



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
MONOGRAFIA**

AMANDIO GONÇALVES DE OLIVEIRA FILHO

**ESTUDO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES
COM USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

VITÓRIA
2010

AMANDIO GONÇALVES DE OLIVEIRA FILHO

**ESTUDO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES
COM USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia. Orientador: Professor Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart.

VITÓRIA

2010

AMANDIO GONÇALVES DE OLIVEIRA FILHO

**ESTUDO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES
COM USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em 9 de dezembro de 2010.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Msc. Ana Christina Wignerón Gimenes
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Msc. Fernando Mieis Caus
Universidade Federal do Espírito Santo

A Deus, supremo de todas as coisas.

A meus pais, Amandio e Nelces, que me deram a vida.

A minha família, razão de minha segurança.

A Francielly, por nossa felicidade.

Ficam aqui meus agradecimentos aos professores do departamento de geografia, em especial ao meu orientador, professor Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart, que muito contribuíram para que eu alcançasse este título; a Universidade Federal do Espírito Santo pela estrutura e qualidade do ensino; ao geólogo Msc. Luis Carlos Chaves Novais pelo apoio; aos amigos do departamento de geografia, por partilhar de suas companhias no decorrer do curso; e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais uma etapa de minha vida.

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho é o conhecimento acerca da crosta terrestre, evidenciando os mecanismos responsáveis pelas formas resultantes da paisagem terrestre, entendendo nesse sentido que a o estudo geomorfológica tem como propósito reconhecer e interpretar os fenômenos que tenham como expressão as formas do relevo terrestre. Nesse sentido, o mapeamento geomorfológico de Cariacica consistiu em agrupar as formas de relevo segundo a proposta taxonômica de Ross (1990), sendo encontradas em Cariacica duas Morfoestruturas, essas subdivididas em três Morfoesculturas, que por sua vez são divididas em três Unidades Morfológicas, sendo apresentadas em formas de mapas e tabelas.

O mapeamento baseia-se nos princípios metodológicos de Ab' Sáber (1969): compartimentação topográfica que se centra na identificação das feições de relevo em uma macro escala de análise dos diferentes níveis topográficos; estrutura superficial (ou depósitos correlativos), entendimento da evolução do relevo, compreendendo os processos morfogenéticos, é neste nível que se define as características dos tipos de depósitos residuais/sedimentares, que ocorreram em diferentes condições climáticas; e por fim, a fisiologia da paisagem, que baseia-se na compreensão dos processos morfodinâmicos atuais.

Assim, os resultados obtidos cumprem a função de oferecer subsídios à pesquisa geomorfológica em Cariacica e ser fonte de informações de foco ambiental do relevo do município estudado.

Palavras-Chaves: Relevo; Geomorfologia; Mapeamento Geomorfológico; Geoprocessamento; Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

ABSTRACT

The main objective of this work is the knowledge about of the crust earthy, showing of the mechanisms that respond for the terrestrial landscape forms, this way, the geomorphological study has the propose of recognize and interpret the phenomena that have as result the relief forms. Thus, the geomorphological mapping of Cariacica was a result of grouping relief forms according as Ross taxonomic suggestion (1990). In Cariacica were found two Morphostructures, divided into three Morphosculptures, which were divided into three Morphological Units, which are presented in maps and tables.

This work is based on the methodological principles of Ab` Sáber (1969): topographic compartmentation, that focuses on the identification of the relevant features of the relief in a macro-scale of analysis of the different topographic levels; superficial structure (or correlative deposits), covering of the relief evolution, including the morphogenetic processes, it is this level that are defines the characteristics of the types of deposits waste/sediment, that existed in different climatic conditions; and finally, the physiology of the landscape, which is based on understanding of the morphodynamic processes today.

Thus, the results achieved fulfill the function of providing subsidies to geomorphological research in Cariacica and be a source of environmental information in the context of relief from the municipality.

Keys Words: Relief, Geomorphology, Geomorphological Mapping, Geoprocessing, Geographic Information System (GIS).

No domínio da matéria, nada é criado do nada e na vida não existe a geração espontânea: também, no domínio da mente não há ideia cuja existência não se deva a ideias antecedentes, numa relação semelhante a pai e filho. Assim, nossos processos mentais, ao serem conduzidos, em sua maior parte ao exterior da consciência, será difícil descobrir a linhagem das ideias...

G.K. Gilbert (1895, apud CASSETI, 2005).

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1: Vista da Serra do Mochuara.....	78
Foto 2: Vale fortemente encaixado em sistema de fratura de orientação noroeste-sudeste (NO-SE).....	78
Foto 3: Plantação de bananas nas vertentes mais suaves dos Patamares Escalonados.....	81
Foto 4: Pastagem sobre os Patamares Escalonados.....	82
Foto 5: Serra do Mochuara presente na Mantiqueira Setentrional, marcando os limites da Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados.....	85
Foto 6: Vista superior da Unidade Colinas Costeiras	87
Foto 7: Perfil de solo - latossolo vermelho-amarelo.	79
Foto 8: Área de potencial risco de movimento de massa sobre relevo das Colinas Costeiras.	89
Foto 9: Representação de erosão do solo associada a processos de escoamento superficial agravado por pisoteio de gado.....	90
Foto 10: Plantação de cana e milho em planície de inundação.	91
Foto 11: Vista das Colinas Costeiras em primeiro plano e ao fundo a Morfoescultura Mantiqueira Setentrional	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica de Cariacica – ES.	17
Figura 2 Taxonomia do relevo (ROSS, 1990).	22
Figura 3 Georreferenciamento de imagem Landsat ETM+ no programa Geomedia 6.1 através da ferramenta Image Registration.	26
Figura 4 Arquivo ".sdw" de referência	27
Figura 5 Forma geoidal da Terra.....	29
Figura 6: Esquema das superfícies de referência.	29
Figura 7: Pontos de Controle de altitude ortométrica em Cariacica.	33
Figura 8: Comparação de mapas de declividade gerados a partir de dados SRTM e de interpolação de curvas de nível de folha topográfica.	35
Figura 9: Mapa de Declividade em Porcentagem com classificação do relevo segundo a Embrapa (20005).....	42
Figura 10: Mapa de Classificação de Tipos de Relevo.	43
Figura 11: Mapa Morfoestrutural de Cariacica.	45
Figura 12: Mapa Morfoescultural de Cariacica.	46
Figura 13: Mapa de unidades morfológicas.	48
Figura 14: Visualização 3D do relevo de Cariacica com destaque para as unidades morfológicas.	50
Figura 15: Representação de uma vertente com a metodologia de medidas de entalhamento de talvegue e distância interfluvial	51
Figura 16: Mapa de dissecação do relevo.....	53
Figura 17: Hierarquia fluvial de Strahler.	55
Figura 18: Mapa de Hidrografia de Cariacica.....	56
Figura 19: Mapa lineamentos com os principais canais hidrográficos.....	59
Figura 20: Valores médios de temperatura e precipitação para Vitória – ES.	62
Figura 21: Mapa litológico de Cariacica.	66
Figura 22: Mapa hipsométrico de Cariacica.	75
Figura 23: Perfil A – A' mostrando o desnível presente nos Patamares.	77
Figura 24: Imagem 3D do município de Cariacica, visada sentido leste-oeste. Imagem gerada no programa StratWorks3D, com destaque em vermelho, a Unidade Morfológica Patamares Escalonados.	83

Figura 25: : Imagem Landsat ETM +, composição colorida RGB 742 apresentando os limites da Unidade Morfológica Patamares Escalonados	84
Figura 26: Imagem Landsat apresentando os limites da Unidade Morfológica Colinas Costeiras.	92
Figura 27: Modelo geológico-geomorfológico de evolução das planícies costeiras Quaternárias. Compreendendo o trecho entre Macaé e Recife.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO DE CARIACICA - ES...	23
Tabela 2: MARCOS HOMOLOGADOS PELO SGB	30
Tabela 3: REFERÊNCIAS DE NÍVEIS EM CARIACICA	31
Tabela 4: DETERMINAÇÃO DA ONDULAÇÃO GEOIDAL VIA MAPGEO.....	31
Tabela 5: COMPARAÇÃO DAS ALTITUDES ORTOMÉTRICAS ENTRE SGB E SRTM	32
Tabela 6: CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS DE RELEVO.....	40
Tabela 7: CLASSIFICAÇÃO DE TIPOS DE RELEVO SEGUNDO PONÇANO.....	41
Tabela 8: MATRIZ DE ÍNDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO	52
Tabela 9: CLASSES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO.....	52
Tabela 10: MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CARIACICA	71

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	14
2.0 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3.0 JUSTIFICATIVA	16
4.0 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
5.0 PROPOSTA METODOLÓGICA	19
6.0 MÉTODO DE MAPEAMENTO	20
7.0 PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS	24
7.1 Sobre as Imagens.....	25
7.2 Imagens SRTM.....	27
7.2.1 Confiabilidade da altimetria fornecida pelas Imagens SRTM	28
7.3 Etapas de mapeamento	36
7.3.1 A entrada de dados	36
7.3.2 Produtos gerados.....	37
7.3.2.1 Mapa de declividade.....	38
7.3.3 Mapeamento das Morfoestruturas	44
7.3.4 Mapeamento das Morfoesculturas.....	44
7.3.5 Mapeamento das Unidades Morfológicas ou Unidades Geomorfológicas.....	47
7.3.6 Mapa de dissecação do relevo	51
8.0 RESULTADOS	54
8.1 Caracterização da área de estudo.....	54
8.1.1 Hidrografia:	54
8.1.2 Clima.....	60
8.1.3 Geologia da área de estudo.....	63
8.1.4 Contexto Geológico e Geotectônico.....	63
8.1.5 Solos da área de estudo:	67
8.2 Apresentação dos Resultados	70
8.2.1 Táxon 1 - Morfoesturtura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas	72
8.2.2 Táxon 2 - Morfoescultura Mantiqueira Setentrional	73
8.2.2.1 Táxon 3 - Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados	76

8.2.3 Táxon 2 - Morfoescultura Colinas Costeiras.....	85
8.2.3.1 Táxon 3 - Unidade Geomorfológica Colinas Costeiras	86
8.2.4 Geomorfogênese da Morfoestutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas	93
8.3 Táxon 1 - Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica.....	94
8.3.1 Morfoescultura Planície Costeira.....	95
8.3.1.1 Táxon 3 – Unidade Geomorfológica Planície Litorânea.....	95
8.3.2 Geomorfogênese da Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica	97
9.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
10.0 REFERÊNCIAS.....	104

1.0 INTRODUÇÃO:

O relevo terrestre não pode ser entendido como algo estático, como algo que sempre apresentou a mesma forma e que fora deixado de herança com as mesmas características de quando criado. Pelo contrário, como afirma Cholley (1950, apud CASSETI, 2005): o relevo deve ser entendido como o resultado das forças antagônicas, sintetizadas pelas atividades tectônicas e estruturais, e mecanismos morfoclimáticos ao longo do tempo geológico. Ou seja, embora seja muitas vezes imperceptível aos olhos humanos, a superfície terrestre, composta por formas de relevo diferentes entre si (tamanho, forma, idade, processos genéticos distintos) é por sua vez dinâmica.

O conhecimento geomorfológico possui fundamental importância no escopo das Geociências, pois a partir dele é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem, o que contribui para o desenvolvimento de prognóstico e interpretação das condições ambientais. Sobre os estudos geomorfológicos, Kugler (1976, apud CASSETI, 2005) evidencia a importância do mapeamento geomorfológico, que segundo ele se apresenta como produto científico de grande valor, no que tange a ser subsídio para a apropriação racional do relevo como suporte, considerando a conversão das propriedades geoecológicas em sócio-reprodutoras.

Atualmente os estudos geomorfológicos estão amparados por um cenário geotecnológico, em que os produtos orbitais, tais como imagens de radar, imagens de satélites, aerofotografias e *softwares* de geoprocessamento apresentam-se como subsídios para o mapeamento geomorfológico. Apoiados nesses recursos e na bibliografia acerca do tema, este trabalho apresenta um estudo geomorfológico de Cariacica com base na metodologia dos três níveis de investigação geomorfológica propostos por Ab' Sáber (1969): compartimentação topográfica, estrutura superficial e fisiologia da paisagem, associado à metodologia de mapeamento dos fatos geomorfológicos segundo os níveis taxonômicos definidos por Ross (1990), evidenciando os três primeiros táxons presentes na área estudada: Morfoestruturas, Morfoesculturas e Unidades Morfológicas.

2.0 OBJETIVOS:

2.1 Geral:

Mapear as unidades geomorfológicas do município de Cariacica – ES na escala de 1:100.000 amparado por recursos geotecnológicos.

2.2 Específicos:

- Apresentar o estudo geomorfológico de Cariacica, nos contextos científico e ambiental e no âmbito do planejamento municipal;
- Espacializar os fatos geomorfológicos;
- Avaliar o uso de Sistemas de Informações Geográficas em estudos geomorfológicos.

3.0 JUSTIFICATIVA:

Em primeira instância, poder-se-ia justificar a necessidade deste trabalho, em função apenas da não existência, de nenhum outro, com os mesmos objetivos para o município de Cariacica. Entretanto, são diversos os fatores que incentivam a presente pesquisa, entre eles pode-se apontar o pressuposto maior deste trabalho, que é o conhecimento da gênese e evolução do relevo em Cariacica. Soma-se a isto, a necessidade de conhecimento da vulnerabilidade e da potencialidade do relevo, além do conhecimento da paisagem natural da área estudada.

Com este trabalho espera-se contribuir com uma metodologia científica de mapeamento geomorfológico e incentivar novas pesquisas para o referido município. Contudo, o produto deste trabalho poderá ser empregado em diversas instituições governamentais (principalmente municipal) e privadas, para auxílio no planejamento com enfoque ambiental, municipal, rural, entre outros, constituindo-se assim em fonte para obtenção de benefícios sociais que podem ser alcançados a partir dos resultados apresentados.

4.0 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:

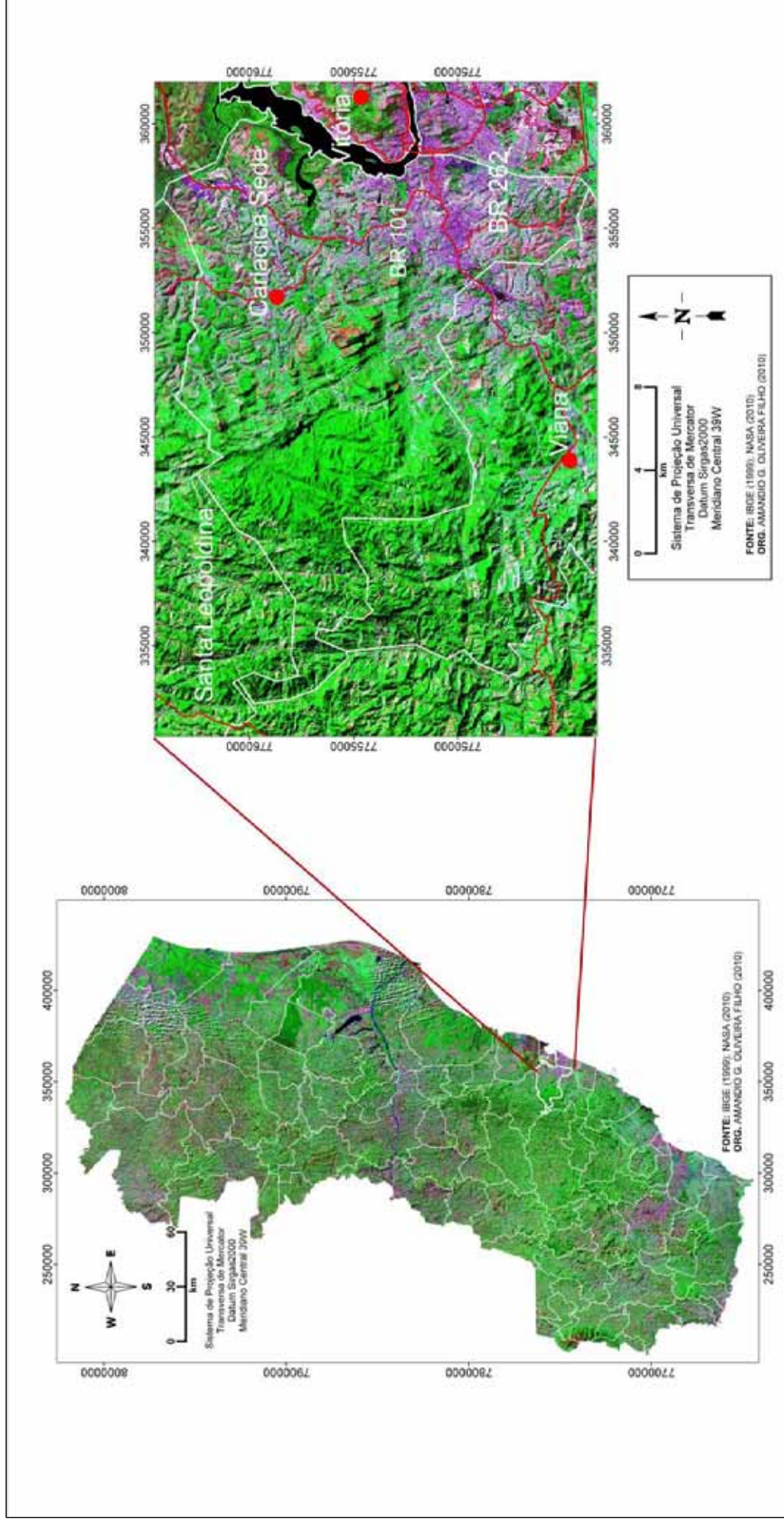


Figura 1: Localização geográfica de Cariacica – ES.
Fonte: NASA (2010); Imagens Landsat ETM+; IBGE (1999) Rodovias, Toponímias.
 Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

O município de Cariacica está situado na Região da Grande Vitória, limitando-se com Vitória e Vila Velha a Leste, a oeste com Domingos Martins, a sul com Guarapari, a norte com Serra e a noroeste com Santa Leopoldina. Segundo a contagem da população do censo demográfico de 2007, o município possui uma população de 356.536 habitantes, sendo um dos municípios mais populosos do Espírito Santo. A área estimada de Cariacica é de 277km². As principais vias de ligação ao município são a BR 262 e a BR 101.

5.0 PROPOSTA METODOLÓGICA:

Como princípio metodológico, o presente trabalho baseia-se nos três níveis de investigação geomorfológica propostos por Ab' Sáber (1969): compartimentação topográfica, estrutura superficial e fisiologia da paisagem, associado à metodologia de mapeamento dos fatos geomorfológicos segundo os níveis taxonômicos definidos por Ross (1990).

O primeiro nível de Ab' Saber, compartimentação topográfica, centra-se na identificação das feições de relevo em uma macro escala de análise dos diferentes níveis topográficos. Neste nível se estabelece a divisão do relevo em determinados domínios morfológicos que se individualizam por apresentarem características específicas, como determinados tipos de formas ou domínios altimétricos (CASSETI, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, a compartimentação topográfica reflete a interpenetração das forças endógenas e exógenas (morfogênese), além das implicações das estruturas litológicas.

A estrutura superficial (ou depósitos correlativos), segundo nível, remete ao entendimento da evolução do relevo, compreendendo os processos morfogenéticos. É neste nível que se definem as características dos tipos de depósitos residuais/sedimentares que ocorreram em diferentes condições climáticas, e que compreendem os processos morfogenéticos pretéritos. Neste nível Ab' Sáber define que a estrutura superficial da paisagem é decorrente de uma manifestação dinâmica da mesma ao longo do tempo geológico recente. Nesse sentido, Bigarella & Mousinho (1965, apud CASSETI, 2005), conceituam depósitos correlativos como processos de agradiação ocorrendo simultaneamente com fenômenos de degradação na área fonte. Esta conceituação implica no entendimento de mecanismos morfogenéticos pretéritos e atuais atuando nestes processos. Esses mecanismos são motivados por diferenciações climáticas, ajustamentos tectônicos, ou ainda, por implicações antrópicas (depósitos tectogênicos), (CASSETI, 2005).

O terceiro nível geomorfológico proposto por Ab' Sáber, a fisiologia da paisagem, baseia-se na compreensão dos processos morfodinâmicos atuais. Nesta análise, o homem é inserido como sujeito modificador da paisagem (CASSETI, 2005).

6.0 MÉTODO DE MAPEAMENTO:

A cartografia dos fatos geomorfológicos da área de estudo se dá segundo o ordenamento taxonômico proposto por Ross (1990). Tal proposta inspira-se em conceitos e metodologias apresentados anteriormente por Ab' Sáber (1969), Gerasimov e Mescherikov (1968, apud Ross, 1990), Demek (1967, apud Ross, 1990), Tricart (1969) e no tratamento técnico desenvolvido pelo Projeto Radam Brasil (1983).

Gerasimov e Mescherikov (op. cit.) baseados na concepção de W. Penck sobre a importância dos efeitos processuais na formação do relevo propuseram uma classificação do relevo em três categorias genéticas principais: geotextura, morfoestrutura e morfoescultura.

A geotextura é compreendida como as grandes feições da crosta terrestre, tanto emersa como submersa, sendo ela associada às manifestações de seus próprios processos.

A morfoestrutura é entendida como elemento ativo no processo de desenvolvimento do relevo, compreendendo as macroestruturas que são definidas pelos tipos genéticos de agrupamentos de litologias e seus arranjos estruturais (regiões de plataformas ou cratons, bacias sedimentares, cadeias oceânicas, entre outras).

As morfoesculturas são os modelados gerados sobre as morfoestruturas pela ação dos fatores exogenéticos. Essa interpretação remonta ao entendimento da influência de climas atuais e passados na esculturação do relevo.

Tal entendimento da influência de fatores endógenos e exógenos na formação do relevo elucida a síntese da classificação geomorfológica do relevo, o que não pode ser realizada apenas pela interpretação da morfologia e da morfometria, mas, essencialmente, sim, pelos processos morfogenéticos.

Demek (op. cit.) procurou elucidar como tratar a questão da identificação e classificação genética do relevo, através de mapeamento geomorfológico sistemático. O autor propunha a análise do relevo em três unidades taxonômicas básicas em ordem crescente, as quais são apresentadas a seguir:

- a) *superfícies geneticamente homogêneas: a menor área homogênea quanto à forma de relevo, como exemplos, os segmentos convexos ou côncavos de uma colina, os quais apresentam dinâmicas e gênese diferentes;*
- b) *formas de relevo: conjunto de superfícies geneticamente homogêneas, como exemplo, uma colina, formada pelos segmentos superficiais homogêneos das vertentes;*
- c) *tipos de relevo: conjunto de formas mais ou menos delineadas, apresentando as mesmas elevações absolutas, a mesma gênese, dependendo da mesma morfoestrutura, os mesmos conjuntos de agentes morfogenéticos e a mesma história de desenvolvimento.*

Quanto ao tratamento técnico empregado pelo Projeto Radam Brasil (1983) para o mapeamento geomorfológico do Brasil, este se pautou na ordenação da compartimentação do relevo em três níveis taxonômicos distintos obedecendo à ordem de grandeza das informações mapeadas. Quanto à classificação taxonômica empregada pelo Radam Brasil, essa foi representada, em seus níveis primários em:

- a) *Domínios morfoestruturais: constituem a maior divisão taxonômica adotada. Este táxon organiza a causa dos fatos geomorfológicos provenientes de aspectos macros da geologia como os elementos geotectônicos, os grandes arranjos estruturais e eventualmente a predominância de grupo litológico. Esses fatores são responsáveis pela geração de arranjos regionais de relevos com formas variadas, entretanto, que guardam relações causais entre si.*
- b) *Regiões geomorfológicas: se caracterizam por apresentar uma compartimentação reconhecida regionalmente e não mais são caracterizadas pelas causas geológicas, mas sim, essencialmente, pelos fatores paleoclimáticos atuais e pretéritos.*
- c) *Unidades geomorfológicas: caracterizam-se pelo arranjo de formas de relevo fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelados; essa similitude resulta de uma determinada geomorfogênese. A geomorfogênese e a similitude de formas são explicadas por fatores paleoclimáticos e/ou por outros fatores relacionados à natureza dos domínios.*

Quanto à proposta taxonômica de Ross (1990), esta se baseia na fisionomia das formas, é uma proposta que tem por base a gênese e a idade das formas. Consiste no ordenamento do relevo em seis táxons, conforme pode ser observado na Figura 2.

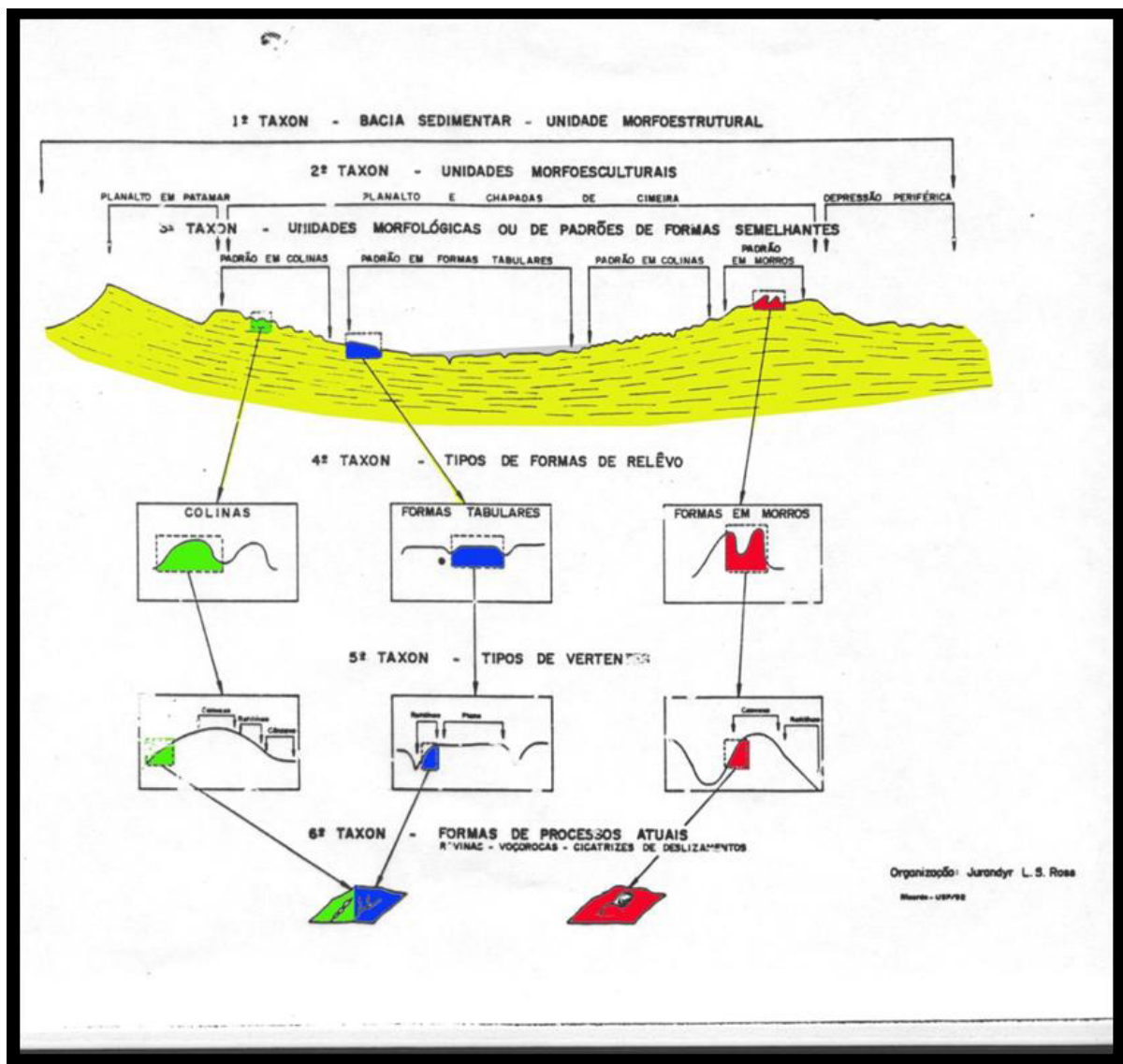


Figura 2 Taxonomia do relevo (ROSS, 1990).

Fonte: ROSS (1990).

A proposta de Ross (1990) está exemplificada a seguir:

- Primeiro Táxon: unidades morfoestruturais – corresponde às macroestruturas (são definidas pelos tipos genéticos de agrupamentos de litologias e seus arranjos estruturais que determinam as formas de relevo).*
- Segundo Táxon: unidades morfoesculturais – correspondem aos compartimentos e subcompartimentos do relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura e posicionadas em diferentes níveis topográficos (conjunto de formas de relevo que guardam as mesmas características genéticas de idade e de semelhança dos padrões do modelado).*

- c) *Terceiro Táxon: unidades morfológicas – correspondem aos agrupamentos de formas de agradação (relevo de acumulação) e formas de denudação (relevo de dissecação).*
- d) *Quarto Táxon: conjuntos de formas semelhantes – correspondentes às tipologias do modelado. Formas aguçadas (a), convexas (c), tabulares (t), e aplanadas (p) nos relevos de denudação, e nos relevos de agradação as planícies fluviais (pf) e flúvio-lacustre (pfl).*
- e) *Quinto Táxon – dimensão de formas – corresponde ao tamanho médio dos interflúvios e grau de entalhamento dos canais, representado por uma combinação de dois números, conforme tabela “Índice de dissecação”.*
- f) *Sexto Táxon – formas lineares do relevo – representadas por símbolos gráficos lineares de diversos tipos em função da forma e gênese.*

Contudo, em função da escala escolhida, o trabalho contempla apenas os três primeiros táxons apresentados anteriormente.

Vale ressaltar que a proposta taxonômica de Ross passa essencialmente pela cartografia geomorfológica, que segundo Caseti (2005) parte do princípio de que o produto cartográfico da geomorfologia é a espacialização dos fatos geomorfológicos, de forma a representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades. Ainda sobre a cartografia geomorfológica, Argento (2007) aponta a importância da geomorfologia como base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, mas também à natureza sócio-econômica dos mesmos.

De forma objetiva a Tabela 1 resume a proposta de mapeamento que este trabalho se propôs executar, trata-se do ordenamento do relevo de Cariacica segundo a proposta taxonômica de Ross (1990), que objetiva essencialmente o mapeamento dos três primeiros táxons, que serão apresentados no decorrer deste trabalho, na oportunidade da discussão dos resultados.

Tabela 1: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO DE CARIACICA - ES

<i>Morfoestrutura</i> (1Táxon)	<i>Morfoescultura</i> (2 Táxon)	<i>Unidades Morfológicas</i> 3 (Táxon)	<i>Morfometria</i>	<i>Litologia</i>	<i>Solo</i>
-----------------------------------	------------------------------------	---	--------------------	------------------	-------------

7.0 PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS:

Seguindo a estrutura da metodologia adotada, a presente pesquisa se desenvolveu com vistas a elaborar a compartimentação do relevo de Cariacica utilizando-se de recursos técnico-operacionais disponíveis que facilitam a interpretação dos fatos geomorfológicos.

Neste tópico, inicialmente é apresentada uma descrição minuciosa dos principais recursos geotecnológicos empregados, com o intuito de compreender a importância da contribuição destes na pesquisa geomorfológica. Posteriormente são apresentadas as etapas de mapeamento e os principais produtos gerados.

Nesse contexto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) se apresentam como instrumento de subsídio na manipulação e cartografia dos fatos geomorfológicos, que pode possibilitar maior precisão e agilidade no tratamento dos dados. Os SIGs podem ser compreendidos como ferramentas computacionais que permitem a análise de informações espaciais oriundas de diferentes fontes. Ainda, segundo Fitz (2008) o SIG pode ser definido como:

conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (p.23).

Com o avanço das geotecnologias, observa-se que o emprego das técnicas de geoprocessamento nos estudos geomorfológicos é crescente, onde a capacidade de suporte de integração de dados em um ambiente SIG é muito produtiva, possibilitando a geração e análise de informações geográficas e geomorfológicas em volumes consideráveis, isto devido à grande capacidade de operacionalização desses sistemas. Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto (SR) apresenta recursos que são imprescindíveis em estudos geomorfológicos dada à capacidade de detecção remota de objetos da superfície terrestre, que podem ser tratados e manipulados em programas computacionais que permitem a extração de diversas informações úteis na interpretação do relevo.

7.1 Sobre as Imagens:

Para a realização do estudo geomorfológico de Cariacica foram utilizadas imagens de satélite Landsat ETM +, com resolução espacial de 14,25m, 24 bits, sendo composta por três bandas RGB 742, em que a banda 7 corresponde ao infravermelho médio, a banda 4 ao infravermelho próximo, e a banda 2 ao espectro visível, obtidas a partir do site da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA 2010); imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), resolução espacial de aproximadamente 90m, 16bits, obtidas do site da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa, 2005), fotografias aéreas, em escala de 1/2.000 (Geobases, 2008) e imagens CBERS.

As imagens do satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) foram obtidas a partir do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) acessado em 28/12/2009. A seguir as informações das imagens:

- Órbita/Ponto: 149/123
- Instrumento: CCD
- Satélite: CB2B
- Data: 25/07/2005
- Resolução espacial: 20m

- Órbita/Ponto: 148/123
- Instrumento: CCD
- Satélite: CB2B
- Data: 15/11/2008
- Resolução espacial: 20m

As imagens CBERS foram trabalhadas no programa Spring 5.1.2, no qual foram feitas a composição das bandas e registro das imagens.

As imagens Landsat ETM + foram obtidas no formato *MrSid* e em sistema de referência cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 24N, falso X 500.000 e falso Y 0, e datum WGS84 (World Geographic System). O georreferenciamento das imagens para o sistema de referência do trabalho, projeção Universal Transversa de Mercator

(UTM), datum Sirgas2000 e meridiano central 39 oeste, foi realizado no software Geomedia Professional 6.1 (Figura 3). Embora o formato *MrSid* seja lido por diversos softwares de geoprocessamento e sensoriamento remoto, foi utilizado o programa *MrSid GeoViewer 2.1*, para a conversão do formato da imagem para “Geotiff”, que é um formato universal para trabalhos com dados *rasters*.

Embora o cerne do trabalho seja o mapeamento geomorfológico de Cariacica e a discussão metodológica acerca da proposição, uma abordagem sobre as condicionantes cartográficas envolvidas se faz necessária, com vistas a colaborar com outros pesquisadores que também venham utilizar as fontes de dados cartográficos citadas neste trabalho. Sendo assim, é dada uma atenção especial as características cartográficas e geodésicas das informações apresentadas.

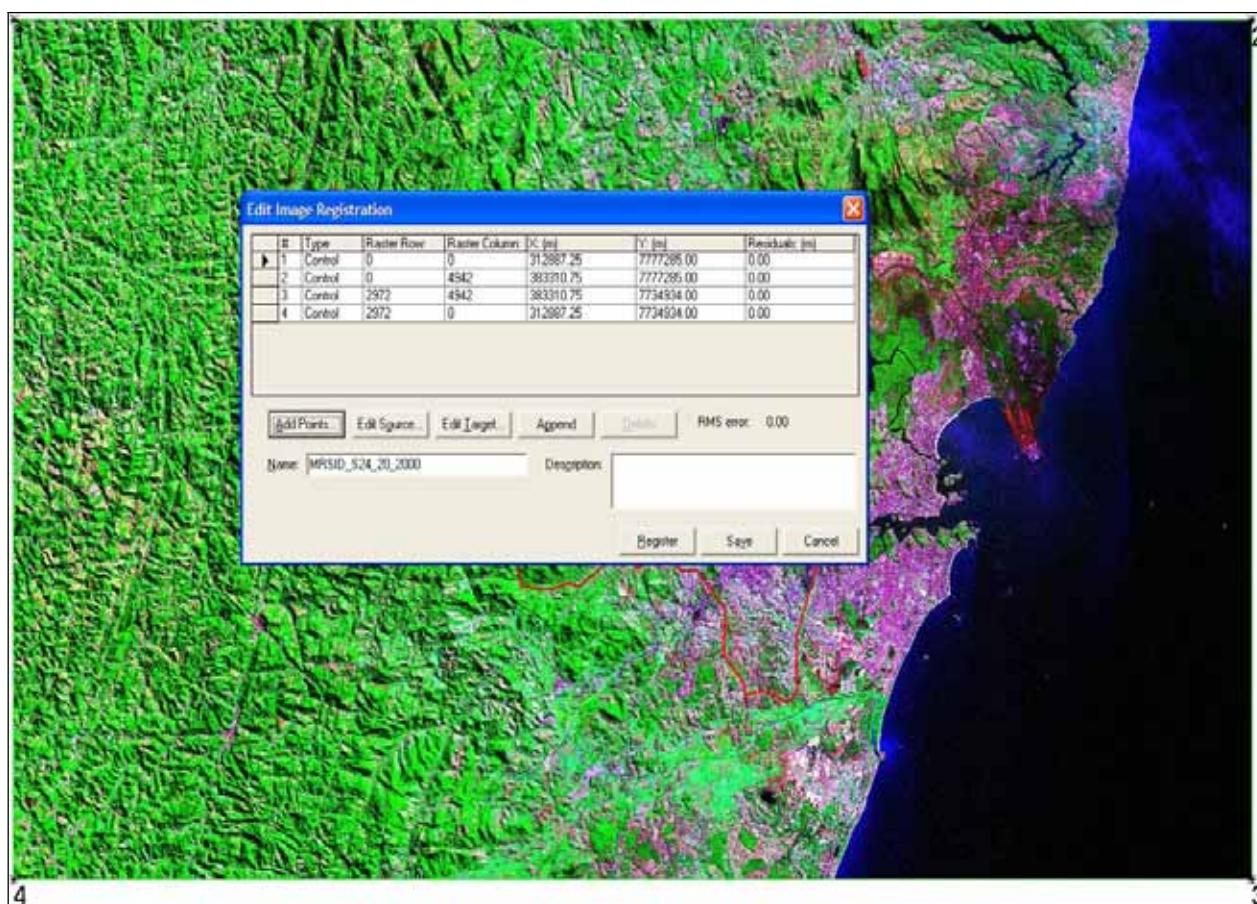


Figura 3 Georreferenciamento de imagem Landsat ETM+ no programa Geomedia 6.1 através da ferramenta Image Registration.

Fonte: NASA (2010): Imagens Landsat.

Quanto as imagens Landsat ETM +, estas são datadas do ano 2000 e oferecidas no formato *MrSid*, formato esse lido por diversos programas de SIG, entretanto, a NASA, gestora das imagens, disponibiliza as mesmas em sistema de coordenadas UTM, zona 24N, MC 39W (Meridiano Central 39 Oeste), o qual adota como referência norte (Y) igual a zero. A partir desse ponto os valores de latitude para norte crescem e para sul decrescem, o que precisa ser observado com cuidado quando for georreferenciar as imagens para o sistema cartográfico pretendido.

Ao baixar as imagens do site, essas são acompanhadas de dois arquivos de mesmo nome, mas com extensões diferentes, “.sdw” e “.met”, o primeiro carrega as informações cartográficas da imagem, enquanto o segundo as informações complementares. Quanto ao arquivo que determina o sistema cartográfico da imagem (Figura 4), observar que as duas últimas linhas trazem os valores de referências este e norte, respectivamente, porém, o valor norte está negativo, isso porque a zona adotada é a 24N, para a qual o valor de Y é negativo para sul. Para corrigir a imagem para a zona 24S é preciso somar ao valor negativo 10.000.000,00. Dessa forma, por exemplo, o valor de Y citado seria 7.789.525,75 [10.000.000,00 + (-) 2.210.474.25].

```

14.2500000000000000
 0.0000000000000000
 0.0000000000000000
-14.2500000000000000
136073.2500000000000000
-2210474.2500000000000000

```

Figura 4 Arquivo “.sdw” de referência
Fonte: NASA (2010).

7.2 Imagens SRTM:

As imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) advêm de cooperação entre a NASA e a *National Imagery and Mapping Agency* (Nima), do departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos da América e das agências espaciais da Alemanha e Itália, obtidas em sobrevôo ocorrido em 2000 (VALERIANO, 2008). As imagens

disponibilizadas no site da NASA apresentam algumas inconsistências que foram corrigidas pela Embrapa, sendo assim, as imagens oferecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias constituem-se em imagens corrigidas as falhas, as distorções e as sombras.

Para a cobertura de toda a área de estudo, foi necessário baixar 2 imagens, compatíveis com as folhas na escala 1:250.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo as imagens: SF-24-V-A e SF-24-V-B. As imagens foram baixadas do site da Embrapa em sistema de coordenadas UTM, datum WGS84, MC -39, e posteriormente georreferenciadas para o datum SIRGAS2000 no programa Geomedia 6.1 (Obs. O datum WGS84 e o Sirgas2000 em termos práticos são compatíveis). Ainda no programa Geomedia 6.1, no módulo *grid* foi feita a mosaicagem e recorte das imagens tendo como máscara a área de estudo.

7.2.1 Confiabilidade da altimetria fornecida pelas Imagens SRTM:

Segundo Coelho (2008), as imagens SRTM auxiliam na identificação da estrutura, modelo, rede de drenagem entre outros aspectos do relevo, que são bem evidenciados a partir das diferenças altimétricas, que fornecem uma visão tridimensional. Com base na importância das informações altimétricas, se faz necessária uma discussão acerca da confiabilidade de tais informações oferecidas pelas imagens do radar Shuttle.

A superfície da Terra não apresenta uma forma uniforme, como descrita pela superfície elipsoidal, mas sim uma forma não matematicamente regular, que é chamada de geóide. A superfície geoidal é definida como a superfície equipotencial da Terra, variando em função da concentração de massas. Uma superfície geoidal particular apresenta mesmo potencial gravitacional ao nível médio dos mares (Figura 5).

Na Figura 5, a cor laranja representa a superfície topográfica da Terra, enquanto a azul a elipsoidal e a vermelha o geóide, a melhor forma geodésica de representação do Planeta.

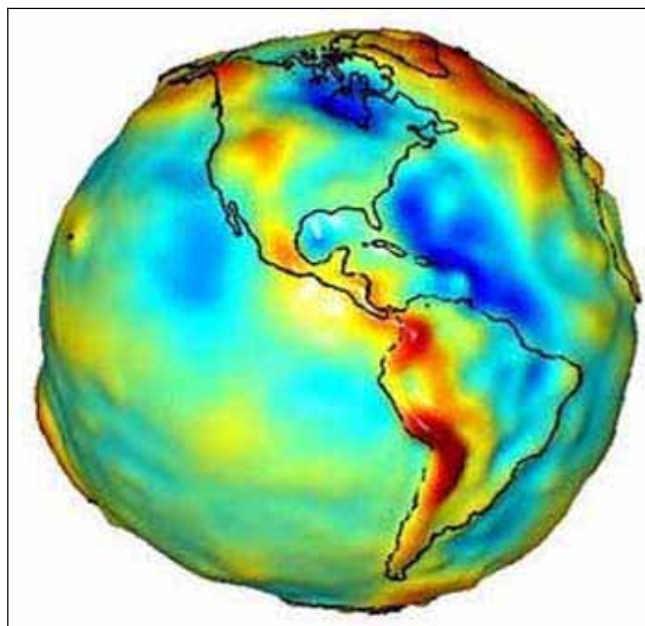


Figura 5 Forma geoidal da Terra

Fonte: <<http://www.cartografia.com.br>> Acesso em: 8 de setembro de 2010.

As medidas de altitude são referidas à superfície do geóide. Para obterem-se valores de altitude existem diferentes formas, mas a mais confiável e disseminada é a partir da variação da ondulação geoidal. Tal medida é obtida a partir da diferença entre as superfícies elipsoidal e geoidal (Figura 6).

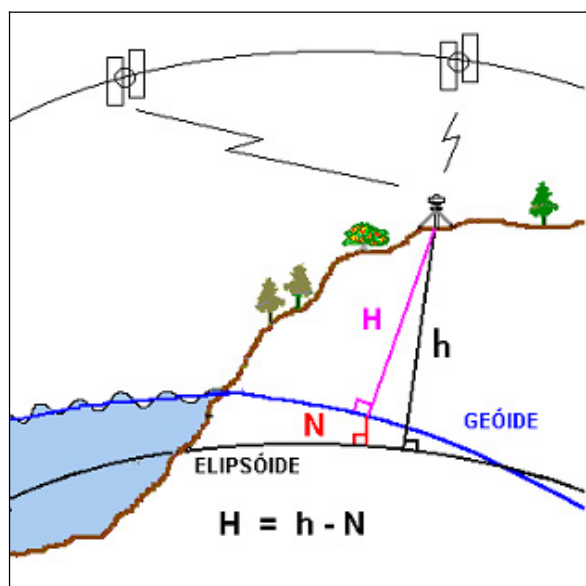


Figura 6: Esquema das superfícies de referência.

Fonte: SGB (2009).

Conforme visto, a determinação da altitude é dada pela fórmula: $H = h - N$, onde:

H = altura ortométrica (referencial de altitude do geóide);

h = altura elipsoidal; e

N = Ondulação geoidal.

Com o objetivo de verificar a confiabilidade das altitudes fornecidas pelas imagens SRTM, pode-se utilizar as informações altimétricas oferecidas pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e o programa Mapgeo 2004, fornecidos pelo IBGE. A metodologia consiste em verificar a altitude ortométrica dos marcos homologados pelo SGB, e comparar com os dados SRTM. Para tanto, são utilizados pontos de controle obtidos em Cariacica, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: MARCOS HOMOLOGADOS PELO SGB

RNPONTOS	ESTE	NORTE	LAT.	LONG.	ALT. (m) ORTOMÉTRICA
1034T	358404	7751203	20 ° 19 ' 55 " S	40 ° 21 ' 23 "W	3.8437
1101J	357113	7752975	20 ° 18 ' 57 "S	40 ° 22 ' 07 "W	4.5675
1034X	356088	7750722	20 ° 20 ' 10 "S	40 ° 22 ' 43 "W	32.4839
1034V	357360	7751225	20 ° 19 ' 54 "S	40 ° 21 ' 59 "W	3.9505

Fonte: Sistema Geodésico Brasileiro (IBGE, 2009)

Somando aos marcos homologado pelo IBGE, os pontos "CAR1 e CAR2" (Tabela 3), representam um esforço do departamento de geoprocessamento do Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo (CEFET-ES), atualmente Instituto Federal do Espírito Santo (IF-ES), em determinar a confiabilidade da determinação da ondulação geoidal via programa Mapgeo 2004. Esse trabalho utilizou-se de nivelamento topográfico e rastreamento por GPS (*Global Position System*) para determinar as alturas elipsoidais e

ortométricas dos pontos observados. O resultado foi satisfatório, conforme mostram as Tabelas 3 e 4, o que garante a confiabilidade do programa do IBGE, que proporciona uma precisão de 5m.

Tabela 3: REFERÊNCIAS DE NÍVEIS EM CARIACICA (UTM/SIRGAS2000/MC -39).

RN	ESTE	NORTE	LAT.	LONG.	ALT. (m) ORTOMÉTRICA
CAR1	351729,13	7758633,25	20° 15' 51,52" S	40° 25' 10,94" S	73,28
CAR2	351665,48	7758628,42	20° 15' 51,66" S	40° 25' 13,14" S	72,38

Fonte: Departamento de Geomática do CEFET-ES (2005)

Tabela 4: DETERMINAÇÃO DA ONDULAÇÃO GEOIDAL VIA MAPGEO.

Marco	h (m)	H (m)	N (m)	N (m)	Dif (m)
CAR 1 - Cariacica	80,5082	73,2785	7,2297	7,590	0,3603
CAR 2 - Cariacica	79,6350	72,3855	7,2495	7,590	0,3405

Fonte: Departamento de Geomática do CEFET-ES (2005)

A Figura 7 apresenta a distribuição geográfica dos pontos de controle da altitude ortométrica em Cariacica distribuídos sobre o modelo digital de elevação do município.

Utilizando o programa Mapgeo, foi possível calcular a ondulação geoidal no datum Sirgas2000 para os pontos de controle, para assim apontar a importância do trabalho desenvolvido pela equipe do IF-ES.

A Tabela 5 apresenta uma comparação entre os valores encontrados a partir do SRTM e dos pontos de controle. A variação média de erro global das amostras é de 2.92m e o desvio padrão de 2.13 m, o que demonstra uma diferença pequena entre os resultados

oficias (IBGE) e os encontrados pelo SRTM. Esse erro médio de variação vertical de 2.92m é abaixo do valor teórico para a América do Sul, 10m (RODRIGUES et al., 2006, apud GROHMANN, 2008).

Embora o erro médio seja de aproximadamente 3m, o uso de imagens SRTM é recomendado para trabalhos geomorfológicos na escala proposta, devido entre outras justificativas, oferecer maior agilidade na compilação e manipulação dos dados em um ambiente SIG; oferece resultados abaixo do erro médio admissível para a escala de 1/100.000, que é da ordem de 20m, além de comparado às curvas de nível, oferecidas para a região de estudo, equidistância de 20m, oferece melhores resultados, em face da interpolação dessas informações hipsométricas, conforme trabalho de Fornelos e Silva Neves (2006). Sendo assim, o trabalho de mapeamento geomorfológico de Cariacica, utilizando dados SRTM é satisfatório em termos de precisão cartográfica e geodésica.

Tabela 5: COMPARAÇÃO DAS ALTITUDES ORTOMÉTRICAS ENTRE SGB E SRTM

RN	ESTE	NORTE	LAT.	LONG.	h (m)	N	H (m)	H (SRTM)	Dif (H)
1034T	358404	7751203	20° 19' 55" S	40° 21' 23" S	-3	-6,84	3.84	2	1.84
1101J	357113	7752975	20° 18' 57" S	40° 22' 07" S	-2,23	-6,80	4.57	6	1.43
1034X	356088	7750722	20° 20' 10" S	40° 22' 43" S	25,68	-6,80	32.48	38	5.52
1034V	357360	7751225	20° 19' 54" S	40° 21' 59" S	-2,87	-6,82	3.95	10	6.05
CAR1	351729	7758633	20° 15' 51,52" S	40° 25' 10,94" S	66,21	-6,92	73.27	73	0.28
CAR2	351665	7758628	20° 15' 51,66" S	40° "25' 13,14" S	65,33	-6,63	72.38	70	2.38

Fonte: SGB (2009): Marcos de Altitude Ortométrica; CEFETES (2005): Referências de Níveis em Cariacica.

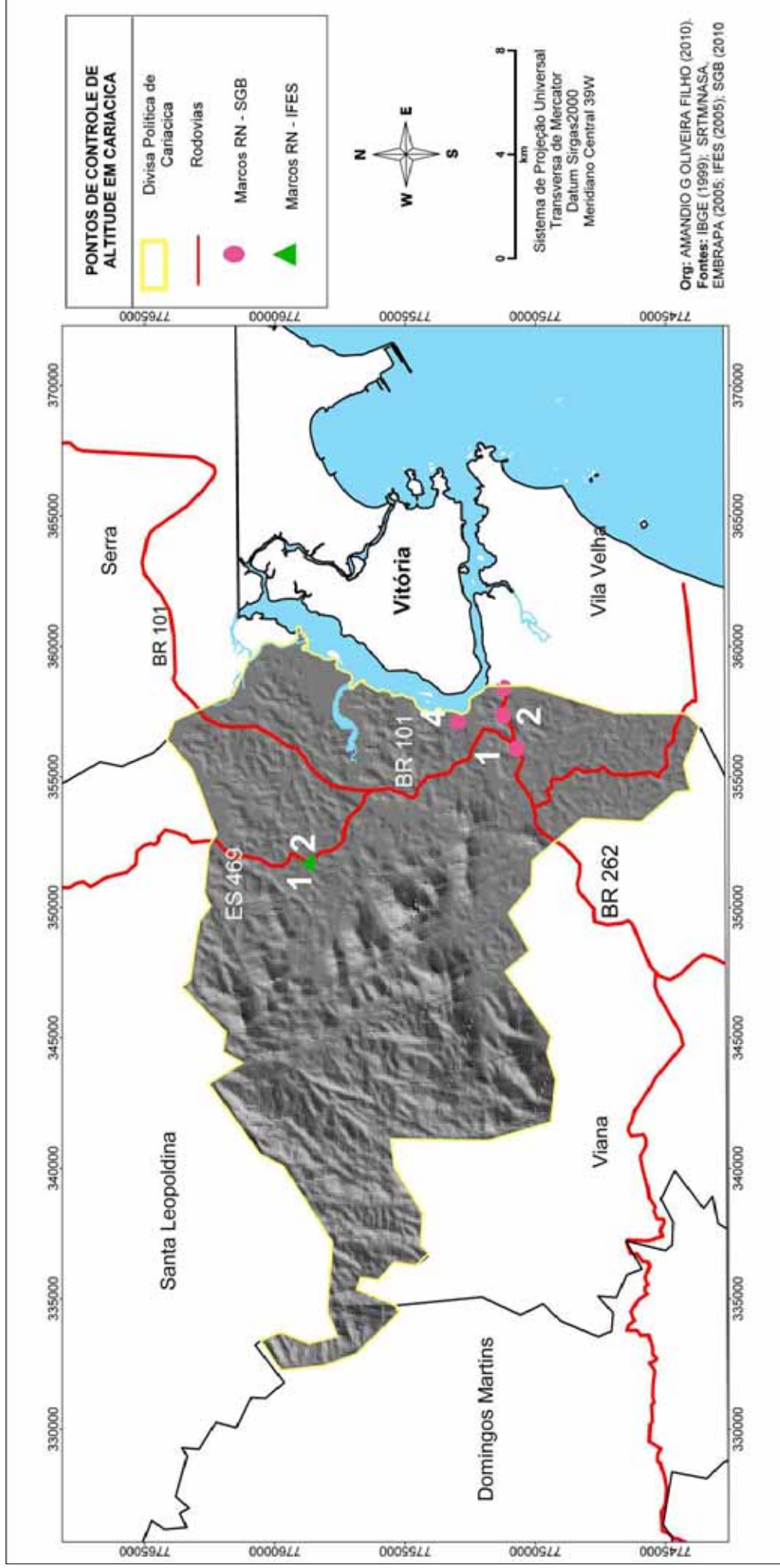


Figura 7: Pontos de Controle de altitude ortométrica em Cariacica.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IFES (2005); Referências de Níveis Altimétricos; SGB (2009); Referências de Níveis Altimétricos; IBGE (1999); Limites Políticos.

Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

Ainda segundo Fornelos e Silva Neves (2006), o uso de dados SRTM tem se saído mais promissor em relação a interpolação de curvas de nível para realização de trabalhos em escala igual ou inferior 1/100.0000, em que os mapas gerados apresentam maiores detalhes usando aquela fonte. A Figura 8 apresenta uma comparação entre dois mapas de declividade gerados a partir de fontes diferentes, enquanto o da esquerda é fruto da interpolação de curvas de nível de folha topográfica, o da direita foi gerado a partir do SRTM.

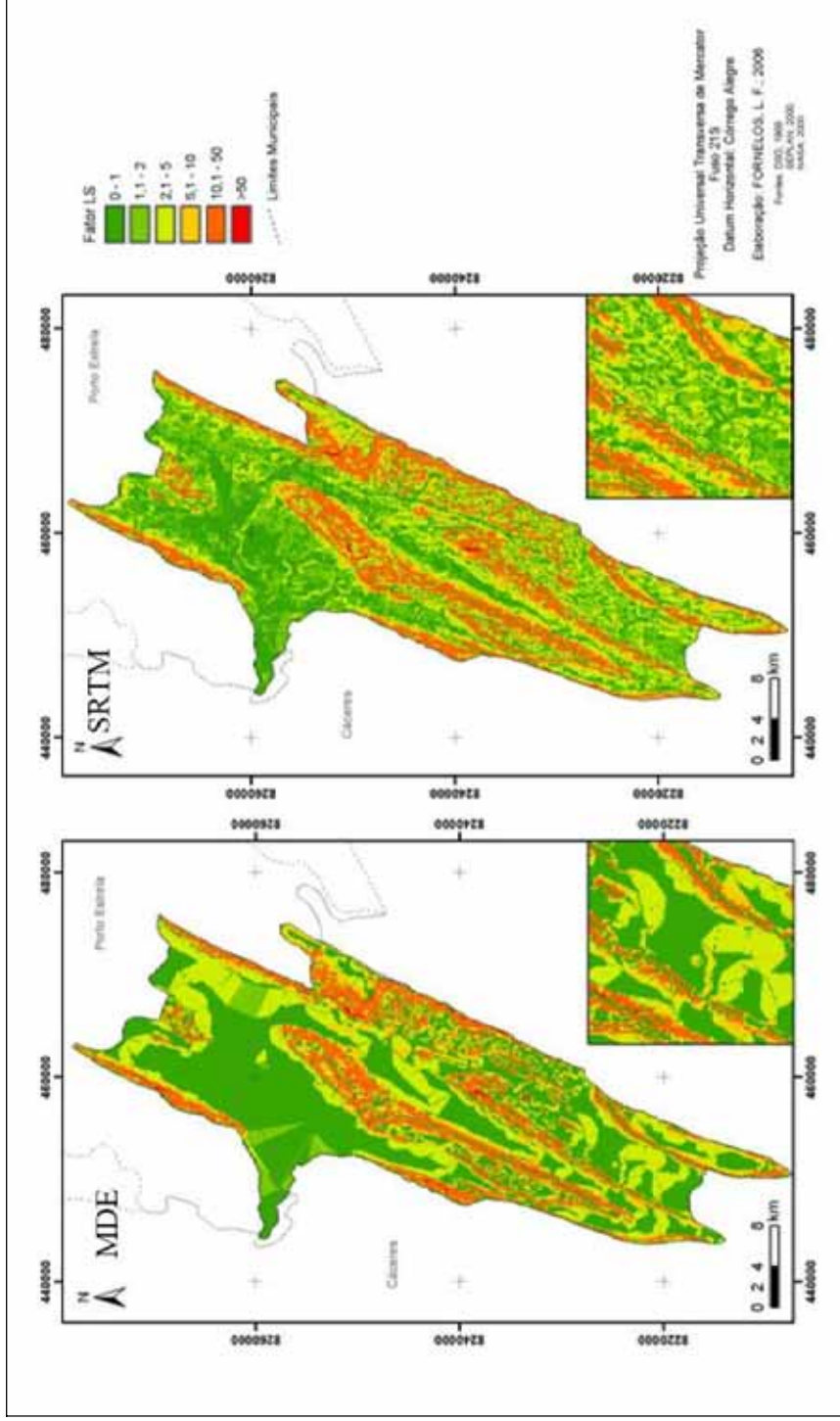


Figura 8: Comparação de mapas de declividade gerados a partir de dados SRTM e de interpolação de curvas de nível de folha topográfica. Fonte: Fornelos e Silva Neves (2006).

7.3 Etapas de mapeamento:

Os processos de elaboração de mapas empregados neste trabalho utilizaram-se de diferentes fontes de dados e de programas computacionais na busca por utilizar as ferramentas que facilitem o processo de armazenamento, processamento, interpretação e apresentação das informações relevantes ao trabalho.

7.3.1 A entrada de dados:

Para o sucesso de qualquer pesquisa, a seleção das informações primárias deve ser muito bem planejada e executada, a fim de garantir a qualidade do resultado final, não diferente foi a execução desta pesquisa, que se pautou na coleção das informações essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

As informações cartográficas iniciais foram todas padronizadas para o mesmo sistema de referência cartográfica (UTM/SIRGAS2000/MC -39) e inseridas em banco de dados Access através do programa Geomedia Professional 6.1. Quanto às imagens SRTM, essas foram inseridas na base de dados através do programa Geomedia Grid, ferramenta *Import File* e posteriormente mosaicadas utilizando-se o comando *Mosaic*, ainda nesse programa foi feito o recorte da imagem mosaicada usando como máscara o limite da área de estudo (comando *Calculator*). Quanto às imagens Landsat ETM +, foram importadas as bandas espectrais primeiramente no programa Spring 5.1.2, e posteriormente foram associados os valores RGB 742 às bandas, respectivamente, e gerada uma imagem sintética através do comando "Salvar Imagem Sintética". Essa imagem sintética posteriormente foi inserida no banco de dados do programa Geomedia através do comando *Georeferenced Images*. Quanto aos dados topográficos, esses foram obtidos a partir do site do IBGE, sendo as folhas topográficas (Domingos Martins, Serra, Santa Leopoldina e Vitória), todas no formato CAD (*Computer-Aided Design*), no caso, padrão Microstation (*dgn*). Os dados topográficos, curvas de nível e as informações de hidrografia (escala 1/50.000) foram tratadas no programa Microstation V8, no qual foi feita a interseção dos vértices das cartas. Depois de corrigidas as particularidades dos dados topográficos, esses foram inseridos na base de dados do programa Geomedia em duas feições distintas (curvas de nível e hidrografia), e através dos comandos *Fix Geometry* e *Fix Connectivity* (Geomedia) foi feita a validação gráfica das feições. Embora

essas feições tenham sido importadas para a base de dados, essas serviram apenas para confirmação das informações geradas a partir dos dados SRTM (curvas e hidrografia), no caso da hidrográfica, as informações de toponímia foram utilizadas.

As informações de litologia foram obtidas da Folha SF24 (CD-ROM da CPRM) em formato *shape file*, sistema de coordenadas geográficas, datum SAD69, que posteriormente foram georreferenciadas no programa Geomedia para os parâmetros cartográficos da base de dados, através do comando *Output to Feature Classes*.

7.3.2 Produtos gerados

A maior parte dos produtos gerados foi feita no programa Geomedia 6.1, tendo como base principal os dados SRTM. A seguir apontamento dos principais produtos confeccionados e os recursos de SIG utilizados:

Declividade: gerada no módulo *grid* do Geomedia através do comando *Grade*;

Hidrografia: gerada no módulo *grid* do Geomedia através do comando *Flow Concentration*;

Hierarquia Fluvial: gerada no programa Arcgis 9.2 no módulo *hydrology*.

Modelo sombreado do terreno: Inclinação de luminosidade de 45° e azimute de 0°, módulo *grid* do programa Geomedia, comando *Shaded Relief*;

Composições *blending* entre diversos planos de informações para apresentação dos mapas finais: geradas no módulo *grid* do Geomedia através do comando *Blending*;

Tipos de relevo: gerado a partir da interpretação da variação de declividade combinada com a amplitude das formas: determinação da amplitude das formas através do comando *Layer Profile* do módulo *grid* do Geomedia, e interpretação manual no mapa com o comando *Edit Geometry* do programa Geomedia;

Visualização em três dimensões: importação dos dados de altimetria (gerados no módulo *grid*) no programa PowerView, seguida de *gridagem* desses dados e geração de um modelo tridimensional, que posteriormente foi importado no programa StratWorks, que possibilita a visualização em três dimensões;

Delimitação das unidades morfológicas: interpretação das informações geradas nas etapas anteriores através do comando *Edit Geometry* do programa Geomedia;

7.3.2.1 Mapa de declividade:

O mapa de declividade merece destaque especial em sua interpretação. Um recurso largamente utilizado em mapeamentos geomorfológico é a declividade do relevo, ou como prefere chamar De Biasi (1970), carta clinográfica. Segundo o autor, a carta clinográfica está sendo usada em diversos trabalhos ligados à ciência da Terra, entre elas a geomorfologia. Uma leitura detalhada deste recurso auxilia na determinação dos variados usos e ocupação do espaço, além de auxiliar na determinação de feições geomorfológicas.

De Biasi, propõe uma formulação para a determinação da declividade tanto em porcentagem quanto em grau, seguindo a carta hipsométrica. Segundo o autor a fórmula utilizada para estabelecer as relações entre as classes escolhidas e os espaçamentos entre as curvas de nível e/ou desníveis entre pontos de uma carta, é a seguinte:

$$D = n \times 100\% = \% \text{ ou } D = n \times 57,3k = \text{graus}$$

EE

D = declividade

E = espaçamento ou distância horizontal entre duas curvas consecutivas ou de pontos em uma carta.

n = diferença de nível entre dois pontos ou a equidistância da carta.

K = 100% e/ou 57,3.

57,3 = valor constante que se obtém da transformação de um radiano ($57^{\circ}17'44''$) em segundos de graus ($206.264''$), que divididos por 360° resulta no valor 57,3.

De forma mais objetiva, pode-se apontar a seguinte definição de declividade:

[...] é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. Considerando um modelo numérico de terreno (MNT) de dados altimétricos extraídos de uma carta topográfica e traçando um plano tangente a esta superfície num determinado ponto P, a declividade neste ponto corresponde à inclinação deste plano em relação ao plano horizontal (CÂMARA et al., 1996).

Embora De Biasi propusesse a determinação da declividade com base em cálculos em cartas topográficas, para este trabalho foi utilizado o cálculo automatizado da declividade por meio de software de SIG, que trabalha segundo a mesma ordem matemática de cálculo, que expressa “o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal” (VALERIANO, 2008, p. 86).

Através das informações de declividade foi possível extrair informações morfológicas da área de estudo, conforme pode ser observado nos mapas de declividade e de tipos de relevo (Figuras 9 e 10, respectivamente). O mapa de declividade foi elaborado a partir das informações das imagens SRTM, no módulo grid do programa Geomedia 6.1, através do comando *Grade*. A Embrapa (2005) propõe uma classificação do relevo baseada exclusivamente na variação de declividade, agrupados em ordem de valores de declividade, conforme Tabela 6.

Outra classificação do relevo abordada neste trabalho é a proposta por Ponçano et al. (1981) adaptada de PIRES NETO (1991, apud GOULART, 1992), a qual baseia-se na variação de declividade e altura das formas, conforme Tabela 7. Para a determinação da variação da altura das formas foi utilizado o comando *Layer Profile* do Geomedia Grid, em que se verifica pontualmente a variação de alturas dos topos em perfis traçados sobre as imagens SRTM.

A adoção dos intervalos de variação de declividade proposta se justificou pelo fato destes fornecerem informações interpretativas acerca do relevo, em que se verificaram nas formações geomorfológicas de predomínio de processos denudacionais e amplitude das formas superiores a 100m valores de declividade superiores a 20%, o que caracteriza o aspecto ondulado/montanhoso do relevo; nas áreas de predomínio de formas planas (agradacionais), os valores de declividade foram marcadamente inferiores

a 8%; e nas áreas de denudação de aspectos colinosos, a declividade predominante estabelece-se entre 5 e 20%.

Tabela 6: CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS DE RELEVO

Valor de Declividade em Porcentagem	Classificação
0 – 3	Plano
3 – 8	Suavemente Ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Fortemente Ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Embrapa (2005).

Além das informações de enfoque morfológicos, o mapa de declividade auxilia na percepção da dinâmica do relevo, fornece subsídios para a identificação das áreas sujeitas a processos de remoção de materiais do solo, e naturalmente os locais de deposição destes materiais. Com base nos dados de declividade do município estudado é possível constatar que as áreas de declividade mais altas estão localizadas no setor oeste, respondendo pelas áreas situadas sobre a Morfoescultura Mantiqueira Setentrional. Já as áreas com as declividades mais baixas estão localizadas no setor leste da cidade sobre a Morfoescultura Planície Costeira.

Tabela 7: CLASSIFICAÇÃO DE TIPOS DE RELEVO SEGUNDO PONÇANO

Amplitudes locais	Inclinações Predominantes		Tipos de relevo	
< 100m	< 5%		Rampas	
	5 a 15%		Colinas	
	> 15%		Morrotes	
100 a 300m	5 a 15%		Morros com encostas Suavizadas	
	> 15%		Morros	
> 300m	> 15%		Montanhas	
Expressão das formas (em área)	Muito	Pequena	Média	Amplas
	Pequena	0,3 a 1km ²	1 a 4km ²	> 4km ²
	< 0,3km ²			

Fonte: Pires Neto (1991, Apud Goulart 1992).

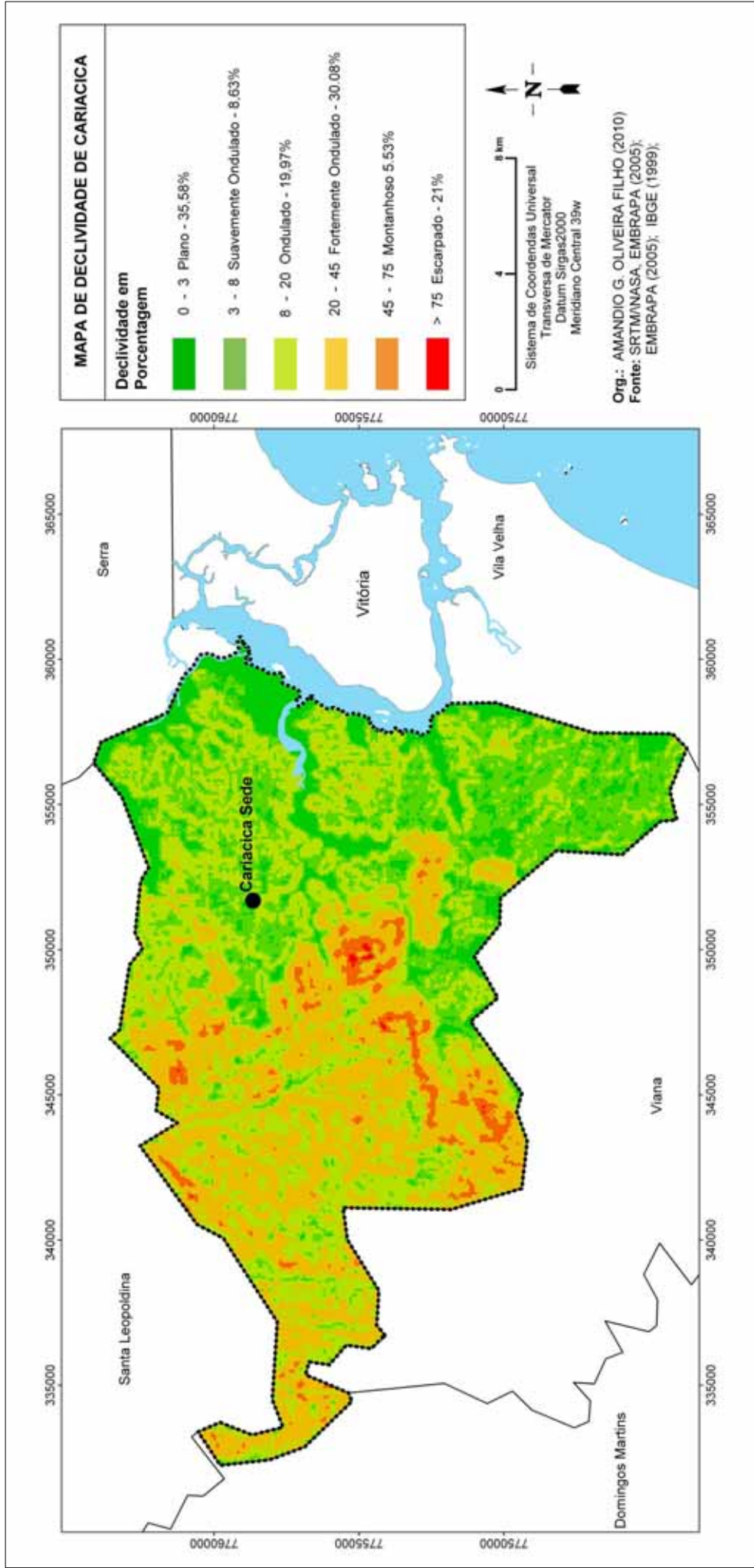


Figura 9: Mapa de Declividade em Porcentagem com classificação do relevo segundo a Embrapa (20005).

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de elevação e Classes de Declividade; IBGE (1999); Limites Políticos.

Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

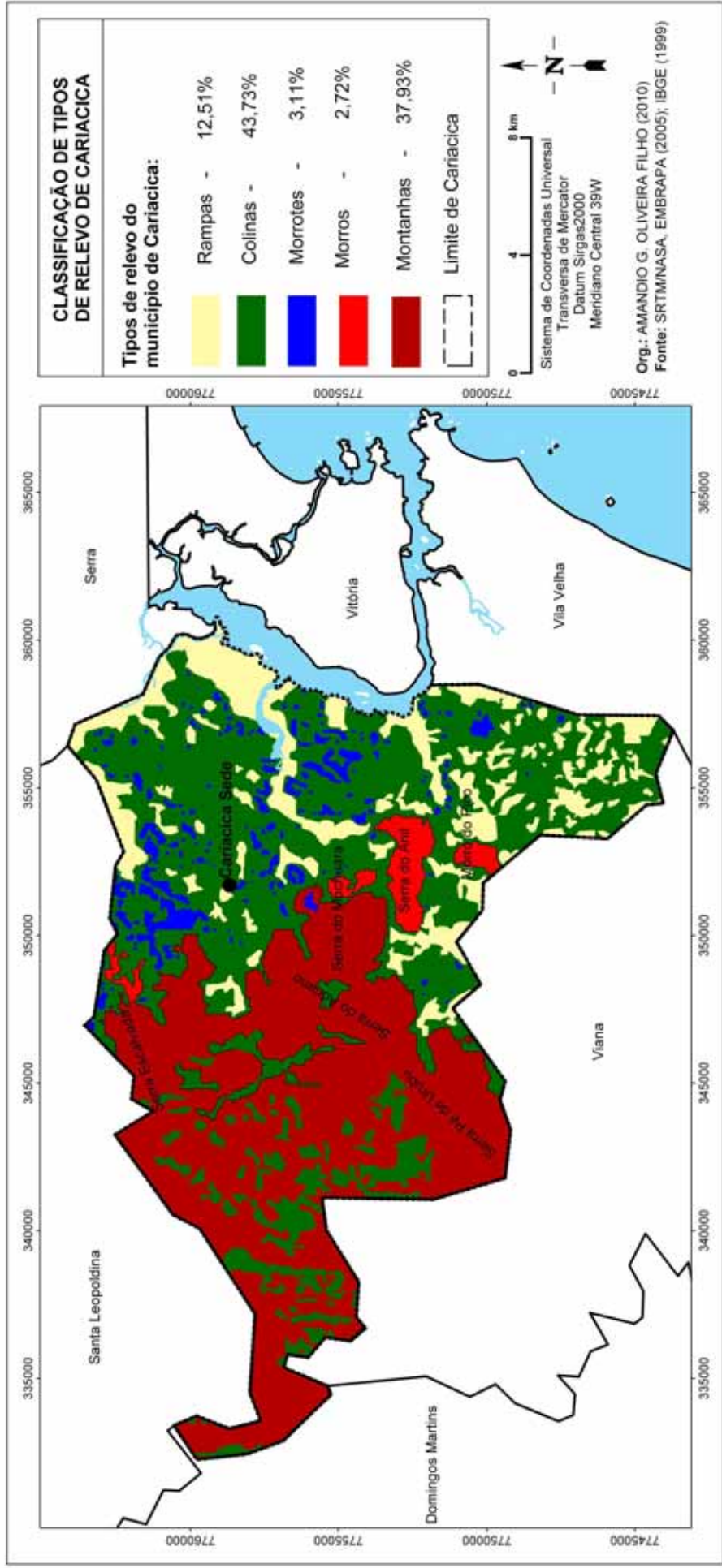


Figura 10: Mapa de Classificação de Tipos de Relevo.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005). Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999). Limites Políticos e Toponímias; PIRES Neto (1991, apud Goulart, 1992): Classes de Tipos de Relevo. Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

7.3.3 Mapeamento das Morfoestruturas:

Para o mapeamento das morfoestruturas foram observados os aspectos macros do relevo, a própria forma estrutural, que consistiu em interpretar os aspectos de rugosidade das imagens SRTM, Landsat e CBERS, nas quais As Faixas de Dobramentos Remobilizados apresentam-se com aspectos de textura rugosa, enquanto a Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica textura lisa e alongada. Para este mapeamento foi observado o agrupamento litológico das estruturas, o que favoreceu a delimitação do relevo de Cariacica nos dois domínios distintos. A Figura 11 apresenta os limites das morfoestruturas presentes em Cariacica.

7.3.4 Mapeamento das Morfoesculturas:

Para o mapeamento das morfoesculturas não foram observados apenas os fatores litológicos e endógenos, mas também as marcas dos fatores paleoclimáticos impressos no relevo, essencialmente os resultados denudacionais, que somados a processos de tectonismo revelam a compartimentação das macroestruturas em modelos secundários. Nesse processo os mapas de hidrografia e de falhas geológicas figuram como subsídios impares; não obstante, também são observados os aspectos morfográficos do relevo, que são revelados pelos mapas de classificação de tipos de relevo (a interpretação dessas unidades é tratada mais adiante na oportunidade da apresentação dos resultados).

Ainda nesta etapa, as imagens SRTM e dos satélites Landsat e CBERS fornecem os aspectos de textura e rugosidade do relevo que são essenciais nesse processo, aliados a visitas de campo. A Figura 12 apresenta o mapa das morfoesculturas presentes em Cariacica: Morfoescultura Planície Costeira, Morfoescultura Mantiqueira Setentrional e Morfoescultura Colinas Costeiros.

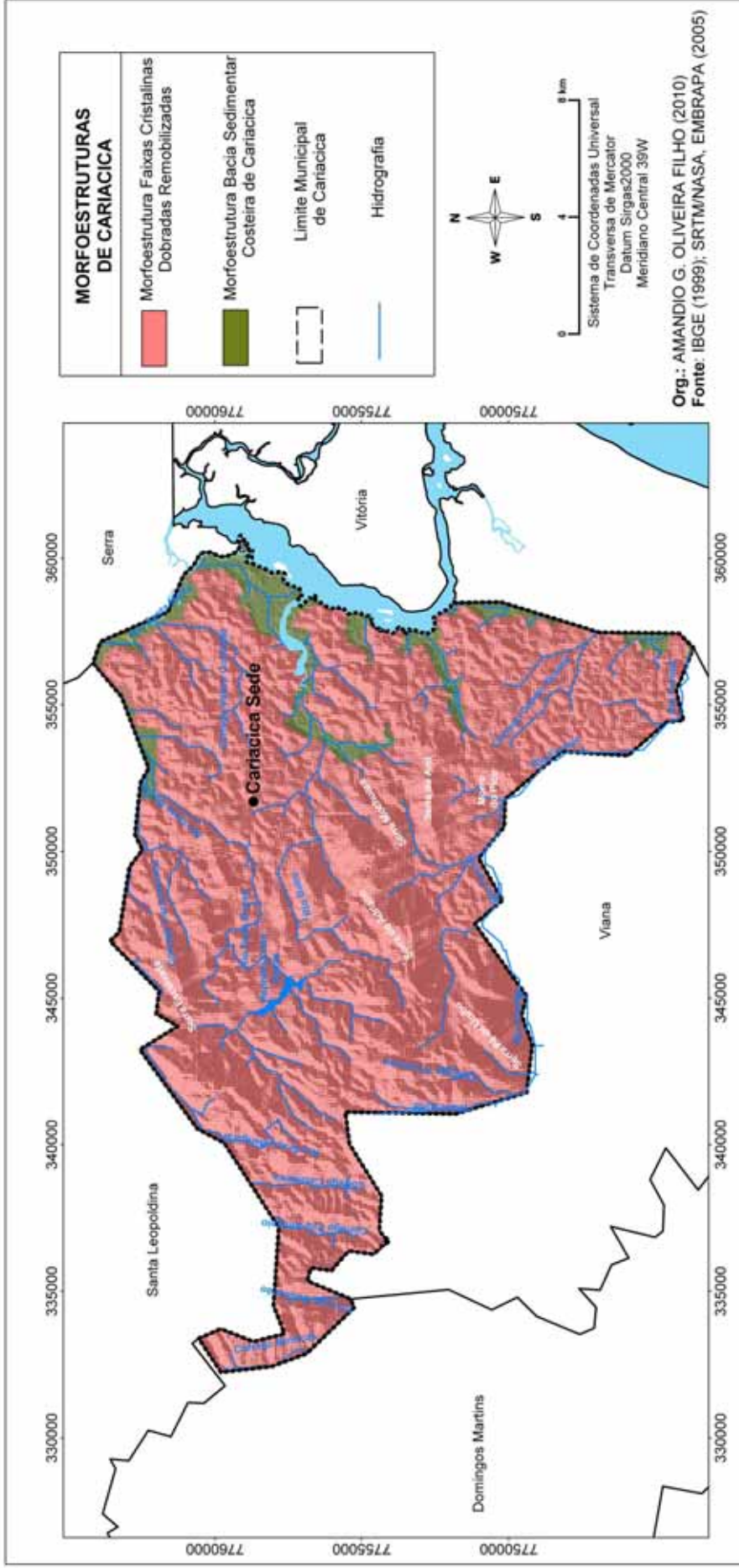


Figura 11: Mapa Morfoestrutural de Cariacica.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.
 Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

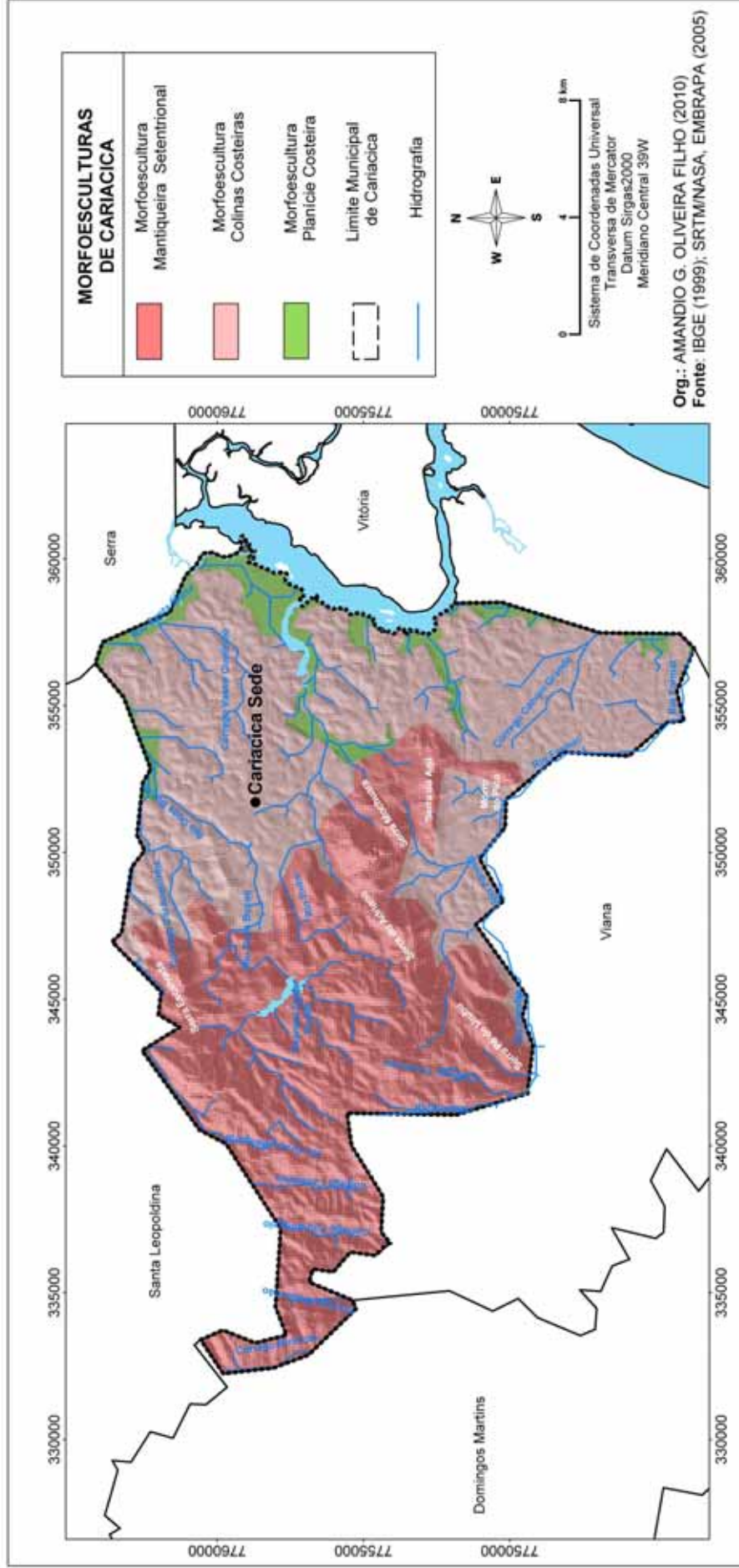


Figura 12: Mapa Morfoescultural de Cariacica.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.
Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

7.3.5 Mapeamento das Unidades Morfológicas ou Unidades Geomorfológicas:

Essas unidades caracterizam-se por apresentar arranjo das formas de relevo fisionomicamente semelhantes, fruto de determinados processos morfogenéticos. As similitudes das formas são explicadas por fatores paleoclimáticos e/ou outros fatores relacionados à natureza dos domínios. Dessa forma, para o mapeamento e ordenamento dessas unidades foram obedecidos essencialmente os aspectos fisiográficos de cada morfoescultura, envolvendo dessa forma a convergência de todas as informações utilizadas nas etapas anteriores, com destaque para a observação da geomorfogênese das unidades, enquanto nas unidades geológicas de origem da morfoestrutura cristalina a denudação é o fator atuante, na unidade da bacia sedimentar é a acumulação. Entretanto, não é regra que em determinada morfoescultura o fator de modelagem do relevo seja único, pelo contrário, os fatores processuais são concomitantes aos processos morfotectônicos, o que ocorrera, por exemplo, com as unidades geomorfológicas presente na morfoestrutura cristalina, que sofreram influência tectônica, que imprimiu ao relevo formas distintas de modelados (por exemplos, a oeste os Patamares Escalonados e a leste as Colinas Costeiras).

Para o mapeamento dessas unidades as informações de entalhamento do talvegue e de distância interfluvial foram de nítida valia, uma vez que fornecem subsídios para o entendimento dos fatores morfogenéticos denudacionais e agradacionais, o que fora obtido através do mapa de dissecação do relevo. A Figura 13 apresenta os limites das unidades morfológicas presentes em Cariacica: **Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados**, **Unidade Geomorfológica Colinas Costeiras** e **Unidade Geomorfológica Planícies Litorâneas**.

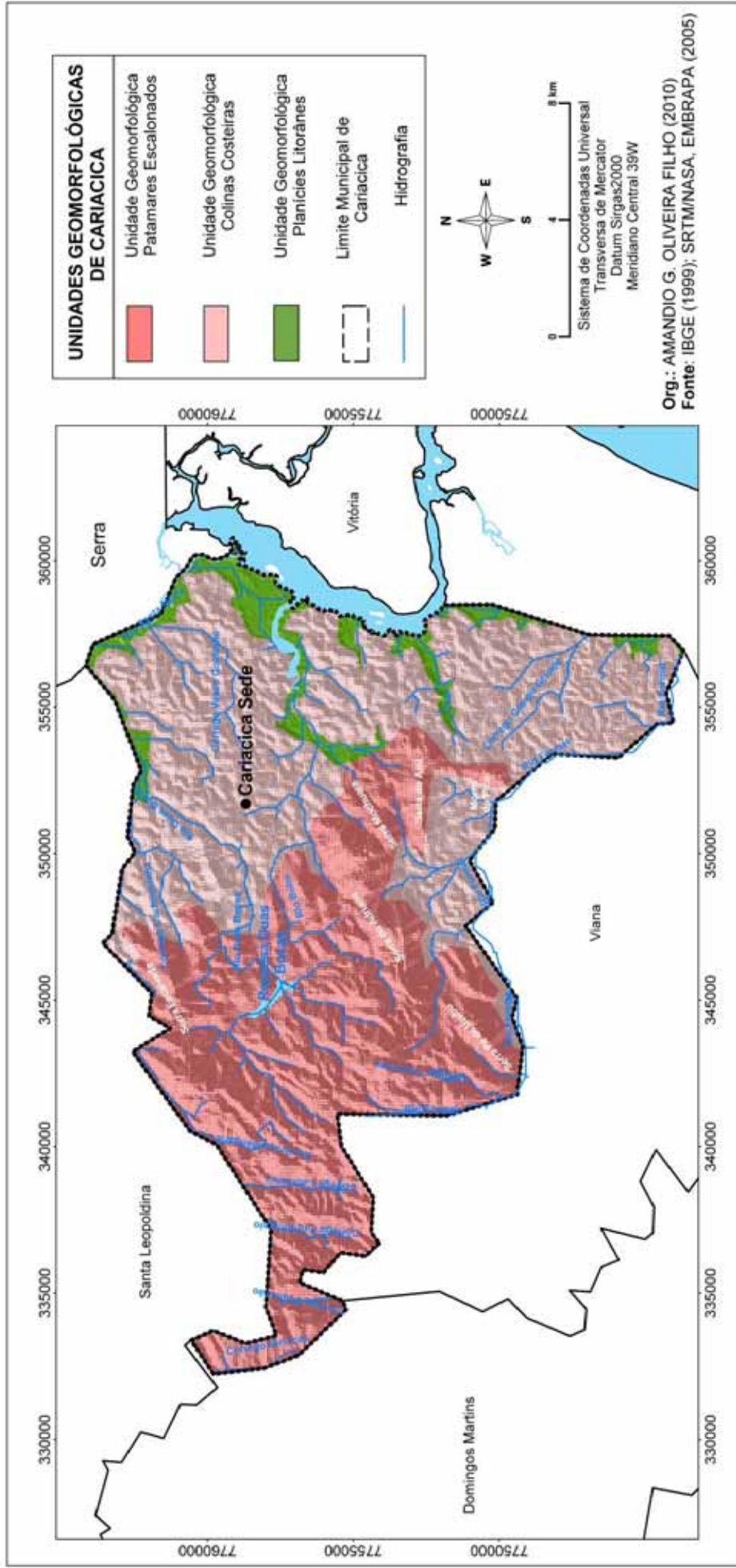


Figura 13: Mapa de unidades morfológicas.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.

Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

Outro produto importante para a compartimentação das unidades morfológicas foi o modelo tridimensional do terreno, no qual é possível observar em detalhes os limites morfográficos das unidades. A Figura 14 apresenta o mapa de visualização 3D do relevo da área de estudo, essa foi gerada no programa StratWorks 3D, a partir das informações altimétricas das imagens SRTM. É interessante ressaltar que o programa em questão não é um *software* de geoprocessamento, e sim, de interpretação geológica, entretanto, ele funciona em ambiente *Linux* e oferece maiores recursos de manipulação e visualização em três dimensões. O formato de entrada das informações altimétricas é “asc” colunado, que fora exportado do programa Geomedia Grid.

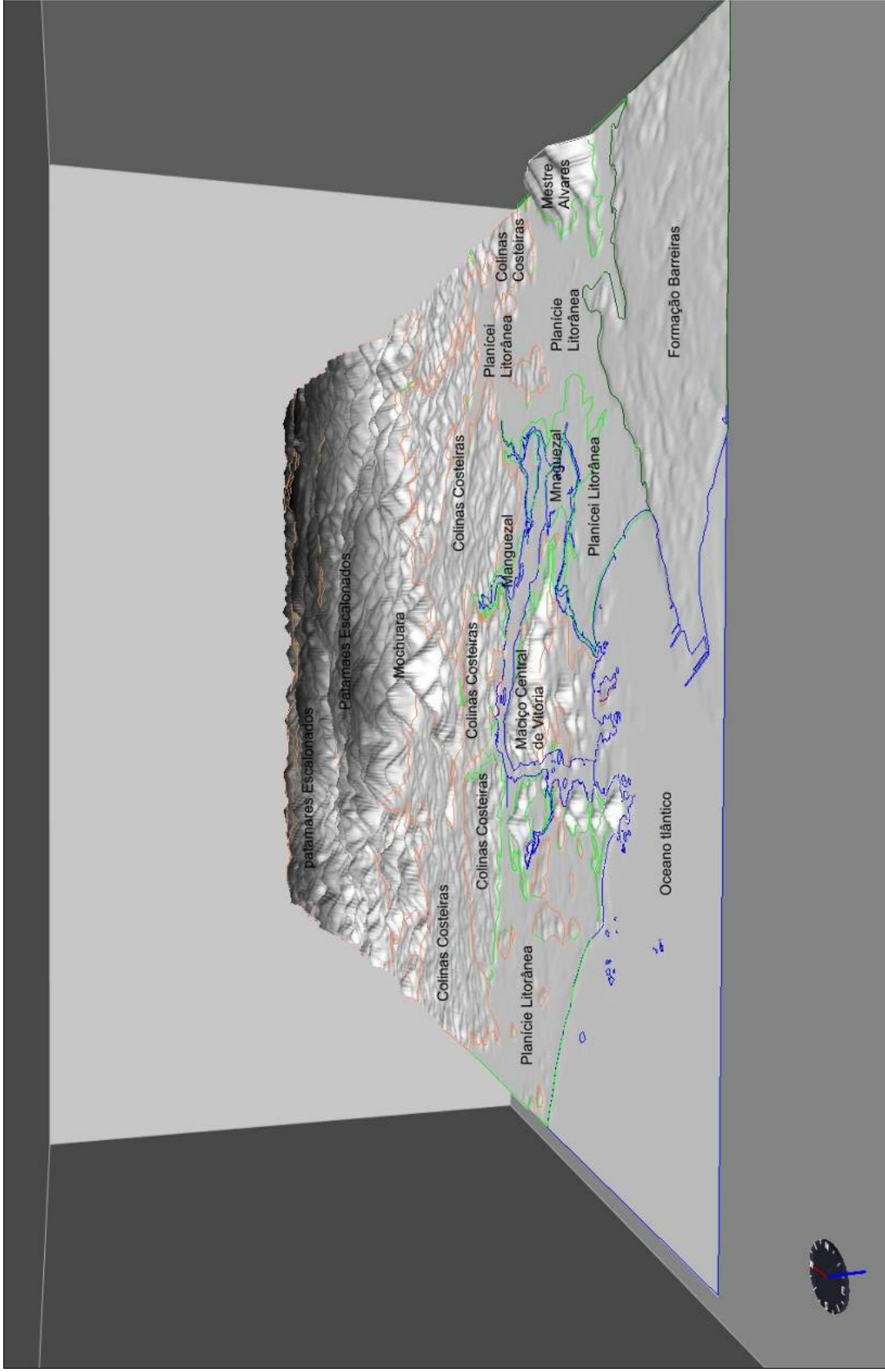


Figura 14: Visualização 3D do relevo de Cariacica com destaque para as unidades morfológicas.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005): Modelo Digital de Elevação.
Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO & WILSON G NEY

7.3.6 Mapa de dissecação do relevo:

O mapa de dissecação do relevo foi obtido a partir das informações de distância interfluvial e entalhamento do talvegue de acordo com a metodologia proposta por Ross (2006). A metodologia consiste em criar uma matriz de correlação das variáveis: distância interfluvial e entalhamento do talvegue, conforme pode ser visualizado na Tabela 8. As colunas horizontais trazem os valores referentes à dimensão interfluvial média que varia em função da dimensão entre os interflúvios, sendo que o menor valor encontra-se a esquerda (1) e aumenta para a direita até o limite 5, que corresponde às áreas com menores concentrações de canais e com declives suaves. Já o entalhamento do talvegue é representado na tabela nas linhas horizontais, sendo o menor valor associado à primeira linha da primeira coluna, sendo que esses valores variam no sentido vertical descendente da tabela alcançando o valor máximo de 5.

As distâncias interfluviais médias, que representam as distâncias entre os vales, foram obtidas a partir do mapa de drenagem da área de estudo. Já os dados de entalhamento do talvegue, esses foram obtidos a partir do modelo sombreado do terreno e do mapa de hidrografia através do comando *Layer Profile* (perfis traçados sobre o relevo) do programa Geomedia Grid. A Figura 15 representa um esquema de medidas das variáveis no terreno.

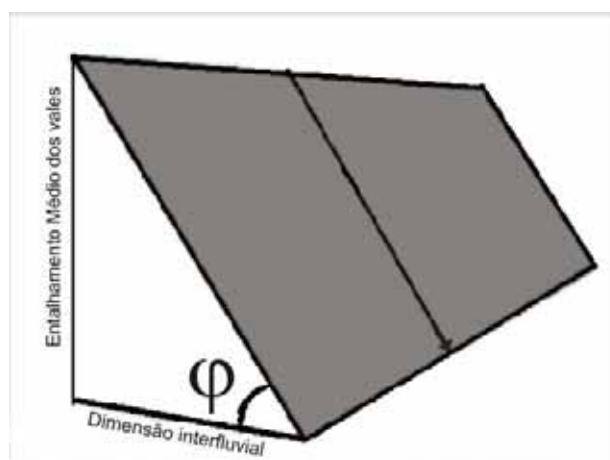


Figura 15: Representação de uma vertente com a metodologia de medidas de entalhamento de talvegue e distância interfluvial.

Fonte: Devicari, 2001.

Tabela 8: MATRIZ DE ÍNDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA	MUITO GRANDE (5) ≥500m	GRANDE (4) 700 a 1500m	MÉDIA (3) 300 a 700m	PEQUENA (2) 100 a 300m	MUITO PEQUENA (1) ≤100m
ENTALHAMENTO MÉDIO DOS VALES					
MUITO BAIX (1) ≤20m	11	12	13	14	15
BAIX (2) 20 a 40m	21	22	23	24	25
MÉDIA (3) 40 a 80m	31	32	33	34	35
ALTA (4) 80 a 160m	41	42	43	44	45
MUITO GRANDE (5) ≥160m	51	52	53	54	55

Fonte: Ross 2006, modificado.

Após a tomada das medidas, os planos de informações foram exportados no formato “asc” (arquivo xyz, contendo as coordenadas e o valor das variáveis) e importados no programa PowerView. Neste programa as duas variáveis foram correlacionadas para fornecerem o mapa de dissecação do relevo. O mapa de dissecação do relevo foi agrupado seguindo classes de dissecação, como pode ser observado na Tabela 9. O índice de dissecação conforme Ross (2006) varia de muito fraco a muito forte, representam a correlação dos valores de entalhamento do talvegue e da distância interfluvial, o índice 11 aponta a menor dissecação e o 55 a maior. A Figura 16 apresenta o mapa de dissecação do relevo gerado para Cariacica.

Tabela 9: CLASSES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

1 – Muito Fraco	11
2 – Fraco	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

Fonte: Ross (2006).

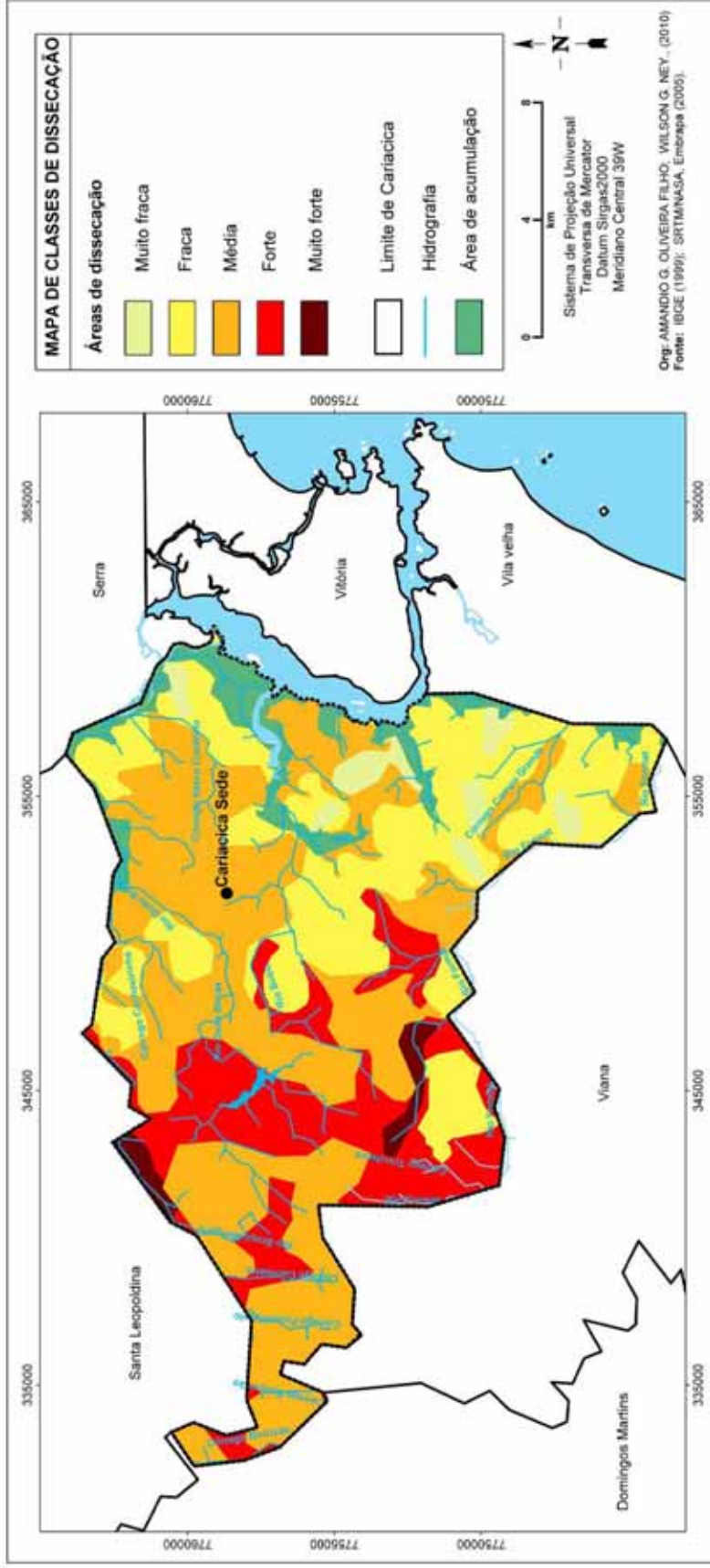


Figura 16: Mapa de dissecação do relevo.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias; ROSS (2006); Classes de Dissecação.
Org: AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

8.0 RESULTADOS

Neste tópico são apresentados e discutidos os resultados alcançados. Inicialmente são apresentadas as principais características da área de estudo, bem como essas corroboram com o condicionamento da paisagem geomorfológica em Cariacica.

8.1 Caracterização da área de estudo:

8.1.1 Hidrografia:

A hidrografia da área de estudo foi elaborada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) através do programa computacional Arcgis 9.2 utilizando os recursos do módulo *hydrology* deste programa. Para a aferição do produto gerado foi utilizada a rede hidrográfica das cartas Domingos Martins (MI 2579-4), Serra (2580-1), Santa Leopoldina (MI 2579-2) e Vitória (2580-3) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os rios foram nomeados de acordo com as informações das cartas topográficas do IBGE. Como produto de auxílio na caracterização geomorfológica do relevo foi adotada a hierarquização fluvial de Strahler, que pode ser realizada a partir de recursos presentes no Arcgis.

A hierarquia fluvial de Strahler obedece à determinação do ordenamento dos canais que são agrupados em ordem crescente. Os menores canais, aqueles que não recebem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem são formados pela confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem seguem a regra do anterior, com exceção que podem receber afluentes de todas as ordens inferiores. E assim sucessivamente com as ordens seguintes, conforme a Figura 17. A Figura 18 apresenta a hierarquização fluvial de Cariacica.

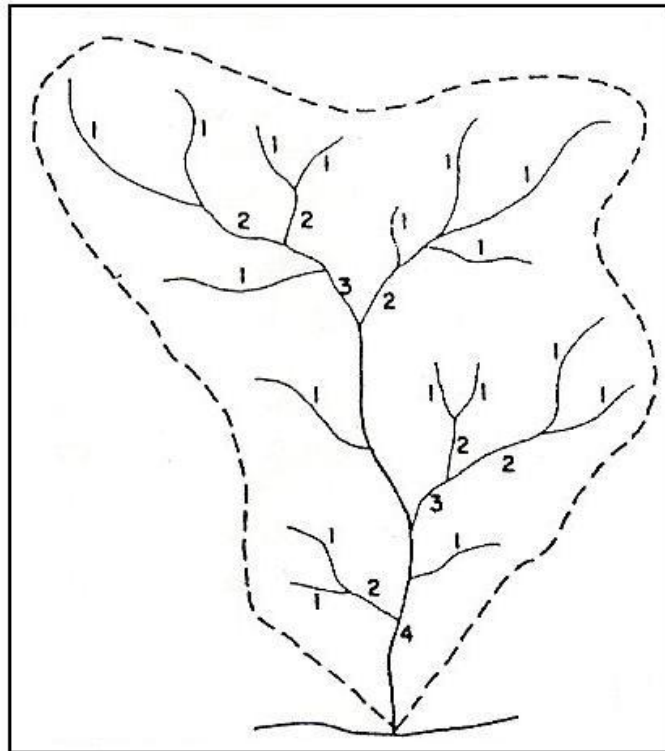


Figura 17: Hierarquia fluvial de Strahler.
Fonte: Christofolletti (1980)

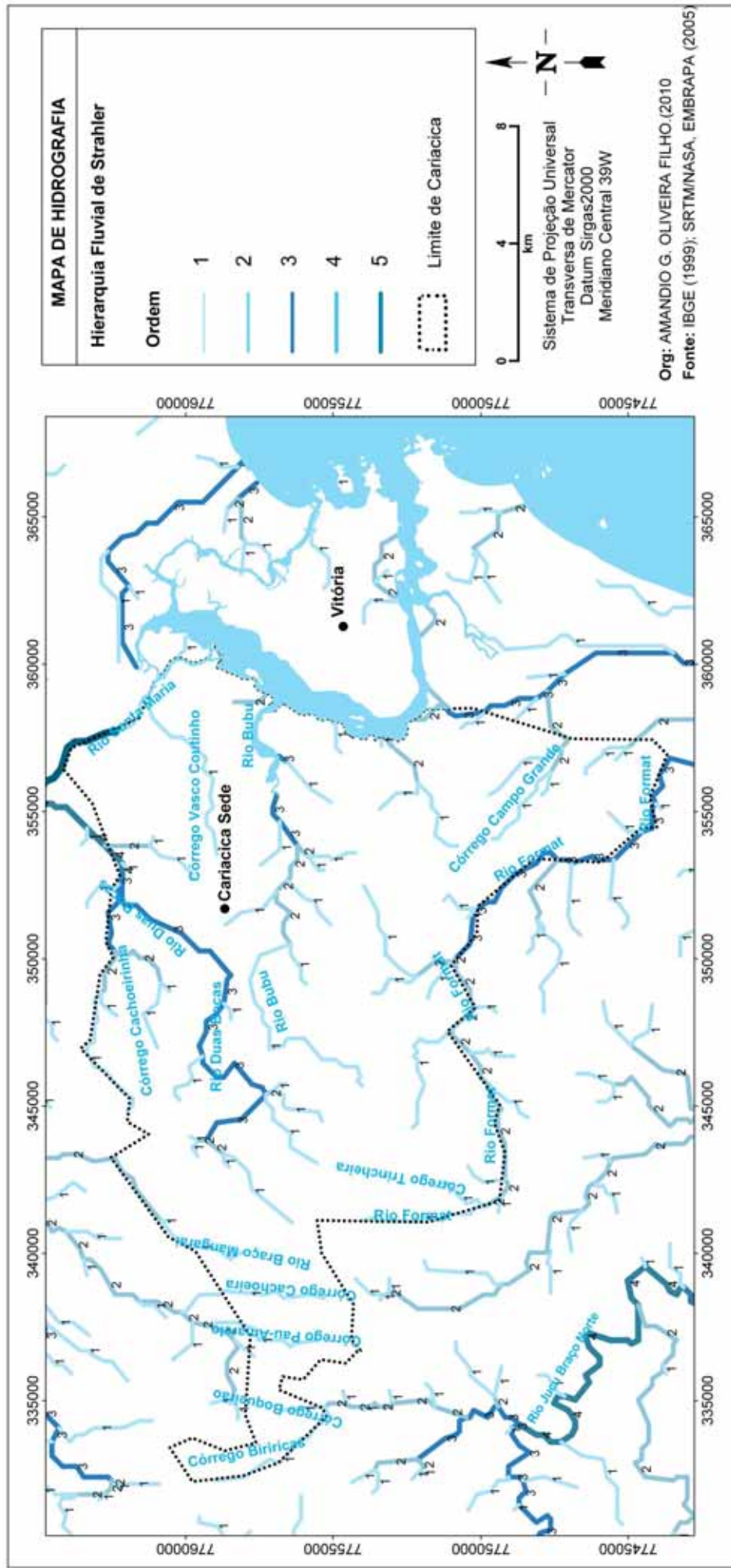


Figura 18: Mapa de Hidrografia de Cariacica

Fonte: SRTM/ NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.
Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

Sobre a hierarquia fluvial, Christofolletti (1980) destaca que ela é necessária para se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. As informações de hierarquia, ainda segundo o autor são imprescindíveis para a análise morfométrica do relevo, uma vez que revela os diferentes padrões de dissecação.

A classificação hidrográfica fornece subsídios para a análise do potencial de erosão exercido pelos cursos de água, bem como a capacidade de transporte e deposição do material erodido. Analisada em conjunto com os graus de declividade do terreno, a hidrografia ajuda a elucidar os processos de movimento de massa que são presentes nas áreas de grandes inclinações, além de auxiliar na identificação de possíveis áreas de inundação e no monitoramento de enchentes.

Quanto aos padrões de drenagem encontrados em Cariacica, conforme classificação de Christofolletti (1980) evidencia-se o controle estrutural no comportamento dos canais. Em sentido oeste - este a partir do Córrego Biriricas até o Córrego Cachoeira, a hidrografia responde principalmente por padrões treliça, cuja direção de fluxo é controlada pela estrutura rochosa (cristalina), e os cursos secundários ortoclinais fluem em direção ao curso principal formando ângulos retos nas confluências. Segundo Christofolletti (1980), tal padrão de drenagem pode ser encontrado em estruturas falhadas e nas cristas anticlinais, em que o controle estrutural é devido à desigual resistência das camadas inclinadas que afloram em faixas estreitas e paralelas. Os cursos principais desse padrão de drenagem estão fortemente condicionados por falhas geológicas, que obedecem ao sentido norte-sul (NS), conforme pode ser observado na Figura 19. Ainda, a influência tectônica pode ser observada no condicionamento da hidrografia da sub-bacia do Rio Duas Bocas. Na altura da Represa Duas Bocas, a Faixa Cataclasada de Colatina (NOVAIS et al., 2004) acentua o padrão dendrítico dos cursos d'água, em que as diversas ramificações, nas proximidades da represa, convergem para o lineamento principal da faixa cataclasada.

Com base na rede de drenagem foi possível analisar os índices de dissecação do relevo de Cariacica, que serviu como base para a caracterização das Unidades Geomorfológicas. Para a obtenção dessas informações foi preciso obter a média dos

valores de entalhamento de talvegue dos cursos de água, bem como as distâncias interfluviais, que combinadas forneceram os valores de dissecação do relevo pretendido.

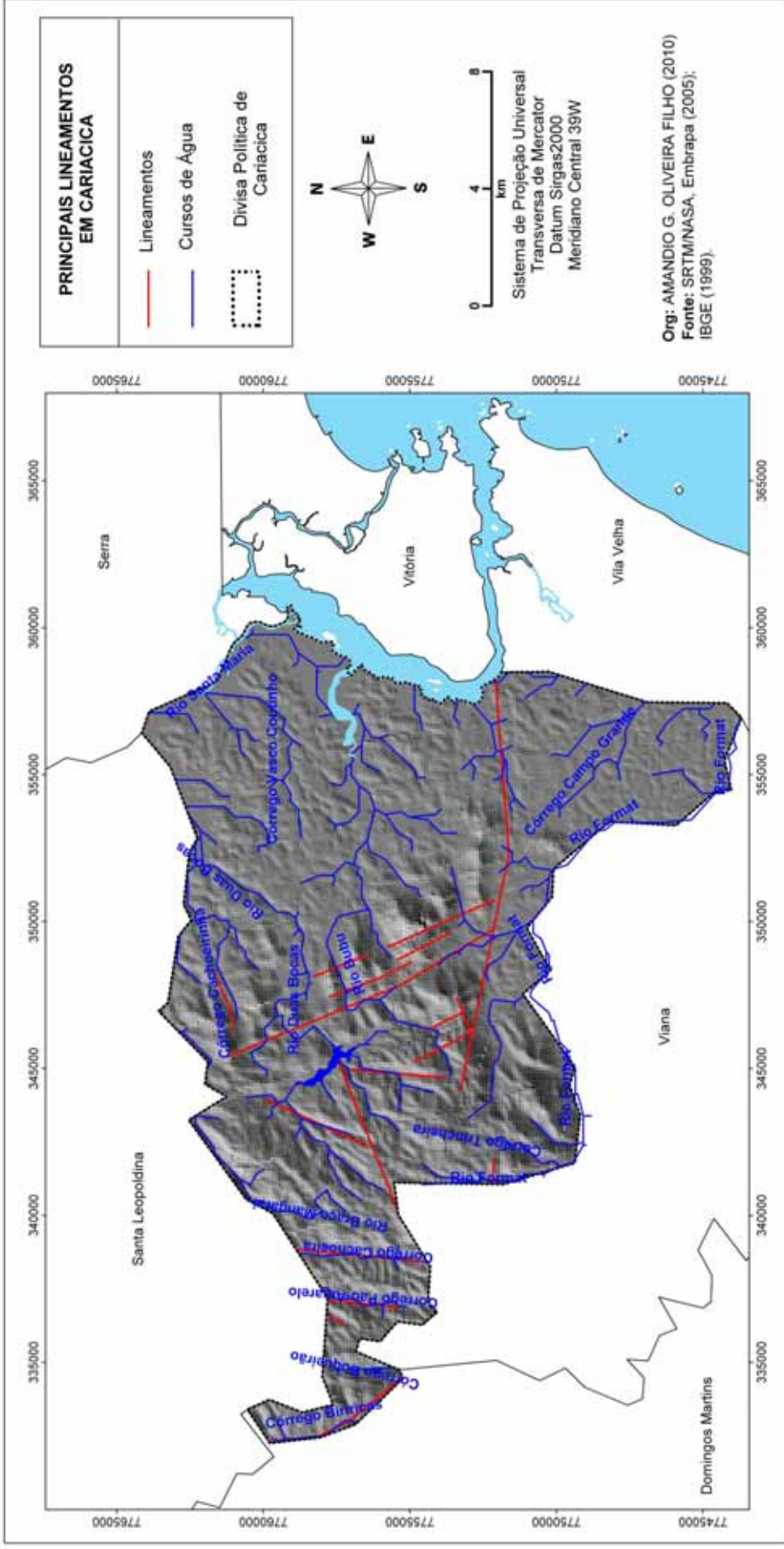


Figura 19: Mapa de falhas geológicas com os principais canais hidrográficos.

Fonte: SRTM/NASA, EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias; CPRM (2004); Lineamentos; NOVAIS et al. (2004); Lineamentos. Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

8.1.2 Clima:

O clima exerce uma influência primordial na evolução da paisagem geomorfológica, atuando ao longo do tempo geológico modelando as formas do relevo e respondendo pelas condições morfogenéticas específicas atuantes. Como aponta Ab' Sáber, o clima é responsável pelas estruturas superficiais da paisagem. Nesse sentido, o autor ressalta a importância do clima para a compreensão do relevo:

Custou muito para se compreender que as bases rochosas da paisagem respondem apenas por uma certa ossatura topográfica, e que, na realidade, são os processos morfoclimáticos sucessivos que realmente modelam e criam feições próprias no relevo (AB ' SÁBER, 1969, p. 4).

Dessa forma, a estrutura superficial da paisagem é compreendida como toda forma de depósito relacionada à determinada condição climática. Em outras palavras, os agentes climáticos são os principais responsáveis pela esculturação do relevo e pelos depósitos correlativos. Casseti (2005) aponta algumas considerações acerca da influência das alterações climáticas na conformação do relevo na zona intertropical da Terra, na qual o município de Cariacica está inserido. O autor aponta o caráter de intemperismo imposto pelas alterações climáticas, que responde por diferentes processos morfogenéticos. Segundo ele,

considerando as diferenças climáticas entre as fases glaciais e interglaciais pleistocênicas constata-se que enquanto nas primeiras prevalecia a morfogênese mecânica nas latitudes intertropicais, relacionadas ao clima semi-árido, nas segundas registrava-se a morfogênese química, associadas ao clima úmido, situação próxima ao Holoceno. Assim, sob diferentes condições climáticas tem-se diferentes tipos de intemperismos, com depósitos correlativos diferenciados. (CASSETTI, 2005, p. 5).

A ação do clima atua sobremaneira sobre os processos de intemperismo das rochas e sobre a erosão, que se processa de forma diferenciada em relação às diferentes condições climáticas. Em condições climáticas áridas predomina o intemperismo físico, que pode ser entendido como

[...] os processos que causam desagregação das rochas, com separação dos grãos minerais antes coesos e com fragmentação, transformando a rocha inalterada em material descontínuo e friável (TOLEDO et al., 2003, p. 141).

Por outro lado, sob condições climáticas mais úmidas, predomina o intemperismo químico, que é favorecido pela ação da água da chuva sobre as rochas, que comanda processos químicos de alteração dos minerais.

É importante compreender que o clima é um fator primordial para a compreensão da paisagem geomorfológica, e que essa é resultado tanto dos fatores endógenos quanto dos exógenos comandados pela ação climática. Nesse sentido são destacadas algumas das condições climáticas do município de Cariacica, as quais naturalmente estão envolvidas nos processos morfogenéticos e morfodinâmicos atuantes no relevo.

O município apresenta precipitação média entre 1200 e 1300 mm, com destaque para os meses de novembro a março, com precipitação mensal que alcança mais de 150 mm. As menores precipitações ocorrem nos meses de inverno com valores inferiores a 100 mm. A temperatura média do município é da ordem de 24° C, apresentando os meses mais quentes no verão, em que as temperaturas chegam a ultrapassar 33° C.

A Figura 20 apresenta os valores médios de temperatura e precipitação entre os anos de 1961 e 1990 para o município de Vitória, local mais próximo a Cariacica onde são registradas informações meteorológicas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2010). Para a classificação climática deste município foram utilizadas as informações meteorológicas da capital capixaba.

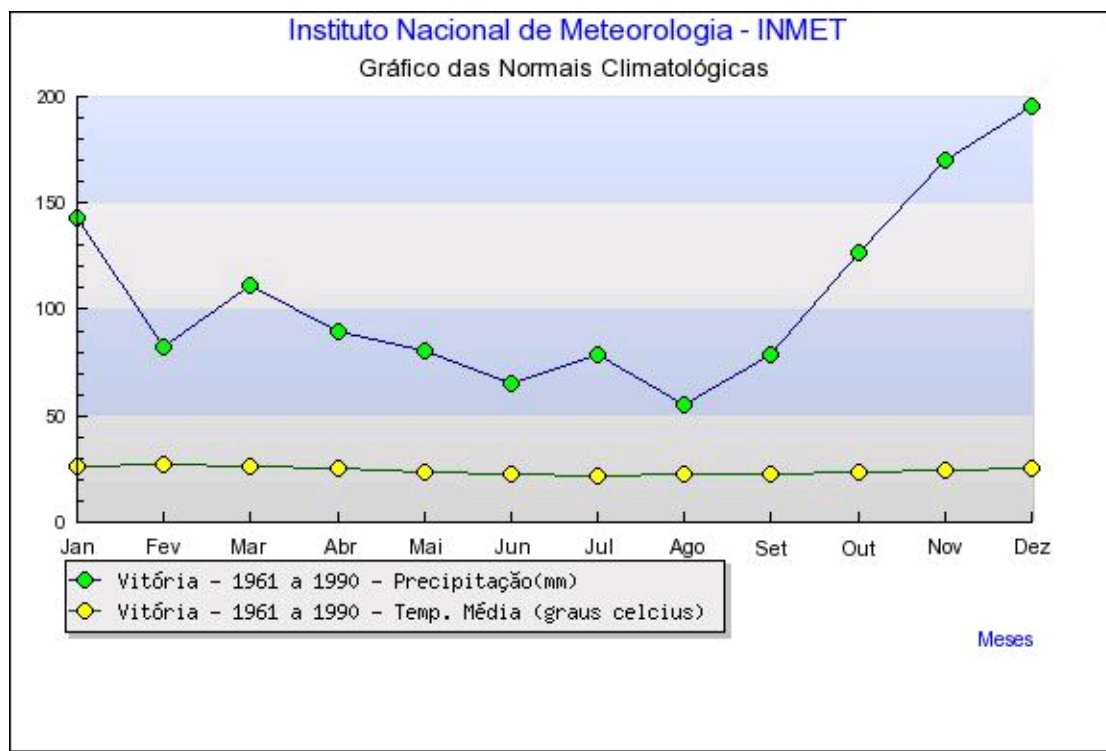


Figura 20: : Valores médios de temperatura e precipitação para Vitória – ES.
Fonte: INMET (2010).

A fim de destacar a influência do clima nos processos morfogenéticos e morfodinâmicos atuais em Cariacica, a seguir é apresentada a classificação climática de Cariacica com base nos dados meteorológicos apresentados na Figura 20, segundo a perspectiva de Köppen.

Segundo a classificação de Köppen predomina em Cariacica o clima principal, reconhecido pela temperatura: clima tropical chuvoso, representado pela letra maiúscula “A”. Esse tipo climático é reconhecido pelas altas médias pluviométricas, principalmente no verão, acompanhado de temperaturas elevadas. De acordo com Ayoade (1998), nesse clima, a precipitação pluvial anual é maior do que a evapotranspiração anual. Corrobora para esse fato a alta temperatura média no inverno, superior a 18°.

Embora o clima predominante em Cariacica seja o clima tropical chuvoso, ainda é possível, de acordo com Köppen individualizá-lo em duas subclasses de acordo com as particularidades sazonais e características adicionais de temperatura: clima de savana (Aw) e clima tropical chuvoso de floresta (Af). Nesse contexto, o clima Aw é

caracterizado pelas fortes chuvas de verão, associadas a períodos de temperaturas mais elevadas, que em Cariacica ultrapassam 33°, apresentando médias de precipitação pluviométricas acima de 100mm. Ainda, com base nos dados meteorológicos apresentados na Figura 20, é possível constatar que Cariacica experimenta forte influência do clima Af, que é caracterizado pela presença de umidade o ano todo, não sofrendo um período prolongado de seca, que é evidenciado pela média pluviométrica acima de 50mm, mesmo no inverno. Associado às classificações anteriores, pode-se ainda elencar com base em características adicionais de temperatura, o subtipo “a” na classificação do cientista, que é evidência de um verão quente com temperatura acima de 22° no mês mais quente, conforme pode ser observado na curva de temperatura da Figura 20.

Embora não seja analisado isoladamente no contexto ambiental e geomorfológico, o clima é fator importante nessa análise, de tal forma, que sob as condições climáticas atuais predominantes em Cariacica, verifica-se principalmente o desenvolvimento dos processos de intemperismo químico que age preferencialmente sobre as zonas de fraquezas das rochas, que facilita a percolação das águas das chuvas. Além disso, as águas pluviométricas são responsáveis pelos processos de remoção e transporte de sedimentos que são depositados no sopé das vertentes. Ainda se faz importante ressaltar a influência pluviométrica na manutenção da rede hidrográfica, e também na desestabilização das vertentes, respondendo pela ação erosiva, principalmente laminar sobre o relevo. Além disso, a condição climática condiciona a formação dos solos, que implicará no uso da paisagem natural para a sobrevivência humana.

8.1.3 Geologia da área de estudo:

Neste trabalho é apresentado o contexto geológico e geotectônico presente na área de estudo, baseado em informações do projeto Radam Brasil (1983) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004).

8.1.4 Contexto Geológico e Geotectônico:

Para a análise geológica da área estudada foi utilizado o mapa geológico do Projeto Radam Brasil (1983), na escala de 1:1000.000, da folha Rio de Janeiro-Vitória modificado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004) . Embora

a escala do mapa seja menor à adotada no trabalho, possibilita uma visão regional da geologia de Cariacica.

A geologia do município de Cariacica pode ser dividida em cinco unidades (Figura 21), sendo quatro cristalinas e uma sedimentar. As unidades cristalinas são representadas pelo Complexo Paraíba do Sul, ocupando toda a área central do município, composta de rochas ígneas e metamórficas; Unidade Tonalitos tipo Jequitibá, presente em uma faixa estreita no extremo oeste, composta de rochas metamórficas; Unidade Enderbito Santa Tereza, representada por rochas ígneas plutônicas, presente em porções pequenas no oeste da cidade; e Unidade Suíte Máfica do Orógeno Araçuaí, composta por rochas ígneas e metamórficas, presente apenas em uma pequena mancha no limite sul entre Cariacica e Viana. Já a unidade sedimentar é representada pela Unidade Depósitos flúvio-lagunares, distribuídos ao longo de todo o limite leste do município, representados por sedimentos inconsolidados (Terciário e Quaternário)

A seguir é apresentada uma caracterização litológica de Cariacica, conforme dados extraídos da CPRM (2004):

- a) Unidade sedimentar Depósitos Flúvio-lagunares: areia, argila e silte (73,42 km²), idades terciária e quaternária (1.75 Ma. - Milhões de anos antes do presente) e 0 - 0.875 Ma., respectivamente);
- b) Complexo Paraíba do Sul: composto essencialmente por rochas paragneisses (gnaisse e kinzigito, compondo uma área de 184 km², idade neoproterozóico (541 Ma.);
- c) Unidade cristalina Suíte Máfica do orógeno Araçuaí: diorito, enderbito, quartzodiorito, anfíbolito e metagabro (0,49 km²), idade cambriano (501 Ma.);
- d) Unidade cristalina Santa Tereza: enderbito (10,85 km²), idade neoproterozóico (541-650 Ma.); e
- e) Unidade cristalina Tonalitos tipo Jequitibá: metatonalito (5,06km²), idade Neoproterozóico (541-650 Ma.).

Predomina na área de estudo um sistema de falhas sentidos norte/nordeste – sul/sudoeste (NNE-SSW) e norte/noroeste – sul/sudeste (NNW-SSE) provenientes do Ciclo Brasileiro (900 / 570 Ma.), que segundo Cesero et al. (1997) foi marcado por

eventos compressivos que afetaram tanto a plataforma brasileira quanto a africana. Ainda sobre o arcabouço estrutural da área estudada, Vieira et al. (1994, apud NOVAIS et al., 2004) afirmam que essas estruturas são herdadas de unidades geotectônicas de idade pré-cambriana, que compreendem uma complexa associação de rochas ígneas e metamórficas da Província Mantiqueira.

Os alinhamentos NNW-SSE, tratado no Projeto Radam Brasil (1983) como Faixa Colatina, é discutido por Novais et al. (2004), ao qual os autores chamam de Faixa Cataclasada de Colatina, em que segundo os mesmos, essa faixa é uma das mais importantes feições tectono-estruturais da região Sudeste, cuja origem está associada a um processo de deformação dúctil junto à borda sul do Cráton do São Francisco. Ainda segundo os mesmos autores, a maioria dos alinhamentos da Faixa Cataclasada de Colatina são estruturas que remontam ao Ciclo Transamazônico (2.2 / 2.0 Ga. – bilhões de anos antes do presente.), que posteriormente foram retrabalhadas na Orogenia Brasileira (900 / 570 Ma.) e em eventos tectônicos posteriores.

Associadas à Faixa Colatina existe um conjunto de falhas sentidos noroeste - sudeste (NW-SE) e este - oeste (EW) da fase de ruptura continental e deriva, que segundo Novais et al.(op. cit.) são falhas transcorrentes que se comportam como zonas de alívio de tensão. Estas falhas segundo os autores são controladas por eventos tectônicos posteriores.

Tal análise se faz necessária para o entendimento das condicionantes endógenas de formação das paisagens geomorfológicas, apontando os principais eventos geológicos pretéritos e as diferenças litológicas que foram e são trabalhadas pelos fatores exógenos de esculturação do relevo.

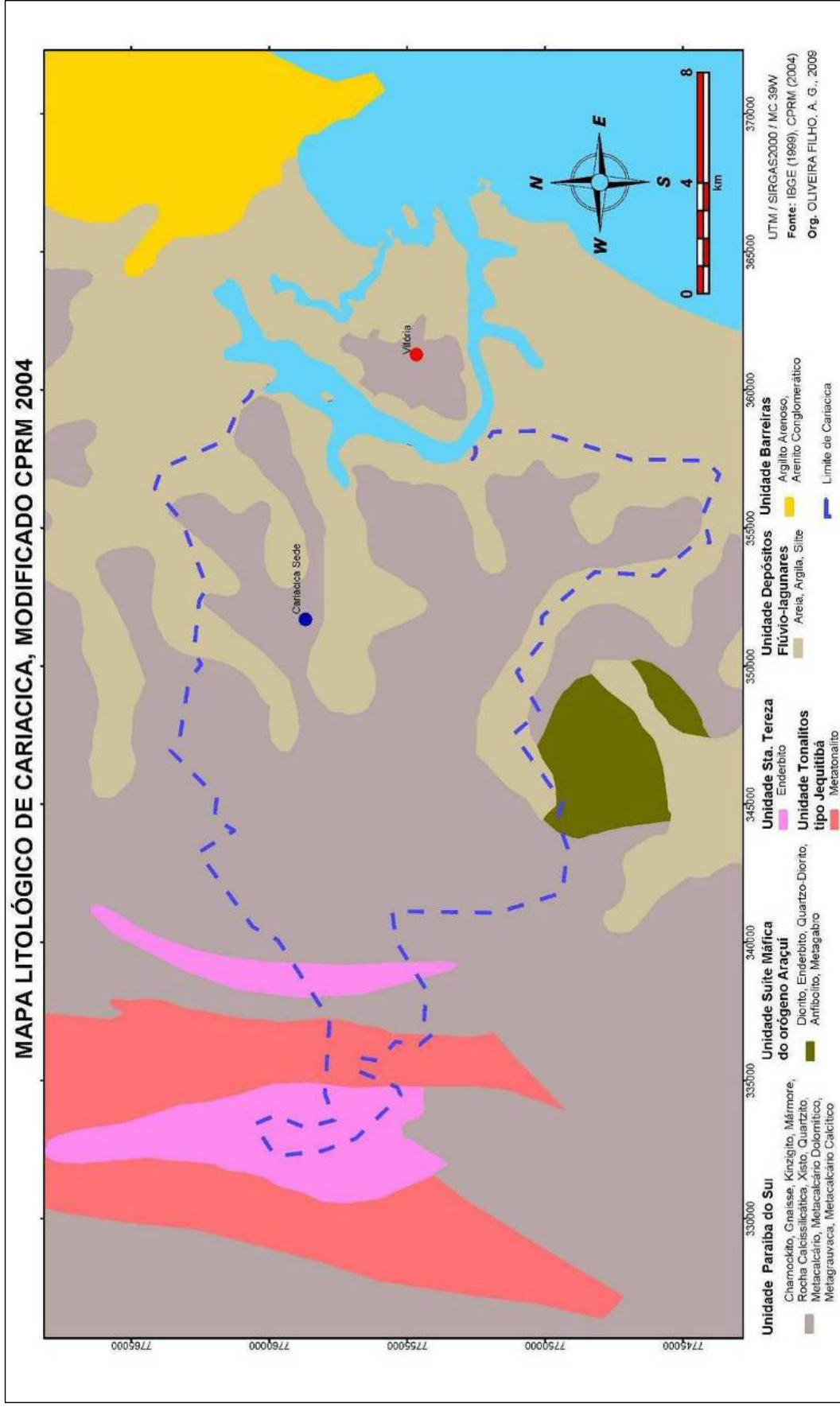


Figura 21 : Mapa litológico de Cariacica.

Fonte: IBGE (1999): Limites Políticos e Toponímias CPRM (2004): Litologia.

Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

8.1.5 Solos da área de estudo:

O solo é entendido como “*produto do intemperismo, do remanejamento e da organização das camadas da crosta terrestre, sob ação da atmosfera, da hidrosfera, da biosfera e das trocas de energia envolvidas*” (TOLEDO et al. 2003, p. 157). Nesse sentido, o solo é formado a partir de diferentes fatores, material fonte, clima, vegetação, hidrografia, relevo e ação de organismos. Ainda, segundo a Embrapa,

Solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, redimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2005, p. 22).

Figura entre os principais trabalhos na perspectiva pedogenética, o mapeamento produzido pelo Projeto Radam Brasil (1983), na escala de 1:1000.000 e o Levantamento de Solos do Estado do Espírito Santo (ACHA PANOSO et al., 1978), na escala de 1:400.000, produzido pela Embrapa. Em função da escala, esses mapeamentos contribuem mais para a caracterização dos aspectos físicos do solo de Cariacica, não se constituindo em um mapa de solos propriamente dito para a escala de trabalho adotada.

De acordo com o mapeamento produzido pelo projeto Radam Brasil (1983) são encontrados em Cariacica cinco agrupamentos de solos: Cambisoló álico (ca32), Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa21), Solos Litólicos distróficos (RD), Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico álico (LVPa) e Solonchak Sódico (SKS2). No setor dos patamares predominam os Latossolos, Solos Podzólicos e Solos Litólicos; nas colinas predominam os Latossolos com deposição de sedimentos areno-argilosos; na região das planícies predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico álico (colúvios provenientes das encostas das colinas), e nos manguezais os Solonchaks Sódicos, marcando a influência salina, ainda nessa unidade. Segundo Martin et al. (1997), os sedimentos encontrados nos manguezais caracterizam-se por serem argilo-siltosos ricos em matéria orgânica.

Já, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1978) são encontradas cinco associações de solos em Cariacica: Latossolo Vermelho-Amarelo,

Podzólico Vermelho-Amarelo, Gleissolo, Areias Quartzosas Marinhas e Solos Aluviais. Em função do mapeamento feito pela Embrapa ser em escala mais próxima a adotada neste trabalho, o mesmo será adotado para a caracterização dos solos presentes na área de estudo.

➤ Latossolo vermelho-amarelo:

Esses solos ocorrem em quase todas as unidades morfológicas de Cariacica, estando presente em praticamente todos os setores do relevo, com exceção de áreas de rochas expostas e de associações de solos presentes na planície costeira do município. Os latossolos vermelho-amarelos caracterizam-se por ser um tipo de solo muito intemperizado, de altas profundidades, de textura argilosa a média, comumente com presença de caulinita e óxidos que lhe garantem aspecto fortemente ácido, e apresenta-se com boa drenagem. Sua existência está associada a regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos. Estão associados em geral a relevos ondulados, como nas Colinas Costeiras de Cariacica, com altitude média de 35m, e declividade abaixo de 20%, entretanto, podem ocorrer em áreas fortemente onduladas, como acontece em setores da Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados, em altitude média de 400m e declividades maiores do que 20%. A fâcies de vegetação original predominante é a Floresta Subperenifolia.

Em Cariacica os latossolos ocorrem com outras associações nos diferentes compartimentos do relevo. No setor oeste e noroeste do município, esses são associados a Cambissolos Háplicos distróficos, de textura média e argilosa, normalmente presentes nas vertentes mais íngremes do relevo, onde o solo é menos desenvolvido, de constituição mineral, com horizonte B pouco desenvolvido subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Segundo a Embrapa (2005), esses solos possuem horizonte A com espessura < 40 cm e o horizonte B pouco desenvolvido (incipiente), com pedogênese pouco avançada.

Por serem solos com alto grau de acidez, os latossolos vermelho-amarelos oferecem restrições ao uso agrícola, necessitando de correções químicas para o seu manejo, que consiste em uso de fertilizantes, adubos e controle da acidez através do uso de aditivos

agrícolas. Ainda sobre a capacidade de uso deste solo, estes apresentam como fatores limitantes o relevo muito acentuado e o excesso de alumínio (aspecto álico) o que desfavorece a sua utilização para a agricultura, além de estar sujeito aos processos erosivos nas vertentes. Nas áreas de solos pouco desenvolvidos nas vertentes íngremes, Lepsch (2002) destaca a necessidade de proteção dessas áreas para a manutenção da preservação de ambientes ecológicos.

➤ Podzólico Vermelho-Amarelo (Atualmente Argissolos - EMBRAPA, 2005):

Esse solo ocorre em uma faixa de transição dos Patamares Escalonados para as Colinas Costeiras de Cariacica, estando associados a relevo ondulado de declividade abaixo de 20% e de altitude abaixo de 100m. São solos constituídos por material mineral, com horizonte B textural; apresentam textura argilosa e saturação álica. Na área de estudo estão associados à fácies de vegetação Floresta Subcaducifólia.

➤ Gleissolos:

Compreende solos hidromórficos, constituídos por materiais minerais, permanente ou periodicamente saturados por água (EMBRAPA, 2005). Na área de estudo estão associados à Planície Litorânea, sobre relevo plano. A essa classe está associado o Gleissolo Melânico distrófico, húmico, de textura argilosa, coberto por vegetação de Campos de Várzea. Ainda aos gleissolos se associam os Solos Salinos Indiscriminados de Mangue, cobertos por Florestas de Mangue e Campos Halófilos. Esse tipo de solo é caracterizado pelo Radam Brasil (1983) como Solonchak Sódico.

O Solonchak Sódico é extremamente argiloso, de origem marinha, que sofrem gradativamente influência das marés. Ainda, segundo o Radam Brasil (1983) esse solo está associado a solos hidromórficos tiomórficos indiscriminados e podzol hidromórfico, com horizonte A proeminente, localizados em terrenos planos. Em Cariacica esse solo ocorre nas desembocaduras dos Rios Santa Maria e Bubu, e em menor dimensão na foz do Córrego Itanguá.

- Areias Quartzosas Marinhas (Atualmente Neossolo Quartzarênico - EMBRAPA 2005):

Representa uma faixa estreita do município, localizada no limite sudeste com Vila Velha. O Neossolo Quartzarênico apresenta textura arenosa, associado a relevo plano, coberto primariamente por Floresta Subperenifólia de Restinga.

- Solos Aluviais (Atualmente Nessosos Flúvicos – EMBRAPA, 2005):

Estes estão presentes apenas numa pequena porção do município, estando associado a depósitos aluviais (Nessolo Flúvico), às margens do Rio Format na Planície Litorânea. Estes solos apresentam saturação distrófica e textura média. Está associada à fâcies de vegetação Floresta Perenifólia de Várzea.

8.2 Apresentação dos Resultados

Neste tópico são apresentados os produtos do mapeamento executado, sendo eles: as morfoestruturas, as morfoesculturas e as unidades morfológicas, ordenadas segundo suas naturezas genéticas, apresentadas de forma escalar seguindo a ordenação taxonômica.

Com base na classificação taxonômica proposta são apresentados dois domínios morfoestruturais para o município de Cariacica: Morfoestrutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas e Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica. Essa classificação foi elaborada a partir da visualização das imagens de satélite e dos produtos gerados das imagens SRTM, além da interpretação dos limites morfoestruturais apresentados pelo projeto Radam Brasil, e ainda da análise dos dados litológicos e hidrográficos.

A Morfoestrutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas é composta por duas morfoesculturas: Morfoescultura Mantiqueira Setentrional, que apresenta uma única unidade geomorfológica, Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados; a outra

morfoescultura é a Morfoescultura Colinas Costeiras, que apresenta uma única unidade geomorfológica de mesmo nome.

A Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica apresenta uma única morfoescultura chamada de Morfoescultura Planície Costeira. Esta morfoescultura apresenta uma única unidade geomorfológica: Unidade Geomorfológica Planície Litorânea. A Tabela 10 apresenta uma sistematização do mapeamento geomorfológico de Cariacica, com a apresentação dos resultados obtidos.

Tabela 10: MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE CARIACICA

Morfoestrutura 1 Táxon	Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica	Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas	
Morfoestrutura 2 Táxon	Planície Costeira	Colinas Costeiras	Mantiqueira Setentrional
Morfoestrutura 3 Táxon	Planície Litorânea	Colinas Costeiras	Patamares Escalonados
Morfometria	Declividade < 3% Alt. Média de 5m	Declividade < 20% Alt. Média de 35m	Declividade > 20% Alt. Média de 400m
Litologia	Depósitos Sedimentares de areia e argila (Quaternários)	Gnaise (metamorfismo regional) Sedimentos Terciários e Quaternários	Complexo Paraíba do Sul Unidade Santa Tereza Unidade Tonalitos Tipo Jequitibá
Solo	Gleissolos, Nessosos Flúvicos e Neossolo Quartzarênico	Latossolo Vermelho- Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo	Cambissolo, Latossolo Vermelho- Amarelo, Podzólico Vermelho- Amarelo Solos Litólicos

8.2.1 Taxon 1 - Morfoestutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas:

A Morfoestrutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas corresponde ao primeiro Taxon, abrange a maior parte do município de Cariacica, cerca de 260km², e apresenta duas divisões: sendo a primeira Morfoescultura Mantiqueira Setentrional (130,65 km²), e a segunda, a Morfoescultura das Colinas Costeiras (129,20km²). Essa morfoestrutura é caracterizada por terrenos datados do Pré-Cambriano, retrabalhados pelos Ciclos Trans Amazônico (2600 Ma.) e Brasileiro (550 Ma.) (CESERO & PONTE, 1997). Segundo Gatto et al. (1983), este domínio morfoestrutural é caracterizado pelas evidências pronunciadas de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo controle estrutural sobre a morfologia atual. Tais controles estruturais são evidenciados pelas linhas de falhas, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados.

Novais et al. (2004) elucidam a feição estrutural Faixa Colatina, que segundo eles é uma zona de reativação, caracterizada por forte cataclase, com orientação preferencial NNW-SSE. Além da Faixa Cataclasada de Colatina são evidentes outras falhas de cisalhamento conforme mapeamento da CPRM (2004), obedecendo preferencialmente os sentidos SSW-NNE, os quais exercem notável influência no comportamento da drenagem, que preferencialmente é capturada por essas falhas, como acontece com os córregos Boqueirão e Cachoeira. O mapa de falhas (Figura 19) apresenta a disposição das falhas geológicas sobre o município de Cariacica. Conforme observado, a Faixa Cataclasada de Colatina ocupa a região central do município, essa faixa determina o limite dos Patamares Escalonados, em que as vertentes leste apresentam os maiores desníveis, na ordem de 200m, desníveis estes que marcam a mudança entre as Unidades Geomorfológicas Patamares Escalonados e as Colinas Costeiras. Ainda sobre as falhas geológicas presentes na área de estudo tem destaque uma falha L-W encaixada entre a Serra do Adriano e a Serra do Urubu, que também pode ser evidenciada pelo alinhamento do Maciço Central de Vitória e Serra do Anil (norte) e dos morrotes situados na costa de Vila Velha e do Morro do Pico (sul). Tal observação é importante para o entendimento do condicionamento das estruturas geomorfológicas por revelar feições do tectonismo na formação do relevo (neotectonismo).

8.2.2 Táxon 2 - Morfoescultura Mantiqueira Setentrional:

A Morfoescultura Mantiqueira Setentrional, ou Região da Mantiqueira Setentrional (nome proposto pelo mapa geomorfológico do Projeto Radam Brasil, e mantido neste trabalho), é a morfoescultura que mais abrange o município de Cariacica, 130,65 km², ocupando todo o setor oeste da cidade a partir da nascente do Córrego Biriricas, divisa com Domingos Martins, até os limites das serras que marcam o início da Morfoescultura das Colinas Costeiras, tais serras são as Serras Escalvada, Serra do Adriano, Serra Pé de Urubu, Serra Mochuara e Serra do Aníl. Esta morfoescultura compreende uma única Unidade Morfológica denominada neste trabalho de Patamares Escalonados.

Predominam neste segundo táxon aspectos morfográficos montanhosos, com declividade acima de 20%, e com setores escarpados com valores de declividade maiores que 75%, que marcam as bordas das serras que limitam esta morfoescultura. A altimetria média da morfoescultura é de 400m, embora apresente setores com altitudes abaixo de 200m e outros acima de 800m, conforme pode ser observado no mapa hipsométrico de Cariacica (Figura 22). O substrato geológico é predominantemente composto por rochas do Complexo Paraíba do Sul, paragnaisses (gnaisse e kinzigito); entretanto, apresenta rochas das Unidade Santa Tereza e Unidade Tonalitos Tipo Jequitibá, marcadas pela presença de enderbitos e metatonalitos, respectivamente. Essas rochas, pela própria estrutura cristalina apresentam-se mais resistentes aos processos morfodinâmicos de erosão. Essas estão expostas aos processos de intemperização tratados por Toledo et al. (2003), como zonas de monossialitização, que está contida no domínio tropical sub-úmido, com precipitação superior a 500mm e temperatura média superior a 15° C.

O mapa de declividade de Cariacica (Figura 9) evidencia os aspectos morfográficos do município, conforme pode ser observado, a Morfoescultura Mantiqueira Setentrional apresenta valores de declividade acima de 20%, o que segundo a classificação da Embrapa caracteriza o relevo de fortemente ondulado a montanhoso. Ainda, no mapa de classificação de tipos de relevo (Figura 10) é marcante o aspecto montanhoso presente nesta morfoescultura, entretanto, é possível observar a presença de colinas nos setores deprimidos das falhas geológicas com declividade abaixo de 15% e amplitudes locais

abaixo de 100m, que marcam os setores dos sulcos estruturais mais desenvolvidos, com forte dissecação do relevo.

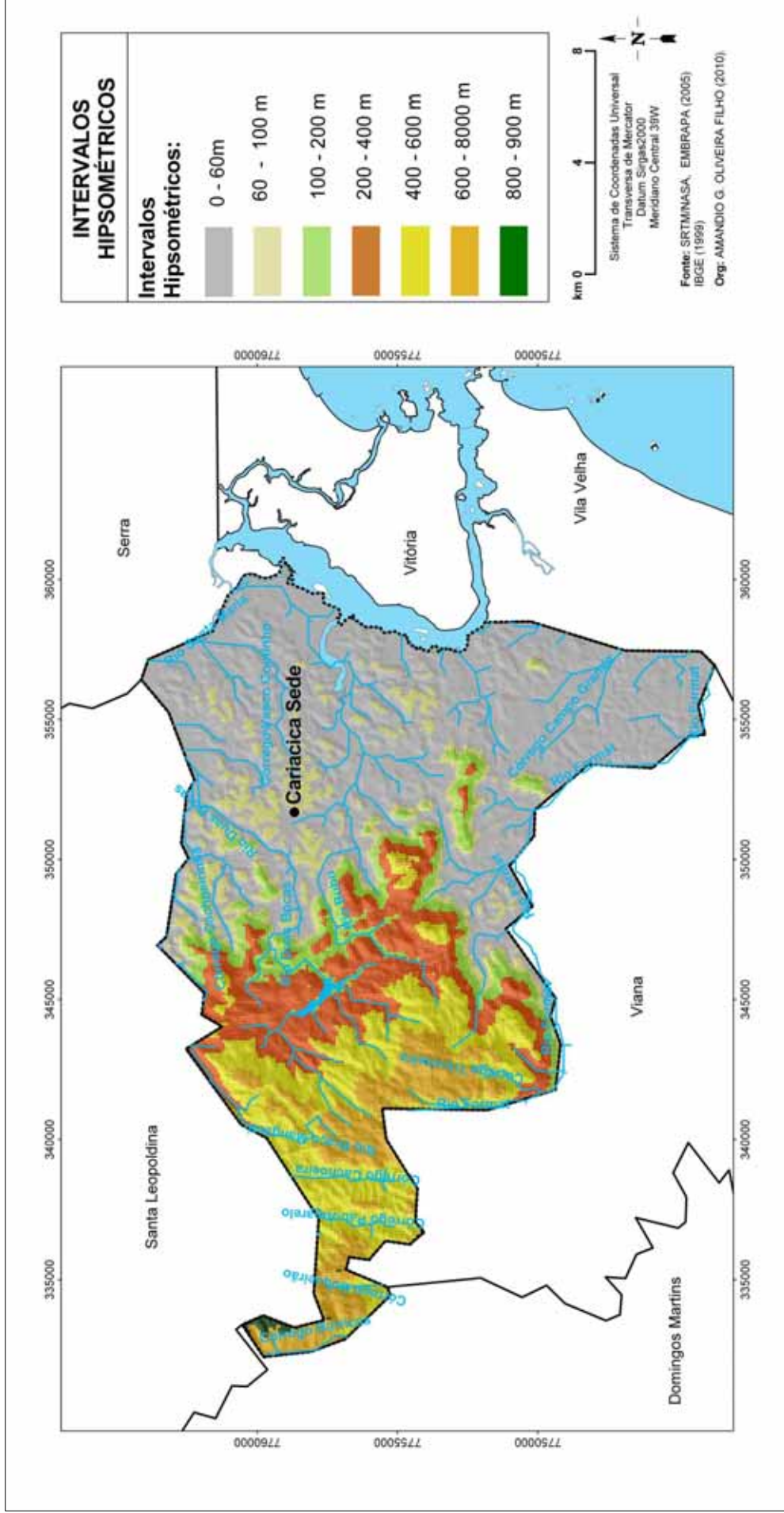


Figura 22: Mapa hipsométrico de Cariacica.

Fonte: EMBRAPA (2005): Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999): Limites Políticos e Toponímias.
Org: AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).

8.2.2.1 Táxon 3 - Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados:

A Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados compreende basicamente todo o setor oeste do município de Cariacica, ocupando uma área de 130,65 km² sob a forma de um planalto, com predomínio de aspectos morfográficos montanhosos estruturados em patamares com declínio de altitude para leste. Predomina nesta unidade um sistema de falhas em grande parte marcado pelas falhas da Faixa Colatina, que imprimem forte controle estrutural na esculturação do relevo. A dissecação do relevo é comandada pelo sistema hidrográfico, apresentando valores de entalhamento do talvegue de ordem: 3 (Média), de ordem 4 (Alta) e de ordem 5 (Muito Grande), o que evidencia a influência da hidrografia na modelagem das formas. Esta unidade apresenta a maior densidade hidrográfica, e conseqüentemente as menores distâncias interfluviais de ordens: 2 (Pequena) a 4 (Grande), e em menor quantidade de ordem 1 (Muito Grande), que marca os setores de planalto com dissecação mais homogênea e menor densidade de drenagem.

A Figura 23 apresenta um perfil do terreno traçado sobre a unidade morfológica no sentido oeste-leste, nele é possível observar o basculamento do bloco cristalino para leste, estendendo-se até as Colinas Costeiras. Também é possível notar a estruturação desta unidade em patamares, que apresenta altitudes superiores a 600m no topo do planalto que decresce à aproximadamente 100m nos limites leste. A Figura 24 é o produto da visualização em 3D do terreno no programa StratWorks3D, nela é possível observar em detalhes os limites dos patamares e o aspecto montanhoso do mesmo, com destaque para as serras do Mochuara (Foto 1) e do Anil, que constituem produto de dissecação diferencial presente nesta unidade.

Neste domínio o sistema hidrográfico é caracterizado por rios encaixados nas falhas geológicas de padrão treliça e dendrítico, que evidenciam no relevo serras alinhadas e fortemente controladas, com vertentes longas e íngremes. Tem destaque a Represa Duas Bocas, que é controlada pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) e representa fonte de abastecimento de água potável para a região da Grande Vitória. Tal sistema de falhas evidencia no relevo vales fortemente encaixados (Foto 2), em seu interior se desenvolve solos mais espessos, com seu conseqüente aproveitamento para a agricultura.

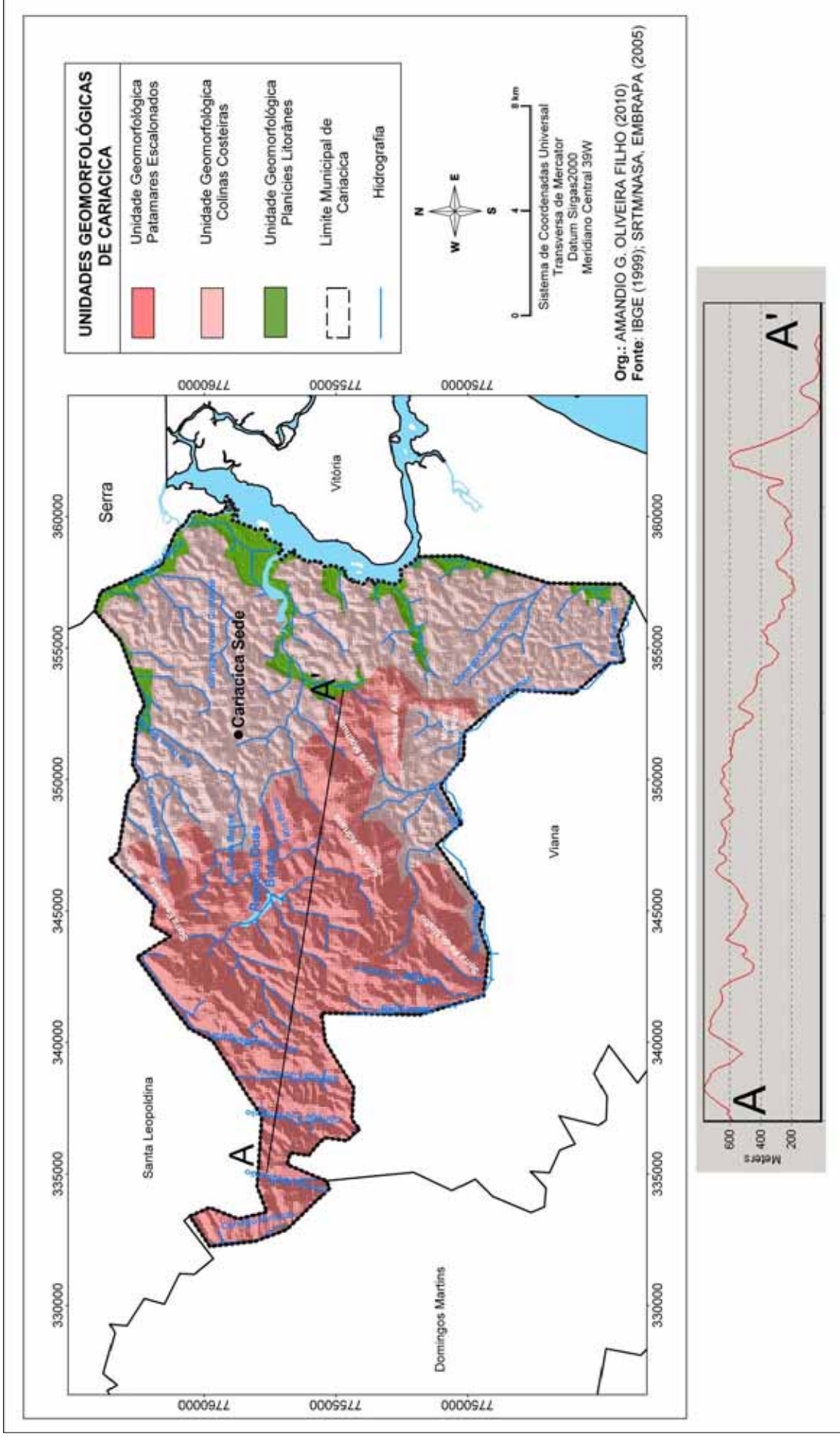


Figura 23: Perfil A - A' mostrando o desnível presente nos Patamares.

Fonte: EMBRAPA (2005); Modelo Digital de Elevação; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.

Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).



Foto 1: Vista da Serra do Mochuara. Destaque para a exposição de rochas expostas com desenvolvimento de solos incipientes. Fonte: Autor (2010). Cariacica - ES.



Foto 2: Vale fortemente encaixado em sistema de fratura de orientação noroeste-sudeste (NO-SE). Fonte: Autor (2010). Cariacica - ES.

Quanto ao substrato rochoso, esta unidade está alicerçada predominantemente sobre gnaisse de metamorfismo regional, com enclaves de litologias do tipo enderbito (ígnea) e metatonalitos (metamórfica), estruturadas em relevo fortemente ondulado. Os processos de erosão atuantes nestas rochas se dão a partir de suas zonas de fraquezas (fraturas) comandados pela ação da água. São encontrados nesta unidade quatro tipos de solos (de acordo com o mapeamento da Embrapa, 1978), sendo eles: Cambissolo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Solos Litólicos, estes últimos presentes sobre as serras centrais de Cariacica.

Os solos presentes neste compartimento, com exceção dos latossolos vermelho-amarelos presentes em setores mais suaves dos patamares, apresentam-se menos desenvolvidos. Os cambissolos, de constituição mineral, com horizonte B pouco desenvolvido estão presentes nas vertentes mais íngremes do relevo. O próprio caráter montanhoso do relevo influencia no processo de intemperização, de forma a dificultar a infiltração da água no solo e o consequente intemperismo químico. Sobre a influência da topografia no intemperismo, Toledo et al. (2003), afirmam

A topografia regula a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais e, portanto, controla a quantidade de água que se infiltra nos perfis, de cuja eficiência depende a eliminação dos componentes solúveis. As reações químicas do intemperismo ocorrem mais intensamente nos compartimentos do relevo onde é possível boa infiltração da água. (p.155)

Ainda, sobre os processos erosivos presentes nas encostas é importante frisar que são complexos os fatores envolvidos, como destaca Guerra (2007), os fatores controladores que determinam as variações nas taxas de erosão podem ser representados pela erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas.

As propriedades do solo, como textura, densidade aparente, teor de matéria orgânica, estabilidade dos agregados e o pH do solo juntos corroboram com os processos erosivos nas encostas, de forma tal, que a textura responde pela resistência das frações granulométricas aos processos de remoção; o teor de matéria orgânica controla a estabilidade dos agregados, influenciando no aumento da porosidade e consequente aumento de infiltração de água no solo, o que pode influenciar na redução de runoff (escoamento superficial); a densidade aparente representa a maior ou menor

compactação do solo, o que conseqüentemente atua sobre a porosidade do solo, que é inversamente proporcional a compactação, ou seja, é menor a medida que a densidade aparente do solo aumenta.

Aliado as propriedades do solo, as características das encostas também afetam os processos erosivos presentes nessas unidades, de forma que a declividade e o comprimento das encostas tendem a afetar a velocidade de escoamento superficial, o que pode ser afetado ainda pelas formas das encostas (características das vertentes)

Importante salientar que os processos de erosão são iniciados a partir do impacto da água com a superfície do relevo, com conseqüente desagregação das partículas que serão transportadas. Nesse sentido, as declividades presentes nesta unidade, marcadamente superior a 45% tendem a favorecer aos processos erosivos, agindo de forma que, quanto maior a declividade das vertentes, maior a velocidade de escoamento da água, e conseqüentemente maior a quantidade de material erodido. Estes processos erosivos ainda são potencializados pela própria disposição convexa das vertentes, que favorece ao escoamento das águas. Dessa forma, com base na análise das condicionantes presentes neste relevo, é possível ressaltar que a estruturação desta unidade em tipos de relevos montanhosos, com declividades altas, pode favorecer os processos de erosão laminar (principalmente nos cambissolos), movimento de massas, e onde o solo é mais espesso a formação de ravinas.

Esta unidade encontra-se situada totalmente sobre a zona rural de Cariacica, onde as plantações de bananas são dominantes (Foto 3), embora o solo ainda seja aproveitado para o cultivo de café e de outros produtos agrícolas, inclusive plantação de eucalipto, de forma incipiente. As pastagens também fazem parte do uso do solo desta unidade, com criação de gado e caprinos, como pode ser observado na Foto 4.

Nas vertentes ocupadas por pastagens se destacam dois processos morfodinâmicos, por um lado, o pisoteio do gado tende a promover a compactação do solo, o que contribui para a ocorrência de micro-escorregamentos, o que imprime nestes setores aspectos de terracetes. Por outro lado, a compactação do solo promove a capacidade de escoamento superficial da água, o que favorece a erosão laminar e ocorrência de sulcos erosivos.

Com relação às vertentes ocupadas com cultivo de bananeiras é importante ressaltar que essa cultura agrícola influencia na desestabilização do solo, uma vez que facilita a infiltração de água com conseqüente formação de superfície de rupturas.



Foto 3: Plantação de bananas nas vertentes mais suaves dos Patamares Escalonados.
Fonte: Autor (2010). Cariacica - ES.



Foto 4: Pastagem sobre os Patamares Escalonados. Litossolo pouco desenvolvido em base de vertente íngreme. Fonte: Autor (2010). Cariacica - ES.

A demarcação desta unidade foi possível a partir da interpretação da visualização em três dimensões do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado das imagens SRTM e da rugosidade das imagens Landsat e CBERS, em que é possível perceber os aspectos mais homogêneos que caracterizam esta unidade. Outros aspectos importantes para a delimitação desta unidade foram a composição geológica da área e o padrão de dissecação do relevo que é predominantemente de ordem 4 (Forte) a oeste da unidade, também apresenta dissecação de ordem 3 (Média) nos patamares inferiores do bloco. Na imagem SRTM é evidente a estruturação desta unidade em patamares escalonados, que se destacam no relevo do município conforme observado nas Figuras 23 e 24; já as imagens Landsat e CBERS apresentam uma textura rugosa, com acentuado sombreamento, que segundo Florenzano (2008) caracteriza setores de morros e serras com topos angulares (Figuras 25).

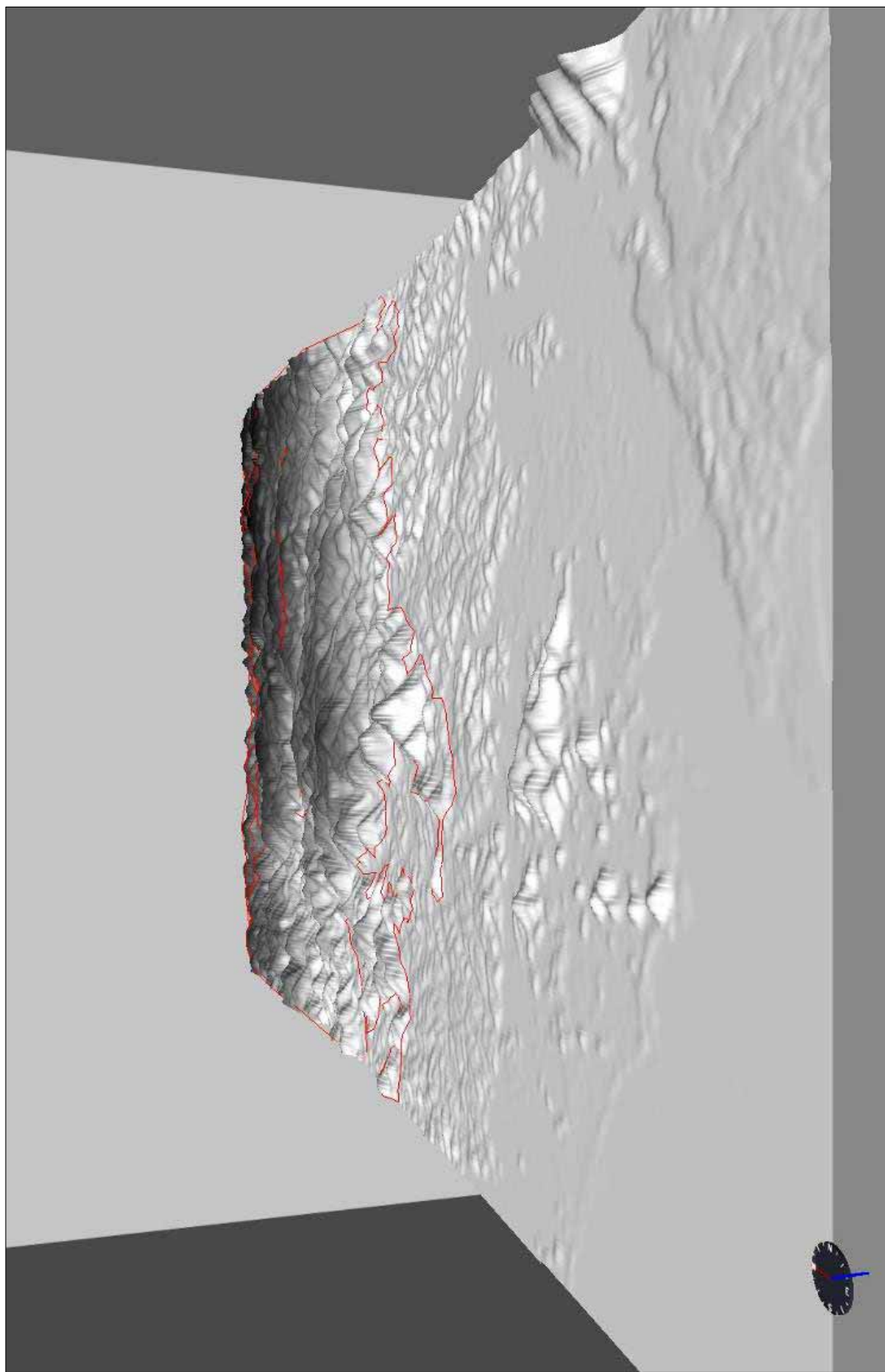


Figura 24: Imagem 3D do município de Cariacica, visada sentido leste-oeste. Imagem gerada no programa StratWorks3D, com destaque em vermelho, a Unidade Morfológica Patamares Escalonados.

Fonte: SRTM/NASA. EMBRAPA (2005). Modelo Digital de Elevação.

Org. AMANIO G. OLIVEIRA FILHO & WILSON G. NEY (2010).

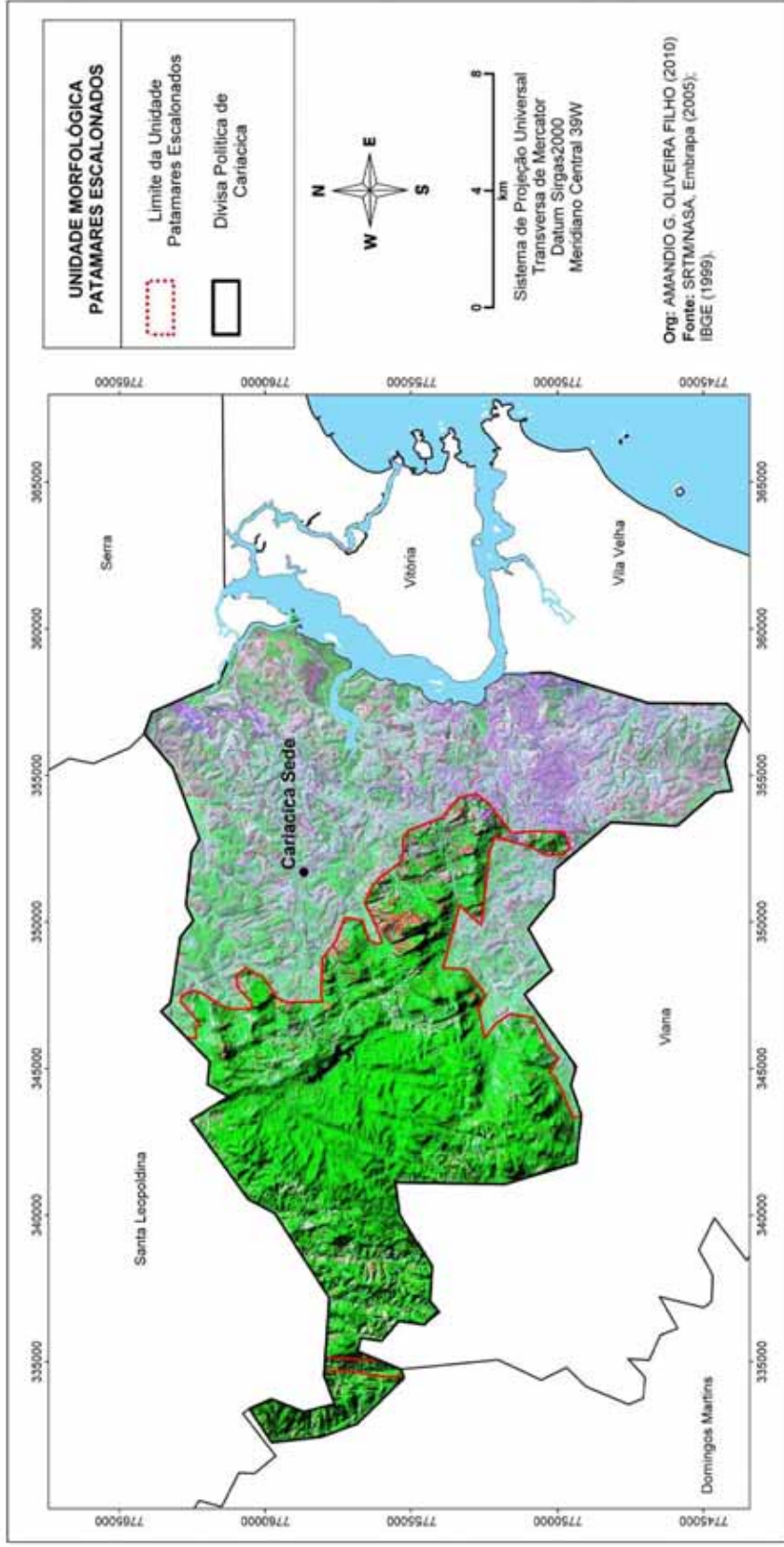


Figura 25: Imagem Landsat ETM+, composição colorida RGB 742 apresentando os limites da Unidade Morfológica Patamares Escalonados

Fonte: NASA (2010); Imagens Landsat; IBGE (1999); Limites Políticos e Toponímias.
 Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).



Foto 5: Serra do Mochuara presente na Mantiqueira Setentrional, marcando os limites da Unidade Geomorfológica Patamares Escalonados. Fonte: Autor (2010). Cariacica - ES.

8.2.3 Táxon 2 - Morfoescultura Colinas Costeiras:

A Morfoescultura Colinas Costeiras presente em Cariacica é a segunda morfoescultura em ordem de grandeza, abrangendo uma área de 129,20 km², ocupando grande parte do setor leste da cidade limitado a oeste pela Morfoescultura Mantiqueira Setentrional e a leste pela Morfoescultura Planícies Costeiras. A altitude média desta morfoescultura é de 35m, apresentando as maiores altitudes em torno de 100m. Esta morfoescultura apresenta uma única unidade geomorfológica denominada de Colinas Costeiras.

Predominam neste táxon aspectos morfográficos colinosos, em que, de acordo com o mapa de declividade (Figura 9), o relevo apresenta formações suavemente onduladas a onduladas com declividades inferiores a 20%. Ainda, segundo o mapa de classificação de tipos de relevo (Figura 10) é evidente a presença de colinas e morrotes com variação de amplitude abaixo de 100m. Esta morfoescultura está situada sobre um substrato geológico predominantemente composto por rochas do Complexo Paraíba do Sul.

8.2.3.1 Táxon 3 - Unidade Geomorfológica Colinas Costeiras:

As Colinas Costeiras ocupam uma área de aproximadamente 129 km² do município de Cariacica, situada a leste dos Patamares Escalonados e limitada a leste e norte pelas Planícies Litorâneas. Caracterizam-se por ser uma área de altimetria de valores baixos em relação aos Patamares Escalonados, cerca de 35m de altitude, pontuada por colinas de forma convexo-côncavas com topos ligeiramente nivelados (Foto 6).

As fácies de dissecação são predominantemente média e fraca (conforme mapa de dissecação do relevo, Figura 16), apresentando baixa densidade de canais hidrográficos, com conseqüente distância interfluvial moderada; o entalhamento do talvegue é de ordem 1 (Muito-Baixa) e de ordem 2 (Baixa). Na Figura 14 (imagem 3D das unidades morfológicas) é possível destacar as colinas costeiras das unidades vizinhas, sendo deprimidas em relação aos patamares e de altitude superior às planícies, entretanto, ainda guarda o aspecto rugoso da morfoestrutura cristalina, que a caracteriza como área de predomínio de processos denudacionais. Segundo Gatto et al. (1983), “[.] na área mapeada há colinas cristalinas com certa heterogeneidade no seu comportamento espacial, o que reflete diferentes modelados de dissecação com áreas pouco expressiva (p. 333).”



Foto 6: Vista superior da Unidade Colinas Costeiras. Fonte: Autor, 2010. Cariacica - ES

Ainda, de acordo com Gatto et al.(op. cit.),

As colinas apresentam cobertura coluvial no topo e linha de pedra augulosa e/ou sub-arredondada separando aquele material superior da alteração dos gnaisses. Predominam sedimentos – areno-siltosos e/ou areno-argilosos, observando-se muitas vezes concentrações ferruginosas. Matações e blocos ocorrem nas encostas em áreas onde não se registram espessuras significativas de colúvio. (p.331).

Esta unidade está situada sobre substrato rochoso gnaiss (metamorfismo regional) e litologias de idade quaternária, caracterizada por deposição de sedimentos provenientes dos patamares escalonados a oeste, depositados nos setores deprimidos. Quanto aos solos presentes na Unidade Morfológica Colinas Costeiras, são encontrados: Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo. Os solos presentes nesta unidade são muito desenvolvidos (Foto 7) e bem drenados, apresentam perfis que superam, na maioria das vezes 10m de espessura. Quanto à cobertura vegetal, é rara a presença de Floresta Subcaducifólia primária que foi quase em sua totalizada substituída. Embora

escassa, ainda é possível encontrar resto de mata secundária primitiva no topo das colinas e às margens de cursos de água.



Foto 7: Perfil de solo - latossolo vermelho-amarelo. Solo muito desenvolvido, com horizonte A incipiente. Horizonte B espesso e de textura siltosa. Fonte Autor (2010)

Do ponto de vista morfodinâmico, destaca-se a dinâmica de dissecação das encostas por processos areolares que acompanha o entalhamento do talvegue (GATTO et al., 1983). Nesse sentido, predominam nesta unidade processos morfogenéticos denudacionais que imprimem ao relevo a esculturação das superfícies de erosão, que se processou após o término da fase de reativação tectônica Wealdeniana, sob um período de estabilidade tectônica e alternância climática.

A presença de colúvios é indicador do balanço alteração/desnudação equivalente à pedogênese/morfogênese [...]. Tais colúvios representam fluxos de massas oriundos de encostas dos Patamares Escalonados a oeste. A desnudação é provocada pelo remanejamento das formações superficiais devido ao escoamento superficial sob condições climáticas mais secas (GATTO et al., 1983, p. 331).

Merecem destaque os processos de movimento de massa devido à existência de espessos mantos de alteração nas vertentes, que é favorecido pelo alto índice pluviométrico, ocorrendo no verão valores mensais acima de 150 mm. Ainda, a ocupação antrópica nesta unidade favorece a estes processos. O fato de sobre esta unidade está situada grande parte da população urbana de Cariacica, que muitas vezes ocupa setores de vertentes com inclinação acima de 20%, que oferece potencial risco de movimentação de massas, merece atenção especial por parte dos órgãos públicos, para se atentar a essas condições e buscar uma solução que respeite aos anseios da população, que infelizmente não possui recursos financeiros para proporcionar melhores moradias. A Foto 8 mostra setor das colinas costeiras que oferecem elevado risco de movimento de massa, que está ocupado com moradias.



Foto 8: Área de potencial risco de movimento de massa sobre relevo das Colinas Costeiras.
Fonte: Autor (2010). Porto de Santana, Cariacica – ES.

Quanto ao aproveitamento agrícola deste setor, tem destaque a pecuária extensiva. As pastagens dominam grande parte das paisagens da área rural das colinas. Associado a

inclinação clinográfica das vertentes das colinas, o pisoteio e compactação do solo pelo gado tende a promover maior degradação erosiva neste compartimento, conforme pode ser observado na Foto 9. Entretanto é possível constatar o uso agrícola das porções de terra das planícies de inundação. A Foto 10 destaca plantações de cana e milho em planície de inundação do Rio Duas Bocas.



Foto 9: Representação de erosão do solo associada a processos de escoamento superficial agravado por pisoteio de gado. Ao fundo, vegetação secundária. Fonte: Autor (2010).



Foto 10: Plantação de cana e milho em planície de inundação.

Fonte: Autor (2010).

Ainda sobre esta unidade merece destaque a susceptibilidade de algumas áreas à inundação, associadas à zonas deprimidas entre as colinas marcadas por planícies de inundação, que são ocupadas por áreas urbanas. Associado a cheia de alguns rios, como o Rio Format e Rio Bubu, alguns bairros sofrem com as fortes chuvas que ocorrem no verão. Entre os bairros afetados pelas enchentes pode-se apontar Vila Rica, Porto Belo, Lago Belo, Morada do Porto e Flexal II.

Nas imagens dos satélites Landsat e CBERS as colinas destacam-se como uma superfície ligeiramente rugosa, de forma circular e com sombreamento modesto, o que segundo Florenzano (2008) evidencia esse padrão de relevo. Conforme pode ser observado, ainda nas imagens de satélite (Figura 26), as manchas *magentas*, de formas irregulares, correspondem às áreas urbanas.

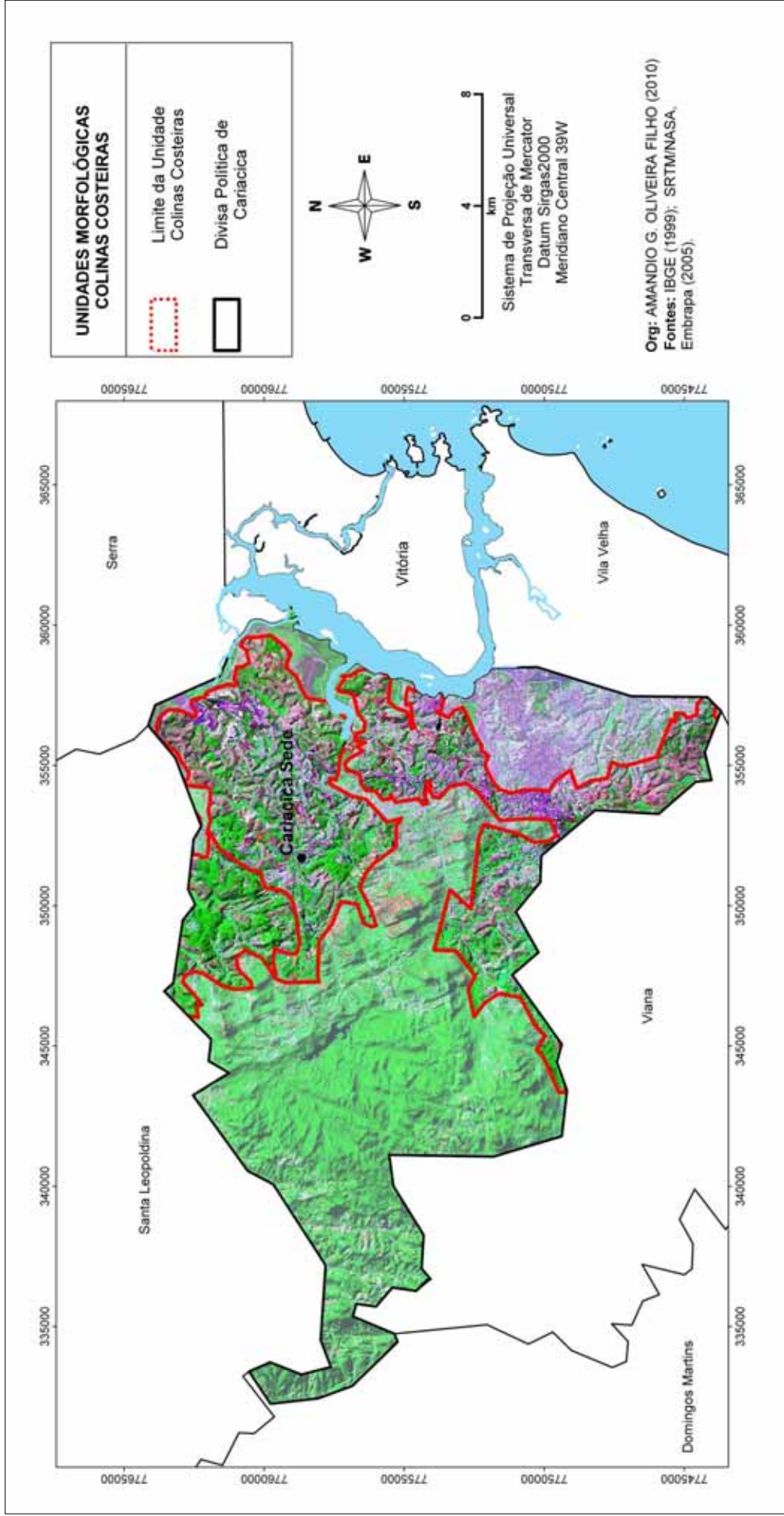


Figura 26: Imagem Landsat apresentando os limites da Unidade Morfológica Colinas Costeiras.

Fonte: NASA (2010); Imagens Landsat.
Org. AMANDIO G. OLIVEIRA FILHO (2010).



Foto 11: Vista das Colinas Costeiras em primeiro plano e ao fundo a Morfoescultura Mantiqueira Setentrional. Morro do Quiabo, Cariacica – ES. Visada sentido Leste – Oeste.
Fonte: Autor (2010).

8.2.4 Geomorfogênese da Morfoestutura Faixas Cristalinas Dobradas Remobilizadas:

De acordo com Gatto et al. (1983), a estrutura geomorfológica atual das Faixas Cristalinas de Dobramentos Remobilizados está ligada à movimentação tectônica ocorrida na plataforma de idade cenozóica. O conjunto de falhamentos de grande extensão é de caráter compressional do final do Ciclo Brasileiro, que serviram de base para posterior elaboração da morfologia deste domínio.

A partir do Mesozóico a Reativação Wealdeniana controlara um período de grande intensidade tectônica na crosta (ALMEIDA, 1969, apud GATTO et al., 1983), e que seria de importância ímpar para a evolução do relevo, demarcando os traços evidentes na morfologia atual. Os mesmos autores sobre esta fase afirmam:

[...] Este período de reativação corresponde a uma organização estrutural da plataforma e manifestou-se com o arqueamento de algumas áreas, movimentação de blocos, reativação de antigas fraturas, formação de fossas e aumento da atividade magmática intrusiva. (p. 348).

Ainda de acordo com os autores do Mapeamento Geomorfológico do Projeto Radam Brasil, os efeitos da Reativação Wealdeniana processaram-se em aproximadamente três fases até o final do Terciário, sendo que a última imprimiu à borda do continente um conjunto de deslocamentos verticais, que marca os desníveis atuais. Tais atividades tectônicas cessaram-se a partir do Quaternário, dando início a uma fase de predomínio dos processos climáticos que atuaram na modelagem da morfologia. Ainda no fim do Terciário, segundo Cesero et al. (1997), “o ajustamento isostático produziu o soerguimento das bordas do Atlântico Sul, o que ocasionou um basculamento da placa em direção ao interior do continente, com isso, expôs a faixa litorânea a processos de erosão”. (p. 13).

Entre os períodos intermediários às fases de reativação tectônica (fase mais estável), processou-se a esculturação da superfície de erosão. Sobre este período os autores Ribeiro Filho (1943) e Modenesi (1980, apud GATTO et al., 1983), ressaltam que houve a formação de superfícies niveladas orientadas para norte, que teriam sido deslocadas verticalmente por movimentos verticais, refletindo o papel marcante dos fatores endógenos na formação da morfoestrutura cristalina.

8.3 Táxon 1 - Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica:

A Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica está limitada a oeste pela Morfoescultura Colinas Costeiras e a leste pela Baía de Vitória, estendendo-se de norte a sul por uma estreita faixa, que ora adentra a leste nos vales esculpidos pelos rios Santa Maria e Bubu e pelo Córrego Piranema. Esta morfoestrutura ocupa a menor porção do município de Cariacica, cerca de 17km², e apresenta uma única morfoescultura denominada de Morfoescultura Planície Costeira.

Esta morfoestrutura é caracterizada por terrenos datados do Quaternário e em parte do Terciário. A formação dos ambientes de sedimentação são relacionados à fase de Reativação Wealdeniana, em que após a compartimentação tectônica das morfoesculturas, processaram-se numa fase de relativa estabilidade eustática, somada às influências climáticas, processos de acumulação (GATTO et al., 1983). Tal acumulação é formada por sedimentos de origem fluviomarinha.

8.3.1 Morfoescultura Planície Costeira:

A Morfoescultura Planície Costeira de Cariacica ocupa uma área de aproximadamente 17km², e apresenta uma única Unidade Geomorfológica: Unidade Geomorfológica Planície Litorânea, estando concentrada no limite leste de Cariacica, estritamente no litoral. Esta morfoescultura apresenta altitude média abaixo de 5m, estando situada basicamente ao nível do mar.

Por ser uma área de altitudes baixas e de acumulação, esta unidade apresenta aspectos morfográficos planos com declividades abaixo de 3%. De acordo com o mapa de tipos de relevo (Figura 10), predominam áreas de rampas com baixas altitudes e baixas amplitudes das formas. Quanto ao substrato rochoso, em que se situa esta unidade, predominam depósitos sedimentares compostos de areia e argila.

8.3.1.1 Táxon 3 – Unidade Geomorfológica Planície Litorânea:

A Unidade Geomorfológica Planície Litorânea está situada, no sentido norte-sul, no limite leste do município, entretanto, apresenta braços que adentram o continente ao longo dos rios Duas Bocas, Santa Maria e Bubu, rios que comandam o processo de sedimentação fluvial da planície. Esta unidade está situada essencialmente ao nível do mar com predomínio do tipo de relevo Rampa formado a partir da deposição dos sedimentos.

Diferentemente das unidades geomorfológicas descritas anteriormente, nesta unidade predominam os processos de acumulação fluviomarinha, com presença de gleissolos, Nossosos Flúvicos e Neossolo Quartzarênico, marcando a influência do mar na formação deste ambiente.

No modelo sombreado das imagens SRTM, a área correspondente à planície litorânea apresenta-se com aspecto liso, sem rugosidade, o que a diferencia de sobremaneira das colinas costeiras. Já nas imagens Landsat e CBERS apresentam-se com textura lisa.

Ainda nesta unidade é marcante a presença de depósitos de sedimentos argilo-arenosos ricos em matéria orgânica, situados nas desembocaduras dos rios Bubu e Santa Maria, e em parte da foz do Córrego Itanguá. Essa área corresponde ao ecossistema manguezal, que segundo Lugo e Snedaker (1974) é representado por um par de armazenamentos, (estrutura) do terreno e substrato (lama), ligados pelo ciclo de matéria e equipados pela interação da luz e matéria por meio da fotossíntese. Ainda sobre esse ecossistema, Tomlinson (1986) afirma que esse meio ambiente segue, e não determina a dinâmica geomorfológica, o que aponta a influência dos processos geomorfológicos na sua formação.

Para a delimitação desta área foram utilizadas aerofotografias (Geobases,2008), em que a técnica envolvida foi o mapeamento por classificação manual, em que, através dos comandos de edição do programa Geomedia 6.1 foram demarcados os limites dos manguezais.

Predominam nos manguezais processos morfogenéticos agradacionais (acumulação) comandados pelos canais fluviais e variação do nível das marés. De acordo com o mapeamento de solos do Radam Brasil (1983), esse ambiente é caracterizado pelos Solonchak Sódico (gleissolos), típicos dos manguezais. Esse meio ambiente também figura como fonte de subsistência para moradores que praticam a cata de caranguejos, crustáceos muito apreciados pelos capixabas, entretanto, esse meio ambiente encontra-se extremamente afetado pela ação antrópica, sofrendo aterros, lançamento de esgotos e cata indiscriminada de caranguejos.

Segundo Martin et al. (1997), os depósitos de sedimentos desta unidade são originários dos processos de variação do nível do mar, que se processaram durante o Pleistoceno (123.000 A.P¹) e durante o Holoceno (5.100 A.P.), que comandaram períodos de deposição na área estudada. Os mesmos autores elucidam três episódios transgressivos de idade Quaternária que influenciaram na formação desta unidade morfológica: Transgressão Mais Antiga, Penúltima Transgressão e Última Transgressão. O primeiro episódio data de aproximadamente 123.000 A.P., quando o nível do mar teria alcançado altitudes de aproximadamente 8 metros acima do nível atual (MARTIN,

¹ AP = Antes do Presente

BITTENCOURT & VILAS BOAS, 1982, apud D'AGOSTINI, 2005), o que provocou o afogamento dos vales com deposição de sedimentos marinhos, o que gerou um terraço marinho Pleistocênico. Ainda, de acordo com os mesmos autores, com a chegada de período glacial, entre 18.000 e 13.000 A.P., o nível do mar sofreu novas alterações, o que teria provocado o avanço da linha de costa com desenvolvimento de ambientes continentais e transicionais. Seguida a última fase de transgressão (5.100 A.P.) processou-se um novo afogamento de antigos vales com nova fase de deposição marinha.

Esta unidade em Cariacica é caracterizada por ser área com baixo gradiente altimétrico e com altitudes abaixo de 5%, estando situada essencialmente ao nível do mar, sendo drenada, entre outros, pelos rios Santa Maria, Bubu, Itanguá, Duas bocas, que na estação chuvosa, verão, aumentam o volume de água. Tal observação é importante, pois aliado à cheia desses cursos d'água está a susceptibilidade de inundação de algumas áreas urbanas, que são ocupadas por grande parcela da população do município. Basta lembrar das enchentes do verão de 2010, em que diversos bairros sofreram com as inundações provocadas pela cheia dos cursos de água que terminam nesta unidade; pode-se citar alguns bairros que estão sujeitos a esses processos: Itanguá, Piranema, Jardim América, Oriente, Itáciba, Valparaíso e Bela Vista, entre outros que anualmente sofrem nos períodos de chuvas intensas.

8.3.2 Geomorfogênese da Morfoestrutura Bacia Sedimentar Costeira de Cariacica:

De acordo com Almeida (1969, apud GATTO et al., 1983), a evolução desta morfoestrutura se deu a partir do Terciário Superior quando se processou o último estágio da Reativação Wealdeniana. Sobre esse período, o mesmo autor aponta:

[...] este período caracteriza-se por movimentos epirogênicos positivos, que se processaram principalmente a partir do Plioceno (1,8 Ma. A.P.) em que as condicionantes climáticas aliadas a esses eventos tectônicos propiciaram o remanejamento e carreamento das alterações pré-existentes em direção ao litoral (p. 318).

A evolução desta unidade fora discutida por Martin et al. (1997), em que segundo eles, a formação das planícies litorâneas brasileiras estão associadas às flutuações do nível

relativo do mar somadas à modificações paleoclimáticas que culminaram na formação dos ambientes agradacionais.

Segundo Bigarella & Andrade (1964, apud MARTIN et al., 1997), durante o Plioceno predominava um clima semi-árido com predomínio de chuvas torrenciais que teriam desencadeado um processo de sedimentação que cobriu toda a plataforma continental, denunciando assim uma posição relativa do mar inferior a atual. Segundo Vilas-Boas et al. (1979, apud MARTIN et al., 1997), esse processo de sedimentação foi interrompido quando o clima passou a ser úmido, passando a predominar então um processo de erosão, nesse período também ocorreu, segundo os últimos autores, uma transgressão marinha, que teria provocado o afogamento dos vales fluviais. Na fase seguinte, o clima voltou a ter características semi-áridas, acompanhado de uma regressão marinha, o que levou à sedimentação de novos depósitos continentais constituídos de leques aluviais coalescentes no sopé das escarpas. No máximo da penúltima transgressão (123.000 anos A.P.) o mar erodiu total ou parcialmente os depósitos continentais do estágio anterior (MARTIN et al., 1997). Ainda segundo os mesmos autores, os terraços arenosos pleistocênicos foram formados durante a regressão subsequente.

Durante o máximo da última transgressão (5.100 anos A.P.), o mar provavelmente erodiu total ou parcialmente os terraços pleistocênicos (MARTIN et al. op. cit.). Com esse processo o mar invadiu os terraços pleistocênicos, e processou-se então um novo afogamento de antigos vales com nova fase de deposição marinha com formação de sistemas lagunares. Seguida a fase de abaixamento do nível relativo do mar deu-se a formação dos terraços marinhos.

Associados ao período de afogamento das desembocaduras fluviais na última transgressão Marinha (5.100 anos A.P.), os manguezais figuram como depósitos de sedimentos em grande parte pelíticos, argilosos e ricos em matéria orgânica (MARTIN et al., op. cit.). Ainda segundo os mesmos autores, os depósitos de manguezais na baía de Vitória são bem desenvolvidos, o que indica que para a formação desses ambientes houve fase de maior extensão das paleolagunas.

De maneira sucinta a Figura 27 exemplifica os estágios da evolução geológico-geomorfológica da planície costeira estudada, entendendo que esta está incluída em um

processo que é concomitante ao longo da faixa litorânea entre Macaé – RJ e Recife – PE, e que está de acordo com as discussões apresentadas anteriormente.

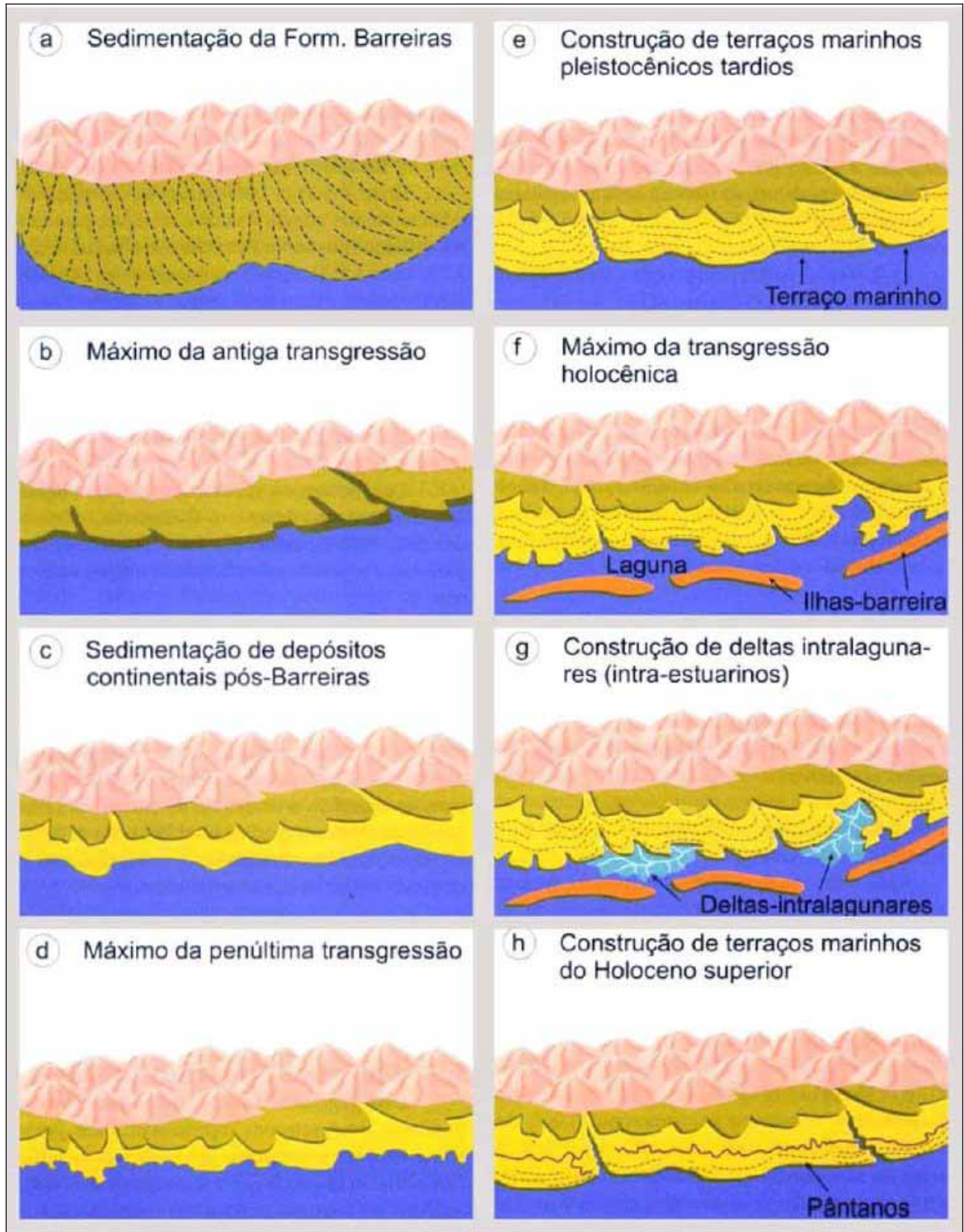


Figura 27: Modelo geológico-geomorfológico de evolução das planícies costeiras Quaternárias. Compreendendo o trecho entre Macaé e Recife. Fonte: Adaptado de Domingues et al. (1981, apud COELHO, 2007).

Coelho (2007) descreve essa evolução a partir Terciário Superior, época marcada por clima mais seco (com chuvas torrenciais e de baixa frequência), em que o nível do mar estava relativamente abaixo do atual, o que favoreceu o desenvolvimento de leques aluvionais coalescentes; o estágio (b) foi marcado por clima mais úmido que o anterior, associado à transgressão marinha; o estágio (c) *“foi marcado por significativa transgressão marinha com atuação de clima semi-árido, proporcionando a sedimentação de novos leques aluvionais na base da formação barreiras”* (p. 103); no estágio seguinte (d), o mar atingiu altitudes de até 8m acima do atual, o que provocou erosão de sedimentos continentais e afogamento de cursos d’água, com consequente formação de lagunas; no estágio (e) houve o desenvolvimento de terraços marinhos pleistocênicos e de planícies costeiras, associado a um recuo do mar; na fase seguinte (f), máximo da última transgressão (6000 e 7000 anos AP), o nível do mar chegou ao valor próximo do atual, entretanto, também sofreu um máximo (cerca de 5m acima do nível atual), alterando assim o nível de base local. Durante essa fase, os terraços pleistocênicos sofreram erosões parciais a totais; o estágio (g) foi marcado pela instalação de sistemas lagunares no interior das ilhas barreiras; e por fim, o estágio (h) foi marcado pela construção de terraços marinhos holocênicos concomitantes ao rebaixamento progressivo do nível do mar.

Observa-se que a gênese desta unidade geomorfológica está estritamente relacionada às variações relativas do nível do mar, aliadas às mudanças climáticas ocorridas nos últimos 123.000 milhões de anos desde a idade Pleistocênica.

9.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Com base nas discussões ao longo do texto foi possível desvendar algumas particularidades do relevo de Cariacica, bem como avaliar o uso de Sistemas de Informações Geográficas em estudos geomorfológicos. Constata-se que o emprego de geotecnologias como subsídios para o mapeamento geomorfológico apresentou-se satisfatório, otimizando os processos de coleta, armazenamento e manipulação das informações empregadas, o que resultou em uma análise mais complexa e ágil amparada por esses recursos.

A análise pautada na investigação do relevo possibilitou o condicionamento geomorfológico de Cariacica de acordo com os três níveis taxonômicos propostos por Ross (1990), centrado nas particularidades morfométricas, morfográficas e morfogenéticas da superfície. Essa abordagem possibilita a compreensão das formas terrestres como produto das forças antagônicas atuantes ao longo do tempo geológico sobre o relevo. Dessa forma, os produtos geomorfológicos apresentados neste trabalho possuem importância no escopo das geociências por oferecer condições gerais da dinâmica da paisagem geomorfológica, contribuindo para a identificação de diferentes condições ambientais, tais como, as áreas suscetíveis a processos de erosão, inundação e movimentação de massas, isto adequado à escala de trabalho.

Em relação aos resultados alcançados constata-se a presença de três Unidades Geomorfológicas em Cariacica: Patamares Escalonados, relevo fortemente ondulado, com presença de sulcos estruturais, declividade alta, superior a 45%, que favorece aos processos erosivos, sendo necessária atenção ao uso e manejo do solo, com vistas as práticas de conservação do mesmo; Colinas Costeiras, são áreas, ainda do ponto de vista morfodinâmico, que conservam os processos denudacionais, estão situadas topograficamente abaixo de 100m de altitude e apresentam declividades médias abaixo de 20%, entretanto, é o espaço geográfico que abriga a maior parte da população do município, o que merece destaque para as análises ambientais dos processos de movimentos de massa, por oferecer riscos às comunidades que ocupam setores de vertentes sujeitas a esses processos; Planície Litorânea, diferentes das unidades anteriores, nesta predominam os processos morfodinâmicos de acumulação, sendo área

topograficamente plana, drenada por importantes cursos de água que terminam nesta unidade, o que prescinde atenção quanto as condicionantes ambientais, uma vez que, aliado à cheia desses cursos de água está a susceptibilidade de inundação de algumas áreas urbanas, que são ocupadas por grande parcela da população do município.

As técnicas de geoprocessamento foram essenciais para o estudo geomorfológico de Cariacica, auxiliando na geração dos mapas e interpretação do relevo. A geração dos mapas através dos aplicativos de SIG foi possível graças à facilidade de combinação de diferentes informações espaciais, armazenamento e gerenciamento das mesmas. As funções de manipulação e análise presentes nos programas de SIG mostraram-se eficientes para o tratamento, cruzamento, classificação e apresentação final dos mapas temáticos. Entretanto, se faz importante salientar que o uso de geotecnologias, por si só, não eliminam seqüências de estruturação de uma pesquisa geomorfológica, que abrange: levantamento bibliográfico, visitas a campo, laboratório, entre outras.

O estudo geomorfológico de Cariacica se pautou em escala cartográfica de 1:100.000, obedecendo aos preceitos cartográficos de generalizações e precisão. Entretanto, é importante frisar que algumas informações cartográficas em escala inferior a empregada no trabalho foi utilizada para a caracterização geral de algumas estruturas superficiais da paisagem, tais como a vegetação e solo. Por outro lado, também foram empregadas técnicas de generalização cartográfica sobre alguns dados em escala superior a empregada, como por exemplo, as informações de hidrografia disponibilizadas pelo IBGE, em escala de 1:50.000.

Contudo, o estudo aqui elaborado se apresenta como subsídio para novas constatações, e conseqüentemente, aprimoramentos. Espera-se não esgotar os estudos sobre o tema, mas, sim, contribuir com o conhecimento geomorfológico do município de Cariacica.

10.0 REFERÊNCIAS:

AB` SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Boletim do Instituto de Geografia – USP, São Paulo, n. 18, 1969.

ACHA PANOSO, L.; GOMES, I A.; PIRES FILHO, A. M.; BONELLI, S. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978. 461p. (EMBRAP-SNLCS. Boletim Técnico, 45). Acompanha 1 mapa color. Escala 1:400.000.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In:_____. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** (Orgs.) Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. cap. 9. p 365 - 392.

AYOADE, J. O. Classificações climáticas e climas regionais. In:_____. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** Tradução de Maria Juraci dos Santos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. cap. 10. p. 224 – 260.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, U. M. F.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996. Obtido em <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/spring.pdf>> Acesso em 02/11/2010.

CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 12 de julho de 2009.

IFES – Instituto Federal do Espírito Santo. Departamento de Geoprocessamento. Verificação da confiabilidade da determinação da ondulação geoidal via programa Mapgeo do IBGE. Vitória. 2005. p. 33.

CESERO, P. & PONTE, F. C., Análise Comparativa da paleologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v11, n.1-2, jan-dez-1997. p.1-18.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Sistemas em geomorfologia. In:_____. **Geomorfologia**. 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1980. cap. 1. p. 1 – 14.

_____. Geomorfologia fluvial. In:_____. **Geomorfologia**. 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1980. cap. 3. p. 65 – 99.

_____. A análise de bacias hidrográficas. In:_____. **Geomorfologia**. 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1980. cap. 4. p. 102 - 127.

COELHO, A. L. N., Uso de dados SRTM ferramenta de apoio ao mapeamento geomorfológico de bacia de médio-grande porte. In:_____. **Revista de Geografia Acadêmica**. V.2.n.2 (viii.2008) 138-153. Obtido em <<http://www.rga.ggf.br/>> acesso em 15 de março de 2009.

COELHO, A. L. N., Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce (ES). 2007. 227 f. Tese de Doutorado (Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia), Niterói, 2007.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**: sistema de informações geográficas-SIG. **Folha SF.24 Vitória**. [Geological Map of Brazil 1:1.000.000 scale: geographic information system-GIS]. Brasília: CPRM, 2004. CD ROM 37/41. Programa Geologia do Brasil. ISBN 85-7499-009-4.

D'AGOSTINI, D. Perón. Fácies sedimentares associadas ao sistema estuarino da Baía de Vitória (ES). Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005. p. 64.

DE BIASI, Mário. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Artigo publicado no site: <http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/lcarto_ori/PAGINA%20DO%20LABCART/artigos/artigo02.html> Acesso em 12/10/2009.

DEVICARI, L. F.; O modelado de dissecação do relevo como fator topográfico na equação universal de perda de solo aplicado ao município de São Pedro do Sul (RS). 2009. 124f. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Geografia). Santa Maria – RS, 2009.

EMBRAPA - Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa>>. Acesso em: 01 agosto de 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA, 2005. 374 p.

Projeto Espírito Santo Solos – Embrapa Solos (1978). Disponível em <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>> Acesso em setembro, 2010.

FITZ, P. R.; Geografia tecnológica. In:_____. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 2. p. 19 – 30.

FLORENZANO, G. T. Sensoriamento para geomorfologia. In:_____. **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. (Org.) Tereza Gallotti. Florenzano. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 2. p.31 – 71.

FORNELOS, L. F.; SILVA NEVES, S. M. A.; Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na estimativa de perdas de solo. In:_____. **Anais 1 Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.182-

191. Obtido em: <[HTTP//mtc-m17.sid.inpe.br/col/Sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.11.15.47/doc/p36.pdf](http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/Sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.11.15.47/doc/p36.pdf)>

Acesso em 10/11/2009.

GATTO ET AL.; Projeto Radam Brasil. Levantamento de Recursos Naturais: Geomorfologia. V.32, Folhas SF23/24. Rio de Janeiro/Vitória: IBGE, 1983. p. 302 - 380.

GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo. 2008. Obtido em < <http://200.140.47.75/geobasesonline/mapa.html>> Acesso em 10/10/2009.

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S. S.; Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Revista Brasileira de Geografia Acadêmica**, V.2, n.2 (viii.2008), p. 73-83.

GOULART, A. C. O.; Análise integrada do relevo: subsídios ao planejamento ambiental urbano. Monografia apresentada ao curso de geografia da Universidade de São Pulo. 1992.

GUERRA, A. T. J.; Processos erosivos nas encostas. In:_____. **Geomorfologia Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** (Org.) GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. cap. 4. p. 149- 209.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Noções Básicas de Cartografia - Fundação IBGE, 1989. Obtido em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/>>. Acesso em 10/11/2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo – Contagem da População 2007 - Fundação IBGE, 2009. Obtido em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/>>. Acesso em 12/12/2009.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas, série 1961 – 1990. Obtido em: < <http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 11/06/2010.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atus – INPE – Imagens de satélite órbita/ponto: 149/123 e 148/123 (CBERS). Disponível em < <http://www.cbears.inpe.br> >. Acesso em: 26 de novembro de 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas Cartas Topográficas na escala de 1:50.000.

LEPSCH I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. p. 178.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. Annual review of ecology and system, p. 39 -64, 1974. Tradução de Cláudia Câmara do Vale, 2005, p.15.

MARTIN, L.; SUGUIO, k.; FLEXOR, J.; DOMINGUES, J. M. L. Geologia do Quaternário costeiro do norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte: CPRM, 1997. p.103.

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*. Applied Science & Tecnology Project Office, John C. Stennis Space Center. Disponível em <<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>> Acesso em 18 de maio de 2010.

NOVAIS ET AL. Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina – ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v12, n.1, Nov.2004/dez 4. p.191-194.

PENHA, H. M. Processos endogenéticos na formação do relevo. **In:_____**. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. (Orgs.) Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. cap. 2. p. 51 – 92.

Projeto RadamBrasil – Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. V. 32, Folhas SF23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. p. 775.

RODRIGUES, A. V., BUCCI, A. L., SIMÕES, D. & BANTEL, C. A. Análise do relevo da microbacia. São Paulo: FCA-UNESP. p. 9. Obtido em: [HTTP://www.fca.unesp.br/microbacias/artigos/MBH Relevo - Valdemir & Wolmar.pdf](http://www.fca.unesp.br/microbacias/artigos/MBH_Relevo_-_Valdemir_&_Wolmar.pdf). Acesso em 09/10/2009.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento – (Coleção Repensando a Geografia). São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. In:_____. **Geomorfologia e meio Ambiente**. (Orgs). Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. cap. 6. p. 291-336.

TRICART, J. La epiderme de la tierra. Editorial Labor, Barcelona: 1969. p.177.

TOLEDO ET. AL. Intemperismo e formação do solo. In:_____. **Decifrando a Terra**. TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.). Oficina de Textos, São Paulo: 2000. cap. 8. p. 139 – 166.

TOMLINSON, P. B. The botany of mangroves, New York: Cambridge University Press, 1986. Tradução de Cláudia Câmara do Vale, 2005, p.20.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In:_____. **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. (Org.) Tereza Gallotti. Florenzano. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 3. p. 72 – 104.