que acompanham parcialmente o lineamento Blumenau e a oeste pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná. A leste confina com o oceano Atlântico, sendo grandemente recoberto por depósitos quaternários. A nordeste confronta-se com o Complexo Paranaguá, ao passo que a norte/nordeste é intrudido por massas ígneas da Suíte Intrusiva Serra do Mar, apresentando-se parcialmente coberto por rochas metavulcanosedimentares do Grupo Campo Alegre (IBGE, 2002a).

Para Hartmann *et al.* (1979) e Silva; Dias (1981), predominam na área de estudo os Gnaisses Granulíticos Luis Alves. Além de corroborarem com a predominância acima mencionada, Iglesias *et al.* (2011), relatam a existência dos Ortognaisse Pomerode e da unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha (Figura 2).

O Ortognaisse Pomerode é caracterizado por gnaisses tonalíticos a granodioríticos foliados a bandados, localmente porfiríticos e com enclaves de metagabros e hornblenditos.

Em relação à Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha, os autores descrevem a presença de piroxenitos, noritos, gabronitos e gabros, associados a termos metassomáticos.

Em meio ao domínio do Complexo Granulítico de Santa Catarina, afloram na área de estudo, alguns corpos de diques básicos (IGLESIAS *et al.*, 2011).

Constituído fundamentalmente por planícies alongadas na direção N-S e caracterizadas pela presença de depósitos colúvio-aluviais de idade

provavelmente pleistocênica, encontram-se os depósitos sedimentares (IBGE, 2002b).

Presente nas planícies do ribeirão Itoupava e nos seus respectivos leitos fluviais, esses sedimentos aparecem comumente na forma de rampas constituindo os depósitos dos sopés de vertente e aluviões sub atuais, sendo caracterizados por material areno-siltico-argiloso e cascalhos inconsolidados de cronologia Quaternária (SILVA; DIAS, 1981).

A planície aluvial é constituída conforme Xavier (1996), por solos mal estruturados, porosos e moderadamente permeáveis, que segundo IBGE (2002b) caracteriza-se ainda pela alta suscetibilidade erosiva face à sua composição.

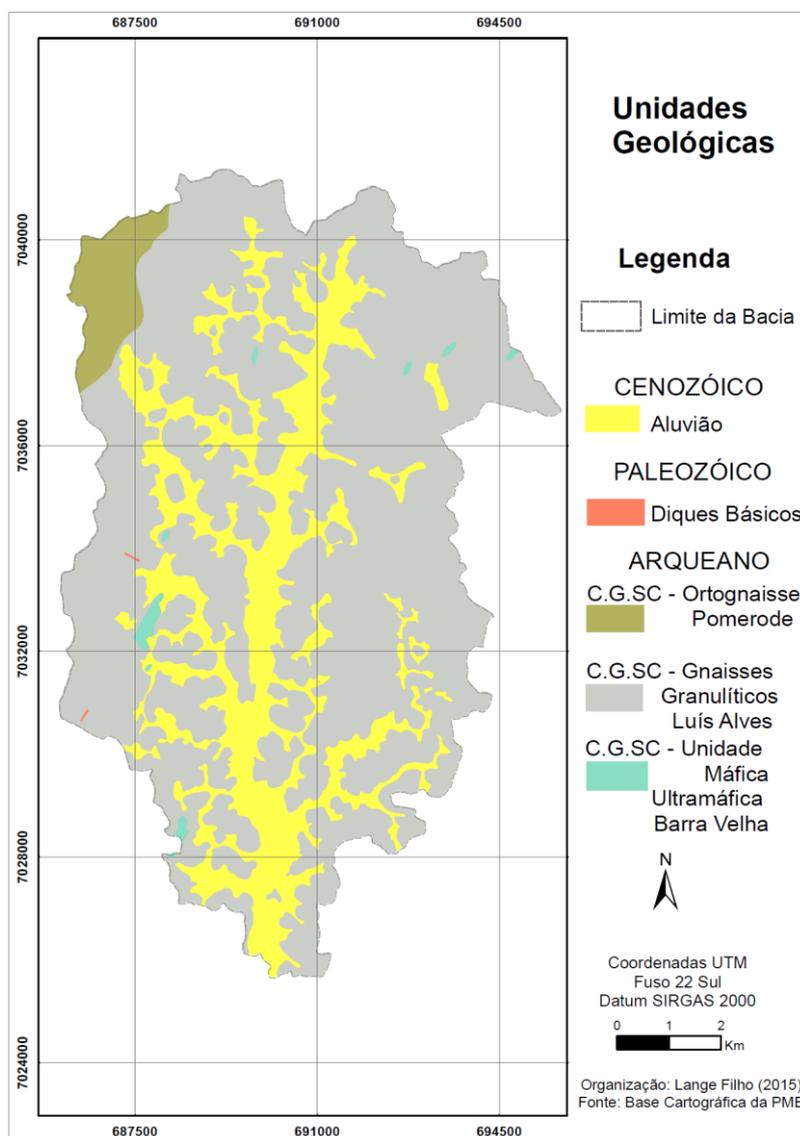


FIGURA 2 - Unidades Geológicas da BHRI.
FONTE: Adaptado de Iglesias *et al.* (2011).

1.1.2 Geomorfologia

Os principais mapeamentos geomorfológicos que contemplam a região nordeste de Santa Catarina foram elaborados por Rosa; Hermann (1986), na escala 1:1.000000, e pelo IBGE (2002b, 2004 e 2006), nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:5.000000, respectivamente.

Nesse sentido, as informações geomorfológicas descritas neste capítulo estão fundamentadas nos referidos trabalhos, assim como na atualização de informações conceituais presentes na 2ª edição do Manual Técnico de Geomorfologia elaborado pelo IBGE (2009).

A descrição geomorfológica da área de estudo, teve sua classificação fundamentada na sistemática taxonômica proposta por IBGE (2009). A escolha dessa classificação teve como objetivo auxiliar os resultados da presente dissertação, a fim de estabelecer uma ordenação na representação das formas de relevo de acordo com uma classificação temporal e espacial, conforme a escala adotada e representada em nível regional.

Os Domínios Morfoestruturais compreendem o primeiro táxon na classificação do relevo de IBGE (2009). Também designadas de Unidades Morfoestruturais por Ross (1992) são caracterizados conforme seu arcabouço geológico e pela tectônica que atua sobre as rochas, determinando um padrão de grandes formas de relevo.

Esses domínios podem ser representados no Brasil segundo IBGE (2006), em quatro grupos, dos quais, dois estão caracterizados na área de estudo, denominados de Crátons Neoproterozóicos (Cráton Luís Alves) e os Depósitos Sedimentares do Quaternário.

Conjuntamente com os Domínios Morfoestruturais, destacam-se os domínios paisagísticos e macroecológicos que IBGE (2006), denomina de "mares de morros" e seu subconjunto designado de "áreas mamelonares tropicais-atlânticas florestadas", segundo a preposição de Aziz Nacib Ab' Saber (1965).

Esta proposta, conforme Ab' Saber (2012) identifica e delimita espacialmente os grandes Domínios Morfoclimáticos Brasileiros, levando em

consideração aspectos, climáticos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, ecológicos e fitogeográficos.

A inserção da área de estudo nos Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos pode ser visualizada na figura 3.

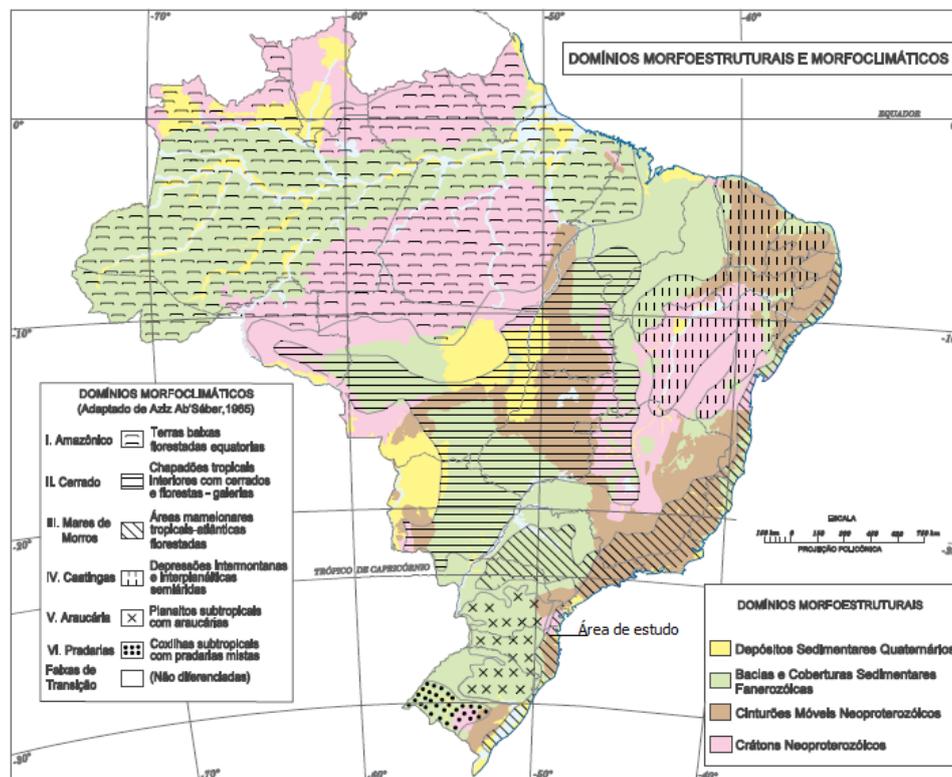


FIGURA 3 - Área de estudo e os Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos.
Fonte: Adaptado de IBGE 2006.

Inserido nos Domínios Morfoestruturais, encontra-se o segundo nível taxonômico do relevo denominado por IBGE (2006) de Regiões Geomorfológicas. Equivalente as Unidades Morfoesculturais de Ross (1992), essas regiões são produto da ação climática pretérita e atual sobre a compartimentação morfoestrutural, que possuem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias (IBGE, 2009).

Conforme a classificação de IBGE (2006), a área de estudo encontra-se inserida na Região Geomorfológica denominada de Serras do Leste Catarinense. Este sistema de serras é caracterizado por núcleos de elevações superiores a 100 metros, que se estendem das proximidades do município de Joinville até a região de Laguna, localizada no sul catarinense.

No concerne à abrangência dos Domínios do Cráton Luis Alves e dos Depósitos Sedimentares do Quaternário situam-se as Unidades Geomorfológicas representadas pelo terceiro nível taxonômico, também designadas de Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes por Ross (1992).

Segundo IBGE (2004), o Domínio do Cráton Luis Alves compreende as Unidades Geomorfológicas denominadas de Serras Cristalinas Litorâneas e as Colinas Costeiras.

As Serras Cristalinas Litorâneas correspondem predominantemente a áreas com relevo montanhoso e escarpado, resultante de intensa erosão fluvial a que a unidade esteve submetida em decorrência da atuação de um sistema morfoclimático úmido e quente, atuante na área desde o final do último período glacial quaternário (IBGE, 2002b).

Como o próprio nome sugere, a unidade das colinas costeiras é caracterizada por apresentar uma sucessão de morros e colinas de reduzida amplitude altimétrica geralmente separada por planos aluviais amplos.

Para IBGE (2002b) a convexidade das vertentes desta unidade está relacionada às sucessivas fases de retomadas erosivas ocasionadas pela recorrência das oscilações climáticas de longa duração que ocorreram ao longo de todo o período Quaternário.

A Unidade Geomorfológica presente no contexto do Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares do Quaternário é representada na área de estudo pelas Planícies e Rampas Colúvio-Aluviais IBGE (2004), também denominada de Unidade Geomorfológica Plano e Rampas Colúvio-Aluviais (2002b).

Esta unidade corresponde aos terraços e extensas planícies, elaboradas pelos depósitos aluvionares inconsolidados oriundos da deposição fluvial, que em alguns casos se interdigitam aos de origem coluvionar (IBGE 2002b).

As características dos demais níveis taxonômicos encontram-se caracterizados e espacializados no tópico referente aos resultados obtidos na presente dissertação.

Também, são constatadas na área de estudo, amplitudes altimétricas de 774 m, segundo o mapa hipsométrico apresentado na figura 4, organizado em 6 classes que representam a variação de 04 a 778 m presentes na BHRI.

As seis classes segmentadas foram: elevação de 04 a 10 m, que corresponde a 1% da área da bacia; entre 10 a 20 m (9%); entre 20 a 60 m (41%), entre 60 a 100 m (15%), entre 100 a 300 m (28%) e de 300 a 778 m (6%).

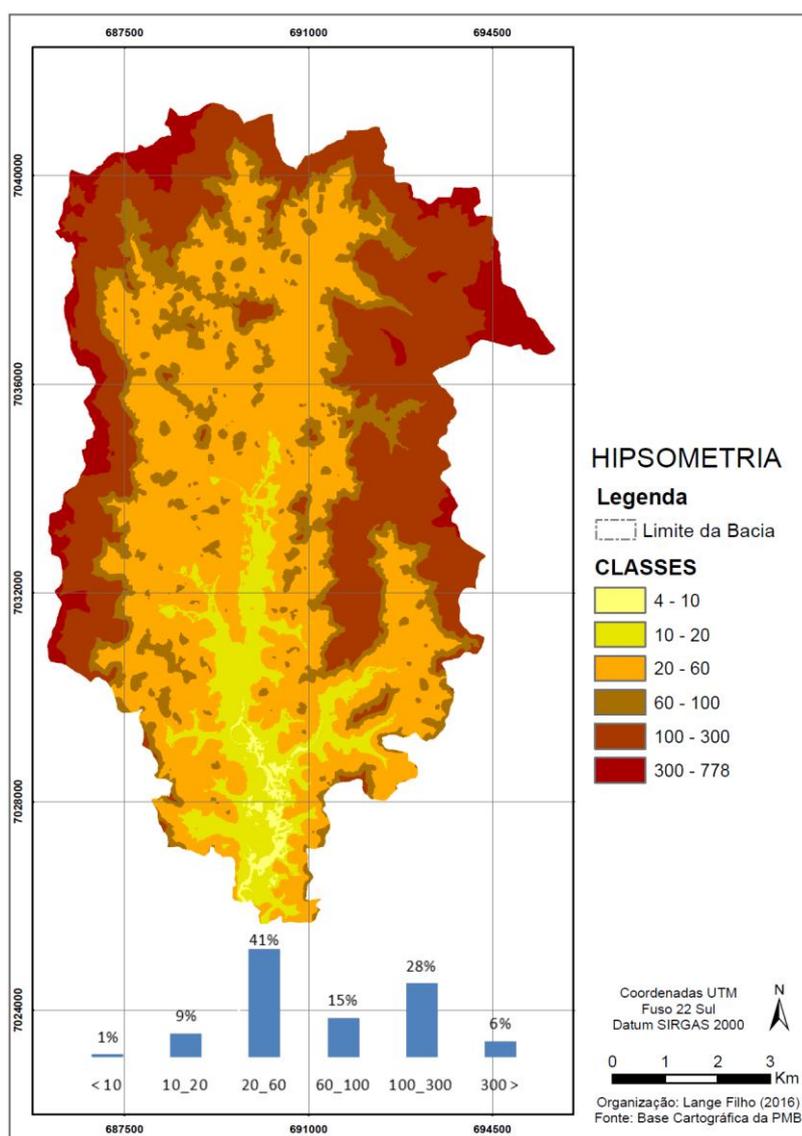


FIGURA 4 - Hipsometria da BHRI.

Verificou-se que as menores altitudes estão localizadas na porção centro sul, nos segmentos de planícies, enquanto as maiores elevações estão situadas a leste, norte e extremo-oeste, nas áreas de morros e serras, respectivamente.

A declividade pode ser considerada um dos mais importantes atributos topográficos que controlam os processos pedogenéticos e morfogenéticos do relevo.

Os intervalos estabelecidos para a bacia do Ribeirão Itoupava para fins de visualização, seguem a proposta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1999 e 2006), que resultou em seis classes segundo o mapa de declividade ou clinografia da figura 5: Os valores adotados foram: a) valores inferiores a 3% representam - relevo plano; b) entre 3 a 8% - relevo suave ondulado; c) 8 a 20% - relevo ondulado; d) 20 a 45% - relevo forte ondulado; e) 45 a 75% - relevo declivoso e f) superior a 75% - relevo escarpado.

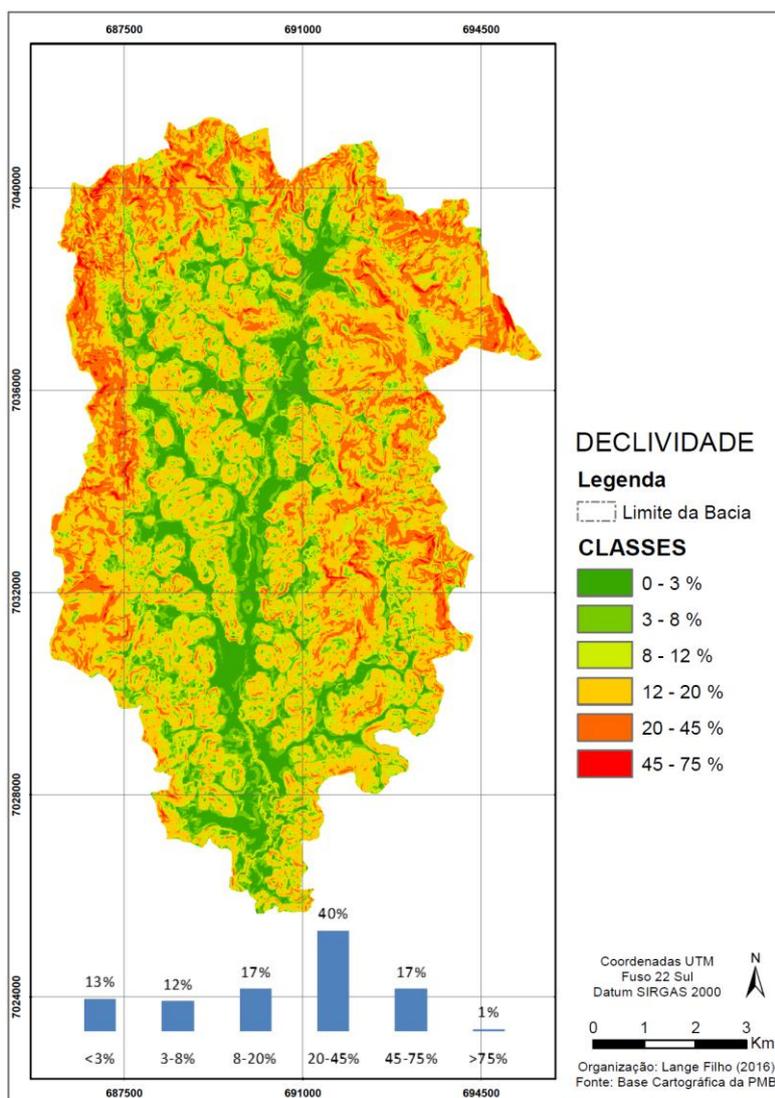


FIGURA 5 - Declividade da BHRI.

As maiores declividades na área encontram-se associadas principalmente com os Gnaisses Granulíticos Luís Alves e o Ortognaisse Pomerode, exibindo inclinações superiores a 20%, o que representa 58% da bacia do Ribeirão Itoupava.

As menores declividades estão associadas, em grande parte, às áreas de depósitos quaternários continentais de aluviões cujas classes representantes somam 25% da área da bacia, sendo 13% para a classe inferior a 3 %, e 12% para a classe denominada de suave ondulado que varia de 3 a 8%. Essas áreas com as menores declividades correspondem aos aluviões do ribeirão Itoupava e seus afluentes.

Cabe destacar, que a representação da declividade em classes com agrupamentos de intervalos pode variar de acordo com o objetivo que o trabalho se propõe, cabendo ao pesquisador adotar a representação mais adequada para as particularidades de sua área de análise.

1.1.3 Solos

Uma vez que não foi realizado o levantamento pedológico de detalhe para a área de estudo, optou-se pela caracterização regional referenciada nos trabalhos do IBGE (2003) e Potter *et al.* (2004), onde se constata o predomínio dos Neossolos, Gleissolos, Cambissolos e Argissolos.

Nas planícies e terraços fluviais situadas no Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares Quaternários, pode ser verificada a presença de Neossolos Flúvicos, Cambissolos Flúvicos e Gleissolos (IBGE, 2003; POTTER *et al.*, 2004).

Os Neossolos Flúvicos são os solos com pouca evidência de horizontes pedogenéticos desenvolvidos. Segundo IBGE (2003), são restritos ao horizonte A do tipo moderado. Abaixo deste horizonte, ocorrem camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si, de composição química, mineralógica e granulométrica variadas, sem disposição preferencial.

Apresentando incipiente evolução pedogenética, principalmente do horizonte B, os Cambissolos Flúvicos são originados da atividade de deposição

sedimentar de natureza aluvionar. Os Cambissolos originados do Complexo Granulítico de Santa Catarina, conforme IBGE (2003) apresentam saturação de bases variável, normalmente argila de atividade baixa e textura argilosa e muito argilosa.

Conforme IBGE (2007), os Gleissolos são solos característicos de área alagadas ou sujeitas a alagamento (margens de rios e grandes planícies). Para Lepsch (2010), dois são os perfis mais encontrados nesses locais: O perfil de horizonte superficial espesso e escurecido (húmico e/ou hístico) e de A moderado, onde ambos possuem horizontes superficiais acinzentados, que comumente exibem mosqueados na zona de oscilação do lençol freático.

No Domínio Morfoestrutural do Cráton Luis Alves são predominantes conforme IBGE (2003), os Neossolos (Litólicos e Regolíticos), Cambissolos e Argissolos, onde apresentam diferentes comportamentos pedogenéticos e de intemperismo que resultam em grande variação nas espessuras dos perfis de alteração, exibindo substratos com mantos de alteração profundos que podem variar em aproximadamente 30 m.

No que tange aos Neossolos (Litólicos e Regolíticos), Santos *et al.* (2006), afirmam que os mesmos contemplam solos com pouca evolução pedogenética. Destacam, ainda, que os Neossolos Litólicos compreendem solos com horizonte A ou hístico, hospedados sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% ou mais de sua massa composta por fragmentos de rocha característica de cascalhos, calhaus e matacões (maior que 2 mm), que denotem um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo.

Para os Neossolos Regolíticos, Santos *et al.* (*op cit.*) mencionam que são solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura. Segundo Potter *et al.* (2004) na área de estudo, estes solos ocorrem preferencialmente em fases de relevo montanhoso e escarpado.

Santos *et al.* (*op cit.*) destacam que devido à heterogeneidade do material de origem, da morfologia do relevo e das condições climáticas, as características dos Cambissolos variam muito de um local para o outro. Uma dessas características pode ser verificada no quesito profundidade, ocorrendo

desde rasos a profundos e podem apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), com colorações variadas (IBGE, 2007).

Potter *et al.* (*op cit.*) destacam a predominância dos Cambissolos em áreas de relevo variando entre as classes denominadas de suave a forte ondulado, suscetíveis aos processos erosivos.

Os Argissolos possuem como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B, variando tanto na coloração como em outras características (IBGE, 2007). A profundidade dos solos é variável, mas em geral são pouco profundos ou profundos, argilosos com baixo gradiente textural e de cor entre o vermelho e o amarelo (POTTER *et al.*, 2004).

O arranjo espacial destes solos na paisagem segundo Pozzobon (2013) ocorre, preferencialmente, nos terços médio e inferior das vertentes, em classes de relevo ondulado a montanhoso.

1.1.4 Vegetação

A área de estudo encontra-se inserida no Bioma Mata Atlântica, especificamente no domínio do Sistema Fisionômico-Ecológico da Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

Esse sistema encontra-se ordenado segundo uma hierarquia topográfica que condiciona fisionomias distintas sendo subdivididas em diferentes formações, das quais podem ser encontrada na área de estudo as Formações: Aluvial (formações presentes dentro dos terraços fluviais), Submontana (formações situadas nas vertentes entre 30 a 400 m) e Montana (formações situadas nas vertentes entre 400 a 780 m) (SEVEGNANI, 2002; VIBRANS, 2003 e IBGE, 2012).

Sevegnani (2002) menciona que as coberturas vegetais situadas até 800 metros são caracterizadas por florestas altas, compreendendo a presença de espécies valiosas representadas pelas perobas, cedros e canelas.

Porém, nos dias atuais, a maior parte da cobertura florestal que recobre a área de estudo, assim como no restante do município de Blumenau é representada por vegetação secundária. Essa vegetação pode ser

caracterizada conforme IBGE (2012, p. 149) por "áreas onde houve intervenção humana para o uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária".

Devido à forte exploração da cobertura florestal encontrada na área de estudo, por meio da supressão de algumas espécies, assim como pelo processo de urbanização, verifica-se uma forte descaracterização da cobertura vegetal, principalmente nas áreas planas, nos terços inferior e médio das vertentes e nos fundos de vale.

1.1.5 Clima

Segundo a classificação de Köppen, referenciada em Ometto (1981), o Estado de Santa Catarina foi classificado como de clima mesotérmico úmido - *Cf*, incluindo dois subtipos, *Cfa* e *Cfb*, sendo o município de Blumenau contemplado pelo primeiro subtipo. O clima *Cfa* pode ser caracterizado como um grupo climático subtropical úmido, com verões quentes e temperaturas médias que ultrapassam os 22°C e invernos amenos com temperaturas médias de 18°C.

Silva; Severo (2009) mencionam que o município de Blumenau apresenta uma média anual das precipitações (chuvas) na ordem de 1610 mm. O comportamento mensal das precipitações pluviométricas de Blumenau é descrito por Severo (2009), que relata uma estação chuvosa no verão (dezembro a março), um período mais seco (abril a julho) e uma estação chuvosa secundária que atua nos meses de setembro e outubro (Figura 6).

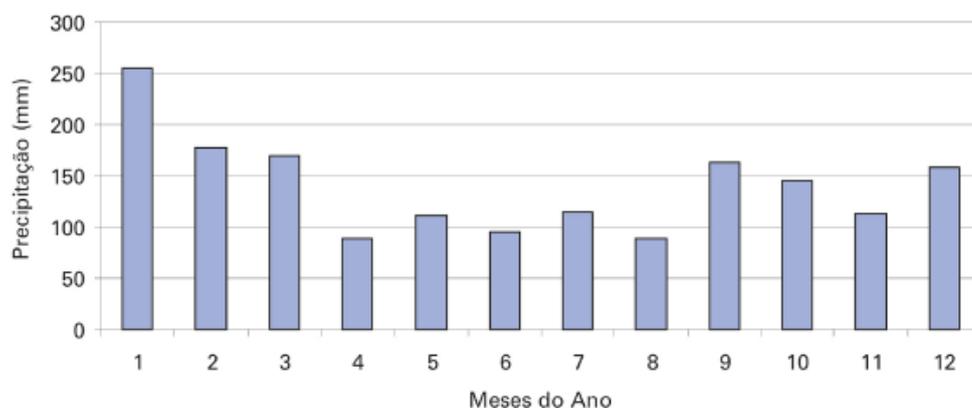


FIGURA 6 - Distribuição média mensal da precipitação em Blumenau de 1988 a 2007.
Fonte: Severo (2009).

Esse predomínio pluviométrico de chuva nos meses de dezembro a março é originado por mecanismos atmosféricos alimentados pela circulação de verão na América do Sul, onde o principal mecanismo físico de grande escala é a chamada Alta da Bolívia (SEVERO, 2009).

A localização geográfica do município de Blumenau e a condição climática regional proporcionam sazonalmente, a ocorrência de intensas precipitações pluviométricas, favorecendo a ocorrência de enchentes e inundações.

Adicione-se a isso a configuração geológica e hidrogeomorfológica, que associada aos fatores pretéritos e atuais de ocupação antrópica, denotam condições variadas de risco para determinados lugares do Município, maximizando a predisposição a ocorrências de processos erosivos, movimentos de massa e enxurradas.

Com relação à ocorrência dos movimentos de massa na BHRI, constata-se que majoritariamente foram deflagrados no evento meteorológico de novembro de 2008, que afetou não apenas a BHRI, mas todo o estado de Santa Catarina, principalmente a região do vale do Itajaí (médio e baixo vale), resultando no maior desastre natural da história catarinense, com 21 mortes no Município, conforme relatam Frank; Sevegnani (2009), das quais 03 ocorreram na BHRI.

Neste evento, a maior parte dos movimentos de massa existentes na área de estudo foi deflagrada naturalmente, ou seja, sem a interferência antrópica. Estas movimentações apresentaram suas zonas de ruptura predominantemente no terço superior das vertentes, onde o processo de ocupação apresenta-se incipiente.

Ao contrário deste cenário, os eventos subsequentes ocorridos principalmente nos anos de 2011 e 2013 revelaram a ocorrência de movimentos de massa expressivamente nos terço inferior ou médio das vertentes, cujas atividades de corte e aterros são bastante comuns.

Muitas vezes, estas atividades ocorrem de maneira clandestina, que somadas à falta de adequada coleta, condução e destinação de águas pluviais e servidas configuram-se como os principais condicionantes antrópicos que potencializam a ocorrência destes processos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

2.1 HISTÓRICO DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA E AS DIFICULDADES INERENTES A SUA REPRESENTAÇÃO

Apoiada na cartografia de base, a cartografia temática contempla a cartografia geomorfológica que para Casseti (2005) constitui importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, possibilitando representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades.

Santos *et al.* (2006), destacam que a cartografia geomorfológica é entendida como um importante instrumento na representação do relevo da superfície terrestre que se constitui num dos principais métodos de estudo e pesquisa da geomorfologia, bem como para outras finalidades, tais como planejamento ambiental e ordenamento territorial.

Doné (1981) corrobora com esta linha de raciocínio, mencionando que:

Através de cartas são mostrados claramente os objetos e fenômenos estudados e suas correlações, auxiliando na ordenação do espaço, no agrupamento dos diversos fatos geomorfológicos e na caracterização regional. São indispensáveis para o conhecimento científico e para as atividades práticas durante diversas etapas de pesquisa, exploração e modificação da superfície da Terra pela sociedade. (p.85)

Dessa maneira, a cartografia geomorfológica surge como apoio fundamental aos estudos geomorfológicos, por meio da elaboração de cartas e/ou mapas geomorfológicos, pois possibilita representar espacialmente as informações (morfologia, morfometria, morfogênese e morfocronologia) que compõe o relevo, sendo este, o objeto de estudo da geomorfologia.

Os primeiros mapas produzidos com o intuito de exibir a paisagem, foram elaborados na antiga Babilônia em 4.500 a.c, onde eram ilustrados principalmente símbolos de topografia, vegetação e hidrografia.

Entretanto, segundo Gustavsson (2005), as primeiras abordagens de cartografia geomorfológica contemplada por elementos cartográficos contemporâneos foram elaboradas no trabalho intitulado "*Geomorphologische*

Karte der Umgebung Von Thale nach eine neue Method auf Grund eigener Beobachtungen dargestellt". Elaborado por Gehne 1912, o trabalho apresentou algumas características morfográficas, estruturais, morfológicas e morfogenéticas do entorno de Thale na Alemanha.

Gustavsson (2005) relata que na mesma época, Otto Karl Siegfried Passarge, com base nos pressupostos de Walter Penck, apresentou por meio de um Atlas morfológico, na escala de 1:50.000, mapas relativos a topo-orográfico com vegetação, declividade das vertentes; formas de vales; geológico-estratigráfico; resistência física; resistência química; petrográfico e de desenvolvimento do relevo.

Todavia, foi somente após a segunda guerra mundial, na metade do século XX, em território polonês, que surgiram os primeiros mapas geomorfológicos como o conhecemos atualmente (COOKE; DOORNKAMP, 1990).

Além da Polônia, outros países europeus contribuíram para as discussões entorno do avanço da cartografia geomorfológica nas décadas de 1950 e 1960, dos quais cabe mencionar: França, Rússia, e alguns países da ex-URSS.

Em todos esses países, seus respectivos pesquisadores geomorfólogos trabalharam a fim de estabelecer uma linha sintática de representação do relevo, muitas vezes, de acordo com seus objetivos de pesquisas, tal como pela própria diversidade de formas de relevo encontradas nas várias regiões estudadas.

Contudo, os mapas geomorfológicos apresentaram, em contrapartida aos demais mapas temáticos, um grau de complexidade maior no sentido da representação dos elementos indispensáveis para a análise geomorfológica, haja vista a complexidade inerente ao próprio objeto de estudo da geomorfologia.

No ano de 1956, na cidade do Rio de Janeiro, ocorreu o 18º Congresso da União Geográfica Internacional (IGU). Neste evento, Coltrinari (2011) menciona que as cartas geomorfológicas passaram a ser reconhecidas pela importância que exerciam dentro da geomorfologia, sendo alvo de intensos e enriquecedores debates nos eventos que sucederam o referido congresso,

culminando na década de 1960, na criação da Subcomissão de Cartografia Geomorfológica que estabeleceu diretrizes para execução das cartas e determinou a prática de levantamentos específicos para a pesquisa geomorfológica. Essas diretrizes visaram à criação de uma padronização das variáveis estudadas, assim como da tipologia de representação dos elementos cartografados na elaboração dos mapas geomorfológicos.

Tricart (1965) salienta que a subcomissão de Cartografia Geomorfológica da IGU definiu alguns princípios uniformes que norteiam a construção das cartas e/ou mapas geomorfológicos de detalhe. Entre esses princípios, destaca-se que o mapa e/ou carta deve contemplar quatro tipos de informação: morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos.

A morfometria é o estudo de cunho quantitativo voltado às formas do relevo (GUERRA; GUERRA, 2011). Também denominada de índices morfométricos, a morfometria pode ser expressa por medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, inclinação e demais aspectos que compõe uma vertente, ou seja, correspondem a informações matematicamente mensuráveis.

Florenzano (2008) assinala que a morfografia pode ser caracterizada como a descrição qualitativa das formas de relevo, representadas por morros, morrotes, colinas entre outras, enquanto a morfometria a descrição quantitativa das mesmas.

Para Casseti (2005) os dados morfográficos correspondem à forma de relevo resultante do processo evolutivo, sendo sintetizadas como formas de agradção e de degradação. Para ele, os dados morfográficos se encontram estreitamente atrelados aos morfogenéticos, devendo evidenciá-los no momento da representação cartográfica.

A morfogênese refere-se à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo, originadas da atuação dos processos endógenos reproduzidos pelas forças internas (vulcanismo, tectonismo e magmatismo intrusivo) e os processos exógenos, caracterizados pelas forças externas (Intemperismo, erosão e acumulação) (FLORENZANO, 2008).

Por fim, Casseti (2005) menciona que a morfocronologia corresponde ao período de formação ou elaboração de formas ou feições, contemplando a

questão temporal da idade das formas de relevo, e aos processos a elas relacionados.

Florenzano (2008) nessa linha das informações de análise do relevo menciona que as variáveis morfometria e morfografia podem ser agrupadas e denominadas de morfologia, denominação esta, adotada na presente pesquisa. Não obstante, Florenzano (*op cit.*) menciona mais uma variável designada de morfodinâmica representada pelas formas de processos atuais.

Entre as várias propostas existentes para a representação do relevo, a maior unanimidade entre os geomorfólogos encontra-se na questão do conteúdo geral da carta e/ou mapa geomorfológico, que deve informar sobre os tipos de relevo, gênese e idade.

Porém, o que parece mais problemático é a questão relativa à padronização ou uniformização de representação cartográfica, pois não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses da geomorfologia (ROSS, 1990). Nessa linha, o autor ainda acrescenta:

Isso parece ser um problema incontornável na medida em que a produção dos mapas geomorfológicos está à mercê de interesses diversos, de acordo com suas finalidades específicas; quanto ao tipo de material disponível para a execução do trabalho; e quanto à escala de tratamento. Assim os mapas geomorfológicos, mesmo procurando mostrar as formas, a gênese e a idade são frequentemente, muito diferentes no aspecto visual e no grau de complexidade dos fatos representados. (ROSS, 1990, p.57).

Embora a cartografia geomorfológica tenha evoluído no decorrer de seu histórico, por meio da contribuição de vários pesquisadores, com suas respectivas propostas, constata-se que atualmente não existe no contexto operacional, um método internacional unificado de mapeamento geomorfológico, a exemplo de como ocorre com os mapas geológicos, pedológicos, hidrológicos, entre outros.

Nesse contexto, Hayden (1986) menciona que apenas existe uma difusão de diferentes legendas cartográficas enunciadas como geomorfológicas que indicam o uso de diferentes metodologias voltadas para atender objetivos específicos, desprovidas das recomendações apresentadas pela IGU.

Para Florenzano (2008, p.105), a ausência de um método unificado ocorre "devido à complexidade e variedade dos objetos estudados pela geomorfologia e à consequente dificuldade para classificá-los". Um segundo ponto destacado pela autora, diz respeito à dificuldade de representar cartograficamente todas às informações geomorfológicas e, conseqüentemente, a leitura dos mapas, principalmente por parte de outros especialistas e planejadores.

Nesse contexto, Ross (1990) comenta que os autores dos mapas geomorfológicos, no objetivo de uma representação cartográfica das variáveis morfométricas, morfográficas, morfogenéticas e morfocronológicas, de máxima autenticidade do relevo, acabam poluindo visualmente suas obras, tornando-as, muitas vezes inlegíveis aos propósitos que intencionam. Adicionalmente, destaca Ross (1992):

Quase sempre as representações valorizam alguns aspectos em detrimento de outros e não raro as cartas geomorfológicas se transformam em verdadeiros documentos de utilidade inócua, face as dificuldades de leitura e codificação das informações nelas contidas. Outro fato de grande complexidade é discernir os níveis de representação dos fatos geomórficos em função da dimensão deles e da escala de representação escolhida (ROSS, 1992, p. 20)

Segundo Torres *et al.* (2012), Ab' Saber ao realizar os trabalhos de mapeamento do relevo com enfoque nas questões morfoclimáticas, ressalta a importância da questão de uma adequada apresentação da variável representada:

Pode-se afirmar que, se os diversos setores conjuntos de legendas morfológicas que venham a ser elaboradas por técnicas topográficas e morfológicas não tiveram sensibilidade para nos apresentar os fatos básicos das principais conjunturas paisagísticas regionais brasileiras, terão sido inúteis todos os esforços de uma geração de especialistas. Recomendamos para os cartógrafos-geomorfologistas a composição de séries diferenciadas de legendas, suficientemente integráveis e combináveis, para atender objetivamente à representação dos fatos de paisagem dos diferentes domínios morfoclimáticos do país. (AB' SABER, 1969, p. 8)

Além da questão da ausência metodológica unificada e de uma legenda adequada, destaca-se também a dificuldade de trabalhar com escalas que representem de maneira fidedigna a realidade constatada em campo.

Kohler (2001) reporta que a escala adotada num estudo geomorfológico, encontra-se diretamente associada com as estratégias e técnicas que serão aplicadas na referida análise.

Casseti (2005) menciona que a questão da escala de tratamento ou de representação se constitui na premissa básica para o grau de detalhamento ou de generalização da informação.

Nessa conjuntura, Argento (2002) discorre que cada mapeamento deverá fornecer um grau de informação correspondente com a escala, que deve estar coerentemente representado por meio de uma legenda de conteúdo prático e operacional. No mapeamento dos domínios morfoestruturais a representação deve enfatizar as características geológicas, expressas por controles estruturas, drenagens principais, acamamentos entre outras feições, apresentadas por cores em diferentes tons. Vale mencionar que esta tipologia de informação deve ser representada em pequenas escalas, a nível regional, ou seja, iguais ou menores que 1:100.000.

Por outro lado, a representação das unidades superficiais e morfodinâmicas, por exemplo, devem ser elaboradas em escalas iguais ou maiores que 1:25.000. Nessa situação a representação será expressa por cicatrizes de movimentos de massa, processos erosivos, cortes, aterros, entre outras feições, sendo muitas vezes visualizadas por meio de símbolos e/ou feições.

A fim de estimular um direcionamento na temática da representação do relevo, condizente com a escala, Ross (1992, p.25) salienta:

A cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. Em primeiro plano devem-se representar as formas de diferentes tamanhos e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas.

Importa mencionar, que para uma eficiente representação do relevo deve-se conhecer muito bem aquilo que se pretende representar, e principalmente, ter o discernimento científico para suprir detalhes de menor importância de acordo com a escala, a metodologia e o objetivo do trabalho proposto. Tanto o profissional que elabora, quanto aquele que utiliza o mapa deve ter noções básicas que os orientem tanto no seu uso como na sua execução.

2.1.1 Cartografia Geomorfológica: Abordagens metodológicas.

As abordagens foram apresentadas de maneira sucinta neste tópico, objetivando estimular a busca por maiores conhecimentos acerca das referidas concepções, uma vez que podem ser exploradas nos trabalhos de Salomé; Dorsser (1982), Cunha *et al.* (2003) e *AppGeMa* da IAG/AIG (2009).

Supostamente referenciadas pela taxonomia das características fisiológicas, evolutivas, anatômicas e ecológicas dos seres vivos concebida pela biologia, é que surgiram as primeiras propostas taxonômicas de classificação de relevo, elaboradas e publicadas por Cailleux; Tricart (1956), Tricart (1965), Demek (1967) e Gerasimov; Mecerjakov (1968).

Na metade do século XX, trabalhos produzidos na França, resultaram em contribuições à cartografia geomorfológica, onde o expoente geógrafo Jean Tricart e o geólogo André Cailleux estabeleceram em 1956, os níveis hierárquicos de representação da paisagem, por meio de sete ordens de grandeza.

Uma década depois, retomando esta proposta, os dois pesquisadores ampliaram-na para oito níveis taxonômicos. Essa ampliação de Tricart ocorreu por meio de sua obra *Principes et Méthodes de la Géomorphologie* de 1965, amplamente difundida e reproduzida em território brasileiro.

O critério proposto por Tricart; Cailleux (1956) e Tricart (1965) ressalta a questão tempo-espacial na classificação dos fenômenos geomorfológicos, e enfatiza o critério escalar. Nesta classificação taxonômica, a representação das variáveis geomorfológicas é caracterizada de acordo com o nível taxonômico proposto. Dessa maneira, os níveis superiores representam o

relevo em escala global (generalização), os intermediários em escala regional, e os inferiores em esfera local (detalhamento). O exposto pode ser mais bem compreendido na tabela 1.

TABELA 1: Classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos - Cailleux - Tricart, 1956 e Tricart 1965.

Ordem G	Unidade de superfície	Características das Unidades-Exemplos	Unidades Climáticas correspondentes	Mecanismos genéticos comandando o relevo	Ordem de grandeza de permanência T/
I	10 ⁷	Continentes, Bacias oceânicas (configuração do globo)	Grandes conjuntos zonais, comandados por fatores astronômicos	Diferenciação da crosta terrestre, SIAL e SIMA	10 ⁹ anos
II	10 ⁶	Grandes conjuntos estruturais (Escudo Escandinavo, Tetis, B. do Congo)	Grandes tipos de clima (interferência de influências geográficas com fatores astronômicos)	Movimento da crosta terrestre como a formação dos geosinclinais, influências climáticas sobre a dissecação	10 ⁸ anos
III	10 ⁴	Grandes unidades estruturais (Bacia de Paris, Jura, Maciço Central)	Feições nos tipos de clima, mas sem grande importância para a dissecação	Unidades tectônicas tendo ligação com a Paleogeografia. Velocidade de dissecação influenciada pela litologia	10 ⁷ anos
IV	10 ²	Unidades tectônicas elementares: maciços montanhosos, <i>horsts</i> , fossas	κ Climas regionais de influência geográfica sobretudo nas regiões montanhosas	Influência predominante da tectônica, secundária da litologia	
SOLEIRA DE COMPENSAÇÃO ISOSTÁTICA					
V	10	Acidentes tectônicos: anticlinal, sinclinal, <i>mont</i> etc.	Climas locais influenciados pela disposição do relevo	Predominância da Litologia e Tectostática. Influências estruturais clássicas	10 ⁷ anos 10 ⁶ anos
VI	10 ⁻²	Formas de relevo: crista, terraço, moraina, cone de dejeção etc.	Mesoclima diretamente ligado a forma (nicho de nivação, por exemplo)	Predominância do fator morfodinâmico influenciado pela litologia	10 ⁴ anos
VII	10 ⁻⁶	Microformas: lentes de solifluxão, solos poligonais, ravinas	Microclima diretamente ligado à forma por autocatalise (ex: lapíás)	Microclima diretamente ligado à forma por autocatalise (ex: lapíás)	10 ² anos
VIII	10 ⁻⁸	Feições microscópicas: detalhes de corrosão, de polimento etc.	Microambiente	Influência da dinâmica e da textura da rocha	

Fonte: Kohler (2001).

Tendo como base materiais como a carta topográfica, mapa geológico e fotografias aéreas, Kohler (2001) menciona que é possível identificar na escala de 1: 50.000 a transição de escala pequena para a grande.

Já Tricart; Cailleux (1956) despertam as atenções de Ross (2002) por alguns fatos, como a relação direta entre tamanho e idade das formas, ou seja, quanto maior a extensão dos fatos geomorfológicos maior é a sua idade, aplicando-se também o raciocínio contrário.

Na abordagem taxonômica também se destaca Demek¹ (1967, *apud* Casseti 2005), que, preocupado com a questão de escala, propõe a utilização de três unidades taxonômicas básicas nas cartas geomorfológicas de detalhe,

¹ Demek, J. **Generalization of Geomorphological Maps Progress Made in Geomorphological Mapping**. 1967.

representadas hierarquicamente do maior para o menor táxon em: a) tipos de relevo, correspondente a conjunto de formas semelhantes entre si; b) formas do relevo, por exemplo, uma colina e c) superfícies geneticamente homogêneas, exemplificada por uma vertente.

Nessa temática, Demek (1967, *apud* Silva 2010) salienta que o mapa geomorfológico de detalhe possui as seguintes funções: a) o reconhecimento das formas de relevo que ocorrem na área mapeada; b) o estabelecimento de medidas qualitativas e quantitativas das formas; c) a elucidação de sua gênese por meio da determinação da correlação com materiais, processos morfodinâmicos e idade; e d) o estabelecimento do arranjo espacial e de sistema de relações mútuas do relevo representado.

Os soviéticos Gerasimov; Mecerjakov (1968), apoiados na concepção da escola germânica de W. Penck forneceram importantes direcionamentos teórico-metodológicos para os estudos da cartografia geomorfológica, ao estabelecerem uma classificação do relevo, em três categorias genéticas, representadas por elementos da geotextura, morfoestrutura e morfoescultura.

Para Ross (1992), W. Penck definiu com clareza as forças geradoras das formas do relevo terrestre, ao afirmar que tanto os fatores endógenos (morfoestruturas), como os exógenos (morfoesculturas), são considerados, forças contínuas e interligadas, cujas evidências demonstram grandes transformações temporais.

Embora existam alguns problemas, Ross (1990) entende que a proposta de uma classificação taxonômica para os fatos geomorfológicos elaborada na época, permitiu uma correlação fundamental entre os táxons dos fatos geomorfológicos e as escalas de pesquisa, contribuindo para a evolução da cartografia geomorfológica. Essa proposta procurou colocar uma ordenação/hierarquização, para maior compreensão na complexidade do entendimento do relevo.

Na tentativa de auxiliar as pesquisas da cartografia geomorfológica, e com base nas concepções desenvolvidas e mencionadas anteriormente, foram estabelecidos alguns sistemas de mapeamento geomorfológico, sendo os mais conhecidos e utilizados, conforme Florenzano (2008), o IGU proposto por

Demek (1972), o sistema francês de Tricart (1972) e o ITC elaborado por Verstappen; Zuidam (1975).

Segundo Florenzano (2008) o sistema da IGU contempla um Manual de Mapeamento Geomorfológico detalhado e publicado por Demek *et al.* (1972), que possibilitou a criação de um modelo de legenda para o mapa geomorfológico internacional da Europa, publicado por Basenina *et al.* (1972).

Para Florenzano (*op cit.*) a principal contribuição do sistema constitui-se numa proposta unificada para a elaboração de mapeamento geomorfológico detalhado, mas pouco eficiente em pequenas escalas.

Na Holanda verificam-se contribuições por parte de estudos realizados no ITC, que também objetivou criar um procedimento internacional de mapeamento geomorfológico, sendo concomitante ao do IGU.

Nesse sistema, constata-se maior ênfase a simbologia linear, que busca identificar as formas do relevo, por meio da utilização da fotointerpretação como procedimento metodológico, na qual, as características litológicas são identificadas somente pelo tipo de rocha predominante (CUNHA *et al.*, 2003).

O sistema publicado por Tricart em 1972 utiliza o modelo dos elementos de mapeamento, destacando as informações morfogenéticas e geológicas. Esse sistema teve grande divulgação em território brasileiro, haja vista a influência da escola francesa no país (SILVA, 2012).

Esforços elaborados na Austrália, também merecem destaque, onde a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Comunidade Britânica - CSIRO desenvolveu um sistema de relevo de mapeamento geomorfológico baseado no conceito de *land system* e *land unit* (FLORENZANO, 1985). Este mapeamento de sistemas de relevo tem como base, conforme Ponçano *et al.* (1981), distinguir, numa determinada região, áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas próximas, resultando em uma subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis.

Tricart² (1972 *apud* Ponçano *et al.*, 1981) faz uma crítica ao sistema da CSIRO, apontando as dificuldades taxonômicas nas subdivisões do relevo, que podem denotar a definição de grupos morfológicos arbitrários.

Nesse sentido, Ponçano *et al.* (1981) ao elaborar o mapa geomorfológico para o Estado de São Paulo, superam de maneira parcial estas dificuldades ao reunir os sistemas de relevo em unidades maiores representadas por subzonas, zonas e províncias, na qual as províncias foram herdadas da proposta de Almeida em 1964.

No âmbito da cartografia geomorfológica no Brasil, Ross; Moroz (1996) mencionam os trabalhos de Moraes Rego (1932) e Deffontaines (1935) que se valendo de suas pesquisas produziram as primeiras contribuições metodológicas acerca da divisão do relevo regional no Brasil, especificamente no Estado de São Paulo.

Posteriormente, os mesmos autores destacam outras contribuições: Monbeig (1949), Ab' Saber (1956), Ab' Saber e Bernardes (1958), Maack (1968), Almeida (1964) Ab' Saber (1969) Moreira (1969), Projeto RADAMBRASIL (1975), IPT (1981), Abreu (1982) Ross (1990, 1992, 1996) e Ross e Moroz (1997).

Entre estes trabalhos, grandiosamente se destaca o projeto RADAMBRASIL, que buscando suprir a ausência de informações do meio físico, sua equipe desenvolveu a partir da década de 1970, o primeiro sistema metodológico de mapeamento do território nacional.

Seguindo os pressupostos expostos por Tricart, em conjunto com as ferramentas disponíveis na ocasião, a equipe do projeto ordenou o território brasileiro em quatro táxons representados na escala de 1:1.000000, na qual a metodologia foi pioneira na utilização de mosaicos semicontrolados de radar na escala 1:250.000, e seus produtos finais foram publicados pela série de Levantamentos de Recursos Naturais (IBGE, 2009).

Avanços graduais do sistema de mapeamento do RADAMBRASIL resultaram na criação de um Manual Técnico de Geomorfologia, elaborado pelo IBGE em 1995, e atualizado em 2009, que tem como objetivo fornecer à

² TRICART, J. Carte géomorphologique et description du milieu naturel. In: **Cartographie géomorphologique**, Paris, Centre National de la Recherche Scientifique. 1972.

sociedade brasileira um manual que contempla técnicas e procedimentos para interpretação e mapeamento do relevo.

No manual de 2009 foram realizadas atualizações nos conceitos taxonômicos, onde a metodologia empregada tem como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados.

Para a individualização destes conjuntos de feições, são considerados como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico. De acordo o IBGE (2009), na ordem decrescente de grandeza é identificado: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, **Modelados e Formas de Relevo simbolizadas** (Figura 7).

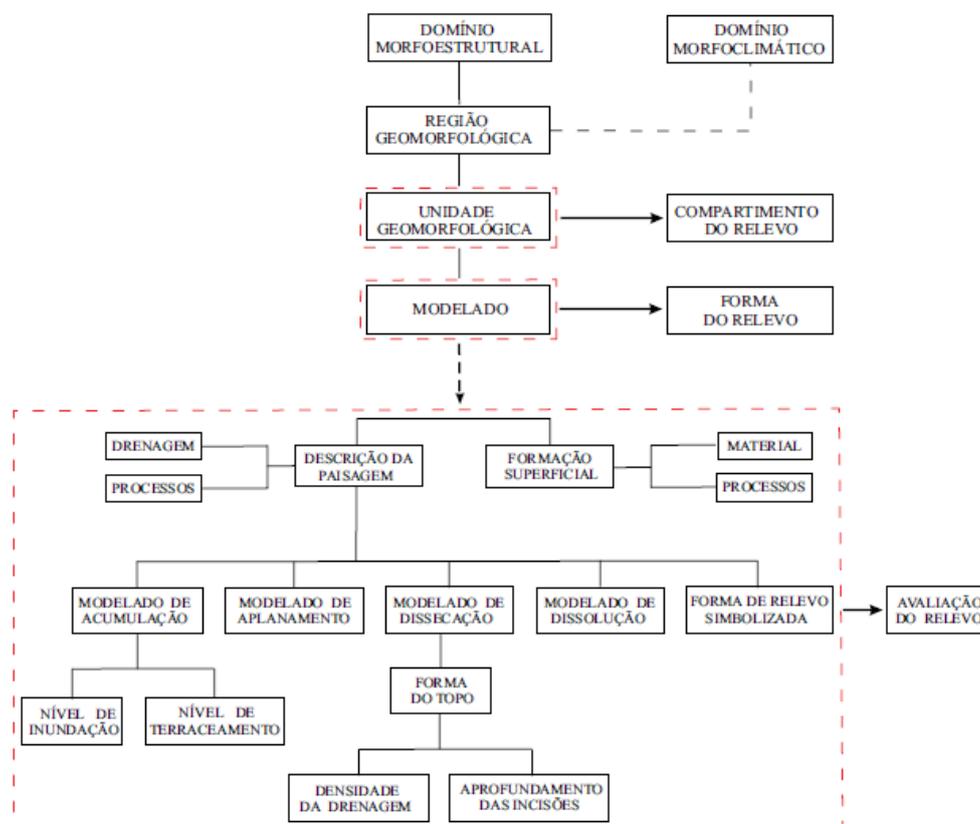


FIGURA 7 - Estrutura geomorfológica, segundo uma ordenação taxonômica.
FONTE: IBGE (2009).

Os Domínios Morfoestruturais correspondem à área de maior extensão superficial na análise taxonômica (1º táxon). Ocorrem em escala regional e

organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas (IBGE, 2009). Esses Domínios Morfoestruturais podem ser representados, por bacias sedimentares, plataformas e crátons, depósitos sedimentares, entre outros.

A extensão dos Domínios Morfoestruturais pode conter uma ou mais regiões geomorfológicas, que representam o 2º táxon. Para IBGE (2009) estas regiões podem ser elaboradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, que apresentam características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.

Conforme IBGE (2009), essas regiões podem ser exemplificadas em território brasileiro pelo Planalto da Borborema, a Chapada da Diamantina, a Serra da Mantiqueira, e o Planalto das Araucárias.

Definidas como Unidades Geomorfológicas, o 3º táxon (extensão superficial inferior ao 2º táxon), correspondem às áreas com um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados (IBGE, 2009). Essas unidades compartimentadas podem ser identificadas por planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planalto e serras.

A quarta ordem de grandeza constitui a dos **Modelados (adotada na presente pesquisa)**. Um polígono de modelado abrange um padrão de formas de relevo, que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais (IBGE, 2009).

Segundo a metodologia definida neste manual são identificados quatro tipos de Modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação. Os Modelados de acumulação são diferenciados, em função de sua gênese (mista, fluvial, etc), enquanto os modelados de dissecação são caracterizados em suas tipologias como dissecados homogêneos e dissecados estruturais.

De acordo com o princípio básico de organização taxonômica adotada, a quinta ordem de grandeza, referente às **formas de relevo simbolizadas (adotada na presente pesquisa)**, abrange feições, que por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais,

como por exemplo, cristas, escarpas, cuestras, cones de dejeção, vales, movimentos de massa, voçorocas, aterro/corte, entre outros (IBGE, 2009).

Outro método de mapeamento geomorfológico, utilizado amplamente em território brasileiro, refere-se aos trabalhos do professor Jurandy Ross, que pautado nos pressupostos teóricos de Penck (1924), Gerasimov (1946) e Macerjakov (1968), Tricart (1965) e Demek (1967), Ab Saber (1969), Abreu (1982) e RADAMBRASIL (1982), Ross (1992) formulou uma proposta de método, que foi aplicada na compartimentação geomorfológica do relevo no Estado de São Paulo.

Nesta proposta, o autor sugere a compartimentação do relevo em 06 níveis taxonômicos segmentados, sendo estes: Unidade Morfoestrutural, Unidades Morfoesculturais, Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do Relevo ou **Padrões de Tipos do Relevo (adotada na presente pesquisa)**, Formas de Relevo Individualizada, **Tipos de Vertentes (adotada na presente pesquisa)** e **Formas de processos atuais (adotada na presente pesquisa)**, conforme se verifica na figura 8.

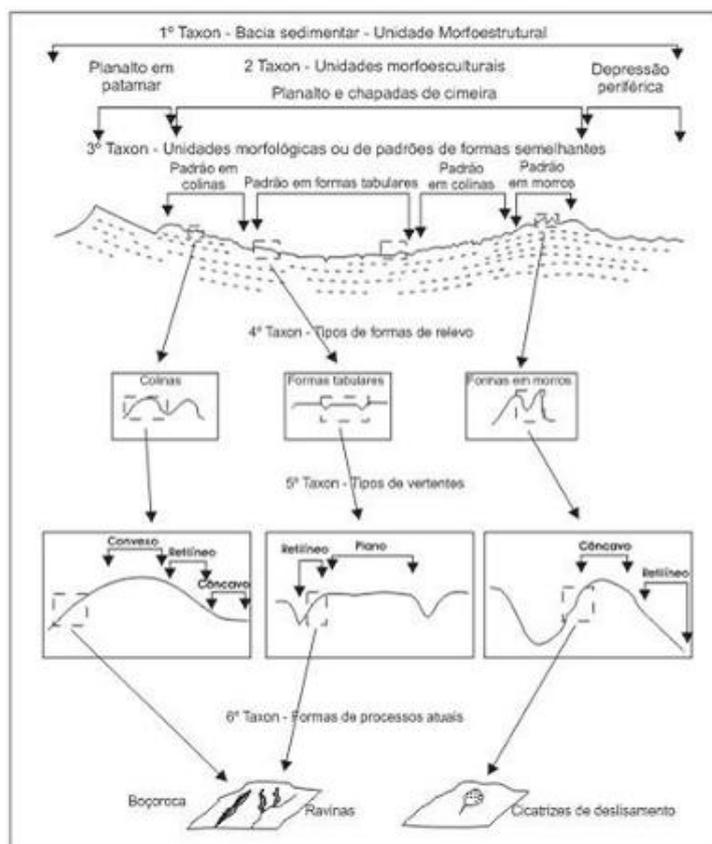


FIGURA 8 - Unidades taxonômicas de representação do Relevo conforme Ross (1992).
 FONTE: ROSS (1992).

Em termos comparativos, a proposta de Ross (1992) difere da sistemática de mapeamento de IBGE (2009), no que concerne à questão da nomenclatura aplicada para os diferentes táxons, assim como na adoção de algumas morfologias e processos que representem determinados níveis taxonômicos. As diferenças de adoção de morfologias e processos são verificadas do terceiro ao quinto nível taxonômico.

Diferentemente da abordagem taxonômica de IBGE (2009), que considera a aplicação dos modelados e da matriz do índice de dissecação do relevo para o quarto táxon, Ross (1992) sugere sua aplicação no nível hierárquico correspondente ao terceiro táxon.

Referente às diferenças ao quinto táxon, Ross (1992), o considera como as partes das formas de relevo, ou seja, das vertentes, representando os perfis em curvatura e plano da vertente, expressos por convexa e/ou divergente, côncava e/ou convergente e retilínea e/ou plana.

Ross (1992) contempla a abordagem de um sexto nível taxonômico, que corresponde às formas menores produzidas pelos processos atuais, ou ainda as formas geradas pela ação antrópica. Trata-se daquelas formas que são produzidas ao longo das vertentes, destacando-se os sulcos, ravinas, voçorocas, bancos de sedimentação, cicatrizes de deslizamentos, depósitos coluviais, assoreamentos, processos erosivos, cortes e aterros entre outros.

Com relação à proposta de Ross (*op cit.*), cabe ressaltar que independente da ordem taxonômica adotada, a estrutura e a escultura estão presentes em qualquer tamanho de forma, embora suas categorias de tamanho, idades, gêneses e formas sejam passíveis de serem identificadas e cartografadas separadamente, portanto em categorias distintas.

Segundo o autor, essa proposta é pertinente ao mapeamento, uma vez que estabelece uma ordem lógica na representação das formas de relevo conforme a escala adotada, isto é, dependendo do nível da escala a representação dará mais ênfase a um determinado táxon.

Recentemente, com base nos trabalhos de Ponçano *et al.* (1981), a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (2014), utilizaram critérios e parâmetros para definir os principais padrões de relevo para alguns municípios do Brasil.

Esses critérios levam em consideração basicamente as informações oriundas do cruzamento dos atributos morfométricos (declividade e amplitude relativa) do relevo (tabela 2).

TABELA 2 - Padrões de Relevo e Parâmetros básicos.

Padrões de Relevo	Amplitude predominante (m)	Declividade Predominante	
		(Graus) °	Percentual %
Planícies e Terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotes baixos	40 a 50	> 16,7	> 30
Morrotes	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morrotes altos	60 a 90	16,7 a 21,8	30 a 40
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30
Serras	> 300	> 16,7	> 30
Escarpas	100	31	60

FONTE: Adaptado de CPRM/IPT (2014).

Em termos regionais, a Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA) (2009), menciona alguns estudos realizados na cartografia geomorfológica catarinense:

- Monteiro (1958), em trabalho pioneiro, apresentou um esboço geomorfológico de Santa Catarina, identificando, segundo suas origens, as unidades morfológicas mais características;
- Moreira; Lima (1977), ao discutirem o relevo da Região Sul do Brasil, particularizaram aspectos da evolução paleográfica regional, enfocando os grandes traços do relevo, as etapas do seu desenvolvimento e os processos responsáveis pela sua elaboração;
- Peluso Jr. (1986), descreveu o relevo do Estado de Santa Catarina, salientando, dentro das duas grandes regiões do Planalto e o Litoral e Encostas-subregiões, a toponímia e a altimetria;

- Rosa; Herrmann (1986), no Atlas de Santa Catarina, ordenaram os fatos geomorfológicos segundo uma taxonomia que permitiu a divisão e hierarquização da área do Estado em domínios morfoestruturais, regiões e unidades geomorfológicas;
- Silva; Bortoluzzi (1987), no texto explicativo do Mapa Geológico de Santa Catarina, apresentam uma caracterização dos domínios morfológicos que compõem o relevo do território Catarinense.

Ainda, destaca-se o projeto Gerenciamento Costeiro (GERCO), desenvolvido pelo IBGE em parceria com o Estado de Santa Catarina em 2002, que teve como objetivo principal o levantamento das principais características geomorfológicas da zona costeira catarinense, cartografadas na escala 1:100.000 e detalhadas em relatórios técnicos que abrangem toda a sua extensão.

2.2 A INSERÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS NA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

2.2.1 Sensoriamento remoto, Cartografia em Multimídia e SIG

Conceitualmente, Florenzano (2008), define o sensoriamento como uma tecnologia de aquisição, à distância, de dados da superfície terrestre, isto é, por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais (satélites).

Sendo o relevo geralmente bem destacado em fotografias aéreas e imagens de satélite, bem como pela disponibilidade de dados multitemporais, que possibilitam o estudo dos processos morfodinâmicos, a cartografia geomorfológica é uma das áreas do conhecimento mais beneficiadas pela tecnologia de sensoriamento remoto, maximizando seus horizontes à medida que esta tecnologia avança sem precedentes.

A interpretação de dados de sensoriamento remoto pode ser o ponto de partida para o conhecimento do relevo, independentemente da escala de mapeamento. Esta tarefa, em conjunto com informações existentes na

literatura da área a ser estudada, pode trazer informações relevantes para a elaboração de um mapa geomorfológico preliminar antes do trabalho de campo (SMITH *et al.*, 2011).

Na medida em que o sensor capta a energia (refletida ou emitida) pela superfície, objetos e/ou feições presentes no relevo, como os movimentos de massa, processos erosivos, cortes e aterros, entre outros podem ser observados na paisagem, e por vezes, discriminadas dependendo da capacidade da resolução espacial presente no sensor.

Além das imagens de satélites provenientes de domínio privado, observa-se, atualmente, um avanço exponencial no uso público de mapas *on-line*, como fonte de informações para as mais diversas finalidades, principalmente aquelas extraídas do meio físico para a espacialização de determinado processo.

Exemplos de mídias gratuitas, os portais como o *Google Earth* e *Google Street*, dentre outros, possibilitam aos seus usuários tanto a visualização do meio sob diferentes escalas espaço temporal, como a interação de informações com outros *softwares*.

Essa diversidade de fontes de informação atualmente existente à disposição dos usuários pode ser compreendida dentro do contexto da cartografia em multimídia, que segundo Nogueira (2009), é definida como a interação de múltiplas formas de mídias apoiadas por computador.

A sinergia estabelecida entre a interação acima descrita é destacada em Correia (2015), ao mencionar que durante a elaboração do inventário de movimentos de massa, feições como superfícies de ruptura e cicatrizes analisadas nas referidas fontes de imagem podem se complementar, ao passo que, as imagens obtidas por meio dos aplicativos *Google Earth* e *Google Street*, oferecem informações ao nível do solo, proporcionando, por exemplo, a identificação de movimentos de massa menores, que muitas vezes, não podem ser localizados com precisão em outras imagens.

Outros trabalhos que destacam essa interação de fontes distintas e a utilização de fontes gratuitas para realizar a identificação de feições no relevo, especialmente os movimentos de massa com seu respectivo inventário, podem ser encontrados em Salgado (2013) e Brito (2015).

Técnicas como o sensoriamento remoto e a utilização de cartografia em multimídia, adquirem grandes volumes de dados espaciais que necessitam ser armazenados, processados e recuperados com praticidade.

Essa dinâmica interativa é encontrada em um Sistema de Informações Geográficas - SIG, sendo este, uma ferramenta de processamento de dados baseada em computador para coletar, armazenar, manipular e analisar informações geográficas (CHRISTOPHERSON, 2012).

Uma das grandes potencialidades de um SIG para trabalhos na cartografia geomorfológica é a capacidade de integrar informações distintas do meio físico, como a interação de mapas temáticos (Figura 9), possibilitando efetuar os mais variados tipos de análise.

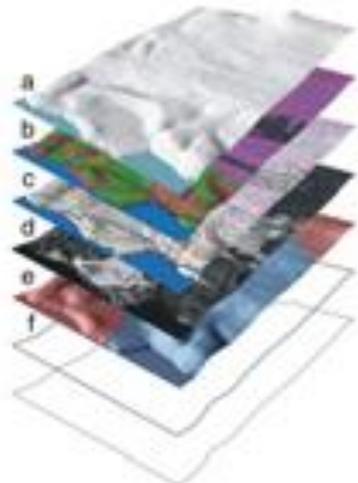


Figura 9 - Exemplo ilustrativo de sobreposição de mapas temáticos.
FONTE: Walstra *et.al.* (2011).

Os mapas temáticos são representações gráficas da superfície terrestre, ilustrados de acordo com critérios preestabelecidos pelo pesquisador. Na cartografia geomorfológica eles podem ser representados pelos atributos topográficos e são extraídos automaticamente dos Modelos Digitais do Terreno (MDTs), cujos estudos são abordados na geomorfometria.

2.2.2 Geomorfometria e Atributos Topográficos

Denominada como análise do terreno (*terrain analysis*), geomorfologia quantitativa (*quantitative geomorphology*) ou modelagem digital do terreno (*digital terrain modelling*), a geomorfometria (*geomorphometry*), é vista como uma subdisciplina da geomorfologia Mark³ (1975 *apud* Muñoz, 2009), que tenta descrever quantitativamente a morfologia terrestre pelo uso conjunto de disciplinas como a matemática, engenharia, ciências da terra e da computação (PIKE, 2000).

Ao definir o termo geomorfometria, Guerra; Guerra (2011) corroboram com as definições já mencionadas, descrevendo que a geomorfometria pode ser compreendida como a ciência de medidas das formas de relevo, ou seja, uma geomorfologia quantitativa.

Nesse contexto, das quatro variáveis que um mapa geomorfológico deve considerar, segundo a subcomissão de Cartografia Geomorfológica da IGU de 1956, a geomorfometria consegue contemplar a morfometria e a morfografia, sendo que a primeira possibilita a interpretação para a segunda.

A utilização da geomorfometria pode ser orientada por diferentes métodos, a exemplo, as técnicas de inferência espacial, que visam identificar distintas unidades de relevo na paisagem por meio da análise digital do terreno.

Destas técnicas, ressalta-se a proposta de Weiss (2001), (adotada na presente pesquisa) que sugere o descritor do terreno Topographic Position Index (TPI), traduzido como Índice de Posição Topográfica (IPT). Esta proposta utiliza como base o MDT e a declividade, sendo que a partir destas variáveis é atribuída uma classe de relevo a cada pixel da área de estudo.

Conforme Weiss (2001), quando os resultados obtidos pelo TPI apresentam valores positivos, os mesmos representam locais que são mais elevados que a média do seu entorno, caracterizando, por exemplo, colinas, cristas e topos de morros.

Afirma, ainda, o autor, que para os locais mais rebaixados que a média de seu entorno, os valores serão expressos em negativo, caracterizando vales,

³ MARK, D. M. Geomorphometric parameters: a review and evaluation. **Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography**, v. 57, n. 3-4, p.165-177, 1975.

linhas de talvegue ou depressões. As áreas planas serão representadas por valores próximos de zero, sendo expressas por superfícies de declive constante. Esses exemplos podem ser verificados na figura 10:

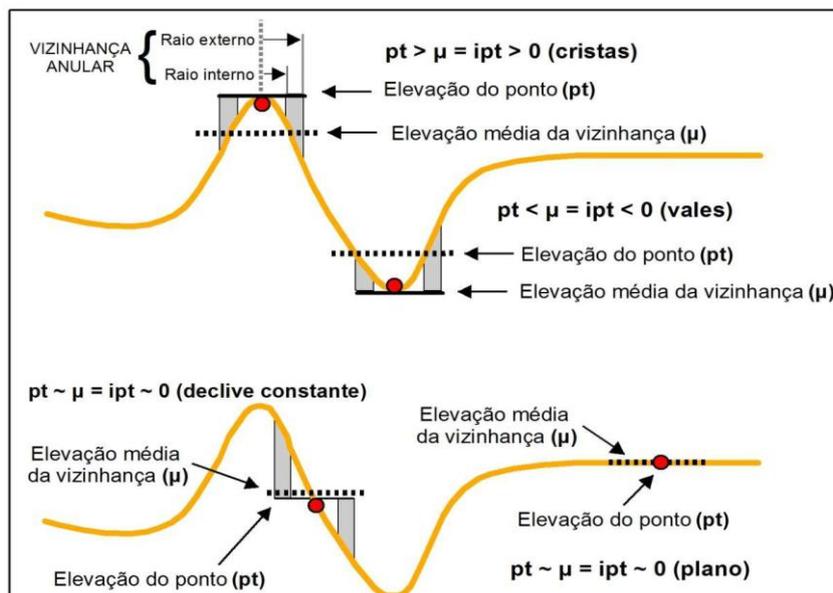


FIGURA 10 - Valores do ponto central em relação à média da vizinhança.
 FONTE: Adaptado de Weiss (2001).

O TPI vem sendo aplicado em diversos campos da ciência conforme mencionam De Reu *et al.* (2013). Estes autores relatam a utilização do TPI por parte de pesquisadores no campo da geologia (MORA-VALLEJO *et al.*, 2008; DEUMLICH *et al.*, 2010; ILLÉS *et al.*, 2011), hidrologia (LESSCHEN *et al.*, 2007; FRANCÉS; LUBCZYNSKI, 2011; LIU *et al.*, 2011), ciências agrícolas (PRACILIO *et al.*, 2006); geomorfologia (TAGIL; JENNESS, 2008; LIU *et al.*, 2000; MCGARIGAL *et al.*, 2009; LACKI *et al.*, 2009; PINARD *et al.*, 2012), entre outras áreas.

Em estudo recente, tanto Silveira; Silveira (2014), como Lange; Silveira (2015) utilizaram o TPI para inferir as classes de relevo em território uruguaio e blumenauense, respectivamente, destacando em ambos os trabalhos, o potencial de aplicação do mapeamento automatizado ao proporcionar baixos custos operacionais e a possibilidade de replicação da referida proposta.

Ainda, em relação à geomorfometria, Mark 1975 (*apud* Muñoz, 2009), menciona que todas as medidas da forma da superfície da terra podem ser representativas da sua rugosidade, não sendo esta representada apenas por uma única característica geométrica, mas por um 'vetor de rugosidade' ou

conjunto de variáveis passíveis de medição ao longo de alguma direção do espaço. Estas variáveis podem ser compreendidas como variáveis topográficas (VALERIANO 2003b) ou atributos topográficos (MOORE *et al.*, 1993; WILSON; GALLANT, 2000).

Além desta última designação (adotada nesta pesquisa), Trentin *et al.* (2015) relatam que os atributos quantitativos da topografia recebem distintas denominações na literatura, como parâmetros das formas do relevo (SPEIGHT, 1968), variáveis morfométricas (SHARY *et al.*, 2002), variáveis geomorfométricas (MUÑOZ, 2009; BISPO *et al.*, 2009), informações do terreno (MARTINONI, 2002), atributos do terreno (PENNOCK, 2003; CÁTEN, 2009), atributos geomorfométricos (SCHMIDT; DIKAU, 1999), atributo do relevo (IPPOLITI *et al.*, 2005; SIRTOLI *et al.*, 2008).

Os atributos topográficos podem ser analisados como informações quantitativas da morfologia do relevo, que segundo Hengl (2003), são extraídas pelo processo de parametrização realizado em um SIG que proporciona ao usuário, a manipulação de planos de informação (PI), dos quais se destacam os MDTs, pelo qual é possível analisar o relevo de forma tridimensional. A grande disponibilidade de informações digitais atualmente torna o MDT uma ferramenta padrão nos estudos de cartografia geomorfológica (VERSTAPPEN, 2011).

Importa mencionar, que trabalhar com todas as variáveis em um modelo de geoprocessamento tridimensional, ainda é algo relativamente complicado, diante da complexidade e do volume requerido por modelos com essas características.

No entanto, o uso do MDT vem facilitando, segundo Wilson; Gallant (2000), a obtenção de diferentes tipos de análise, superando até a limitação estabelecida pela não consideração da irregularidade do espaço a ser analisado pela obtenção de observações em superfície tridimensionais complementam Fernandes; Menezes (2005).

Geralmente, as estruturas de um MDT são representadas em rede retangular ou triangular. Nesta pesquisa optou-se pela primeira estrutura MDT⁴,

⁴ As potencialidades, limitações e informações gerais sobre estruturas de MDT podem ser encontradas na dissertação elaborada por Saito (2011).

haja vista possibilitar o uso de janelas móveis na geomorfometria, onde as operações para a geração dos atributos topográficos são executadas.

Felgueiras (1998) define a rede retangular como um poliedro de faces retangulares (Figura 11), na qual o processo que permite a geração da rede consiste na estimativa de valores de cota de cada ponto da grade a partir do conjunto de amostras de entrada.

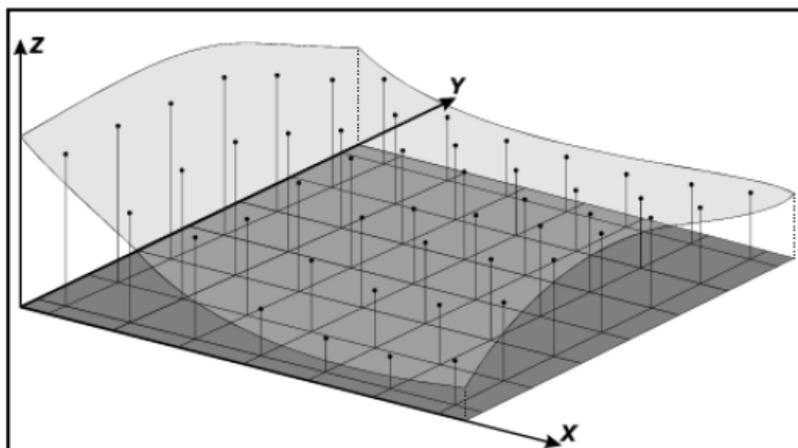


FIGURA 11 - Superfície de rede retangular (células quadradas).
 FONTE: NAMIKAWA (2003) *apud* por Saito (2011).

Gallant; Wilson (2000) consideram dois tipos⁵ de atributos topográficos: (i) os primários ou aqueles que podem ser calculados diretamente da elevação; e (ii) os secundários (índices), que são gerados pela combinação de dois ou mais atributos topográficos primários.

No presente trabalho os atributos topográficos que merecem ressaltado são os que estão sendo adotados como variáveis do relevo na obtenção dos modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas na BHRI.

Deste modo, os atributos a serem considerados são os primários, expressos nas variáveis: hipsometria, amplitude relativa, declividade, relevo sombreado, aspecto plano e perfil de curvatura (curvatura de vertente ou forma do terreno).

A hipsometria é o MDT, propriamente dito, sendo representado em sua forma numérica por cotas altimétricas definidas a partir de uma referência pré-estabelecida. Essa variável é compreendida por Valeriano (2003) como uma derivação de ordem zero do MDT.

⁵ Outros tipos de atributos primários e secundários podem ser encontrados em Silveira (2010).

A amplitude é a dimensão vertical da topografia, conhecida também como relevo relativo, por ser dada pelas alturas ou cotas relativas em função de um nível diferente do nível do mar, e como relevo interno (MUÑOZ, 2009).

A amplitude de relevo refere-se à diferença entre a altitude de um ponto e a altitude do nível de base local. A amplitude relativa de um relevo é dada pelas alturas ou cotas relativas, que não devem ser confundidas com a altitude absoluta, que é tomada em relação ao nível do mar ou superfície de referência (GUERRA; GUERRA, 2011).

Considerada como uma das variáveis mais importantes na identificação da morfologia do relevo, a declividade é descrita por Valeriano (2008a), como o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. Pode ser expressa tanto em graus, onde seus valores podem variar entre 0° a 90°, quanto em porcentagem, de zero a infinito.

Segundo Gallant; Wilson (2000), a declividade corresponde à primeira derivada da elevação em relação à distância horizontal. Valeriano (*op cit.*) destaca que todos os métodos de análise territorial, baseados em modelagem numérica do meio físico ou em decisões lógicas, lidam com a variável declividade.

Entre os trabalhos desenvolvidos na cartografia geomorfológica que utilizam a amplitude relativa, associada com a declividade, destacam-se: Seabra (2012), Oliveira; Marque Neto (2014) e CPRM/IPT (2014).

Com base na proposta metodológica de Ponçano *et al.* (1981), que leva em consideração a conjugação de ambos os atributos, os autores acima mencionados desenvolveram seus respectivos trabalhos salientando a necessidade de analisar a pertinência de modificar os valores das classes de amplitude e declividade descritas na proposta original, para as especificidades da área a ser analisada em trabalhos futuros.

A relevância da variável declividade, em conjunto com outras variáveis do meio físico, utilizada para identificar a morfologia do relevo, é destacada em vários trabalhos técnicos e acadêmicos, dos quais alguns podem ser encontrados em Florenzano (2008). Não obstante, sua importância é destacada de maneira individual em alguns estudos do relevo, dos quais podemos mencionar Souza; Sampaio (2010) e Sampaio; Augustin (2014).

Nestes estudos, pode ser encontrada a proposta do Índice de Concentração da Rugosidade - ICR, elaborada por Sampaio, (aplicado no presente estudo). O ICR possibilita de maneira automatizada, a obtenção e delimitação de unidades homogêneas do relevo no que se refere aos padrões morfométricos de dissecação, sendo possível quantificar e classificar unidades de relevo, com base na análise da distribuição espacial da declividade, entendida como padrões de rugosidade (SAMPAIO; AUGUSTIN 2014).

Esta ferramenta metodológica pode ser utilizada como auxílio, complemento e alternativa ao mapeamento geomorfológico, possibilitando também a inclusão do relevo como variável numérica em modelos matemáticos ou estatísticos. Exemplos de trabalhos que aplicaram esta proposta metodológica podem ser facilmente encontrados em Sampaio; Augustin (2014).

O relevo sombreado é uma representação que leva em consideração os ângulos verticais e horizontais de exposição (declividade e orientação de vertente⁶) do terreno, em relação à posição de uma fonte de luz, sendo arbitrariamente posicionado (VALERIANO, 2007). Essa situação simula a sombra do relevo demonstrando seu contexto geológico e geomorfológico.

Smith; Clark (2005) relatam que o relevo sombreado mostra-se como uma valiosa ferramenta na visualização em atividades de mapeamento das formas de relevo. Entretanto, os autores destacam que dependendo dos valores de ângulo solar e azimutal, adotados na etapa de elaboração do referido atributo, podem ocultar, por exemplo, a existência de lineamentos existentes, assim como apresentá-los em áreas não existentes.

Cabe destacar, que nesta pesquisa adotou-se o termo de "lineamentos" que conforme Thomas⁷ (1974 apud Castro *et al.*, 2003), é utilizado para designar feições lineares impressas no relevo, as quais denotam informações sobre o arcabouço estrutural de uma região.

Outrossim, Castro *et al.* (2003), mencionam que os lineamentos representam toda feição natural linear ou levemente curvada, representada em

⁶ A orientação de vertentes (conhecida também como aspecto) é definida como o ângulo azimutal correspondente à maior inclinação do terreno, no sentido descendente, expressa em graus entre 0° e 360° (MUÑOZ, 2009).

⁷ Thomas G.E. 1974. Lineament-Block tectonics: Williston-Blood Creek basin. AA Geologists Bulletin, 58:p.1305-1322.

várias escalas de observação, associada ao relevo negativo ou positivo de uma região (cristas vales, encostas, etc).

Com exagero vertical grande (também arbitrário), há o risco de se obscurecerem lineamentos nas vertentes sombreadas. Devido à noção instintiva de que a iluminação vem de cima (da abóbada celeste), a percepção correta da profundidade requer que o iluminante seja posicionado ao Norte (entre NE e NW) em mapas com norte ao topo. Com iluminante ao Sul, a percepção de profundidade tende a ser invertida, o que pode ser corrigido de um giro de 180° no mapa (VALERIANO, 2007).

Esse atributo topográfico deve ser expresso em graus, onde seus valores podem variar entre 0° a 90° (ângulo solar) e entre 0° a 360 (ângulo azimutal). Tinós *et al.* (2014), mencionam que este atributo é recorrido por muitos pesquisadores, uma vez que ele destaca, ao contrário do MDT, variações sutis na topografia, consequentemente permitindo uma interpretação mais próxima da realidade.

Tanto o plano, como o perfil de curvatura, apresentam um papel importante na caracterização das formas das vertentes. Também nomeadas na literatura como curvatura horizontal e vertical (VALERIANO, 2003b, VALERIANO; CARVALHO JÚNIOR, 2003 e MUÑOZ, 2009), esses atributos topográficos baseados em segundas derivadas, correspondem à taxa de variação da primeira derivada, usualmente numa direção particular (GALLANT; WILSON, 2000).

Valeriano (2003b) salienta que o perfil de curvatura refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando visualizado em perfil, sendo que, teoricamente, o primeiro caráter apresenta valores negativos, enquanto que o segundo exhibe valores positivos. Outro caráter contemplado pelo perfil de curvatura refere-se às vertentes retilíneas, que por sua vez exibem valores nulos (VALERIANO, 2003b).

O plano de curvatura refere-se ao caráter divergente/convergente dos fluxos de matérias sobre o relevo, quando analisados em projeção horizontal, na qual os valores positivos representam o caráter convergente, os valores negativos, o divergente, e as vertentes planares, exibem valores nulos (VALERIANO; CARVALHO JÚNIOR, 2003).

Analogamente, ao perfil de curvatura, o plano de curvatura desempenha papel importante sobre a dinâmica dos fluxos de água na superfície, e conseqüentemente no equilíbrio entre os processos de pedogênese e morfogênese Valeriano (2008a), atuando diretamente na morfologia do relevo.

Tanto uma variável quanto a outra, pode ser mensurada em graus por metro ($^{\circ}/m^{-1}$), na qual Valeriano (2008b) aponta a necessidade de se admitir uma margem de valores em torno do zero para que as vertentes retilíneas possam ser evidenciadas.

Segundo o autor, ensaios comparativos com descrições geomorfológicas levaram ao estabelecimento da faixa entre $-0,010^{\circ}/m$ e $+0,010^{\circ}/m$ como valores de curvatura típicos de vertentes tidas como retilíneas. Esses foram os limites aplicados na classificação do perfil e plano de curvatura (curvatura de vertente ou forma do terreno) para a área de estudo.

Os atributos perfil de curvatura (côncavo, retilíneo ou convexo) e plano de curvatura (convergente, planar ou divergente) podem ser combinados para fornecer indicação da forma do terreno (FIGURA 12).

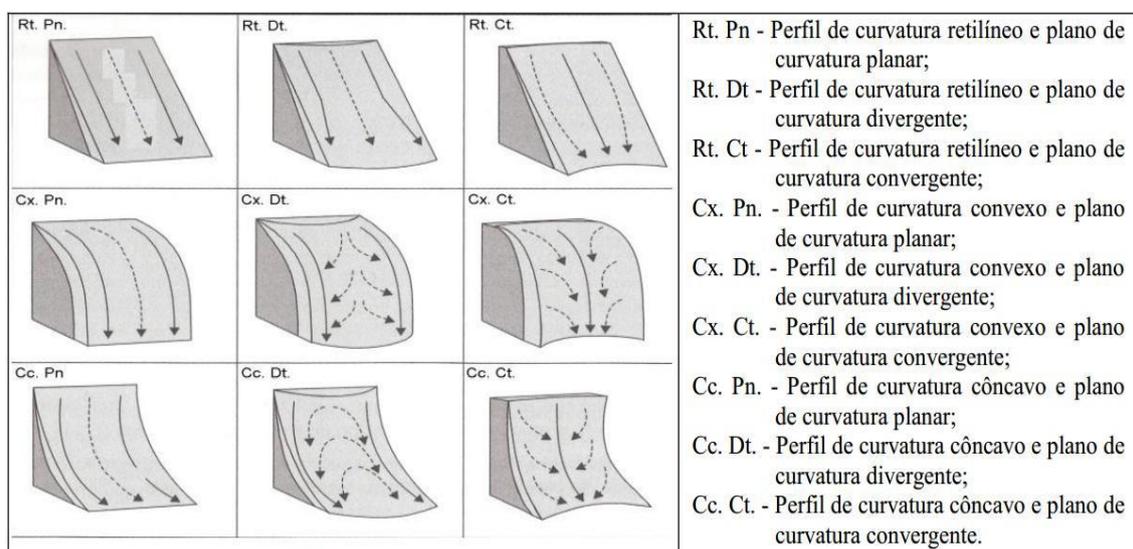


Figura 12 – Combinação das curvaturas para caracterização das formas do terreno. Adaptado de Huggett⁸ (1975) adaptado por Silveira (2010).

Diante do interesse específico de estudo, as classes de forma de terreno podem ser reagrupadas e representadas segundo Valeriano (2008b),

⁸ HUGGET, R. J. Soil Landscape Systems: A model of soil genesis. *Geoderma*, v.13, p.01-22, 1975.

pela forma côncavo-convergente (máxima concentração e acúmulo do escoamento), pela forma convexo-divergente (máxima dispersão do escoamento). As porções denominadas de retilíneo - planar compreende teoricamente as áreas de acumulação.

Doornkamp; King⁹ (1971 *apud* Valeriano, 2003b) mencionam que os estudos de compartimentação topográfica apontam o perfil de curvatura como uma das variáveis potenciais na identificação de unidades homogêneas do relevo. Na mesma linha, Valeriano (2003a) relembra a importância que a convexidade do relevo já exercia na época de William Morris Davis (1892) e Grove Karl Gilbert (1909) nas análises de distinção de sítios geomorfológicos.

2.2.3 Movimentos de Massa

Na tentativa de identificar, caracterizar e delimitar as feições de relevo simbolizadas destaca-se, os movimentos de massa, fenômeno morfodinâmico constante na paisagem da BHRI. Esta seção apresenta algumas questões conceituais sobre o fenômeno a ser representado, assim como algumas considerações acerca da elaboração do inventário de movimentos de massa.

O termo denominado de movimento de massa se aplica a qualquer movimento de uma vertente, propalado e controlado pela gravidade, cuja suas características podem variar de seco a úmido, lento a rápido, ou pequeno a grande, e de queda livre a gradual ou intermitente (CHRISTOPHERSON, 2012).

Fenômeno modelador da paisagem, Guidicini; Nieble (1984) definem os movimentos de massa como processos que envolvem uma massa ou um volume de solo e/ou rocha que se deslocam em conjunto, configurando um dos maiores processos de evolução e de desenvolvimento de vertentes, especialmente em regiões íngrimes e tropicais.

De modo geral, a classificação dos movimentos de massa esta baseada nos condicionantes do meio físico, que lhes proporcionam algumas características intrínsecas para classificá-los em relação a sua nomenclatura.

⁹ DOORNKAMP, J.C.; KING, C.A.M. **Numerical analysis in geomorphology: An introduction**. London: Edward Arnold Ltd., 372p, 1971.

Entre as várias classificações existentes na literatura, destacam-se Guidicini; Nieble (1984), Augusto Filho (1992), Fernandes; Amaral (2003), Oliveira (2010) e Varnes¹⁰ (1978 *apud* Coutinho, 2013). Esta última classificação pode ser visualizada no quadro 1.

TIPOS DE MOVIMENTOS			TIPO DE MATERIAL		
			Rocha	Detrito Predominantemente grosseiro	Terra Predominantemente fino
Queda			queda de rocha	queda de detritos	queda de terra
Tombamento			tombamento de rocha	tombamento de detritos	tombamento de terra
Escorregamentos	rotacional	poucas unidades	ruptura de rochas	ruptura de detritos	ruptura de terra
	translacional	muitas unidades	deslizamento de rocha	deslizamentos de detritos	deslizamentos de terra
Espalhamentos			espalhamento de rocha	espalhamento de detritos	espalhamento de terra
Fluxos			fluxo de rochas	fluxo de detritos	fluxo de terra
Complexos			(combinação de dois ou mais tipos)		

QUADRO 1 - Classificação dos movimentos de massa. FONTE: (Varnes, 1978 *apud* USGS, 2004).

No sentido de interagir com os mecanismos que ocorrem na área de estudo, serão destacados aqui, apenas os mecanismos denominados de escorregamentos/deslizamentos rotacionais (circulares), translacionais (planares) e em cunha, fluxos/corridas, rastejo e complexos.

Os deslizamentos são movimentos descendentes de material, em geral relativamente rápidos, que ocorrem predominantemente em superfícies de ruptura ou em zonas de cisalhamento (COUTINHO *et al.*, 2013). Eles podem ser classificados por sua geometria, material e características do movimento conforme definem Guidicini; Nieble (1984) e Augusto Filho (1992).

Os deslizamentos rotacionais apresentam segundo Guidicini; Nieble (1984), superfície de ruptura côncava e curva que se desloca habitualmente grande quantidade de material de forma rotacional. Augusto Filho (1992) salienta que esta tipologia geralmente ocorre em materiais de maior espessura homogênea contemplada por rochas muito fraturada.

¹⁰ VARNES, D. J. **Slope movement types and processes**. In S. KRIZEK (ed) *Slope movement types and processes*, Washington: p. 11-33, 1978.

Guidicini; Nieble (1984) caracterizam os deslizamentos translacionais por apresentarem um plano de ruptura abrupto, bem definido, planar, e por serem movimentos de rápida duração. Estes deslizamentos podem ser caracterizados com solos poucos espessos e rochas com um plano de fraqueza (AUGUSTO FILHO, 1992). Analogamente ao deslizamento rotacional, este mecanismo é bem frequente na área de estudo.

Deslizamentos em cunha ocorrem com a intersecção de mais de um plano em rocha, ou em solos saprolíticos que tenham preservado descontinuidades da rocha-mãe (COUTINHO *et al.*, 2013). Apresentam materiais variáveis, contemplados com solo e rocha com dois planos de fraqueza (AUGUSTO FILHO, 1992).

As corridas constituem o processo mais rápido de escoamento de uma massa de solo ou solo e rocha, capazes de envolver grandes volumes de massa com alto poder destrutivo e de transporte, atingindo grandes distâncias ao longo das drenagens ao longo de uma vertente (OLIVEIRA, 2010). Geralmente, ocorrem em áreas de alta declividade e elevadas amplitudes altimétricas na BHRI.

Para Oliveira (2010), os movimentos de massa denominados de rastejo correspondem a movimentos lentos e contínuos de uma massa de solo ao longo de uma vertente, sem o desenvolvimento de uma ruptura. Devido a esta velocidade, o referido autor salienta que este tipo de mecanismo pode ser identificado com antecedência ao constatar movimentações de solo, expressas geralmente por evidências, como árvores inclinadas ou tortuosas, degraus de abatimento e trincas no solo.

Com frequência, os movimentos gravitacionais de massa envolvem a combinação de um ou mais tipos de movimentos acima mencionados, sendo denominados de movimento complexo (COUTINHO *et al.*, 2013).

Embora não constatados na área de estudo, não se descarta a possibilidade da ocorrência de outros mecanismos, como as quedas, em virtude da área apresentar condicionantes do meio físico, tanto naturais (presença de áreas íngremes e blocos), quanto artificiais (taludes de corte), favoráveis à deflagração dos mesmos. Para Fernandes; Amaral (2003), as quedas podem ser compreendidas como movimentações rápidas envolvendo

blocos e/ou lascas de rocha, que se deslocam pela ação gravitacional, sem a presença de uma superfície de deslizamento, na forma de queda livre.

Com exceção do movimento de massa denominado de complexo, todos os mecanismos caracterizados e envolvidos na área de estudo podem ser visualizados na figura 13.

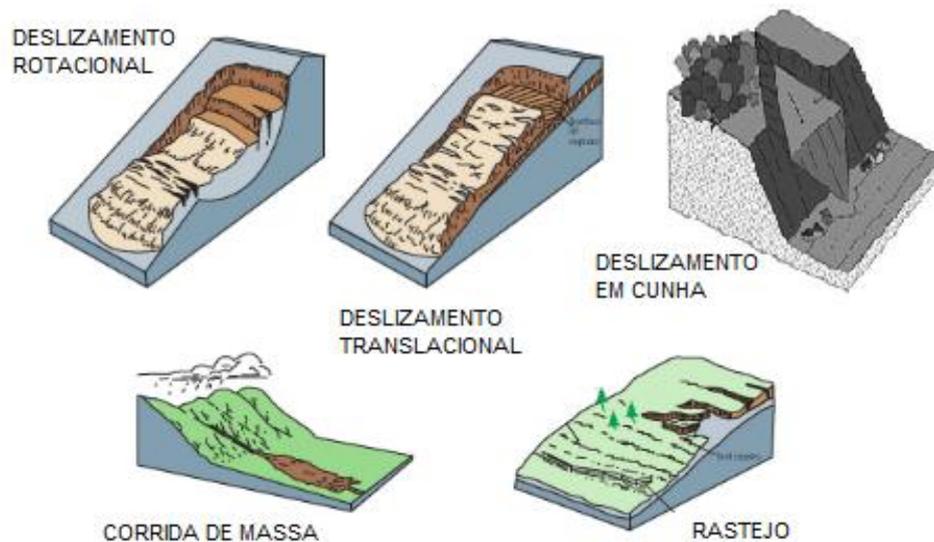


FIGURA 13 – Ilustração dos processos de movimentos de massa envolvidos no estudo.
FONTE: Adaptado de USGS (2004).

Definidos os mecanismos e geometrias, é preciso identificar o fenômeno, ou seja, localizar os movimentos de massa. Dessa maneira, torna-se essencial a elaboração de um mapa de inventário, que represente a distribuição espacial do referido fenômeno, podendo incluir tanto seus mecanismos e geometrias mencionados, como informações adicionais.

A documentação inerente ao inventário de movimentos de massa, procura garantir o registro dos processos ocorridos no passado e no presente com a finalidade de gerar dados de análise, visando à previsão de deslizamentos no futuro, bem como servir de base para a modelagem física dos processos, facilitando o avanço do conhecimento sobre os mecanismos dos movimentos (FERNANDES; AMARAL, 2003).

Para Macedo; Bressani (2013), a preparação do inventário de movimentos de massa é uma parte essencial de qualquer zoneamento/mapeamento. Este inventário envolve local, tipologia (mecanismo), volume ou área/comprimento/largura, e data de ocorrência do

movimento. O quadro 2 lista atividades típicas que são necessárias em um nível progressivo: básico, intermediário e avançado.

Nível	Atividades
Básico	Inventário realizado por fotos aéreas ou imagens de satélites. Inclui informações como: local, tipologia do movimento (mecanismo) e informações quantitativas. Identifica relação entre topografia, geologia e geomorfologia. Apresenta os resultados em forma de mapas contendo dados como: grids, drenagem, vias, topografias e outras informações que se tenha da área.
Intermediário	As mesmas atividades da fase básica mais: Distinguir diferentes partes do deslizamento. Mapear feições de deslizamento e contornos. Levantar informações sobre o histórico de deslizamentos na região. Analisar a evolução do uso da terra e como as interações do homem com o solo poderia ter influenciado as ocorrências.
Avançado	As mesmas atividades da fase intermediária mais: Preparar um inventário de dados geotécnicos. Programar investigações para uma melhor definição das condições geotécnicas. Análises geotécnicas para compreender os processos de instabilização. Catalogação de reativações de risco e informações dos períodos de atuação dos agentes desencadeadores para a geração de um inventário de períodos de ocorrência podendo aplicar em validações de aproximações mais avançadas.

QUADRO 2 - Atividades necessárias para a realização de um inventário de movimento de massa. FONTE: Macedo; Bressani (2013).

Percebe-se, que um mapa de inventário de movimentos de massa representa a distribuição espacial dos mesmos, podendo incluir diversas informações de acordo com os objetivos do estudo. Este mapa normalmente é construído com as informações complementares obtidas em atividades de campo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados constituem a base cartográfica digital da PMB (2012), contemplada por planialtimetria confeccionada nas atividades da restituição do levantamento aerofotogramétrico (AEROIMAGEM, 2003), elaborada na escala de 1:10.000 com curvas de nível equidistantes em 5 m e rede hidrográfica. Além da planialtimetria, utilizada oficialmente no município, a referida base contempla imagens de satélite QUICKBIRD - DIGITALGLOBE (2009), com resolução espacial de 60 cm.

Para fornecer um suporte na análise das imagens de satélite, foram utilizadas os dados geoespaciais do Aerolevramento do estado de Santa Catarina (2013), na escala de 1:5.000, constituída de Ortofotomosaico na região do visível (RGB) e infravermelho (IR), contemplada por fotografias aéreas digitais coloridas e infravermelhas com resolução espacial de 39 cm e ortomosaico em recorte do mapeamento topográfico sistemático na escala de 1:10.000, colorido e composição falsa cor (SDS, 2013). Soma-se a isso, a análise de imagens ©2015 CNES/Astrium do GOOGLE EARTH (2015).

O processamento dos dados matriciais e vetoriais foi conduzido através da utilização do *software ArcGIS 10.2.2* (ESRI, 2014), no qual foram gerados todos os procedimentos operacionais, bem como os produtos cartográficos que subsidiaram a carta geomorfológica (apêndice 1).

Por fim, nas atividades de campo, foi utilizado um aparelho GPS de navegação modelo Garmim etrex vista hcx e uma máquina fotográfica digital modelo Fujifilm série FINEPIX S6800.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Digitalização dos Dados Cartográficos

Os dados em estrutura matricial e vetorial foram reprojutados no sistema de coordenadas *Universal Transversal Mercator* (UTM), referenciado no *Datum horizontal Sirgas 2000* (SIRGAS 2000), meridiano central 51º oeste

de *Greenwich* (fuso 22 sul), onde foram organizados e armazenados em um banco de dados em Sistema de Informações Geográficas (SIG).

3.2.2 Determinação do tamanho das células do MDT

A partir dos dados planialtimétricos acima mencionados e da rede de drenagem, foi efetuada a elaboração do MDT da área de estudo, sendo que este pode influenciar diretamente na obtenção dos atributos topográficos que se deseja elaborar.

Dessa maneira, a maioria das características técnicas que vão influenciar na geração do MDT é controlada pela escolha da resolução do pixel, representada sobre a superfície terrestre em metros. Dependendo do tamanho do pixel escolhido, a informação pode ser detalhada ou generalizada (KUO *et al.*, 1999; STEIN *et al.*, 2001).

Para Hengl (2006), não existe uma resolução de pixel ideal para calcular os parâmetros da superfície terrestre. Segundo o autor, a resolução selecionada deve ser conveniente para representar e descrever as características reais da área a ser estudada de acordo com os objetivos propostos.

Hengl (2006) considera que a resolução do pixel adequada pode ser estimada segundo variáveis consideradas nas equações (1) e (2), sendo esta a proposição adotada no presente trabalho.

As variáveis estabelecidas para estimar o tamanho máximo compatível para a resolução da grade encontram-se descritas na equação (1):

$$p \leq \frac{A}{2 \cdot \sum l} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

A = corresponde ao tamanho da área;

l = comprimento total de contorno (curvas de nível) dentro da área analisada

A equação (2) pode ser aplicada para estimar o menor valor tolerável da resolução do pixel, adotando-se uma área amostral de 5% da área total, sendo esse o tamanho mínimo compatível para a resolução da grade:

$$p \geq \frac{A}{2 \cdot \sum l} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

A = corresponde a 5 % do tamanho da área analisada;

l = comprimento total de contorno (curvas de nível) dentro da área correspondente a 5 % da área total analisada.

3.2.3 Elaboração do MDT

Adotando a referida proposição, obteve-se o valor mínimo de resolução aceitável de ≥ 7 m, valor muito próximo do máximo aceitável que foi de ≤ 9 m, ou seja, considerando as características do relevo, o tamanho do pixel ideal está entre 7 e 9 m.

A proximidade entre os valores mínimos e máximos obtidos, esta diretamente relacionada à equidistância das curvas de nível do local (5 m). Levando em consideração o valor mínimo e máximo obtido, ficou definido o valor de 8 m como sendo o valor do pixel adotado para a geração do MDT da área analisada.

Inerente ao processo de construção do MDT encontra-se a interpolação espacial, podendo ser definida como o procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos (BURROUGH, 1998). Seu objetivo consiste em inferir a cota de um ponto (uma célula de grade), com base nas cotas de outros pontos, numa vizinhança conhecida e pré-definida.

O interpolador empregado para a geração da grade retangular foi o TOPOGRID *Australian National University* (ANUDEM), desenvolvido por Hutchinson (1989), criado para obter uma melhor representação da característica anisotrópica (ou direcional) do relevo.

Esse processo de interpolação contempla dados de altimetria (curvas de nível) e hidrografia, gerando um MDT hidrológicamente consistente. A utilização da drenagem e outros corpos d'água suavizam e aumentam sensivelmente a precisão dos modelos gerados (FERNANDES; MENEZES, 2005).

Após a etapa da obtenção do MDT foi realizada a eliminação das depressões espúrias, ou falsas depressões, que não foram removidas durante seu processamento. Dessa forma, foi utilizado a ferramenta FILL do ArcGis, sendo posteriormente gerado um novo MDT, que serviu como base para a obtenção dos atributos topográficos utilizados para auxílio do mapeamento do relevo da área de estudo.

Esses atributos forneceram um suporte para a análise das informações morfológicas (morfográficas e morfométricas) do relevo e possibilitaram por meio de reclassificação, o cruzamento de dados para manipulação de álgebra de mapas¹¹. Os atributos utilizados foram: declividade, perfil de curvatura, plano de curvatura, curvatura de vertentes/forma do terreno, amplitude altimétrica relativa e o relevo sombreado.

3.2.4 Atributos Topográficos

As operações para a geração dos atributos topográficos foram executadas por meio de janelas móveis 3x3 no MDT (Figura 14-a). Essa técnica consiste em calcular os parâmetros de uma célula central sustentado nos valores da elevação das oito células vizinhas, deslocando-se sobre a grade (Figura 14-c) onde é executada uma varredura com essa janela sobre o conjunto total de dados. O espaçamento da grade, resolução das células, pode ser representado na Figura 14-b.

¹¹ Cruzamento realizado por meio da ferramenta álgebra de mapas consiste em uma técnica que representa o conjunto de procedimentos de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais níveis de informação (TOMLIN, 1983).

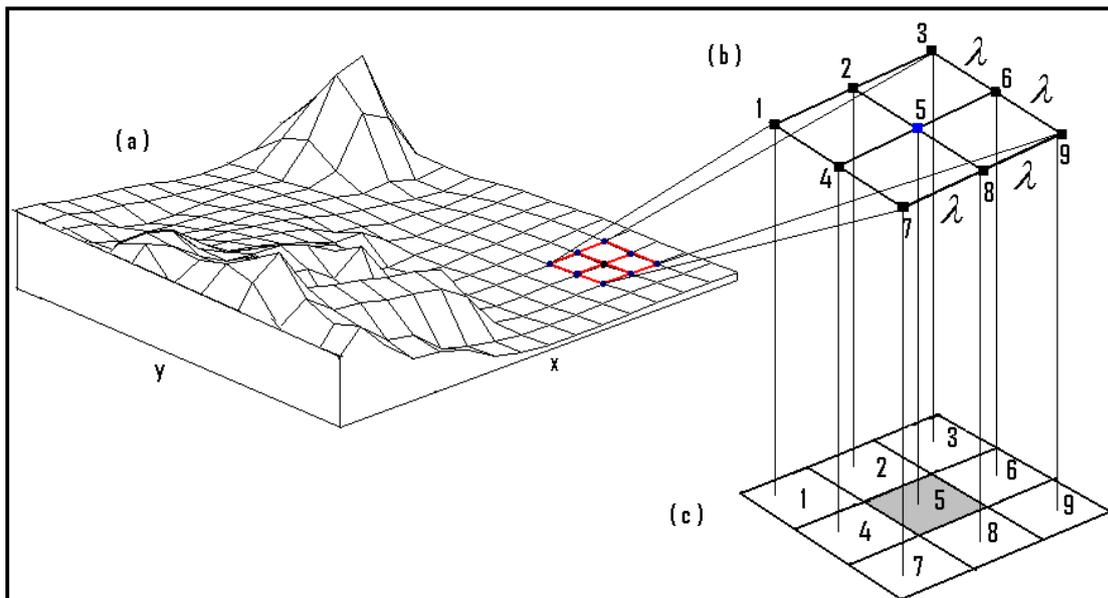


FIGURA 14 – Representação do MDT na estrutura GRID e janela móvel 3x3.
 FONTE: SILVEIRA (2010).

As operações sobre o MDT permitiram calcular para o atributo declividade, as derivadas direcionais empregando a vizinhança local 3 x 3, representadas na figura 15, onde os valores (Z) são representados pelas elevações pontuais, distribuída regularmente numa matriz.

Z_1	Z_2	Z_3
Z_4	Z_5	Z_6
Z_7	Z_8	Z_9

FIGURA 15 - Vizinhança local da janela móvel 3x3.

O polinômio empregado no cálculo das derivadas direcionais para a declividade e relevo sombreado foi de Horn (1981), e para o perfil e plano de curvatura foi de Zevenbergen; Thorne (1987). A opção se deve em virtude de ser o cálculo adotado na extensão do *ArcGis*, do módulo *Spatial Analyst* (ESRI, 2014).

Para a elaboração do cálculo de declividade, os valores podem ser expressos tanto em porcentagem (%) como em graus ($^{\circ}$), sendo ambas as maneiras adotadas na tentativa de identificar e mapear a morfologia da BHRI.

A utilização em graus foi aplicada tanto para identificar os modelados e padrões de relevo, quanto para mapear diferentes formas de relevo simbolizadas, aplicando os intervalos dos valores de declividade da proposta original e adaptada de mapeamento automatizado de Weiss (2001), correspondentes a valores superiores e inferiores a 5° e 7° , respectivamente.

Na tentativa de estimar o ICR e caracterizar a área de estudo, conforme os intervalos das classes de declividade estabelecidas pela Embrapa (1999; 2006) foram aplicados os valores em porcentagem (Figura 16a).

Para a obtenção do atributo perfil de curvatura, verificam-se valores positivos ($> 0,01$) para os segmentos de vertentes côncavos, valores negativos para segmentos convexos ($< - 0,01$) e valores nulos, igual ou próximo de zero, para segmentos retilíneos (Figura 16b). Sua elaboração ocorreu para fins de representação inerente às formas de relevo simbolizadas, bem como para os padrões de relevo.

Na representação do plano de curvatura (Figura 16c), o referido atributo encontra-se discretizado em três categorias, expressas por segmentos divergentes ($> 0,01$) segmentos planares (valores nulos, igual ou próximo a zero) e segmentos convergentes ($< - 0,01$). Esse atributo foi utilizado para representar formas de relevo simbolizadas.

Para representar a combinação dos atributos perfil e plano de curvatura (forma de terreno/curvatura de vertente) se manteve os valores aplicados do plano de curvatura, sendo nomeado em curvatura côncavo-convergente, convexo-divergente e retilíneo - planar (Figura 16d). O objetivo de se elaborar este atributo foi o de representar as formas de curvatura de vertentes presentes na elaboração da carta geomorfológica da BHRI (Apêndice 1).

O atributo amplitude altimétrica de relevo utilizou os valores altimétricos oriundos do MDT (Figura 16e). Esse atributo teve seus valores segmentados em classes conforme metodologia do CPRM/IPT (2014), sendo adaptadas para a área em análise para melhor representar os padrões de relevo. Os valores resultantes foram: <50 , <70 , $70-160$, $160-300$, >300 .

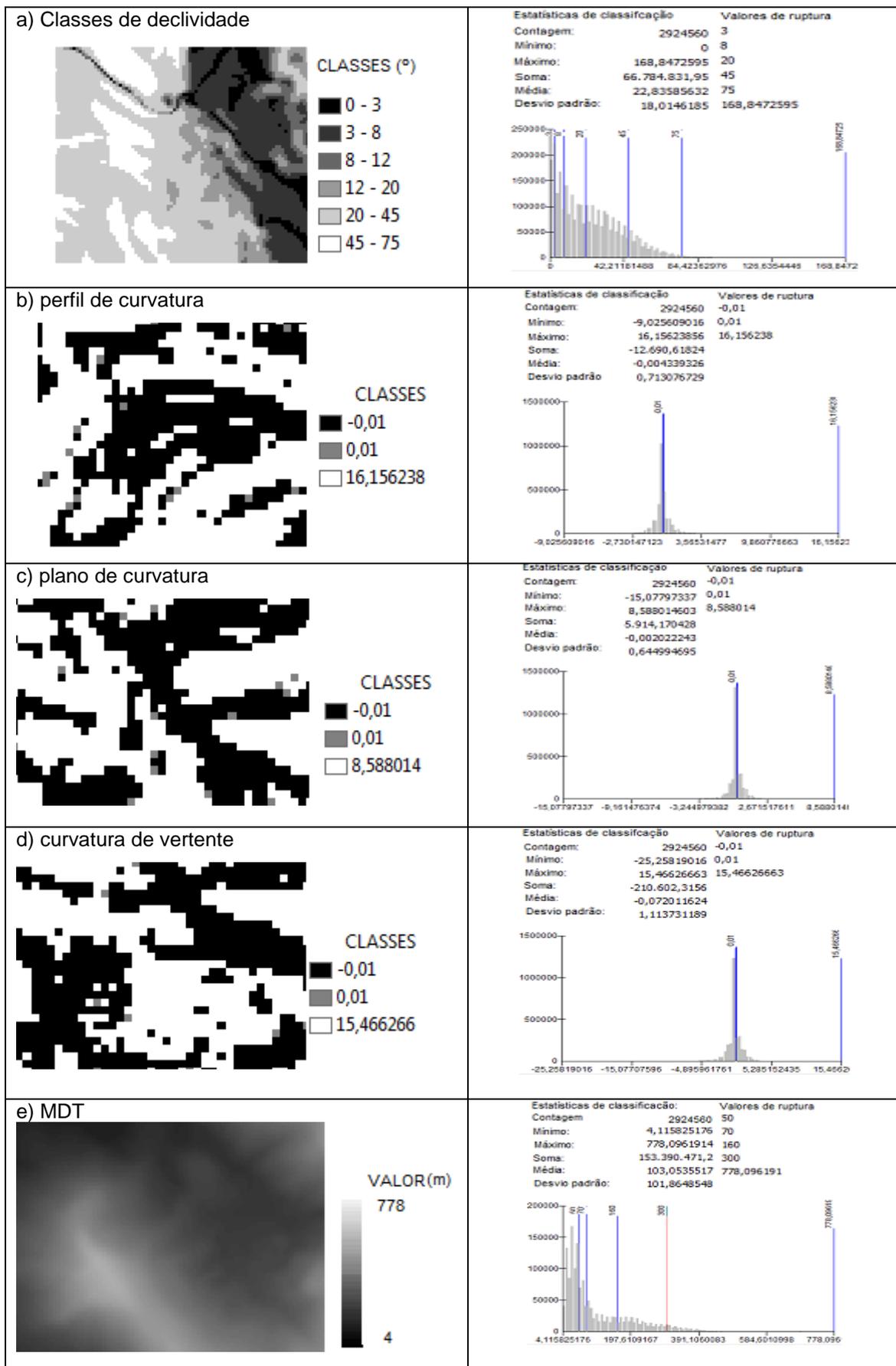


FIGURA 16 - Segmentação das classes dos atributos, com seus respectivos histogramas.

A utilização do atributo topográfico denominado de relevo sombreado possibilitou a compartimentação do relevo, identificando, assim, os modelados, traçando os lineamentos e identificando feições de relevo existentes na área de estudo por meio da aplicação da técnica proposta por Soares; Fiori (1976).

Embora esta técnica tenha sido elaborada para atividades de estereoscopia analógica, pode ser utilizada também na estereoscopia digital e/ou complementada pela utilização de MDT e seus produtos derivados, uma vez que esta técnica estabelece um processo de forma sistemática, codificada e lógica de interpretação das imagens, sendo contemplado em 03 etapas: foto leitura, foto análise, e foto interpretação.

Na tentativa de atenuar a problemática referente à luminosidade do relevo neste atributo topográfico, optou-se por adotar a proposta de Valeriano (2007), que sugere que o relevo é mais claramente visualizado quando o ângulo azimutal for posicionado ao Norte (entre NE e NW).

No Cráton Luis Alves, onde a área de estudo encontra-se inserida, estudos realizados por Kaul; Cordani¹² (2000, *apud* IBGE 2002a) apontam que uma das direções estruturais predominantes e com maior frequência, é de N20E, sendo esta a direção do azimute de iluminação adotada e complementada com o ângulo de elevação solar de 45° (Figura 17).

¹² KAUL, P.F.T.; CORDANI, U.G. Geochemistry of the Serra do Mar granitoid magmatism and tectonic implications, Southern Brazil. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, v.30, n.1,p.115-119, mar. 2000.

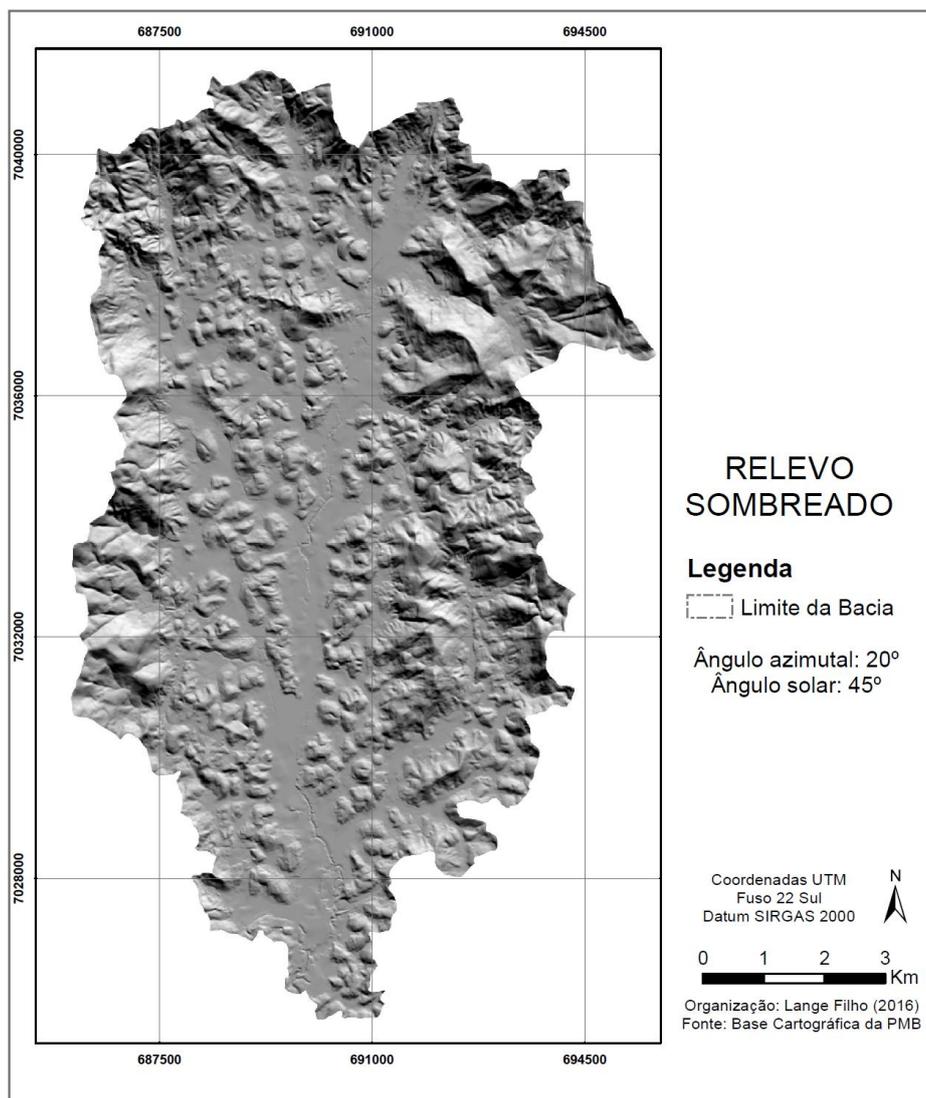


FIGURA 17 - Relevo sombreado.

3.2.5 Taxonomia e Mapeamento

As concepções metodológicas e sistemáticas de ordenamento hierárquico de representação do relevo foram aplicadas de maneira parcial no presente estudo, onde foi abordado o quarto táxon, como o modelado e o quinto táxon, como formas de relevo simbolizadas, conforme proposta de IBGE (2009), bem como o quarto táxon, sendo os padrões de relevo, quinto táxon, sendo os tipos de vertentes e o sexto táxon, como sendo as formas de processos atuais de Ross (1992).

Cabe mencionar, que o quinto táxon na proposta do IBGE (2009), é o equivalente ao quinto e sexto táxon de Ross (1992), pois contempla neste mesmo nível taxonômico, tanto os tipos de vertentes como a forma dos processos atuais. Embora não tenham sido abordados os três primeiros níveis taxonômicos, os mesmos encontram-se descritos na legenda da carta geomorfológica da BHRI (apêndice 1).

Nesse patamar, os níveis taxonômicos aqui abordados foram denominados de Modelados e Padrões de Relevô (quarto táxon) e Formas de Relevô Simbolizadas (quinto/sexto táxon). Os procedimentos e as etapas operacionais para a elaboração da carta geomorfológica encontram-se detalhados no fluxograma ilustrado na figura 18.

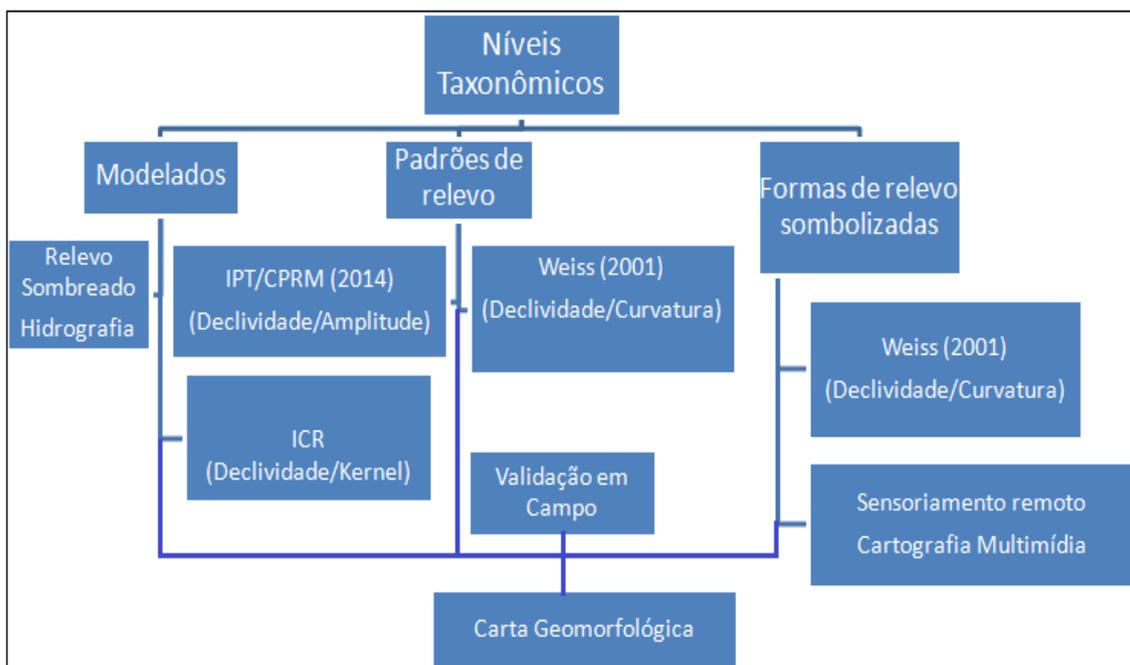


FIGURA 18 - Fluxograma das etapas operacionais.

3.2.6 Modelados e Padrões de Formas de Relevô

Para mapear e caracterizar os modelados existentes na área de estudo, foi realizado a leitura, análise e interpretação visual do atributo topográfico relevo sombreado em consonância com a rede hidrográfica. Essa visualização possibilitou a identificação das zonas homólogas texturais do relevo, separando-as em modelados de acumulação e dissecação, com suas respectivas tipologias.

Na tentativa de complementar o mapeamento da área de estudo com a quantificação da dissecação do relevo foi adotado o Índice de Concentração de Rugosidade - ICR, concebido conforme metodologia elaborada por Sampaio, referenciada em Souza; Sampaio (2010) e Sampaio; Augustin (2014).

Esta ferramenta metodológica possibilita a compartimentação e quantificação do relevo a partir da análise dos padrões de distribuição espacial dos valores da declividade. Esta análise é obtida pelo estimador de densidade de Kernel¹³ ferramenta geoestatística presente na maioria dos *softwares* SIG.

Sampaio; Augustin (2014, p. 52) salientam que:

O ICR diverge da análise pontual do relevo (pixel a pixel), ao considerar o padrão espacial de distribuição dos valores de declividade. Assim, os valores medidos e distribuídos de forma contínua ou descontínua são avaliados em conjunto e fornecem padrões morfológicos de dissecação, os quais podem tomar em consideração escalas locais e regionais, o que o torna diferente dos valores de declividade observados individualmente em cada pixel, os quais podem localmente apresentar valores distintos do padrão de dissecação no qual se encontram inseridos.

Metodologicamente, o ICR pode ser incorporado para descrever e diferenciar padrões locais (ICR Local) ou globais (ICR Global) de relevo, sendo na presente pesquisa adotado o ICR Local.

Para realizar a aplicação desta proposta, foi necessária a utilização do atributo declividade, cujos valores são calculados em porcentagem e posteriormente convertidos para arquivo de pontos (vetorial), armazenando-se como atributo os valores de declividade.

Dessa forma, é possível a aplicação do estimador de Kernel, sendo necessária a inclusão dos valores de declividade anteriormente armazenados, bem como a definição do tamanho do raio de análise (Figura 19) a ser empregado.

¹³ O estimador de *Kernel* pretende obter uma estimativa suavizada de uma densidade de probabilidade, baseado em um conjunto de eventos observados dentro de um raio determinado (raio de Kernel) (BAILEY; GATRELL, 1995).

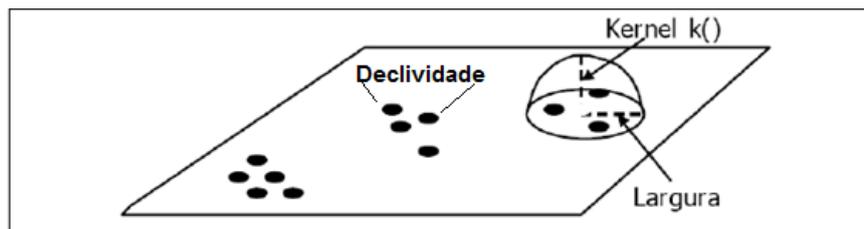


Figura 19 - Estimador de intensidade de Kernel
 FONTE: Adaptado de Câmara; Carvalho (2002).

Em relação a esta definição, Sampaio; Augustin (2014) assinalam que a escolha da área analisada (raio de Kernel) interfere diretamente na capacidade do ICR em diferenciar distintas unidades de relevo, sendo que, quanto maior esta área, mais uniformizadas serão as distintas formas identificadas.

Embora o ICR Local apresente autonomia quanto à escolha do número de classes, diferentes intervalos e área de análise livre (raio de kernel), Sampaio; Augustin (2014) sugerem o emprego de 564 m de raio (1 km²) como valor de partida para as análises, assim como o uso de *quantis* na definição dos limites dos intervalos e o agrupamento inicial dos valores obtidos em cinco classes.

Assim, além do raio acima recomendado, diferentes valores foram testados, sendo encontrado como mais adequado o valor de 356 metros, ou 0,40 km². Este valor suaviza a matriz gerada e possibilita uma interpretação visual e estatística mais generalizada para o quarto nível taxonômico onde os modelados se encontram.

A representação dos modelados e suas respectivas tipologias são apresentadas por um conjunto de letras que representam a natureza genética, a tipologia dos modelados, e as classes inerentes aos índices de dissecação do relevo.

Dessa forma, optou-se pela seguinte representação cartográfica:

- Modelados de Acumulação (A). Diferenciados em função de sua gênese, são separados por: Planície Fluvial (Apf) e Rampas de Colúvio (Arc);
- Modelados de Dissecação (D). Segmentados em função de sua tipologia: Estrutural (DE) e Homogênea (D);

- Índices de dissecação: Muito baixo (1), baixo (2), médio (3), alto (4) e muito alto (5).

Cada modelado encontra-se atrelado ao seu respectivo padrão de formas de relevo em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, caracterizados por morfometrias e morfologias que lhes são intrínsecas.

Para a obtenção dos padrões de formas de relevo foram adotadas duas propostas metodológicas distintas, com um objetivo em comum: identificar os principais padrões morfológicos presentes na área de estudo. Para tal, foi adotada tanto a proposta de mapeamento do CPRM/IPT (2014), como a proposta automatizada de WEISS (2001).

Da metodologia proposta pelo CPRM/IPT (2014) foram utilizados os critérios quantitativos definidos para identificar os principais padrões de relevo cujos parâmetros são extraídos a partir da conjugação de informações básicas, oriundas da amplitude altimétrica e declividade. Importa mencionar que os valores dos referidos parâmetros foram modificados em relação à proposta original para melhor representar a área de estudo.

Primeiramente, com base no MDT, foi gerada a delimitação das bacias hidrográficas efetuada de forma automática (ferramenta *watershade* no *ArcGis*) resultando em 962 micro bacias (Figura 20), com o objetivo de possibilitar o mapeamento das amplitudes altimétricas¹⁴ do relevo (ferramenta *Zonal Statistics* no *ArcGis*), para posteriormente efetuar o cruzamento (ferramenta Álgebra de mapas no *ArcGis*) com as classes de declividade descritas na tabela 3.

¹⁴ Cabe destacar que a amplitude de relevo se refere à diferença entre a altitude de um ponto e altitude do nível de base local. A amplitude relativa de um relevo é dada pelas alturas ou cotas relativas, que não devem ser confundidas com a altitude absoluta, que é tomada em relação ao nível do mar ou superfície de referência (GUERRA; GUERRA, 2011).

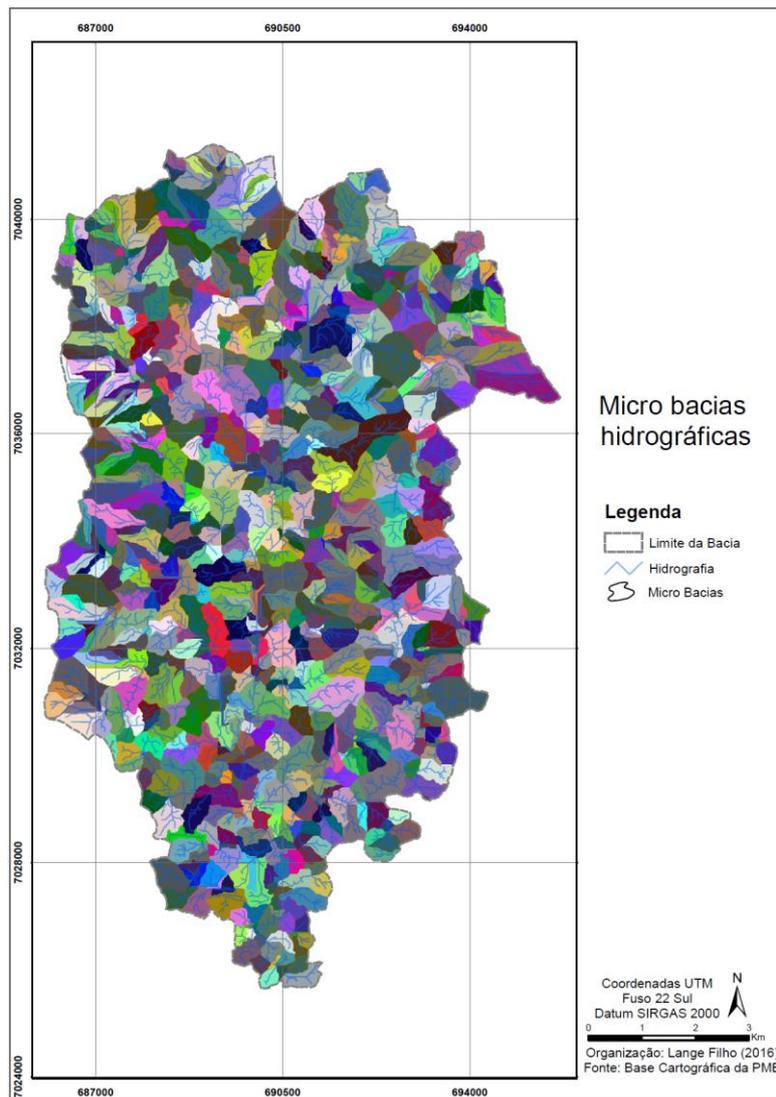


FIGURA 20 - Micro bacias hidrográficas da BHRI.

TABELA 3 - Padrões de Relevo e parâmetros básicos.

Padrões de Relevo	Amplitude (m)	Declividade	
		(Graus) °	Percentual %
Planícies Fluviais	< 50	< 5	< 8
Planícies Fluviais isoladas*	< 50	< 5	< 8
Colinas	<70	>5	>8
Morros baixos	70 a 160	>5	>8
Morros altos	160 a 300	>5	>8
Serras	> 300	>5	>8

*Classe não contemplada pela proposta de CPRM/IPT (2014). Foram consideradas planícies fluviais isoladas, aquelas áreas sem ligação direta com a planície do ribeirão Itoupava. FONTE: Adaptado de CPRM/IPT (2014).

Inicialmente, a escolha da bacia hidrográfica se deu em virtude desta unidade considerar os limites naturais da paisagem e se adequar melhor ao cálculo da amplitude altimétrica, considerando a vertente como um todo.

Contudo, ao elaborar o cruzamento destas variáveis do relevo de maneira automática foi verificado que os resultados não se apresentaram de maneira satisfatória, pois houve situações em que dois ou mais padrões de relevo representaram na realidade um mesmo padrão, tanto nas planícies, como nas vertentes (Figura 21).

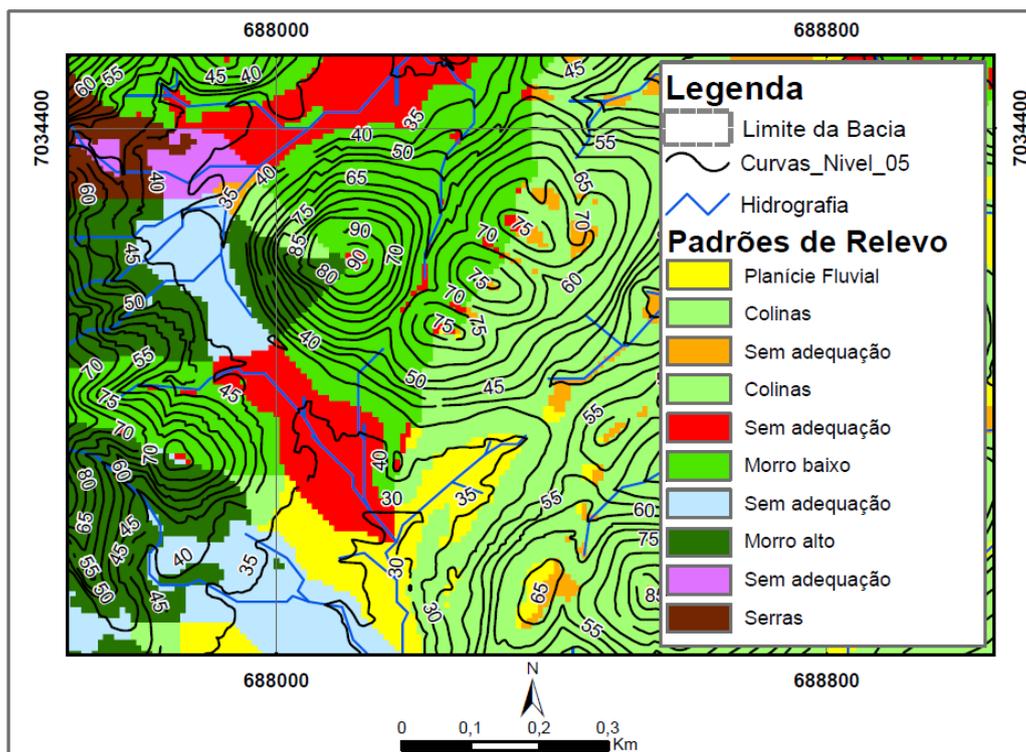


FIGURA 21 - Recorte amostral dos padrões de relevo na BHRI.

Na tentativa de solucionar esta problemática, optou-se pela delimitação manual das classes de padrões de relevo contidas na área de estudo. Diante disso, para facilitar esta delimitação, cujos critérios quantitativos das duas variáveis se encontram na tabela 3, foram elaboradas as seguintes etapas:

- a. Aplicação do processo de generalização (filtro) do arquivo de declividade para supressão de ruídos;
- b. Conversão de formato matricial para vetorial do referido arquivo, resultando em vários polígonos correspondentes às respectivas classes, sendo suprimidos os polígonos menores do que 1.000

m². Tanto esta supressão, como aquela do item anterior, foram elaboradas com o intuito de eliminar fragmentos esparsos entre os padrões de relevo. A adoção facultativa de áreas inferiores a 1.000 m² levou em consideração a escala (1:12.500) de representação da carta geomorfológica da BHRI, onde em um quadrado, por exemplo, áreas inferiores a referida medida apresentaram no máximo 0,3 cm de escala gráfica;

- c. Com suporte visual nos referidos polígonos, foram delimitados novos recortes espaciais, que posteriormente serviram como dado de entrada para uma nova obtenção das amplitudes altimétricas;
- d. Os recortes espaciais foram delimitados nas áreas correspondentes aos polígonos com valores de declividade inferior a 5^o, considerando as áreas de planície fluvial. As demais áreas planas localizadas nos topos, terço superior, médio e inferior de encosta, foram incorporadas para as áreas correspondentes às vertentes;
- e. Nos polígonos com valores superiores a 5^o de declividade, os recortes espaciais foram delimitados considerando a vertente em toda a sua extensão, correspondente entre o topo e as planícies fluviais, quanto a sua visualização longitudinal. Em relação aos limites laterais das vertentes, foram considerados os talwegues, correspondentes a intersecção de padrões de relevo que apresentaram amplitudes altimétricas distintas.

Esse contexto pode ser compreendido no interior do círculo vermelho presente na figura 22.

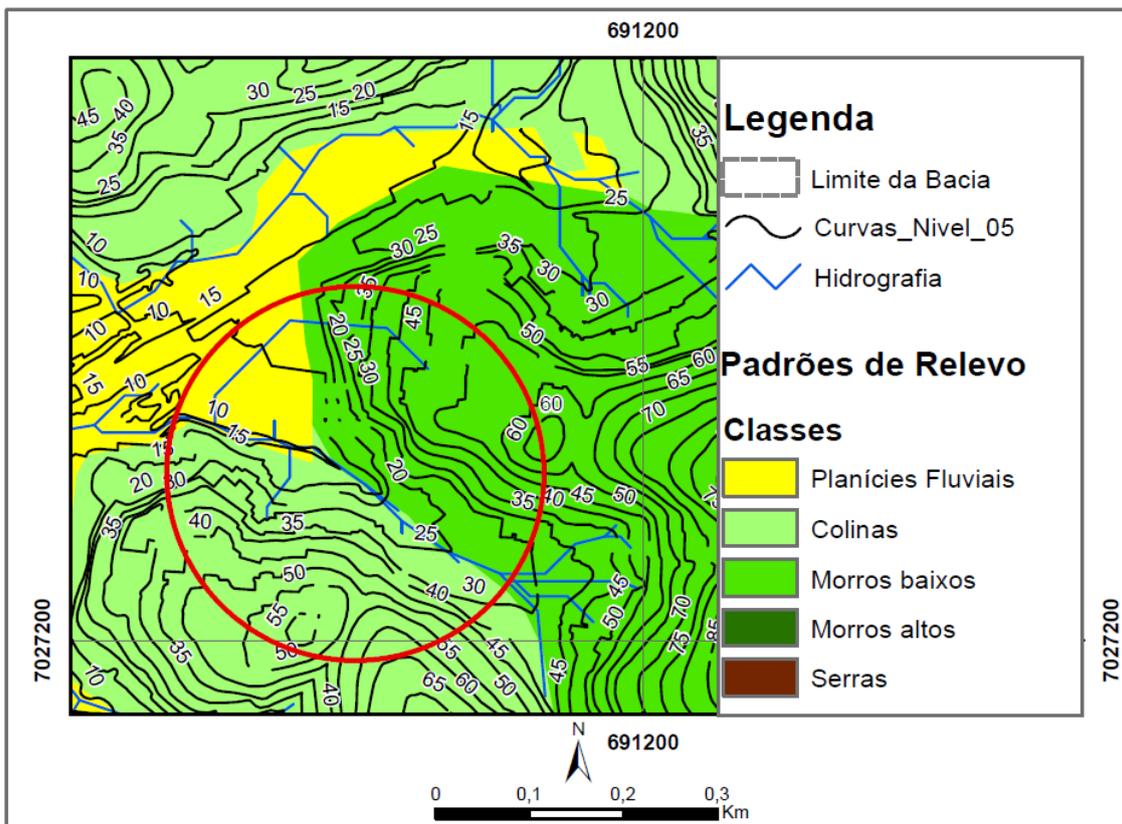


FIGURA 22 - Recorte amostral da divisão entre os padrões de relevo na BHRI.

Após esses procedimentos foi gerado um novo arquivo utilizando a ferramenta *Zonal Statistics*, que possibilitou a visualização das novas amplitudes altimétricas e conseqüentemente resultou no mapa de padrões de relevo, cujas classes de declividade já se encontravam incorporadas.

A utilização da metodologia proposta por Weiss (2001) teve como objetivo complementar os padrões de relevo ao tentar identificar as rampas de colúvio. Conseqüentemente, esta tentativa automatizada possibilitou a identificação e o mapeamento de algumas feições de relevo simbolizadas representadas por fundos de vale e as cristas/topos presentes na área de estudo.

Esta metodologia utiliza dados de MDT e calcula para cada pixel a declividade e a diferença na elevação com os vizinhos e a partir destas variáveis é atribuída uma classe de relevo (planície, vale, planalto) a cada pixel da área de estudo. Entre outras variáveis envolvidas, destaca-se a janela amostral caracterizada pela representação matricial (grade) de uma

determinada área, que por sua vez, está diretamente associada à sua tipologia e tamanho.

A tipologia pode ser representada em: retangular, circular (adotada no presente trabalho), anelar (adotada na proposta original de Weiss) ou irregular.

A definição do tamanho da janela amostral em conjunto com a resolução espacial adotada na geração do MDT resultará em raios (dimensões variadas), retratando ou não, a fidedignidade das formas de relevo na paisagem, pois o emprego de janelas maiores, por exemplo, pode converter feições de cristas em fundos de vale, ou seja, a representação do TPI é, portanto, dependente do fator de escala.

Assim, para Batista *et al.* (2013) o mesmo ponto na crista da montanha pode ser considerado uma feição ou um padrão de relevo na paisagem, sendo sua classificação dependente inteiramente da escala e objetivo de análise, como exemplifica a figura 23 que evidencia três escalas de abordagem para a definição do raio de análise.

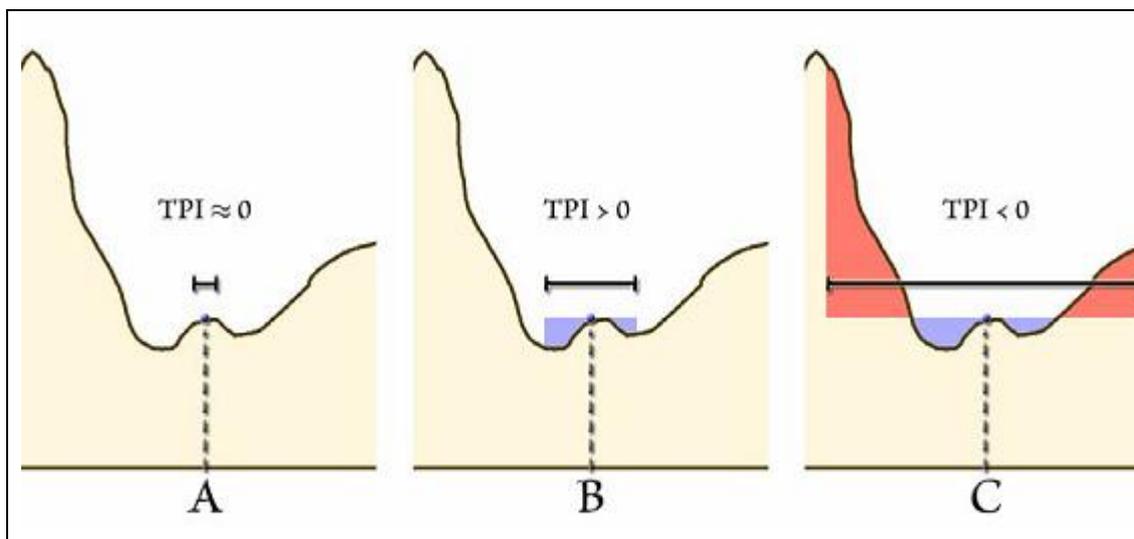


FIGURA 23 - Comparativo entre 03 escalas diferentes.
FONTE: JENNESS (2006).

Em cada caso, o ponto de referência está localizado no topo de uma pequena colina situada no interior de um vale maior. No caso A o tamanho do raio de análise é pequeno o suficiente para que o ponto tenha a mesma elevação em toda a região analisada, de modo que o TPI seja aproximadamente 0.

No segundo caso, a janela amostral é grande o suficiente para contemplar toda a colina, e o ponto apresenta maior elevação que seus vizinhos, resultando em valores positivos do TPI. Por fim, no último caso, a vizinhança inclui as colinas de ambos os lados do vale e, portanto, o ponto se encontra mais rebaixado que a elevação média do seu entorno e os valores do TPI são negativos.

A proposta de Weiss (2001) é derivada de um algoritmo que mensura a diferença entre a elevação de um ponto central (Z_0) e a média de elevação (Z) ao seu redor com um raio predeterminado (R), expresso pela equação (3):

$$TPI = Z_0 - Z$$

Equação (3)

Para reproduzir a proposta de Weiss (2001), foi utilizada a ferramenta *Focal Statistic* no *ArcGis*, que consistiu em testar diferentes tamanhos de janelas amostrais circulares. Para isso, foram testadas varias janelas, destacando-se as de 10, 25, 30 e 200 pixels, que correspondem a áreas circulares (raios) de 80, 200, 240 e 1600 m, respectivamente.

Ao contrário das rampas de colúvio, cujo objetivo foi de representá-las nos padrões de relevo (escala maior), os fundos de vale e cristas/topos devem ser representados nas formas de relevo simbolizadas (escala menor). Dessa forma, suas análises ocorreram separadamente de acordo com o tamanho da janela testada.

Após a geração dos arquivos correspondentes às referidas janelas, estas foram submetidas ao cruzamento com o MDT para gerar o TPI cujos valores foram segmentados em cinco classes em intervalos, considerando testes de desvio padrão tanto para as rampas de colúvio (Figura 24A), quanto para os fundos de vale (Figura 24B).

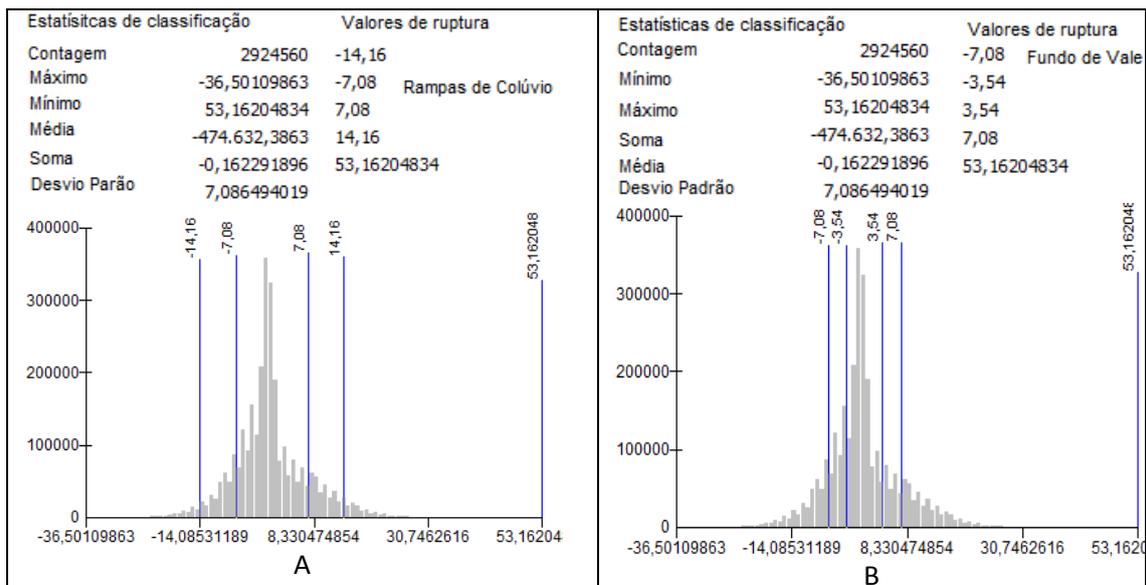


FIGURA 24 - Exemplo de classificação de valores de desvio padrão para a janela amostral circular de 30 pixels. A figura 24a, ilustra o teste de desvio padrão para a representação das rampas de colúvio. Analogamente, a figura 24b exibe o teste realizado para os fundos de vale. Diferentemente das rampas de colúvio e fundos de vale, as cristas/topos são representadas espacialmente apenas pela variável referente ao tamanho da janela amostral, ou seja, os valores de desvio padrão permanecerão constantes.

Para as quatro janelas acima mencionadas, o intervalo do valor correspondente a um desvio padrão para as rampas de colúvio, apresentou maior semelhança com a realidade local, adotando-se este intervalo para as mesmas.

Posteriormente, foram utilizados os atributos topográficos curvatura de vertente e declividade. Os valores das classes de curvatura de vertente foram: segmentos convexo-divergentes ($>0,01$) segmentos retilíneo - planar (valores nulos, igual ou próximo a zero) e segmentos côncavo-convergentes ($< - 0,01$). Em relação à declividade as classes foram segmentadas em 02 intervalos: inferior e superior a 7° ou 12% de declividade.

Essas classes de declividade foram estabelecidas com o intuito de possibilitar a identificação das rampas de colúvio no intervalo inferior à 7° , pois conforme Guerra; Guerra (2011) o termo rampa de colúvio é proposto por Bigarella e Mousinho (1965), para descrever "formas de fundo de vale suavemente inclinadas, associadas a depósitos coluviais que se interdigitam ou recobrem sedimentos aluviais quaternários". Ocorrem geralmente em setores de baixa encosta, em segmentos côncavos ou depressões do relevo nos anfiteatros complementa IBGE (2009).

Dessa maneira, a tentativa de identificar as rampas de colúvio ocorreu por meio do cruzamento da declividade ($< 7^\circ$), com a curvatura de vertente (côncavo-convergente), e com o arquivo do TPI (valores negativos mais próximos de zero, pois não representam fundos de vale mais entalhados ou em "V").

Consequentemente as áreas com valores negativos (mais distantes de zero) com declividade superior a 7° foram classificadas como fundo de vale. As áreas com os valores positivos mais elevados, independente da classe de declividade foram classificadas como cristas/topos. As demais combinações foram omitidas, visto que, não possibilitaram a identificação de outros padrões ou feições significativas do relevo presentes na BHRI.

Após a obtenção dos arquivos acima mencionados, houve a reclassificação dos mesmos, sendo atribuídos os seguintes valores:

- Declividade: inferior a 7° (1) e superior a 7° (2);
- TPI: valores negativos (i e ii) (10 e 20) e valores positivos (iii, iv e v) (30, 40 e 50). Ambos os valores variam conforme a janela amostral testada;
- Curvatura de vertente: Inferior a -0,1/côncavo-convergente (100), entre -0,1 a 0,1/retilíneo-plano (200) e valores superiores a 0,1/convexo-divergente (300).

Uma vez executado o processo de reclassificação foi possível realizar o cruzamento destas variáveis, na qual a soma dos valores (1 e 2 / 10, 20, 30, 40 e 50 / 100, 200 e 300) resultou em um arquivo contemplado por uma matriz com 30 combinações possíveis, das quais foram utilizadas nove, conforme ilustra a tabela 4.

TABELA 4 - Interpretação e nomenclaturas correspondentes aos valores de reclassificação.

VR	Interpretação dos valores gerados	Nomenclatura
111	(1) curvatura cônc-conver (1) valor negativo (1) $< 7^\circ$ declividade	Fundo de Vale
112	(1) curvatura cônc-conver (1) valor negativo (2) $> 7^\circ$ declividade	Fundo de Vale
121	(1) curvatura cônc-conver (2) valor negativo (1) $< 7^\circ$ declividade	Rampas de colúvio
151	(1) curvatura cônc-conver (5) valor positivo (1) $< 7^\circ$ declividade	Cristas/topos
152	(1) curvatura cônc-conver (5) valor positivo (2) $> 7^\circ$ declividade	Cristas/topos
251	(2) curvatura retílín-plano (5) valor positivo (1) $< 7^\circ$ declividade	Cristas/topos
252	(2) curvatura retílín-plano (5) valor positivo (2) $> 7^\circ$ declividade	Cristas/topos
351	(3) curvatura conv-diverg (5) valor positivo (1) $< 7^\circ$ declividade	Cristas/topos
352	(3) curvatura conv-diverg (5) valor positivo (2) $> 7^\circ$ declividade	Cristas/topos

VR = Valor reclassificado.

Organização: Lange (2016).

Com base na associação desses valores, em conjunto com a metodologia do CPRM/IPT (2014) e principalmente com o prévio conhecimento da área de estudo, foram propostas sete classes de padrões de relevo, denominadas de Planícies Fluviais; Planícies Fluviais isoladas; Rampas Coluviais; Colinas; Morros baixos, Morros Altos e Serras, sendo representados na carta geomorfológica em forma de polígonos.

Os fundos de vale e as cristas/topos, também identificados de maneira automática foram representados no táxon correspondente a formas de relevo simbolizadas.

3.2.7 Formas de Relevo Simbolizadas

A metodologia utilizada para identificar as formas de relevo simbolizadas, pertencentes ao quinto nível taxonômico, encontra-se parcialmente descrita no tópico 3.2.4, referente aos atributos topográficos. Estes, por sua vez, representam por meio de perfil e plano de curvatura, assim como pela curvatura de vertentes as próprias formas de relevo simbolizadas ou tipologia de vertentes conforme Ross (1992).

Outrossim, a identificação de feições de relevo como os topos/cristas e fundos de vale também foram explicitadas anteriormente. Analogamente as rampas de colúvio, o intervalo de um desvio padrão condicionou uma melhor representação para os fundos de vale.

Para as demais formas de relevo simbolizadas referentes a feições de aterro/corte, processos erosivos e movimentos de massa, foram realizadas atividades de campo, apoiadas pela leitura, análise e interpretação das imagens de satélite, QUICKBIRD - DIGITALGLOBE (2009), com resolução espacial de 60 cm, e dos dados espaciais do Aerolevante do estado de SC (2013), com resolução espacial de 39 cm. Soma-se a isso, a análise de imagens ©2015 CNES/Astrium do GOOGLE EARTH (2015), utilizada para verificar as feições mais recentes e de difícil acesso.

Entre estas feições destacam-se os movimentos de massa. Fenômeno recorrente no município de Blumenau, os movimentos de massa deflagrados

na área de estudo foram cartografados em conjunto com um inventário contemplado por registro fotográfico e caracterizado em um quadro de atributos que compreendem dados quantitativos e qualitativos do referido fenômeno, conforme ilustra o quadro 3.

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			
Nº do Movimento de Massa:		Origem:	
Rua(s):		Coordenadas UTM: X= Y=	
Bairro(s):		Data da ocorrência:	
Comprimento estimado extensão (m):		Largura estimada extensão (m):	
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido:		Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Fases de Relevô: Perfil de curvatura: Plano de curvatura: Registro fotográfico/Imagem de satélite
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input type="checkbox"/> Solo		
<input type="checkbox"/> Rastejo	<input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos		
<input type="checkbox"/> Complexo	<input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional	
		<input type="checkbox"/> Rotacional	
		<input type="checkbox"/> Cunha	

QUADRO 3 - Atributos dos movimentos de massa. Adaptado de (Varnes, 1978 *apud* USGS, 2004).

Essas informações podem ser compreendidas dentro de um nível básico/intermediário, para inventários de movimentos de massa, segundo classificação de Macedo; Bressani (2013).

Importa mencionar que as informações existentes no inventário dos movimentos de massa, são parcialmente oriundas de pareceres técnicos e relatórios de atividades desenvolvidas pela equipe técnica da DGEO da PMB.

Em relação à representação cartográfica das feições correspondentes às formas de relevo simbolizadas, estas se encontram representadas na carta geomorfológica da BHRI (apêndice 1) por meio de feições lineares e pontos. Enquanto a curvatura de vertente encontra-se representada por feições lineares, os cortes e aterros foram representados pela norma NBR/6492 (1994). Igualmente a representação da curvatura de vertentes, encontra-se a representação dos fundos de vale, cristas/topos, assim como as feições referentes aos processos erosivos e os movimentos de massa, sendo as últimas contempladas também por feições pontuais para distinguir os diferentes tipos de processos e geometrias. A representação destas feições seguiu as recomendações expressas em IBGE (2009).

3.2.8 Controle de campo

As atividades de campo se limitaram a validar as informações obtidas em gabinete, onde foi possível correlacionar os modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas delimitadas em meio digital, com o caminhamento realizado e espacializado por meio de 170 pontos cujas coordenadas foram obtidas por GPS, visualizados na figura 25.

Para os pontos mais relevantes foi realizado o registro fotográfico. Com o conhecimento prévio da área de estudo efetuado em atividades de campo rotineiras da DGEO, foram realizadas 06 saídas de campo, das quais as últimas tiveram ênfase na tentativa de identificar as rampas de colúvio, assim como os movimentos de massa reconhecidos previamente nas atividades de gabinete.

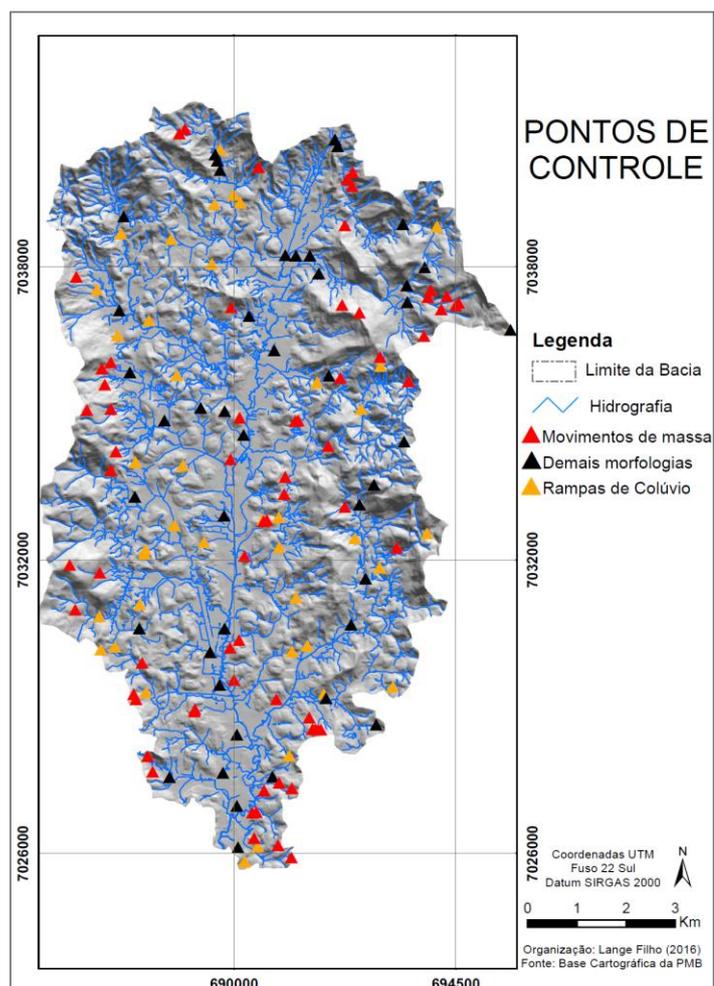


FIGURA 25 - Pontos visitados em campo.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DOS MODELADOS E PADRÕES DE FORMAS DE RELEVO

4.1.1 MODELADOS

Verificou-se na área de estudo a presença dos modelados de acumulação localizados predominantemente na área central, e os modelados de dissecação situados principalmente na borda leste, oeste e norte.

Ambos os modelados podem ser visualizados no modelo digital do terreno representado na figura 26.

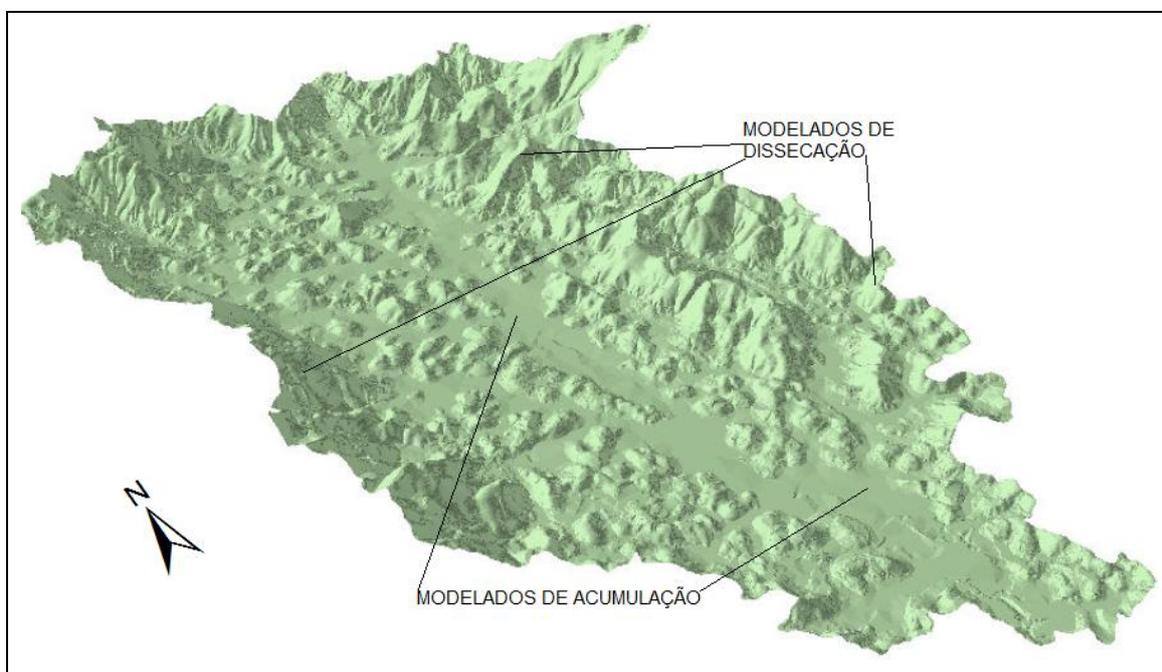


FIGURA 26 - Modelo Digital do terreno em perspectiva 3D.
FONTE: Módulo (Arcscene). Org. Lange Filho (2015).

Ao analisar a figura 26, nota-se um controle estrutural em direção N-S, que se encontra subordinado a duas direções gerais predominantes: NE e NW. Essas duas direções refletem uma disposição estrutural regional, que conforme IBGE (2002a) representam feições estruturais responsáveis pela origem de vales alongados, rasos e estreitos, cobertos por aluviões sedimentares recentes.

A intensidade do controle estrutural de uma determinada área condiciona o padrão de drenagem local, que em conjunto possibilitam a

identificação da tipologia do modelado de dissecação do relevo. As principais direções estruturais denominadas nesta pesquisa de lineamentos, associadas com a rede de drenagem que podem ser visualizadas nas figuras 27, 27A e 27B.

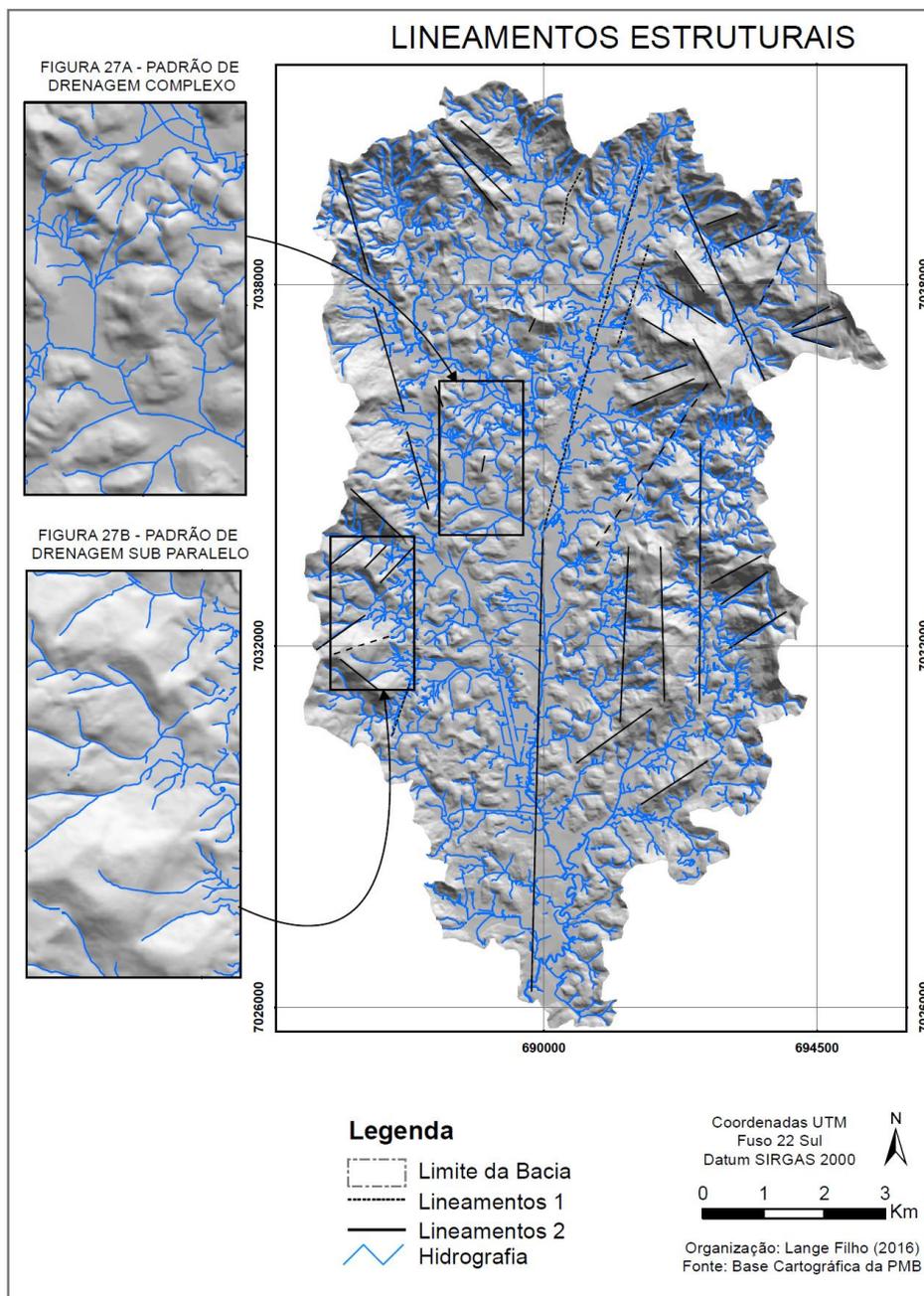


FIGURA 27 - Lineamentos estruturais e padrões de drenagem da BHRI.

As principais direções estruturais que refletem um controle estrutural regional na área de estudo, encontram-se denominadas na legenda da figura 27 como lineamentos "1", sendo representadas por três direções: N20E, N80E e N55E.

No Complexo Luís Alves, onde a área de estudo encontra-se localizada, há pelo menos dois sistemas conjugados dessas estruturas: fraturas e falhas com direções ~N80E (sintética) e ~N20E (antitética), conforme Kaul e Cordani (2000 *apud* IBGE 2002a), sendo estas bastante mais frequentes do que aquelas.

Salienta-se que no traçado N20E de maior comprimento na figura 27 (porção centro nordeste da bacia) encontra-se hospedado o trecho inicial do ribeirão Itoupava, que a jusante tem sua calha alterada para direção N-S. Esta direção também pode ser visualizada nos lineamentos traçados nos topos de relevo localizados na porção centro leste da área em comento. Em outro contexto geotectônico as direções NW estão denominadas de lineamentos "2" na legenda da mesma figura.

Apesar das características fisiográficas da rede hidrográfica da área de estudo remeterem ao padrão dendrítico, especificamente na figura 27A e nas suas zonas homólogas adjacentes, IBGE (2002b) atenta para o fato de que, as unidades geomorfológicas das colinas e morros, contempladas na área desta figura, muitas vezes apresentam planos aluviais com elevada frequência, contemplados por intensa umidade, que conformam áreas sem padrão de drenagem definida. A par disso, o padrão de drenagem da figura 27A recebeu a denominação de padrão complexo.

O arranjo espacial fisiográfico dos cursos hídricos (figura 27B) se assemelha, mesmo que de maneira incipiente, com as características do padrão de drenagem denominado de subparalela, haja vista os cursos hídricos escoarem quase paralelamente uns aos outros (sem a regularidade da configuração paralela) em vertentes com declividade acentuada, exibindo vales em "V", condicionados por evidente controle estrutural. Estas particularidades, conforme menciona Christofolletti (1980), são inerentes ao referido padrão de drenagem.

Destarte, ao analisar a figura 27, especificamente nas porções norte, centro leste, e sul do retângulo correspondente à figura 27A, inclusive o seu interior, verifica-se um determinado padrão de zonas homólogas em relação à morfologia do relevo, caracterizando-as como dissecação homogênea.

Para IBGE (2009), a caracterização do modelado de dissecação homogênea é definida como a dissecação fluvial que atua em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares.

No modelado de dissecação homogênea, observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, mas são predominantes, os padrões dendrítico, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial.

Outrossim, essa tipologia de dissecação apresenta localmente o predomínio de topos convexos que segundo o instituto são geralmente esculpidos em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural, sendo circundados por vales definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

Para a figura 27B, que reflete o mesmo padrão de relevo das bordas oeste, leste e extremo norte da figura 27, verifica-se predominantemente a tipologia estrutural, que exhibe quantitativamente a maior concentração de lineamentos. Essa tipologia pode ser entendida como dissecação fluvial, marcada por evidente controle estrutural, em rochas muito deformadas, caracterizada por inúmeros interflúvios, vales e sulcos estruturais, comumente encontradas em rochas metamórficas. No modelado de dissecação estrutural, observam-se padrões de drenagem cujos canais indicam possíveis estruturas geológicas ou acamamento estratigráfico, tais como: os padrões treliça, paralelo e retangular (IBGE, 2009).

Na aplicação do ICR - Local (raio de 356 m) para a obtenção quantitativa da dissecação do relevo, os valores (número abstrato que indica a variação da concentração da rugosidade) foram compartimentados em cinco intervalos de classes (tabela 5) com o uso de quantis. Os valores mais baixos representam locais predominantemente planos, com baixa dissecação, ao contrário de valores maiores que representam relevo mais íngrimes, e consequentemente maiores dissecações.

Neste contexto, conforme os valores obtidos, as classes foram separadas em Muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

Tabela - 5 Classes, índice e classificação da concentração da rugosidade para a BHRI.

Classes	Índice	Classificação
1	5.306 - 223.549	Rugosidade muito baixa
2	223.549 - 325.145	Rugosidade baixa
3	325.145 - 460.606	Rugosidade média
4	460.606 - 607.355	Rugosidade alta
5	607.355 - 964.821	Rugosidade muito alta

Organização: Lange Filho (2016).

Ao aplicar o ICR - Local constatou-se que os valores percentuais das cinco classes ficaram muito próximos (FIGURA 28). Porém, destaca-se um leve predomínio de concentração de rugosidade média, e secundariamente baixa.

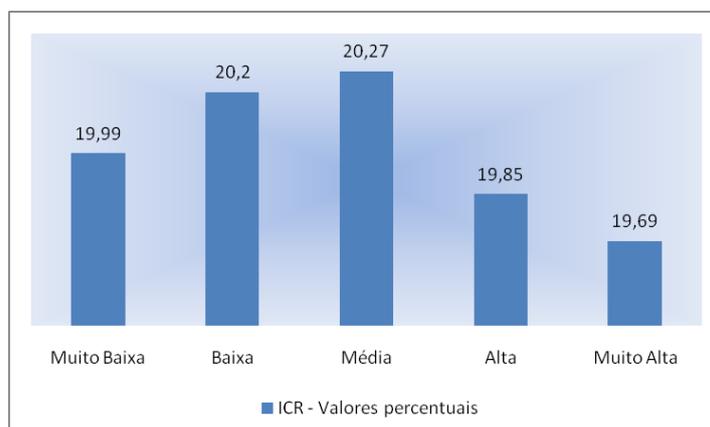


FIGURA 28 - Distribuição percentual das classes de rugosidade na BHRI.

Tais valores podem estar associados com os morros baixos e colinas, localizados majoritariamente na porção central da área de estudo, correspondente as porções de dissecação homogênea. No entorno destas porções apresentam-se extensas planícies do ribeirão Itoupava e de alguns de seus afluentes, que em conjunto representam a classe de ICR muito baixa. Os valores mais altos do índice ocorrem predominantemente nas vertentes mais íngrimes, contempladas por morros altos e serras localizadas tanto nas extremidades leste e oeste, como na parte centro leste e norte, onde se verifica uma dissecação estrutural mais evidente.

Em consonância com estas considerações, recortes espaciais das respectivas classes de ICR foram destacados em relevo sombreado. O realce do relevo sombreado através da simulação de diferentes iluminações

proporciona a impressão de concavidade e convexidade do relevo, permitindo tanto a identificação de feições estruturais, quanto de padrões diferenciados de dissecação. O ICR é representado na figura 29, com seus respectivos recortes espaciais que expressam o aspecto da textura nas imagens sombreadas, indicando o grau de dissecação numerado conforme as classes de rugosidade em: 1 - Muito Baixa, 2 - Baixa, 3 - Média, 4 - Alta e 5 - Muito Alta.

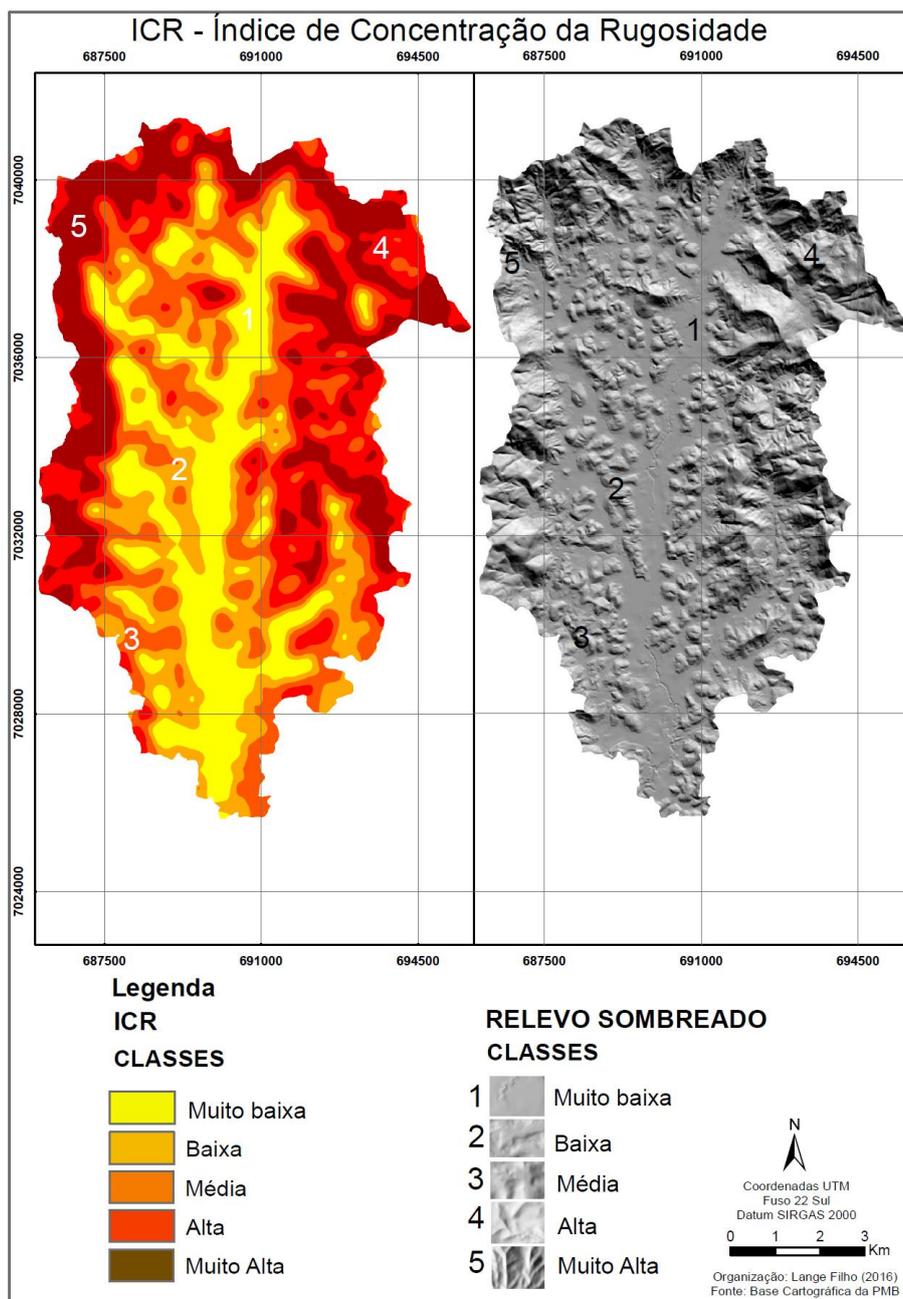


FIGURA 29 - Índice de concentração de rugosidade concentrada do relevo na BHRI. As classes de ICR encontram-se numeradas e correlacionadas com as figuras ao lado. Nesta figuras, observam-se o aspecto da textura no relevo sombreado, denotando o grau de dissecação correspondente. 1) Dissecação Muito Fraca; 2) Dissecação Fraca; 3) Dissecação Média; 4) Dissecação Forte e 5) Dissecação Muito Forte.

4.1.2 PADRÕES DE RELEVO

Associado aos modelados, os padrões de relevo da BHRI foram identificados e caracterizados de acordo com a metodologia do CPRM/ IPT (2014), na qual os parâmetros quantitativos das variáveis declividade e amplitude altimétrica, foram alterados para melhor representar a área de estudo.

Após a execução dos procedimentos metodológicos, foram identificados seis padrões de relevo predominantes, designados em: planícies fluviais, planícies fluviais isoladas, colinas, morros baixos, morros altos e serras.

4.1.2.1 Planícies Fluviais

O padrão de relevo denominado de planície fluvial, compreende duas subunidades na área de estudo, representadas pela extensa planície formada pelo ribeirão Itoupava e por seus principais afluentes (ribeirão Fidélis, Bonito, Das Rosas, Carolina, Fiedler, Beck, Tatutiba e Tatutiba I), e as planícies fluviais isoladas relativas aquelas porções sem ligação direta com a planície do ribeirão Itoupava.

Correspondendo a 15,8 % da área de estudo, as planícies fluviais podem ser visualizadas de maneira parcial, sentido montante jusante, nas proximidades da nascente do ribeirão Itoupava (Figura 30). Compreendendo uma área superficial de aproximadamente 15 km² e localizada predominantemente na porção central da bacia do ribeirão Itoupava, as planícies fluviais apresentam amplitude altimétrica que varia em aproximadamente 50 m, subordinadas a declividades inferiores a 5° ou 8,7%. Essa alta amplitude altimétrica representa toda a extensão da planície que hospeda o ribeirão Itoupava.



FIGURA 30: Padrão de relevo Planícies fluviais, destacada na parte interna do polígono amarelo. (Autor: LANGE, G. F., 2015)

Composta por sedimentos aluvionares, as planícies são constituídas basicamente por material areno-siltico-argiloso e cascalhos inconsolidados de cronologia Quaternária, oriundo da deposição fluvial em planícies de inundação e calhas fluviais.

Exposta de maneira alongada, sentido norte sul, destaca-se a porção das planícies que hospedam o ribeirão Itoupava, cujo leito percorre uma extensão de aproximadamente 24 km até desembocar no rio Itajaí-Açu. Nesse trajeto, o ribeirão Itoupava escoa em meio ao predomínio de planícies com larguras amplas que podem chegar a 2 km, formadas pelo intenso processo de dissecação do relevo, associado, entre outros fatores, aos elevados índices pluviométricos que ocorrem no Vale do Itajaí.

Ao longo de seu percurso, o referido ribeirão apresenta uma tipologia de canal fluvial predominantemente retilíneo, que apresenta trechos curtos e um pouco mais extensos, intercalados por anomalias de drenagem, características que podem ser um indicativo de movimentos neotectônicos.

Destaca-se, também, em sua fisiografia características de tipologia meandrante, localizadas majoritariamente na porção sul da área de estudo, que conseqüentemente apresenta uma maior suscetibilidade à ocorrência de inundações graduais. A tipologia meandrante presente na área pode ser associada ao padrão pelítico, que segundo Bigarella *et al.* (2003) é

caracterizada por extensas planícies de gradiente muito baixo, constituídas por sedimentos mais finos.

As planícies fluviais isoladas (Figura 31) ocupam uma área de aproximadamente 0,5 Km², localizadas nos flancos leste, oeste e norte da área de estudo, num contexto dominado pela presença de morros e serras. As porções correspondentes a essas planícies apresentam, em comum, um intenso processo de ocupação, geralmente representadas por atividades rurais e de lazer, contempladas pela presença de lagos com pequenas e médias extensões, formadas por canais de até terceira ordem hierárquica fluvial.



FIGURA 31: Padrão de relevo planícies fluviais isoladas (1º plano).
(Autor: LANGE, G. F., 2015)

4.1.2.2 Colinas

Caracterizada por amplitudes altimétricas que variam aproximadamente 70 m e associada a intervalos de declividades superiores a 5° ou 8,7%, as colinas são responsáveis por 19,5% da área de estudo, totalizando 18,6 Km². Sua morfologia apresenta vertentes predominantemente convexas, com topos arredondados (Figura 32), que segundo IBGE (2002b), está relacionada a sucessivas fases de retomadas erosivas, ocasionadas pela

recorrência das oscilações climáticas de longa duração que ocorreram ao longo de todo o período Quaternário, especificamente em períodos de clima úmido.



FIGURA 32: Padrão de relevo colinas. (Autor: LANGE, G. F., 2015).

Dispersos em grande quantidade predominantemente na porção central da área de estudo, as colinas encontram-se circundadas predominantemente pela presença dos padrões morros e serras e separados pela presença de amplos e pequenos planos fluviais, tanto do ribeirão Itoupava, quanto dos seus principais afluentes. Essas porções de planícies exibem geralmente fundo de vale plano e eventualmente em “V” aberto.

Hospedado em quase sua totalidade nos gnaisses do Complexo Granulítico de Santa Catarina, este padrão de relevo apresenta pequenas porções territoriais, inseridas na Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha, que é representada por rocha fanerítica de cor cinza escuro a preto, com textura granoblástica, estrutura maciça e composta basicamente por cristais de piroxênio de granulação média.

Destaca-se, ainda, que grande parte das colinas exhibe sua geometria natural modificada pela presença de cortes e aterros (Figura 33), evidenciando o crescente processo de ocupação nesse padrão de relevo.



FIGURA 33 - Cortes e aterros às margens da rodovia BR - 470. (Autor: LANGE, G. F, 2015).

4.1.2.3 Morros Baixos

Compreendendo uma área de 8,5 Km², os morros baixos apresentam sua ocorrência espacial restrita, sendo caracterizada pela alternância entre tipos de modelados que resultaram em morros de média amplitude altimétrica (70 a 160 m), cuja declividade é superior a 5° ou 8,7%.

Esse padrão de relevo encontra-se posicionado em um nível topográfico mais elevado em relação às colinas circunvizinhas, em especial, aqueles localizados ao centro norte. Suas vertentes apresentam o predomínio de perfil e plano de curvatura, convexo-divergente, respectivamente. Topos convexos (Figura 34) contemplam este padrão, que por sua vez encontra-se associado a vales rasos.

Analogamente as colinas, o processo de ocupação nestas áreas tem crescido significativamente, e quando associado a técnicas inadequadas de cortes e aterros, maximiza a ocorrência de processos erosivos em solos que naturalmente apresentam suscetibilidade para tal fenômeno.



FIGURA 34: Padrão de relevo morros baixos. (Autor: LANGE, G. F., 2015).

4.1.2.4 Morros Altos

Os morros altos referem-se às porções que correspondem a 28,5 % de toda a área de estudo. É caracterizado por amplitudes altimétricas que variam entre 70 a 300 m, contemplados por declividades superiores a 5° ou 8,7%, apresenta majoritariamente vertentes com curvatura perfil-plano convexo-divergente, respectivamente, destacando-se os topos com orientação NW-SE, em alguns segmentos deste padrão, onde se encontram vales em "V" encaixados que denotam um controle estrutural local.

Tanto nos morros baixos, quanto nos morros altos, encontra-se uma pequena porção da Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha, subordinada ao Complexo Granulítico de Santa Catarina.

Neste padrão, especificamente na sua porção leste e nordeste, representadas pelas localidades denominadas de Morro da Laguna e Morro do Cachorro, respectivamente, observam-se amplitudes altimétricas superiores a 300 m. O Morro do Cachorro é o ponto mais elevado de toda a área de estudo (Figura 35), exibindo a cota de 778 m, sendo a divisa entre os municípios de Blumenau e Luiz Alves.



FIGURA 35: Padrão de relevo morros altos (Morro do Cachorro).
(Autor: LANGE, G. F., 2015).

Embora os valores de amplitudes altimétricas de ambos os morros sejam aplicados para o padrão de relevo classificado como serra, sua morfologia não apresenta uma extensão contínua de elevações superiores a 300 m que possam ser consideradas como tal.

4.1.2.5 Serras

Localizado restritamente na borda oeste da área de estudo, o padrão de relevo denominado de serra, (localmente serra do Selke) abrange aproximadamente 17,8 % da área superficial de toda a bacia do ribeirão Itoupava. Caracterizado por variações altimétricas superiores a 300 m (Figura 36), o ponto mais elevado se encontra a 475 m, exibindo em suas vertentes declividade superior a 5° ou 8,7%, contempladas com o predomínio de perfil plano de curvatura convexo divergente.

Devido às suas condições topográficas, este padrão apresenta a menor ocupação na área de estudo. Por outro lado, em conjunto com o padrão de morros altos, possui quantitativamente em seus terços médios e superiores de vertente, a maior frequência de ocorrência de movimentos de massa naturais,

onde o material deslocado, geralmente é depositado nas rampas de colúvio, situadas nos terços inferiores e/ou sopé de vertente.



FIGURA 36: Padrão de relevo Serra (2ºplano). (Autor: LANGE, G. F., 2015).

Balizado tanto por lineamentos NE-SW e NW-SE, este padrão de relevo apresenta vales em "V" encaixados, cujas linhas gerais da hidrografia segundo IBGE (2002b), começaram a ser delineadas no Terciário Inferior, com o surgimento de condições climáticas mais úmidas.

Em termos geológicos, as serras comportam na sua porção noroeste a Unidade Ortognaisse Pomerode, assim como o afloramento de pequenos diques básicos presentes em meio aos Gnaisses Granulíticos Luis Alves, que por sua vez, predominam não somente neste padrão de relevo, mas em aproximadamente 75% da área de estudo.

4.1.2.6 Rampas de Colúvio

Na tentativa de complementar os padrões de relevo já mencionados, a identificação das rampas de colúvio se deu por meio de mapeamento automatizado, baseado na proposta de Weiss (2001).

Após o teste de várias janelas amostrais destacaram-se aquelas representadas por 10, 25, 30 e 200 pixels, correspondente a áreas circulares (raios de análise) de 80, 200, 240 e 1600 m, respectivamente. Frise-se, que o valor correspondente a um desvio padrão foi adotado para testar as 04 janelas.

Ao analisar a janela representada por 10 pixels, verificou-se que a localização das rampas de colúvio ocorreu de maneira pontual em todos os padrões de relevo. Isso se deve ao tamanho do seu raio, sendo possível identificar os colúvios nas menores concavidades da área de estudo presentes em algumas cabeceiras de drenagem. Tal situação não corresponde com os prováveis locais que este padrão pode ser localizado, pois:

[...] depósito onde predominam os movimentos de massa (colúvio sensu stricto) [...]. [...] encontrado recobrimdo principalmente as seções médias e inferiores das vertentes, aumentando a sua espessura quando diminuem os declives, entrando então, em contato com o alúvio depositado pelo curso d'água no fundo do vale (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009, p. 203)

No que se refere ao raio de 1600 m de análise referente à janela de 200 pixels, destaca-se uma representação restrita e omissa, pelo fato de concentrar a localização das rampas de colúvio nos terços inferior/sopé de vertentes, situadas apenas nos vales mais abertos dos morros altos e serras da área de estudo. A presença de rampas de colúvio nas bases de vertente contempladas por morros baixos ou colinas foi subestimada.

De modo geral, tanto o detalhamento, como a generalização da localização das rampas de colúvio pode ser visualizada nas figuras 37A e 37B, respectivamente.

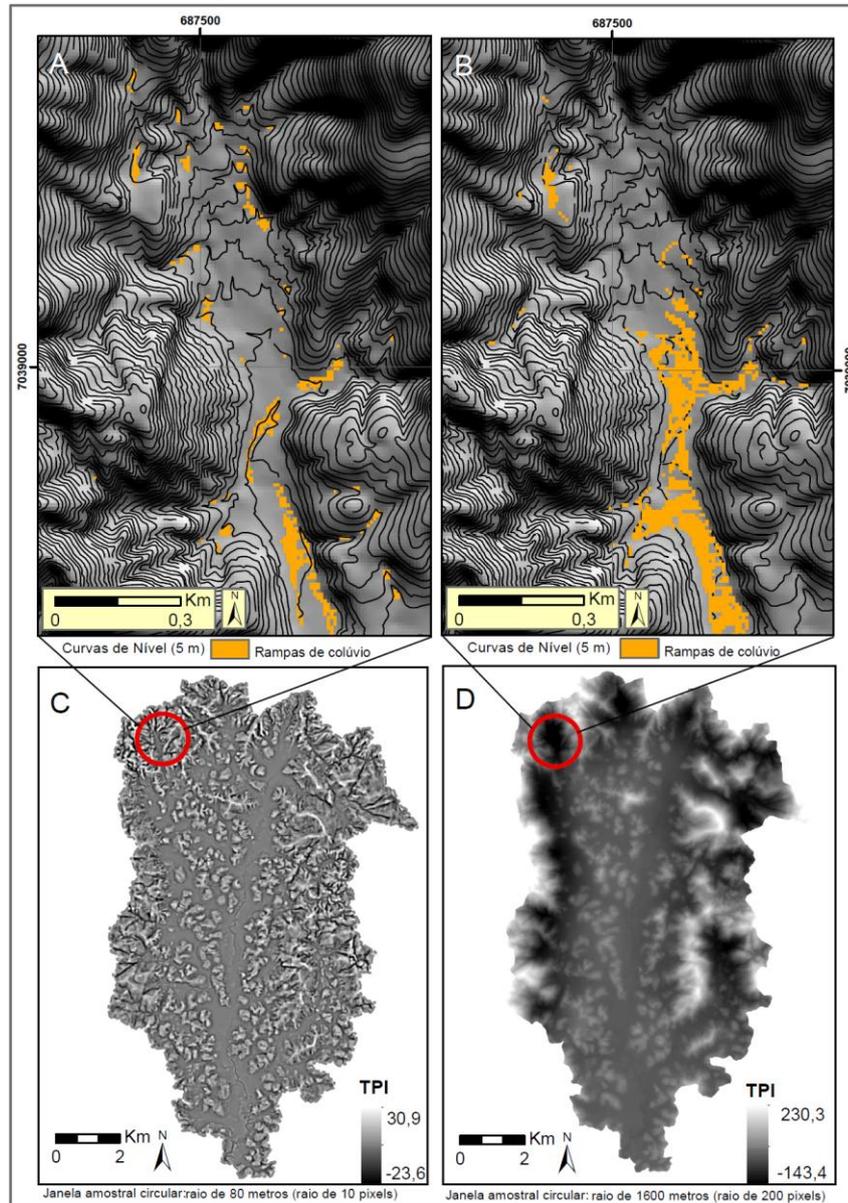


FIGURA 37 - Visualização do TPI de 10 e 200 pixels. Em A o recorte espacial para demonstrar as rampas de colúvio em janela de 10 pixels. Em B o recorte espacial em janela de 200 pixels. Em C e D ambos os arquivos de TPI com seus respectivos recortes espaciais (círculo vermelho).

Da mesma forma, na figura 37 C e 37 D é possível notar uma coloração mais clara correspondente aos valores positivos (áreas elevadas), e uma coloração mais escura representada por valores negativos (áreas rebaixadas).

A janela amostral de raio de 25 pixels, correspondendo a uma área de análise de 240m se mostrou um pouco mais eficiente que as janelas anteriores, pois representou a localização espacial das rampas de colúvio de modo mais

homogêneo e menos pontual em toda a área de estudo. Contudo, verificam-se porções, descontínuas e/ou ausente em algumas áreas de fundos de vales.

No intuito de mitigar esta problemática, a representação das rampas de colúvio ocorreu por meio da combinação de três janelas amostrais referentes a 10, 25 e 30 pixels. Essa situação pode ser visualizada na figura 38, na qual se verifica três recortes amostrais, identificados com as letras A, B e D.

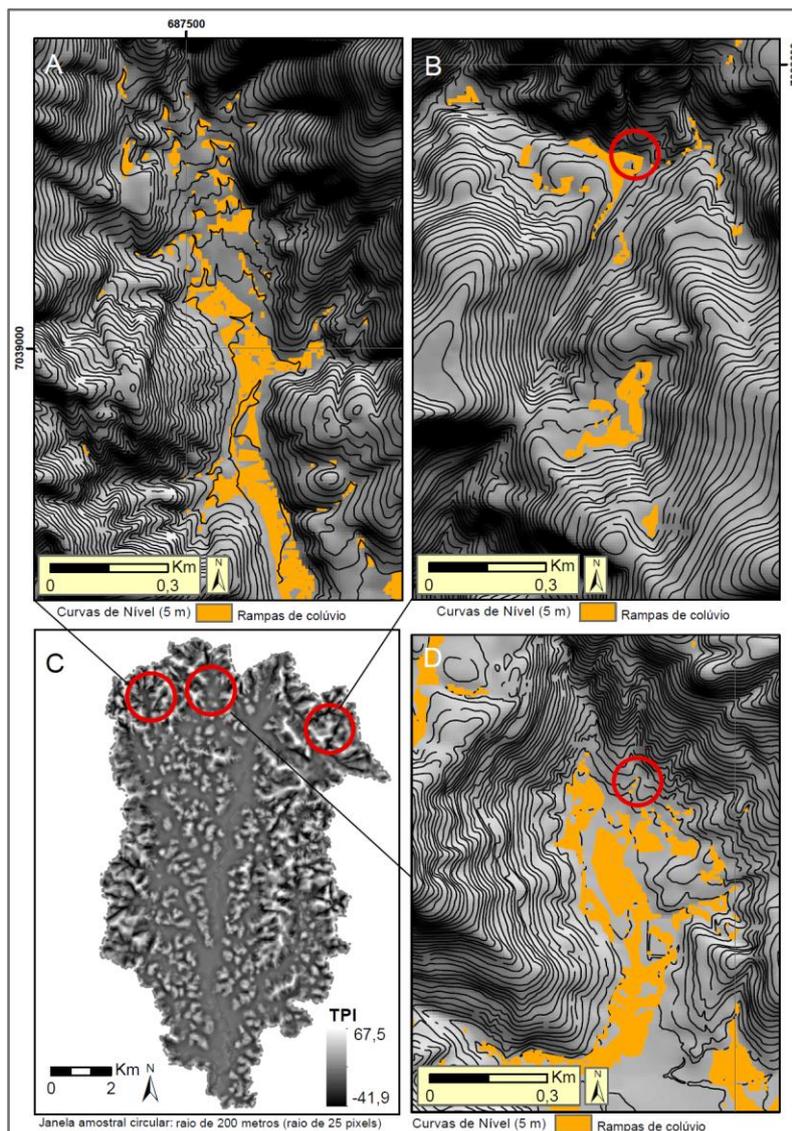


FIGURA 38 - Visualização do TPI de 10, 25 e 30 pixels. Em A, B e D recortes espaciais com destaque para os círculos contidos em B e D. Em C o arquivo de TPI com seus respectivos recortes espaciais (círculo vermelho).

Vale ressaltar, que a janela de 10 pixels foi escolhida para representar as rampas de colúvio em porções de fundo de vale, principalmente, nas menores concavidades, sendo suprimidos de forma manual os colúvios

situados em áreas de cabeceira de drenagem. A janela de 30 pixels foi adotada em virtude de exibir a presença das referidas rampas de maneira contínua. Esta situação pode ser visualizada na figura 38A, quando comparada com as figuras 37A e 37B, na qual se observa uma distribuição mais homogênea e contínua das rampas de colúvio, adentrando o fundo de vale.

O mesmo ocorre com as figuras 38B e 38D, onde ambos os recortes espaciais foram destacados com um círculo para possibilitar uma correlação com a realidade verificada em campo por meio da visualização das figuras 39 e 40, respectivamente. Com efeito, a combinação das 03 janelas amostrais foi adotada para representar as rampas de colúvio na BHRI.

Conjuntamente com os dois locais acima mencionados, foram verificados 58 pontos de controle nas atividades de campo, dos quais, 41 apresentaram uma correlação com o mapeamento automatizado, ou seja, 68,3 % do total amostrado.

Presente em aproximadamente 8,6 Km² da área de estudo, ou seja, 9% da bacia do ribeirão Itoupava, o padrão de relevo denominado de rampas de colúvio (Figura 39), compreende predominantemente as porções situadas no terço inferior/sopé de vertente, contempladas por relevo exibindo declividades inferiores a 7° ou 12%, onde se interdigitam e/ou recobrem os depósitos aluvionares, associados à coalescência de depósitos coluviais ou tálus provenientes das vertentes referentes aos padrões de relevo denominados de colinas, morros e serras.



FIGURA 39: Padrão de relevo rampas de colúvio, hospedando a presença de tálus.
(Autor: LANGE, G. F., 2015)

Situado em altimetrias variadas, este padrão de relevo encontra-se localizado predominantemente em vertentes com curvatura côncava convergente, resultante de convergência de leques coluviais, cones de dejeção, concentração de enxurradas ou corridas de detritos. Restrito a algumas porções, o material depositado pode apresentar sulcos ou ravinas, originados pela ação das águas de escoamento superficial difuso e/ou concentrado, que devido às condições climáticas locais podem potencializar os processos erosivos.

Cumprido esclarecer, que o padrão de relevo rampas de colúvio, em quase sua totalidade, caracteriza-se como uma zona de transição entre o padrão de relevo designado de planícies fluviais/ planícies fluviais isoladas e os padrões denudacionais (colinas, morros e serras). Essa situação pode ser visualizada na figura 40.



FIGURA 40: Área de transição entre os padrões de relevo Planície (1º plano), Rampas de colúvio (2º plano) e Morros (3º plano). (Autor: LANGE, G. F., 2015).

Resultante desta transição de diferentes padrões de relevo, a identificação em campo das rampas de colúvio torna-se muitas vezes uma atividade complexa de ser realizada, pois não integram a paisagem de maneira contínua, por ser resultado da intensa interação entre dissecação e

acumulação, e que conforme o evento pode ser remobilizado sucessivamente por ciclos erosivos de intensidade variada.

Em suma, foram identificados na BHRI sete padrões de relevo. Estes padrões podem ser visualizados na figura 41, com seus respectivos percentuais de área.

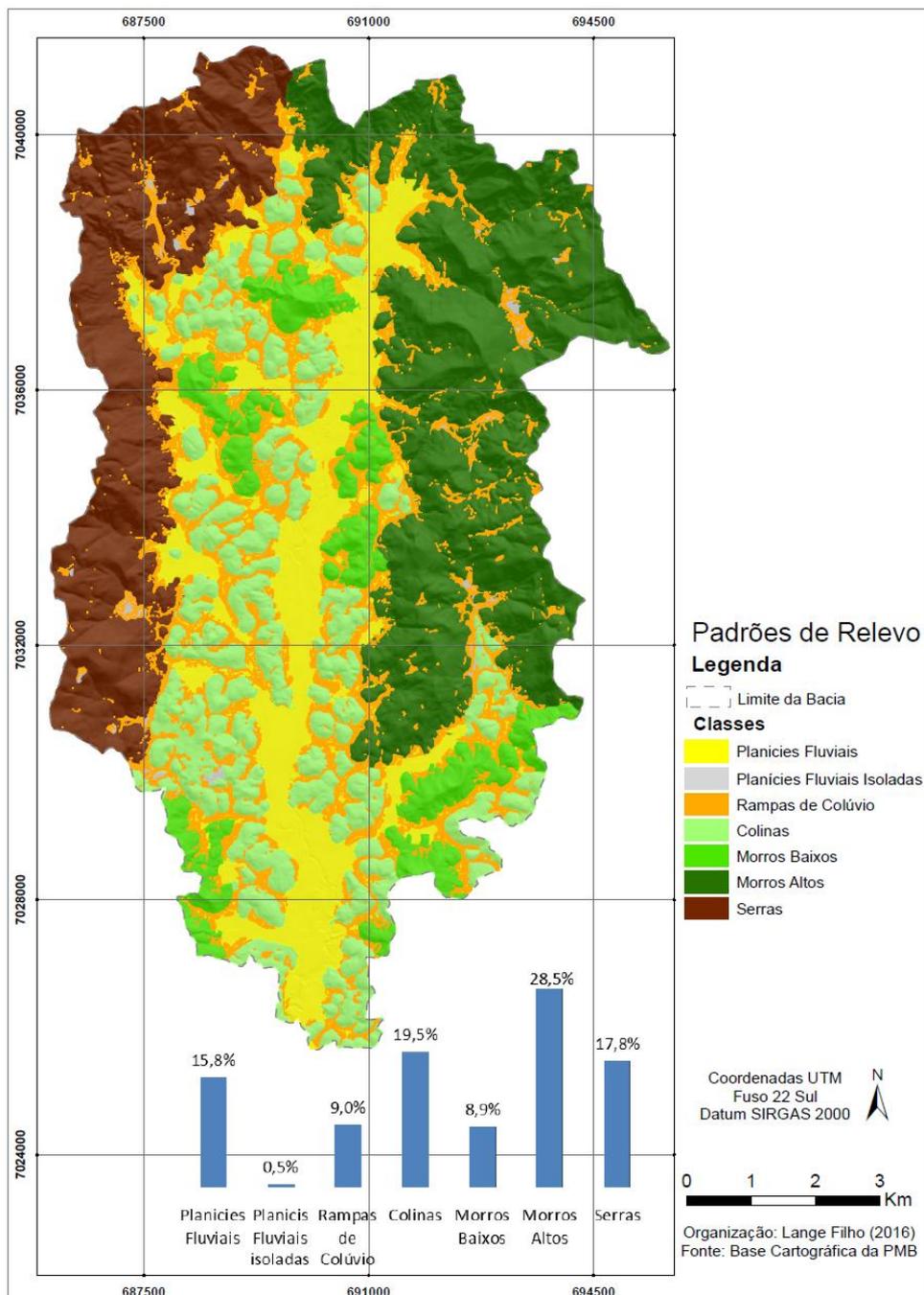


FIGURA 41 - Padrões de relevo na BHRI.

4.2 CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DAS FORMAS DE RELEVO SIMBOLIZADAS

Os resultados aqui obtidos referem-se a feições geomorfológicas identificadas na área de estudo, admitindo-se a possibilidade da existência de outras formas de relevo simbolizadas. A identificação das formas de relevo foi obtida por meios diferentes e seus resultados encontram-se segmentados em três partes.

A primeira refere-se às formas de vertente, a segunda diz respeito às feições identificadas pela utilização da metodologia de Weiss (2001), e a terceira pelas feições identificadas em atividades de campo apoiadas em imagens de satélites.

As feições referentes à morfologia das vertentes, identificadas pela obtenção de atributos topográficos, foram extraídas do MDT sendo expressas pelo perfil e plano de curvatura, bem como pela associação de ambas, representadas pela curvatura de vertentes.

O perfil de curvatura diz respeito às vertentes, cuja morfologia pode ser de caráter convexo, retilíneo ou côncavo. As formas das vertentes atuam direta e indiretamente no escoamento superficial, com importantes implicações para o balanço de materiais e a natureza dos processos geomorfológicos.

A ação da curvatura decorre da combinação dos efeitos isolados da declividade e do comprimento da vertente, junção que pode ser visualizada na área de estudo por meio da formação das rampas de colúvio em locais que apresentam segmentos de vertentes côncavas, interligadas aos padrões de relevo de planícies, colinas, morros e serras.

Na área de estudo, verificou-se um maior percentual de área das vertentes convexas sobre as côncavas (Figura 42), correspondendo a 51,3% da área superficial estudada, situadas predominantemente próxima das cristas/divisores de água. Os segmentos côncavos localizam-se principalmente nos terços médio/inferior de vertente, correspondendo a 44,4%, enquanto que os segmentos retilíneos ocupam áreas localizadas nas porções planas da bacia com 4,3%.

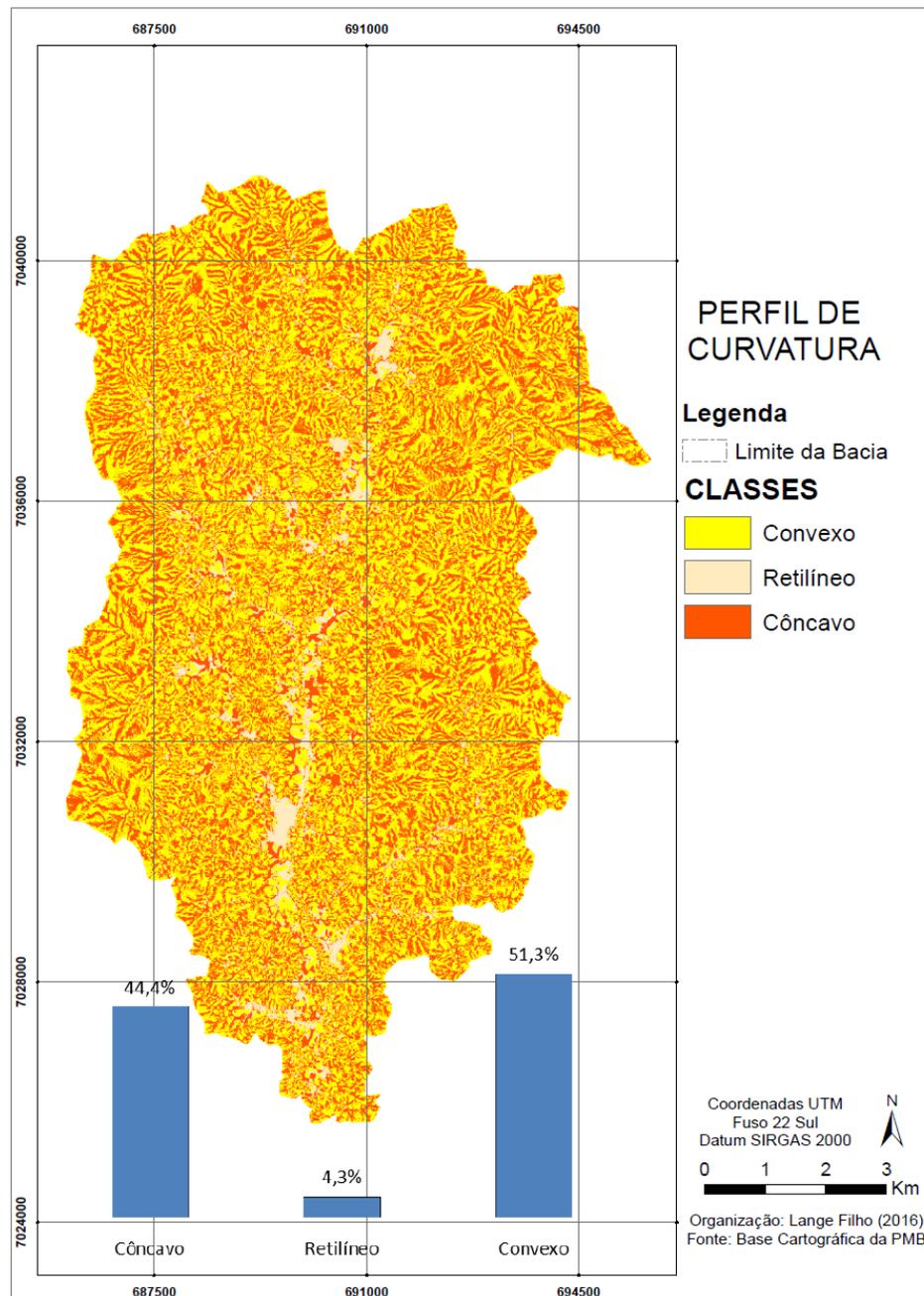


FIGURA 42 - Perfil de curvatura na BHRI.

O plano de curvatura refere-se às vertentes com morfologia divergente, planar ou convergente. Analogamente ao perfil de curvatura, esta variável exerce importante papel na dinâmica dos processos de superfície e subsuperfície, e conseqüentemente na modificação do relevo.

As classes referentes ao plano de curvatura na área de estudo, podem ser visualizadas na figura 43, na qual se verifica um predomínio dos segmentos

divergentes, correspondendo a 54,6% da área da bacia. Com 39,6% aparecem às vertentes convergentes e 5,8% as vertentes classificadas como plano.

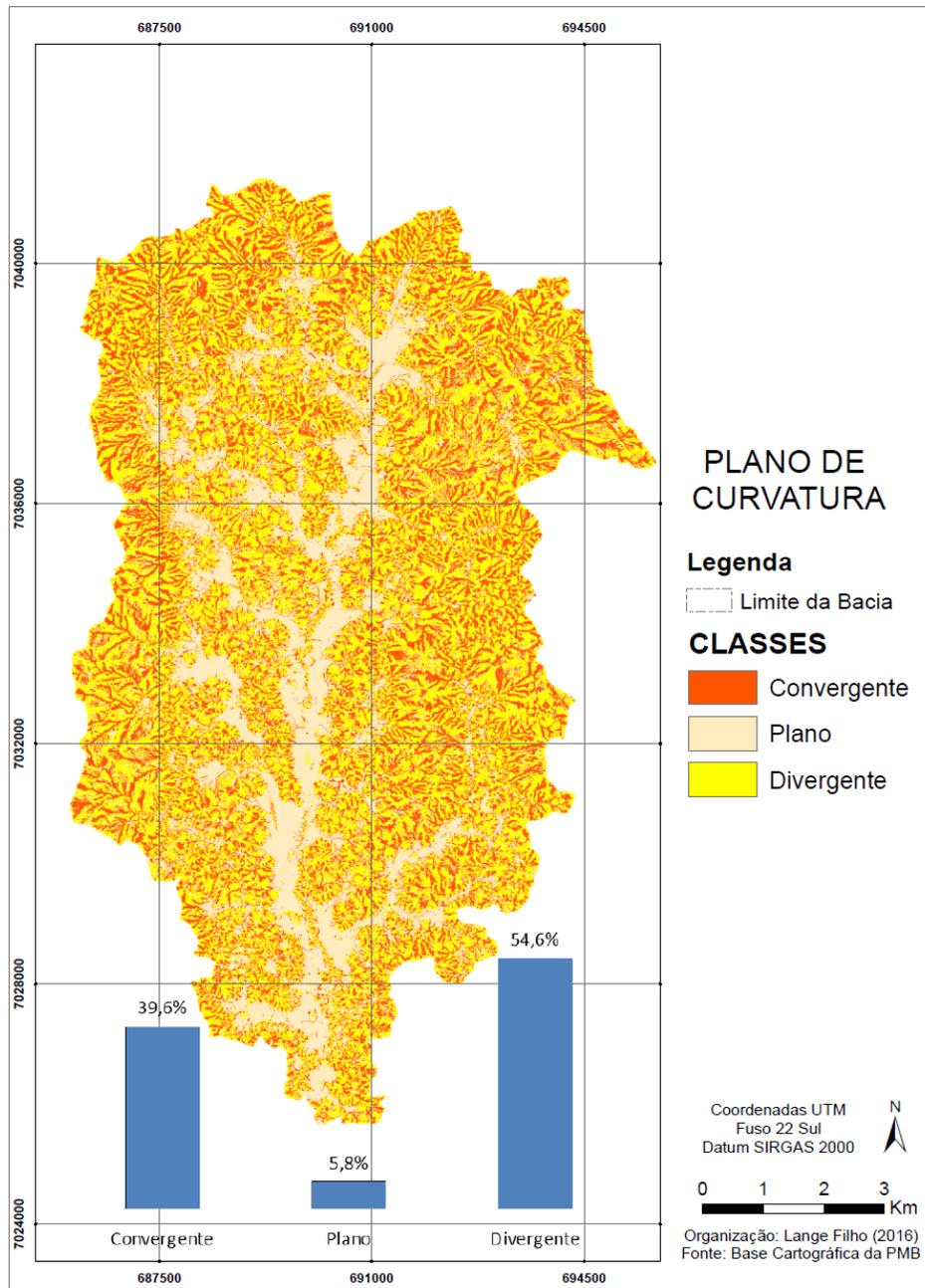


FIGURA 43 - Plano de curvatura na BHRI.

A associação do perfil e plano de curvatura resultou no atributo denominado de curvatura de vertentes ou forma de terreno. A denominação de suas classes foi côncavo-convergente (43,9%) convexo-divergente (44,2%) e retilíneo-plano (11,9%). Esse atributo (Figura 44) foi utilizado na representação linear das formas de vertente na carta geomorfológica da BHRI (apêndice 1).

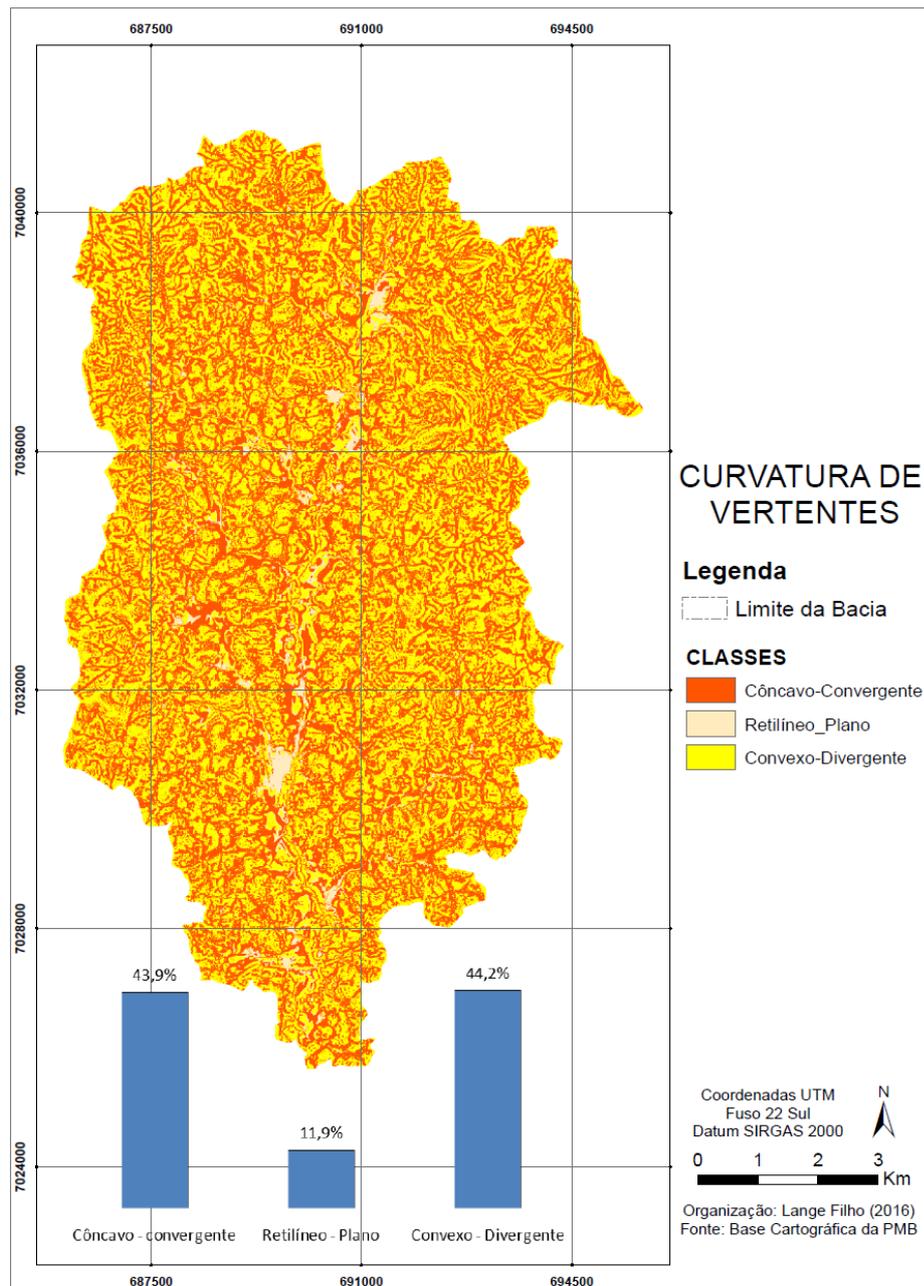


FIGURA 44 - Curvatura de Vertentes na BHRI.

Ao utilizar a metodologia de Weiss (2001) para obter as feições de relevo denominadas de fundos de vale e cristas/topos foram adotadas as janelas amostrais de 10, 25 e 200 pixels. Analogamente aos resultados do padrão de relevo denominado de rampas de colúvo, o intervalo de um desvio padrão foi o que apresentou maior similaridade com a área de análise.

Em relação à aplicação das janelas amostrais, verificou-se que a janela representada por 200 pixels correspondente a 1600 m de análise, apresentou

de maneira inadequada a localização das duas feições em questão, generalizando-as em algumas porções, e omitindo-as em outras (Recorte A figura 45). Isso se dá, pela escolha do tamanho da janela amostral, pois quanto maior o tamanho da janela, maior será a generalização da representação.

Para a janela amostral de 25 pixels (200 metros), ambas as feições se apresentaram de maneira representativa, pois contemplaram segmentos de relevo que a janela anterior não os fez. Contudo, destacam-se algumas porções da paisagem representadas por planícies, das quais os fundos de vale se encontram localizadas significativamente (Recorte B figura 45).

Inerente as representações das feições de relevo em discussão, a visualização da janela amostral de 10 pixels (80 metros) se mostrou a mais eficiente, identificando de maneira mais pormenorizada, tanto os fundos de vale, como os topos/cristas (Recorte C figura 45).

Na figura 45, na qual as 03 janelas amostrais podem ser analisadas observam-se em sua parte inferior os arquivos correspondentes ao TPI, onde se percebe as partes mais escuras (valores negativos) representadas pelos fundos de vale, e as porções mais claras (valores positivos) exibindo as cristas/topos.

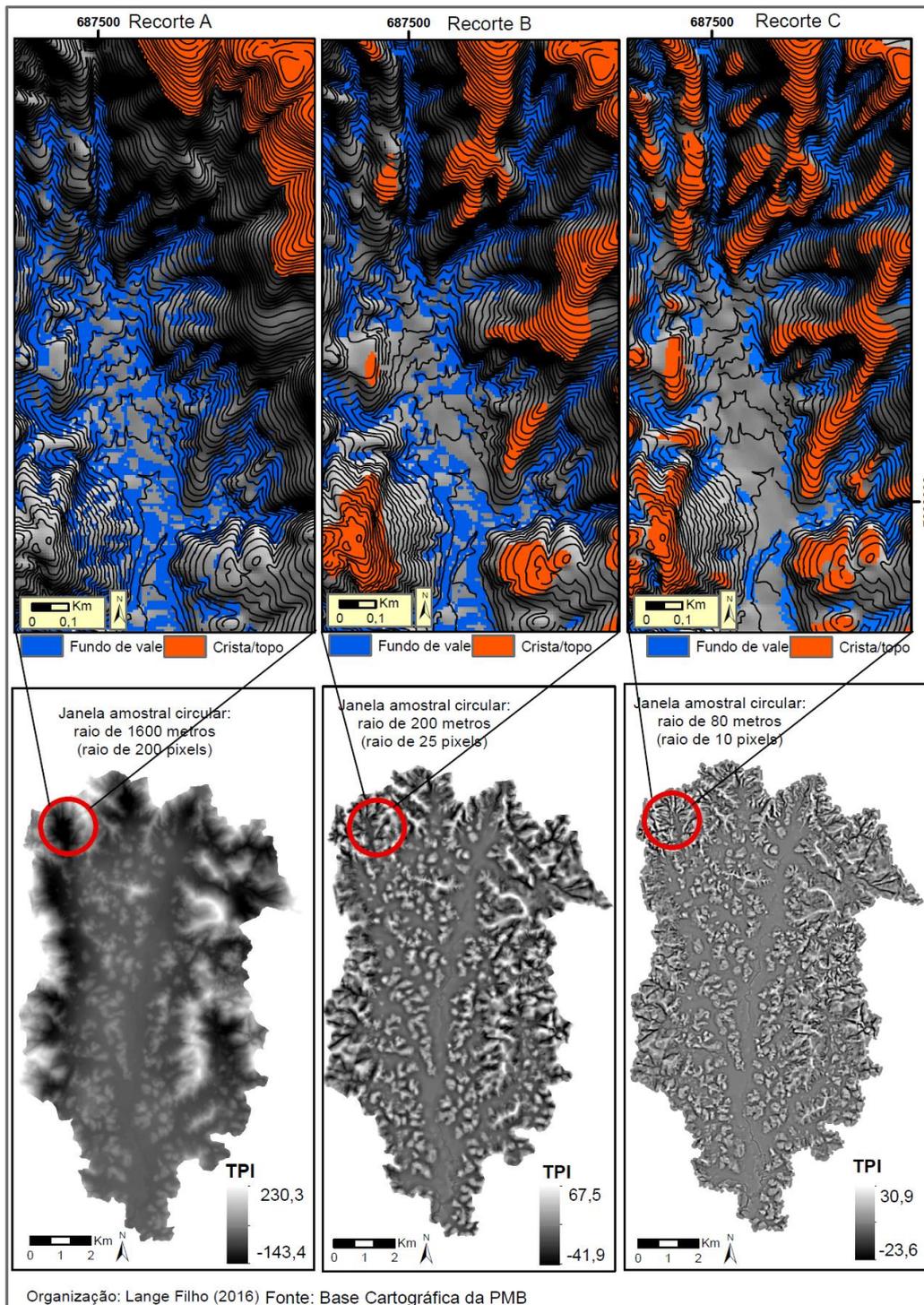


FIGURA 45 - Ilustração do TPI com as 03 janelas amostrais. (Equidistância das curvas de nível: 5m). Na parte inferior da figura, verificam-se os arquivos de TPI adotadas na pesquisa.

Quantitativamente, os vales mais evidentes foram constatados nos padrões de relevo denominados de morros altos e serras, sendo caracterizadas predominantemente como vales em "V" face às elevadas declividades de suas vertentes. Igualmente aos vales, as feições denominadas de cristas/topos

também são mais evidentes nesses padrões de relevo condicionados por controles estruturais.

4.2.1 MOVIMENTOS DE MASSA

Ao todo foram identificados, delimitados e caracterizados, 67 movimentos de massa na área de estudo (Apêndice 2), dos quais serão abordados nesta seção os mais significativos, quanto as suas informações quantitativas e qualitativas para cada tipologia de processo.

Destaca-se, que a maior parte destes movimentos possui informações oriundas de levantamentos pretéritos realizados em campo pela equipe técnica da DGEO/PMB. A parte incorporada refere-se aos movimentos mais relevantes e representativos para suas respectivas caracterizações, excluindo, portanto, outros pequenos movimentos de massa que podem ser encontrados na área de estudo.

Os movimentos de massa encontram-se dispersos pela área de estudo, sendo alguns deles de difícil acesso, motivo pelo qual a utilização das imagens de satélite foi essencial para a complementação do inventário.

Além disso, as análises e interpretações da textura, tamanho e a forma dos objetos localizados nas imagens de satélite contribuíram para distinguir paisagens divergentes, em especial aquelas de vegetação recém suprimidas das áreas movimentadas. Os movimentos de massa registrados na área de estudo, têm em geral, formas irregulares e alongadas com textura lisa, diferente das áreas vegetadas, que apresentam predominantemente formas regulares (quadráticas ou retangulares) com padrões de textura rugosa nas áreas desmatadas e textura lisa nos locais cultivados (Figura 46).

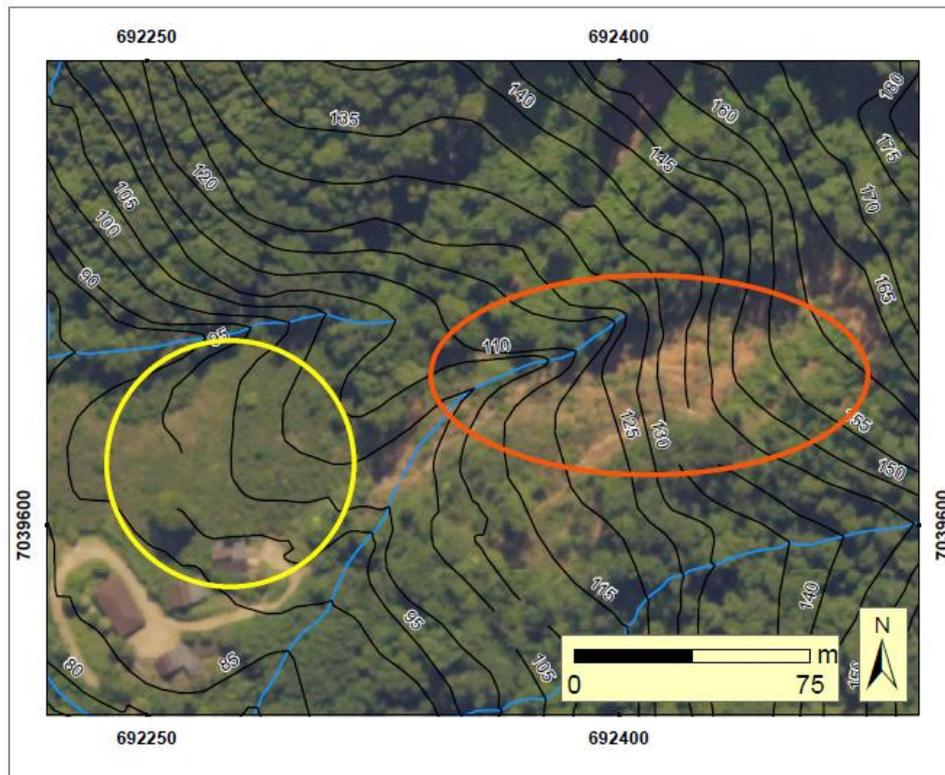


FIGURA 46 - Identificação do movimento de massa (elipse vermelha), distinguindo-se da área vegetada (círculo amarelo).

Soma-se a isso, a utilização de imagens do aplicativo *Google Earth*, que fornece ao usuário a possibilidade de análises temporais de locais onde supostamente possa ter ocorrido um movimento de massa (Figura 47).



FIGURA 47 - Imagens do *Google Earth*.

Entre os 67 movimentos de massa caracterizados na BHRI, os processos denominados de deslizamentos apresentam-se como a tipologia mais frequente, correspondendo a aproximadamente 70,1% das situações. Na sequência, aparecem as corridas (22,4%), as tipologias complexas (5,9%) e o processo de rastejo (1,6%).

Das 47 movimentações de massa caracterizadas como deslizamentos, 21 configuram deslizamentos de geometria translacional. Destes 90,4% apresentam-se como deslizamentos induzidos por atividades antrópica, contempladas principalmente por inadequada destinação de águas pluviais e servidas (Figura 48), bem como pela ausência de normas técnicas na execução de cortes e aterros (Figura 49), pois conforme Guidicini; Nieble (1984) a presença de cortes em taludes, também denominados de retaludamento “...pode vir a reduzir não só as forças solicitantes, que tenderão a induzir a ruptura, mas também a pressão normal atuante no plano potencial de ruptura e, conseqüentemente, a força de atrito resistente”.



FIGURA 48 - Deslizamento translacional em talude de corte. Na parte superior (círculo amarelo) ausência de adequada destinação de águas pluviais e servidas, cujo material movimentado obstruiu parcialmente a Rua Vereador Romário Conceição Badia. (Autor: LANGE, G. F., 2016).



FIGURA 49 - Deslizamento translacional em talude de corte. O material deslocado da vertente destruiu parcialmente o muro de uma edificação. (Autor: LANGE, G. F., 2016).

Por outro lado, quando deflagrados de maneira natural, sem intervenção antrópica, estes deslizamentos podem apresentar um desequilíbrio entre campos de forças distintas. Isso ocorre nos casos em que o somatório das forças de peso dos materiais e do escoamento de água é superior as forças de resistência ao cisalhamento (FIORI; CARMIGNANI 2009).

Oposto aos deslizamentos translacionais que apresentam solos rasos, os deslizamentos rotacionais, exibem a presença de mantos de alteração espessos e homogêneos. Geralmente, estes deslizamentos encontram-se localizados na transição do sopé das vertentes, com áreas relativamente planas, contempladas pela presença de corpos hídricos (Figura 50).

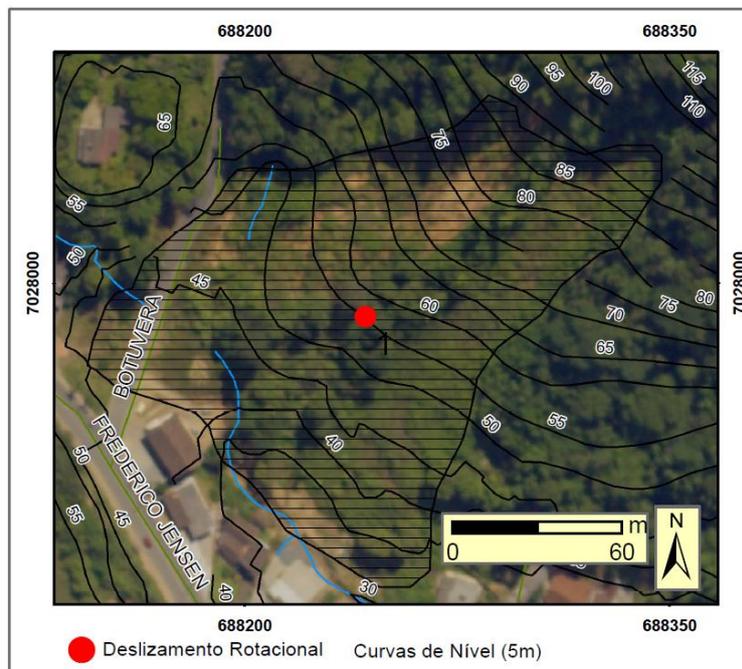


Figura 50 - Deslizamento rotacional registrado como nº 1.

Assim como as geometrias translacionais, as rotacionais exibem alto poder destrutivo como exemplifica o deslizamento acima ilustrado. Deflagrado nos elevados índices pluviométricos ocorridos em novembro de 2008, este deslizamento registrado na carta geomorfológica da BHRI com o número 1, ocasionou a destruição de 03 edificações que outrora se situavam no local (Figura 51), onde uma localizava-se no outro lado da Rua Botuverá, o que conseqüentemente provocou a obstrução total da referida via, bem como resultou no óbito de 03 pessoas que se encontravam naquelas moradias.



FIGURA 51 - Visualização parcial do deslizamento rotacional nº1.
(Autor: LANGE, G. F., 2016).

Quantitativamente os deslizamentos rotacionais que representam 12,7% da referida tipologia, se localizam nos padrões de relevo de morros baixos, contrastando com os 44,6% dos deslizamentos translacionais que se localizam expressivamente no padrão de relevo representado pelas colinas, haja vista a elevada ocupação destas áreas.

Importa destacar, que os outros 42,7 % dos deslizamentos localizados na área de estudo, não permitiram a identificação quanto sua geometria, pois estes se encontram situados predominantemente nos terços médio e superior das vertentes representadas pelos morros altos e serras, impondo grandes dificuldades para acessá-los.

Contudo, além das geometrias acima descritas, estas áreas apresentam a possibilidade da existência de geometrias em cunha, haja vista estes padrões de relevo exibirem controles estruturais evidentes.

Localizadas principalmente nos padrões de relevo morros altos e serras da área de estudo, as corridas apresentam-se como tipologia atuante na modificação do relevo. Isso ocorre devido à magnitude desses processos, que está diretamente relacionada com a declividade e a amplitude das vertentes presentes nestes locais, ou seja, quanto maior a declividade e variação

altimétrica da rampa, maior serão os níveis de energia cinética do material movimentado, e conseqüentemente sua área de atingimento.

Inerentes aos referidos padrões de relevo, as áreas representadas majoritariamente por vales encaixados são zonas com alta possibilidade para deflagrar esta tipologia, uma vez que as instabilidades de vertentes se manifestam preferencialmente em zonas de convergência hídrica, onde o manto de regolito atinge uma máxima espessura, conforme um limite crítico de declividade imposto por relações locais de equilíbrio dinâmico (FIORI; CARMIGNANI 2009), que condicionado a determinadas variáveis do meio físico, poderá deslocar o material mobilizado e originar as corridas.

Em geral, Coutinho (2013) relata que são movimentos extremamente rápidos (de 10 km/h a 100 km/h, ou mais), ocasionados pela redução muito significativa da resistência ao cisalhamento dos materiais, em virtude da destruição da estrutura do solo saturado (colapso seguido de liquefação).

Entre as 15 corridas identificadas na área de estudo, ressaltam-se por suas respectivas amplitudes altimétricas, as movimentações ocorridas nas vertentes dos morros altos, especificamente na localidade denominada de Morro do Cachorro, que representa as áreas mais elevadas da BHRI. Na figura 52 (imagem *Google Earth*) destacam-se as 03 corridas desencadeadas no referido morro, com suas respectivas numerações correspondentes ao quadro de atributos (apêndice 2).



FIGURA 52 - Ilustração das corridas.

Estas três corridas também podem ser visualizadas na figura 53, onde são constatadas outras três movimentações de massa (deslizamentos) localizadas no entorno.

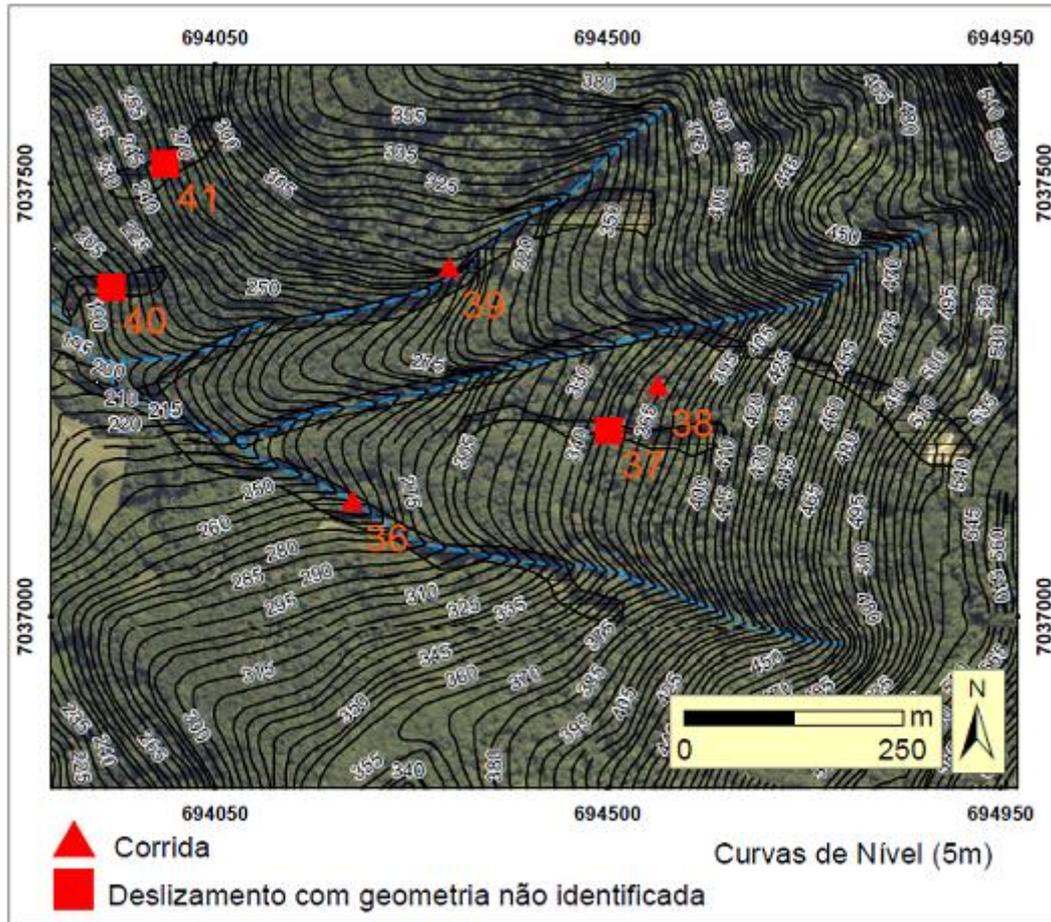


FIGURA 53 - Ilustração das corridas de massa em meio à presença de deslizamentos deflagrados no local.

Muitas vezes existe uma combinação de tipologias que definem o movimento de massa como complexo. Nestes casos, um rastejo inicial pode ser seguido por outros tipos de movimentos como os deslizamentos. Menos frequente, apresentam-se os deslizamentos seguidos do processo de rastejo, sendo identificados geralmente quando se configura eventuais reativações ou novas movimentações a montante da zona de ruptura/cicatriz do deslizamento.

Na área de estudo, destaca-se um movimento de massa (nº 43) (Figura 54) e (Figura 55) que exhibe esta tipologia complexa, ao contemplar rastejo e deslizamento rotacional, cuja massa deslocada atingiu a drenagem resultando em uma corrida.

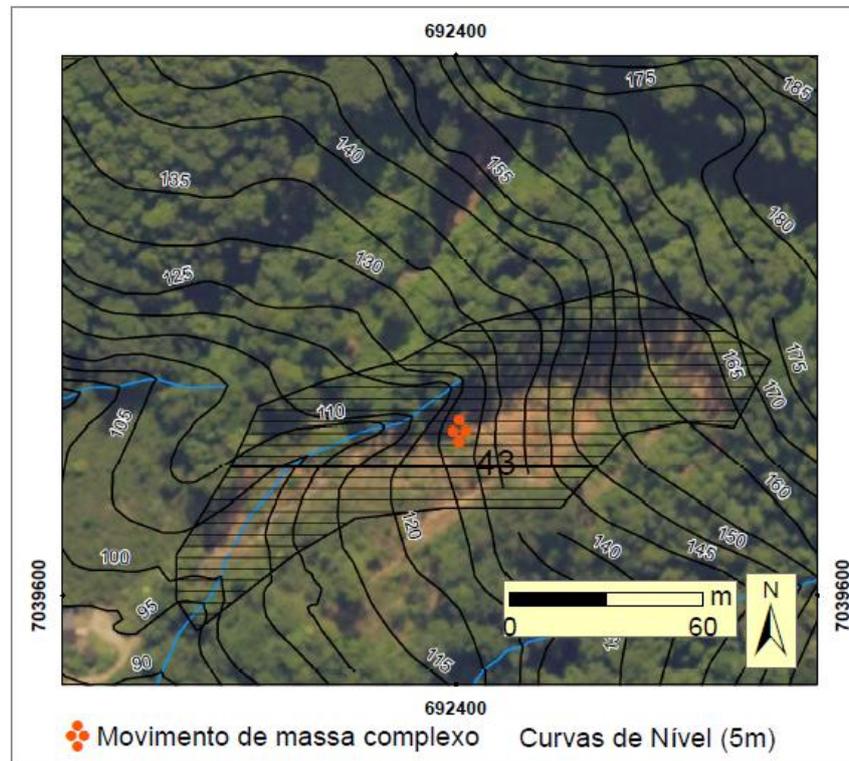


FIGURA 54 - Movimento de massa classificado como complexo.

Mesmo que as corridas exerçam enorme poder destrutivo contendo materiais como blocos (Figura 56), nenhuma daquelas identificadas na área de estudo ocasionaram danos humanos e estruturais em suas respectivas comunidades.



FIGURA 55 - Visualização parcial do movimento de massa nº 43. (Autor: LANGE, G. F., 2016).



FIGURA 56 - Área próxima da zona de ruptura do movimento de massa nº 43, ilustrando a presença de blocos. (Autor: LANGE, G. F., 2016).

A tipologia definida como rastejo, apresenta como característica principal a velocidade lenta em que se desenvolve. Conforme Smith (2004), esse tipo de deslocamento é causado por tensão de cisalhamento interna suficiente para causar deformação, mas insuficiente para causar rupturas.

Os rastejos podem ser identificados por meio de indícios de instabilidade no terreno, evidenciados na maioria das vezes, por trincas/rachaduras na(s) edificação(s), árvores, cercas e postes inclinados, bem como, trincas no solo e degraus de abatimento.

Na área de estudo, apenas uma movimentação de massa foi classificada integralmente como rastejo (Figura 57). Apesar de a linha de ruptura se encontre próxima à edificação situada a montante, não foram identificados visualmente sinais de comprometimento estrutural da mesma.



FIGURA 57 - Movimento de massa, cuja tipologia pode ser classificada como rastejo. (Autor: LANGE, G. F., 2016).

O inventário dos movimentos de massa identificados e caracterizados na BHRI, encontram-se espacializados na carta geomorfológica (apêndice 1), cujas informações quantitativas e qualitativas localizadas no apêndice 2, podem ser utilizadas, por exemplo, em modelos de suscetibilidade de movimentos de massa, bem como em atividades que envolvam a gestão de riscos naturais.

5 CONCLUSÕES

A utilização de técnicas de representação digital do relevo, apoiada na complementação de metodologias de cartografia geomorfológica num contexto de ordenamento taxonômico, demonstrou potencial para mapear os modelados, padrões e formas de relevo simbolizadas na área de estudo.

O uso de atributos topográficos, como o relevo sombreado, possibilitou a identificação dos principais lineamentos estruturais, que em consonância com a rede hidrográfica, permitiu a associação com os diferentes tipos de modelados e suas respectivas tipologias. Embora qualitativa, esta associação ocorreu de modo correlativo com a definição conceitual dos modelados.

A proposta do ICR - Local, empregada para complementar o mapeamento geomorfológico com a quantificação da dissecação do relevo na área em questão, se mostrou eficaz, estabelecendo uma associação visual aproximada de suas classes de rugosidade, tanto com os modelados, quanto com a distribuição espacial dos padrões de relevo. Uma das vantagens na utilização desta ferramenta é que ela constitui um processo de obtenção e delimitação do relevo de maneira automatizada, e principalmente, menos subjetiva do que a maioria dos métodos convencionais utilizados para inferir a dissecação.

Outra etapa de automatização na obtenção de informações do relevo ocorreu, satisfatoriamente, na identificação de seus padrões como as rampas de colúvio, mapeadas de maneira automática com base no TPI, utilizado também, para identificar as formas de relevo simbolizadas representadas pelas cristas/topos e os fundos de vale.

A aplicação de diferentes tamanhos de janelas amostrais, tanto na inserção (TPI), quanto na combinação (ICR) de outros atributos topográficos, podem melhorar significativamente a acurácia de novos mapeamentos automáticos, evidenciando a aplicabilidade do uso da geomorfometria ao proporcionar baixos custos operacionais, bem como a possibilidade de replicação de ambas as propostas.

Atrelados a geomorfometria, os atributos topográficos do relevo apresentaram grande suporte para a realização do mapeamento

geomorfológico da BHRI. Analisados individualmente: Relevo sombreado (modelados), e declividade (ICR) ou em conjunto: amplitude relativa/declividade (padrões de relevo) e/ou declividade e curvatura de vertentes (padrões e formas de relevo simbolizadas) estes atributos, traduziram informações morfológicas (morfometria e morfografia), que em conjunto com a morfogênese, permitiram uma compreensão mais ampla dos processos geomorfológicos.

Em relação às demais formas de relevo simbolizadas, ressalta-se, que a combinação de diferentes fontes de obtenção de informação via sensoriamento remoto, foi essencial para identificar e catalogar os movimentos de massa e distingui-los dos processos erosivos e de corte/aterro. Esta distinção foi possível por meio da utilização de sensores com alta resolução espacial, e principalmente, pelo prévio conhecimento de campo.

Embora a localização dos padrões de relevo delimitados manualmente tenha proporcionado uma boa similaridade com a realidade constatada em campo, esta etapa do trabalho revelou a necessidade de testar outros recortes espaciais, preferencialmente automatizados, para efetuar os cálculos de amplitude altimétrica, pois a delimitação manual, mesmo quando norteada por critérios quantitativos, incorpora diferentes níveis de subjetividade e demanda expressivos esforços temporais e operacionais por parte do pesquisador.

O produto final deste estudo caracterizado pela carta geomorfológica da BHRI se mostrou condizente com o objetivo geral proposto. Contudo, a representação da curvatura de vertentes se mostrou um desafio, pois o modo de representá-la é considerado uma lacuna nos trabalhos de cartografia geomorfológica, haja vista esta variável apresentar comumente distintas classes de curvaturas em uma mesma vertente.

O aprimoramento ou inclusão de novas técnicas que visem otimizar a análise e reduzir as subjetividades com as operações automatizadas, devem ser enfatizadas nos estudos da cartografia geomorfológica, cujo produto final, em consonância com outros produtos cartográficos, pode ser utilizado em atividades com finalidades distintas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. 7. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012, 160 p.

AEROIMAGEM S/A. 2003. **Levantamento aerofotogramétrico do município de Blumenau, Santa Catarina, Brasil**. Escala 1:8000 e 1:30000.

APPGEM. Applied Geomorphological Mapping Working Group Website. Disponível em: <<http://www.geomorph.org/wg/wgagm.html>>. Acesso em: 04/03/2015.

ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org). **Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações**. 2º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 265-282, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de projetos de arquitetura: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 27 p.

AUGUSTO, F. O. Caracterização Geológico-geotécnica voltada à Estabilização de Encostas: Uma proposta Metodológica. In **Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas**, Rio de Janeiro. ABMS-ABGE-ISSMGE, Vol. 2, p.721-733, 1992.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. Editora Longman Scientific & Technical, 1995, 413 p.

BASEI, M. A. S.; DRUKAS, C. O.; NUTMAN, A. P.; WEMMER, K.; DUNYI, L.; SANTOS, P. R.; PASSARELLI, C. R.; CAMPOS NETO, M. C.; SIGA, O. Jr.; OSAKO, L. The Itajaí foreland basin: a tectono-sedimentary record of the Ediacaran period, Southern Brazil. **International Journal of Earth Sciences**, v. 100, n.2-3: p. 543-569, 2011.

BATISTA, T.; MENDES, P.; PINTO, G. C.; CABEZAS, J. L; FERNÁNDEZ; RAMÍREZ, B. Unidades locais de Paisaje aplicadas a escala regional: área Alentejo, Centro y Extremadura. In CEBALLOS, F, M. PUERTO.; T. BATISTA.; CARRIÇO, C. (Coord. Ed.). 2013 OTALEX C: Resultados del Proyecto. DGTOTU. **Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo**. Junta de Extyremadura, p. 99-11, 2013.

BIGARELLA, J. J; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, v. 3. 2003. 1436p.

BIGARELLA, J. J; BECKER, R. D; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, v.1. 2009. 425p.

BURROUGH, P. A. **Principals of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1998.

BRITO, M. M. de. Identificação de Cicatrizes de Movimentos de Massa na Borda Oriental da Bacia do Paraná com Base em Imagens Landsat 5-TM. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, nº 1, p. 56 - 70, 2015.

CAMARA, G; CARVALHO M. **Análise espacial de eventos**. São José dos Campos. 2002 Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.14.53/doc/cap2-eventos.pdf>. Acesso em: 25/01/2016.

CASTRO, N. A. de.; CRÓSTA, A. P.; FERREIRA, F. J. F.; BASEI, M. A. S.; PASCHOLATI, M. E. Quadro geológico regional da porção central do embasamento pré-ordoviciano de Santa Catarina com base em imagens Landsat-5/TM e aerogeofísicas. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 33, n. 2, p. 161-172, 2003.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Livro digital (2005). Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/pdf/index.php>. Acesso em: 02 de fev. 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo, Edgar Blücher Ltda, 1980, 188 p.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**; tradução: Francisco Eliseu Aquino...[et al.]. 7.^a edição - Porto Alegre: Bookman, 2012. 728 p.

COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Vol. 12, n. 3, p. 121-130, 2011.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management. a new Introduction**, 2^o ed. Oxford: Claredon, 1990, 410 p.

CORREIA, M. R. D. **Avaliação de diferentes técnicas de modelagem e de dados espaciais aplicadas à análise de risco a deslizamentos no baixo vale da bacia do rio Itajaí-açu - SC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. 310f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.

COUTINHO, R. Q. (Coord. e Org.). **Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais**. Recife: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco; Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies – GEGEP; DECivil, 2013. 376 p. (Documento Técnico).

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2014. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações**. Brasília: IPT/CPRM. 2014. Escala 1:25000.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 4, n. 1, p. 01-09, 2003.

DE REU, J.; BOURGEOIS, J.; BATS, M.; ZWERTVAEGHER, A.; GELORINI, V.; DE SMEDT, P.; CHU, W.; ANTROP, M.; DE MAYER, P.; FINKE, P.; MEIRVENNE, M. V; VERNIERS, J.; CROMBÉ, P. **Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes**. *Geomorphology* v.186, p. 39-49, 2013.

DIKAU, R. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. In: RAPER, J. (Ed.). **Three dimensional applications in geographic information systems**. New York: Taylor and Francis, p.51-77, 1989.

DONÉ, S. S. B. **Mapas Geomorfológicos e suas legendas. Uma contribuição para estudos analíticos**. Notas Geomorfológicas. Campinas, p. 85 – 110, 1981.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412p, 1999.

ESRI. **ArcGis, Spatial Analyst, 3D Analyst**. Versão 10.2.2 Environmental Systems Research Institute, 2014.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. Plano de Manejo da Reserva Biológica Estadual do Aguai: volume 3: P712 Anexo (**Relatórios Temáticos dos Meios Físico e Socioeconômico**) Florianópolis : [s.n], 2009. 224 p.

FELGUEIRAS, C. A. Modelagem Numérica de Terreno. In. CÂMARA, G; MEDEIROS, J. S. (Org). **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, ed. 2, p. 4-39, 1998. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/4mnt.pdf.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**.4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 123-194.

FERNANDES, M do C.; MENEZES, P. M. L de. Avaliação de métodos de geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real: um

estudo de caso no maciço da Tijuca-RJ. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro do Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil. INPE. p. 2985-2992, 2005.

FIORI, A. P; CARMIGNANI, L. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**: aplicações na estabilidade de taludes. UFPR. 2 ed. Curitiba, 2013, 602 p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Avaliação de dados do MSS-LANDSAT-4 para o mapeamento geomorfológico no semi-árido como suporte ao planejamento regional: uma abordagem integrada (área-teste região de Juazeiro - BA)**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1985.147f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.00.32.34/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 26 de ago. 2015.

FLORENZANO, T. G. (Org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 113 p.

FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Org). **Desastre de 2008 no vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. 192 p.

GALLANT, J. C. ;WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: Principles and applications**. New York: John Wiley, p.51-85, 2000.

GOOGLE. Google Earth. 2015. Nota (Blumenau-SC). Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 13-02-2016

GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R. Compartimentação Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Arroio Caverá-RS. **Revista GeoUERJ**, v.1, n.25, p.183-199, 2014.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Bertrand Brasil, 9 ed. Rio de Janeiro, 2011, 648 p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de Escavação**. 2º Edição. São Paulo. Edgard Blücher, 1984, 194p.

GUSTAVSSON, M. **Development of a Delaited Geomorphological Mapping and GIS Geodatabase in Sweden**. DOCTORAL THEIS. Department of Earth Sciences. Uppsala Universited Sweden, 2005, 61 p.

HARTMANN, L. A.; SILVA, L. C.; ORLANDI, V. O Complexo Granulítico de Santa Catarina. **Acta Geológica Leopoldiensia**. v. 3, n. 6, p. 93-112, 1979.

HAYDEN, R. S. Geomorphological mapping. In: SHORT, N. M.; BLAIR, Jr.; R. W. (eds.) **Geomorphology from space: a global overview of regional landforms**. Washington, D. C., NASA, 1986. P. 637-656. Disponível em: <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/geomorphology/table-of-contents/GEO_11/index.shtml> Acesso em 06/03/2015.

HENGL, T. **Pedometric mapping: bridging the gaps between conventional and pedometric approaches**. Wageningen University, Enschede, 2003. 233p. PhD thesis - Wageningen University. Disponível em: http://spatialanalyst.net/wiki/index.php?title=Pedometric_mapping:_PhD_thesis.

HENGL, T. Finding the right pixel size. **Computers & Geosciences**. v. 32, n. 9, p. 1283-1298, Nov. 2006.

HERMUCHE, P. M.; ANDRADE, A. C.; GUIMARÃES, R. F.; LEAL, CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S. Compartimentação Geomorfológica em escala regional da bacia do rio Paraná. *In: Anais do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Rio de Janeiro - RJ, 2003.

HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, v. 01, n. 69, p. 14-47, 1981.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. **Journal of Hydrology**, n. 106, p. 211-232, 1989.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. – Divisão de Geociências do Sul 2002a. Projeto Gerenciamento Costeiro. 3ª fase. **Relatório Técnico Geologia**. Florianópolis. Disponível em: www.morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/Geologia_final.pdf. Acesso em 07/03/2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. – Divisão de Geociências do Sul. 2002b. Projeto Gerenciamento Costeiro. 3ª fase. **Relatório Técnico Geomorfologia**. Florianópolis. Disponível em: www.morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/Geomorfologia.pdf. Acesso em 07/03/2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. – Unidade Estadual do IBGE em Santa Catarina. 2003. Projeto Gerenciamento Costeiro. 3ª fase. **Relatório Técnico Solos**. Florianópolis. Disponível em: <www.morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/Solos_final.pdf>. Acesso em 07/03/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE 2004. Folha Joinville – SG.22-Z-B. Escala: 1:250000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE 2006. Escala 1:5000000. Projeção policônica.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. 2º Ed. (Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais) **Manual Técnico de Geociências nº 4**. Rio de Janeiro: IBGE 2007. 316 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2º Ed. (Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais) **Manual Técnico de Geociências nº 5**. Rio de Janeiro: IBGE 2009. 182 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2º Ed. (Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais) **Manual Técnico de Geociências nº 1**. Rio de Janeiro: IBGE 2012. 271 p.

IGLESIAS, C. M. da F.; ZERFASS, H.; da SILVA, M. A. S.; KLEIN, C. 2011. **Programa Geologia do Brasil: carta geológica - escala 1:250000 (Folha SG-22-Z-B Joinville), Estado de Santa Catarina**. Brasília: DNPM/CPRM. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br>>. Acesso em: 06 de março de 2015.

JENNESS, J. **Topographic Position Index**. 2006. Disponível em: <http://www.jennessent.com>. Acesso em setembro de 2014.

KAUL, P. F. T. O Cráton de Luís Alves. In: **Anais...CONGRESSOBRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 31, Balneário de Camboriú, 1980. Balneário de Camboriú: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 5, p. 2677-2683, 1980.

KOHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2001

KUO, W. L.; STEENHUIS, S. T.; MCCULLOCH, E. C.; MOHLER, L. C.; WEINSTEIN, A. D.; DEGLORIA, D. S.; SWANEY, P. D. Effect of grid size on runoff and soil moisture for a variable-source-area hydrology model. **Water Resources Research** v. 35, n.11, 3419–3428, 1999.

LANGE, G. F.; SILVEIRA, C. T. da. Mapeamento geomorfométrico da bacia hidrográfica do Zendron, Blumenau - SC. In: **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Teresina - PI, p. 854-862, 2015.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 216p.

MACEDO, E. S de; BRESSANI, L. A. **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo**. São Paulo: 1º edição. ABGE 2013, 88 p. Documento traduzido de

JTC-1 (Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes), 2008.

MANDAI, R. P. **Avaliação da aptidão à urbanização com uso de inferência fuzzy em dados geomorfométricos: subsídios para o planejamento territorial em torno do anel viário do distrito federal.** Universidade de Brasília, 2012. 206f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Setor de Geociências Aplicadas, Universidade de Brasília.

MOORE, I. D.; GESSLER, G.A.; PETERSON, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v.57, p.443-452, 1993.

MUÑOZ, V. A. **Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. 112p. (INPE-15796-TDI/1531). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

NEPOMUCENO, P. L. M.; LUCHIARI, A. Mapeamento morfológico de detalhe: experiências para a integração entre técnicas de fotointerpretação e sistemas de informações geográficas no município de Salesópolis-SP. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, v.28, p.198-220, 2014.

NOGUEIRA, R. E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais.** 3. ed. ver. e amp. Ed. Da UFSC, Florianópolis, 2009, 327p.

OLIVEIRA, L. M. **Acidentes Geológicos Urbanos.** Mineropar - Serviço Geológico do Paraná. Curitiba, (1º Edição), 2010, 78p.

OLIVEIRA, C. S. de; MARQUES NETO, R. Mapeamento das unidades de relevo na bacia hidrográfica do ribeirão do Parí - MG. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento e XXV Expositiva, 2014, Gramado. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento e XXV Expositiva**, 2014.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1981. 440p.

PIKE, R. J. **Geomorphometry - diversity in quantitative surface analysis.** Progress in Physical Geography. v. 24, n.1, p.1–20, 2000.

PIKE, R. J.; EVANS, I. S.; HENGL, T. Geomorphometry: A Brief Guide. In: HENGL, T.; REUTER, H. **Geomorphometry: Concepts, Software, Applications.** Elsevier, v. 33, p.3-30, 2009.

PONÇANO, W. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. v. 2 (Publicação IPT, 1 183; Monografias, 5).

POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P.; FLORES, C. A. & BOGNOLA, I. 2004. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. CD ROM; mapa color. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

POZZOBON, M. **Análise da suscetibilidade a deslizamentos no município de Blumenau/SC: uma abordagem probabilística através da aplicação da técnica pesos de evidência**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013. 138f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU. **Localização e Dados Geográficos de Blumenau**. Disponível em: <[http://www.blumenau.sc.gov.br/gxpsites/hgxpp001.aspx?1, 1, 313, O, P, 0, MNU; E; 3; 1; 37; 3; MNU,>](http://www.blumenau.sc.gov.br/gxpsites/hgxpp001.aspx?1,1,313,O,P,0,MNU;E;3;1;37;3;MNU,>) Acesso em 28/03/2015.

ROSA, R. O; HERMANN, M. L. P. **Geomorfologia**. In: **Atlas de Santa Catarina. Aspectos Físicos**. Rio de Janeiro: GAPLAN, 1986. p.31-32.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 85 p, 1990.

ROSS, J. L. S. O Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP**, São Paulo, n. 6, p.17-29, 1992.

ROSS J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia, FFCH-USP**, São Paulo, n. 10, p. 20-32, 1996.

ROSS, J. L. S. 2002. Suporte da geomorfologia aplicada: os táxons e a cartografia do relevo. In: **IV Simpósio Nacional De Geomorfologia (Anais)**. São Luis: UFMA, 2002.

SALGADO, J. C. R. S. S. **Avaliação e modelação da suscetibilidade a movimentos de vertente superficiais translativos em Nova Friburgo, Rio de Janeiro**. Faculdade de Letras. Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2013. Dissertação de mestrado - Faculdade de Letras. Universidade do Porto. Porto.

SALOME, A. L.; VAN DORSSER, H. J. Examples of 1:50000 scale geomorphological map of part of the Ardennes. **Zeitschrift fur Geomorphologie**. Berlin, v.26, n.4, p.481-489, 1982.

SAITO, N. S. **Modelos digitais de elevação na sub-bacia hidrográfica do Córrego horizonte, Alegre – Espírito Santo**. Universidade Federal do Espírito

Santo. Jerônimo Monteiro, 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

SAMPAIO T. V. M.; AUGUSTIN C. H. R. R. Índice de Concentração da Rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a Cartografia Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 15, n. 1, p. 47-60, 2014.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da.; SILVA, J. M. F. da.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 7, n. 2, p. 03-12, 2006.

SANTOS, H. G. dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A. de.; OLIVEIRA, J. B. de.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Eds.). 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.

SCHEIBE. L. F. Geologia de Santa Catarina - Sinopse Provisória. **Geosul**, v.1. p. 7-38, 1986.

SDS - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: ENGEMAP, 2013. Documento Digital. Disponível em: http://www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=209&lang=brazilian_portuguese. Acesso em 07 de mar. 2015.

SEABRA, V. S. da. Uso de modelos digitais de elevação para mapeamento de variáveis morfométricas do relevo na bacia hidrográfica do rio São João. **Revista Tamoios**, ano 8, nº 8, p. 68-79, 2012.

SEVEGNANI, L. 2002. Vegetação da Bacia do Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W. B. & PROCHNOW, M. (org). **Mata Atlântica e Você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI.

SEVERO, D. A meteorologia do desastre. In: Frank, B.; Sevegnani, L. (Eds.). **Desastre de 2008: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí. p. 70-77, 2009.

SILVA, J. M.F Da. **Caracterização e mapeamento das unidades geomorfológicas da Bacia do Rio Pequeno, Antonina - PR**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, Q. D da. **Mapeamento geomorfológico da Ilha Do Maranhão**. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012. 251f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, L. C. da.; DIAS, A. de A. 1981. **Projeto Timbó-Barra Velha: carta geológica – escala 1:50000 (Folha SG.22-Z-B-IV-4 Blumenau)**. Brasília: DNPM/CPRM.

SILVA, H. S.; SEVERO, D. L. **O clima**. In: AUMOND, J. J. ; PINHEIRO, A.; FRANK, B. Bacia do Itajaí: aspectos físicos e biológicos. Blumenau: Edifurb, 2009.

SILVEIRA, C. T. da. **Análise digital do relevo na predição de unidades preliminares de mapeamento de solos: integração de atributos topográficos em sistemas de informações geográficas e redes neurais artificiais**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. 153f. Tese (Doutorado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Clasificación morfológica del relieve uruguayo basada em modelos digitales de elevación y técnicas morfométricas. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**. (GESIG-UNLU, Luján). Año 6, N° 6, Sección I: 19-36, 2014.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T.; CHISATO, O. F. Emprego de técnicas de inferência espacial para Identificação de unidades de relevo apoiado em atributos topográficos e árvore de decisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 15, n. 1, p. 87-101, 2014.

SOUZA, L. F; SAMPAIO, T. V. M. Aplicação do Índice de Concentração da Rugosidade à identificação de classes de dissecação do relevo: uma proposta de quantificação e automatização em ambiente SIG. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster**. London: Routledge, Fourth edition 2004. 321 p.

SMITH, M. J.; CLARK, C. D. Methods for the visualisation of digital elevation models for landform mapping. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 30, p. 885-900, 2005.

SMITH, M. J; GRIFFITHS, J. S; PARON, P. Introduction to Applied Geomorphological Mapping, section 1, chapter 1. In: SMITH, M. J; GRIFFITHS, J. S; PARON, P (eds). **Geomorphological Mapping: Methods and Applications**. London: Elsevier, p. 3-13, 2011.

SOARES, P. C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Not. Geomorfológica, Campinas**, v. 16, n. 32, p. 71 – 104, 1976.

STEIN, A.; RILEY, J.; HALBERG, N. Issues of scale for environmental indicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v. 87 n.2, p. 215–232, 2001.

TINÓS, T. M.; FERREIRA, M. V.; ZAINÉ, J. E.; RIEDEL, P. S. Técnicas de visualização de modelos digitais de elevação para o reconhecimento de elementos de análise do relevo. **Revista Geociências - Unesp, São Paulo**, v. 33, n. 2, p. 202-215, 2014.

TOMLIN, C. D. **A Map Álgebra**. In Proceedings of Harvard Computer Graphics Conference, at Cambridge, Mass, 1983.

TORRES, F. T. P.; NETO, R. M.; MENEZES, S. de O. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 322 p.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L, E, de S.; SILVEIRA, C. T. da. Compartimentação Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itú/RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n.2, p.219-237, 2015.

TRICART, J. **Principes et méthodes de l geomorphologie**. Paris: Masson Ed., 1965, 496p.

USGS, **Landslide types and processes**. U.S. Department of interior. Fact sheet 2004-3072, p.1-4, 2004.

VALERIANO, M. M. de.; CARVALHO, J, O, A. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.4, n.1, p.17-29, 2003a.

VALERIANO, M. M. de. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.539-546, 2003b.

VALERIANO, M. M. Visualização de imagens topográficas. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis, SC. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, SP : INPE, v. 1. p. 1-8, 2007.

VALERIANO, M. de M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceito e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, cap. 3, p. 72-104, 2008a.

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfológicos locais**. - São José dos Campos: INPE, 2008b.

VERSTAPPEN, H. T. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping, section 1, chapter 2. In: SMITH, M. J; GRIFFITHS, J. S; PARON, P (eds). **Geomorphological Mapping: Methods and Applications**. London: Elsevier, p. 13-36, 2011.

VIBRANS, A. C. 2003. **A cobertura florestal da bacia do Rio Itajaí – elementos para uma análise histórica**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 239f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.

WALSTRA, J; HEYVAERT, V. M. A; VERKINDEREN, P. Mapping Late Holocene Landscape Evolution and Human Impact: A Case Study from Lower Khuzestan (SW Iran), section 3, chapter 22. In: SMITH, M. J; GRIFFITHS, J. S; PARON, P (eds). **Geomorphological Mapping: Methods and Applications**. London: Elsevier, p. 551-573, 2011.

WEISS, A.D. **Topographic Position and Landforms Analysis**. The Nature Conservancy, Northwest Division, Seattle, WA. 2001.

WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. Digital terrain analysis, chapter 1. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (eds.). **Terrain analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, p.1-27, 2000.

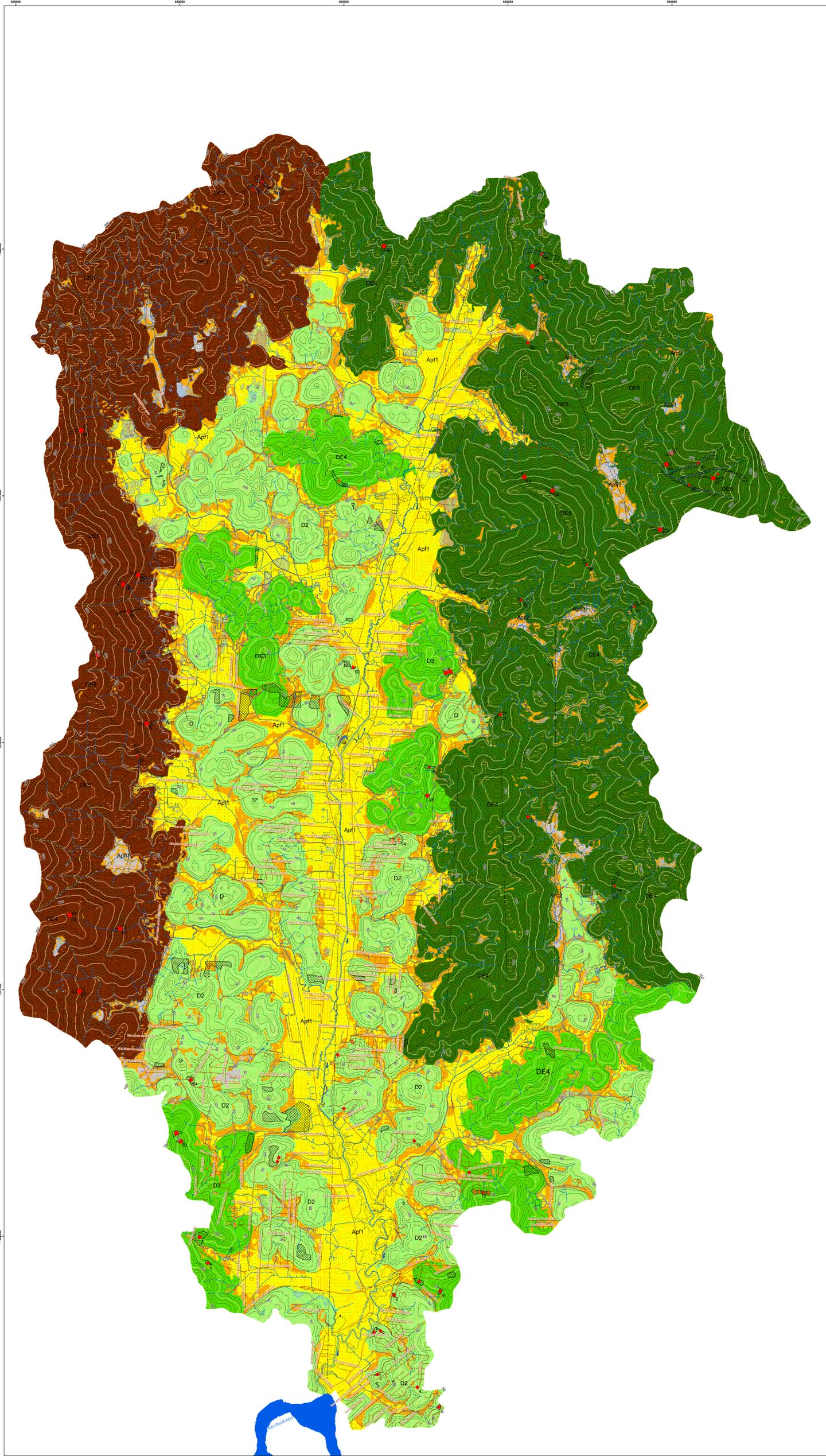
XAVIER, F. da F. Caracterização geotécnica do município de Blumenau: dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, Rio de Janeiro, 1996. **Anais...** v.2, Rio de Janeiro, p. 561-567, 1996.

ZEVENBERGEN, L.W.; THORNE, C.R. Quantitative analysis of land surface topography. **Earth Surface Processes and Landforms**, n. 12, p.47-56, 1987.

APÊNDICE 1

CARTA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DO RIBEIRÃO ITOUPAVA - BLUMENAU -SC

CARTA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ITOUPAVA - BLUMENAU -SC



LEGENDA

□ Limite da Bacia		
Elementos de Hidrografia	Elementos de Geologia e Geomorfologia	Outros elementos
~ Hidrografia	~ Curvas de Nível_10_Metros	— Ruas
— Sentido do Fluxo Hídrico	~ Curvas de Nível Mestra_50 Metros	
⊗ Lagos	— Cristas/Topos	
	— Vales	
	— Lineamentos	

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	UNIDADES GEOMORFOLÓGICA	PADRÕES DE RELEVO	MODELADOS			
				Tipologia Predominante	Índice de Rugosidade Predominante	Sigla	
CRÁTON LUIS ALVES OU EMBASAMENTO CRYSTALINO	SERRAS DO LESTE CATARINENSE	SERRAS CRISTALINAS LITORÂNEAS	SERRAS	Estrutural	Muito Alta	DE5	
		COLINAS COSTEIRAS	MORROS ALTOS MORROS BAIXOS	DISSECAÇÃO	Estrutural	Muito Alta	DE5
COLINAS	Homogênea		Alta/Média		D4/3		
DEPÓSITOS SEDIMENTARES DO QUATERNÁRIO		RAMPAS COLÚVIO ALUVIAIS	RAMPAS DE COLÚVIO	Homogênea	Média	D3	
		PLANÍCIES	PLANÍCIES FLUVIAIS PLANÍCIES FLUVIAIS PLANÍCIES FLUVIAIS ISOLADAS	ACUMULAÇÃO	Gênese Predominante	Índice de Rugosidade Predominante	Sigla
					Mista	Baixa	Arc2
Fluvial	Muito Baixa	Apf1					
						Apf1	

PADRÕES DE RELEVO	MORFOLOGIA E MORFODINÂMICA DAS VERTENTES				FORMAS DE PROCESSOS ATUAIS	MOVIMENTO DE MASSA
	CURVATURA PREDOMINANTE	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	AMPLITUDE ALTIMÉTRICA			
SERRAS	Convexo Divergente	> 5° ou > 8%	300 m	Movimentos de Massa Corte e Aterro	Deslizamento	Geometria ■ Não identificada ◆ Translacional ● Rotacional
MORROS ALTOS MORROS BAIXOS	Convexo Divergente	> 5° ou > 8%	160 - 300m	Movimentos de Massa Corte e Aterro Processos Erosivos		
COLINAS	Convexo Divergente	> 5° ou > 8%	< 70m	Movimentos de Massa Corte e Aterro Processos Erosivos		
RAMPAS DE COLÚVIO	Côncavo Convergente	< 7° ou < 12%				
PLANÍCIES FLUVIAIS	Retilíneo Planar	0 - 5° ou 0 - 8,7%	< 50 m			
PLANÍCIES FLUVIAIS ISOLADAS	Retilíneo Planar	0 - 5° ou 0 - 8,7%	< 50 m			

ESCALA: 1: 12500



Coordenadas UTM
Fuso 22 Sul
Datum SIRGAS 2000

Organização: Lange Filho (2016)
Fonte: Base Cartográfica da PMB

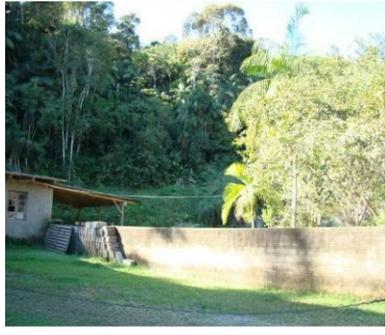
APÊNDICE 2

QUADRO DE ATRIBUTOS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

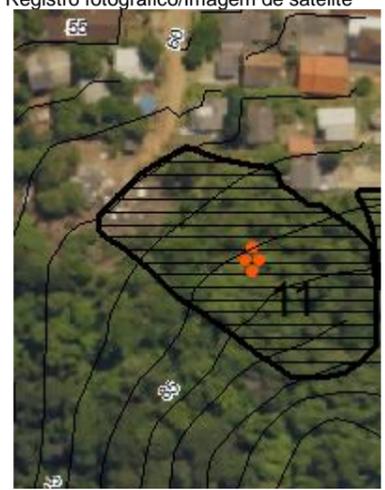
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 01		Origem: Natural	Nº do Movimento de Massa: 02		Origem: Induzido
Rua(s):	Botuverá	Coordenadas UTM: X=688.298 Y=7.028.054	Rua(s):	Frederico Jensen	Coordenadas UTM: X=688.327 Y=7.027.662
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008	Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 186		Largura estimada extensão (m): 147	Comprimento estimado extensão (m): 43		Largura estimada extensão (m): 86
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 	<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo			<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo			<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional <input checked="" type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha	<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 03		Origem: Induzido	Nº do Movimento de Massa: 04		Origem: Induzido
Rua(s):	Vereador Romário Conceição Badia	Coordenadas UTM: X=690.399 Y=7.026.323	Rua(s):	Das Antilhas	Coordenadas UTM: X=690.898 Y=7.026.166
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2011	Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2011
Comprimento estimado extensão (m): 24		Largura estimada extensão (m): 77	Comprimento estimado extensão (m): 10		Largura estimada extensão (m): 13
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 	<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo			<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo			<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha	<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 05		Origem: Induzido	Nº do Movimento de Massa: 06		Origem: Induzido
Rua(s):	Bruno Tribess	Coordenadas UTM: X=691.174 Y=7.025.926	Rua(s):	01 de Janeiro	Coordenadas UTM: X=690.375 Y=7.026.820
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2011	Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 53		Largura estimada extensão (m): 65	Comprimento estimado extensão (m): 42		Largura estimada extensão (m): 120
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 	<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo			<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo			<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha	<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 07		Origem: Induzido
Rua(s):	01 de Janeiro	Coordenadas UTM: X=690.440 Y=7.026.840
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 25		Largura estimada extensão (m): 108
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

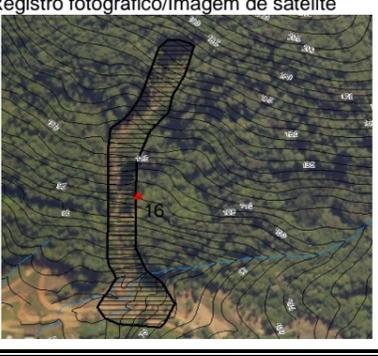
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 08		Origem: Induzido
Rua(s):	01 de Janeiro	Coordenadas UTM: X=690.618 Y=7.027.283
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 34		Largura estimada extensão (m): 43
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 09		Origem: Natural
Rua(s):	Lothar Gebien	Coordenadas UTM: X=691.183 Y=7.027.362
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 75		Largura estimada extensão (m): 42
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 10		Origem: Induzido
Rua(s):	Gustavo Kuhlmann	Coordenadas UTM: X=690.933 Y=7.027.466
Bairro(s):	Itoupava Norte	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 58		Largura estimada extensão (m): 122
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 11		Origem: Natural
Rua(s):	Jorge de Lima	Coordenadas UTM: X=691.598 Y=7.028.513
Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 54		Largura estimada extensão (m): 81
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 12		Origem: Natural
Rua(s):	Manuel bandeira	Coordenadas UTM: X=691.645 Y=7.028.525
Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 33		Largura estimada extensão (m): 40
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 13		Origem: Natural	Nº do Movimento de Massa: 14		Origem: Natural
Rua(s):	Agripino Grieco	Coordenadas UTM: X=691.703 Y=7.028.531	Rua(s):	Alceu Amoroso Lima	Coordenadas UTM: X=691.762 Y=7.028.529
Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 1990 e 2008	Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2008 e 2011
Comprimento estimado extensão (m): 40		Largura estimada extensão (m): 63	Comprimento estimado extensão (m): 54		Largura estimada extensão (m): 41
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente	<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite	<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite
<input type="checkbox"/> Complexo			<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria		<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional			<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional			<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha			<input type="checkbox"/> Cunha	
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 15		Origem: Induzido	Nº do Movimento de Massa: 16		Origem: Natural
Rua(s):	Godofredo Rangel	Coordenadas UTM: X=691.530 Y=7.028.722	Rua(s):	Hermann Berg	Coordenadas UTM: X=693.284 Y=7.032.207
Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2011	Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 11		Largura estimada extensão (m): 32	Comprimento estimado extensão (m): 330		Largura estimada extensão (m): 79
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente	<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite	<input type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite
<input type="checkbox"/> Complexo			<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria		<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional			<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional			<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha			<input type="checkbox"/> Cunha	
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA			CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 17		Origem: Induzido	Nº do Movimento de Massa: 18		Origem: Induzido
Rua(s):	Ricardo Kasulke	Coordenadas UTM: X=693.243 Y=7.033.099	Rua(s):	Sebastião José de Souza	Coordenadas UTM: X=690.856 Y=7.029.159
Bairro(s):	Fidélis	Data da ocorrência: 2011	Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2011
Comprimento estimado extensão (m): 4		Largura estimada extensão (m): 8	Comprimento estimado extensão (m): 40		Largura estimada extensão (m): 45
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes	Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input checked="" type="checkbox"/> Outros materiais Especifique: Pneus	Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente	<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite	<input type="checkbox"/> Rastejo		Registro fotográfico/Imagem de satélite
<input type="checkbox"/> Complexo			<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria		<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional			<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional			<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha			<input type="checkbox"/> Cunha	

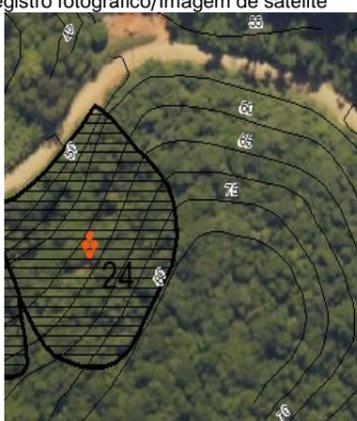
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 19		Origem: Induzido
Rua(s):	Henrique Westphal	Coordenadas UTM: X=689.999 Y=7.029.560
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2011
Comprimento estimado extensão (m): 20		Largura estimada extensão (m): 10
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

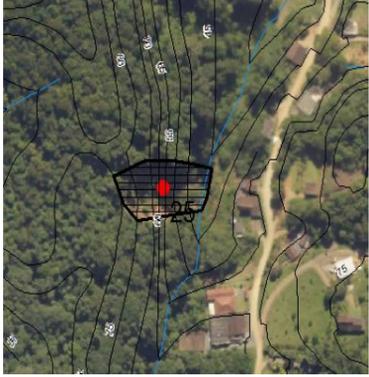
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 20		Origem: Induzido
Rua(s):	Gustavo Zimmermann	Coordenadas UTM: X=689.927 Y=7.030.204
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 15		Largura estimada extensão (m): 20
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input checked="" type="checkbox"/> Outros materiais Especifique: Lixo	Padrão de relevo: Colina
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

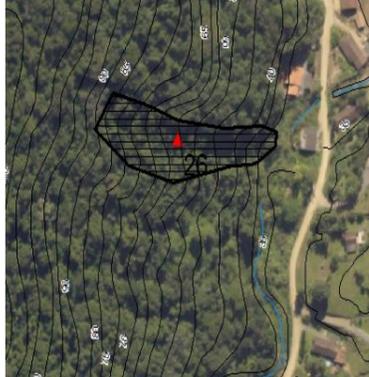
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 21		Origem: Induzido
Rua(s):	Dr. Pedrinho	Coordenadas UTM: X=690.110 Y=7.032.359
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2011
Comprimento estimado extensão (m): 40		Largura estimada extensão (m): 45
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

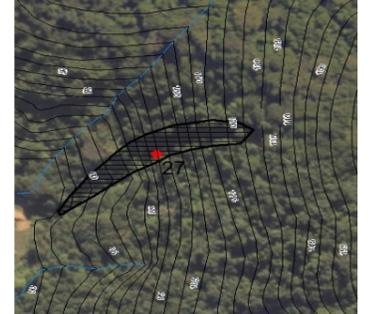
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 22		Origem: Induzido
Rua(s):	João Krause	Coordenadas UTM: X=690.293 Y=7.032.080
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2011
Comprimento estimado extensão (m): 12		Largura estimada extensão (m): 38
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Divergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 23		Origem: Induzido
Rua(s):	Henrique Setter	Coordenadas UTM: X=690.598 Y=7.032.806
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 83		Largura estimada extensão (m): 60
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 24		Origem: Induzido
Rua(s):	Henrique Setter	Coordenadas UTM: X=690.663 Y=7.032.817
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 94		Largura estimada extensão (m): 105
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Colina
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
		Registro fotográfico/Imagem de satélite
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

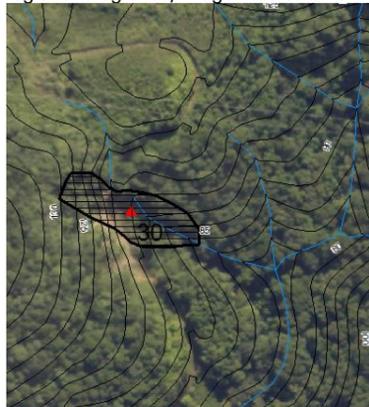
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 25		Origem: Natural
Rua(s):	Reinhold Otto	Coordenadas UTM: X=691.018 Y=7.033.353
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 65		Largura estimada extensão (m): 35
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo
		Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input type="checkbox"/> Translacional <input checked="" type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha		

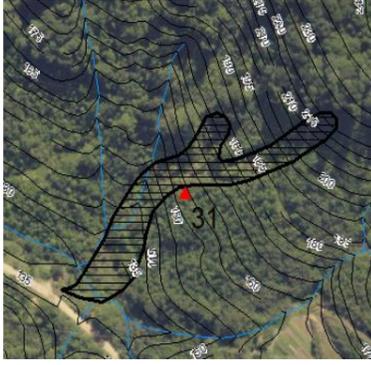
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 26		Origem: Natural
Rua(s):	Reinhold Otto	Coordenadas UTM: X=691.038 Y=7.033.703
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 135		Largura estimada extensão (m): 35
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo
		Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha		

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 27		Origem: Natural
Rua(s):	Erich Otto	Coordenadas UTM: X=691.906 Y=7.034.348
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 135		Largura estimada extensão (m): 25
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Convexo
		Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input checked="" type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha		

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 28		Origem: Natural
Rua(s):	Paul Hermann Gieseler	Coordenadas UTM: X=691.252 Y=7.034.845
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 96		Largura estimada extensão (m): 39
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo
		Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha <input checked="" type="checkbox"/> Não constatada		

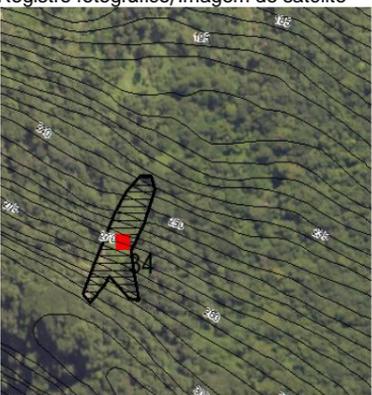
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 29		Origem: Natural
Rua(s):	Paul Hermann Gieseler	Coordenadas UTM: X=691.295 Y=7.034.867
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 87		Largura estimada extensão (m): 30
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro baixo
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo
		Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha <input checked="" type="checkbox"/> Não constatada		

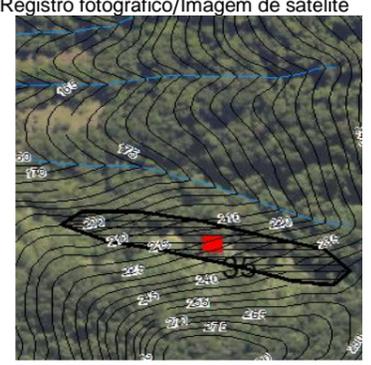
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 30		Origem: Natural
Rua(s):	Wilhelm Knaesel Senior	Coordenadas UTM: X=692.154 Y=7.035.734
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 85		Largura estimada extensão (m): 31
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo
		Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Deslizamento		Registro fotográfico/Imagem de satélite
Geometria <input type="checkbox"/> Translacional <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Cunha		

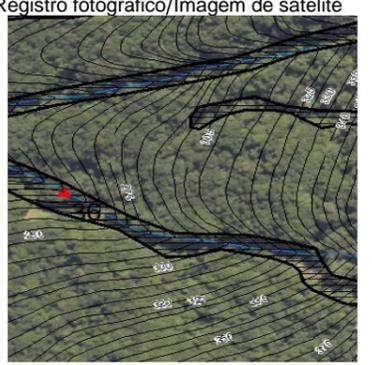
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 31		Origem: Natural
Rua(s):	Wilhelm Knaesel Senior	Coordenadas UTM: X=693.540 Y=7.035.673
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 240		Largura estimada extensão (m): 35
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 32		Origem: Natural
Rua(s):	Wilhelm Knaesel Senior	Coordenadas UTM: X=692.944 Y=7.036.173
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 190		Largura estimada extensão (m): 31
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

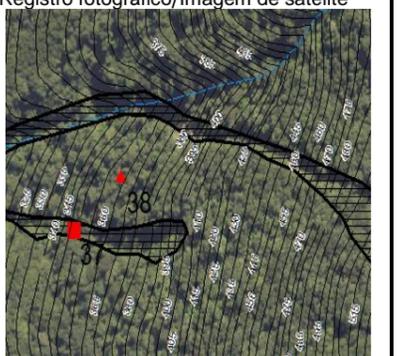
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 33		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=692.204 Y=7.037.214
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 133		Largura estimada extensão (m): 23
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

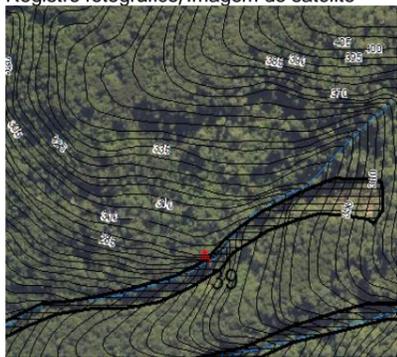
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 34		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=692.541 Y=7.037.063
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 105		Largura estimada extensão (m): 25
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

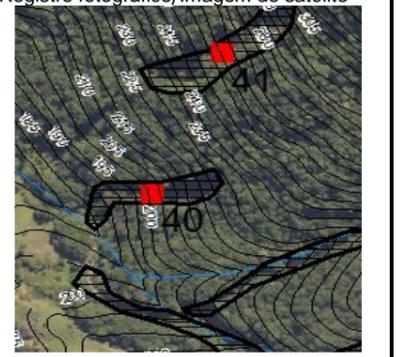
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 35		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=693.860 Y=7.036.590
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 236		Largura estimada extensão (m): 40
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 36		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=694.251 Y=7.037.099
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 715		Largura estimada extensão (m): 40
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes Padrão de relevo: Morro alto Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 37		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=694.514 Y=7.037.215
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 303		Largura estimada extensão (m): 41
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	
	<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 38		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=694.519 Y=7.037.329
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 894		Largura estimada extensão (m): 60
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 39		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=694.423 Y=7.037.457
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 623		Largura estimada extensão (m): 47
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

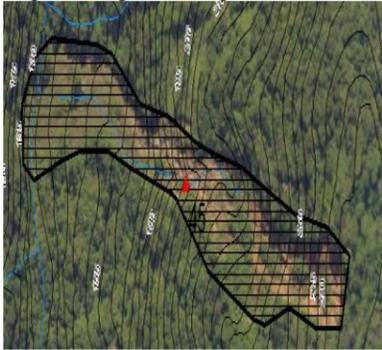
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 40		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=693.944 Y=7.037.383
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 123		Largura estimada extensão (m): 22
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Forte Ondulado
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	
	<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada	

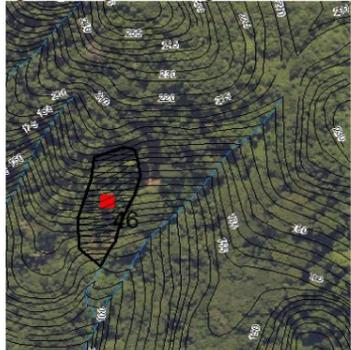
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 41		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Novasky	Coordenadas UTM: X=693.922 Y=7.037.523
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 151		Largura estimada extensão (m): 27
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	
	<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada	

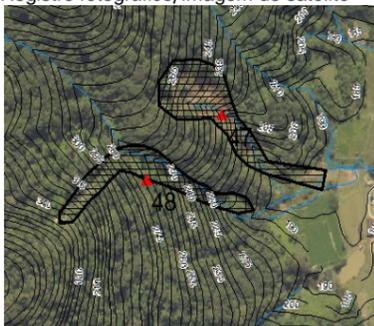
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 42		Origem: Induzido
Rua(s):	Rio Bonito	Coordenadas UTM: X=692.242 Y=7.038.857
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 03		Largura estimada extensão (m): 20
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Padrão de relevo: Morro alto
<input type="checkbox"/> Rastejo		Fases de Relevo: Montanhoso
<input type="checkbox"/> Complexo		Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
Registro fotográfico/Imagem de satélite		
		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	

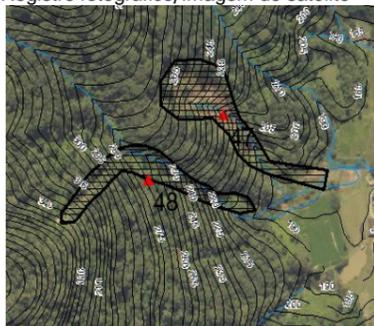
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 43		Origem: Natural
Rua(s):	Rio Bonito	Coordenadas UTM: X=692.404 Y=7.039.657
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 202		Largura estimada extensão (m): 60
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro Alto Fases de Relevô: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 44		Origem: Natural
Rua(s):	Rio Bonito	Coordenadas UTM: X=692.303 Y=7.039.790
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 153		Largura estimada extensão (m): 33
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro Alto Fases de Relevô: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 45		Origem: Natural
Rua(s):	Rio Bonito	Coordenadas UTM: X=692.398 Y=7.039.952
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 67		Largura estimada extensão (m): 435
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro Alto Fases de Relevô: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

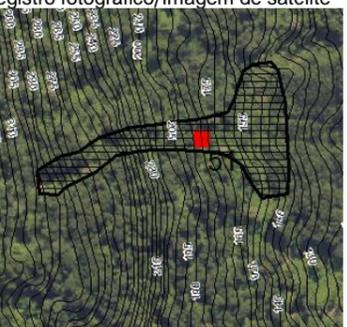
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 46		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Zingel	Coordenadas UTM: X=690.484 Y=7.040.039
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 145		Largura estimada extensão (m): 50
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro Alto Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 47		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Zingel	Coordenadas UTM: X=689.971 Y=7.040.844
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 290		Largura estimada extensão (m): 80
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

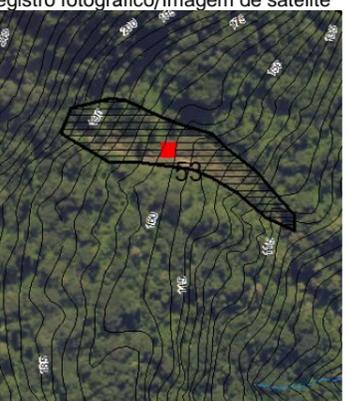
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 48		Origem: Natural
Rua(s):	Paulo Zingel	Coordenadas UTM: X=688.878 Y=7.040.756
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 331		Largura estimada extensão (m): 43
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha

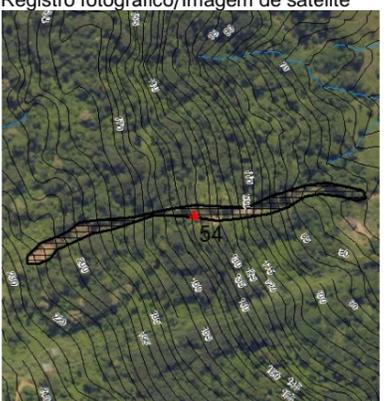
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 49		Origem: Natural
Rua(s):	Dr. Pedro Zimmermann	Coordenadas UTM: X= 689.915 Y= 7.037.196
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 276		Largura estimada extensão (m): 47
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevô: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 50		Origem: Induzido
Rua(s):	Dr. Pedro Zimmermann	Coordenadas UTM: X= 690.112 Y= 7.034.916
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 27		Largura estimada extensão (m): 63
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Colina Fases de Relevô: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 51		Origem: Natural
Rua(s):	Erich Meyer	Coordenadas UTM: X= 686.775 Y= 7.037.802
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 252		Largura estimada extensão (m): 134
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 52		Origem: Natural
Rua(s):	Alwin Fritze	Coordenadas UTM: X= 687.466 Y= 7.036.053
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 222		Largura estimada extensão (m): 40
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

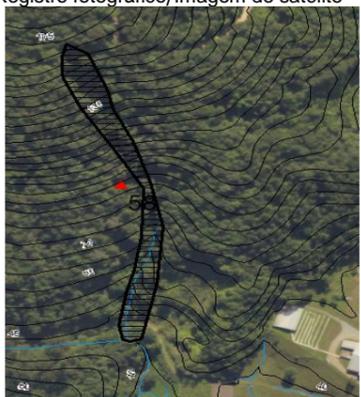
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 53		Origem: Natural
Rua(s):	Alwin Fritze	Coordenadas UTM: X= 687.305 Y= 7.035.930
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 197		Largura estimada extensão (m): 50
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

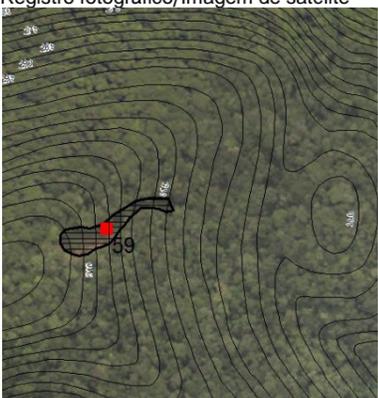
CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 54		Origem: Natural
Rua(s):	Alwin Fritze	Coordenadas UTM: X= 687.351 Y= 7.035.601
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 317		Largura estimada extensão (m): 15
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevô: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 55		Origem: Natural
Rua(s):	Carlos Krueger	Coordenadas UTM: X=689.958 Y=7.035.069
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 192		Largura estimada extensão (m): 25
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 56		Origem: Natural
Rua(s):	Alwin Fritzke	Coordenadas UTM: X=687.351 Y=7.035.601
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 282		Largura estimada extensão (m): 15
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 57		Origem: Natural 687.587,741 7.034.233
Rua(s):	Professor Jacob Ineichen	Coordenadas UTM: X=687.587 Y=7.034.233
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 190		Largura estimada extensão (m): 50
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 58		Origem: Natural
Rua(s):	Professor Jacob Ineichen	Coordenadas UTM: X=687.351 Y=7.035.601
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 282		Largura estimada extensão (m): 15
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input checked="" type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 59		Origem: Natural
Rua(s):	Professor Jacob Ineichen	Coordenadas UTM: X=686.653 Y=7.031.896
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 111		Largura estimada extensão (m): 23
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 60		Origem: Natural
Rua(s):	Professor Jacob Ineichen	Coordenadas UTM: X=687.273 Y=7.031.738
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 181		Largura estimada extensão (m): 56
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 61		Origem: Natural
Rua(s):	Professor Jacob Ineichen	Coordenadas UTM: X=686.769 Y=7.030.981
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 182		Largura estimada extensão (m): 51
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Serra Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 62		Origem: Natural
Rua(s):	Lituânia	Coordenadas UTM: X=687.950 Y=7.029.259
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 110		Largura estimada extensão (m): 50
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 63		Origem: Natural
Rua(s):	Lituânia	Coordenadas UTM: X=688.495 Y=7.029.161
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 103		Largura estimada extensão (m): 54
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Morro baixo Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input checked="" type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 64		Origem: Induzido
Rua(s):	Lituânia	Coordenadas UTM: X=688.126 Y=7.029.903
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 85		Largura estimada extensão (m): 106
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input checked="" type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 65		Origem: Induzido
Rua(s):	Dr. Pedro Zimermann	Coordenadas UTM: X=689.936 Y=7.034.065
Bairro(s):	Itoupava Central	Data da ocorrência: 2012
Comprimento estimado extensão (m): 9		Largura estimada extensão (m): 18
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Divergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 66		Origem: Induzido
Rua(s):	Gustavo Henschel	Coordenadas UTM: X=689.191 Y=7.028.906
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 25		Largura estimada extensão (m): 16
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Montanhoso Perfil de curvatura: Convexo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input checked="" type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input checked="" type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input checked="" type="checkbox"/> Rastejo		
<input checked="" type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional
		<input type="checkbox"/> Rotacional
		<input type="checkbox"/> Cunha
		<input type="checkbox"/> Não constatada

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO DE MASSA		
Nº do Movimento de Massa: 67		Origem: Induzido
Rua(s):	Gustavo Henschel	Coordenadas UTM: X= 689.208 Y= 7.028.954
Bairro(s):	Itoupavazinha	Data da ocorrência: 2008
Comprimento estimado extensão (m): 18		Largura estimada extensão (m): 35
Tipologia do processo	Tipo de material envolvido	Características morfológicas dominantes: Padrão de relevo: Colina Fases de Relevo: Forte Ondulado Perfil de curvatura: Côncavo Plano de curvatura: Convergente
<input type="checkbox"/> Corrida	<input type="checkbox"/> Bloco <input checked="" type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Detritos <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Outros materiais Especifique:	Registro fotográfico/Imagem de satélite 
<input type="checkbox"/> Rastejo		
<input type="checkbox"/> Complexo		
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamento	Geometria	
	<input checked="" type="checkbox"/> Translacional	
	<input type="checkbox"/> Rotacional	
	<input type="checkbox"/> Cunha	