UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MAIRON SUBTIL DE FARIA MONECHE

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DOS FATOS GEOMORFODINÂMICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE PERIGOS NATURAIS

VITÓRIA
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Moneche, Mairon Subtil de Faria, 1986-
M742a Análise da distribuição dos fatos geomorfodinâmicos para identificação de zonas de perigos naturais / Mairon Subtil de Faria Moneche. – 2012.
113 f. : il.

Orientador: Antônio Celso de Oliveira Goulart.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Geomorfologia. 2. Sistemas de informação geográfica. 3. Cartografia. I. Goulart, Antônio Celso de Oliveira. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91

MAIRON SUBTIL DE FARIA MONECHE

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DOS FATOS GEOMORFODINÂMICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE PERIGOS NATURAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geografia.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart.

VITÓRIA
2012

"ANALISE DA DISTRIBUIÇÃO DOS FATOS GEOMORFODINÂMICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE PERIGOS NATURAIS"

MAIRON SUBTIL DE FARIA MONECHE

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em 17 de Setembro de 2012 por:

Prof. Dr. ANTONIO CELSO DE OLIVEITE GOULART - Orientador - UFES

Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ NASCENTES COELHO – UFES

Profª. Drª GISELE GIRARDI – UFES

Profª. Drª LIDIA KEIKO TOMINAGA – IGSMA-SP

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e fortaleza, longe das quais nada poderia ser. A minha esposa pelo amor e companheirismo incondicional. Aos meus amados pais por, em amor, terem me gerado, educado e forjado de forma primorosa a construção desse momento ímpar de minha vida. A meus irmãos pelo amor, pela paciência e cumplicidade. A toda a minha família, pelo apoio e carinho. Aos amigos, pela torcida e apoio. Ao professor Celso pela disponibilidade, paciência e perícia em orientar. Ao professor André pela disponibilidade em colaborar na construção do material cartográfico que compôs a pesquisa. A professora Gisele pela ponte e acesso a dados imprescindíveis a elaboração da pesquisa. Ao Fabrício pelo apoio na produção cartográfica. Obrigado a todos!

Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou por outro – atingem a idéia de que a paisagem é sempre uma *herança*. Na verdade, ela é uma herança em todo o sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades.

Aziz Ab'Sáber

RESUMO

O presente estudo tem como tema a análise da distribuição dos fatos geomorfodinâmicos para identificação de zonas de perigos naturais. O objetivo desta pesquisa foi, a partir das etapas de tratamento e aquisição das características do relevo, pertinentes ao processo de investigação geomorfológica, esboçar uma metodologia de reconhecimento dos perigos naturais resultantes de dinâmicas processuais relacionadas à elaboração dos relevos terrestres. Por meio de metodologia de pesquisa em geomorfologia apoiada nas técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram identificadas as características do relevo do recorte espacial estudado, bem como as predominâncias ambientais e paisagísticas que o constituem. A proposta metodológica apoiou-se na compreensão do relevo a partir de três níveis distintos de abordagem – Compartimentação Topográfica, Estrutura Superficial da Paisagem e Fisiologia da Paisagem –, cuja síntese geomorfológica está pautada no desenvolvimento de modelos cartográficos sintéticos. Também foi possível compreender o relevo como um componente dos sistemas ambientais e que, a partir do conhecimento de suas estruturas e dinâmicas atuais e pretéritas, é possível elaborar análises dos ambientes terrestres em que todos os fatores ambientais – clima, relevo, vegetação, solo, geologia, uso do solo, entre outros – devem ser estudados de forma integrada. Para melhor estruturar o encadeamento metodológico e de técnicas a serem aplicadas nessa configuração de pesquisa, foi delimitado um recorte espacial que continha características favoráveis ao desenvolvimento das propostas deste trabalho, que teve como uma de suas preocupações a proposição desse modelo de pesquisa em geomorfologia voltada à identificação de perigos naturais. Por meio de pesquisas bibliográficas, levantamentos de gabinete e de campo e confecção de séries cartográficas temáticas que refletiam o contexto físico-natural dos ambientes estudados, possibilitou-se chegar às análises e conformações finais deste trabalho.

Palavras-chave: geomorfologia; relevo; integração de dados ambientais; SIG; síntese geomorfológica; identificação de perigos naturais.

ABSTRACT

This study aims to analyze the distribution of geomorphology dynamic facts to the identification of natural hazard areas. The objective of this research was, from the treatment and acquisition stages, relevant to the geomorphologic investigation, to show a methodology of perception of the natural hazard areas resulting from procedural dynamics related to the formulation of the ground landscape. Based on geomorphological methodology research supported by the Geographic Information Systems techniques, the landscape characteristics studied were identified as well as environmental predominance and landscaping in which they are established from.
The methodological purpose was based on the understanding of the landscape in three different levels of approach – topographical subdivision, landscape physiology – which geomorphologic summary is consisted in the development of synthetic cartographic models. It was also possible to understand the landscape as a component of the environmental systems, and from the studying of its current and past structures and dynamics; it is possible to analyze the ground environment in which all the environmental factors – climate, landscape, vegetation, soil, geology, soil usage, among others – must be studied together. To better structure the methodological sequence and techniques to be applied in this research lay out, a special cutting was marked off which contained favorable characteristics to the development of the proposition of this project, which had as one of its concerns the proposition of this geomorphology research model focused on the identification of natural hazards. Through bibliographic researches, office and field study and design of cartographic thematic series, which reflected the physical-natural contexts of the environments studied, the analysis and final conformations of this project was enabled.

Key words: geomorphology; landscape; environmental data integration; SIG; geomorphologic synthesis; natural hazard identification.

LISTA DE PERFIS

Perfil 01 - Perfil Transversal G-H.....75

Perfil 02 - Perfil Transversal I-J.....75

Perfil 03 - Perfil Transversal K-L.....76

Perfil 04 - Perfil Transversal M-N.....79

Perfil 05 - Perfil Transversal O-P.....80

Perfil 06 - Perfil Transversal Q-R.....80

Perfil 07 - Perfil Transversal A-B.....84

Perfil 08 - Perfil Transversal C-D.....84

Perfil 09 - Perfil Transversal E-F.....85

Perfil 10 - Perfil Transversal G-H.....85

Perfil 11 - Perfil Transversal I-J.....86

Perfil 12 - Perfil Transversal K-L.....89

Perfil 13 - Perfil Transversal M-N.....89

Perfil 14 - Perfil Transversal O-P.....90

Perfil 15 - Perfil Transversal Q-R.....90

Perfil 16 - Perfil Longitudinal: Córrego Matutina.....103

LISTA DE FOTOS

Foto 01 - Vista panorâmica do vale do córrego Bananal.....73

Foto 02 - Vista panorâmica do vale do córrego Bananal.....74

Foto 03 - Vista panorâmica do relevo de Morros com encostas suavizadas e Morros.....79

Foto 04 - Espigão central do Relevo de Serras Paralelas.....82

Foto 05 - Vista frontal da cabeceira de drenagem do córrego Santa Helena.....83

Foto 06 - Vista frontal de paredão rochoso escarpado que marca o relevo de Montanhas Escarpadas.....88

Foto 07 - Panorâmica do Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes.....93

Foto 08 - Panorâmica do Tipo de Relevo de Morros com Encostas Suavizadas e Morros.....93

Foto 09 - Erosão laminar sobre encosta íngreme do vale do córrego Bananal.....94

Fotos 10 - Sulcos erosivos associados ao creep e linha divisora de propriedade rural.....95

Foto 11 - Sulcos erosivos associados a cultivo permanente.....96

Foto 12 - Feições de creep com intenso processo de exumação da cobertura pedológica.....97

Foto 13 - Creep menos desenvolvido detectado nos compartimentos de Colinas e Morrotes e Morros com encostas suavizadas e Morros.....97

Foto 14 - Movimento de massa translacional.....99

Foto 15 - Movimento de massa translacional identificado sobre o Relevo de Serras Paralelas.....100

Foto 16 - Paredão rochoso do Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas.....101

Foto 17 - Exemplo de manejo do solo que pode potencializar rolamento de blocos.....101

Foto 18 - Panorâmica do Tipo de Relevo de Serras Paralelas.....102

Foto 19 - Curso encachoeirado do córrego Matutina.....103

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 - Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....40

Mapa 02 – Zonas Naturais no Município de Itarana.....42

Mapa 03- Mapa de Morfoestruturas do Espírito Santo.....44

Mapa 04 - Mapa de Regiões Geomorfológicas do Espírito Santo.....45

Mapa 05 - Mapa de Unidades Geomorfológicas do Espírito Santo.....46

Mapa 06 - Ortofoto: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....54

Mapa 07 - Carta Hipsométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....55

Mapa 08 - Carta Clinométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....56

Mapa 09 - Modelo Sombreado: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....57

Mapa 10 - Carta Geológica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....60

Mapa 11 - Carta Pedológica.....61

Mapa 12 - Carta de Uso e Ocupação do Solo.....63

Mapa 13 - Lineamentos dos Perfis Transversais: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....70

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Categorias de fatores de perigos por tipologia e dinâmica associada às regiões tropicais.....18

Quadro 02 - Classificação dos desastres em relação à intensidade.....20

Quadro 03 - Compartimentação Topográfica esquemática.....26

Quadro 04 - Unidades taxonômicas do relevo.....31

Quadro 05 - Cálculo da inclinação de uma encosta.....51

Quadro 06 - Classificação de Tipos de Relevo.....68

Quadro 07 - Tipos de Relevo da área estudada.....69

Quadro 08 - Grau de entalhe dos vales.....72

SUMÁRIO

1. Introdução.....14

2. Considerações Iniciais.....15

2.1. Objetivos.....23

3. Metodologia.....24

3.1. Subsídios Geomorfológicos ao Estudo do Perigo Natural 32

3.2. Utilização do Sistema de Informações Geográficas na Identificação de Perigos Naturais Sobre o Relevo.....36

4. A Área de Estudo.....39

4.1. Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.....43

5. Materiais e Métodos.....48

5.1. Compartimentação Topográfica.....48

5.2. Estrutura Superficial da Paisagem.....58

5.3. Fisiologia da Paisagem.....62

5.4. O SIG e a Sistematização da Informação Cartográfica.....64

6. Resultados.....68

6.1. Caracterização Geomorfológica.....68

6.2. Identificação das Morfodinâmicas e Perigos Naturais Associados.....91

7. Considerações Finais.....105

8. Referências.....108

APÊNDICE.....113

1. Introdução

O trabalho que agora se apresenta, teve como foco as etapas de tratamento e aquisição das características do relevo, pertinentes ao processo de investigação geomorfológica. Este, não se limitará em catalogá-las ou descrevê-las, mas, permitir-se-á a propor um encadeamento teórico metodológico e prático capaz de fundamentar e incentivar trabalhos semelhantes.

O desafio foi o de tentar esboçar as possíveis interações e relações existentes entre as características geomorfológicas de um determinado recorte espacial e as dinâmicas ambientais e paisagísticas que o constituem. A paisagem geomorfológica é resultado de processos pretéritos e atuais que estão em constante mudança podendo gerar condições naturais perigosas à vida e sociedade humana. Da mesma forma, a utilização dos recursos naturais pautada apenas pela necessidade e capacidade tecnológica do homem tem produzido ou potencializado diversas condições naturais adversas e perigosas.

2. Considerações Iniciais

A noção de risco ambiental foi primeiramente sistematizada por Talbot Page em 1978, quando ele distinguiu os conceitos de poluição e de risco. De acordo com Egler (1996), o conceito de risco ambiental está no limiar de duas formas antagônicas de entender a gestão dos recursos naturais, sendo elas a visão clássica de rentabilidade e a visão sustentável.

A partir da visão clássica de rentabilidade o aproveitamento dos recursos naturais está limitado pela capacidade de gerar lucro, a partir dos mesmos, que venha a compensar os investimentos produtivos sem que seja considerado o passivo ambiental gerado.

Já a visão sustentável, limita a exploração dos recursos naturais a partir da capacidade destes em suportar as atividades e de serem renovados ao longo dos processos de exploração.

Portanto, em perspectiva clássica de rentabilidade, a condição de risco está vinculada a lucratividade dos empreendimentos enquanto que a perspectiva sustentável põe a existência e manutenção do próprio recurso natural como um fator de risco. Desse modo, de acordo com Egler (1996), a perspectiva do risco ambiental deve ser entendida como um indicador dinâmico entre os sistemas naturais, as estruturas produtivas e as condições sociais e de vida da população em um determinado lugar e momento.

Em Egler (1996) o conceito de risco ambiental é resultante de três categorias básicas:

a) Risco natural, que está vinculado à dinâmica dos sistemas naturais, considerando seu grau de estabilidade/instabilidade que indica sua condição de vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração.

b) Risco tecnológico, que diz respeito ao potencial de ocorrência de eventos danosos a vida, a curto, médio e longo prazo, decorrente da infra-estrutura produtiva instalada em determinado lugar.

c) Risco social aponta para as conseqüências das carências sociais frente ao desenvolvimento produtivo e econômico desigual que contribuem para a degradação das condições de vida das pessoas.

A análise do risco ambiental apresenta-se bastante complexa e naturalmente voltada para a interdisciplinaridade dada a gama de conhecimentos que a envolve, percorrendo desde as ciências ditas duras como a engenharia, geologia e economia, até as ciências humanas como a antropologia, psicologia e sociologia. O presente trabalho não tem por objetivo avaliar as demais categorias componentes do risco ambiental, que não seja o componente natural, ficando esse em foco para a sequência de considerações e análises que se seguem.

Conforme Castro, Peixoto e Rio (2005) o risco pode ser tomado como categoria de análise associado a situações de incerteza, exposição ao perigo, perda ou prejuízos materiais ou humanos ocasionados por processos de ordem natural ou social. Quanto ao risco natural, pode ser entendido como processos ou eventos de origem natural que favorecem a ocorrência de um acidente, ou seja, fato capaz de gerar consequências sociais e econômicas negativas.

Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) conceituam o risco em concordância com a perspectiva proposta por Castro, Peixoto e Rio (2005). Ele aponta o risco como sendo a relação de probabilidade de acontecer um processo ou fenômeno que provoque danos e/ou consequências sociais. A baliza de probabilidade principal para a ocorrência de um processo dessa natureza é o grau de vulnerabilidade. Quanto maior for a vulnerabilidade – chance de ser subjugado por um fenômeno adverso –, maior será o risco.

É inegável que a análise geomorfológica do risco fica fundamentalmente pautada no viés natural. Porém a perspectiva do risco natural ainda que lance um olhar sobre os condicionantes naturais parece não permitir que as especificidades desses condicionantes sejam adequadamente abordadas. Ademais o risco só é configurado quando surge a possibilidade de que danos sociais e econômicos ocorram. Ou seja, a partir da idéia de risco concebe-se a possibilidade de constatação de uma situação adversa que já existe, e a única medida que se pode tomar a partir de sua constatação é promover a diminuição do grau de vulnerabilidade. A idéia de risco,

portanto, não atua na perspectiva de se evitar que os processos ou fenômenos adversos venham a existir ou ocorrer.

Para antever e prevenir a instalação das situações de risco é imprescindível o conhecimento do meio em que se vive. O componente natural é transversal a qualquer atividade humana que se realize sobre a Terra e seu conhecimento deve preceder o surgimento das situações de risco, somente dessa maneira, seu estudo ganha sentido, na medida em que vidas e recursos econômicos podem ser poupados e as tragédias serem evitadas. Em Kobiyama *et all* (2006) essa possível distinção conceitual é elaborada e o termo "perigo" surge como fundamento teórico capaz de embasar e nortear a busca por esse prévio conhecimento dos condicionantes naturais.

Acerca da diferenciação entre "perigo" e "risco" naturall Kobiyama *et all* (2006) esclarece que, a dificuldade de conceituação e apropriação dos distintos termos provem da tradução do termo inglês *"hazard"* que, dependendo do tradutor ou da instituição, ora significa "perigo", ora significa "ameaça" ou "risco".

Conforme Kobiyama *et all* (2006), o termo "perigo" é melhor designado quando define um fenômeno natural que ocorre em época e região conhecidas e que podem causar danos, estimáveis, às áreas impactadas. Já o "risco", complementando o que propõem Castro, Peixoto e Rio (2005) e Carvalho, Macedo e Ogura, (2007), remete a probabilidade de perda esperada em que uma área habitada está exposta ao iminente perigo natural.

Para exemplificar, conforme Ogura e Macedo (2002, *apud* KOBIYAMA *et all*, 2006, p.17) é exposto o seguinte:

> Exemplificando tal relação, um fenômeno atmosférico extremo como um tornado, que costuma ocorrer em uma determinada região (susceptibilidade) e época conhecida, gera uma situação de **perigo**. Se este se deslocar na direção de uma determinada área povoada, com uma possibilidade real de prejuízos em um determinado período (vulnerabilidade), teremos então uma situação de **risco**. Se o tornado atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas será denominado como um **desastre natural**. Caso o

mesmo ocorra não ocasionando danos, será considerado um **evento natural**.

Em termos de desastre natural, Tominaga (2009) afirma ser a situação em que os fenômenos naturais atingem áreas habitadas pelo homem causando-lhes danos. Portanto, o desastre natural é o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos sobre um sistema social causando danos que podem exceder a capacidade da sociedade atingida de conviver com o impacto.

Os diferentes perigos naturais capazes de gerar desastres com perdas e danos podem ser agrupados em duas categorias que compreendem, respectivamente aos fatores endógenos e exógenos. Por endógenos podem ser considerados as descontinuidades lito-estruturais. Já os exógenos compreendem os elementos do clima como chuva e insolação.

Categorias de fatores de perigos por tipologia e dinâmica associada às regiões tropicais				
Natureza	Padrão	Tipo	Característica	Dinâmica associável
Endógenos	Descontinuidades	Litológicas	Limites/contatos entre rochas de diferentes composições e resitência ao intemperismo;	Condicionamento ao desenvolvimento de erosão acelerada;
		Estruturais	Fraturas de origem tectônica ou de alívio de pressão; Foliação ou xistosidades condicionando linhas de fraqueza do maciço rochoso.	Ruptura de maciço rochoso com queda e/ou rolamento; Desplacamento de rochas em maciços rochosos; Escorregamentos translaconais em maciços alterados (regolito);
		Lito-estruturais		
Exógenos	Climático	Eólico	Arrasto de partículas por ação contínua e permanente sobre sedimentos inconsolidados (especialmente em ambientes de clima seco)	Formação de campos de dunas móveis
		Pluvial	Arrasto de partículas por ação do escoamento superficial sedimentos inconsolidados; Aumento de carga sobre a massa regolito (especi ealmente em ambientes de clima seco); Escoamento concentrado nas linhas de drenagens.	Formação de rampas de coluvio nas vertentes e/ou desenvolvimento de depósits aluvionares; Instabilização e movimento de massa variados; Enchentes e cheias assoviáveis a fundos de vale

Quadro 1 **-** Categorias de fatores de perigos por tipologia e dinâmica associada às regiões tropicais. Elaborado pelo autor.

Uma das principais características das situações de desastres naturais é a dificuldade em prever o momento exato em que a situação pode extrapolar a capacidade de ação do poder público e se tornar crítica gerando um número não esperado de danos e, até mesmo, de mortes. Geralmente os desastres ocorrem de forma súbita e, a melhor maneira de evitá-los é através da prevenção que deve envolver o aparelho público e toda a sociedade civil organizada haja vista que, remediar as situações desastrosas podem acarretar custos humanos e financeiros gigantescos.

No âmbito da prevenção dos desastres está o conhecimento dos mecanismos que desencadeiam ou potencializam a ocorrência dos mesmos, bem como o estudo das melhores medidas a serem tomadas diante de uma situação catastrófica. White (1974, apud KOBIYAMA et all, 2006) propôs cinco itens para o estudo dos desastres naturais:

1) Estimar áreas de perigo ocupadas pelo homem;
2) Estimar faixas de ajustes contra eventos críticos;
3) Avaliar a percepção da população em relação aos desastres;
4) Avaliar os processos de dotação de medidas adequadas;
5) Estimar os efeitos das políticas sobre as medidas adotadas.

Para efeito de estudos científicos Kobiyama *et all* (2006) propõe a classificação dos desastres pautados em quatro parâmetros, sendo os três primeiros enunciados por Castro (1999, *apud* KOBIYAMA *et all*, 2006) e o último enunciado por Sidle *et all* (2004, *apud* KOBIYAMA *et all*, 2006) :

1) Intensidade: Leva em consideração as proporções espaciais e materiais que um desastre natural pode tomar e o grau de resiliência das diferentes esferas administrativas frente a tal situação, prevendo uma possível distribuição de funções e responsabilidades para cada ente federativo quando envolvidos por tal situação.

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (**Prejuízo ≤ 5% PIB municipal**)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (**5% < Prejuízo ≤ 10% PIB**)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (**10 % < Prejuízo ≤ 30% PIB**)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (**Situação de Emergência – SE**).
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (**Prejuízo > 30% PIB**)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional (**Estado de Calamidade Pública – ECP**).

Quadro 2 - Classificação dos desastres em relação à intensidade (KOBIYAMA *et all*, 2006).

É importante ressaltar a relevância dos registros administrativos referentes aos desastres naturais pois viabilizam estudos temporais e espaciais dos fenômenos naturais que oferecem perigo e que podem se tornar um risco às populações.

2) Evolução: Quanto à evolução os desastres naturais podem ser de três tipos. Eles podem ser “súbitos”, ou seja, evoluem rapidamente como é o caso das inundações bruscas e tornados. “Graduais”, caracterizados pelo agravamento progressivo como as situações de seca. “Soma de efeitos parciais” que é o resultado da ocorrência de vários acidentes semelhantes que, quando somados, definem uma situação desastrosa.

3) Origem: Semelhante ao parâmetro de evolução, os desastres podem ser de três origens. “Naturais”, quando são provocados por fenômenos naturais extremos alheios à vontade e ação humana. “Humanos”, causados pela ação ou omissão humana, como por exemplo, os acidentes automobilísticos e a poluição de rios e lagos por produtos químicos. “Mistos”, refere-se as ações ou omissões humanas que contribuíram para a ocorrência ou intensificaram os efeitos de um fenômeno natural extremo.

4) Duração: Podem ser “episódicos” ou “crônicos”. Por episódicos são englobados os terremotos, atividades vulcânicas, tsunamis, inundações e fluxos de detritos, ou seja, eventos que chamam a atenção pela magnitude. Entretanto, os crônicos que englobam a erosão dos solos, a desertificação, o assoreamento de rios entre outros, são menos aparentes, mas podem gerar sérios prejuízos ambientais em longo prazo.

Os eventos relacionados com a evolução do relevo, ou seja, os fatores de origem natural que esculturam o relevo terrestre – fatores exógenos – foram o ponto de partida para a construção do arcabouço teórico e metodológico operador do presente trabalho. Partindo desse princípio, a proposta central da pesquisa foi identificar os perigos naturais presentes no recorte espacial estudado, a partir dos conhecimentos e metodologias de pesquisa em geomorfologia.

A morfologia do relevo pode transmitir uma falsa impressão de ser um componente que pode ser dissociados da paisagem e que se apresenta de forma estática em diferentes escalas de espaço e tempo. Entretanto, o relevo terrestre está associado aos demais componentes do meio físico natural e suas interações são responsáveis pela gênese das várias fisionomias da crosta terrestre, refletindo o todo ambiental que está em constante processo de ajuste.

Nessa perspectiva, o relevo é um dos elementos que, integrado ao clima, ciclo hidrológico, solos e vegetação, tem em seu estudo um componente imprescindível para a compreensão dos sistemas ambientais. A atuação antagônica das forças endógenas e exógenas são determinantes para a existência da dinâmica superficial das paisagens terrestres.

Também é inegável a influência que o relevo exerce sobre a vida humana, uma vez que, suas bases são o sustentáculo de toda a atividade antrópica. É sobre ele que o homem planta, colhe, constrói seus meios de vida e desenvolve suas sociedades. Seu estudo se faz, cada vez mais, necessário diante do crescente poder do homem sobre o meio que o cerca, fato esse que, traz em si, uma dura realidade caracterizada pela proporcionalidade entre causas e efeitos. Ou seja, quanto maior o

poder de agir adquirido pelo gênero humano, maiores podem ser as consequências, passivos e riscos ambientais gerados por suas escolhas e ações.

Os perigos naturais oriundos de processos geomorfológicos possuem elevada capacidade de destruição e um índice de recorrência que alarma as defesas civis do mundo todo. De acordo com Marandola e Hogan (2009), os autores geomorfólogos e geólogos classificam os movimentos de massa como os fenômenos naturais que mais causam danos ao homem fato que os tornam ponto de pauta inclusive das assembléias da ONU (Organização das Nações Unidas). Esta posiciona os movimentos de massa apenas atrás dos terremotos e enchentes quando considerados os prejuízos e as vítimas humanas anuais.

Diante desta constatação a Defesa Civil da ONU lançou o programa “Decênio para Redução dos Desastres Naturais” que teve início na década de 1990 e buscou desenvolver em todas as nações do globo políticas de prevenção e mitigação dos desastres naturais fundamentadas no conhecimento, na ciência. O conhecimento acumulado e testado no que diz respeito as várias situações de risco natural é capaz de suavizar e, até mesmo, anular os efeitos negativos de um desastre dessa ordem sobre vidas humanas, tornando a abordagem dessas situações menos fatalistas e conformistas.

Essa realidade suscitou, nos últimos trinta anos, as questões relacionadas ao equilíbrio entre os componentes ambientais e sua utilização durável e sadia, por parte das sociedades humanas, adquiriram grande importância e a geomorfologia não ficou alheia a esse processo.

Frente ao quadro antagônico estabelecido entre desenvolvimento econômico e uso racional dos recursos naturais, a geomorfologia tem obtido posição de destaque, já que seus estudos tem aplicação direta em empreendimentos que necessitam de prévia análise ambiental. Não menos importantes para a valorização da Geomorfologia praticada no Brasil foram os eventos catastróficos de ordem geomorfológica desencadeados nos subúrbios de várias cidades brasileiras que passaram a vivenciar sucessivos acréscimos populacionais ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990.

Esses eventos, mais recorrentes em áreas urbanas onde a ocupação humana, muitas vezes, se dá de forma irregular, trazem para o centro do debate não somente as possíveis causas desses, mas, a possibilidade de se prever tais situações e evitar que a fórmula fatal entre ambiente geomorfológico instável e vulnerável salpicado por instalações e atividades humanas inadequadas para tais condições se complete. Nesse sentido, a elaboração de projetos de diagnóstico de impacto e desequilíbrio ambiental, complementados por projetos de mitigações para as ações antrópicas impulsionaram a utilização do conhecimento geomorfológico no país.

É nesse contexto que o presente trabalho se insere. A proposta central foi aplicar metodologia e técnicas operacionais de pesquisa em geomorfologia no intento de executar uma análise integrada do meio que permitisse, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, localizada no município de Itarana – ES, identificar áreas de perigo natural susceptíveis a eventos de cheias, movimentos de massa e erosões que possam causar danos materiais e perda de vidas humanas. O acúmulo de conhecimento nessa área do saber humano pode salvar vidas e prevenir danos materiais o que faz desse momento uma oportunidade ímpar de se trabalhar com a teoria voltada para resultados práticos de inestimável valor social.

2.1 Objetivos

Objetivo geral:

- identificar susceptibilidade a perigo natural, derivados da dinâmica evolutiva do relevo, por meio de metodologia e técnicas de pesquisa em geomorfologia.

Objetivos específicos:

- utilização do SIG para o mapeamento expedito de fatos relacionados a estrutura da paisagem;

- Fornecer por meio da análise geomorfológica insumos a gestão territorial.

3.Metodologia

Antes de qualquer encaminhamento é de grande importância a dissociação entre metodologia e procedimentos técnicos operacionais. “[...] *Deve ficar claro que o tratamento metodológico em uma pesquisa é subproduto direto da teoria*” (ROSS, 1990, p. 29). Ou seja, é a lente que permite a contemplação de diferentes aspectos referentes a qualquer temática sendo fundamental à interpretações e abordagens diferentes relacionadas a um mesmo aspecto, conforme explana o seguinte fragmento de texto:

> A metodologia deve representar a “espinha dorsal” de qualquer pesquisa. Para aplicação de determinada metodologia é preciso, por um lado, dominar o conteúdo teórico e conceitual e, por outro, ter habilidade de manuseio do instrumental técnico de apoio, e não confundir, como habitualmente acontece nas atividades de pesquisa, técnicas operacionais com método (ROSS, 1990, p. 32).

Conclui-se desse modo que tanto os objetivos de uma pesquisa quanto os materiais e métodos utilizados para alcançar as metas de uma proposta de trabalho estão sujeitas a metodologia. Portanto, metodologia, técnicas e objetivos devem estar alinhados.

Como exposto no capítulo anterior, o presente trabalho objetiva a identificação de áreas de perigo natural a partir de uma leitura ambiental calcada em metodologias e técnicas de pesquisa em geomorfologia. Toda a leitura ambiental estará pautada na ótica geomorfológica que, ao interpretar as formas de relevo e seus processos geradores, trata, a todo instante com o passado mais recente do planeta Terra que corresponde ao Período Quaternário.

Ab’Sáber (1969) em sua obra “Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário” propõe uma concepção de geomorfologia tripartite onde, por meio de uma simbiose conceitual, característica do hibridismo teórico metodológico da Geomorfologia no Brasil, são ajuntados os objetivos e focos mais relevantes que caracterizam essa ciência em sua contemporaneidade.

De forma mais enfática Ab´Sáber (1969) discorre sobre o que seria essa geomorfologia tripartite e expõe os três possíveis níveis de abordagem e tratamento

de um dado eminentemente geomorfológico que, por sua vez, são reveladores das facetas teórico-metodológicas abrangidas por esta área do saber.

> [...] pensamos que, em um primeiro nível de considerações, a geomorfologia é um campo científico que cuida da compartimentação da topografia regional, assim como, da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos relevos estudados (AB'SÁBER, 1969, p.01-02).
>
> [...] em um segundo nível de tratamento [...] procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens, referentes a todos os compartimentos e forma de relevos observados. Através desses estudos, por assim dizer estruturais superficiais,e, até certo ponto estáticos, obtém-se idéias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a seqüência dos processos paleo-climáticos quaternários da área em estudo (AB'SÁBER, 1969,p.02).
>
> [...] em um terceiro nível, a geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais,em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão (AB'SABER, 1969,p.02).

Dentro desse contexto teórico e prático proposto pelo autor, destaca-se o estudo sobre o Quaternário, principalmente para as porções terrestres abrangidas pelas isotermas tropicais já que é ao longo dessa região do planeta que podem ser encontrados vestígios claros das oscilações climáticas quaternárias sobre o relevo.

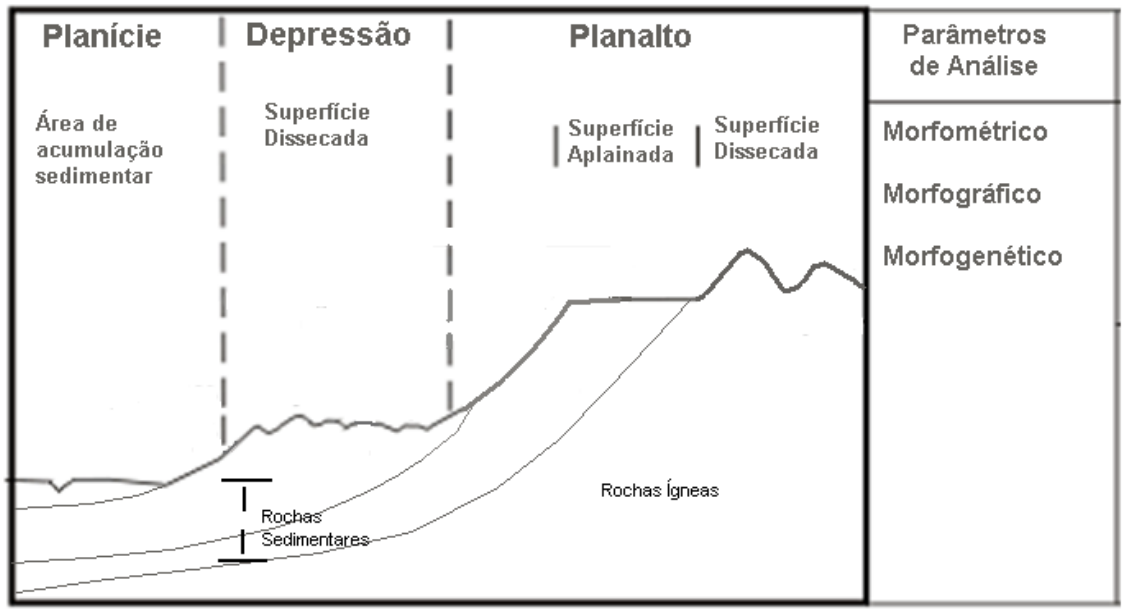
Fica claro que a geomorfologia é a ciência das formas terrestres que, por sua vez, são resultantes de processos sucessivos e recentes apoiados sobre o substrato rochoso pré-existente, intensamente estudado pela geologia. De acordo com Ab'Sáber (1969, p.10), *"O Quaternário [...] apoiou-se numa compartimentação prévia, relacionada a acontecimentos geológicos e geomorfológicos de longa duração, pertencentes à história Pós-Cretácica e Pré-Pliocênica".*

Casseti (2001) apresenta os três níveis de abordagem propostos por Ab'Sáber (1969) contribuindo no sentido de desenvolver e trazer para a dinâmica técnica atual as idéias originais. Ao abordar cada nível, Casseti (2001) complementa algumas postulações antes entrelinhadas ou subtendidas nas colocações de Ab'Sáber (1969), pondo-as em evidência e definindo-as de forma mais clara conforme exposto abaixo:

Compartimentação Topográfica – define-se pela distinção e identificação de domínios morfológicos que se individualizam por apresentarem determinados tipos de formas ou domínios de cotas altimétricas. Sua identificação reflete o antagonismo entre as forças morfogenéticas, de características estrutural e escultural. É um procedimento que viabiliza a identificação de suscetibilidades e potencialidades do relevo.

A vulnerabilidade pode ser tomada como a suscetibilidade erosiva do relevo, tanto em condições naturais quanto elaboradas pelo homem quando das diversas formas de uso e ocupação do solo. Quanto à potencialidade, indica a existência de características que podem ser apropriadas de forma racional, e gerar uma relação entre homem e relevo em que ambos sejam beneficiados. Por um lado, a forma natural segue seu processo evolutivo dentro de uma estabilidade aceitável e, por outro lado, o homem estabelece atividades de forma segura para si e seus bens.

O quadro 03 apresenta os aspectos que devem ser considerados na elaboração de uma proposta de compartimentação da topografia:



Quadro 03 - Compartimentação Topográfica esquemática (CASSETI, 2001)

Estrutura Superficial da Paisagem – é apontada por Casseti (2001) como o nível de abordagem que trata dos depósitos correlativos posicionados ao longo das vertentes ou em diferentes compartimentos topográficos. Tais depósitos são vulneráveis ao tempo geológico sendo alterados por processos erosivos sequenciais, perturbações tectônicas locais e, é modificado em sua composição material graças ás alterações climáticas cíclicas, as quais é submetido o planeta Terra. Através do estudo da estrutura superficial "[...] *pode-se compreender os processos morfogenéticos pretéritos e oferecer subsídios, através das propriedades físico-químicas dos depósitos de cobertura, para o entendimento da vulnerabilidade do terreno*" (CASSETI, 2001, p. 24).

Os tipos de solos e depósitos posicionados ao longo das vertentes ou em outras morfologias geram os mesmos questionamento acerca de sua origem e possuem a função de estabelecer, ainda que de forma genérica, a sucessão morfocronológica e morfoclimática da paisagem em estudo.

Fisiologia da Paisagem – reporta-se ao momento atual do quadro de evolução e dinâmica do relevo. Seu principal indicador é a morfodinâmica atual, processada e viabilizada pelos fatores exógenos definidos pelos diferentes domínios morfoclimáticos que compõem o sistema Terra. A ação antrópica também recebe importante significado, quando se trata de fisiologia e funcionamento paisagístico alterando a intensidade e a frequência dos processos impactantes do meio físico.

Esses níveis devem ser encarados de maneira integrada de modo que se conectem e tenham complementaridade entre si, favorecendo uma leitura próxima da totalidade e complexidade que as envolvem. Somente quando estudados de forma integrada esses níveis podem convergir para uma interpretação do relevo em que é possível realizar prognósticos que digam respeito as suas tendências evolutivas o que é essencial no processo de identificação de potencialidades e vulnerabilidades ambientais. Ao falar em integração de dados geomorfológicos, é imprescindível citar a importância de sua cartografação.

A carta geomorfológica, diferente de outros mapas temáticos, que possuem classificação e normas técnicas padronizadas internacionalmente, não apresenta essa homogeneidade representativa e conceitual, além de despertar grande

preocupação sobre sua acuidade visual, aliada a riqueza de informações que devem remeter-se a gênese, estrutura e processos geomorfológicos.

Essa dificuldade decorre do fato de que não há um único critério que seja capaz de abarcar todos os fatos geomorfológicos e que consiga classificá-los num contexto de diferentes escalas espaciais e temporais pertinentes a análise geomorfológica.

Ao exemplificar tal processo construtivo, Ross (1990) suscita alguns dos questionamentos que permeiam tal elaboração e levam seu organizador a pensar sobre:

- O que será considerado como forma de relevo?
- Como serão agrupadas e classificadas as formas?
- Como representá-las?

De certa forma, Ross (1990) aponta que, na verdade, a pesquisa geomorfológica torna-se dependente da escala de trabalho e do mapeamento final. Nem sempre é possível operacionalizar uma pesquisa em escalas de trabalho e conformação final iguais sendo comum a utilização de duas ou três escalas diferentes. Entretanto, o grau de generalização entre estas deve ser levado em consideração, visando uma compatibilidade relativa entre as mesmas.

A questão escalar suscita ainda a relação entre taxonomias do relevo e representação gráfica. A dimensão das formas e dos processos a serem cartografados devem ser relacionados com a resolução final em que será apresentada a carta geomorfológica. Ou seja, quanto maior for a expressão territorial de uma feição, mais genérico tende ser o trabalho, em razão da escala pequena. Entretanto, quanto menor for a expressão territorial de uma feição, maior deve ser a escala, priorizando o maior detalhamento possível.

Dessa maneira esse instrumento tão importante para as pesquisas nessa área do saber, torna-se igualmente relevante para estudos de caracterização ambiental, de planejamento físico territorial, de instalação de grandes projetos de engenharia e de exploração mineral (ROSS, 1990).

Portanto, a proposta metodológica central da presente pesquisa tem como referencial o desenvolvimento dos trabalhos em três níveis de compreensão que devem ser integrados por meio da produção de uma carta geomorfológica na qual, será possível reconhecer os componentes ambientais que podem favorecer diferentes situações de perigo natural.

O método adotado para desenvolver a presente pesquisa está calcado no pleno interesse de proporcionar uma análise integrada das características do relevo e que permita a visualização do máximo de relações possíveis entre este e o meio do qual é um dos integrantes, por vezes, interagindo de forma passiva ou ativa. A cartografia se apresenta como uma importante ferramenta de integração de dados, entretanto, a cartografação dos fatos geomorfológicos requer alguns cuidados, conforme já citado no subtítulo anterior.

O recorte espacial sobre o qual se operacionalizou todos os trabalhos trata-se de uma bacia hidrográfica de pequeno porte, ou seja, uma micro-bacia que aflui para o rio Santa Joana que é um afluente direto do Rio Doce. O termo Bacia Hidrográfica pode ser definido como uma área delimitada por divisores de água, drenada por um curso d'água ou um sistema de cursos d'água cujo escoamento converge para um único ponto de saída – exutório.

A opção de se estudar geomorfologia a partir do recorte espacial de uma pequena bacia hidrográfica levou em consideração a homogeneidade dos aspectos físico-naturais e paisagísticos - flora, clima, distribuição hídrica, uso do solo – e a possibilidade logística e material de efetuar todas as etapas necessárias à execução do trabalho.

Outra preocupação foi a de realizar um trabalho que tivesse em conformidade com o momento atual do planejamento territorial no Brasil e que viabilizasse a utilização prática futura de todo material produzido. Desde 1997 quando a "Lei das Águas" estabeleceu a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos houve uma tendência de adoção dos territórios das bacias como base para execução dos mais diversos trabalhos de planejamento e zoneamento territorial. Portanto, ao realizar a presente pesquisa sobre esse recorte espacial é lançada a possibilidade de se repensar a forma como

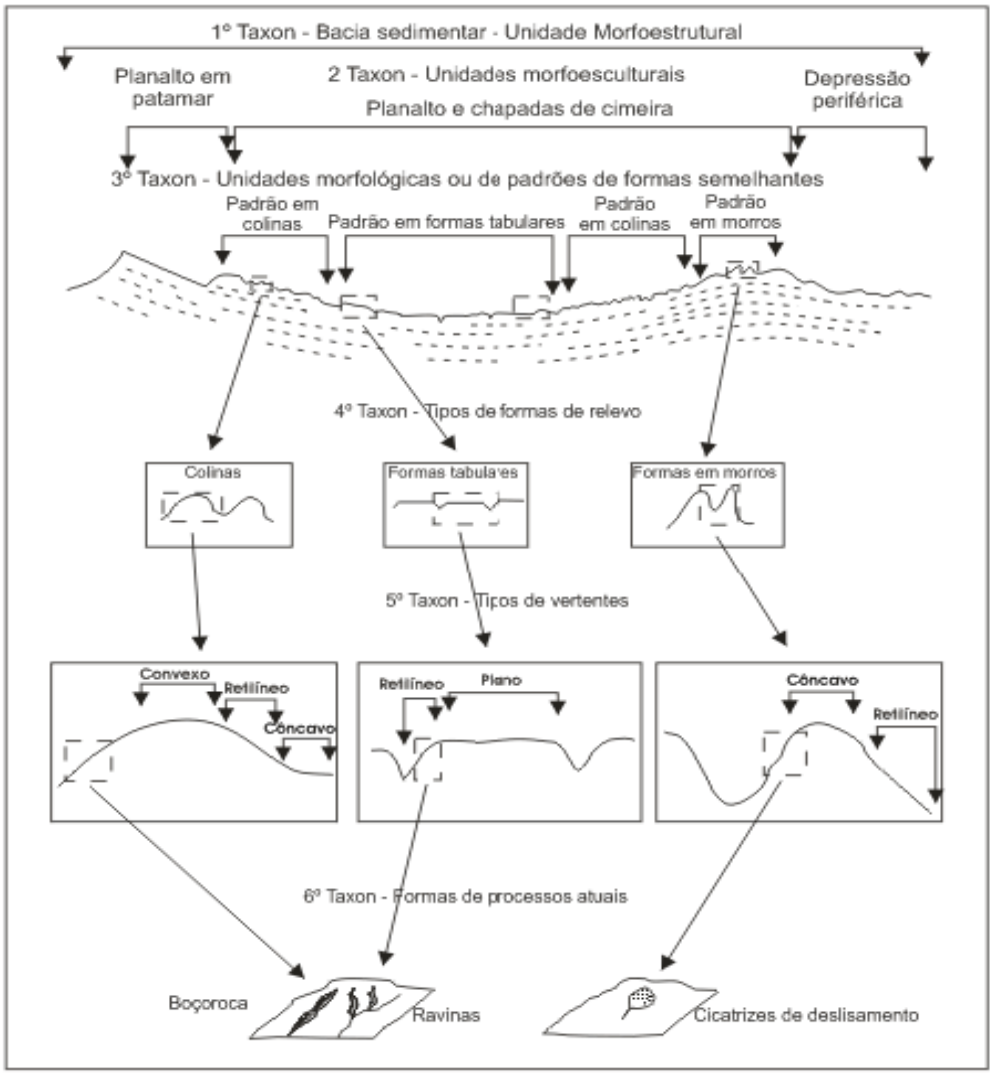
são identificados os perigos e riscos naturais bem como a organização dos sistemas de Defesa Civil existentes no Brasil.

Dadas as pequenas dimensões da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego há uma aparente homogeneidade nas formas do relevo. Porém a partir da taxonomia é possível distinguir os diferentes aspectos do relevo local e classificar formas e fenômenos que compõem cada domínio encontrado.

Ross(1992) propõe seis níveis taxonômicos para a representação geomorfológica fundamentados numa abordagem tridimensional, considerando os parâmetros métricos, genéticos e temporais do relevo. Diante da dimensão e abrangência dos aspectos geomorfológicos identificados na área estudada, foram focados os três últimos táxons propostos por Ross.

4º Táxon – apresenta as formas de relevo contidas nas Unidades Morfológicas que distinguem-se quanto a sua gênese, podendo ser ela, de acordo com Casseti (2001), agradacional – planícies ou terraços flúviomarinhos – ou denudacional – colinas, morros e cristas.

5º Táxon – são tratadas as tipologias de cada uma das vertentes de uma forma do relevo de acordo com seus aspectos fisionômicos e funcionais. *"As vertentes de cada tipologia de forma são geneticamente distintas, e cada um dos setores dessas vertentes pode apresentar características geométricas, genéticas e dinâmicas diferentes"* (TOMINAGA, 2000, apud CASSETI, 2001, p. 17). Para a representação cartográfica de todas essas modalidades e funcionalidades de vertentes se faz necessária a aquisição de uma escala de detalhe que cresça a partir da proporção de 1:25.000.



Quadro 04 **-** Unidades taxonômicas do Relevo. Representação esquemática das unidades taxonômicas do relevo proposta por Ross (1992).

6º Táxon – está intimamente relacionado com as ações antrópicas de aquisição do meio como substrato para a manutenção de seu modo de vida. É nele que serão representadas, mediante escala adequada – 1: 5.000 a 1: 1.000 –, as cicatrizes deixadas pelo homem e por fenômenos naturais que distribuem-se sobre a superfície podendo ser resultantes de processos acumulativos – assoreamentos – ou erosivos – ravinas, voçorocas e movimentos de massa. O quadro 04 apresenta de forma esquemática, as projeções taxonômicas propostas por Ross distribuídas ao longo de uma grande bacia sedimentar.

Definida a proposta taxonômica correspondente ao recorte espacial e, consequentimente, de eventos e feições geomorfológicas encontradas na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego ficou evidente que a pesquisa deveria ser operacionalizada em escalas intermediárias (1:25.000) já que tem por objetivo o detalhamento de morfologias e processos relacionados ao relevo. É um trabalho que se distancia da generalização e busca, em escalas grandes, a acuidade de pesquisa, informativa e visual satisfatória para os resultados esperados e que devem ser transmitidos.

Apesar da existência de propostas taxonômicas consistentes, a Geomorfologia esbarra na falta de signos gráficos padronizados que, não só permitam uma produção cartográfica mais universalizada, mas que, contemplem a enorme gama de interesses da pesquisa geomorfológica. Ross (1990) direciona de forma clara que, parte desse problema reside no fato de o mapeamento geomorfológico está à mercê das metodologias, técnicas, objetivos e materiais disponibilizados para a execução desses trabalhos.

Outro fator preocupante é a legibilidade dos mapas produzidos. Muitas vezes, na ânsia de aproximar-se ao máximo da realidade encontrada *in locos*, muitos autores sobrecarregam os mapas de informação tornando-os de difícil leitura.

3.1. Subsídios Geomorfológicos ao Estudo do Perigo Natural

Em termos de perigo, o viés natural ganha notoriedade dentro da perspectiva geomorfológica que, por sua vez, não pode deixar de abordar a interação entre meio natural e a inserção da tecnologia humana. É essa possibilidade de interação que potencializa e, na verdade, incentiva o desenvolvimento de estudos geoambientais.

Porém, para se abordar o âmbito do perigo ambiental se faz necessário destacar as questões teóricas e metodológicas levantadas pela abordagem tecnológica e social que o compõem. É essa consciência que posiciona o presente trabalho no sentido de estudar o componente natural que tem, na geomorfologia, um recurso teórico e metodológico apropriado para analisar situações interativas.

Tricart (1977) propõem uma análise da paisagem tomando como ponto de partida a sua dinamicidade, através da identificação de unidades ecodinâmicas que, em conjunto, refletem o comportamento morfodinâmico do relevo. A compreensão da unidade ecodinâmica passa pelo enfoque das relações entre os componentes ambientais – clima, solo, relevo, vegetação e ciclo hidrológico – e seus respectivos fluxos de energia e matéria, fato que integra o conceito de unidades ecodinâmicas com o de ecossistema, no sentido de elencar os fluxos de energia e matéria que interferem de forma direta na manutenção dos sistemas ambientais.

O conceito elaborado por ele não se limita ao reconhecimento de tais unidades, mas, propõe-se a auxiliar a avaliação da inserção da tecnologia humana nos ecossistemas e a capacidade desses em fornecer recursos sem que se degrade ou venha a proporcionar risco ao homem e suas atividades.

De forma ilustrativa, Tricart (1977, *apud* ROSS, 1990, p.47) expõe o seguinte: a primeira intervenção humana sobre o meio natural recai sobre a vegetação resultando em sua remoção parcial ou completa. Muitas são as conseqüências desse fato, mas, em termos geomorfológicos, a implicação dessa mudança sobre o ciclo hídrico suscita uma série de comportamentos que refletirão diretamente no relevo e suas estruturas, trazendo consequências diretas para todo o meio.

A retirada da vegetação favorece o escoamento superficial concentrado das águas pluviais, que infiltram-se menos no solo, promovendo uma lavagem das camadas externas, as quais, são as mais férteis. Dessa forma, a água pluvial deixa de ser um elemento capaz, apenas de desempenhar seu papel de sustentáculo de toda e qualquer forma de vida e, passa a ser um agente capaz de gerar desequilíbrios ecológicos e fenômenos catastróficos.

Além disso, a manutenção de tais condições inscreve no relevo uma série de cicatrizes indicadoras da destruição de sua estrutura e potencialidades naturais. A intensidade dessas alterações pode ser captada mediante a confrontação de dois processos distintos que são a pedogênese e a morfogênese. Ou seja, em ambientes mais equilibrados, a pedogênese – processo de formação dos solos – deve superar os morfogenéticos – processo de impressão de novas formas no relevo, como ravinas e voçorocas.

Portanto, a análise morfodinâmica levantada por Tricart (1977) considera um importante conjunto de variáveis ambientais, naturais ou elaboradas pelo homem que, fundamentam comportamentos dinâmicos mais próximos da estabilidade ou da instabilidade, permitindo que o relevo seja tomado como indicador sintomático dessas tendências, tornando o seu estudo e síntese cartográfica imprescindíveis para o diagnóstico ambiental e identificação de áreas de potencial risco natural.

> "[...] A dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas é tão importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos quanto a dinâmica das próprias biocenoses. Ambos os aspectos da dinâmica dos ecossistemas são estreitamente relacionados entre si. [...] Existe, assim, uma adaptação mútua entre o material rochoso, os processos morfodinâmicos e a biocenose" (TRICART, 1977, p. 31 e 32).

Em Tricart (1977) estão estabelecidos parâmetros e conceitos que definem a forma como os conhecimentos e constatações adquiridos ao longo da investigação geomorfológica podem ser sintetizados e integrados à leitura dos múltiplos ambientes terrestres. Quanto à síntese deste trabalho, o pesquisador deve valer-se da linguagem cartográfica para dar contornos definitivos a esta etapa que é primordial para a transmissão do conhecimento apreendido e para a fundamentação de análises posteriores.

A análise ambiental discorrida por Tricart (1977) fundamenta-se na classificação ecodinâmica dos ambientes. Seu parâmetro analítico está pautado na morfodinâmica atual, em função de sua intensidade. São propostos três ambientes distintos: meios estáveis, meios *intergrades* e fortemente instáveis.

Os meios estáveis são aqueles que se desenvolvem em condições de densa cobertura vegetal que seja capaz de frear a intensidade da morfogênese, favorecendo a pedogênese. É característico desses meios que as vertentes recuem de forma bastante lenta e que a dissecação se processe de forma moderada, sem que haja formação de feições erosivas lineares decorrentes do escoamento superficial linear das águas[1] de chuva – ravinas e voçorocas. É um meio em que tanto a erosão quanto a sedimentação se processam de forma lenta, uma vez que, sem remoção intensa de materiais, consequentemente, há um processo de deposição mais lento e gradual.

---

[1] Escoamento concentrado das águas que descem as encostas (Guerra, 2006).

Com as áreas fontes de sedimentos ou seja, aquelas que estão sob efeito intensificado da gravidade – vertentes – protegidas de atividade erosiva intensa, as formas originadas de dinâmicas de deposição desses materiais processam-se mais lentamente devido a indisponibilidade de material sedimentar.

Os meios *intergrades* ou transicionais refletem ambientes que se desenvolvem no sentido da estabilidade para a instabilidade. Nesses ambientes a morfogênese e a pedogênese são forças concorrentes com tendências a sublevação das feições morfogenéticas. Tais feições devem ser avaliadas quanto a sua competência em afetar ou não as camadas mais profundas do solo chegando a interferir no processo de formação e amadurecimento dos solos.

Nos meios fortemente instáveis, a morfogênese comanda a dinâmica natural. Condicionados a topografias irregulares e inclinação acentuada esses ambientes são propensos a severas incisões dos cursos d'água e movimentação de massas. A degradação antrópica, principalmente a realizada sobre a cobertura vegetal, podem ativar ou acelerar morfodinâmicas capazes de destruir os solos existentes.

Quanto ao binômio denudação e acumulação há um processo de intensificação de ambos. Com as áreas fontes de sedimentos – vertentes – desprotegidas, há um crescimento quantitativo e potencial de formas erosivas e, consequentemente há uma elevação da oferta de material sedimentar. Essa disponibilidade sedimentar favorece a formação de depósitos que indicam situações de desequilíbrio natural como os bancos sedimentares assoreando canais fluviais e formação de rampas nas bases das encostas.

Portanto a vegetação está posta como um importante mediador entre a relação pedogênese/morfogênese, principalmente no que concerne o controle da ação escultural pluviométrica e da rede fluvial sobre as formas do relevo, fato esse que é recorrente em vastas porções do Brasil, inclusive para o recorte espacial estudado.

3.2. Utilização do Sistema de Informações Geográficas na Identificação de Perigos Naturais Sobre o Relevo

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são sistemas computacionais que permitem a aquisição, análise, manuseio e armazenamento de informações espaciais.

São a estrutura mais importante em termos de viabilização do geoprocessamento que, por sua vez, consiste em um conjunto de processos computacionais operados a partir de uma base de dados integrados favorecendo a execução de análises, cálculos, elaboração de mapas politemáticos contendo dados quantitativos e qualitativos, reformulações e sínteses sobre dados ambientais (COELHO, 2009).

Através de tais sistemas é também possível realizar operações de modelagem de dados, criação de banco de dados espaciais georeferenciados, processamento de imagens e dados tridimensionais gerados por diversos sensores remotos e aplicar rotinas diversas que geram dados espaciais relevantes para os mais diversos interesses.

Quanto aos dados gerados ou “importados” pelos SIGs, esses são organizados, armazenados e relacionados por um Gerenciador de Base de Dados, conhecido como “banco de dados” do SIG. Esse gerenciador também garante a consulta e recuperação de dados, além de computar informações contidas na base (MEIRELLES, 2007).

Na atualidade, em face da grande interligação entre os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o Sensoriamento Remoto as geotecnologias tem uma vasta aplicação em Geografia. As imagens de sensores remotos proporcionam uma visão multidimensional de extensas áreas do planeta favorecendo estudos integrados e, em diversas escalas, do ambiente, das paisagens, dos impactos ambientais, fenômenos naturais e dos diferentes usos do solo (FLORENZANO, 2005).

De acordo com Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) os SIGs favorecem a realização de análises complexas devido a possibilidade de integrar dados de naturezas

diversas, elaborando bancos de dados georeferenciados. Dessa maneira, todas as informações inseridas e tratadas em ambiente SIG podem ser espacializadas demonstrado sua distribuição e frequência sobre os espaços terrestres. A produção cartográfica também é otimizada em ambiente SIG graças a automatização de produção de materiais cartográficos.

Acerca dos benefícios de se utilizar os SIGs, Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) elencaram os seguintes fatores:

- Facilita a geração de mapas temáticos.

- Facilita a consulta e manutenção de dados.

- Representa graficamente informações de natureza espacial.

- Possibilita a visualização dos dados geográficos.

- Possibilita a importação e exportação de dados.

- Possibilita a entrada e manutenção de dados com mouse, mesa digitalizadora e scanner.

- Apresenta recursos de saída na forma de mapas, gráficos e tabelas para vários dispositivos – impressoras e plotters.

- Integra conjuntos de dados diversos – espaciais e não espaciais

O SIG é um instrumento que possibilita o monitoramento de vários aspectos ambientais, desde níveis de erosão dos solos até evolução da poluição da água e do ar. Para o estudo do relevo, além de favorecer o processo de registro cartográfico dos fatos geomorfológicos, possibilita a interação de uma imensa gama de informações por meio de técnicas de sobreposições de *"layers"* ou camadas de informações.

O ambiente SIG também permite a modelagem de dados por meio de técnicas estatística integradas a manipulação de linguagens computacionais – ordem binária. A partir dessas técnicas são gerados modelos que facilitam a investigação de processos e dinâmicas como é o caso da morfodinâmica, por exemplo.

Caus (2010) aplicou técnicas de modelagem em ambiente SIG com a finalidade de analisar empiricamente a instabilidade potencial do relevo sendo, para tanto, adotada uma metodologia específica de hierarquização dos fatos observados a fim de gerar um modelo de instabilidade potencial do relevo.

Pike, Graymer e Sobieszczyk (2003) realizaram trabalhos semelhantes em que foram desenvolvidos, em ambiente SIG, modelos voltados para a produção de mapeamento de susceptibilidade de movimentos de massa. Mapas de geologia, declividade e movimentos de massa foram combinados estatisticamente para a elaboração de um modelo capaz de prever futuras áreas de movimentação de massa. Foi definido um grau de suscetibilidade para cada unidade geológica balizada a partir da frequência de movimentos de massa com justaposição da clinometria dos terrenos.

Quanto à elaboração de mapas, o SIG favorece a construção de séries de mapas temáticos que fornecem uma representação dos fenômenos terrestres destacando as várias faces dos mesmos, o que propicia a correlação e interpretação de dados espaciais. Pautados por séries de mapas temáticos comparáveis, quando elaborados idoneamente a partir de fontes confiáveis, os estudos ambientais são amparados por um material de reconhecido valor empírico e que pode ser apropriado pelos mais diversos segmentos da sociedade.

Portanto, o SIG se constitui como um ambiente propício ao desenvolvimento de pesquisas dos aspectos morfodinâmicos do relevo que confere agilidade e precisão na produção de resultados que podem ser correlacionados com um imenso universo de dados e dinâmicas.

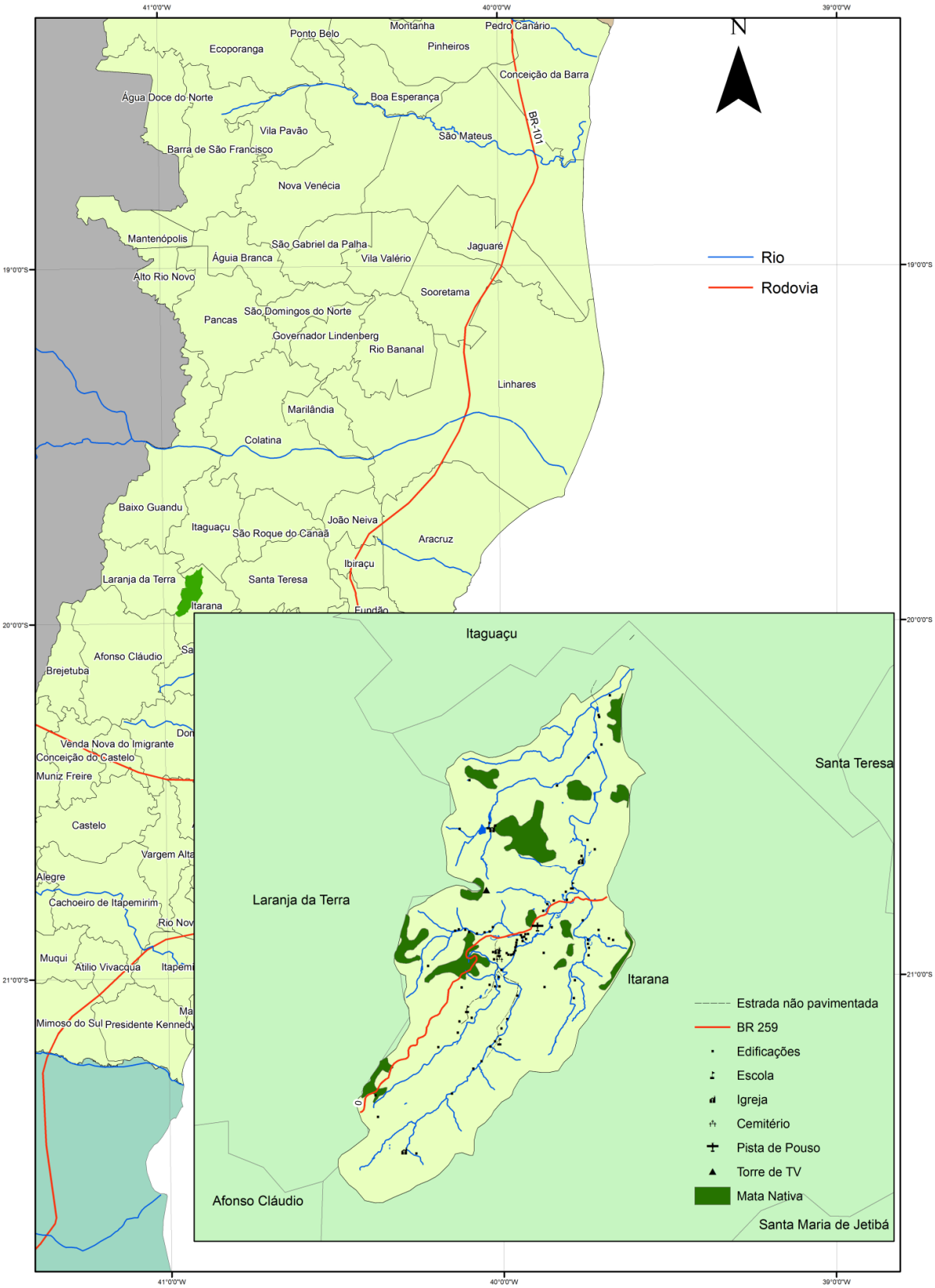
4. A Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego está localizada na porção ocidental do Município de Itarana, que compõe o mosaico dos municípios da região Central-Serrana do Espírito Santo.

A execução deste trabalho de pesquisa na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, obrigatoriamente, traz a necessidade de melhor conhecer as características do município de Itarana. Guardadas as características rurais, este município do Estado do Espírito Santo teve sua ocupação intensificada a partir da segunda metade do século XIX, que culminou em um universo diversificado de usos e formas de ocupação do solo. Portanto, tais formas de uso e ocupação se consolidaram ao longo de pouco mais de 100 anos de história que marca a forma como essa comunidade rural desenvolveu diferentes maneiras de se relacionar e interagir com o meio que a cerca.

Em material produzido pelo jornal A Gazeta, intitulado Municípios do Espírito Santo (1994) e, de acordo com relatos colhidos em campo, desde meados do século XIX, o vale do rio Santa Joana, disposto ao longo da região montanhosa de centro-oeste do estado do Espírito Santo, já era povoado por fazendeiros mineiros e fluminenses. A ocupação iniciou em Figueira do Rio Doce – atual Itarana – formando um povoado que beneficiou-se de uma confluência de corpos d'água que se dava nas proximidades de uma grande figueira onde hoje, segundo relatos dos primeiros habitantes, está localizada a igreja matriz de Nossa Senhora Auxiliadora.

Com o crescimento do povoamento, a localidade passou a ser conhecida como Figueira de Santa Joana. O grande desenvolvimento desta localidade foi marcado pela imigração européia de italianos – grande maioria – e alemães. A chegada dos primeiros imigrantes remonta o ano de 1882. Após aportarem em Vitória, no ano de 1879, foram conduzidos para a colônia de Santa Teresa. Passados três anos, por meio de picadas abertas na mata virgem, um grupo de imigrantes chegou a Serra do Limoeiro onde encontraram o fazendeiro Antônio Gonçalves Ferreira e fundaram o povoado de Figueira de Santa Joana.



Mapa 01- Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego. Elaborado pelo autor.
Fonte: IBGE (2009).

Em 1889, o vilarejo já dispunha de casas comerciais, padaria e pensão. Após a declaração oral de posse das terras feita por Tomás Céi, muitas outras famílias de italianos se dirigiram para o recente vilarejo. Em 1890, o vilarejo foi elevado à condição administrativa de distrito. Tudo o que era produzido para a exportação, era levado ao porto de Vitória por meio de tropas provenientes de Minas Gerais que seguiam pelos primeiros caminhos abertos na mata. Nessa época, Itarana já era um grande produtor de cereais e café. A emancipação do município ocorreu em 13 de dezembro de 1963 e sua instauração se deu em 18 de abril de 1964.

Atualmente a sede municipal situa-se a cerca de 127 Km de Vitória – capital do Espírito Santo – e é compreendida pela Mesorregião Central e Microrregião de Santa Teresa. Encontra-se a 150 metros de altitude, entretanto, a maior parte do município apresenta topografia bastante acidentada e sinuosa com altitude máxima de 1.031 metros. Graças ao cultivo do café e a atividade pecuária extensiva, advinda da erradicação dos cafezais na década de 60 do século XX, as florestas foram praticamente devastadas.

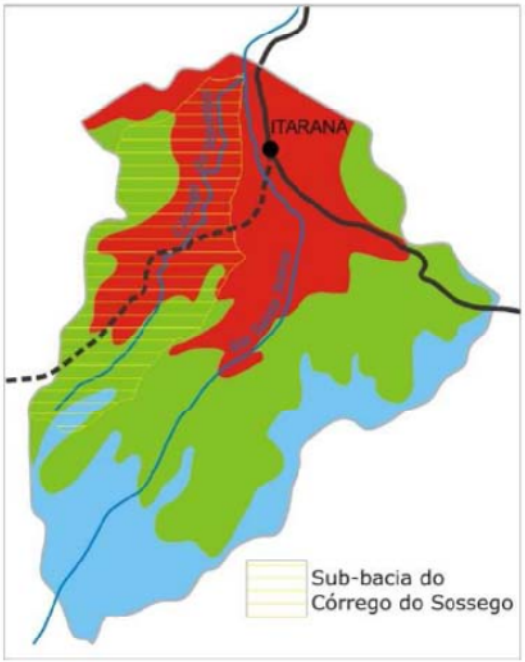
Compondo o quadro paisagístico natural do município está o Córrego do Sossego. Afluente do rio Santa Joana, sua bacia hidrográfica, alcança pouco mais de 6.000 ha. com grande parte da área da bacia é ocupada por pasto ou vegetação em estágio inicial de regeneração. Localmente, no mês de julho de 2010, pode ser percebido que muitas áreas de cimeira e de inclinação acentuada encontram-se completamente desmatadas e, da mesma forma, houve uma remoção intensa das matas ciliares. O pouco que restou se encontra preservado devido à legislação ambiental vigente que proíbe o corte de qualquer árvore sem prévia autorização.

A estruturação fundiária, a bacia é formada por 162 estabelecimentos sendo que 31% deles estão localizadas no extrato de zero até 10 ha; outros 57% estão localizadas no extrato de 10,1 ha a 50 ha; e por fim 13% estão no extrato acima de 50,1 ha. Portanto, há um predomínio de pequenos e médios proprietários possuindo áreas de até 50 ha, que utilizam a mão-de-obra familiar e a parceria para trabalhar a terra GEARH/UFES (2003, *apud* RAMOS, 2009). Há um predomínio de cultivos permanentes, como o de café e frutas, e, de cultivos temporários – hortaliças, tomate, milho, feijão, arroz – voltados para a comercialização.

Apesar de predominar a pequena e média propriedades e a utilização de mão-de-obra familiar ou em regime de parceria, a atividade agropecuária desenvolvida ao longo de toda a bacia hidrográfica e do município segue os moldes comercias que visam os elevados índices de produtividade e que, para tanto, fazem uso de defensivos agrícolas, adubos químicos e técnicas de manejo de solo e vegetação que agridem de forma severa os sistemas naturais.

Em termos de zonas naturais, conforme proposto pelo Atlas de Ecossistemas do Espírito Santo (2008), a bacia do Córrego do Sossego caracteriza-se pela ocorrência de terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas/secas e, de terras quentes, acidentadas e secas. Apesar de bem drenada, a bacia passa por longos períodos de estiagem, acarretando a diminuição do volume de água dos mananciais e, até mesmo, o desaparecimento de alguns. É comum observar a existência de canais de irrigação que, no período de outono e inverno, chegam a secar completamente.

Zonas naturais no município de Itarana e na bacia do córrego Sossego



ZONAS NATURAIS		Área em %
Zona 1	Terras frias, acidentadas e chovosas	21,8
Zona 2	Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosa/seca	44,3
Zona 3	Terras quentes, acidentadas e secas	33,9

Mapa 02- Zonas Naturais no Município de Itarana
Fonte: Quarentei (2010, apud INCAPER, 1999).

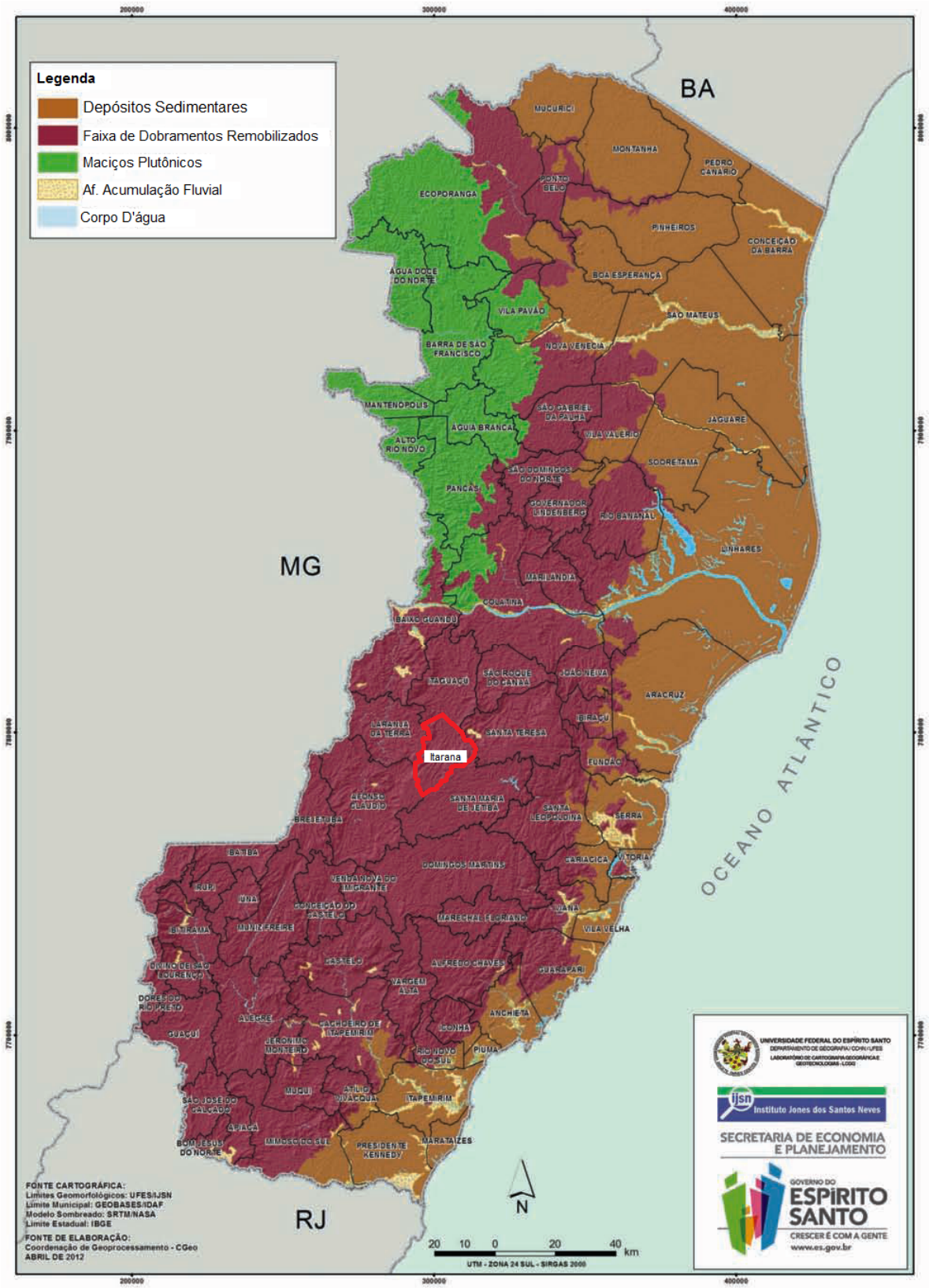
4.1. Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego

Conforme o mapa geomorfológico do RADAMBRASIL (1987) – folha Rio Doce (SE-24), escala 1:1.000.000 – a Bacia Hidrográfica do Córrego do sossego está inserida no contexto morfoestrutural da Faixa de Dobramentos Remobilizados, na região geomorfológica ou Unidade Morfoescultural dos Planaltos da Mantiqueira Setentrional e sobre a unidade geomorfológica dos Patamares Escalonados do Sul Capixaba.

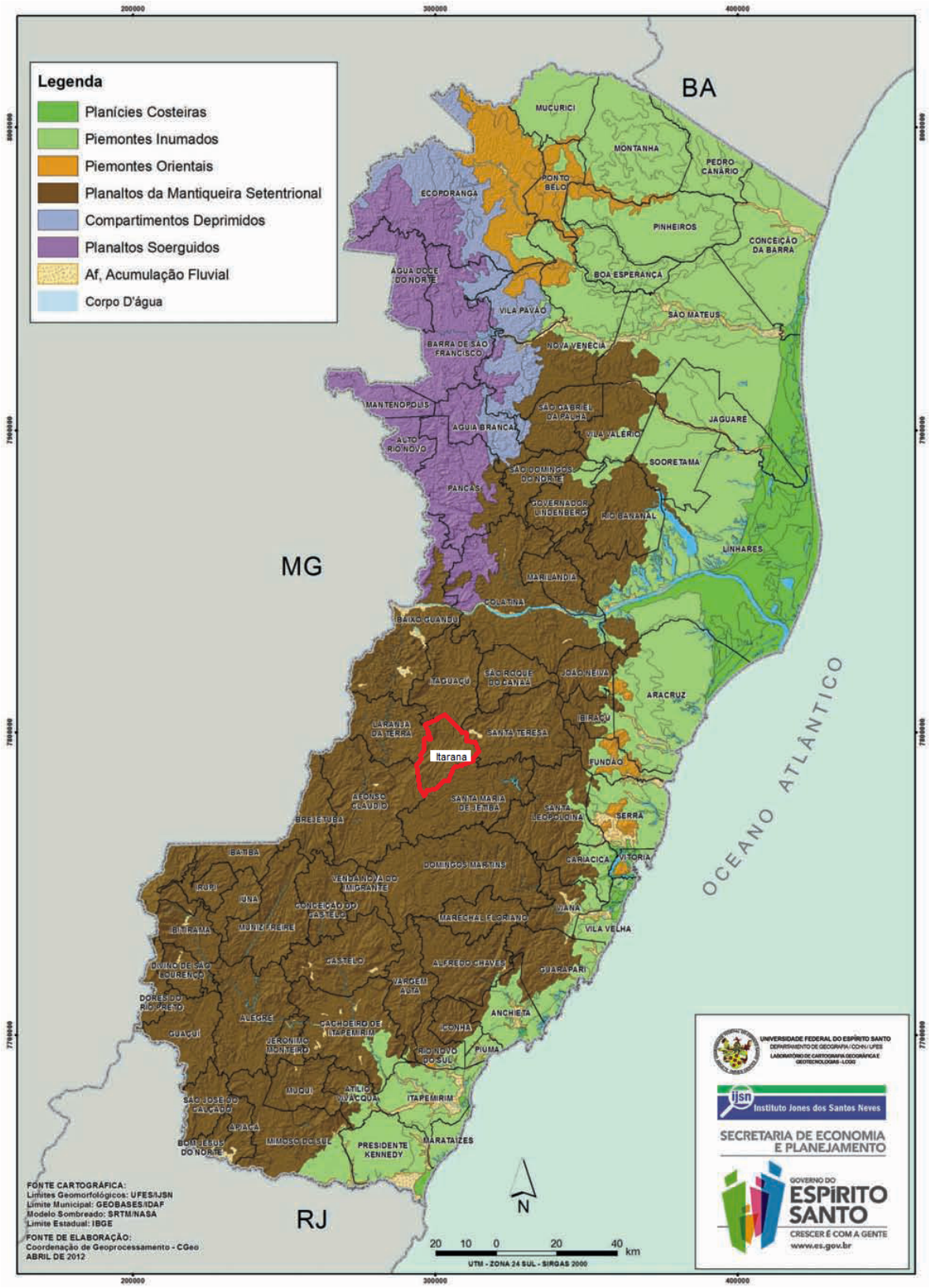
A Faixa de Dobramentos Remobilizados corresponde a áreas onde a resistência das rochas condiciona as formas de dissecação, apresentando filões resistentes, pontões, cristas e sulcos pondo em evidência o controle estrutural.

A unidade Patamares Escalonados do Sul Capixaba localiza-se na porção oriental da região da Mantiqueira Setentrional e abrange grandes áreas dos estados de Minas gerais e Espírito Santo. Destaca-se no contexto da Mantiqueira Setentrional por apresentar níveis de dissecação escalonados que formam patamares limitados por frentes escarpadas delineadas por falhas voltadas para nordeste e com caimento topográfico para sudeste, fato que aponta para movimentações epirogenéticas relacionadas com ciclos de reativação tectônica. Os blocos falhados são marcados por linhas de serras que chegam aos 1000 metros de altitude.

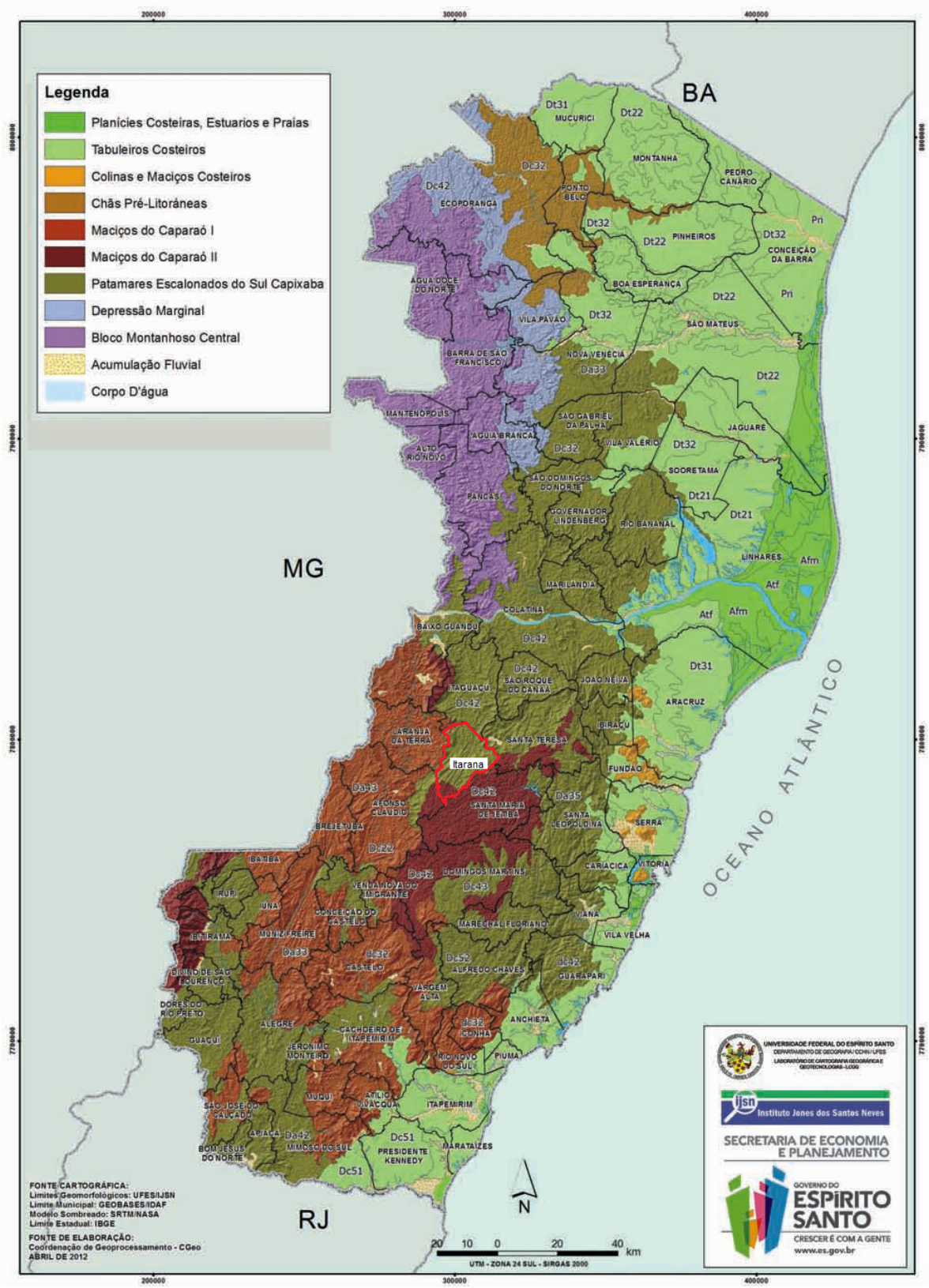
Devido à proximidade com o oceano essa unidade encontra-se sob a influência de climas tropicais úmidos que favorecem a ocorrência de chuvas regulares e de densa cobertura vegetal. A atuação desse tipo climático sobre o contexto litológico que compõe essa unidade de relevo – granitos e gnaisses do Complexo Paraíba do Sul – possibilita a ocorrência de espesso manto de regolito e solos profundos – principalmente latossolos. Também propicia processos intensos de dissecação do relevo evidenciados pela recorrência de formas convexas e aguçadas com encostas íngremes.



Mapa 03 - Mapa de Morfoestruturas do Espírito Santo
Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2012). Modificado pelo autor.



Mapa 04 - Mapa de Regiões Geomorfológicas do Espírito Santo
Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2012). Modificado pelo autor.



Mapa 05 - Mapa de Unidades Geomorfológicas do Espírito Santo
Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2012). Modificado pelo autor.

Como o relevo é marcadamente íngreme e a área é influenciada pelos elevados índices de umidade são comuns os problemas de instabilidade comprovados por recorrentes movimentos de massa e corridas de lama com escorregamento de blocos fraturados, colmatando vales fluviais e formando grandes rampas de colúvio. Esses fenômenos são potencializados pela remoção da vegetação visando práticas agrícolas e habitacionais.

O mapa geomorfológico elaborado pelo RADAMBRASIL (1987) se trata de um mapeamento em escala regional, portanto apresenta apenas uma faceta da fisiologia da paisagem – dissecação – imperante sobre a área da bacia estudada, mas que já de antemão direciona o ferramental metodológico e técnico a ser utilizado para a elaboração de estudos dos relevos locais.

De fato, ao se realizar a análise mofográfica e morfogenética das feições presentes na área estudada detecta-se, por meio de produtos gráficos específicos – modelo tridimensional do relevo e carta hipsométrica – as diferentes texturas do relevo, bem como, seus distintos níveis altimétricos. As texturas mais lisas apontam para gêneses agradacionais enquanto que as rugosas para gêneses resultantes de processos erosivos. No geral, há um predomínio das formas erosivas em detrimento das agradacionais que, por sua vez resumem-se aos fundos de vales.

Outro rebatimento da macro-estrutura – Unidade Geomorfológica – sobre a micro-estrutura – bacia hidrográfica em estudo – é o escalonamento do relevo que apresenta diferentes níveis de dissecação com amplitude local que varia de 1000 até 150 metros, correspondente ao nível de base local, marcado pela calha do córrego do Sossego.

5. Materiais e Métodos

De forma a ficar amalgamado com a proposta metodológica, os materiais utilizados até o momento e seus subprodutos serão apresentados e discutidos em três etapas distintas: Compartimentação Topográfica, Estrutura Superficial da Paisagem e Fisiologia da Paisagem.

5.1. Compartimentação Topográfica

A elaboração da Compartimentação Topográfica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego adequada ao nível de pesquisa ordenou no presente trabalho,dados geotopográficos tratados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e que incluiu os seguintes materiais:

Carta topográfica: COLATINA – FOLHA SF-24-Y-C-VI, escala 1:100.000, IBGE, 1979;

Recobrimento aerofotogramétrico: Base de ortofotos executada pelo convênio Vale/IEMA (2007). Ortofotos compatíveis com a escala 1:15.000 de todo o estado do Espírito Santo, datum WGS-84;

Dados SRTMs/radar: Disponível em <http://www.embrapa.br/>, acesso em 04/04/2011.

A partir desses materiais foram elaborados 4 subprodutos:

- Carta de Rede Hidrográfica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego: em que buscou-se observar anomalias presentes ao longo das linhas de drenagem, nas quais, feições como soleiras ou cachoeira/rápidos pudessem ser identificadas. Tais anomalias podem ter origem no condicionamento litotectônico a partir dos quais morfodinâmicas associadas à linha de drenagem podem ser estabelecidas, como por exemplo planícies aluvionares alojadas em alvéolos erosivos, que constituem áreas susceptíveis a cheias.

- Carta Clinométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego: esse documento permitiu identificar a distribuição das inclinações mais acentuadas associáveis com

dinâmicas superficiais do relevo capazes de constituírem-se em fenômenos adversos ao uso e ocupação do solo.

- Carta Hipsométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego: esse material apresenta a distribuição espacial dos níveis altimétricos organizados em intervalos arbitrados pelos propósitos estabelecidos no trabalho. Neste caso verificou-se a distribuição e a dimensão das superfícies topográficas.

- Modelo sombreado da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego: Material destinado a dotar as formas de dimensões volumétricas que auxiliaram o processo de identificação das diferentes superfícies erosivas e deposicionais. Em associação à clinometria favoreceu a identificação da geometria das vertentes e a partir disso, a noção de áreas favoráveis a concentração/dispersão de fluxos superficiais.

A partir dos elementos e informações fornecidos pelos sub-produtos elencados foi elaborada a Compartimentação da Topografia da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego que considerou os aspectos de morfografia, morfometria e morfogênese das formas de relevo.

O termo morfografia denota a descrição da forma dos corpos. Ao transportar esse termo genérico para a geomorfologia, fica implicata a idéia de registro das formas descritas pelo relevo. Casseti (2001) conceitua o termo morfografia como as representações adequadas das formas do relevo.

O estudo morfográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego foi executado a partir de imagens de recobrimento aerofotogramétrico realizado pelo Convênio Vale/IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente – ES) e do modelo tridimensional desta bacia obtido por meio do tratamento de dados SRTMs em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Quando o modelo tridimensional do relevo é sobreposto por uma imagem de sensoriamento remoto há uma simulação digital da visão estereoscópica da área que se deseja estudar conferindo tridimensionalidade à imagem de sobreposição destacando as texturas da superfície. A partir dessa prática de gabinete viabilizada pelo ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser

operacionalizada uma prévia compartimentação da topografia calcada nas texturas dos diferentes tipos de relevo.

Por se tratar de um indicativo da proposta de compartimentação da topografia pautada apenas nos aspectos visuais da paisagem geomorfológica, foi devidamente apurada e refinada quando da consideração dos dados referentes a morfometria e morfogênese.

O termo morfometria significa medida da forma externa. Em geomorfologia trata-se do registro sistemático das medidas expressas pelas formas do relevo. Casseti (2001) apresenta a morfografia como sendo as dimensões métricas do relevo.

Em termos de morfometria, foram observados, para a elaboração da proposta de compartimentação da topografia, as amplitudes locais, a dimensão interfluvial, o comprimento médio das rampas e a clinometria.

Por amplitudes locais, entende-se o registro das cotas de altitude referenciadas pela hipsometria. Esta será então a representação altimétrica do relevo de uma região, e que foi expressa por uso de cores para cada intervalo de altitude do terreno. A dimensão interfluvial é a distância, em metros, entre os interflúvios de uma bacia hidrográfica. O interflúvio caracteriza-se por ser um terreno ou forma de relevo elevada que se situa entre dois vales ou, mais precisamente, entre dois talvegues.

O comprimento médio das rampas resulta da medição das vertentes[2] tomadas desde o topo, até a base. Os termos topo e base, respectivamente, correspondem às partes do relevo dispostas a montante e a jusante em relação à vertente.

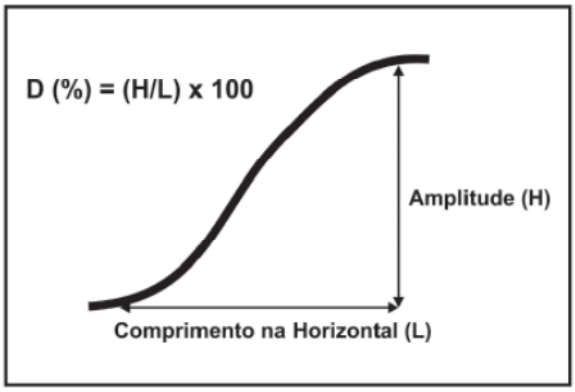
A clinometria é dada pela inclinação do relevo em relação ao plano horizontal. Na representação topográfica em curvas de nível vemos que quanto maior for a inclinação positiva, mais próximas estarão as curvas. Em contrapartida, quanto menor for a inclinação positiva e mais suave for o declive, maior será o espaço entre as curvas.

---

[2] As vertentes caracterizam-se por superfícies inclinadas do terreno, seja ela extensa ou não, subordinadas às leis da gravidade. É a mais básica das formas de relevo e permite a contemplação do processo evolutivo deste (DYLIK, apud CASSETI, 2001).

A clinometria entre dois pontos do terreno é medida pela relação entre a inclinação da reta que os une com o plano horizontal. A clinometria pode ser apresentada em graus ou em porcentagem. Em porcentagem a relação matemática que representa a inclinação do terreno apresenta-se da seguinte forma:

Inclinação = Diferença de nível altimétrico ÷ Distancia horizontal **x** 100



Quadro 05- Cálculo da inclinação de uma encosta (CARVALHO, MACEDO e OGURA, 2007)

Esse aspecto de avaliação e classificação do relevo – morfometria – fundamentou-se nos dados observados através da hipsometria, declividade e da carta topográfica. Com base na hipsometria foram identificados os distintos domínios altimétricos dos relevos encontrados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego atendendo a verificação das amplitudes locais.

A análise clinométrica do terreno permite que se identifique porções do relevo com maior ou menor potencial energético. Essa energia atua no sistema geomorfológico, mediante a relação entre a massa dos corpos estabelecidos ao longo de uma vertente – material pedogeneizado, sedimentos, depósitos coluvionares, organismos vegetais, construções e edificações – e a energia gravitacional da Terra.

Quanto maior for a inclinação e a massa dos corpos envolvidos, proporcionalmente maior será a energia potencial gravitacional armazenada e capaz de gerar movimentos de materiais ao longo da vertente. O quadro inverso, ou seja, quanto mais suave for o declive e menor for a massa dos corpos envolvidos, menor será a energia potencial armazenada e a capacidade de gerar movimentos.

De acordo com Caus (2010) a clinometria tem papel decisivo em relação ao controle dos processos erosivos e deposicionais que se relacionam intrinsecamente ao desencadeamento ou alteração de intensidade dos fenômenos morfodinâmicos. Desse modo os fenômenos morfodinâmicos, ainda que sejam influenciados por fatores físicos – principalmente de origem climática – e biológicos, são definidos principalmente pela ação da força gravitacional.

A inclinação, ainda pode compor o corpo de análise estrutural de um recorte espacial em estudo através da identificação de rupturas estruturais contidas nas formas de relevo e a direção preferencial destas, refletindo o controle estrutural sobre os processos morfológicos. Do mesmo modo, também indica a ocorrência de rupturas estruturais ao longo, por exemplo, dos diferentes setores de uma vertente.

Os dados sistemáticos do relevo – curvas de nível e pontos cotados – contidos na carta topográfica foram essenciais ao processo de medição e agrupamento dos dados referentes ao comprimento médio das rampas e das dimensões interfluviais. A partir dessas informações do relevo obtém-se o grau de dissecação das formas que o compõe, o qual favorece prognósticos relacionados às suas dinâmicas evolutivas, considerando os aspectos climáticos do tempo presente.

O termo morfogênese significa a ação ou função que intervém no crescimento, na determinação da forma de um corpo. Para a geomorfologia o termo engloba o conjunto de fatores endógenos e exógenos que originaram determinada forma ou conjunto de formas de relevo.

Por processos morfogenéticos entende-se a relação entre o vetor principal do intemperismo e formas correspondentes ao vetor que podem ter variações quanto ao tempo de elaboração e extensão territorial. De forma generalizada, possibilita o enquadramento das feições enquanto oriundas de processos agradacionais – como planícies fluviais ou marinhas, terraços fluviais ou marinhos – e de processos denudacionais – como colinas, morros e cristas (CASSETI, 2001).

Para Casseti (2001) a morfodinâmica pode ser entendida como conjunto de processos associados ao intemperismo atual e aos ocorridos ao longo do tempo histórico, incorporados às intervenções antropogênicas. Possuem abrangência

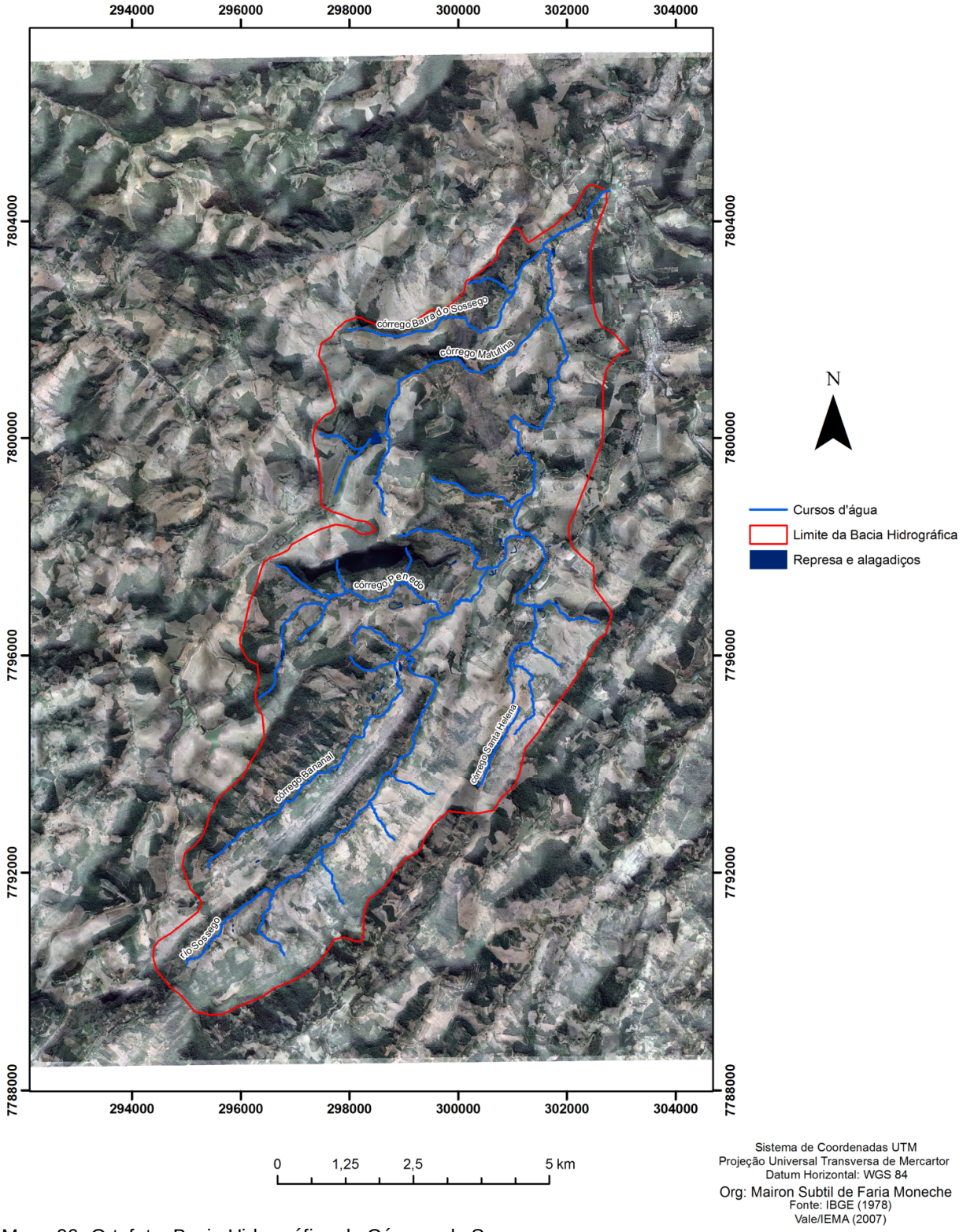
restrita quanto às escalas de tempo e espaço e estão sujeitos aos ritmos dos principais agentes naturais, como as chuvas, e das diferentes formas de apropriação antrópica do relevo, fatos que vinculam esse termo ao terceiro nível de pesquisa em geomorfologia proposto pela metodologia deste trabalho.

Portanto, quanto à morfogênese dos tipos de relevo presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, foi considerada a gênese em termos de formas resultantes de processos agradacionais ou denudacionais, possíveis de serem observados por meio de produtos de sensoriamento remoto e da aferição em campo.

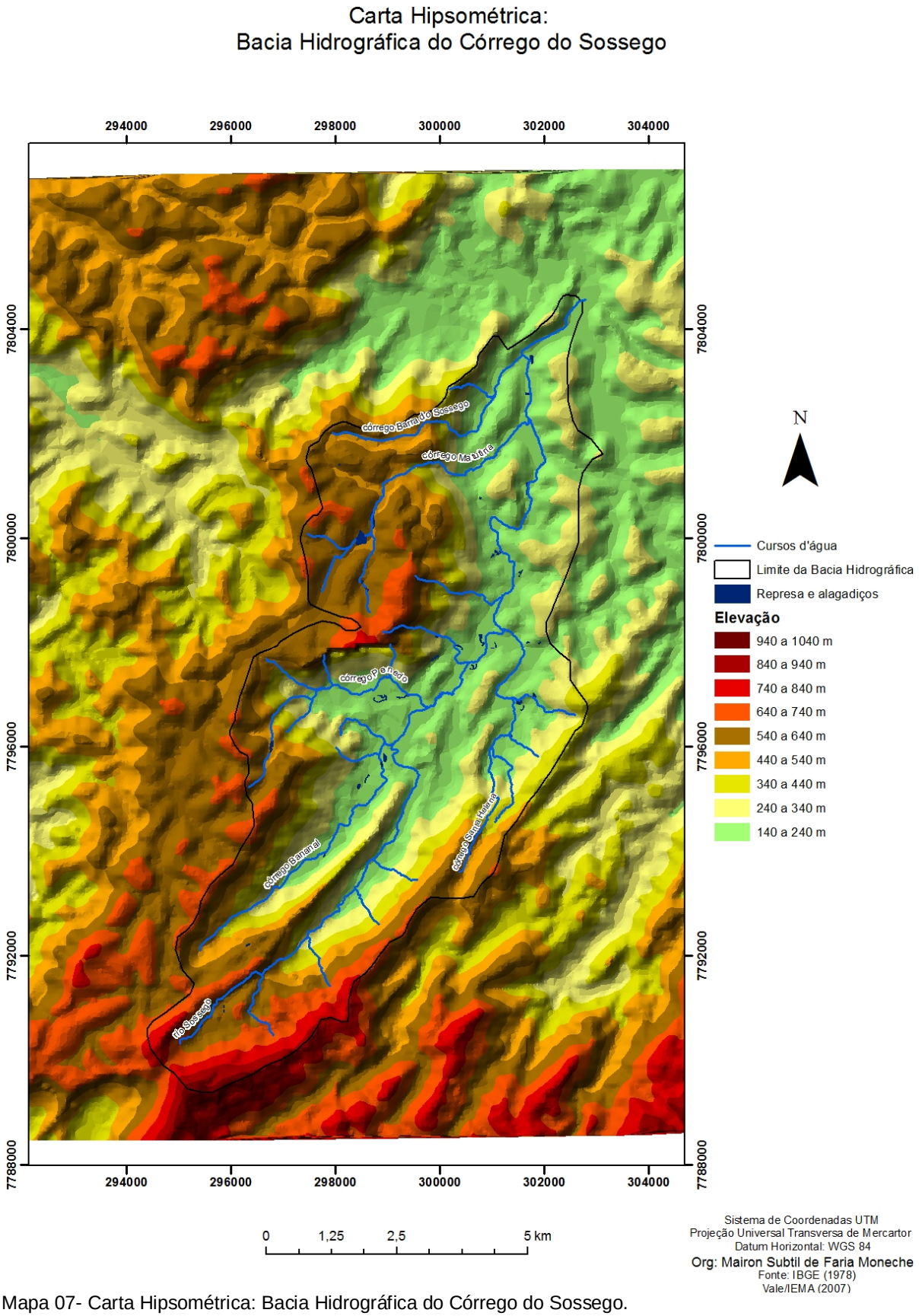
A percepção da dinâmica elaboradora das formas do relevo operante no momento presente passa pelo cruzamento dos dados tanto de morfografia como os de morfometria. Considerados como fatores básicos, esses dois aspectos do relevo favorecem tanto a apreciação visual das formas – morfografia – quanto seus aspectos mensuráveis – morfometria – propiciando a correlação entre os aspectos que se identificam visualmente – se é plano, convexo, liso ou rugoso – com os aspectos métricos que fornecem um forte indicativo quanto a intensidade e capacidade dos processos que modelam o relevo.

Na sequência seguem os mapas produzidos durante essa etapa de trabalho:

Ortofoto:
Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego

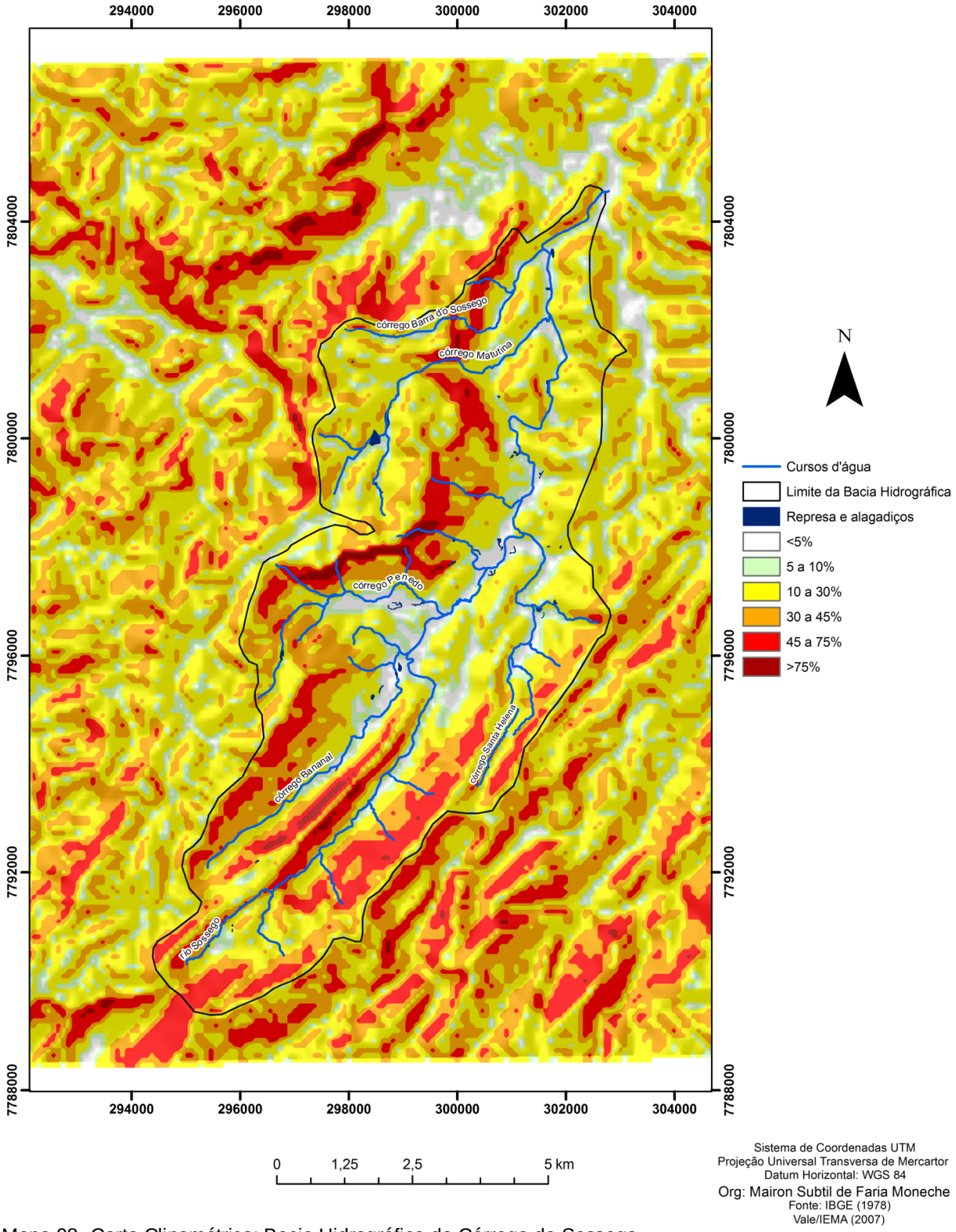


Mapa 06- Ortofoto: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.



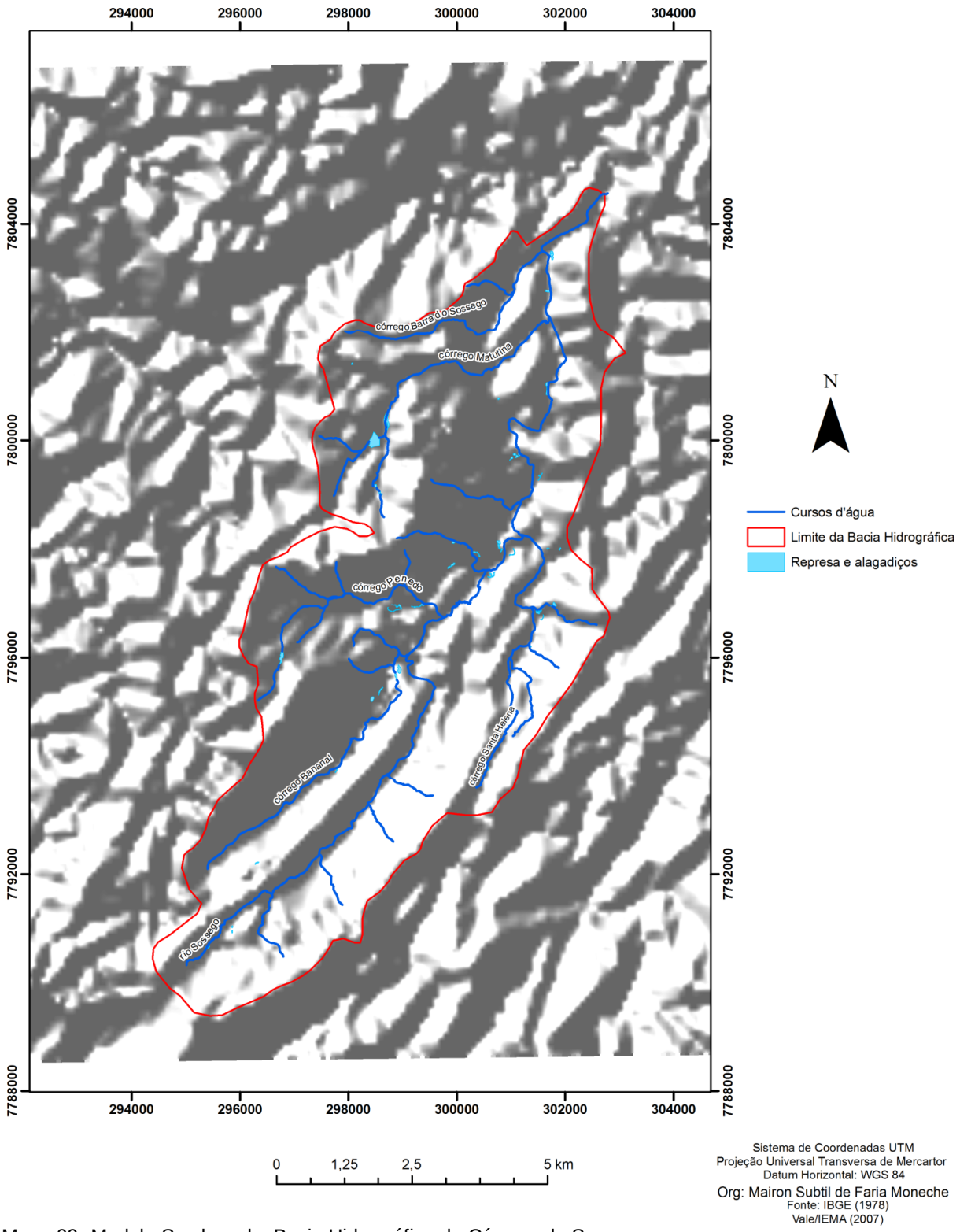
Mapa 07- Carta Hipsométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.

Carta Clinométrica:
Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego



Mapa 08- Carta Clinométrica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.

Modelo Sombreado:
Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego



Mapa 09- Modelo Sombreado: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego

5.2. Estrutura Superficial da Paisagem

Este nível de abordagem trata dos depósitos correlativos dispostos ao longo das vertentes ou em outros compartimentos. Bigarela & Mousinho (1965) tratam os depósitos correlativos como sequências de sedimentos que resultaram de processos de agradação ocorridos de forma simultânea com a denudação ou destruição das áreas fontes. Tratam-se de materiais residuais depositados em seções de recepção resultantes dos mecanismos morfogenéticos pretéritos e atuais impulsionados por mudanças climáticas, ajustes tectônicos ou alterações de origem antrópica.

Também no contexto da estrutura superficial da paisagem está o levantamento de dados referentes aos materiais subsuperficiais, ou seja da composição lito-estrutural das paisagens geomorfológicas. Essa etapa da pesquisa trata da evolução da paisagem geomorfológica de um determinado recorte espacial. É nessa etapa do trato metodológico que podem ser compreendidos os processos morfogenéticos operantes no passado e, através do conhecimento das características físicas e químicas dos depósitos de cobertura há um importante avanço no sentido de identificar as vulnerabilidades do terreno estudado.

O confrontamento das características dos depósitos de cobertura com os dados referentes à inclinação do terreno e os processos morfodinâmicos atuantes são fundamentais quando se trata de identificação de áreas susceptíveis a perigos naturais oriundos da modelagem do relevo por fatores exógenos.

Sua execução foi desenvolvida em gabinete, por meio da sobreposição da ortofoto executada pelo convênio Vale/IEMA (2007) cedida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo sobre o modelo tridimensional do relevo foram identificados setores das vertentes e de outras porções da bacia hidrográfica em que puderam ser encontrados depósitos correlativos como os de base de encosta e de fundo de vale.

Em gabinete além da técnica de sobreposição descrita acima, propiciada pelo ambiente de Sistema de Informações Geográficas, o trabalho foi desenvolvido com utilização do seguinte material:

• **Carta geológica** : Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Folha COLATINA, na escala de 1:100.000, elaborada em 1992;

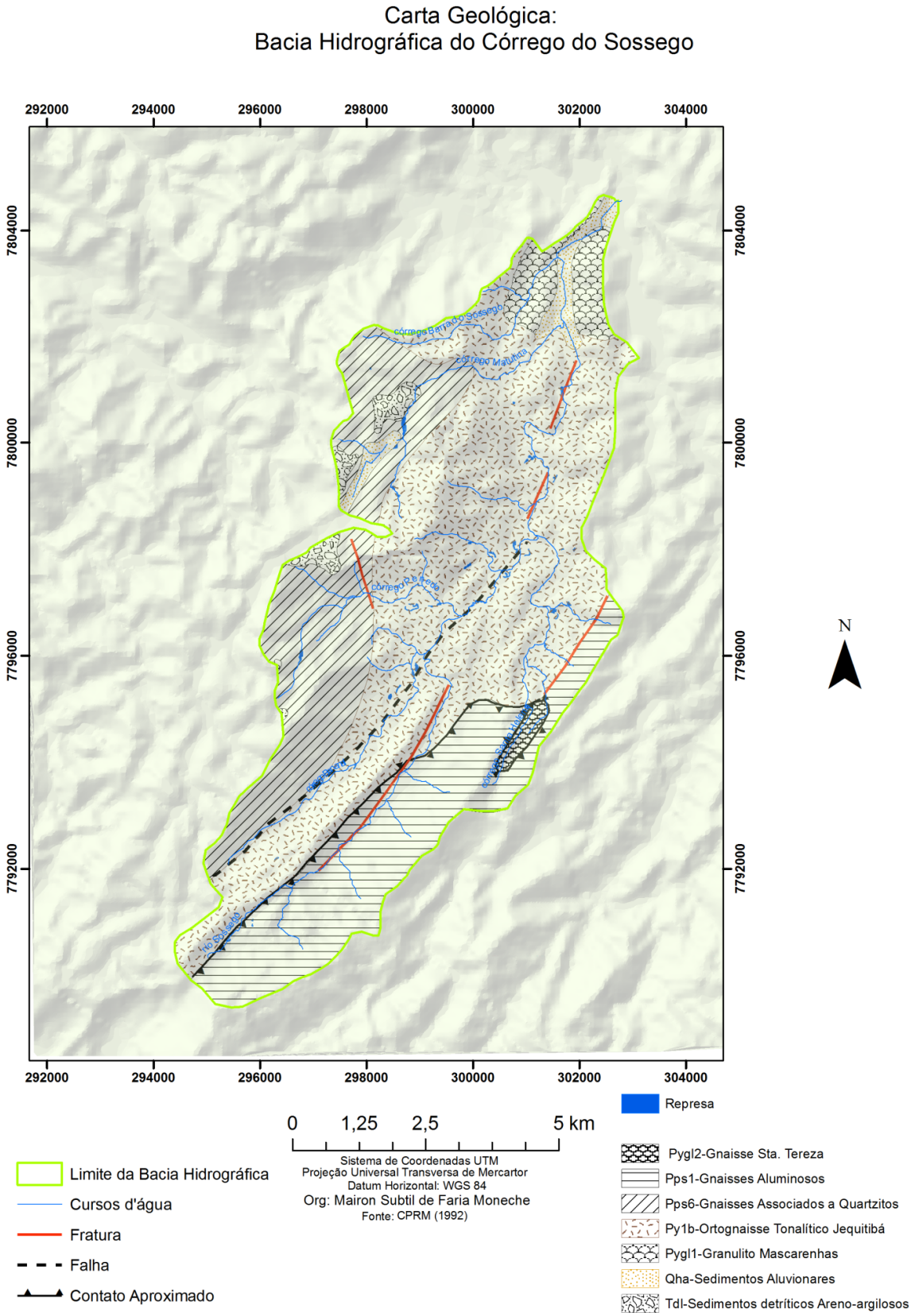
Os dados contidos na carta geológica, além de exprimirem o contexto litotectônico local, foram fundamentais no processo de aferição e ajuste das feições observadas durante a sobreposição da ortofoto com o modelo tridimensional do relevo. Portanto, os indicativos morfográficos observados visualmente foram comparados com os depósitos, litologias, descontinuidades estruturais, bem como os lineamentos encontrados na carta geológica.

Os lineamentos estruturais são feições lineares retilíneas ou levemente curvas, inscritas na crosta terrestre e que podem ser mapeadas. Refletem fenômenos de sub-superfície associados à movimentação relativa de blocos ou às descontinuidades do substrato rochoso como fraturas e xistosidades.

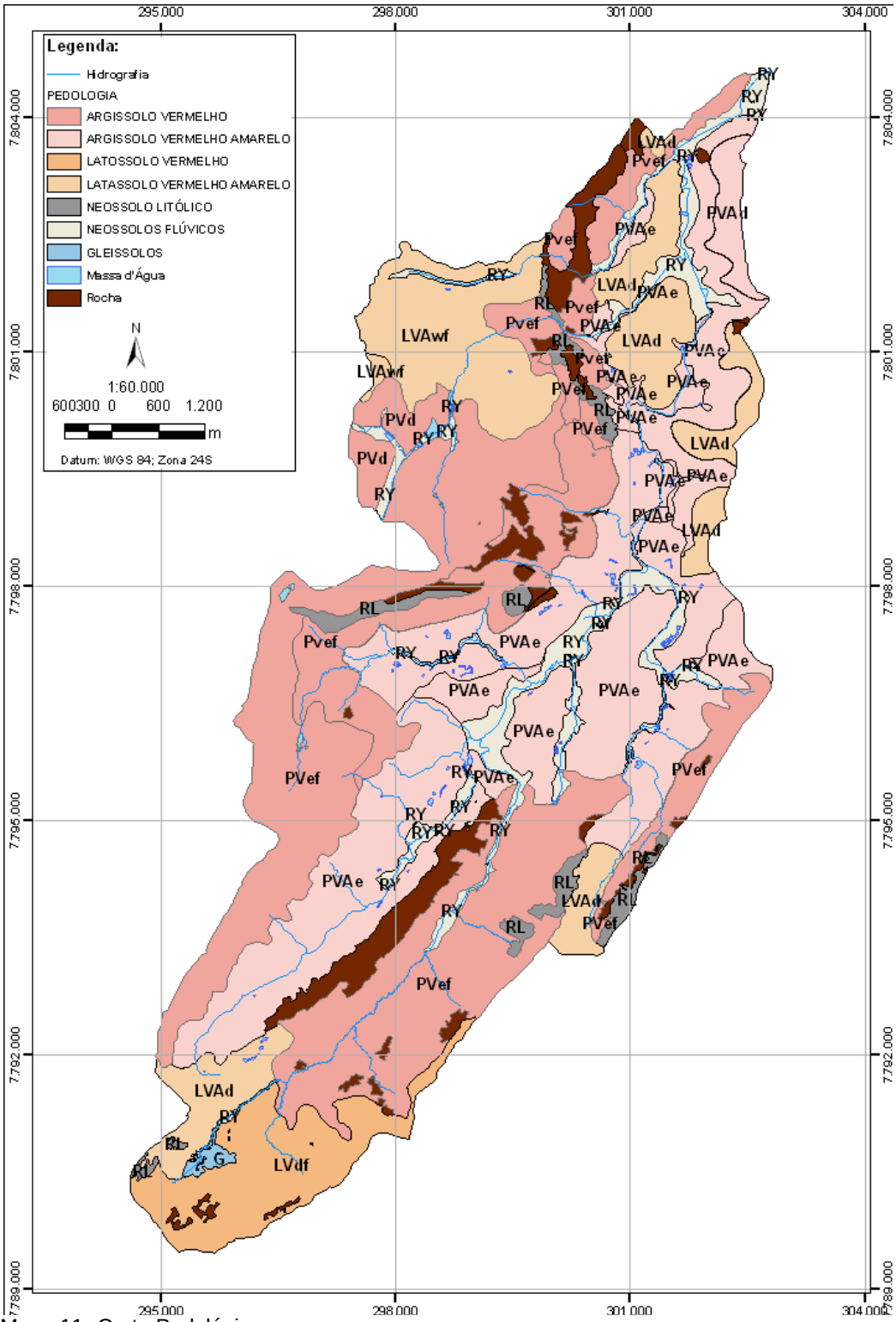
A carta pedológica elaborada por Poloni (2010) constituiu material essencial ao processo de avaliação dos materiais de cobertura que compõem os relevos da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, sendo um importante indicador do grau de fragilidade de cada um deles.

Nessa etapa da pesquisa tratou-se da identificação das características dos terrenos encontrados ao longo da bacia hidrográfica apontando suas potencialidades e vulnerabilidades naturais e possíveis alterações de ordem antrópica que se processam na atualidade.

Na sequência apresentam-se os mapas de geologia e de solos organizados e utilizados para a interpretação desses fatos sobre a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego:



Mapa 10- Carta Geológica: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego



Mapa 11- Carta Pedológica
Fonte: Poloni (2010).

5.3. Fisiologia da Paisagem

A fisiologia da paisagem diz respeito a morfodinâmica operante no momento atual ou subatual, bem como seus reflexos e marcas características, correlatas a processos naturais ou potencializados quando da apropriação do relevo, seja como recurso natural ou suporte a edificações. Tem o papel de abordar e registrar as resultantes dessa relação complexa entre relevo, processos morfodinâmicos e intervenção humana.

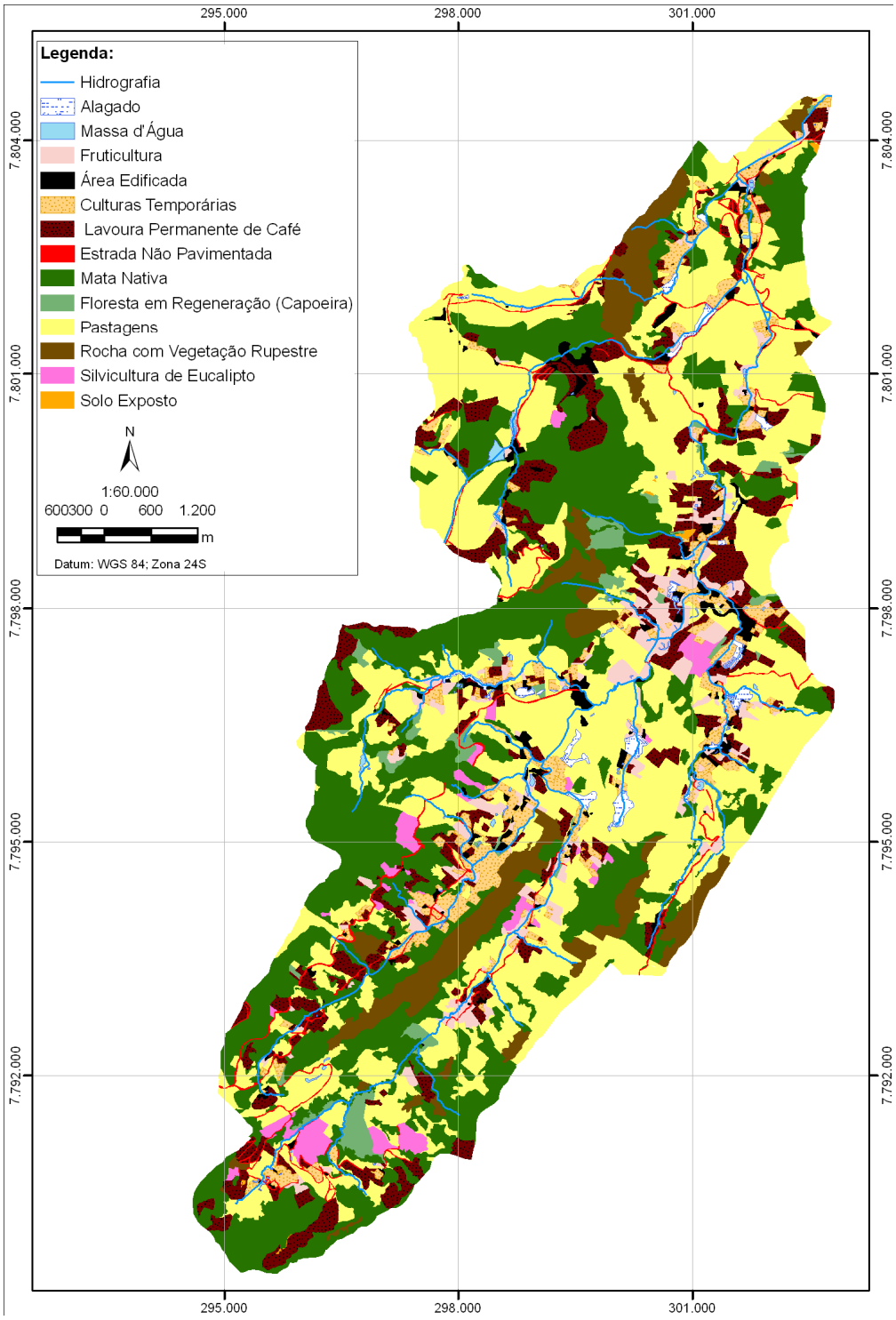
No contexto da morfodinâmica atual, considerando a estabilidade tectônica imperante sobre o recorte espacial estudado, foram considerados dois aspectos preponderantes na elaboração de formas do relevo, que correspondem à acumulação e a erosão. Portanto foram levantadas e registradas cartograficamente as morfologias resultantes de processos erosivos, sejam eles, lineares, não lineares e processos gravitacionais, e acumulativos, como os depósitos de base de encosta e depósitos de fundo de vale.

Foram executadas em dois momentos sendo um em gabinete e outro em campo. Em gabinete o trabalho se fundamentou na identificação de feições erosivas ou acumulativas presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego por meio da utilização de ortofotos e modelo tridimensional do relevo local.

A carta de uso e ocupação do solo, elaborado por Poloni (2010) foi integrada aos demais produtos cartográficos e possibilitou a identificação e reconhecimento de técnicas e tecnologias humanas de utilização e ocupação do solo.

Em campo os indicativos de possíveis ocorrências de feições erosivas e acumulativas decorrentes do uso do solo foram averiguados e sistematicamente, descritos e registrados. Sua descrição em campo é muito importante, pois é nesse momento que se tem a possibilidade de atestar a dimensão e capacidade que os processos morfodinâmicos possuem e seus impactos na vida das pessoas e sobre os ecossistemas.

Na sequência é apresentado o mapa de uso do solo elaborado por Poloni (2010):



Mapa 12- Carta de Uso e Ocupação do Solo.
Fonte: Poloni (2010).

Da mesma maneira as diversas formas de uso e ocupação do solo presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego foram observadas e, conforme a necessidade, descritas. Em alguns casos foi possível encontrar situações claras de antagonismo frente à vulnerabilidade de terreno, condição que justifica o foco do trabalho na identificação de áreas de perigo natural.

O levantamento e estudo dos usos e ocupação levam ao entendimento da distribuição territorial das atividades humanas permitindo a correlação entre o ambiente natural – seus atributos e características – com a atividade humana e seus respectivos impactos. Por meio deste levantamento cartográfico e do prévio conhecimento das características físico-naturais, podem ser identificados quadros de instabilidade e desequilíbrio, em termos de fisiologia da paisagem, o que contribui para o planejamento prévio ou para ações de redução de riscos e impactos ambientais resultantes de intervenções humanas sobre o meio natural.

5.4. O SIG e a sistematização da informação cartográfica

Esboçada a metodologia e os passos técnicos já aplicados este item do relatório se aterá aos materiais adquiridos e tratados durante a pesquisa. Esses materiais, conforme já citado, são produtos e subprodutos de cartografia e de sensoriamento remoto tratados em ambiente digital.

O ambiente digital utilizado para o tratamento desses dados foi o software Arc GIS 9.2, aplicativo Arc Map. Conforme Coelho (2008) o Arc Map é considerado o módulo central do Arc GIS já que é nele que são confeccionados e manipulados os mapas, realizada a edição, exportação de dados georeferenciados, entre outros comandos e tarefas que podem ser executadas ou auxiliadas por esse aplicativo.

Os materiais básicos utilizados para a composição da série cartográfica de fundamentação da pesquisa geomorfológica foram a carta topográfica elaborada pelo IBGE (1978) com escala de 1:100.000 , os dados SRTMs e as ortofotos executadas pelo convênio Vale/IEMA (2007).

Os produtos SRTMs, de acordo com Coelho (2008), foram gerados a partir de dados de radar, obtidos através de sensores instalados no ônibus espacial Endeavour, que compunham o projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography mission*) executado em forma de parceria entre as agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DRL) e Itália (ASI). Os sensores foram posicionados de forma a coletar medidas tridimensionais da superfície do planeta por meio da interferometria. As imagens adquiridas possuem o formato GEOTIFF – 16 bits –, unidade de altitude em metros, sistema de coordenadas geográficas e datum WGS-84.

Para a composição da área de estudo foi necessário realizar o dowload de apenas um dado SRTM compatível com a folha na escala 1:250.000 do IBGE, correspondente ao seguinte Índice de Nomenclatura: SE-24-Y-C.

As ortofotos em escala compatível a 1:15.000 são o produto final de um convênio estabelecido entre a Companhia Vale do Rio Doce e o Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA) que promoveu o recobrimento aerofotogramétrico de todo o estado do Espírito Santo. Foram adquiridas em formato digital raster – compostas por pixels – e, devido à recente data de execução, colocam-se como uma importante ferramenta de investigação dos elementos naturais e antrópicos que compõem o espaço geográfico da área de estudo.

A carta topográfica, obtida em formato digital através do site do IBGE – www.ibge.gov.br foi por meio da ferramenta “georeferencing”, georeferenciado a partir de seu datum de origem, Sad 69 e, posteriormente, foi convertido para WGS-84 a fim de harmonizar com todos os materiais cartográficos e de sensoriamento remoto utilizados na pesquisa. Através das curvas de nível, da rede hidrográfica e dos topônimos representados na carta topográfica foram delimitada a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego e compilados o canal principal, bem como seus afluentes, responsáveis pela drenagem da área em estudo.

A seguir, esses planos de informação foram sobrepostos às ortofotos da região com a finalidade de avaliar a qualidade cartográfica do material compilado e de auxiliar o processo de digitalização dos corpos hídricos a partir dos dados de superfície contidos nas ortofotos. Portanto, utilizando essa metodologia, o córrego do Sossego e seus afluentes – córrego Barra do Sossego, Matutina, Penedo, Santa Helena e

Bananal – foram vetorizados em escala de detalhe 1:10.000 utilizando arquivos “shapefile” independentes, ou seja, um para cada corpo hídrico.

Diante da existência de represas, lagos e alagadiços, identificados por meio das ortofotos, e, das dimensões significativas que vários deles possuem, essas morfologias foram incluídas no mapeamento da rede hidrográfica.

A análise das morfologias do relevo que se distribuem ao longo da bacia hidrográfica fundamentou-se no sucessivo processo de tratamento dos dados SRTMs. A escolha desse material passa por duas questões relevantes. O mapeamento sistemático produzido pelo IBGE e pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), criado em 1999, seguem a escala de 1:100.000 o que dificulta a execução de um trabalho em escala de semi-detalhe. São produtos mais apropriados para a realização de trabalhos em escala regional.

Outra questão está ligada às possibilidades de aproveitamento desses dados. Tomando-os como base, é possível gerar uma série de produtos essenciais ao estudo da superfície do planeta. Por meio da ferramenta “3D analyst” podem ser construídos modelos digitais dos relevos da Terra. Sua utilização permite desde a geração de curvas de nível em intervalos definidos pelo usuário até a elaboração de modelos tridimensionais do relevo que simulam as formas da Terra de forma muito realista e precisa.

A partir dos SRTMs foram geradas, para a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, curvas de nível com intervalo de 10 metros. Esse intervalo mostrou-se ideal para a realização de uma cartografia de detalhe – entre 1:10.000 e 1: 25.000 –, sendo imprescindível ao processo de identificação de morfologias pontuais como as rupturas de inclinação do terreno, sejam elas positivas ou negativas. De posse das curvas de nível foram gerados, respectivamente, a hipsometria, o modelo sombreado do relevo e a clinometria.

A hipsometria foi elaborada em intervalos de 100 metros de altitude, constituindo 9 classes, iniciadas a uma altitude de 140 metros indo até altitudes de 1040 metros. Esse intervalo relativamente curto foi adotado com o propósito de subsidiar uma proposta de mapeamento geomorfológico em escala de detalhe. Com intervalos de

200 ou 300 metros detalhes importantes dos compartimentos altimétricos do relevo poderiam passar despercebidos, equiparando ou igualando morfologias distintas.

A clinometria foi elaborada em intervalos não regulares que buscaram marcos relevantes quanto ao estudo da inclinação dos terrenos. Constituiu 6 classes que partiram de inclinações quase imperceptíveis – 5% – até morfologias que superam os 75% de inclinação. Houve a preocupação de inserir uma referência normativa que são as encostas ou parte de encostas que superam os 45% de inclinação. De acordo com o Código Florestal Brasileiro, lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, essas áreas devem ter sua cobertura vegetal preservada. Constituem área de preservação permanente, protegida nos termos dos artigos 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Os dados referentes à sub-superfície – litologias e depósitos sedimentares – foram adquiridos da carta geológica elaborada em 1992 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), por meio do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. A transposição desses dados para o Sistema de Informações Geográficas foi feita por meio de “escaneamento” do setor sudoeste da folha COLATINA, gerando um arquivo digital raster, cujas informações estão codificadas em pixels.

Após ser aberto no aplicativo Arc Map, o arquivo foi georreferenciado a partir do datum WGS-84, por meio da ferramenta “georeferencing”. Posteriormente, suas informações foram vetorizadas por sucessivos processos de edição, gerando um arquivo “shapefile” exclusivo para as litologias e depósitos sedimentares e outro para os lineamentos estruturais. Foram elaboradas tabelas de atributos específicas para cada plano de informação, que extraíram todo o conteúdo de legenda e memorial descritivo contida no material produzido pela CPRM (1992).

A partir dos processos descritos, de aquisição, produção e edição dos planos de informação foram produzidos os seguintes materiais cartográficos: Carta de Rede Hidrográfica; Ortofoto Sombreada; Carta Hipsométrica; Carta Clinimétrica; Carta Geológica.

6. Resultados

6.1. Caracterização Geomorfológica

Com a finalidade de tipificar e compartimentar os relevos distribuídos ao longo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego foi produzida a série de materiais descrita no item 5. Porém a análise e caracterização dos dados observados careciam de um direcionamento técnico que fosse capaz de gerar uma visualização objetiva dos possíveis compartimentos topográficos locais, tendo em vista que os mesmos teriam uma forte tendência a apresentar padrões de formas e dinâmicas correspondentes aos processos de dissecação.

Para tanto foi adotado como critério para definição das formas de relevo a proposta de Ponçano et all (1981), conforme é apresentado no Quadro 06. Além de definir os padrões morfométricos para a classificação das formas de relevo resultantes de processos de dissecação, é proposto um padrão cromático para posterior representação e produção cartográfica.

Amplitudes Locais	**Inclinações Predominantes**	**Tipos de Relevo**	**Representação Cromática**
< 100 metros	< 5% 5 a 15% > 15%	Rampas Colinas Morrotes	Verde Verde Azul
100 a 300 metros	5 a 15% > 15%	Morros com encostas suavizadas Morros	Vermelho
> 300 metros	> 15%	Montanhas	Vermelho

Quadro 06- Classificação de Tipos de Relevo (modificada de Ponçano et al, 1981, in Pires Neto, 1991, apud Goulart, 1999). Modificado pelo autor.

A partir da análise morfográfica, morfogenética e morfométrica foi estruturada a compartimentação topográfica dos relevos presentes na bacia hidrográfica em estudo que identificou quatro Tipos de Relevo:

- Colinas e Morrotes;

- Morros com encostas suavizadas e Morros;

- Serras Paralelas;

- Montanhas Escarpadas.

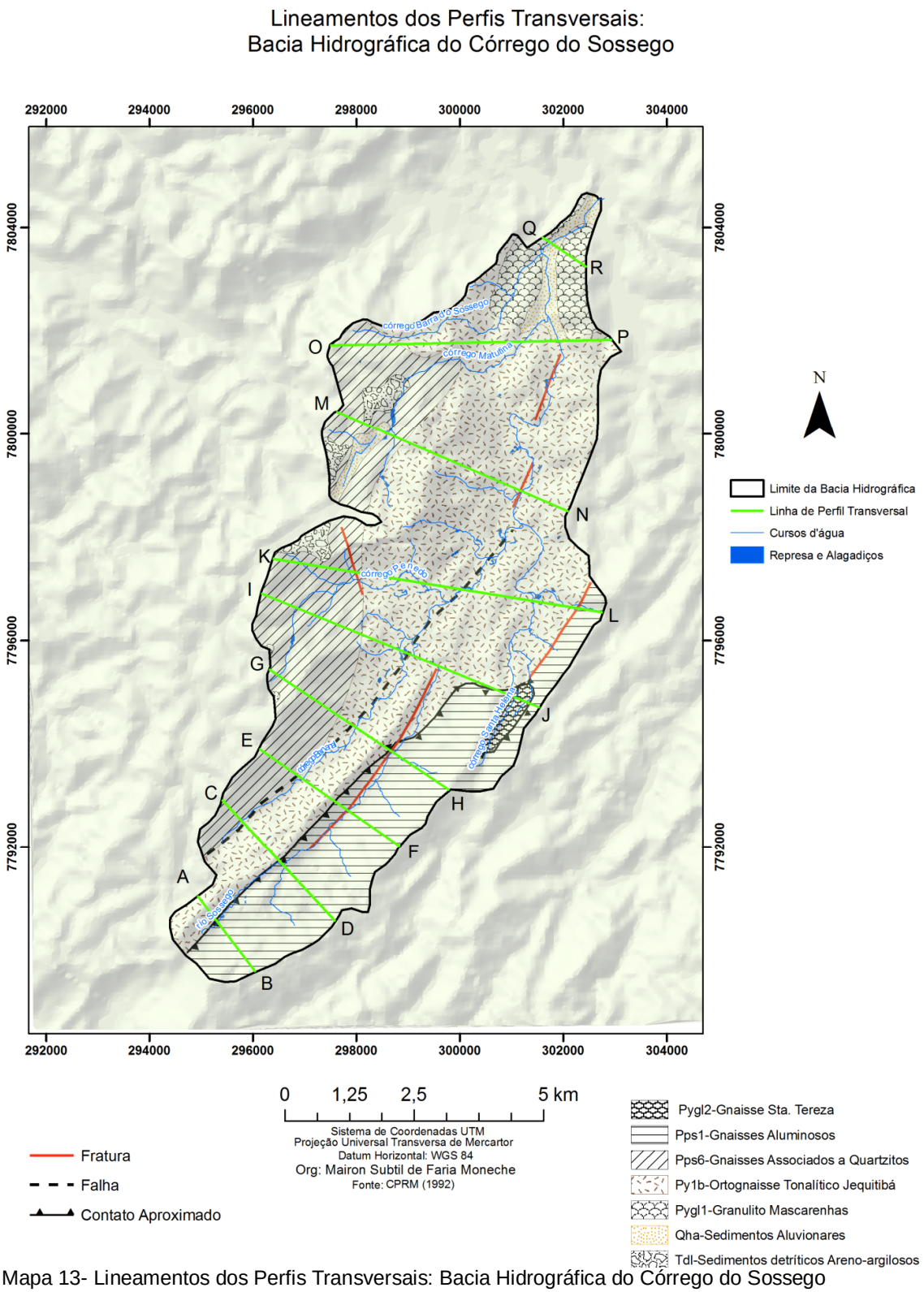
As características morfométricas dos Tipos de Relevo que compõem a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego seguem no Quadro 07.

TIPOS DE RELEVOS	**MORFOMETRIA**			
	Amplitudes Locais (metros)	Comprimento Médio das Rampas (metros)	Declividade Média (%)	Dimensão Interfluvial média (metros)
Colinas e Morrotes	180 a 280	440	5 a 30	823
Morros com encostas suavizadas e Morros	150 a 300	530	5 a 45	910
Serras Paralelas	150 a 1030	940	45 a >75	670
Montanhas Escarpadas	150 a 750	730	30 a 75	655

Quadro 07- Tipos de Relevo da área estudada. Elaborado pelo autor.

Em auxílio à avaliação da morfometria dos Tipos de Relevo trabalhados foi produzida uma série de perfis transversais e longitudinais que apresentam graficamente dados de morfometria relevantes, como o entalhamento dos vales, e sua correspondência geológica e geomorfológica.

Segue o mapa 13 ilustrando a tomada dos perfis topográficos e os gráficos correspondentes:



Mapa 13- Lineamentos dos Perfis Transversais: Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego

O objetivo dos perfis transversais é o de garantir a condição de averiguar a distribuição das inclinações ao longo da bacia de drenagem desde a sua porção montante junto às cabeceiras de drenagem até as proximidades do exutório da bacia. Os nove perfis elaborados descrevem a sucessão de superfícies escalonadas em diferentes posições da bacia e apontando, inclusive, a presença de compartimentos constituídos à forma de planícies aluvionais alojadas em alvéolos ladeados por vertentes de alta inclinação.

O objetivo dos perfis longitudinais traçados ao longo das principais linhas de drenagem objetivou a identificação da presença de anomalias dos canais com correspondente ocorrências de padrões morfodinâmicos associados. A síntese da análise dos perfis mostram uma complementariedade interpretativa na qual compartimentos com dinâmicas deposicionais identificados observáveis nos perfis transversais com condicionantes possíveis de serem apontados através do perfil longitudinal. A elaboração de tais perfis possibilitaram, também, a verificação da resposta geomorfológica a distribuição geológica – litologia e tectônica – em alguns casos. A justa correspondência, entretanto, não ocorre em todos os casos visto que a escolha dos pontos nos quais eles foram traçados observou somente o critério morfológico e de arranjo regular e linear.

Outro parâmetro importante para a avaliação e caracterização dos aspectos que compõem os relevos locais é a definição do índice de dissecação do relevo. Esse índice segundo Ross (1992) contribui também para a identificação de fragilidades naturais dos terrenos haja vista que indica o grau de rugosidade das superfícies em estudo. Esse referencial, conforme foi utilizado no RADAMBRASIL apresenta a seguinte configuração, exposta no Quadro 08:

GRAU DE ENTALHAMENTO DOS VALES	DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA				
	Muito Grande (1) >1500 m	Grande (2) 1500 a 700 m	Média (3) 700 a 300m	Pequena (4) 300 a 100 m	Muito Pequena (5) < 100 m
Muito Fraco (1) < 10 m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 10 a 20 m	21	22	23	24	25
Médio (3) 20 a 40 m	31	32	33	34	35
Forte (4) 40 a 80 m	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) > 80 m	51	52	53	54	55

Graus de Dissecação	Tipos de Morfometria
1 – Muito Fraca	11
2 – Fraca	21, 22, 12
3 – Média	31, 32, 33, 13, 23
4 – Forte	41, 42, 43, 44, 14, 24, 34
5 – Muito Forte	51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45, 55

Quadro 08: Grau de entalhe dos vales. Ross (1992)

A proposta de Índice de Dissecação é parcialmente adotada neste trabalho com o propósito complementar de descrição comparativa dos padrões morfológicos verificados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego.

A seguir, apresenta-se a descrição dos Tipos de Relevos reconhecidos no recorte espacial estudado.

Colinas e Morrotes

O Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes ocupa a porção central da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, e sobre ele confluem o rio Sossego e três dos seus cinco afluentes – córrego Bananal, córrego Santa Helena e córrego Penedo. Nela se apresentam dois padrões de formas que se distinguem quanto a gênese.

Além das colinas e dos morrotes, essas mesmas formas são entremeadas por extensas planícies aluvionais – considerando a dimensão territorial da bacia em estudo – que medem de 250 a 1500 metros de largura tomada a partir da base dos interflúvios. Portanto, além das formas resultantes da degradação do relevo o Tipo de Relevo em destaque apresenta importante dinâmica acumulativa.

As feições resultantes do processo de dissecação são de pequenas dimensões e possuem, em média, cerca de 0,8 Km² e, apresentam-se individualizadas ou

parcialmente individualizadas o que marca a intensa dissecação do relevo local. As colinas possuem topos amplos e arredondados. Quanto aos morrotes, seus topos são amplos e alongados.

Constitui um relevo ondulado, com inclinação que varia do suave – 5% – ao inclinado – 30% – cujas vertentes assumem as formas convexas e possuem comprimento médio de 440 metros com perfil contínuo apresentando pouquíssimas rupturas de declividade. Ao comparar a amplitude local que marca no máximo 100 metros de altitude com o comprimento médio das rampas nota-se a suavidade do relevo local o que lhe confere baixa capacidade energética no que se refere aos processos erosivos que se desenvolvem ao longo das vertentes.

Foto 01- Vista panorâmica do vale do córrego Bananal. Observa-se uma planície aluvionar do Relevo de Colinas e Morrotes.

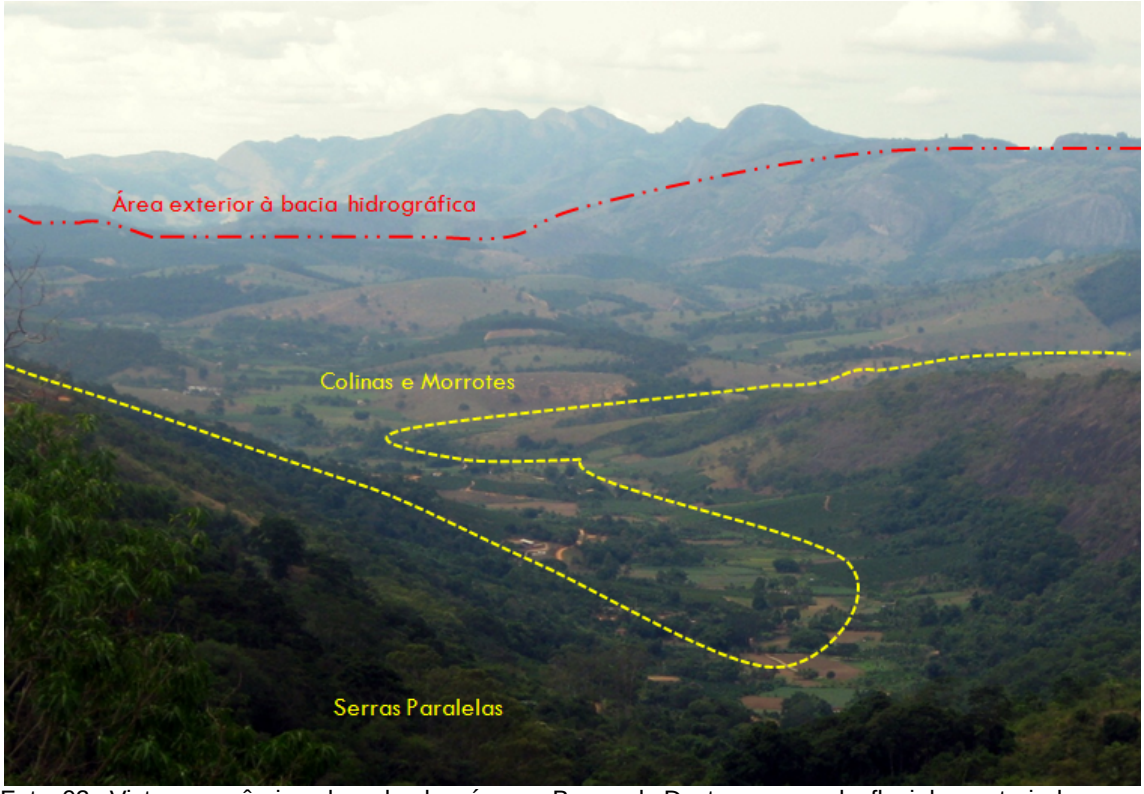
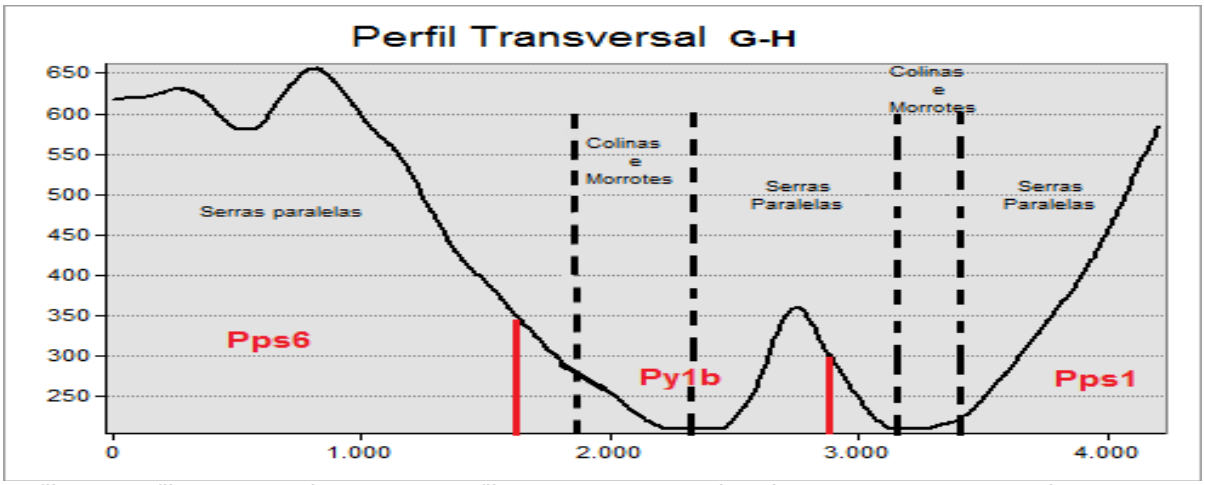


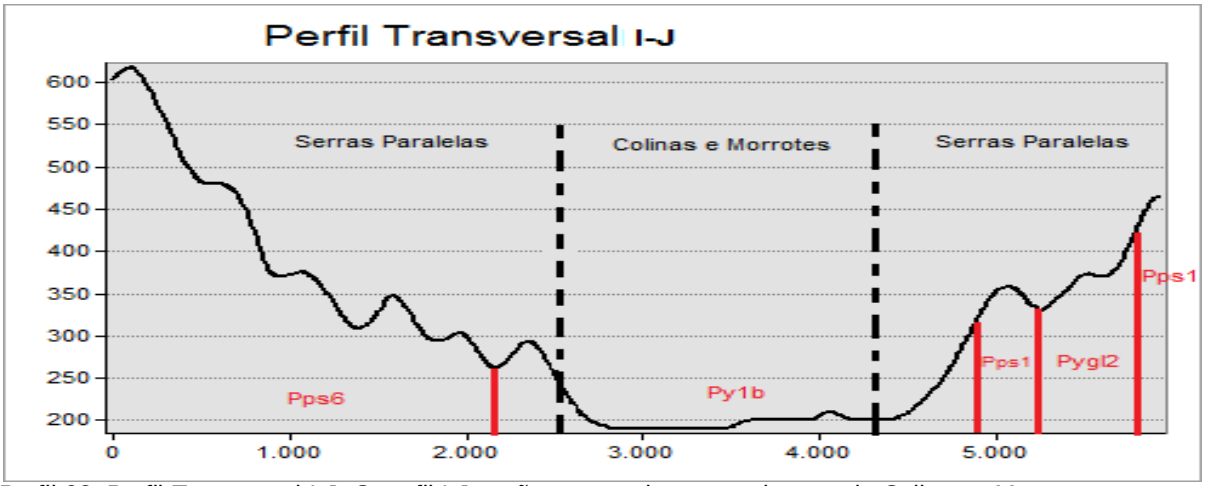
Foto 02- Vista panorâmica do vale do córrego Bananal. Destaca um vale fluvial construindo uma grande planície e, ao fundo observam-se as colinas e os morrotes.

As vertentes côncavas são pouco recorrentes e constituem áreas de fluxo concentrado de escoamento das águas pluviais que formam, durante as temporadas mais úmidas, áreas alagadiças em seus sopés. Além disso, contribuem diretamente com o aporte de material inconsolidado de montante que, paulatinamente, promove o processo de entulhamento dos vales.

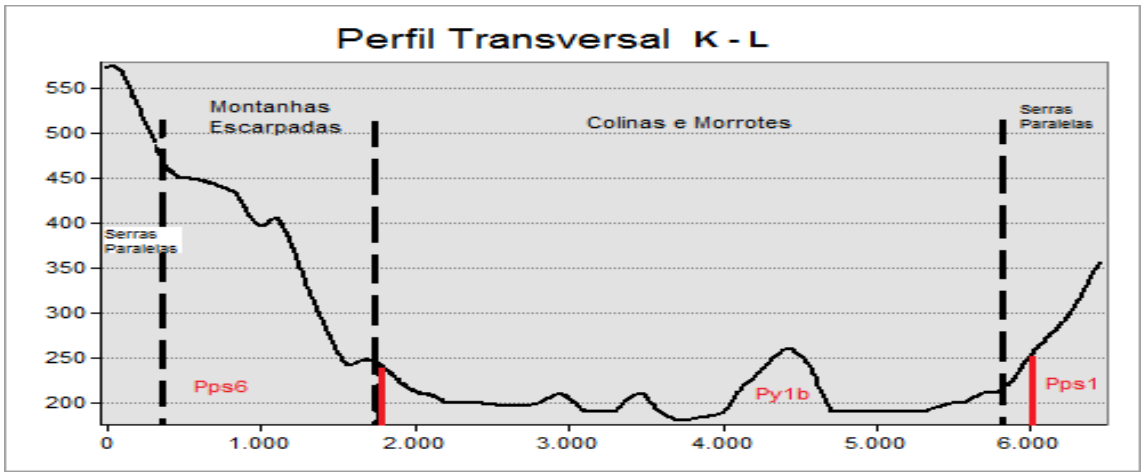
Quanto ao grau de dissecação do relevo, ao comparar-se a dimensão interfluvial com o entalhe dos vales é possível apontar que a dissecação atuante sobre esse tipo de relevo é predominantemente fraca. De acordo com os perfis transversais apresentados abaixo, os vales possuem entalhes máximos de cerca de 50 metros conjugados a dimensão interfluviais média de 823 metros.



Perfil 01- Perfil Transversal G-H. Em perfil o corte transversal mais a montante que seccionou o relevo de Colinas e Morrotes em que é possível identificar os dois maiores vales fluviais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego – córrego Bananal a oeste e rio Sossego a leste – que dispõem-se de forma paralela e nivelados apesar de se desenvolverem sobre litologias distintas.



Perfil 02: Perfil Transversal I-J. O perfil I-J expõe o setor do compartimento de Colinas e Morrotes em que ocorre a confluência entre o córrego Bananal e o rio Sossego. A porção mais deprimida do perfil marca o vale do córrego Bananal que a Leste é condicionado por um leve escalonamento da topografia originado por uma linha de falha.



Perfil 03: Perfil Transversal K-L. O perfil K-L é o corte transversal mais a jusante realizado sobre o relevo de Colinas e Morrotes em que se acentua as formas intensamente dissecadas de amplitude pouco expressiva associadas a vales fluviais retilíneos caracterizados pela elaboração das planícies aluvionais.

O Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes está embasado por material litológico cristalino representado, de forma majoritária, por Ortognaisse Tonalítico Jequitibá. Essa formação rochosa se distribui por praticamente todo domínio desse Tipo de Relevo e mostra-se bastante desgastada o que é evidenciado pelas formas residuais – colinas e morrotes – rebaixadas e suavizadas o que evidencia a forte susceptibilidade desse material ao intemperismo químico potencializado pelos elevados índices de umidade regional.

Outras duas litologias compõem o substrato rochoso desse Tipo de Relevo. Junto à cabeceira do córrego Penedo há a ocorrência de gnaisses associados a quartzitos em que são identificados anfiteatros erosivos esculpidos pelas nascentes desse curso d'água. A outra formação rochosa é marcada pela presença de gnaisses aluminosos que embasam a porção do leito do rio Sossego englobada pelo Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes.

Um aspecto importante da geologia em destaque é o condicionamento estrutural dos dois maiores cursos d'água que compõem a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego. O córrego Bananal é condicionado estruturalmente por uma importante linha de falha – sentido Sudoeste/Nordeste – que avança da área das cabeceiras de drenagem desse córrego até a porção central da bacia hidrográfica. À jusante essa linha de falha marca o contato litológico entre os Gnaisses associados a Quartzitos e os Ortognaisses Tonalíticos em que se nota o contraste entre as duas formações no

que tange os processos de erosão diferencial marcada pelas rupturas de declividade que se acentua na medida em que há um predomínio dos Ortognaisses. A transição entre as duas litologias é marcada pela diminuição da inclinação do terreno no sentido oeste/leste.

Quanto a cobertura pedológica, há um predomínio dos argissolos vermelho-amarelo. Também ocorrem áreas de Neossolos Flúvicos e argissolos vemelhos. Os Argissolos são característicos de áreas de formação rochosa cristalina, e estão dispostos ao longo de regiões mais rebaixadas topograficamente e são mais férteis que os Latossolos. A cor avermelhada dos Argissolos vermelhos indica níveis elevados de ferro no solo o que o torna ainda mais rico em nutrientes e favorável a atividade agrícola.

Os Neossolos Flúvicos são solos ainda inconsolidados, em pleno processo de construção fluvial elaborada ao longo das áreas de várzeas. Caracteriza-se pela disposição em extratos que revelam os ciclos de deposição fluvial recobertas por uma camada de matéria orgânica extremamente sensível às alterações ambientais.

Morros com Encostas Suavizadas e Morros

O Tipo de Relevo de Morros com Encostas Suavizadas e Morros localiza-se ao longo da porção nordeste da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego e é drenado pelo curso principal do rio Sossego e por dois afluentes – córrego Barra do Sossego e Matutina.

Nesse compartimento há o predomínio das formas derivadas da dissecação do relevo que por se distribuírem na porção terminal dessa bacia hidrográfica apresenta vales relativamente amplos onde se processam dinâmicas acumulativas. Devido a baixa capacidade energética do curso final do rio Sossego não há marcas evidentes do retrabalhamento das margens com a ocorrência de níveis de terraços.

Os Morros com encostas suavizadas e os Morros reconhecidos sobre a área em questão apresentam topos médios. Possuem formas alongadas no sentido norte/sul e suas formas encontram-se em processo de individualização promovido pelo

entalhamento das redes de drenagem. De modo geral, os Morros dispostos na porção oriental do compartimento mostram-se ainda interconectados com as áreas de relevo mais alçado. Os Morros com encostas suavizadas distribuem-se na porção ocidental desse Tipo de Relevo e estão bastante dissecadas, fato evidenciado pelo elevado grau de individualização das formas.

Constitui um relevo com ondulações fortes em que a clinometria pode variar entre terrenos suaves com cerca de 5% de inclinação até os mais íngremes que podem apresentar 45% de inclinação, fato que potencializa a ocorrência de dinâmicas erosivas. As rampas marcam um comprimento médio de 530 metros evidenciando que existe uma importante capacidade energética atestada pelos depósitos coluvionares que compõem as bases das vertentes e que promovem um contínuo processo de entulhamento dos vales.

Em perfil tanto os Morros com encostas suavizadas quanto os Morros apresentam perfil convexo. Quanto as vertentes é importante destacar que existem distinções importantes que devem ser pontuadas. Os Morros com encostas suavizadas apresentam vertentes com perfis predominantemente lineares marcados por alguns ressaltos originados por descontinuidades do embasamento rochoso. Já os Morros apresentam vertes com perfis escalonados com leves rupturas de declividade o que caracteriza o controle estrutural ao longo das vertentes que se voltam para o oeste.

As vertentes com aspecto côncavo são menos freqüentes e distinguem-se como áreas em que a erosão se processa intensamente e que promovem o sucessivo processo de dissecação do relevo o que é evidenciado por linhas erosivas que evoluem no sentido de individualizar as formas presentes nesse compartimento.

A amplitude dos relevos locais varia de 150 a 300 metros em que os Morros correspondem às amplitudes mais pronunciadas o que acarretou na formação de cabeceiras de drenagem bem definidas por processos erosivos.

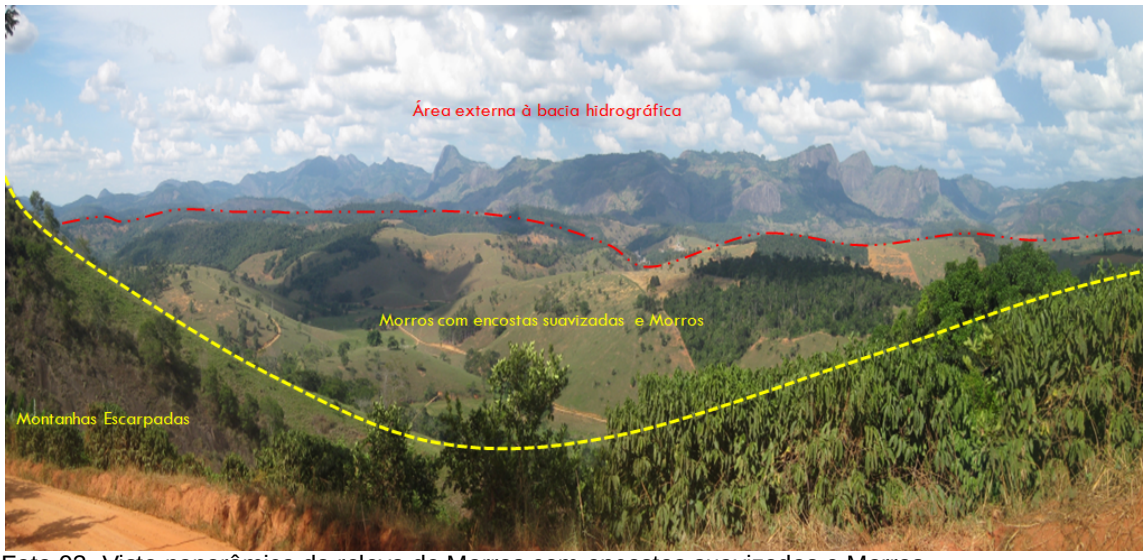
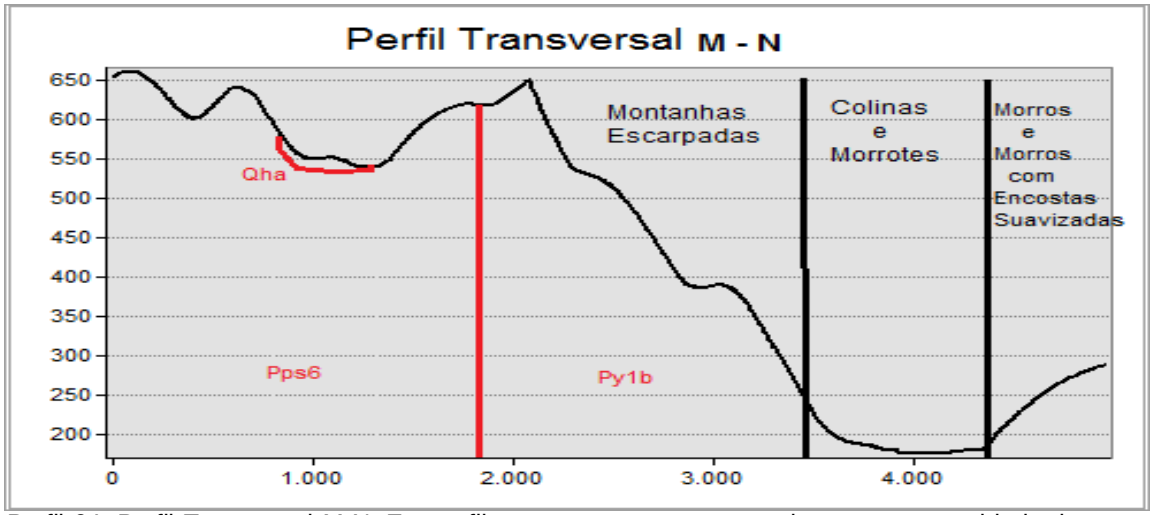
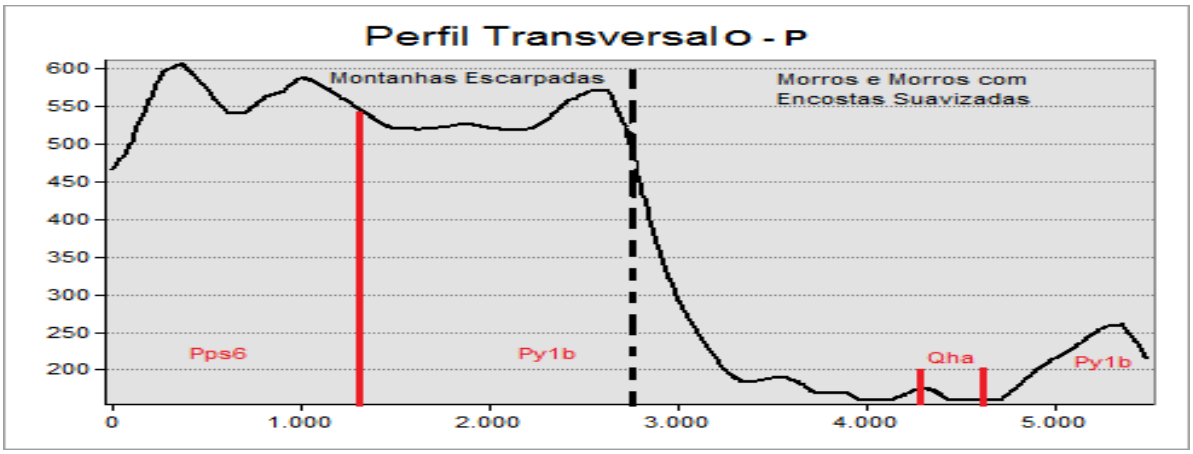


Foto 03- Vista panorâmica do relevo de Morros com encostas suavizadas e Morros.

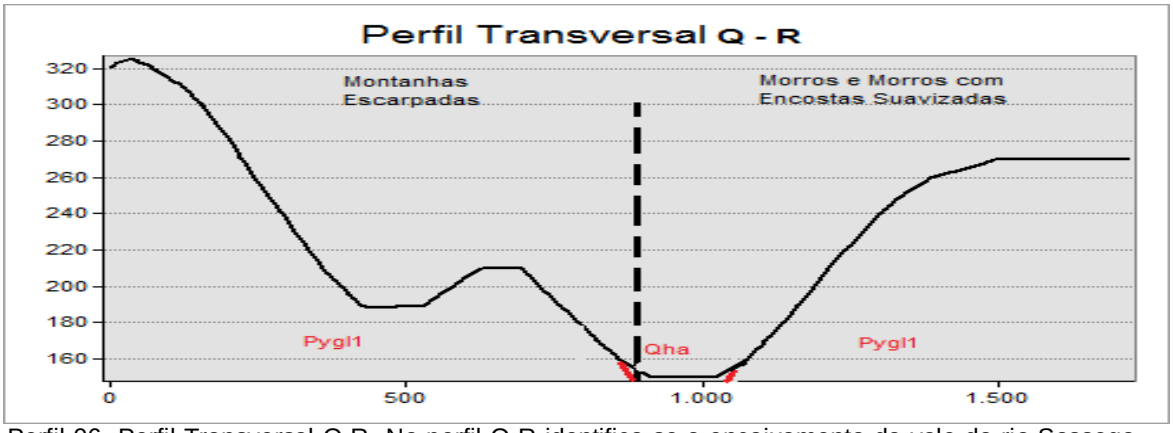
Com dimensão interfluvial média de 910 metros e vales entalhados que variam entre 100 e 130 metros o grau de dissecação dos relevos de Morros com encostas suavizadas e Morros varia entre o forte e o muito forte. Abaixo segue a sequência interpretativa dos perfis correspondentes a este compartimento do relevo:



Perfil 04: Perfil Transversal M-N. Em perfil uma vertente em que se destaca a convexidade de uma das formas que compõe o relevo de Morros com encostas Suavizadas e Morros.



Perfil 05- Perfil Transversal O-P. O perfil O-P secciona os vales do córrego Matutina,localizado no quilômetro 4 do perfil, e do rio Sossego, a leste do quilômetro 4. Essa secção do Matutina expressa encostas retilinizadas que apontam para um regime fluvial de extravasamento de seu aporte hídrico que remodela os materiais provenientes de montante escalonando a paisagem e propiciando a formação de terrenos aluviais. O vale do Sossego é mais amplo caracterizando dinâmicas fluviais mais intensas que construíram uma ampla planície aluvionar.



Perfil 06- Perfil Transversal Q-R. No perfil Q-R identifica-se o encaixamento do vale do rio Sossego referente ao curso final desse corpo d'água. Os dois blocos alçados são compostos por granulitos sobre os quais se originaram formas alçadas convexas de inclinação acentuada.

Quanto à litologia esse Tipo de Relevo apresenta formações cristalinas e quaternárias. Praticamente todo o compartimento é embasado por Ortognaisses Tonalíticos Jequitibá. As formas que se sobrepõem a essa litologia são relativamente mais rebaixadas que as demais componentes desse Tipo de Relevo. A porção setentrional do compartimento apresenta duas formações rochosas distintas.

Os Granulitos Mascarenhas formam dois grandes blocos alçados que foram dissecados pela foz do rio Sossego, de modo que foram individualizados por tal

processo erosivo. Diferente dos Ortognaisses, Os Granulitos possuem maior grau de resistência aos processos erosivos operantes, fato que é indicado pela maior amplitude local das formas que se originaram a partir deles.

A formação quaternária corta transversalmente os granulitos acompanhando o vale escavado pelo rio Sossego. È constituído por sedimentos aluvionares, ou seja, materiais inconsolidados que dispõem-se em camadas sobrepostas sujeitas a remobilização influenciada pelas dinâmicas fluviais. Aponta para uma importante dinâmica acumulativa ao longo do curso final do rio Sossego concebida por processos cíclicos de períodos de cheias e vazantes potencializados pela baixa capacidade energética desse setor do rio e por sua confluência com o rio Santa Joana.

A cobertura pedológica é constituída por Latossolos, Argissolos e Neossolos flúvicos. A distribuição dos rês tipos de solos corresponde ao substrato rochoso local em que Granulitos são recobertos por Argissolos e os Ortogaisses originaram o segmento principal da cobertura pedológica desse Tipo de Relevo composta por Latossolos. Os Neossolos flúvicos recobrem os vales escavados pelos corpos d'água que compõem o segmento final do rio Sossego.

Serras Paralelas

O Tipo de relevo de Serras Paralelas recobre a porção meridional da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, distribuindo-se ao longo de três prolongamentos paralelos entre si. Ambos possuem orientação Sudoeste/Nordeste, porém, expressam algumas excentricidades entre si.

O prolongamento ocidental é o de menor comprimento dos três, sendo composto por uma formação montanhosa de grandes dimensões com aproximadamente 8Km². Seus topos, com altitudes em torno de 600 metros, são pequenos e alinhados no sentido Sudoeste/Nordeste percorrendo uma trajetória praticamente retilínea que chega a medir 4.200 metros – tomados da cabeceira de drenagem do córrego Bananal até a cabeceira de drenagem do córrego Penedo – sendo interrompida ao

norte para secção fluvial do córrego Penedo que, por sua vez está encaixado em uma área de fraturas estruturais que condicionaram as linhas erosivas onde foi entalhado o vale desse córrego, que pôs em lados opostos os blocos alçados formadores das Serras Paralelas e das Montanhas Escarpadas.

A partir do ponto de interrupção do alinhamento topográfico, a linha de cumeada realiza uma curvatura de 90° para Oeste estendendo-se por cerca de 1.300 metros, até ser novamente interrompida, realizando outra curvatura de aproximadamente 90°, retomando o alinhamento inicial no sentido Sudoeste/Nordeste.

Na porção central desse compartimento destaca-se uma formação rochosa alongada, semelhante a um espigão, com amplitude de aproximadamente 500 metros cujo ponto mais elevado – posicionado na porção meridional – alcança os 870 metros e o menos elevado – na porção setentrional – com 340 metros de altitude. Estendendo-se no sentido Sudoeste/Nordeste esse bloco alçado e alongado mede cerca de 6.800 metros de comprimento, ao longo dos quais exibem-se paredões rochosos com inclinação superior a 75%.

Foto 04- Espigão central do Relevo de Serras Paralelas.

Sobre a porção oriental do compartimento estão dispostas as maiores cotas altimétricas da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego, chegando a 1.031 metros de altitude sendo que, a amplitude local atinge a marca dos 880 metros. Essas altitudes se distribuem ao longo de uma formação montanhosa ampla que possui cerca de 11,3 Km² com alinhamento de topos pequenos, estendendo-se por cerca de 6.400 metros com orientação Sudoeste/Nordeste. Na base dessa formação montanhosa estende-se o vale do rio Sossego que se desenvolveu a partir de uma linha de fratura orientada no sentido Sudoeste/Nordeste.

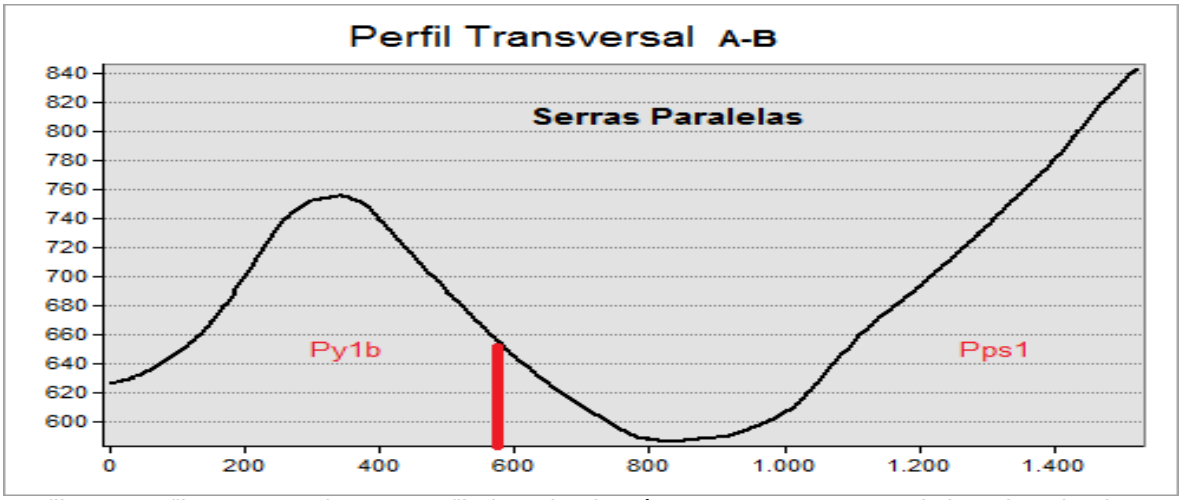
Ao Sul dessa formação montanhosa o relevo é dissecado pelo córrego Santa Helena cujo vale se estende sobre um contato litológico associado a uma linha de fratura que seccionou a montanha.

Foto 05- Vista frontal da cabeceira de drenagem do córrego Santa Helena.

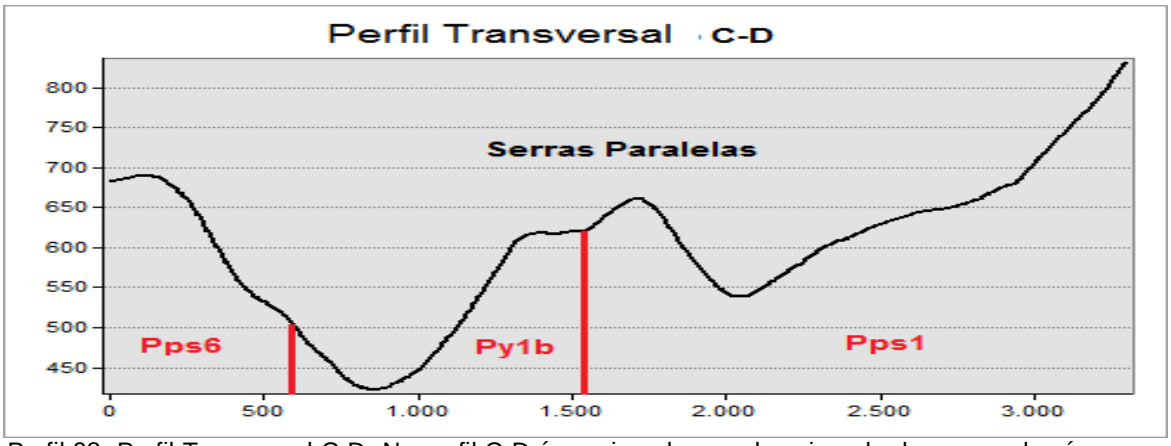
Apesar das excentricidades os três setores possuem semelhanças morfográficas, morfogenéticas e morfométricas. Além de formarem um padrão de paralelismo com linhas de cumeada alinhadas de forma bastante similar, o compartimento é predominantemente composto por formas originadas pela denudação do relevo

havendo um predomínio dos perfis convexos bem como o desenvolvimento de vertentes convexas, côncavas e retilíneas. Os perfis topográficos delineados sobre esse compartimento atestam as descontinuidades das vertentes marcados por rupturas de declividade indicando forte condicionamento litotectônico.

Os vales são profundos e as dimensões interfluviais médias de 670 metros atestam o elevado nível de dissecação desse Tipo de Relevo em que predominam inclinações que superam os 45%. Em média, as rampas desse compartimento superam os 900 metros de comprimento que associadas a inclinações acentuadas capacitam esse Tipo de relevo a desenvolver dinâmicas processuais erosivas com grande potencial de mobilização de materiais. Segue a sequência interpretativa dos perfis transversais referentes aos relevos de Serras Paralelas.

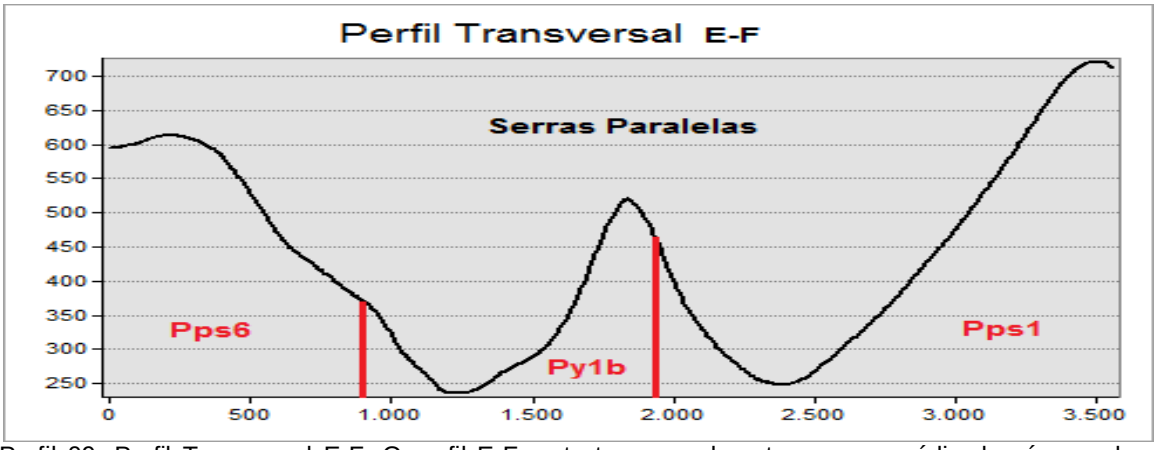


Perfil 07- Perfil Transversal A-B: Perfil do vale do córrego Sossego com relativa simetria das encostas que promovem o encaixamento desse curso d'água. Ainda sobre esse perfil há a possibilidade de comparar a erosão diferencial dos blocos rochosos que são compostas de litologias distintas em que os gnaisses aluminosos são menos susceptíveis às intempéries locais.

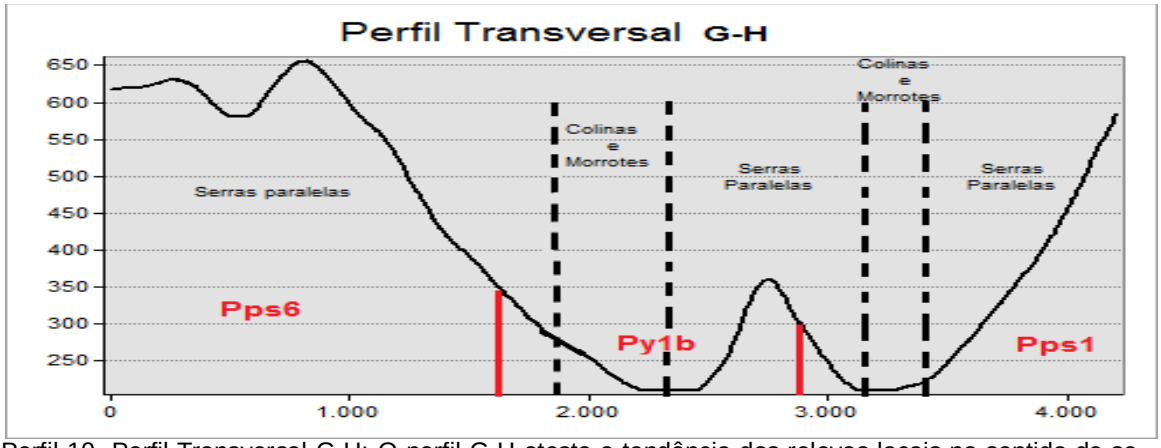


Perfil 08- Perfil Transversal C-D: No perfil C-D é seccionada as cabeceiras de drenagem do córrego

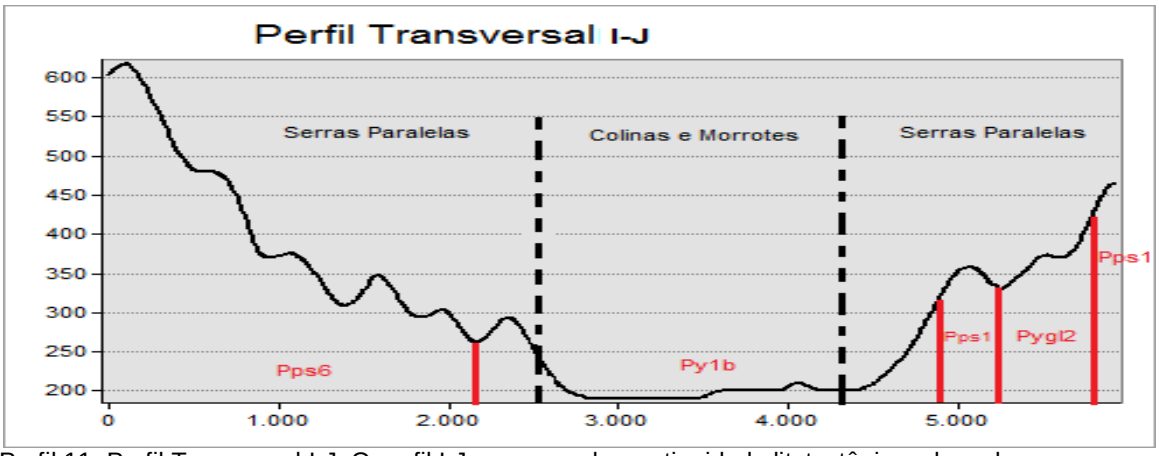
Bananal – entre os quilômetros 0.5 e 1 – e do rio Sossego – entre os quilômetros 2 e 2,5. Apesar de paralelos os vales estão dispostos em acentuado desnível altimétrico que pode ser explicado pelas diferentes litologias que compõem essa área. Os contatos litológicos evidenciam-se repetidamente por rupturas ao longo do perfil das vertentes alterando a inclinação dessas formas.



Perfil 09- Perfil Transversal E-F: O perfil E-F corta transversalmente o curso médio do córrego do Bananal e do curso superior do rio Sossego. A oeste, ocorre um contato transicional entre os Gnaisses associados a quartzitos (Pps6) e os Ortognaisses tonalíticos (Py1b) em que ocorre um significativo incremento na inclinação da vertente conferindo maior capacidade energética a esse setor da vertente. Nesse segmento os vales dos corpos hídricos já se encontram praticamente nivelados e permanecem paralelos entre si.



Perfil 10- Perfil Transversal G-H: O perfil G-H atesta a tendência dos relevos locais no sentido de se tornarem mais simétricos, apesar das descontinuidades litológicas. Os vales fluviais possuem formas e dimensões bastante semelhantes diferindo basicamente no perfil retilíneo do fundo de vale elaborado entre os quilômetros 2 e 3.



Perfil 11- Perfil Transversal I-J: O perfil I-J marca as descontinuidade litotectônicas dos relevos que se distribuem sobre as Serras Paralelas. Sobre a litologia de Gnaisse associado a quartzito (pps6) observa-se dois comportamentos distintos ao longo do perfil dessa vertente que entre os 600 e os 350 metros de altitude apresenta um escalonamento marcado por zonas de blocos falhados. À jusante dessa posição acentua-se o reentalhe de redes de drenagem que promovem a abertura de canais fluviais suspensos. Sobre a vertente oposta percebe-se um comportamento semelhante em que porção superior é escalonada e nos níveis mais rebaixados nota-se uma tendência de reentalhe de redes de drenagem. Entretanto, essa aparente reflexibilidade entre as vertentes opostas se opera sob condições distintas. Enquanto a vertente oeste é condicionada por sequências de falhas, a vertente leste é embasada por contatos litológicos – em que há um veio de Gnaisse Santa Tereza (Pygl2) – que contribuem para os distintos comportamentos de superfície.

A litologia desse Tipo de Relevo é predominantemente cristalina, composta por diferentes tipos de Gnaisses. Em avaliação dos perfis transversais expostos detecta-se que apesar de comporem uma mesma família de rochas, esses materiais comportam-se de maneira distinta quando expostos aos processos morfodinâmicos de elaboração dos relevos. Os Ganaisses associados a quartzitos constituem blocos com forte controle tectônico expressos por linhas de falhas que escalonam os perfis das vertentes criando zonas de fraquezas em que ocorrem processos remontates de entalhe de redes de drenagem.

Os Ortognaisses constituem as áreas mais friáveis entre as litologias que compõem esse compartimento originando formas mais dissecadas e rebaixadas que as do contexto local em que se evidencia a simetria entre o recuo paralelo de suas vertentes.

Os Ganaisses aluminosos sustentam as formas de relevo topograficamente mais alçadas desse compartimento. Os perfis das vertentes que se desenvolvem sobre ele tendem a possuir inclinações constantes indicando pouca interferência dos aspectos litotectônicos que comumente são marcados por rupturas na declividade das vertentes.

Em termos de cobertura pedológica as cabeceiras de drenagem do córrego Bananal e do rio Sossego se desenvolvem sobre Latossolos Vermelhos e Amarelos. As demais áreas do compartimento são recobertas por Argissolos expressando distintos índices de fertilidade. Também há a ocorrência de solos incipientes sobre superfícies rochosas – Neossolos Litólicos e ao longo dos vales fluviais – Neossolos Fluvicos.

Montanhas Escarpadas

O Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas desenvolve-se na porção Noroeste da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego. É constituído por uma formação montanhosa com cerca de 12,4 km², em que se localizam as cabeceiras dos córregos Penedo, Matutina e Barra do Sossego, se estendendo até a foz do rio Sossego onde apresenta formas dissecadas que, em amplitude, se diferem da formação montanhosa principal

Sobre esse Tipo de Relevo há o predomínio da morfogênese de origem denudacional. Entretanto, junto à porção mais elevada desse compartimento é marcante a ocorrência de dinâmicas agradacionais que se processam no tempo atual e que possuem correspondência com a formação de terrenos quaternários originados em vales suspensos.

Quanto as formas oriundas de padrões denudacionais, apresentam topos pequenos expressando alinhamentos distintos. Sobre a área fonte do córrego Penedo ergue-se um imponente paredão rochoso cuja linha de cumeada esta alinhada em sentido Sodoeste/Nordeste que se destaca pela ocorrência de declividades que alcançam a porcentagem máxima, fato que orientou a nomenclatura desse Tipo de Relevo.

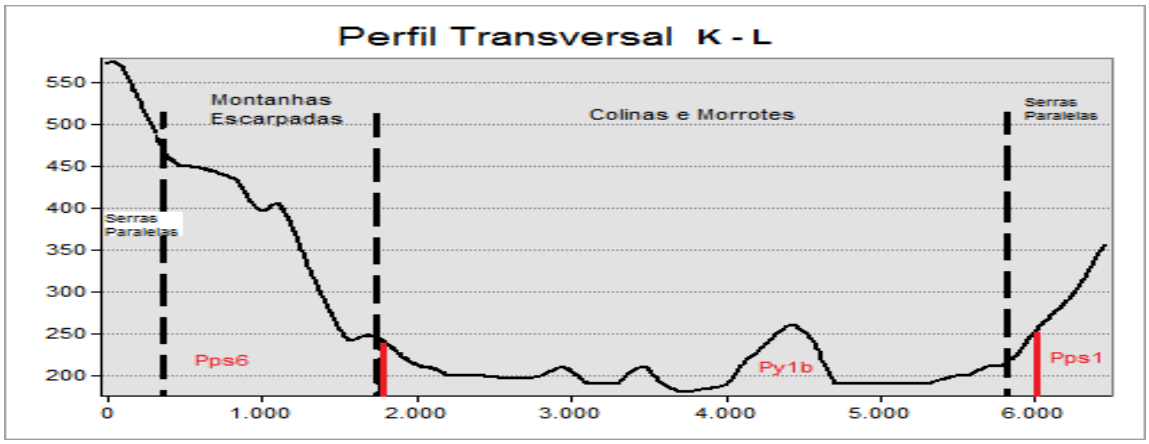
As amplitudes locais desse compartimento chegam aos 600 metros em que as porções mais rebaixadas encontram-se a 150 metros de altitude, enquanto as mais elevadas estão na faixa dos 750 metros. O comprimento médio das rampas é de 730 metros e a declividade predominante é acentuada, marcando declives de 30% a 75%, o que confere uma relevante capacidade energética aos relevos dessa área. Os vales entalhados sobre esse Tipo de Relevo são profundos e estão associados a

dimensões interfluviais que, em média, medem 655 metros conferindo ao relevo local um forte grau de dissecação, ilustrada pelo Perfil12.

Foto 06- Vista frontal de paredão rochoso escarpado que marca o relevo de Montanhas Escarpadas.

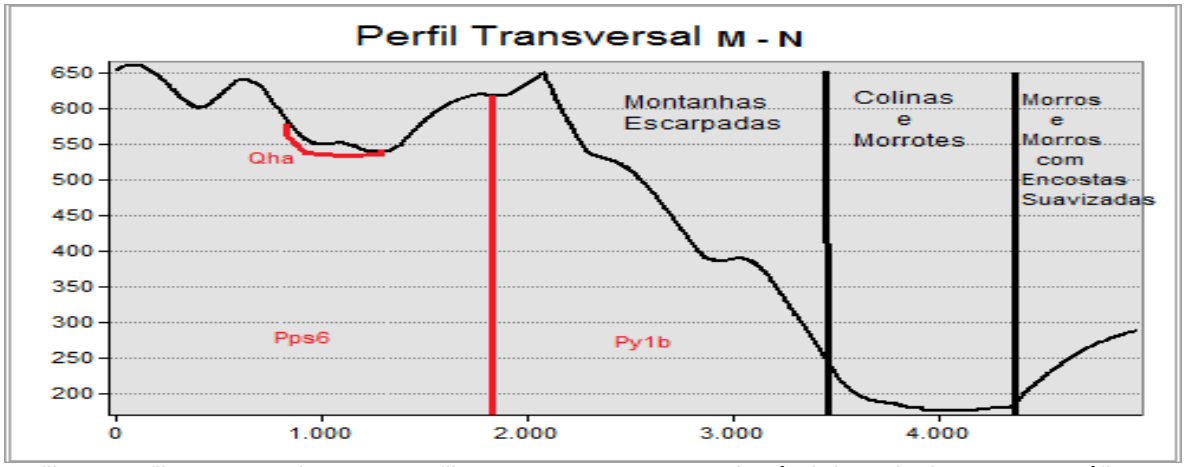
Quanto a litologia, o compartimento é embasado por cinco tipos distintos de material que distribuem-se da seguinte maneira:

A formação montanhosa escarpada em que se desenvolvem todas as linhas de drenagem desse Tipo de Relevo é embasada por Gnaisses associados a quartzitos (Pps6), Ortognaisse Tonalítico Jequitibá (Py1b), Sedimentos Detríticos Areno-argilosos (Tdl) de origem terciária e Sedimentos Aluvionares (Qha) de origem quaternária.



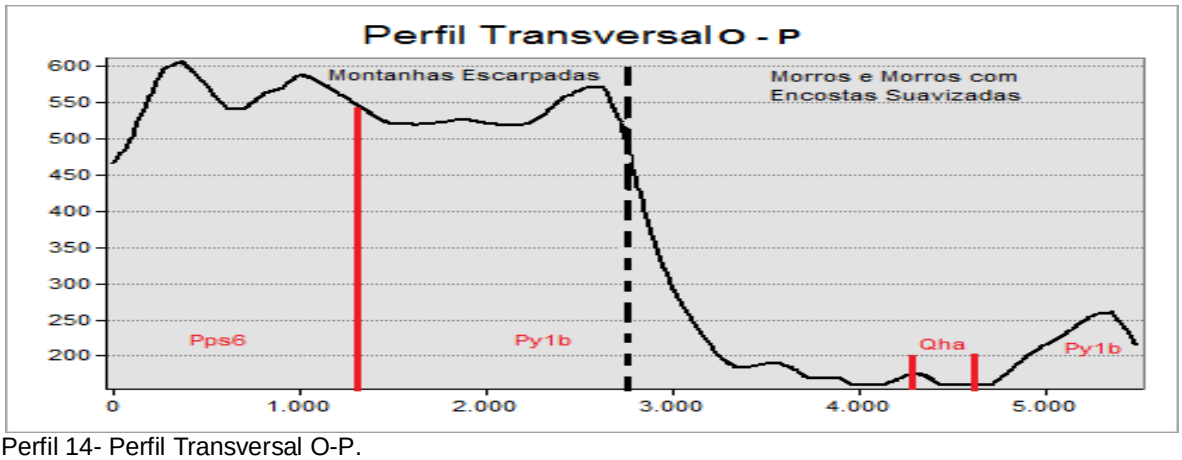
Perfil 12- Perfil Transversal K-L: Apresenta as encostas íngremes e falhadas dessa porção compartimento que se desenvolve sobre Ortognaisses dissecados.

A porção central da formação montanhosa principal, abriga terrenos de origem sedimentar terciários e quaternários. As áreas recobertas por sedimentos quaternários foram elaboradas em um nível de embutimento topográfico de origem tectônica – blocos falhados – sobre os quais se desenvolveram canais fluviais de primeira ordem que mobilizam importante incremento sedimentar provindo das áreas de topo o que lhes conferem a capacidade construtiva ou agradacional, demonstrado no Perfil 13.

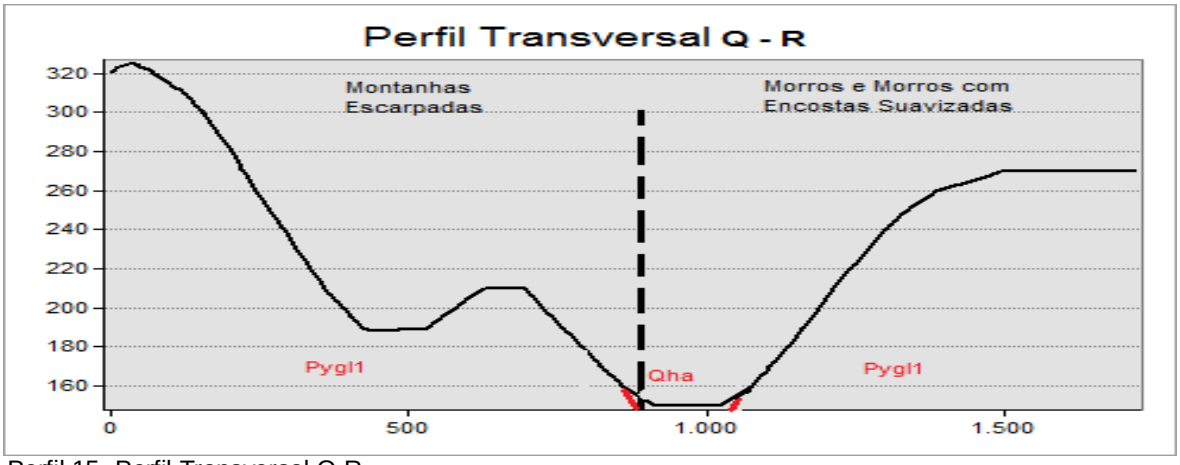


Perfil 13- Perfil Transversal M-N: O perfil M-N marca a presença de nível de embutimento topográfico sobre formação rochosa alçada em que se desenvolveu uma planície aluvionar.

A porção final desse compartimento de relevo estende-se até o curso final do rio Sossego. Na altura da foz do Sossego esse compartimento é embasado por duas litologias cristalinas, apresentando áreas de Ortognaisses Tonalíticos e Granulitos que, por sua vez foram seccionados transversalmente pela ação denudacional da dinâmica fluvial do rio Sossego. Esses fatos são demonstrado nos perfis 14 e 15.



Perfil 14- Perfil Transversal O-P.



Perfil 15- Perfil Transversal Q-R.

A cobertura pedológica do Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas possui correspondência com seu material de origem e é composto, majoritariamente por argissolos. As áreas de latossolos recobrem a parcela noroeste desse compartimento onde se encontram os depósitos sedimentares terciários e quaternários. Os terrenos quaternários são recobertos por neossolos flúvicos e as áreas de rocha exposta que possuem inclinações menos acentuadas favoreceram o surgimento de neossolos litólicos caracterizado pela sobreposição da matéria orgânica sobre a rocha matriz.

6.2. Identificação das Morfodinâmicas e Perigos Naturais Associados

O estudo dos perigos naturais nesse trabalho está associado à identificação dos processos morfodinâmicos que constituem a componente de elaboração atual dos relevos terrestres. São tais processos que esculpem as formas do relevo e, conforme condições específicas, essas dinâmicas podem representar uma combinação de forças que superam a capacidade humana de subsistir a elas constituindo fenômenos naturais que acarretam perigo.

Quanto a gênese essas dinâmicas se processam sobre a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego esculpindo áreas em que prevalecem processos denudacionais ou processos agradacionais. Para efeito de identificação das morfodinâmicas que podem representar perigo foram consideradas as seguintes feições:

- erosão laminar: causada pelo escoamento das águas pluviais em forma de lençol, que promovem sucessivos processos de “lavagem” dos solos causando a exposição das porções sub-superficiais da cobertura pedológica. Desenvolve-se de forma lenta e quase imperceptível. Causa estragos incalculáveis aos agricultores, pois, promove a retirada dos materiais mais superficiais do solo, como por exemplo, a matéria orgânica;

- sulco: Os sulcos são feições erosivas lineares relacionadas ao fluxo concentrado das águas de escoamento superficial. Sua ocorrência ou intensidade está relacionada à declividade e resistência mecânica dos materiais componentes da cobertura pedológica que podem favorecer o surgimento de canais preferenciais de escoamento – geralmente estreitos e pouco profundos – resultando no desenvolvimento destas feições de erosão dos solos;

- movimentos de massa por rastejamento ou creep: caracterizado pelo terraceamento das vertentes formando “ondas de solos” com exposição das camadas superficiais dos solos. O pisoteio de gado potencializa essas formas de erosão pois, ao promover a compactação das camadas superficiais dos solos, diminui sua porosidade dificultando o processo de infiltração das águas,

favorecendo o escoamento superficial das precipitações que entalham, os terraços moldados pelas trilhas e caminhos percorridos pelos animais;

- movimentos de massa: movimentação de material contido nos cursos médio e superior da vertente para as porções mais rebaixadas da mesma. A mobilização do material está relacionada à sua condição de instabilidade, devido à atuação da gravidade – potencializada em inclinações acentuadas –, podendo ser acelerada pela ação de outros agentes, como a água;

- queda de blocos: movimentação repentina em direção a base da vertente de blocos rochosos que se desprendem de vertentes íngremes ou de formas escarpadas. Os blocos que descem podem se partir com o impacto e/ou rolar por encostas mais íngremes até se estabilizarem sobre as áreas menos inclinadas do relevo.

A erosão laminar se distribui principalmente sobre os relevos menos inclinados que apresentam formas predominantemente convexas caracterizadas pela dispersão do escoamento superficial. Está presente de forma mais intensa sobre o Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes em que predominam inclinações suaves entre 5% e 30%. Esses fenômenos erosivos recobrem o topo e o curso médio das vertentes e está vinculado ao processo de remoção da vegetação nativa para o cultivo de espécies gramíneas destinadas a alimentação do gado bovino. As formas denudacionais que compõem esse compartimento desenvolveram-se sobre argissolos que, naturalmente apresentam descontinuidades texturais entre seus horizontes fato que confere maior susceptibilidade a processos erosivos.

Apesar de se processar lentamente,a erosão laminar contribui de forma incisiva para o processo de assoreamento fluvial que amplia o aporte sedimentar mobilizado por um curso d’água propiciando a formação de banco de sedimentos em seu leito, diminuindo a capacidade de fluxo do canal e potencializando fenômenos de cheias.

Foto 07- Panorâmica do Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes. Os retângulos vermelhos apontam para áreas de erosão laminar sobre o Tipo de Relevo de Colinas e Morrotes.

Sobre o Tipo de Relevo de Morros com encostas suavizadas e Morros essa dinâmica erosiva também é operante apesar de mostrar-se menos recorrente. De modo semelhante, ocorre ao longo dos topos e cursos médios das vertentes que possuem formas predominantemente convexas e de inclinação inferior a 45%, associadas a áreas de pastagem.

Foto 08- Panorâmica do Tipo de Relevo de Morros com Encostas Suavizadas e Morros. No centro da imagem se destaca uma feição de erosão laminar situada sobre os Relevos de Morros com Encostas Suavizadas e Morros. A feição erosiva se estende pelo topo do morro deixando as camadas superficiais do solo expostas.

A jusante do córrego Bananal, sobre o Tipo de Relevo de Serras Paralelas constata-se a ocorrência de erosões laminares que se desenvolvem nos cursos médios das

vertentes de inclinações acentuadas – entre 45% e 75% – associadas às pastagens e a presença de argissolos. Nessas condições de elevação e inclinação a erosão laminar pode originar fluxos preferenciais retilíneos que em evolução poderiam sulcar a paisagem e desenvolver feições erosivas com maior capacidade de mobilização dos materiais de vertente.

Foto 09- Erosão laminar sobre encosta íngreme do vale do córrego Bananal. Essa área é repleta de propriedades rurais habitadas, que posicionam-se nas porções mais rebaixadas e planas do vale alinhadas com feições erosivas varadas que vão desde incipientes formas de erosão laminar até queda e rolamento de blocos.

Os sulcos erosivos distribuem-se sobre os relevos que possuem inclinação mais acentuada e exposição do material pedológico derivado de seu uso e ocupação. Sobre a Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego esse padrão erosivo foi identificado sobre o Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas. Esse Tipo de Relevo se desenvolve sobre inclinações predominantes que variam entre 30% e 75%, entretanto, a distribuição dessas feições erosivas, se concentraram sobre áreas de inclinação menos acentuada entre 35% e 45% cujas vertentes apresentaram perfil convexo caracterizadas pela dispersão dos fluxos superficiais.

Apesar da geometria dispersora de fluxos hídricos essas feições se desenvolveram em associação a formas de uso do solo que favoreceram o surgimento de pequenos canais de fluxo concentrado que percorrem todo o perfil da vertente promovendo a exumação do material pedológico caracterizado pela ocorrência de argissolos e latossolos.

Mais resistentes, os latossolos apresentam maior grau de resiliência a processos erosivos quando comparado com os argissolos, porém, são solos naturalmente pobres e que em caso de exposição a intensos processos de lavagem e erosão perde as propriedades que lhe garantem a fertilidade o que pode comprometer o aproveitamento econômico desse recurso.

Foto 10- Sulcos erosivos associados ao creep e linha divisora de propriedade rural. A partir da fragilização da vertente mediante o rastejamento da encosta potencializada pelo pisoteio de gado é comum que, a inserção de obstáculos – cerca – que promovam a concentração do fluxo superficial das águas pluviais ocasionando processos de sulcamentos das vertentes

Foto 11- Sulcos erosivos associados a cultivo permanente. Os plantios em curvas de nível condicionam a formação de feições erosivas lineares originadas pela concentração do fluxo de escoamento superficial.

O rastejamento ou creep presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego estão diretamente relacionadas à manutenção de áreas de atividade pecuária em que o pisoteio de gado é uma realidade cotidiana. Está distribuído por todos os Tipos de Relevos apresentando diferentes graus de intensidade.

É recorrente em toda forma de vertente, sejam côncavas ou convexas, e distribuem-se desde o topo até a base. Sobre os Tipos de Relevo, que se desenvolveram em argissolos e que possui maior potencial gravitacional atestado por inclinações acentuadas – de 45% em diante –, essas feições erosivas apresentam-se de maneira mais intensa com níveis de terracetes que chegam a marcar trinta centímetros de amplitude, com intensa exposição dos solos. Essas morfologias estão presentes sobre os Tipos de Relevos de Montanhas Escarpadas e de Serras Paralelas.

Foto 12- Feições de creep com intenso processo de exumação da cobertura pedológica. Apresenta terracetes amplos e que favoreceram o aparecimento de sulcos erosivos transversais aos taludes dos terracetes e que ainda se apresentam pouco pronunciados. Esse modelo de intensidade erosiva originada por creep distribui-se sobre Tipos de Relevos de Montanhas Escarpadas e de Serras Paralelas.

Nos Tipos de Relevos caracterizados por inclinações mais suaves – Colinas e Morrotes e Morros com encostas suavizadas e Morros – as feições de creep são menos pronunciadas, não apenas pela suavidade dos terrenos, mas, por apresentarem setores em que a cobertura pedológica é composta por latossolos.

Foto 13- Creep menos desenvolvido detectado nos compartimentos de Colinas e Morrotes e Morros com encostas suavizadas e Morros.

Os movimentos de massa são pouco recorrentes sobre o recorte espacial estudado. Foram identificadas movimentações de massa ainda recentes sobre o Tipo de Relevo das Serras paralelas, exatamente em seu prolongamento mais ocidental. De maneira geral essas movimentações ocorreram sobre áreas de argissolos que apresentam alterações texturais ao longo dos seus perfis. Os perfis mais superficiais são mais arenosos o que favorece a infiltração da água no solo. Em contrapartida, os perfis mais profundos são mais argilosos gerando uma alteração na permeabilidade do solo ao longo dos perfis. Com a ocorrência de períodos de chuvas o material pedológico é sobrecarregado pela massa hídrica que não encontra condições ideais de drenagem ocasionando a elevação do nível de água subterrânea potencializando o escorregamento do material pedológico.

Apesar da semelhança quanto ao fator solo, os movimentos observados diferiram quanto à geometria da forma de relevo, altitude, uso do solo relacionado e o tipo de escorregamento.

Foi identificada uma movimentação de topo de vertente que é caracterizada pela composição de um anfiteatro erosivo de cabeceira de drenagem com vertentes côncavas e convexas sobre as quais são mantidas áreas de reflorestamento em estágio inicial em que a inclinação supera os 45%. Nessas condições se processou um movimento de massa do tipo translacional em que o material deslocado moveu-se de maneira relativamente coerente ao longo da superfície de ruptura com pouca deformação do material mobilizado, não formando níveis escalonados.

Foto 14- Movimento de massa translacional. Encontrado sobre o domínio dos relevos de Serras Paralelas cujas superfícies de ruptura foram destacadas em vermelho, auxiliando na visualização da correspondência relativa entre suas arestas.

Sobre a terminação de uma vertente convexa e inclinada de uma formação alongada, também foi registrado um movimento de massa – material pedogenético – do tipo translacional que, devido ao movimento em direção a base da vertente e à inclinação da superfície da ruptura, progrediu por alguns metros atingindo o corte de estrada. O material em subsidência foi deformado durante a realização do movimento. Esse processo erosivo se desenvolveu em associação a cultura de café e que pode ter sido influenciada por técnicas de manejo do solo que favorecem o barramento dos fluxos superficiais promovendo maior índice de infiltração de água no solo, sobrecarregando-o o que propicia processos de movimentos de massa ainda que em vertentes curtas e dispersoras de fluxo de escoamento superficial.

Foto 15- Movimento de massa translacional identificado sobre o Relevo de Serras Paralelas.

Existem áreas potenciais de quedas de blocos ao longo da bacia hidrográfica estudada que se distribuem sobre os relevos mais inclinados e que dispõem de áreas fontes desse tipo de material, que recobertos por argissolos e latossolos. Esses processos erosivos ocorrem ao longo dos Tipos de Relevos de Montanhas Escarpadas e de Serras Paralelas onde as inclinações predominantes são superiores a 30%. As áreas fontes do material rochoso passível de despencar/rolar em direção a base das vertentes estão posicionados nos cursos médios e nos topos das encostas que podem adquirir tanto formas convexas quanto côncavas. As principais áreas fontes são compostas por paredões rochosos com inclinações próximas de 100% e campos de matacões dispostos sobre o curso médio das vertentes.

É comum encontrar áreas de campos de matacões com ocupação tipo pastagens, favorecendo a ocorrência de dinâmicas processuais que podem remobilizar os blocos rochosos, principalmente ao longo dos componentes côncavos das vertentes que concentram o fluxo superficial das águas pluviais.

Foto 16- Paredão rochoso do Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas. Os retângulos vermelhos destacam campos de matacões expostos a ação pluvial devido à remoção da vegetação nativa.O paredão rochoso que compõe o Tipo de Relevo de Montanhas Escarpadas apresenta várias cicatrizes de quedas de blocos contendo alguns setores da forma em que a inclinação é negativa. Alinhadas a esses materiais inconsolidados de alto poder destrutivo estão várias propriedades rurais e casas.

Foto 17- Exemplo de manejo do solo que pode potencializar rolamento de blocos. Foi aberta uma trilha sob a base de sustentação de uma série de blocos rochosos. O processamento da erosão ao

longo do talude escavado pode proporcionar a destruição da cobertura pedológica que sustenta os blocos favorecendo a sua remobilização.

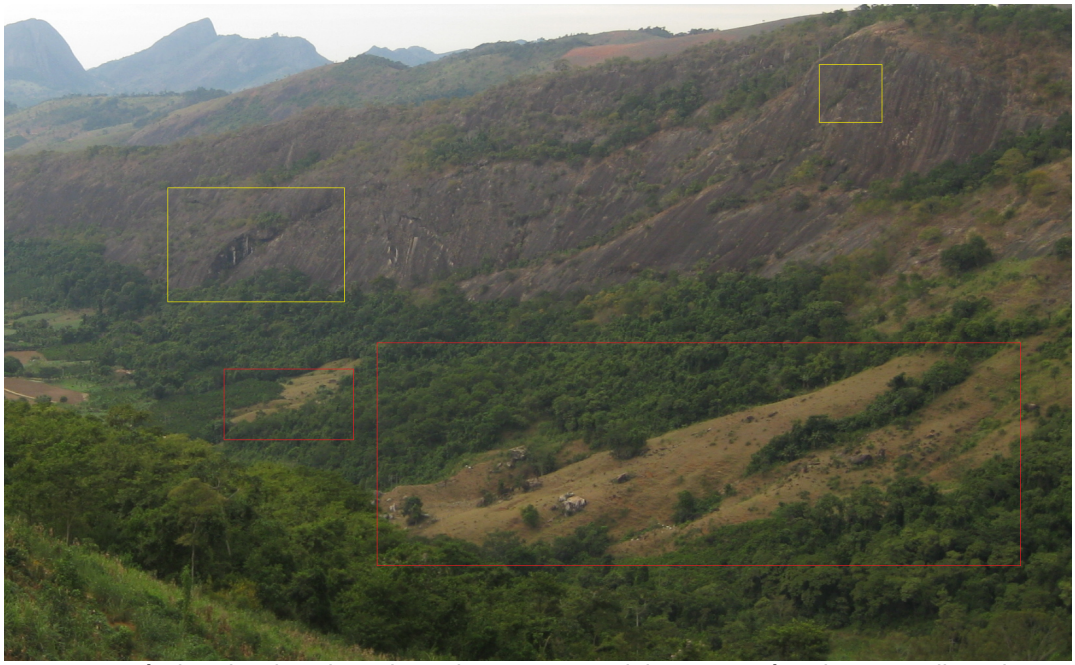


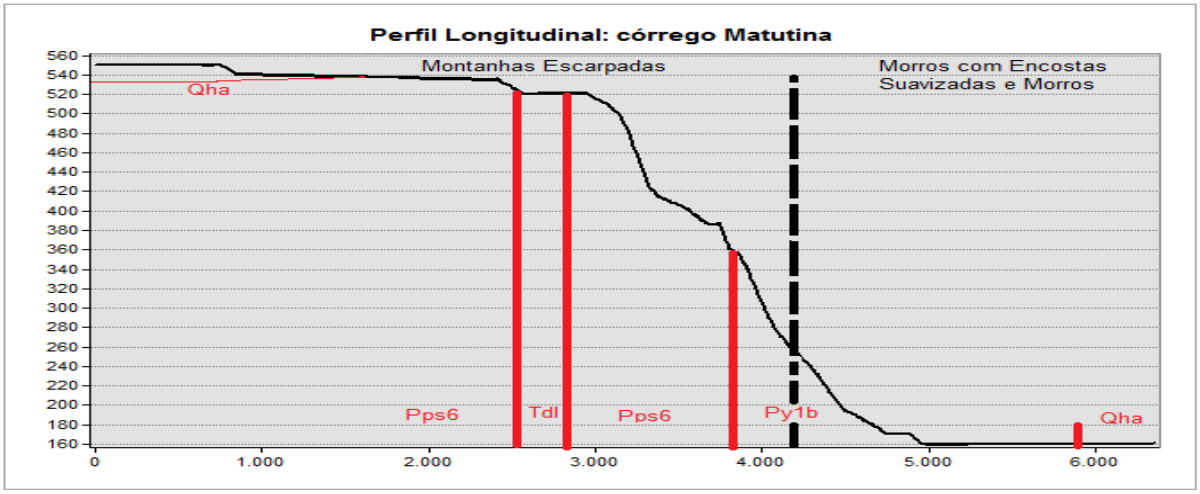
Foto 18- Panorâmica do Tipo de Relevo de Serras Paralelas. Os retângulos vermelhos destacam campos de matacões expostos a ação pluvial devido à remoção da vegetação nativa para a manutenção de áreas de pasto.O paredão rochoso que compõe a porção central do o Tipo de Relevo de Serras Paralelas apresenta várias cicatrizes de quedas de blocos contendo alguns setores da forma em que a inclinação aproxima-se de 100%. Alinhadas a esses materiais inconsolidados de alto poder destrutivo estão várias propriedades rurais e casas.

As dinâmicas agradacionais ou construtivas se processam preferencialmente sobre as áreas menos íngremes da topografia da Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego e são responsáveis pela formação de planícies aluvionares que são elaboradas ao longo de eventos de cheias que podem ter condicionantes variados – chuva torrencial, arranjo litotectônico, intervenção humana entre outros.

Sua distribuição sobre os tipos de relevo ocorre de forma preferencial sobre os relevos de Colinas e Morrotes e Morros com encostas suavizadas e Morros. Nos perfis longitudinais é possível realizar essa correlação em que fica exposto de forma muito clara que os cursos d'água que compõem a área de estudo estão condicionados, a montante, por contatos litológicos e arranjos tectônicos de falhamentos e fraturamentos evidenciados por rupturas abruptas ao longo dos perfis constituindo áreas em que os canais fluviais expressam grande capacidade

energética de mobilização de materiais presentes em suas calhas e de suas margens – quando da elevação do nível dos rios.

Apesar de predominar sobre os terrenos menos inclinados também há ocorrência de planícies fluviais quaternárias nas porções mais elevadas do relevo ocasionadas por embutimento topográfico de gênese tectônica. Esse registro se faz junto à cabeceira de drenagem do córrego Matutina onde a estrutura geológica encontra-se falhada o que é atestado pelas rupturas expressas tanto em perfil transversal quanto em perfil longitudinal – perfil 16 –, bem como, a partir de levantamentos de campo, também foram detectados encachoeiramentos que atestam a estrutura falhada da região.



Perfil 16- Perfil Longitudinal: Córrego Matutina.

Foto 19- Curso encachoeirado do córrego Matutina. Exprime as descontinuidades litotectônicas que condicionam as redes de drenagem desse Tipo de Relevo.

A partir dessa análise e constatações foi elaborado um mapa Geomorfológico síntese intitulado de Carta Geomorfodinâmica (APÊNDICE) em que todas as correlações feitas foram sintetizadas graficamente e por meio de uma tabela síntese que apresenta as características morfométricas dos compartimentos e elenca de forma correlativa, as morfodinâmicas operantes e a fragilidade dos ambientes susceptíveis a tais processos de esculturação do relevo.

7. Considerações Finais

A partir do entendimento de que o relevo é um dos componentes do meio físico natural, seu estudo ganha notoriedade nos dias atuais em que, repensar a relação entre o homem e a natureza torna-se uma questão crucial para a manutenção de condições ambientais equilibradas e saudáveis às sociedades humanas e demais formas de vida terrestres.

Os estudos geomorfológicos devem ser realizados no sentido de contribuir para a compreensão de que os sistemas naturais estão interligados e o relevo, assim como qualquer outro componente é, ao mesmo tempo, agente ativo – estabelece condições para o desenvolvimento de outros componentes ambientais – e passivo – quando se encaixa em parâmetros postos por outros componentes, como o elaborado pelo homem.

A crescente capacidade do homem em transformar o meio em que está inserido, adaptando-o em favor de seus interesses e necessidades, tem suscitado grandes desafios as ciências voltadas para o estudo do relevo. As técnicas de engenharia avançam diariamente e chegam ao século XXI com a capacidade de, literalmente, atuar como agente morfogenético, reproduzindo feições naturais de proporções imensas, mas, ainda são impotentes frente a dinâmicas processadas pelo relevo em conjugação com outros componentes ambientais – como os rios, as chuvas e os mares.

O reconhecimento de que os fatores naturais imperantes, como é o caso das atividades morfodinâmicas, constituem uma limitação a ocupação e utilização dos recursos é um passo importante no sentido de se buscar conhecer melhor o meio em que se vive a fim de estabelecer uma relação mais durável e estável com o mesmo.

Sobre o recorte espacial de estudo foi possível aplicar metodologias e técnicas de pesquisa geomorfológica que favoreceram o processo de compreensão das características do relevo local tomando como elementos essenciais a sua morfografia, gênese, morfometria e dinamicidade.

Esse estudo de característica descritiva e sintética teve por objetivo a identificação dos perigos naturais oriundos da dinâmica de elaboração do relevo. Sobre o recorte estudado foram identificados e caracterizados quatro Tipos de Relevo:

- Colinas e Morrotes;

- Morros com Encostas Suavizadas e Morros;

- Serras Paralelas;

- Montanhas Escarpadas.

Com características distintas entre si, os relevos estudados apresentaram dinâmicas de elaboração da paisagem geomorfológica com diferentes graus de intensidade. A área de estudo está inserida em uma região onde prevalecem os aspectos denudacionais de elaboração do relevo. Sobre todos os compartimentos foram identificadas as dinâmicas denudacionais de elaboração das formas.

Sobre os Tipos de Relevos mais alçados foram identificadas feições erosivas e tendências morfodinâmicas que inscrevem-se de maneira mais intensas balizadas,principalmente, pelo grau de inclinação das superfícies. Portanto, quanto aos aspectos de elaboração de formas denudacionais há uma correspondência entre altitude/inclinação e a intensidade dos processos de elaboração das formas.

Em contrapartida, a componente agradacional de elaboração do relevo, sobre o recorte espacial estudado, encontra em áreas menos elevadas e inclinadas a condição ideal para se processar de maneira mais intensa, elaborando amplas planícies aluvionares que marcam a capacidade dos cursos d'água dessa bacia de promoverem a inundação das áreas marginais.

Desse modo, a distribuição dos perigos naturais de origem geomorfológica reflete a capacidade dos compartimentos em esculpirem as superfícies analisadas. Um ponto relevante a ser destacado é que, apesar da bacia hidrográfica estar circunscrita em um contexto de estabilidade geológica e tectônica, sobre ele operam vetores naturais que indicam perigo.

O estudo do perigo natural a partir do entendimento da dinâmica de elaboração do relevo identificou uma série de fatos geomorfológicos que constituem perigo em uma área pouco povoada o que constitui um desafio uma vez que, quando se trata de risco ou perigo ambiental logo se pensa em áreas densamente povoadas com ocupação de áreas frágeis do ponto de vista natural.

Apesar de a ocupação não estar concentrada nas áreas de maior dinâmica geomorfológica da bacia, o estudo elaborado e sua síntese cartográfica resultaram em um material que indica zonas com diferentes suscetibilidades – fragilidades – ao uso e ocupação do solo pelo homem.

O estudo do perigo independe da densidade da ocupação para que se processe. Apesar da baixa densidade demográfica circunscrita ao longo da bacia foram identificadas áreas de perigos naturais que podem expor o homem a situações de ocorrência de desastres.

Dentro do que foi proporcionado pelo presente trabalho, a síntese cartográfica dos aspectos do relevo foi, não somente o norte para a organização das investigações mas, foi fundamental para as análises e constatações pautadas na tentativa de elaboração de uma leitura físico e ambiental coerente para com o recorte espacial estudado e que pudesse indicar os perigos naturais derivados da dinâmica geomorfológica.

8. Referências

AB' SÁBER; A. N. **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário**. In: Geomorfologia. São Paulo: IGEOG-USP, Vol. 18, p. 01-23, 1969.

ANDRADES FILHO, C. O; FONSECA L. M. G. Lineamentos Estruturais a Partir de Imagem Landsat TM e Dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais**... Natal: INPE, 2009. P. 3151-3158.

ARCELORMITTAL; GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Atlas de Ecossistemas do Espírito Santo**. Vitória, 2008.

BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M. R; SILVA, J. X. **Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil**. Bol. Parana. Geogr. Curitiba, p. 117-152.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE-24 Rio Doce**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1987.

CARVALHO; C. S; MACEDO, E. S; OGURA, A.T. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

CASSETI; V. **Geomorfologia**. Fundação de Apoio a Pesquisa – FUNAPE/UFG, 2001. Disponível em: <HTTP://www.funape.org.br/geomorfol>. Acessado em: 15 mai. 2008.

CASTRO; C. M; PEIXOTO, M. N. O; RIO, G. A. P. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. In: Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 28 (2), 2005, Rio de Janeiro, p. 11-30.

CAUS; F. M. **PROPOSTA DE ANÁLISE EMPÍRICA DA INSTABILIDADE POTENCIAL DO RELEVO EM ESTUDOS INTEGRADOS**. 2010. Dissertação

(Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

CHRISTOFOLETTI; A. **Geomorfologia**. São Paulo: Eggard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI; A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1994, p. 415-436.

COELHO; A. L. N. **USO DE DADOS SRTM COMO FERRAMENTA DE APOIO AO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DE MÉDIO-GRANDE PORTE**. In: Revista Geográfica Acadêmica 2 (2), 2008, p. 138-153. Disponível em: <HTTP://geograficaacademica.webng.com>. Acessado em: 04 abr. 2011.

COELHO; A. L. N. **SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) COMO SUPORTE NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS**. In: Caminhos de geografia – revista on line – UFU, 10 (30), 2009, Uberlândia, p. 93-110. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**. Folha **SE.24-Y-C-VI** COLATINA. Brasília, 1992.

EGLER; C. A. G. **RISCO AMBIENTAL COMO CRITÉRIO DE GESTÃO DO TERRITÓRIO: UMA APLICAÇÃO À ZONA COSTEIRA BRASILEIRA**. In: Revista Território – UFRJ, 1(1), 1996, Rio de Janeiro, p. 31-41.

FLORENZANO; T. G. **GEOTECNOLOGIAS NA GEOGRAFIA APLICADA: DIFUSÃO E ACESSO**. In: Revista do Departamento de Geografia – USP, 17, 2005, São Paulo, p. 24-29.

GOULART; A. C. O. **GEOMORFOLOGIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PINHAL: MUNICÍPIO DE LIMEIRA/SP**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

GROTZINGER, J; JORDAN, T. H; PRESS, F; SIEVER, R. **Para Entender a Terra**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica**. Folha **SE.24-Y-C-VI** COLATINA. Brasília, 1979.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro, 1995.

Instituto Jones dos Santos Neves. **N.T. 28 – Mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo**. Vitória, 2012.

KOBIYAMA, M; *Et all*. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.

LEINZ, V; AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. 11ª Ed. São Paulo: Nacional, 1989.

MARANDOLA, E; HOGAN, D. J. **O risco em perspectiva: tendências e abordagens**. In: GEOSUL, 19 (38), 2004, Florianópolis, p. 25-38.

MARQUES; J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1994, p. 23-45.

MEIRELLES; M. S. P. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: Embrapa, 2007.

MIRANDA; E. E. de; (Coord). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br. Acesso em: 04 abr. 2011.

MUNICÍPIOS DO ESPÍRITO SANTO. **A Gazeta**, Vitória, 1994.

PENTEADO; M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1974.

PIKE, R.J; GRAYMER, R.W; SOBIESZCZYK, S. **A Simple GIS Model for Mapping Landslide Susceptibility**. In: Concepts and Modelling in Geomorphology: International Perspectives. Tokio: TERRAPUB, 2003, p. 185-188.

POLONI; D. M. **Desenvolvimento e Aplicação de Procedimento Metodológico em Suporte ao Planejamento Participativo para Redução de Perda de Solos em Pequenas Bacias Hidrográficas com Emprego da EUPS**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

QUARENTEI; L. M. **O uso de escalas de análise para compreensão de dinâmicas sócio-espaciais na bacia hidrográfica do Córrego do Sossego – Itarana-ES.** 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

RAMOS; A. L. D. **Informação Cartográfica e Recursos Hídricos: Questões Metodológicas da Cartografia Geográfica para a elaboração de Modelo Gráfico para a construção do Mapa de Conflito pelo Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego/ItaranaES.** Disponívelem:<HTTP://egal2009.easyplanners.info/area07/7345_Ramos_Andre_Luis_Demuner.doc>

ROSS; J. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. In: OLIVEIRA, A. U. (Org.). **Coleção repensando a Geografia**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS; J. S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. In: Geografia, IG-USP, São Paulo, 1992.

SBARDELOTTI; A. J. **CANAÃ DE FIGUEIRA DE SANTA JOANA**. Vitória: Gráfica Editora São José, 1989.

TRICART; J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/Supren, 1977.

TOMINAGA; L. K. **Desastres Naturais: Por que ocorrem?** In: Desastres Naturais: Conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 11-24.

APÊNDICE