

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

Leonardo Nunes Amorim

**O EFEITO DA ESCALA NA ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA SUB-
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DUAS BOCAS, TRIBUTÁRIO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA-ES**

VITÓRIA
2014

Leonardo Nunes Amorim

**O EFEITO DA ESCALA NA ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA SUB-
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DUAS BOCAS, TRIBUTÁRIO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA-ES**

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 a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eberval Marchioro

VITÓRIA
2014

Leonardo Nunes Amorim

**O EFEITO DA ESCALA NA ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DUAS BOCAS,
TRIBUTÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA
MARIA DA VITÓRIA-ES**

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 ____ de _____ de 2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr Eberval Marchioro (Orientador)

Departamento de Geografia

Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr Gilberto Fonseca Barroso

Departamento de Oceanografia

Universidade Federal do Espírito Santo

Profa. Dra. Luiza Leonardi Bricalli

Departamento de Geografia

Universidade Federal do Espírito Santo

"...A Geografia e a cartografia, em particular, são matérias que envolvem um conhecimento estratégico, o qual permite às pessoas que desconhecem seu espaço e sua representação, passarem a organizar e dominar esse espaço".

(Yves
Lacoste)

AGRADECIMENTOS

À Minha família, pelo apoio nos momentos mais difíceis. Quando não temos mais onde encontrar a solução para os problemas, na base familiar está a força que conseguimos para alcançar os objetivos.

À minha noiva, que mesmo sem entender os conceitos e as relações do meu estudo, esteve sempre pronta a ouvir minhas conversas intermináveis sobre o tema de minha monografia.

Ao Professor Eberval, pelos incentivos e puxões de orelha, por acreditar em minha proposta de trabalho, e dar todo o suporte acadêmico necessário para a construção de um trabalho que ficasse dentro dos padrões de um bom Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos meus colegas de trabalho que nos momentos de necessidade me deram o suporte para que pudesse escrever parte de meu trabalho durante o horário de serviço.

Aos meus colegas de graduação que ao longo desta jornada, me acompanharam e me fizeram perceber o quão amplo a Geografia pode ser em nossas vidas.

A todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

A escala usada no processo de análise espacial é um fator de fundamental importância. Diante disso, entender suas peculiaridades e diferenças tornam-se relevantes, já que esse conhecimento é importante para definir qual a melhor opção de escala a ser usada para mapear a área escolhida. Portanto compreender as diferenças entre escalas é essencial, uma vez que essa interação está intimamente ligada ao processo de análise geomorfométrica de uma bacia hidrográfica. Em função do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o efeito da escala espacial nos parâmetros fisiográficos da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas (SBHRDB), subsidiária da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria Vitória, contida entre os municípios de Cariacica (ES) e Santa Leopoldina (ES), como subsídio ao planejamento ambiental. Para tanto foram gerados dados geomorfométricos nas escalas de 1:25.000; 1:50.000 e 1:100.000, utilizando-se o software ArcGIS 10TM (ESRI,2012), com o intuito de interpolar os dados das imagens TOPODATA, assim obtendo a extração de curvas de nível da bacia do rio Duas Bocas e demais produtos gerados através destas imagens. Os resultados obtidos indicam que a escala tem relevante papel na aquisição dos parâmetros morfométricos, neste estudo evidencia-se a escala de 1:25.000 como a melhor representação da área, apresentando significativos resultados, onde a hierarquia fluvial apresenta maior quantidade de rios e maior número de ordem.

Palavras Chave: Geomorfologia. Bacia Hidrográfica. Escala.

ABSTRACT

The scale used in the spatial analysis process is a factor of fundamental importance. Therefore, to understand its peculiarities and differences becomes relevant since its knowledge is important to define which will be the best option of scale to be used to map the area of choosing. Therefore, to understand the differences between the scales is essential, once this interaction is closely linked to the geomorphometric analysis of a watershed process. In light of the above, this essay aims to analyse the effects of the spatial scale using the physiographic parameters of the Duas Bocas river (SBHRDB) watershed located in the county of Cariacica (ES), subsidiary of the Rio Santa Maria Vitória watershed, located between Cariacica county and Santa Leopoldina county as subsidy to the environmental planning. For this reason, it was generated geomorphometric data in the scales of 1:25.000; 1:50.000 and 1:100.000, using the software ArcGIS 10™ (ESRI, 2012) in order to interpolate data from TOPODATA images, thus obtaining the extraction of the curve levels from the Duas Bocas River watershed and other products generated through these images. The results indicate that the scale has an important role in the acquisition of morphometric parameters. In this study highlights the scale of 1:25.000 as the best representation of the area with significant results, where the fluvial hierarchy presents greater amount of rivers and larger order of number.

Key Words: Geomorphology. Watershed. Scale.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Status da variáveis dos rios durante determinados períodos de tempo de duração decrescente (LICHTY; SCHUMM, 1973).....	5
Tabela 2: relação de equidistância das Curvas de Nível.....	28
Tabela 3: Classe de Relevo em função da declividade escala 1:25.000 na BHRDB.....	41
Tabela 4: Classe de relevo em função da declividade escala 1:50.000 para a BHRDB.....	41
Tabela 5: Classe de relevo da BHRDB em função da declividade escala 1:100.000.	44
Tabela 6: Hierarquia da BHRDB no município de Cariacica (ES).	46
Tabela 7: Relação de Comprimento Médio dos Canais de cada Ordem na BHRDB (ES).....	50
Tabela 8: Comprimento do rio principal da BHRDB (ES).	51
Tabela 9: Gradiente dos canais da BHRDB na Escala 1:25.000.....	52
Tabela 10: Gradiente dos canais da BHRDB na escala 1:50.000.....	52
Tabela 11: Gradiente dos canais da BHRDB na Escala 1:100.000.....	53
Tabela 12: Análise Areal por Escala da BHRDB (ES).....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A relação entre escala espacial e temporal nos estudos de geomorfologia (Kirkby, 1994 apud Gomes, 2006).....	5
Figura 2: Algumas escalas espaço-temporal do ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica (Mediondo; Tucci 1997).....	7
Figura 3: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas.....	12
Figura 4: Classificação Climática de Köppen.....	14
Figura 5: Compartimento Geológico da BHRDB.....	16
Figura 6: Compartimento Geomorfológico da BHRDB.....	18
Figura 7: Compartimento Pedológico da BHRDB.....	21
Figura 8: Procedimentos para elaboração dos dados da SBHRDB.....	27
Figura 9: Classificação hierárquica segundo HORTON (1945 apud CHRISTOFOLETTI, 1980).....	31
Figura 10: Classificação hierárquica proposta por Strahler (1957 apud Christofoletti, 1980).....	32
Figura 11: Altitude do relevo da SBHRDB na escala 1:25.000.....	38
Figura 12: Altitude do relevo da SBHRDB na escala 1:50.000.....	40
Figura 13: Altitude do relevo da SBHRDB na escala 1:100.000.....	40
Figura 14: Declividade da SBHRDB na escala de 1:25.000.....	42
Figura 15: Declividade da SBHRDB na escala de 1:50.000.....	43
Figura 16: Declividade da SBHRDB na escala de 1:100.000.....	45
Figura 17: Hierarquia da Sub-Bacia hidrográfica do rio Duas Bocas na escala de 1:25.000 (ES).....	47
Figura 18: Hierarquia da Sub-Bacia hidrográfica do rio Duas Bocas na escala de 1:50.000 (ES).....	48
Figura 19: Hierarquia da Sub-Bacia hidrográfica do rio Duas Bocas na escala de 1:100.000 (ES).....	49

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Relação de bifurcação.....	32
Equação 2: Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem..	33
Equação 3: Gradiente dos Canais.....	34
Equação 4: Densidade de rios	35
Equação 5: Densidade de drenagem	36
Equação 6: Densidade de segmentos.....	36

LISTA DE SIGLAS

Rb - Relação de bifurcação

N_u - Numero de segmentos de determinada ordem

N_{u+1} - Numero de segmentos da ordem imediatamente superior

RIm - Relação entre o comprimento médio dos canais

Lm_u - Comprimento médio dos canais de determinada ordem

Lm_{u-1} - Comprimento médio dos canais de ordem imediatamente inferior

Rgc - Relação entre os gradientes de canais

G_{Cu} - Declividade média dos canais de determinada ordem

G_{Cu+1} - Declividade média dos canais de ordem imediatamente Superior

Dr - Densidade de rios

N - Número total de rios ou cursos de d'água

A - Área da bacia considerada

Dd - Densidade de drenagem

L_t - Comprimento total dos canais

F_s - Densidade dos Segmentos

$\sum n_i$ - Somatório do número de segmentos

SBHRDB - Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. A questão de escala na Geografia Física: um tema central	4
3.2. A unidade bacia hidrográfica	8
CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO RIO DUAS BOCAS.....	11
4.1. Caracterização da Área.....	11
4.2. Clima	13
4.3. Geologia.....	15
4.3.1. Complexo Paraíba do Sul	15
4.3.2. Depósitos Flúvio - Lagunares	17
4.4. Geomorfologia.....	17
4.4.1. Patamares Escalonados do Sul Capixaba	17
4.4.2. Tabuleiros Costeiros.....	19
4.4.3. Acumulação Fluvial.....	20
4.4.4. Corpo D'água	20
4.5. Pedologia.....	20
4.5.1. Cambissolo	22
4.5.2. Gleissolo	22
4.5.3. Latossolo Vermelho-Amarelo.....	23
4.5.4. Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico.....	23
4.5.5. Solos Litólicos.....	23
4.6. Características socioeconômicas.....	24
METODOLOGIA	25
5.1. Análise Fisiográfica	25
5.1.1. Procedimentos metodológicos	25

5.1.2. Análise Fisiográfica e as características morfométricas da Bacia Hidrográfica	29
5.1.2.1. Hierarquia Fluvial	30
5.1.2.2. Relação de Bifurcação	32
5.1.2.3. Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem	33
5.1.2.4. Comprimento do rio principal	33
5.1.2.5. Gradiente dos canais	34
5.1.2.6. Área da Bacia.....	34
5.1.2.7. Comprimento da bacia.....	35
5.1.2.8. Densidade de rios.....	35
5.1.2.9. Densidade de drenagem	35
5.1.2.10. Densidade de segmentos da bacia	36
5.1.2.11. Classificação da declividade	36
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
6.1 Altitude do Relevo.....	37
6.2 Declividade na Bacia do Rio Duas Bocas	41
6.3 Análise Linear.....	46
6.4 Análise Areal	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1. INTRODUÇÃO

A análise morfológica e morfométrica de bacias hidrográficas já vem sendo tema constante dos estudos de cunho geográficos, tendo sido iniciado em nível mundial pelo engenheiro civil Robert E. Horton em sua obra de 1945 e, difundida no Brasil a partir da década de 1970, principalmente pelas de obras de Antônio Christofolletti.

Com o desenvolvimento e expansão dos conhecimento sobre as bacias hidrográficas, alguns padrões de análise morfológica e morfométrica proposto por Horton (1945), foram alterados. Nesta perspectiva, Strahler (1952), teve importante papel alterando a ordenação da hierarquia fluvial. Após trabalhos de Scheidegger (1965) e Shreve (1966:1967) também contribuíram para caracterização da rede fluvial.

Atualmente os parâmetros morfológicos e morfométricos de bacias hidrográficas tem se constituído em um importante instrumento de análise, corroborando para, por exemplo, compreender através destes parâmetros as bacias com maiores potencialidades a inundação.

Diante disto, compreender a dinâmica de determinada bacia hidrográfica tornou-se de extrema importância para o manejo dos recursos hídricos, pois através da delimitação da bacia e quantificação dos dados que a área pode receber um manejo adequado.

Outro fator importante na análise da bacia consiste na verificação da escala a ser trabalhada. A escolha da escala de observação dos dados da bacia hidrográfica pode acarretar em varias interpretações dentro deste mesmo ambiente de estudo, para tanto a utilização e popularização de novas tecnologias de processamento de dados espaciais como o Sistemas de Informações Geográficas (SIG), vem auxiliando de forma expressiva no processo de construção destes parâmetros (FERNANDES e MENEZES, 2002).

As novas tecnologias surgidas, notadamente os sistemas de informações geográfica (SIG), sensoriamento remoto, modelos digitais de elevação e *Global Position Sistema* (GPS), também introduziram algumas interpretações próprias sobre o conceito de escala, principalmente envolvendo o problema de utilização conjunta de documentos em diversas escalas (multiescala), resolução e generalização cartográfica. (FERNANDES e MENEZES, 2002, p 1).

Entretanto sua utilização deve ser feita considerando todos os possíveis erros que por ventura possam ser gerados, por conta da precisão cartográfica ou mesmo pela utilização de dados oriundos de outras fontes, evitando com isso erro de precisão dos dados (GOMES, 2006).

Assim o fator escala irá subsidiar a análise dos parâmetros e das características presentes na bacia hidrográfica estudada, para que com isso possam ser feitas as análises e o comportamento presente na mesma.

Diante do exposto, numa análise de bacia hidrográfica deve-se refletir sobre a escala mais compatível para obtenção dos dados fisiográficos ou geomorfológicos. Assim este estudo torna-se relevante para o debate sobre o papel da escala para extração de parâmetros fisiográficos ou geomorfológicos de uma dada bacia hidrográfica, que no caso deste estudo, utilizou-se com área experimental a bacia do rio Duas Bocas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito da escala espacial nos parâmetros fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Duas bocas, como subsídio ao planejamento ambiental.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar o efeito da escala sobre a hierarquia fluvial;
- Analisar o efeito da escala sobre a densidade de rios e de drenagem;
- Verificar o efeito da escala sobre o índice de bifurcação;
- Verificar o efeito da escala sobre a declividade da bacia;
- Analisar o efeito da escala sobre a hipsometria.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica está organizada no sentido de evidenciar como a questão de escala está presente no debate da geografia física e alguns conceitos sobre o tema bacia hidrográfica.

3.1. A questão de escala na Geografia Física: um tema central

A escala é um fator de fundamental relevância no desenvolvimento dos estudos relacionados aos conhecimentos Geográficos, uma vez que a utilização desta forma de observação do espaço trará ao observador uma diretriz sobre seu objeto de estudo, sendo importante realçar as anuências existentes e as diferentes formas de tratar a escala, pois assim que for definido qual o parâmetro de escala a ser utilizado, passa-se a analisar vastamente o local de estudo (GOMES, 2006).

Assim, cabe apresentar as diferenças relacionadas ao conceito de escala cartográfica e Geográfica. A escala cartográfica é amplamente utilizada nos trabalho de mapeamento, definida como a razão de semelhança entre a representação e o mundo real, levando em consideração assim, a proporção relacionada no mapa ao seu correspondente no plano real (Coelho Neto e Menezes, 1999). Para Fernandes e Menezes (2002) a escala geográfica é definida como a amplitude da área geográfica em estudo, estabelecendo que quanto maior a extensão da área, maior será a escala geográfica associada, contribuindo para verificar o contraponto entre escala Geográfica e cartográfica

Outro conceito relevante em relação a escala está associada a “Escala Temporal”. Segundo Summerfield (1991 apud GOMES, 2006) a escala temporal refere-se ao tempo de duração de um dado fenômeno geomorfológico na paisagem.

Neste sentido, Kirkby (1994 apud Gomes, 2006), propõe que as escalas espaciais e temporais tenham uma relação direta, ou seja, quanto maior a escala temporal de análise, maior deverá ser a escala espacial (que neste sentido estaria relacionada com a área espacial a ser abrangida, conforme pode ser visto na Figura 1).

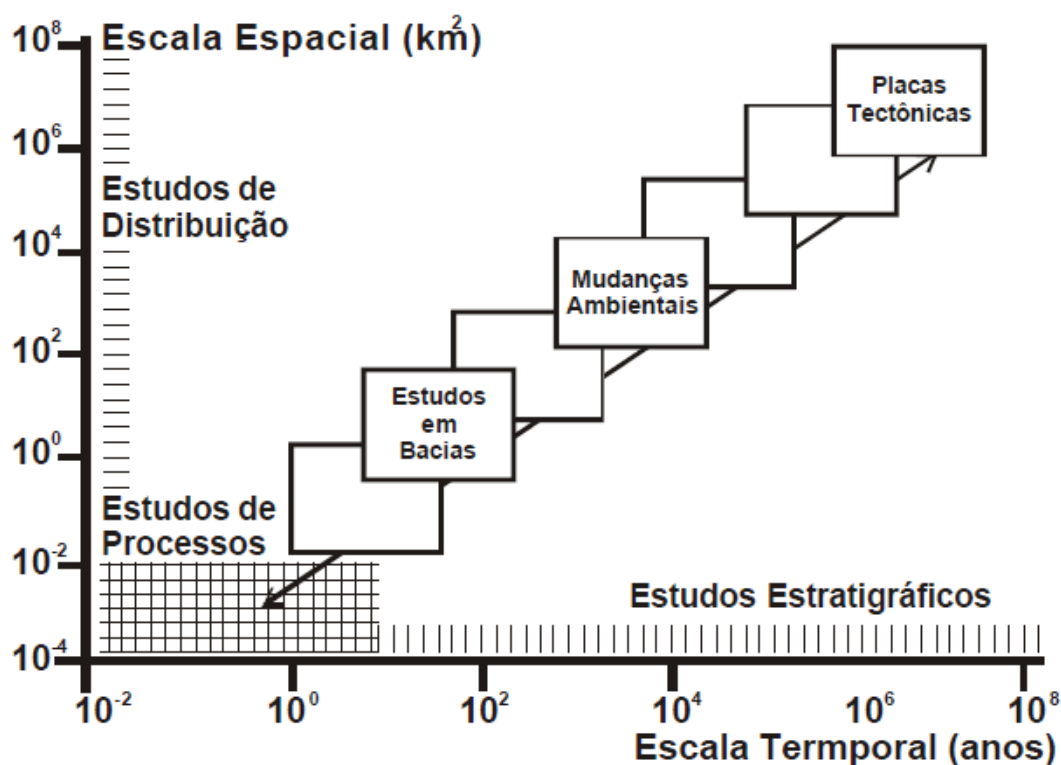


Figura 1: A relação entre escala espacial e temporal nos estudos de geomorfologia (Kirkby, 1994 apud Gomes, 2006).

Lichty e Schumm (1973) elaboraram abordagem pioneira combinando escala temporal e espacial em um sistema geomorfológico de uma bacia hidrográfica, e suas relações com o comportamento das variáveis do sistema (Tabela 1). Ainda de acordo com estes autores, o status das variáveis de um rio durante períodos de tempo de longa duração são decrescente.

Tabela 1: Status da variáveis dos rios durante determinados períodos de tempo de duração decrescente (LICHTY; SCHUMM, 1973).

Variáveis do rio	status das variáveis durante determinados períodos de tempo de duração crescente		
	Geológico	Moderno	Presente
Tempo	Independente	Não relevante	não relevante
Geologia	Independente	Independente	Independente
Clima	Independente	Independente	Independente
Vegetação	dependente	Independente	Independente
Relevo inicial	dependente	Independente	Independente
Paleo-hidrografia	dependente	Independente	Independente
Dimensão do vale	dependente	Independente	Independente
Média da descarga	indeterminada	Independente	Independente
morfologia do canal	indeterminada	dependente	Independente
Descarga de água e sedimento	indeterminada	indeterminada	dependente
Característica do fluxo	indeterminada	indeterminada	dependente

Summerfield (1991 apud Gomes, 2006) elaborou uma classificação hierárquica de análise geomorfológica baseada na escala classificando em: Mega, Macro, Meso e Micro. a definição de cada uma delas é:

“...A micro escala estaria relacionada com escalas de curto período de tempo (em torno de 10 anos) ditas mais estacionárias (*steady time*), já a meso escala estaria relacionada com escalas de tempo dinâmicas (em torno de 1000 anos) e, por último, as escalas macro e mega estariam relacionadas com escalas de tempo cíclicas (na ordem de milhões de anos). Estas últimas escalas se diferenciam basicamente no mecanismo genético predominante que estaria regendo o processo de evolução nas encostas em que, na escala espacial mega o mecanismo seria basicamente endogenético e na escala macro, o mecanismo estaria dividido entre processos exogenéticos e endogenéticos. Já nas escalas micro e meso o mecanismo predominante seria exogenético, p 15.

Mendiondo e Tucci (1997) apresentaram uma classificação dos processos hidrológicos em diferentes escalas espaço temporal, baseado na heterogeneidade dos sistemas hídricos, como pode ser observado na figura 2.

Em outros trabalhos como de Lacoste (1988), Mediondo; Tucci (1997) Bergström; Graham (1998), Coelho Neto; Menezes (1999), Fernandes; Menezes (2002), Kholer (2001), abordam a importância e relevância do tema nos estudos geomorfológicos.

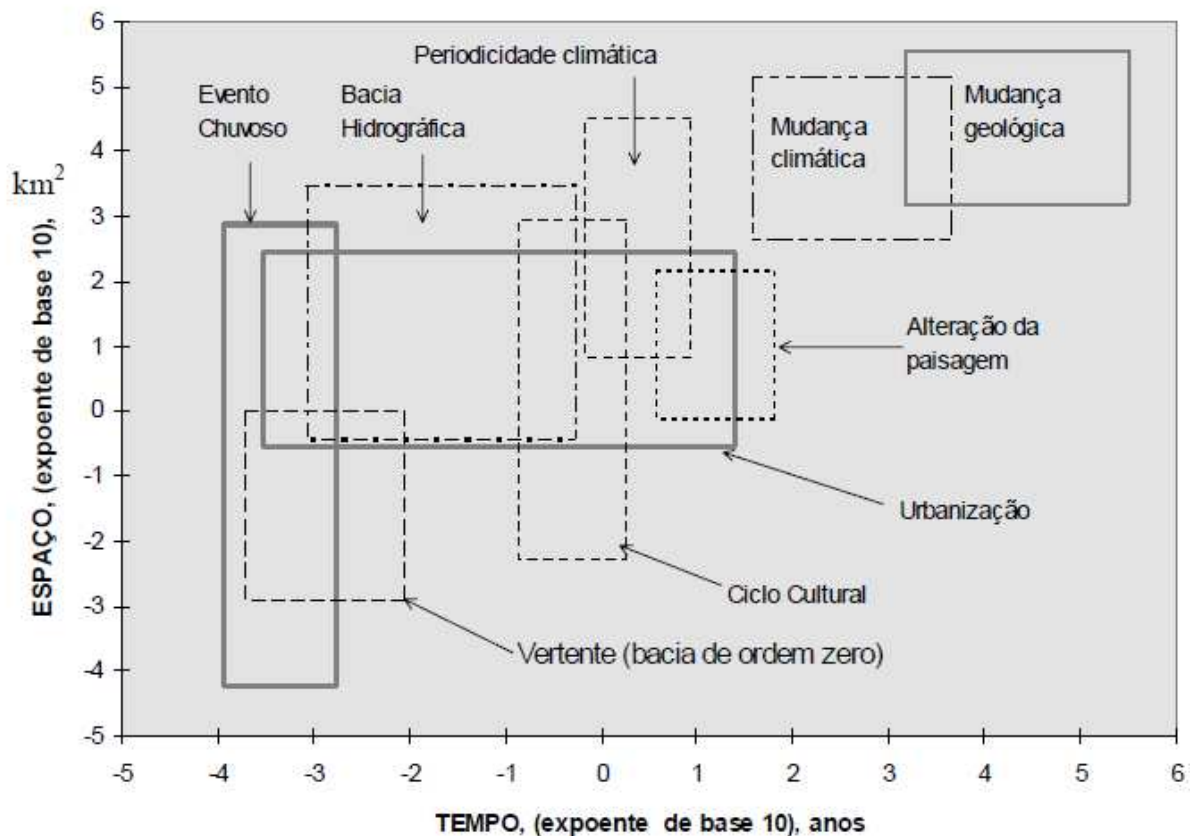


Figura 2: Algumas escalas espaço-temporal do ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica (Mediondo; Tucci 1997)

Também sobre o debate de escala Slaymaker et al.(2009). Salienta:

“....O problema da correlação da escala pode ser resumido pela observação de que as paisagens geomorfológicas são caracterizados por propriedades diferentes em diferentes escalas de investigação. Cada nível da hierarquia inclui os efeitos cumulativos dos níveis mais baixos, além de algumas novas considerações (chamadas propriedades emergentes na técnica literatura) (Slaymaker et al., 2009)”.

Para Schumm (1985), a escala é muito importante na aplicação de abordagens analógicas para extrapolação dos resultados. Contudo, é necessário verificar se a extrapolação está mudando a complexidade das relações observadas em uma determinada escala.

Diante disso, as diferentes formas de análise através da escala serão apresentadas, com o intuito de relacionar as principais características de cada forma de observação, retratando a importância da escala na análise da área de estudo.

3.2. A unidade bacia hidrográfica

A Bacia Hidrográfica consiste em um conjunto de rios tributários que convergem ao leito de um rio principal, delimitados por áreas onde a altimetria do relevo aponta regiões elevadas, denominada de divisores de água, contribuindo significativamente para a configuração da bacia em suas características físicas (HERNANDEZ et al. 2006).

A bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é formada pelo conjunto de canais fluviais, delimitados por terrenos adjacentes mais elevados, os quais formam uma rede de drenagem constituída por diversos tributários e um rio principal. (CASTRO e CARVALHO, 2009, p 1).

Diante disso, verifica-se a importância da Bacia Hidrográfica como fonte de sustentação dos recursos hídricos e, na atualidade, percebeu-se a grande relevância existente em sua manutenção por tratar-se de um sistema dinâmico onde a diversidade de componentes geoambientais interferem na dinâmica desta unidade da paisagem. Também, as Bacias Hidrográficas possuem uma relevância muito importante para o dinamismo humano, portanto o seu gerenciamento ao longo dos anos vem passando por vários estudos, e parte desta premissa a importância do análise que envolve tais características.

Dessa forma cresceu enormemente o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambientais. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem. (BOTELHO e SILVA, apud NETO, 2013, p 29).

Compreender a complexidade da relação que envolve a dinâmica das bacias hidrográficas é fundamental em seu planejamento. A importância relativa a este

complexo sistema tornou-se inclusive alvo de lei federal (Decreto nº 94.076, de 5 de Março de 1987), onde se institucionaliza o Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica, apresentando definições e diretrizes para caracterização e manejo destas áreas, enfatizando neste sentido a exploração agropecuária em seu artigo 1º.

"visando a promover um adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis (Decreto nº 94.076, de 5 de Março de 1987).

A nível estadual, temos outra particularidade que rege a questão que envolve a Bacia Hidrográfica, neste sentido a lei nº 5818, de 29 de dezembro de 1998, estipula assim um estudo aprofundado envolvendo as questões pertinentes a bacia hidrográfica, já que a mesma tem diversos interesse, como citado em seu capítulo 1, artigo 2, parágrafo 5.

"a bacia hidrográfica é a unidade físico-territorial de planejamento, gerenciamento e enquadramento das águas, consideradas as influências por estas recebidas do meio físico, antrópico e biótico, das regiões de limítrofes e das camadas subjacentes do solo;"

Contudo percebe-se a importância eminente do gerenciamento da bacia hidrográfica, e neste sentido cabe salientar que tanto na legislação federal que rege a particularidade que envolve a bacia hidrográfica, assim como a legislação estadual a cerca da mesma situação, tem como objetivo principal aperfeiçoar a sua utilização, para o consumo humano, industrial e na irrigação (CAMPANHARO, 2010).

Assim para entender o completo funcionamento de uma Bacia Hidrográfica, necessita-se entender quais os mecanismos presentes dentro da mesma em diferentes escalas espaço-temporal, que em âmbito geral, podem influenciar de forma significativa na distribuição dos recursos d'água, portanto entender o dinamismo e características físicas presente na Bacia Hidrográfica torna-se altamente relevante (CAMPANHARO, 2010).

Neste sentido compreender os demais fatores que envolvem a caracterização da Bacia Hidrográfica são fundamentais, tais como os principais: classes de solos presentes na área, a vegetação e tantos outros fatores que iram deliberar a cerca da

Bacia. No entanto, essa análise deve constar também parâmetros que evidenciem as particularidades que envolvem a morfometria da Bacia, diagnosticando com isso as suscetibilidades do mesmo.

A análise destes parâmetros evidencia de forma significativa as potencialidades da Bacia Hidrográfica e torna o seu gerenciamento, mais eficiente, pois uma vez que suas características estão mapeadas, pode-se apresentar um melhor manejo da área.

CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO RIO DUAS BOCAS

4.1. Caracterização da Área

A Sub-Bacia Hidrográfica do rio Duas Bocas, tributária da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, encontra-se localizada no Estado do Espírito Santo, entre os municípios de Cariacica (onde predomina grande parte de sua extensão territorial) e o de Santa Leopoldina, delimitada entre as coordenadas 20°12'01.28" e 20°17'24.90" de latitude e 40°23'06.35 e 40°32'07.88" de longitude, (Figura 3).

Uma de suas cabeceiras está inserida dentro dos limites da Reserva Biológica de Duas Bocas, apresentando vegetação densa e preservada, diminuindo sua produção de sedimentos, conforme verificado por Barroso e Marchioro (1999).

Outro fator relevante no que se refere a Bacia do rio Duas Bocas, consiste na captação de água para o abastecimento humano, que com a construção da represa velha no ano de 1909, foi fundamental para o abastecimento da capital do estado. No entanto, com o aumento da demanda por água a partir de 1950 passou a atender parte do município de Cariacica, tornando-se importante para a população local.

Nos limites da reserva biológica de Duas Bocas estão as principais nascentes deste rio, que são o córrego Panelas, Naia-Assú e Pau Amarelo, que ainda se mantêm com pronunciada cobertura vegetal de Mata Atlântica, conforme salientado por BARROSO e MARCHIORO (1999).

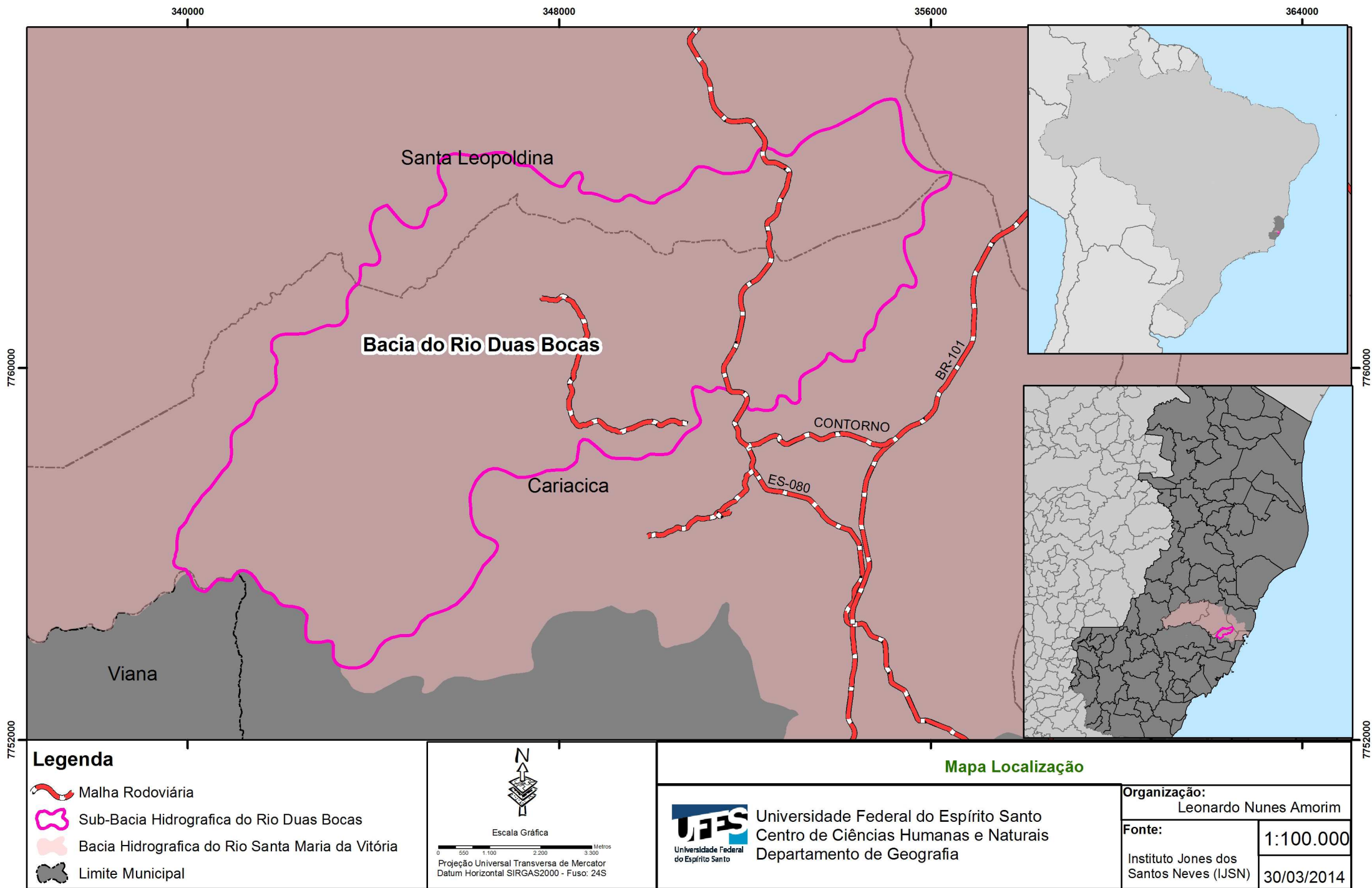


Figura 3: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas.

4.2. Clima

O clima possui extrema importância na análise das interações da bacia hidrográfica e do relevo, pois através dos processos morfoclimáticos podemos determinar as condições presentes dentro de um ambiente, desta forma através da análise de fatores como temperatura e pluviometria, a observação da área em estudo evidenciará suas particularidades e características.

Neste sentido para o município de Cariacica onde encontra-se a BHRDB, apresenta alto índice de precipitação, devido a sua característica climática, para tanto Marchioro (1996) evidência.

O município de Cariacica apresenta um clima tropical úmido, com precipitação média de 1.500 mm/ano (DEE, 1994), os ventos predominantes são dos quadrantes norte para sul (nordeste), sendo modificados pela entrada de massas de ar frio oriundas do sul, para a direção sul-norte (sudoeste), p 14.

Assim para o período do verão temos os meses de maior concentração de chuva, período que vai de novembro a março, apresentando pequena amplitude térmica ao longo do ano, na região onde está compreendida a área de estudo.

Para tanto na região de estudo da BHRDB, no sistema de classificação proposto por Köppen (1918 apud Danni-Oliveira e Mendonça (2007), predomina o Clima Tropical Chuvoso, designado pela Letra maiúscula A, determinando o grupo ao qual pertence a área de estudo, no entanto dentro deste grande grupo existem subdivisões, apresentadas por letras minúsculas, com o intuito de melhor caracterizar as particularidades presentes dentro deste grupo climático.

A	CLIMAS TROPICAIS CHUVOSOS
Af	Clima tropical chuvoso de floresta
Aw	Clima de savana
Am	Clima tropical de monção
B	CLIMAS SECOS
BSh	Clima quente de estepe
BSk	Clima frio de estepe
BWh	Clima quente de deserto
BWk	Clima frio de deserto
C	CLIMAS TEMPERADOS CHUVOSOS E MODERADAMENTE QUENTES
Cfa	Úmido em todas as estações, verão quente
Cfb	Úmido em todas as estações, verão moderadamente quente
Cfc	Úmido em todas as estações, verão moderadamente frio e curto
Cwa	Chuva de verão, verão quente
Cwb	Chuva de verão, verão moderadamente quente
Csa	Chuva de inverno, verão quente
Csb	Chuva de inverno, verão moderadamente quente
D	CLIMAS FRIOS COM NEVE-FLORESTA
Dfa	Úmido em todas as estações, verão quente
Dfb	Úmido em todas as estações, verão frio
Dfc	Úmido em todas as estações, verão moderadamente frio e curto
Dfd	Úmido em todas as estações, inverno intenso
Dwa	Chuva de verão, verão quente
Dwb	Chuva de verão, verão moderadamente quente
Dwc	Chuva de verão, verão moderadamente frio
Dwd	Chuva de verão, inverno intenso
E	CLIMAS POLARES
ET	Tundra
EF	Neve e gelo perpétuos

120

Figura 4: Classificação Climática de Köppen

Fonte: Danni-Oliveira; Mendonça (2007)

Diante disso para área da BHRDB, podemos evidenciar o tipo climático Tropical Chuvoso de Floresta (Af), apresentando o mesmo como o predominante para a o município de Cariacica e área de estudo, para Oliveira Filho (2010), este tipo climático 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.

Portanto compreender o clima presente na região, nos subsidia aspectos importantes relacionados a área de estudo e assim correlacioná-los nos aspectos da dinâmica da BHRDB.

4.3. Geologia

De acordo com RadamBrasil (1983) predomina na Bacia Hidrográfica do rio Duas Bocas dois compartimentos geológicos: a) Depósitos Flúvio-Lagunares e b) Complexo Paraíba do Sul, conforme poder ser visto na Figura 5, para tanto foi utilizado a base cartográfica da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) na escala de 1:1.000.000, que encontra-se disponível o endereço eletrônico <http://www.cprm.gov.br/>.

4.3.1. Complexo Paraíba do Sul

O compartimento geológico Complexo Paraíba do Sul presente na área em estudo está inserida no contexto geológico do Cinturão Araçuaí, também denominado como Complexo Nova Venécia. Este compartimento geológico caracteriza-se pela presença marcante de paragneisses e demais rochas de diversas classes (RADAMBRASIL, 1983).

O Complexo Paraíba do Sul incluiria metatexitos e diatexitos, cujos paleossomas são biotita e/ou hornblenda-granada gnaisses e gnaisses kinzigíticos, com intercalações de rochas calcissilicáticas, mármore, quartzitos e anfibolitos; e neossomas cujos leucossomas são quartzo-feldspáticos e os melanossomas são ricos em biotita. (GRADIM et al., 2007, p 7).

Tal característica atrela a área em questão suas particularidades, uma vez que, os fatores exógenos, através do intemperismo e os endógenos, influencia significativamente na dissecação do relevo, onde através dos períodos geológicos acabou por depositar-se no outro compartimento geológico presente na área de estudo (RADAMBRASIL, 1983).

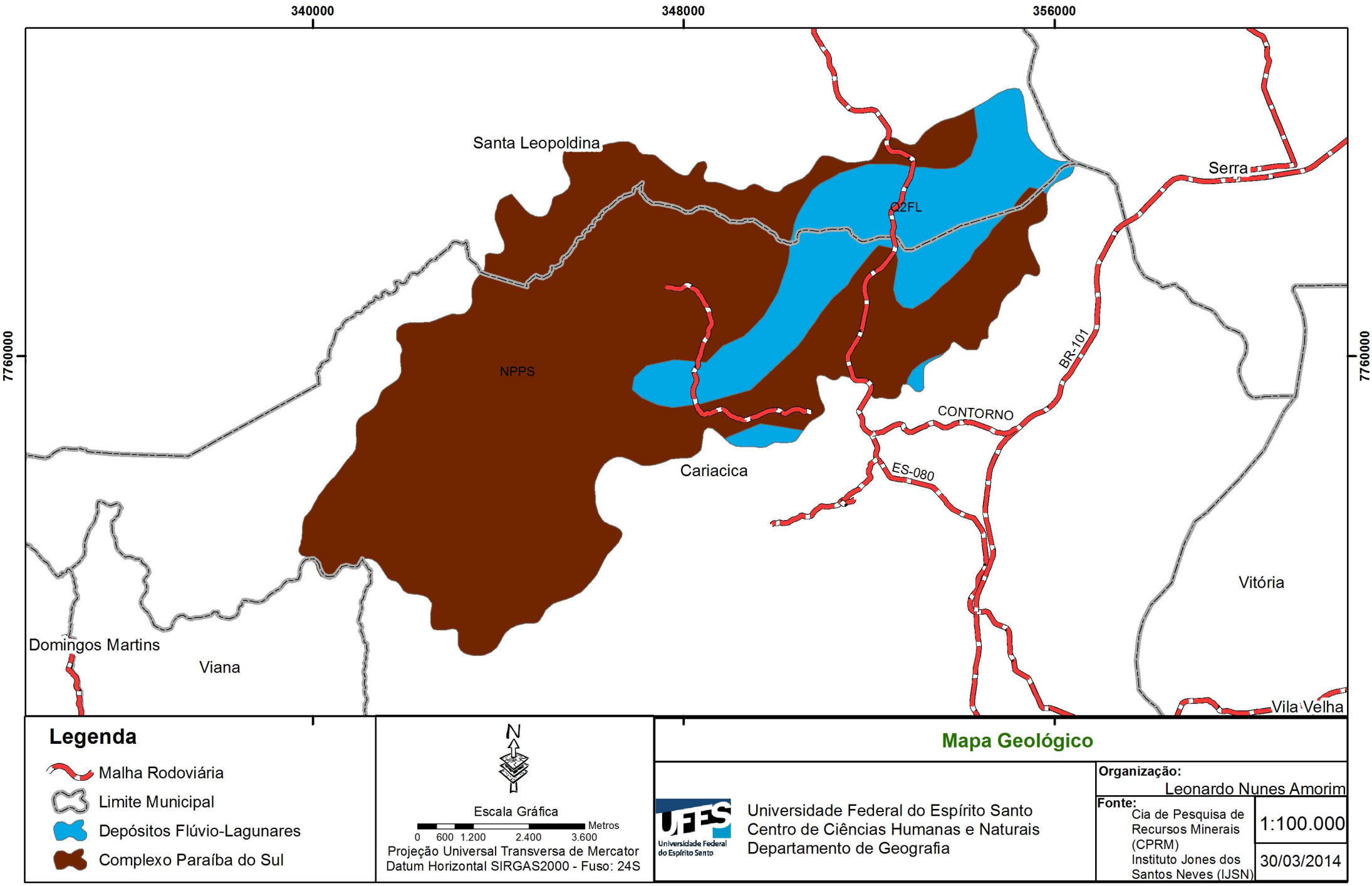


Figura 5: Compartimento Geológico da BHRDB, extraído da base cartográfica da CPRM na escala de 1:1.000.000

4.3.2. Depósitos Flúvio - Lagunares

Também denominado de Planície Flúvio-Lagunar, tem sua origem no período Quaternário, onde o processo de transgressão e regressão marinha foi fundamental para a criação de depósitos sedimentares que posteriormente tornou-se o compartimento geológico mencionado.

A evolução geológica durante o Quaternário, com variações eustáticas ao longo da costa do Brasil, foi responsável pela alternância entre os processos continentais (deposicionais) e os processos marinhos (erosivos e deposicionais), que repercutiam diretamente no trabalho erosivo promovido pela hidrografia no relevo. (Schneider, 2011, p 84).

O Depósito flúvio - lagunar aflora nas áreas marginais dos cursos d'água que drenam a planície costeira e se interligam às lagoas, em contato com os depósitos eólico pleistocênico, paludial, lagunar, eólico holocênico e eólico recoberto marinho praial (RADAMBRASIL, 1983).

4.4. Geomorfologia

Segundo o mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo, Produzido pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), junto ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), utilizando como base o Projeto Radambrasil na escala de 1:1.000.000, são encontrados na região os compartimentos morfológicos Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Tabuleiros Costeiros, conforme pode ser observado na figura 6.

4.4.1. Patamares Escalonados do Sul Capixaba

Na região da BHRDB a presença dos Patamares Escalonados do Sul Capixaba, esta presente na forma de Escarpa Serrana (DANTAS et al., 1998).

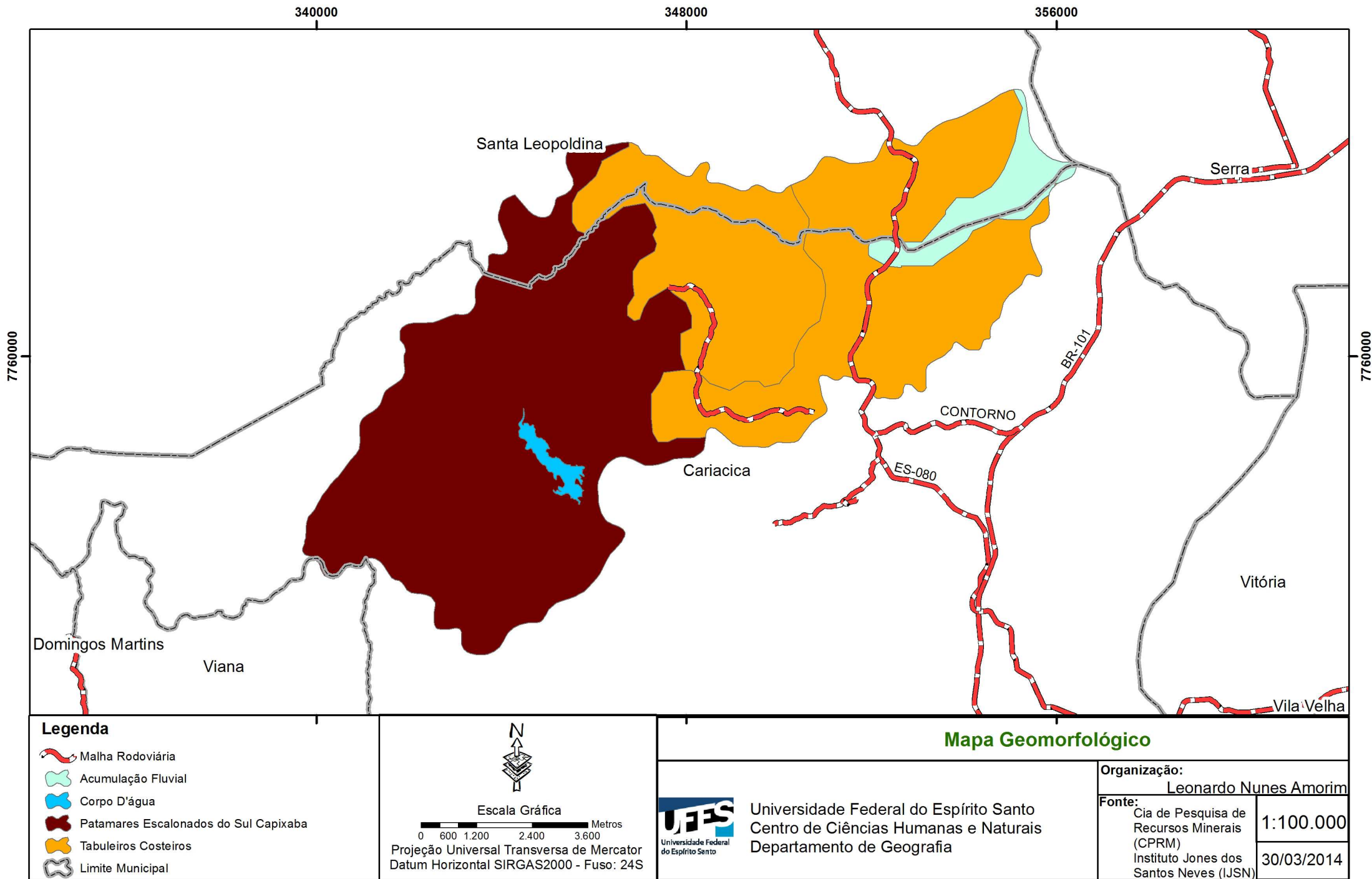


Figura 6: Compartimento Geomorfológico da SBHRDB, extraído da base cartográfica do Projeto RADAMBRASIL na escala de 1:1.000.000

Segundo GATTO et al. (1983 *apud* MOURA, 2006), nos Patamares Escalonados do sul capixaba distinguem-se três compartimentos morfológicos alicerçados sobre gnaisses, kinzigitos e alguns granitoides, compondo a característica deste compartimento morfológico.

Este compartimento apresenta relevo em forma de colinas, devido aos processos climáticos e eustáticos, onde ao longo dos anos vem participando ativamente na modelação deste relevo, isso acaba por evidenciar assim sua típica forma (RADAMBRASIL,1983), assim Coelho et al também define este compartimento da seguinte forma.

Distingui-se das demais áreas da região Sul Capixaba por ressaltar níveis de dissecação escalonados formando patamares, delimitados por frentes escarpadas adaptadas a falhas voltadas para noroeste e com caimento topográfico para sudeste, sugerindo blocos basculados em decorrência de impulsos epirogenéticos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos. (COELHO et al., 2012, p. 10).

4.4.2. Tabuleiros Costeiros

Presente ao longo de grande parte do litoral brasileiro. Esta unidade morfológica exibe características bem particulares, uma vez que a mesma se constituiu através da deposição de sedimento dos rios na faixa litorânea conforme salienta Brasil.

Os Tabuleiros Costeiros são definidos como a própria etimologia indica, em função da predominância de formas tabulares e da proximidade do litoral, e podem ser diferenciados, por meio das formas erosivas, ou seja, segundo os processos de erosão atuantes, estando divididos em Tabuleiros Costeiros caracterizados por superfície tabular erosiva e Tabuleiros Costeiros caracterizados por superfície pediplanada. BRASIL, (1981 *apud* Cestaro e Pereira 2012, p 391).

Segundo Costa (2010), os tabuleiros costeiros constituem uma unidade geoambiental que compreende uma faixa que acompanha todo o litoral desde o Rio de Janeiro até o Amapá, com uma largura de 100 a 200 km. É constituída de platôs sedimentares, cuja altitude varia de 30 a 150 metros. Apresenta ao longo de sua faixa, vales e encostas, onde predomina a vegetação de mata atlântica. Este

compartimento morfológico também apresenta grande expressividade na área em estudo.

4.4.3. Acumulação Fluvial

A acumulação fluvial, presente na a área de estudo, consiste na acumulação de sedimentos, por conseqüência dos períodos de inundação das áreas de várzea, acarretando no processo de deposição sedimentar.

Fluvial. Área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondentes às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial. (COELHO et al., 2012, p. 11).

Devido ao compartimento estar presente próximo a área de baixa elevação, consideravelmente plana, está constatação pode ser feita.

4.4.4. Corpo D'água

Consiste na acumulação de água, de forma natural, lagos, lagoa, ou através da construção de diques, barragens, onde a acumulação de água é expressiva. Existente na área, devido à construção de uma barragem para captação de água, este corpo d'água possui grande importância para a população local.

4.5. Pedologia

A Bacia do Rio Duas Bocas apresenta cinco classes de solos: a) Cambissolo; b) Gleissolo; c) Latossolo Vermelho-Amarelo; d) Latossolo Vermelho-Amarelo Podzóico e e) Solos Litólicos, conforme pode ser visto na Figura 7, para tanto utilizou-se a base fornecida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA), na escala de 1:250.000.

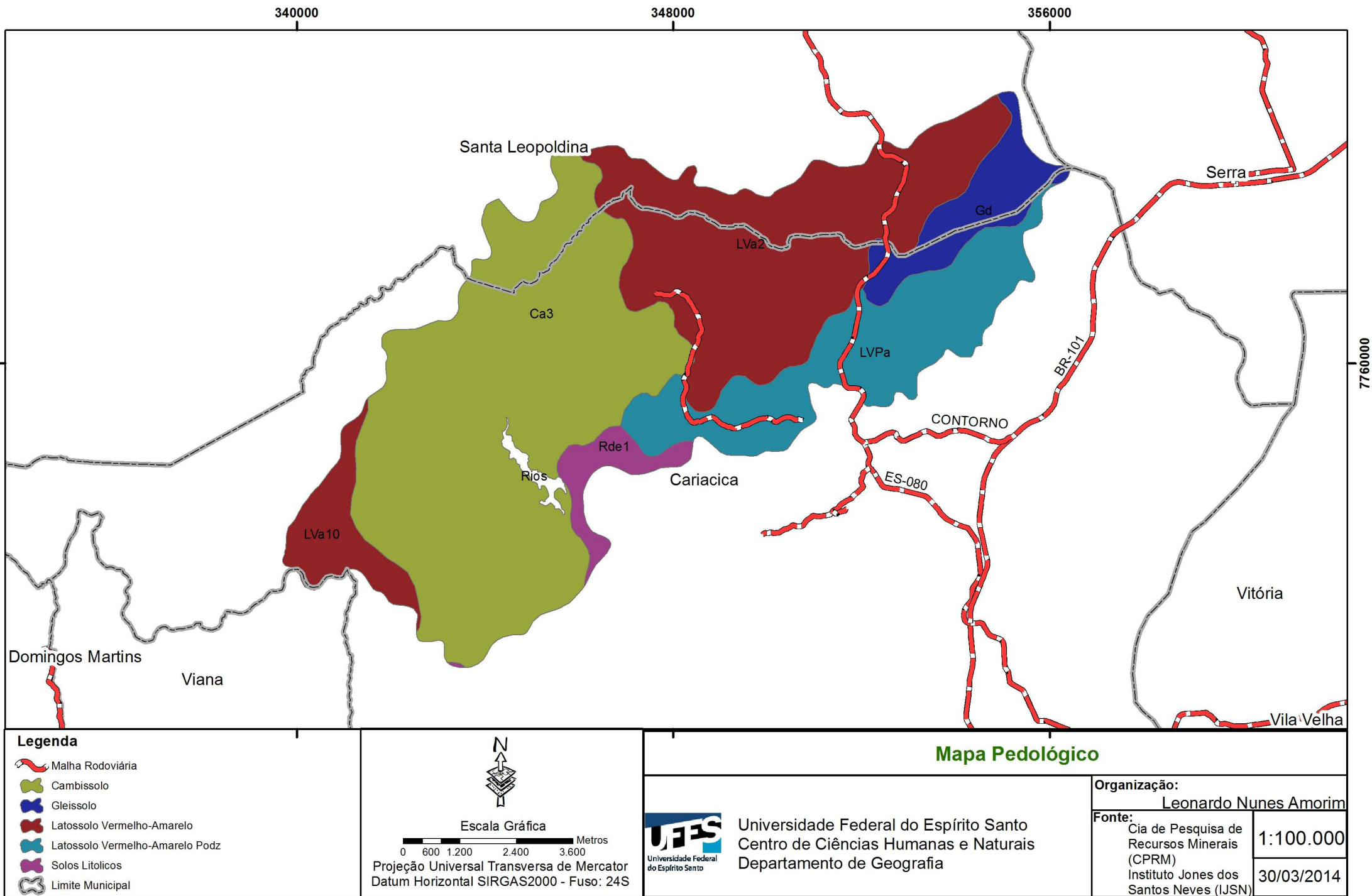


Figura 7: Compartimento Pedológico da SBHRDB, extraído da base cartográfica do IEMA na escala de 1:250.000

4.5.1. Cambissolo

São solos que são constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente e subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, apresentam pouca profundidade e podem sofrer alteração dependendo da região onde se encontram (EMBRAPA, 1999).

Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente, p 128.

Este tipo de solo apresenta grande importância na bacia estudada, pois na área em questão existe um predomínio do mesmo, acarretando em sua importância do processo de tomada decisões da área.

4.5.2. Gleissolo

Esta classe de solo apresenta-se permanentemente ou periodicamente saturados por água, caracterizando sua drenagem pouco eficiente, são solos onde existe ausência do horizonte B acima do horizonte glei, apresentando coloração do acinzentado ao preto conforme salienta EMBRAPA.

Compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização), ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura; não apresentam textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, EMBRAPA (1999), p 76.

Diante disso podemos perceber o predomínio deste tipo de solo na foz da bacia, onde o relevo configura-se menos acentuado o que propicia as interações apresentadas para este tipo de solo.

4.5.3. Latossolo Vermelho-Amarelo

Nesta classe de solo há o predomínio do mineral ferro que em geral da sua coloração característica, apresentando horizontes profundos raramente inferior a um metro, com grande presença de textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, inferior a 17cmolc/kg de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente cauliniticos, com valores de Ki mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de Ki extremamente baixo. (EMBRAPA, 1999., p. 78).

O processo intemperico característico deste tipo de solo também evidencia sua forma de relevo, apresentando relevo suavemente ondulado, em geral são solos onde a drenagem varia de fortemente drenado a moderado, predominando em grande parte da BHRDB (OLIVEIRA FILHO, (2010).

4.5.4. Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico

Atrelado ao grupo dos Latossolos, o solo Podzólico está associado a transição entre compartimentos geomorfológicos, onde o relevo predominante é ondulado, segundo Oliveira Filho, São solos constituídos por material mineral, com horizonte B textural; apresentam textura argilosa e saturação álica.

4.5.5. Solos Litólicos

São solos de acumulação, onde predominam fragmentos de rochas variando de 2 mm a 50 cm, onde a presença de sedimentos grosseiros evidencia-se, para tanto EMBRAPA apresenta a seguinte característica para esta classificação de solo.

Solos com horizonte A ou hístico, assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha

com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. p 205.

4.6. Características socioeconômicas

A Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas, concentra grande parte de sua área no município de Cariacica, inserido dentro da região metropolitana da Grande Vitória. O município apresentava segundo dados do senso demográfico de 2010 obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) uma população de 348.738 habitantes.

A importância da BHRDB, segundo Noveli (2010), iniciou em 1908 quando houve a primeira canalização de água para o abastecimento da população da grande vitória, esta canalização ia até um chafariz sede do município de Cariacica, caracterizando como fundamental para preservação da área.

Devido a isso, com o passar dos anos e com a crescente demanda da população houve a necessidade de se realizar o primeiro represamento conhecido como Represa do rio Pau Amarelo. Contudo, com o substancial aumento da população houve a necessidade de se ampliar ainda mais o represamento de água e com isso surge a Represa de Duas Bocas que até aproximadamente 1950 abastecia de água a município de Vitória e Cariacica entre outros e, atualmente, a represa atende a 25% do abastecimento do município de Cariacica.

Diante disso percebe-se que a BHRDB, apresenta uma grande importância para o abastecimento de água para a população, no entanto não podemos deixar de mencionar, que além do abastecimento de água potável, segundo dados do INCAPER (2011), existem na região pequenas propriedades rurais voltadas ao cultivo primário, e a destinação da água também contempla estas atividades.

METODOLOGIA

5.1. Análise Fisiográfica

5.1.1. Procedimentos metodológicos

No processo de elaboração dos dados que compõem a pesquisa, buscou-se observar nos dados disponíveis na internet, qual atenderia de forma ampla a proposta a qual é abordada no texto. para tanto buscou-se nos dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), disponibilizados para o continente com resolução horizontal de 3 arco-segundos (~90m) e resolução vertical de 1m. Os dados referentes a interpolação do Projeto Topodata, que passou por processo de refinamento para diminuir a equidistância entre as curvas de nível aumentando a resolução horizontal para 1 arco-segundo (~30m), e as cartas topográficas disponibilizadas pelo IBGE. pois estes dados auxiliariam na observação dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) que para Valeriano 2008 apresentam a seguinte definição.

Na forma trivial, modelos digitais de elevação (MDE) são arquivos que contêm registros altimétricos estruturados em linhas e colunas georreferenciadas, como uma imagem com um valor de elevação em cada pixel. p 4.

Diante disso e após a construção dos parâmetros de observação das características da Bacia Hidrográfica optou-se pela utilização dos dados oriundos do Projeto TOPODATA desenvolvido por Valeriano (2008), pois se julgou que o mesmo possui uma melhor qualidade dos dados apresentados em detrimento dos demais produtos disponíveis na internet, as imagens SRTM e as curvas de nível disponibilizadas pelo IBGE, pois o mesmo apresentaram

A opção pela não utilização da imagem SRTM como das curvas de nível disponibilizadas pelo IBGE, consistiram pelos seguintes critérios respectivamente, 1) a imagem SRTM apresenta na interpolação de seus dados falhas que não são observadas quando o mesmo processo é repetido para a imagem TOPODATA, devido a isso a imagem SRTM foi descartada; 2) com relação as curvas fornecidas

pelo IBGE, um entrave se consolidou, as curvas nas escalas de observação não existiam para a área de estudo, por conta disso sua utilização foi descartada.

Na elaboração dos mapas que compreendem a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas, foram utilizadas as imagens 20S42_ZN e 20S405ZN do projeto de interpolação TOPODATA, com o intuito de extrair as curvas de nível e interpolar as mesmas de forma a trabalhá-las nas escalas 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000, gerando arquivos de formato *Raster*, para que com os mesmos fossem avaliados em suas particularidades para a SBHRDB em suas diferentes escalas, para tanto na obtenção destes dados dois momentos distintos serão abordados, 1º a preparação dos dados obtidos e 2º a extração dos dados para caracterização da bacia conforme ilustrado na Figura 8. A partir disto pode-se definir qual a escala que melhor se enquadra em sua caracterização fisiográfica.

Em um primeiro momento, objetivando extrair as informações necessárias a elaboração dos dados referentes a Bacia Hidrografia que norteará a análise, buscou-se no endereço eletrônico <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>, imagens *Raster* com o intuito de extrair das mesmas informações de hipsometria, partindo daí o necessário ao desenvolvimento da análise da Bacia.

Na elaboração dos dados utilizou o software ArcGis 10TM (ESRI 2012), ArcMap 10, disponível no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo. Porém antes de extrair as curvas de nível da área de estudo, precisou fazer a junção das imagens adquiridas, para isso usou-se a ferramenta *Mosaic To New Raster*, para fazer a junção das mesmas e iniciar o desenvolvimento dos trabalhos

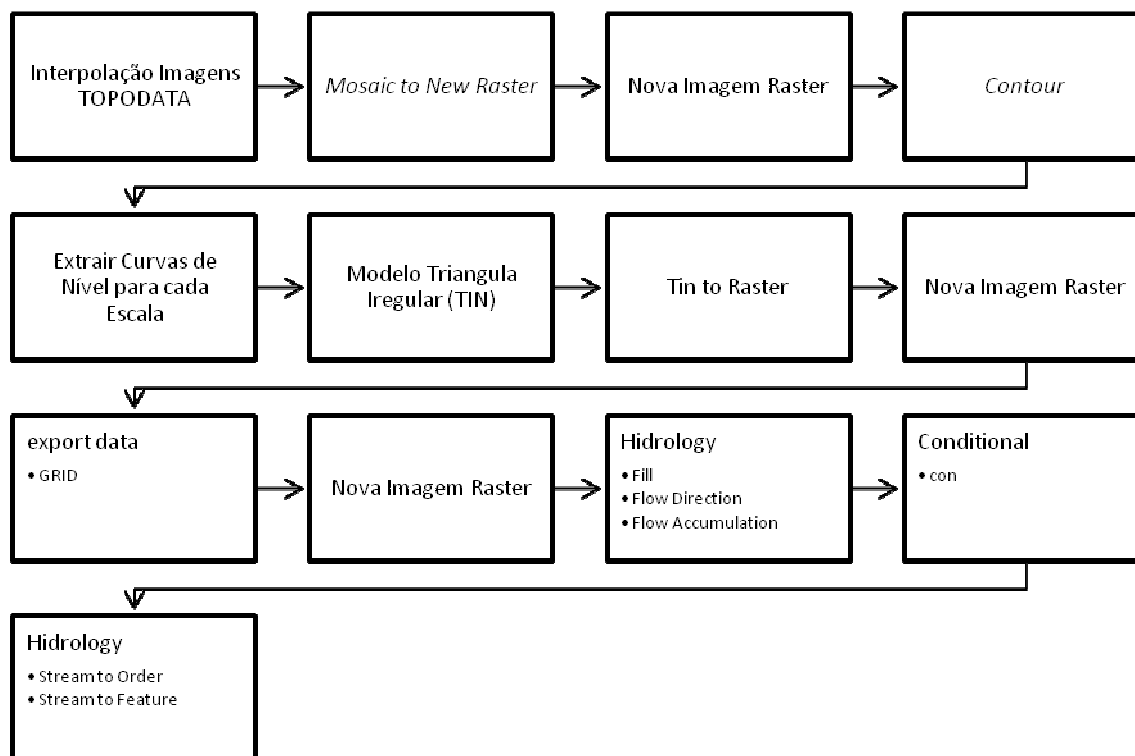


Figura 8: Procedimentos para elaboração dos dados da SBHRDB.

Uma vez feito o mosaico das imagens, procedeu-se da seguinte maneira: extraiu-se das imagens infra-vermelho as curvas de nível. A extração automática destas curvas obedeceu aos parâmetros da normatização cartográfica brasileira (Lei 243 de 28 de Fevereiro de 1967), onde a referencia da equidistância das curvas para cada uma das escalas apresentadas é evidenciada, conforme disposto na tabela 1, gerando diferentes produtos de uma mesma área.

Em seguida foi gerado um Modelo Triangular Irregular (TIN) do terreno, com o intuito de observar a altitude do relevo. Este procedimento é um passo importante para o desenvolvimento da extração da hidrografia, pois a partir dele que iremos fundamentar a metodologia utilizada para sua extração.

Tabela 2: relação de equidistância das Curvas de Nível.

ESCALA	EQUIDISTÂNCIA	CURVAS MESTRAS
1: 25.000	10 m	50 m
1: 50.000	20 m	100 m
1: 100.000	50 m	250 m
1: 250.000	100 m	500 m
1: 1.000.000	100 m	500 m

Fonte: www.ibge.com.br.

Do TIN gerado foi elaborada uma nova imagem *Raster*, levando todas as características necessárias ao seu desenvolvimento nas escalas que são abordadas neste trabalho. Diante disso, no software ArcMap 10 passou-se a proceder no desenvolvimento de extração da hidrografia. Para tanto, utilizou-se no *ArcToolbox*, em *Spatial Analyst Tools*, a caixa de ferramentas *Hydrology*, onde tratou-se a imagem *Raster* gerada, para que a hidrografia seguindo a metodologia aplicada por Horton alterada por Strahler (1957 apud Cristofolletti, 1980) fosse obtida.

Para minimizar os problemas que possam ser gerados na extração automática dos dados, utilizou-se na própria caixa de ferramentas do *Hydrology*, a ferramenta *Fill*, que consiste em retirar as possíveis áreas da imagem que possam estar com hipsometria abaixo de zero, tornando o dado mais consistente e, evitando com isso, problemas ao gerar a hidrografia extraída, uma vez que o programa pode considerar o pixel da imagem que apresenta elevação igual ou menor que zero como ponto final da hidrografia.

O próximo passo desenvolvido consistiu em direcionar o fluxo da imagem, por meio da ferramenta *Flow Direction*, levando-se em consideração a elevação existente nos pixel da imagem. Assim que o comando foi ativado, a ferramenta calculou o direcionamento do fluxo e gerou uma imagem o que norteou este trabalho em diferentes escalas.

Outra ferramenta de fundamental relevância e que segue a seqüência do desenvolvimento dos parâmetros para extração da hidrografia é a ferramenta *Flow Accumulation*. Neste passo utilizou-se a imagem *Raster* gerada na etapa anterior

com o intuito gerar um novo arquivo onde pode-se determinar onde o fluxo ia se acumular.

Após realizar todos os parâmetros de entrada da imagem *Raster*, obteve-se a hidrografia da mesma. Para este procedimento, a ferramenta *Con* foi utilizada com intuito de determinar à condição necessária a extração da hidrografia, uma vez que a mesma delimita o curso d'água na imagem, gerando um arquivo *Raster*.

Para extrair a hierarquia dos rios segundo o modelo proposto por Strahler (1957 apud Christofolletti, 1980), utilizou-se a ferramenta *Stream Order*. Uma vez obtida esta informação, prosseguiu-se com o intuito de gerar um arquivo em formato vetorial, utilizando-se a ferramenta *Stream to Feature*. A partir deste processo o trabalho com a hidrografia pode ser realizado de acordo com a interpolação realizada pelo método computacional.

5.1.2. Análise Fisiográfica e as características morfométricas da Bacia Hidrográfica

Com o intuito de apresentar parâmetros objetivos, quantitativos referentes a bacia hidrográfica, vários estudos foram desenvolvidos, no entanto a partir de 1945, com a elaboração dos estudos Robert E. Horton, buscou-se desenvolver leis que pudessem validar as características e diferenças existentes nas Bacias Hidrográficas e desta forma quantificar as mesmas.

Alguns parâmetros são sugeridos por Horton (1945 apud Christofolletti, 1980) para a análise e estudo da bacia hidrográfica, apresentando quatro itens: hierarquia fluvial, análise areal, análise linear e análise hipsométrica; cada um destes apresentando relevância na configuração da análise da Bacia.

Diante das questões que envolvem a obtenção de dados que melhor caracterizem a bacia hidrográfica, observou-se os seguintes parâmetros morfométricos, Relação de bifurcação, Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, Comprimento do rio principal, Gradiente dos canais, Área da bacia, Comprimento da

bacia, Densidade dos rios, Densidade de drenagem, Densidade de segmentos da bacia e sua Hierarquização fluvial.

5.1.2.1. Hierarquia Fluvial

A hierarquia fluvial consiste em mensurar o ordenamento dos rios partindo dos tributários até o encontro dos mesmos em seu curso principal. Para tanto, observou-se vários parâmetros de obtenção da hierarquização dos rios. No entanto para que possamos compreender os parâmetros utilizados iremos aqui apresentar a classificação hidrográfica proposta por Horton , e as alterações propostas por Strahler para entendimento do comportamento da hierarquia da bacia hidrográfica.

Robert E. Horton desenvolveu uma metodologia para a classificação da hidrografia. Nesta classificação os rios de primeira ordem não recebem nenhum tributário, o de segunda ordem recebem tributários de primeira ordem, os rios de terceira ordem, recebem tributários de segunda e primeira ordem, e assim por diante. No entanto, segundo Christofolletti (1980) a classificação de Horton define que o rio principal é consignado com o mesmo numero de ordem até sua nascente, conforme ilustrado na Figura 8 abaixo.

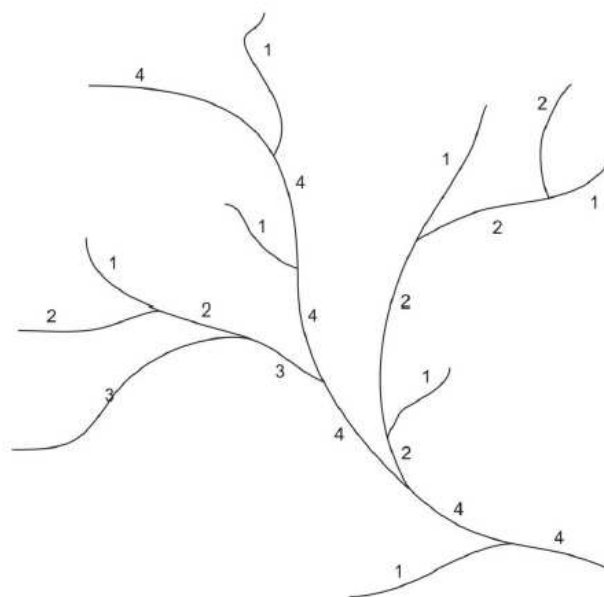


Figura 9: Classificação hierárquica segundo HORTON (1945 apud CHRISTOFOLETTI, 1980)

Porém com o passar do tempo viu-se a necessidade de elaborar critérios e parâmetros de hierarquização visando a diminuir a subjetividade quanto a classificação dos rios. Assim Arthur N. Strahler classifica a hierarquia dos rios seguindo a seguinte forma: os rios menores sem tributários são considerados canais de primeira ordem, a confluência de dois canais de primeira ordem formam um canal de segunda ordem, e só recebem canais de primeira ordem, a confluência de dois canais de segunda ordem forma um canal de terceira ordem, porém o mesmo pode receber afluentes de primeira ordem, e assim por diante, neste caso a classificação de Strahler elimina a presença de um rio principal na classificação e será utilizada para elaboração deste trabalho (Figura 9).

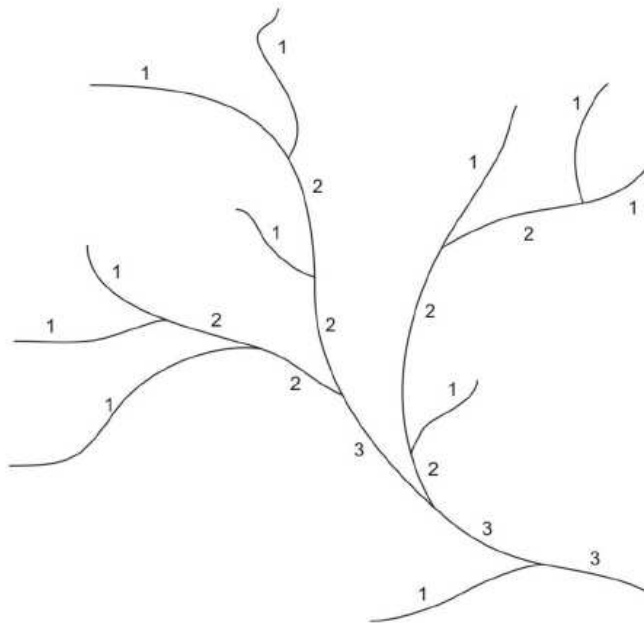


Figura 10: Classificação hierárquica proposta por Strahler (1957 apud Christofolletti, 1980).

5.1.2.2. Relação de Bifurcação

Para Horton 1945 (apud Cristofolletti, 1980), a relação de bifurcação compreende a relação entre o numero total de segmentos de determinada ordem, com o numero de segmentos de ordem imediatamente superior. Já para o sistema de ordenação de Strahler, o resultado não pode ser inferior a 2, para tanto a expressão abaixo define o parâmetro para o calculo da relação de bifurcação.

$$\text{Equação 1: } R_b = N_u / N_{u+1}$$

Onde N_u é o numero de segmentos de determinada ordem e N_{u+1} é o numero de segmentos da ordem imediatamente superior.

Assim os valores adquiridos na equação acima apresentam segundo Castro ; Carvalho (apud Campanharo, 2010), o grau de dissecação da bacia hidrográfica,

quanto maior for o índice maior será o grau de dissecação, valores abaixo de 2 indica relevo colinoso.

5.1.2.3. Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem

A relação do comprimento médio dos canais leva em consideração o comprimento médio de cada ordem, onde o comprimento é representado pela letra "L" e a respectiva ordem pela letra "u", dividido pelo número de seguimentos encontrado em cada ordem. Assim, obtém-se o comprimento de cada ordem, no entanto, para se obter o comprimento médio dos canais, leva-se em consideração a expressão abaixo:

$$\text{Equação 2: } R_{lm} = L_{m_u} / L_{m_{u-1}}$$

Onde: R_{lm} , é a relação entre o comprimentos médios dos canais; L_{m_u} é o comprimento médio dos canais de determinada ordem, e $L_{m_{u-1}}$ é o comprimento médio dos canais de ordem imediatamente inferior.

5.1.2.4. Comprimento do rio principal

O comprimento do rio principal segundo Christofletti (1980), é medido da desembocadura do leito do rio até determinada nascente. Neste sentido definir o rio principal torna-se uma tarefa complexa, já que para mensurar o rio principal devemos observar alguns parâmetros, como a altimetria do relevo, soma do comprimento dos segmentos das ordens dos rios, ou mesmo utilizar a classificação hidrográfica de Horton e definir o rio principal. Diante de todos os critérios expostos acima a altimetria do relevo, se obtida de forma precisa ofereceria maiores vantagens na construção do comprimento do rio principal.

A partir disto, o comprimento do rio principal foi obtido utilizando da maior distância entre a desembocadura fluvial e a nascente mais distante.

5.1.2.5. Gradiente dos canais

O gradiente dos canais visa, segundo Horton (1945 apud Christofolletti, 1980), identificar a declividade presente onde estão os cursos d'água, podendo ser feito para cada seguimento, assim como para o curso principal do rio. Desta forma o gradiente buscar apresentar a declividade no ponto inicial e final do seguimento a ser analisado. A equação necessária a obtenção dos dados relativos ao gradiente.

$$\text{Equação 3: } R_{gc} = G_{cu} / G_{Cu + 1}$$

Onde: R_{gc} é a relação entre gradientes dos canais, G_{cu} é a declividade média dos canais de determinada ordem, e $G_{Cu + 1}$ é a declividade média dos canais de ordem imediatamente superior.

5.1.2.6. Área da Bacia

A área da bacia compreende, segundo Horton (1945 *apud* Chrsitofolletti, 1980), toda a sua extensão que é drenada por sua rede hidrográfica. Neste sentido, obter o valor desta área pode ser feito de algumas formas, através de métodos computacionais, após gerar o mesmo de forma automática como exemplo. O resultado de seu valor em área geralmente é obtido em km², porém a unidade de medida pode variar dependendo do estudo que estiver sendo elaborado.

A área da BHRDB foi desenvolvida utilizando método computacional, levando em consideração os contornos topográficos presentes na bacia, diante disso ao realizar a delimitação da bacia o programa leva em consideração os dados altimétricos dos pixel da imagem, com o intuito de delimitar sua área levando em consideração os

divisores de água presentes, para tanto a área da bacia é mensurada levando em consideração sua foz, ponto mais baixo da bacia até a montante.

5.1.2.7. Comprimento da bacia

O comprimento da bacia hidrográfica pode ser medido, segundo Horton (1945 apud Christofolletti (1980), de diversas maneiras, levando em consideração a foz como ponto de partida escolhendo um ponto ao longo da área para que se possa mensurar o comprimento, ou mesmo seguindo o leito do rio principal, existem outras formas de mensurar o comprimento da bacia, no entanto estas formas de se conseguir tais características são subjetivas e cabe ao quem estiver analisando a área mensurar qual o procedimento a ser adotado.

5.1.2.8. Densidade de rios

O modelo proposto para quantificar a densidade de rio foi o proposto por Horton (1945 apud Christofolletti, 1980) conforme pode ser visto na equação 3.

$$\text{Equação 4: } D_r = N/A$$

Assim: D_r é a densidade de rios, N é o número total de rios ou curso d'água e A é a área da bacia considerada.

5.1.2.9. Densidade de drenagem

A densidade de drenagem considera todos os rios presentes na bacia e relaciona o mesmo com sua área, para tanto Horton (1945 apud Christofolletti, 1980), criou uma

equação para mensurar tais características presentes na bacia hidrografia, como pode ser visto na equação 4:

$$\text{Equação 5: } Dd = L_t / A$$

Assim Dd é a densidade de drenagem, L_t é o comprimento total dos canais e A é a área da bacia.

5.1.2.10. Densidade de segmentos da bacia

A densidade de segmentos da bacia, segundo Horton (1945 apud Christofolletti, 1980), evidencia-se em uma relação apresentada de todos os seguimentos presentes na área, desta forma expressa-se de acordo com a equação 5:

$$\text{Equação 6: } F_s = \sum n_i / A$$

Onde: n_i é o numero de segmentos de uma determinada ordem (1° , 2° , 3° ..., n° enésima ordem), e A é a área da bacia.

5.1.2.11. Classificação da declividade

A declividade presente na SBHRDB foi classificada conforme a proposta da EMBRAPA (2006), nas seguintes classes: 0 a 3% relevo plano; 3 a 8% relevo suave ondulado; 8 a 20% relevo ondulado; 20 a 45% relevo forte ondulado; 45 a 75% - relevo montanhoso, e maior que 75% relevo escarpado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

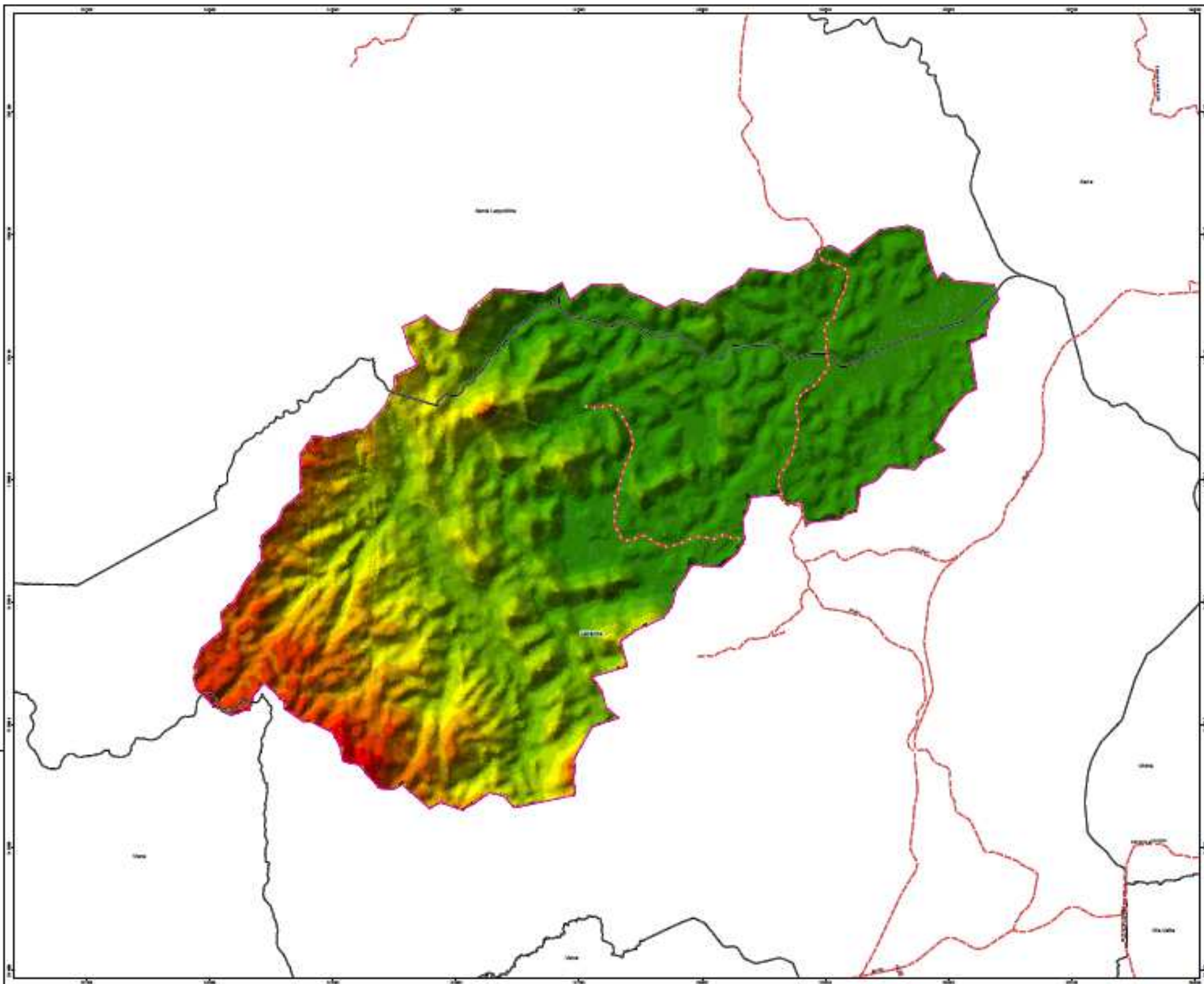
Os resultados e discussão desse trabalho estão organizados sequencialmente na apresentação dos parâmetros de altitude e declividade, seguido de parâmetros lineares e areais da bacia hidrográfica. Esta organização está baseada no fato de que o relevo da bacia hidrográfica influencia fortemente os parâmetros lineares e areais da SBHRDB

6.1 Altitude do Relevo

Na análise da altimetria do relevo, pode-se observar nas Figuras 10, 11 e 12, que a variação de altitude da área de estudo é de 0 à 800 metros em todas as escalas analisada.

Ao analisar os mapas, percebe-se que a disposição da equidistância das curvas define a rugosidade presente no relevo da Bacia, pois a mesma difere significativamente entre as escala de 1:100.000 e 1:25.000. Já comparando as escalas 1:25.000 e 1:50.000 a diferenciação dos seus dados não é tão significativa em termos de altitude, porém ainda assim apresentam diferenças no que tange disposição do relevo. Isto pode ser explicado já que na escala de 1:25.000 existe uma maior suavidade no relevo em relação a escala de 1:100.000, corroborando para que ocorram maiores desníveis e, em virtude da suavidade, maior possibilidade de infiltração de água no solo presente.

O efeito da suavidade do relevo em função da escala de análise também é destacado por Gomes (2006), que ao modelar movimentos de massa na bacia do rio Quitite e Paragaio, salientou que na escala de 1:10.000 o relevo foi mais suavizado do que na escala de 1:50.000. Contudo, este mesmo autor destaca que em estudos de previsão de escorregamentos a escala máxima a ser adotada deve ser a de 1:50.000, pois escalas menores não conseguem mais visualizar as porções do relevo necessárias para o desenvolvimento destes fenômenos.



- Legenda**
- Barragem
 - Rio
 - 100-150
 - 150-200
 - 200-250
 - 250-300
 - 300-350
 - 350-400
 - 400-450
 - 450-500
 - 500-550
 - 550-600
 - 600-650
 - 650-700
 - 700-750
 - 750-800
 - 800-850
 - 850-900
 - 900-950
 - 950-1000
 - 1000-1050
 - 1050-1100
 - 1100-1150
 - 1150-1200
 - 1200-1250
 - 1250-1300
 - 1300-1350
 - 1350-1400
 - 1400-1450
 - 1450-1500
 - 1500-1550
 - 1550-1600
 - 1600-1650
 - 1650-1700
 - 1700-1750
 - 1750-1800
 - 1800-1850
 - 1850-1900
 - 1900-1950
 - 1950-2000
 - 2000-2050
 - 2050-2100
 - 2100-2150
 - 2150-2200
 - 2200-2250
 - 2250-2300
 - 2300-2350
 - 2350-2400
 - 2400-2450
 - 2450-2500
 - 2500-2550
 - 2550-2600
 - 2600-2650
 - 2650-2700
 - 2700-2750
 - 2750-2800
 - 2800-2850
 - 2850-2900
 - 2900-2950
 - 2950-3000
 - 3000-3050
 - 3050-3100
 - 3100-3150
 - 3150-3200
 - 3200-3250
 - 3250-3300
 - 3300-3350
 - 3350-3400
 - 3400-3450
 - 3450-3500
 - 3500-3550
 - 3550-3600
 - 3600-3650
 - 3650-3700
 - 3700-3750
 - 3750-3800
 - 3800-3850
 - 3850-3900
 - 3900-3950
 - 3950-4000
 - 4000-4050
 - 4050-4100
 - 4100-4150
 - 4150-4200
 - 4200-4250
 - 4250-4300
 - 4300-4350
 - 4350-4400
 - 4400-4450
 - 4450-4500
 - 4500-4550
 - 4550-4600
 - 4600-4650
 - 4650-4700
 - 4700-4750
 - 4750-4800
 - 4800-4850
 - 4850-4900
 - 4900-4950
 - 4950-5000
 - 5000-5050
 - 5050-5100
 - 5100-5150
 - 5150-5200
 - 5200-5250
 - 5250-5300
 - 5300-5350
 - 5350-5400
 - 5400-5450
 - 5450-5500
 - 5500-5550
 - 5550-5600
 - 5600-5650
 - 5650-5700
 - 5700-5750
 - 5750-5800
 - 5800-5850
 - 5850-5900
 - 5900-5950
 - 5950-6000
 - 6000-6050
 - 6050-6100
 - 6100-6150
 - 6150-6200
 - 6200-6250
 - 6250-6300
 - 6300-6350
 - 6350-6400
 - 6400-6450
 - 6450-6500
 - 6500-6550
 - 6550-6600
 - 6600-6650
 - 6650-6700
 - 6700-6750
 - 6750-6800
 - 6800-6850
 - 6850-6900
 - 6900-6950
 - 6950-7000
 - 7000-7050
 - 7050-7100
 - 7100-7150
 - 7150-7200
 - 7200-7250
 - 7250-7300
 - 7300-7350
 - 7350-7400
 - 7400-7450
 - 7450-7500
 - 7500-7550
 - 7550-7600
 - 7600-7650
 - 7650-7700
 - 7700-7750
 - 7750-7800
 - 7800-7850
 - 7850-7900
 - 7900-7950
 - 7950-8000
 - 8000-8050
 - 8050-8100
 - 8100-8150
 - 8150-8200
 - 8200-8250
 - 8250-8300
 - 8300-8350
 - 8350-8400
 - 8400-8450
 - 8450-8500
 - 8500-8550
 - 8550-8600
 - 8600-8650
 - 8650-8700
 - 8700-8750
 - 8750-8800
 - 8800-8850
 - 8850-8900
 - 8900-8950
 - 8950-9000
 - 9000-9050
 - 9050-9100
 - 9100-9150
 - 9150-9200
 - 9200-9250
 - 9250-9300
 - 9300-9350
 - 9350-9400
 - 9400-9450
 - 9450-9500
 - 9500-9550
 - 9550-9600
 - 9600-9650
 - 9650-9700
 - 9700-9750
 - 9750-9800
 - 9800-9850
 - 9850-9900
 - 9900-9950
 - 9950-10000

Escala Gráfica

0 200 400 600 800 1.000 1.200 1.400

Projeto Técnico: Conselho Municipal de Meio Ambiente
Cidade: São Paulo - SP

Mapa Topográfico

Projeto: []
Escala: 1:50.000
Data: []

Elaborado por: []
Aprovado por: []

Figura 11 - Modelo de elevação do município de São Paulo - SP

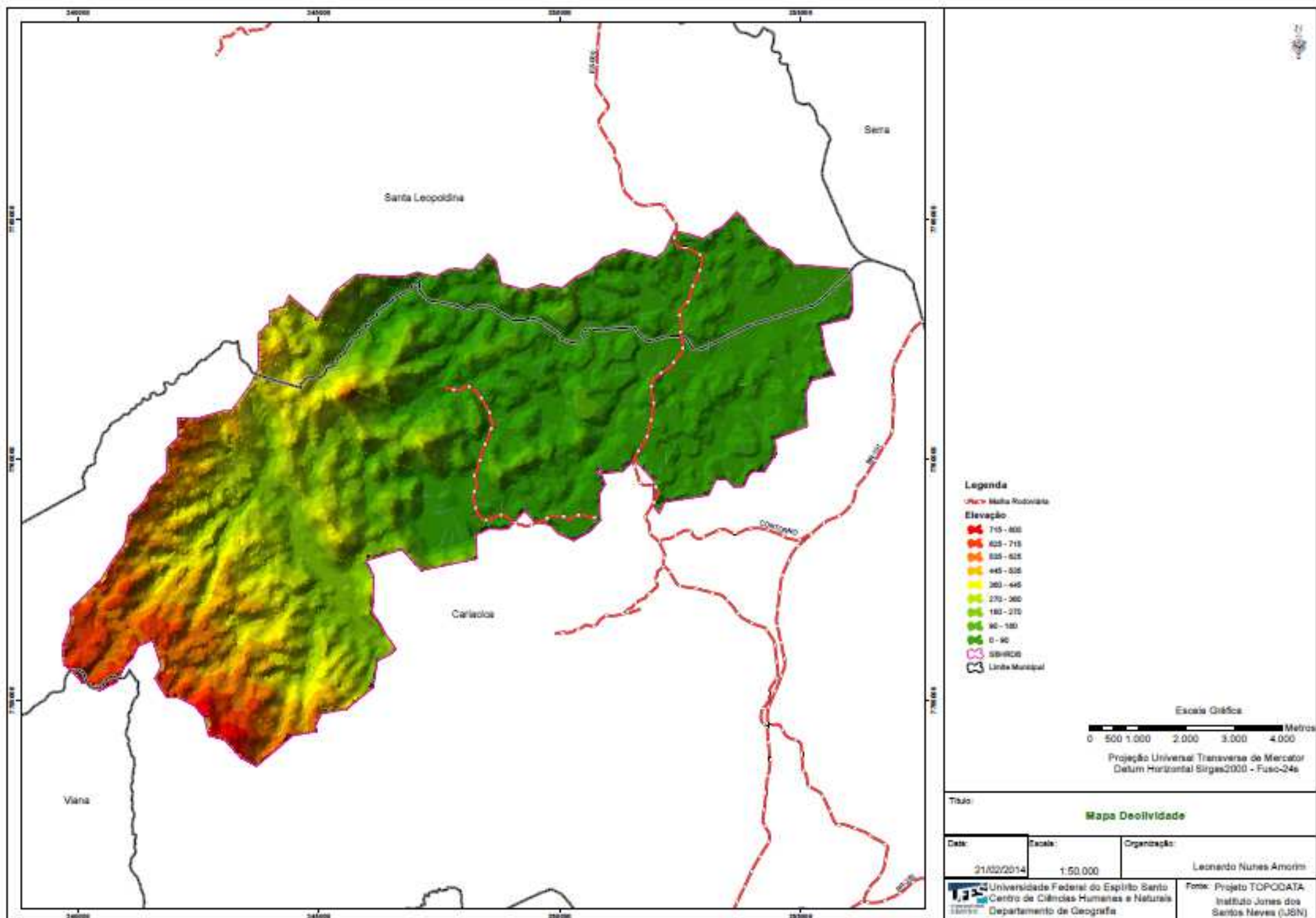


Figura 12: Altitude do relevo da SBHRDB na escala 1:50.000.

340000

348000

356000

Santa Leopoldina

Serra

Cariacica

CONTORNO

ES-080

BR-101













Vitória

Domingos Martins

Viana

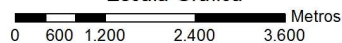
Vila Velha

Legenda

-  SBHRDB
-  360 - 445
- Elevação**
-  715 - 800
-  270 - 360
-  625 - 715
-  180 - 270
-  535 - 625
-  90 - 180
-  445 - 535
-  0 - 90
-  Malha Rodoviária
-  Limite Municipal



Escala Gráfica



Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal SIRGAS2000 - Fuso: 24S

Mapa Hipsométrico



Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Departamento de Geografia

Organização:

Leonardo Nunes Amorim

Fonte:

Projeto TOPODATA
Instituto Jones dos
Santos Neves (IJSN)

1:100.000

30/03/2014

6.2 Declividade na Bacia do Rio Duas Bocas

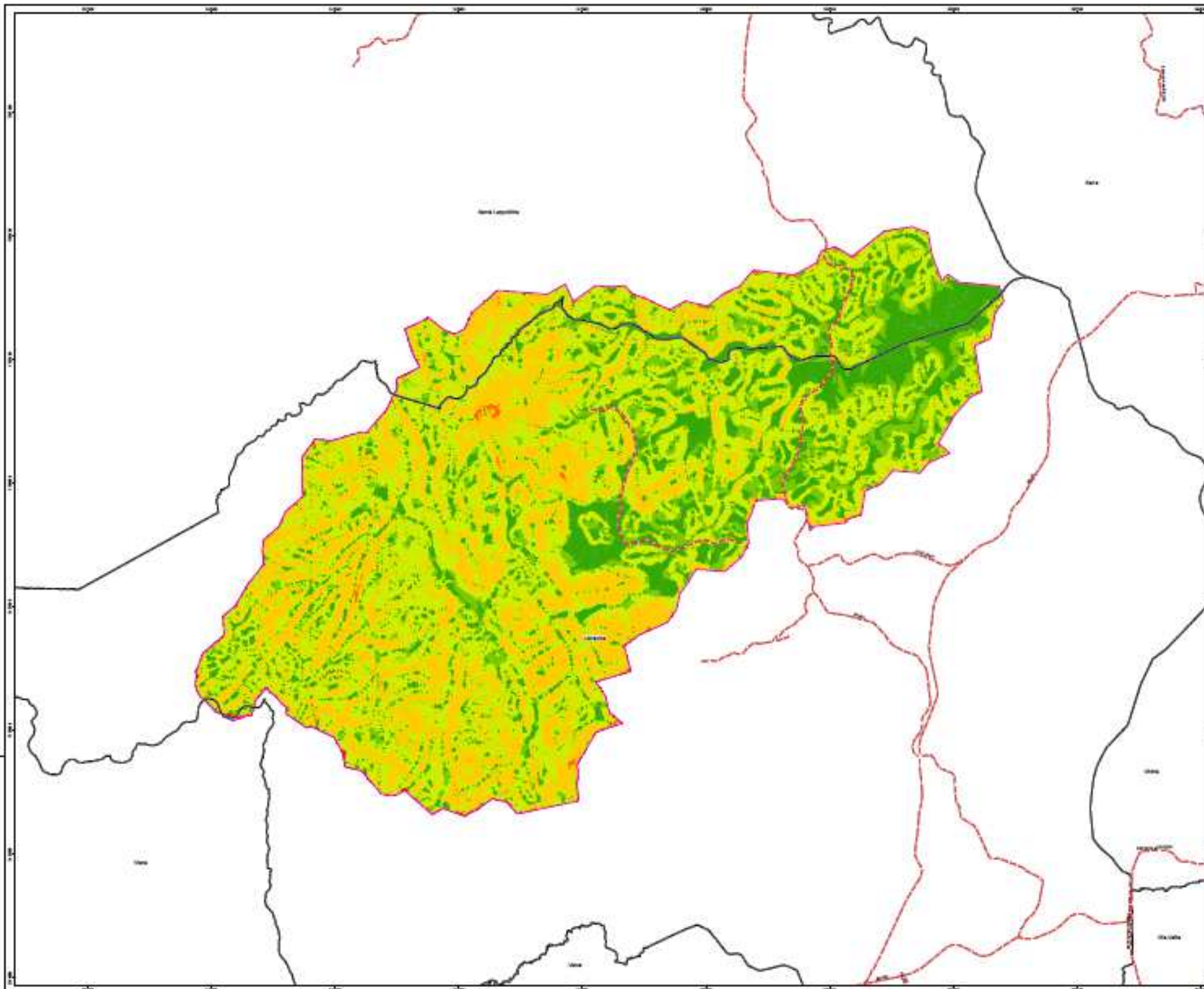
Analisando a bacia nas escalas em estudo, percebe-se as diferenças existentes com relação à declividade presente. Assim, na escala 1:25.000 e 1:50.000 as classes de relevo predominante são o Ondulado e a Suave Ondulado e, apresentando pequenas áreas com presença de relevo nas classes Montanhosa e Fortemente Montanhosa (Tabela 3 e 4, e Figura 13 e 14).

Tabela 3: Classe de Relevo em função da declividade escala 1:25.000 na BHRDB.

Declividade 1:25.000			
Declividade	Classe de Relevo (EMBRAPA)	Área m ²	%
0 -3	Plano	11049091,98	11,07
3 - 8	Suave Ondulado	21444800,17	21,48
8 -20	Ondulado	50047018,66	50,14
20 - 45	Fortemente Ondulado	16914016,66	16,95
45 - 75	Montanhoso	347113,24	0,34
> 75	Fortemente Montanhoso	14140,74	0,02
	Total	99816181,45	100

Tabela 4: Classe de relevo em função da declividade escala 1:50.000 para a BHRDB.

Declividade	Classe de Relevo (EMBRAPA)	Área m ²	%
0 -3	Plano	13761910,23	15,65
3 - 8	Suave Ondulado	20866413,24	23,73
8 - 20	Ondulado	40189700,10	45,71
20 -45	Fortemente Ondulado	12265358,14	13,95
45 - 75	Montanhoso	764141,94	0,87
> 75	Fortemente Montanhoso	78194,08	0,09
	Total	87925717,73	100



- Legenda**
- Límite Nacional
 - Distribución %**
 - 0-10%
 - 10-20%
 - 20-30%
 - 30-40%
 - 40-50%
 - Límite Administrativo
 - Límite Municipal

Escala Gráfica

0 200 400 600 800 1.000 1.200

Proyecto: Sistema de Información Geográfica Municipal
Categoría: Sistema de Información Geográfica - Plan de

Datos Generales	
Proyecto	1.000.000
Fecha	1.000.000
Elaborado por	1.000.000
Revisado por	1.000.000
Aprobado por	1.000.000

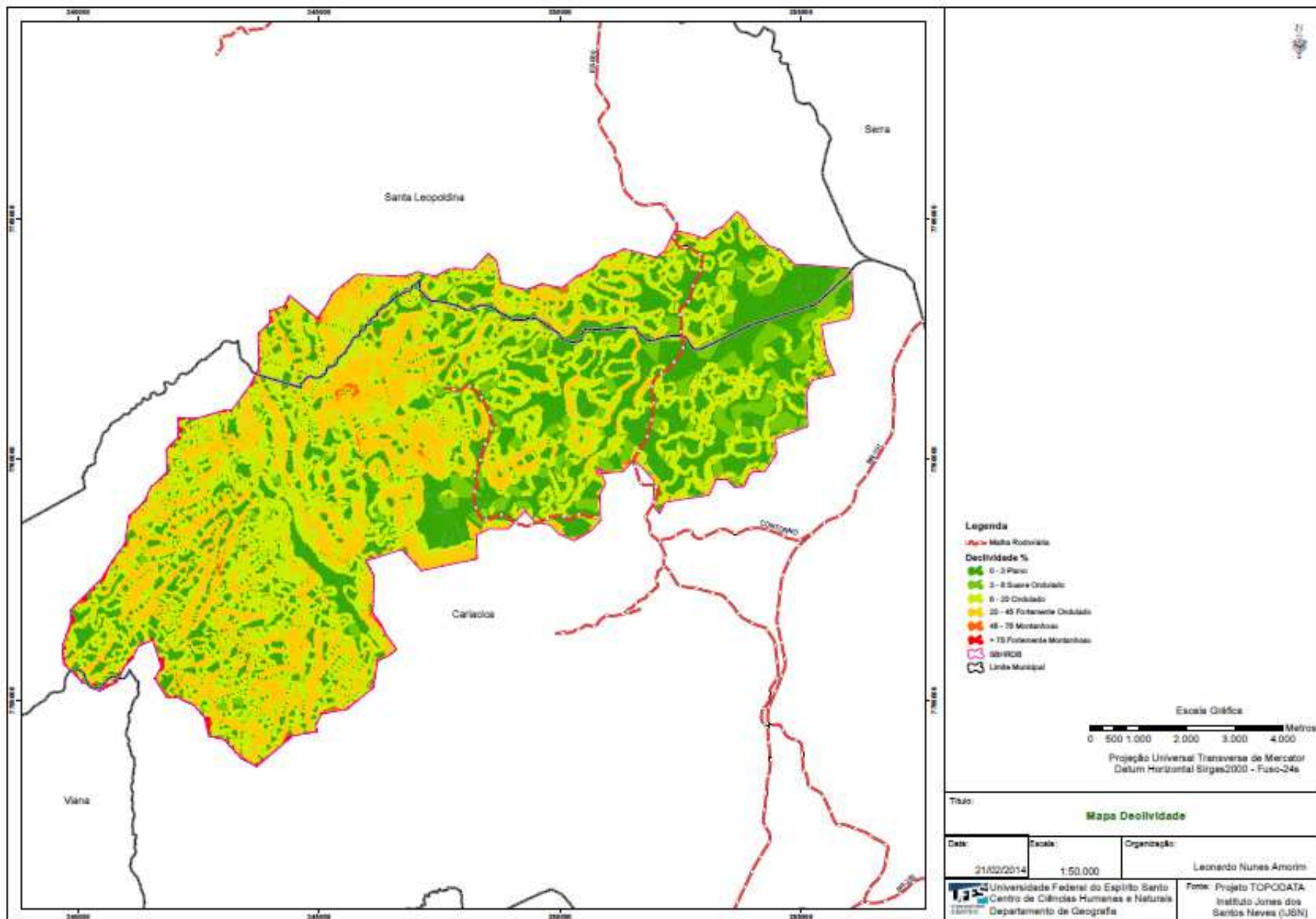


Figura 15: Declividade da SBRHDB na escala de 1:50.000.

Já para a escala de 1:100.000, as classes predominantes de relevo em termos percentuais são a de Relevo Plano e Ondulado, não apresentando nesta escala a presença da classe Fortemente Montanhosa, não verificadas nas escalas anteriores.

Quando se analisa o relevo associado a classe de declividade entre 0-3%, verifica-se que nas escalas de 1:25.000 e 1:50.000, os valores percentuais são próximos, enquanto que na escala de 1:100.000, este é o dominante. Tal relação está associada novamente a suavidade dos contornos do relevo, pois para as escalas maiores, a suavidade possibilita maior diferenciação das classes de declividade, já para escala menores 1:100.000, tais contornos são mais aguçados, possibilitando menores diferenciações nas classes.

Tabela 5: Classe de relevo da BHRDB em função da declividade escala 1:100.000.

Declividade 1:100.000			
Declividade	Classe de Relevo (EMBRAPA)	Área m ²	%
0 - 3	Plano	35206255,48	40,69
3 - 8	Suave Ondulado	12546469,71	14,50
8 - 20	Ondulado	28996210,12	33,52
20 - 45	Fortemente Ondulado	8665578,03	10,02
45 - 75	Montanhoso	1102243,97	1,27
> 75	Fortemente Montanhoso	-	-
	Total	86516757,31	100

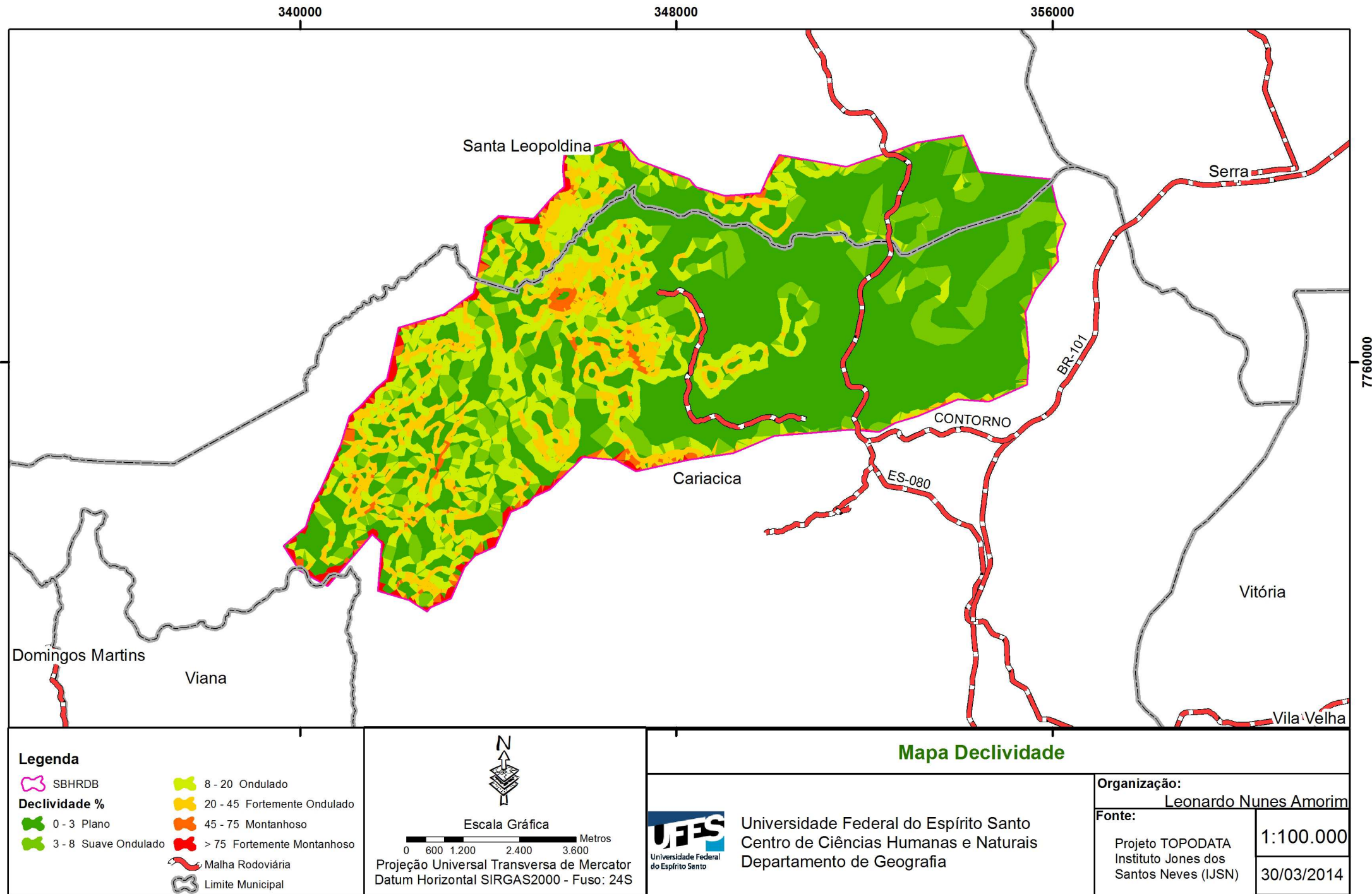


Figura 16: Declividade da SBHRDB na escala de 1:100.000.

6.3 Análise Linear

No processo de obtenção da delimitação da Bacia hidrográfica na diferentes escalas, obteve-se os seguintes valores de área e de perímetro, na escala de 1:25.000 área de 99,81km² com perímetro de 53,45km, para escala de 1:50.000 obteve área de 87,92km² com perímetro de 54,96km, e na escala de 1:100.000 área de 86,51km² com perímetro de 47,89km, corroborando identificação das diferenciações presentes em cada escala de análise.

Pode-se verificar na Tabela 6 e Figura 16, 17 e 18, as diferenças no número de cursos d'água presentes na bacia SBHRDB. Na escala de 1:100.000 a presença de rios de primeira ordem é de 9, na escala de 1:50.000 é de 70 e, na escala de 1:25.000 é de 154. Esta diferenciação na quantidade de rios presente nas diferentes escalas, deve-se ao fato de que quanto menor a escala menores os detalhamentos presentes no relevo, o que ocasiona maior suavidade do relevo na área em questão, diante disso no processo de extração automático da hidrografia tense tal diferenciação, ocasionando diferenças significativas na quantidade de cursos d'água de primeira ordem para cada escala.

O maior número de cursos fluviais na escala de 1:25.000 em relação as demais expressa esta relação de contorno do relevo, pois com a suavidade do relevo, são verificados maior quantidade de zonas de exfiltração de água e, conseqüentemente, maior numero de cursos fluviais tributários, corroborando para uma classificação maior de 5^o ordem.

Tabela 6: Hierarquia da SBHRDB no município de Cariacica (ES).

Hierarquia fluvial da BHRDB segundo a classificação de Strahler (1957 apud Christofoletti, 1980).

Ordem	1:25.000	1:50.000	1:100.000
1 ^o Ordem	154	70	9
2 ^o Ordem	71	43	4
3 ^o Ordem	44	14	4
4 ^o Ordem	16	12	-
5 ^o Ordem	17	-	-
Total	302	139	17

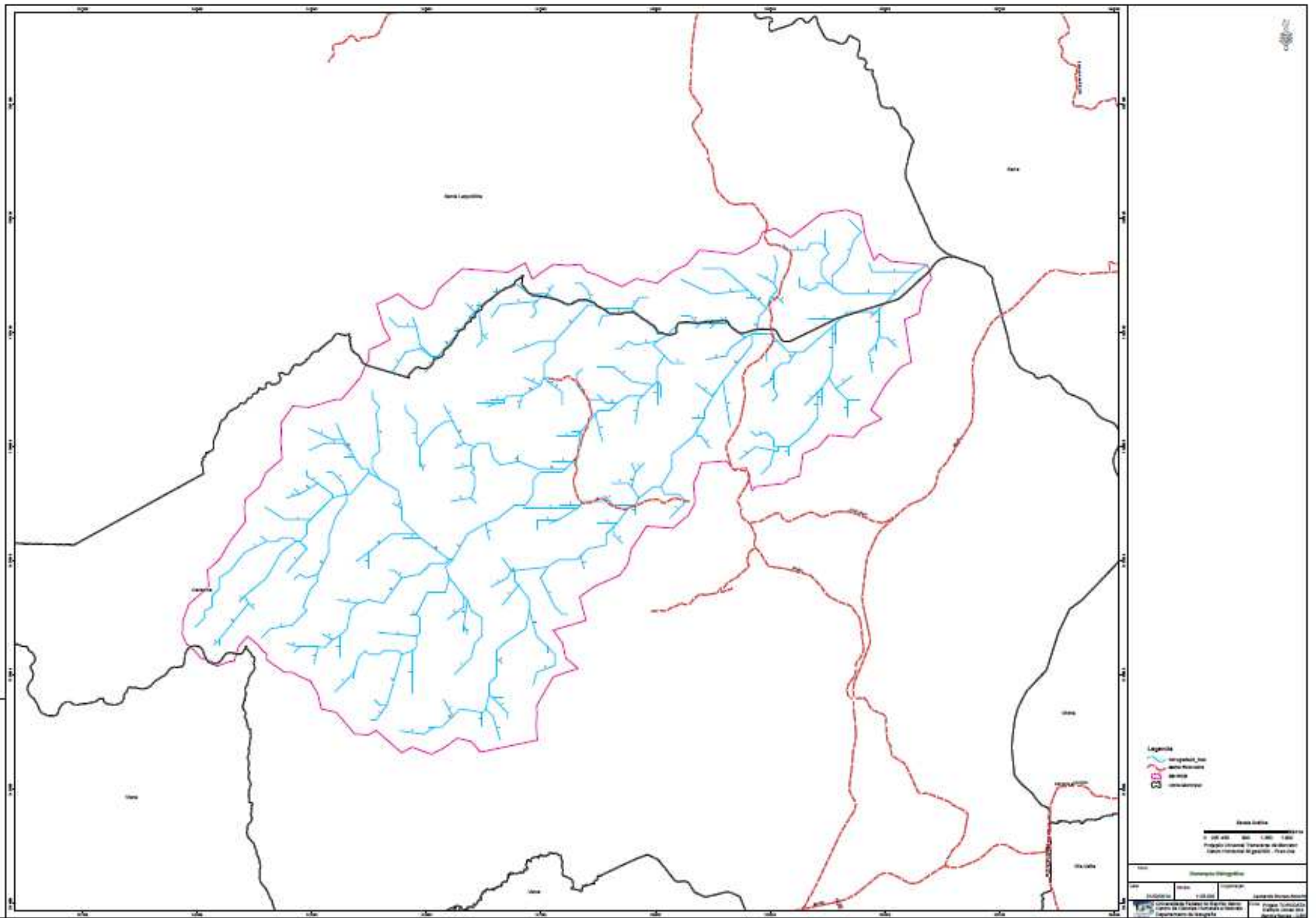


Figure 17: Drainage network of the Sura River basin.

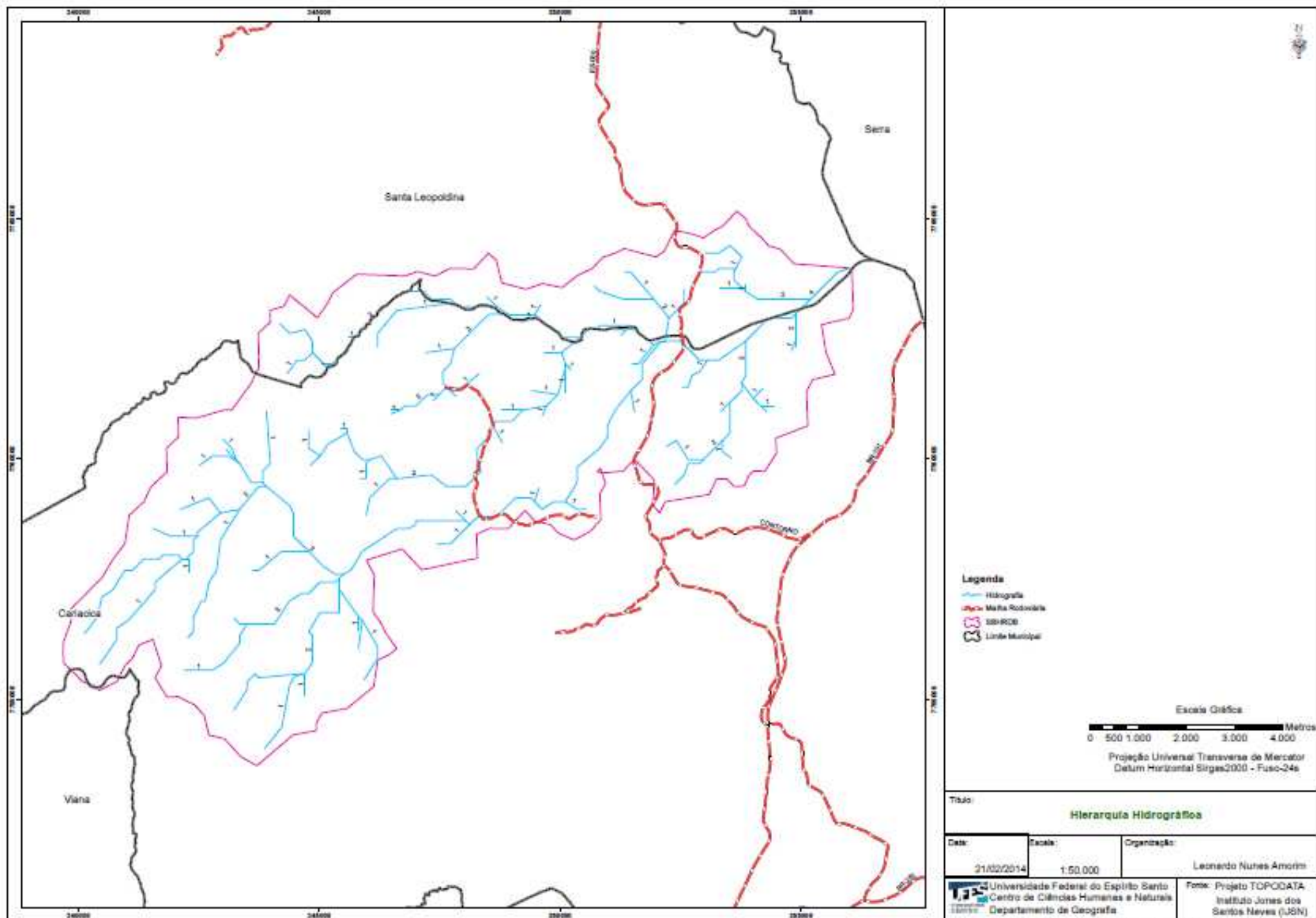


Figura 18. Hierarquia da Sub-Bacia hidrográfica do rio Dues Bocas na escala de 1:50.000 (E6)

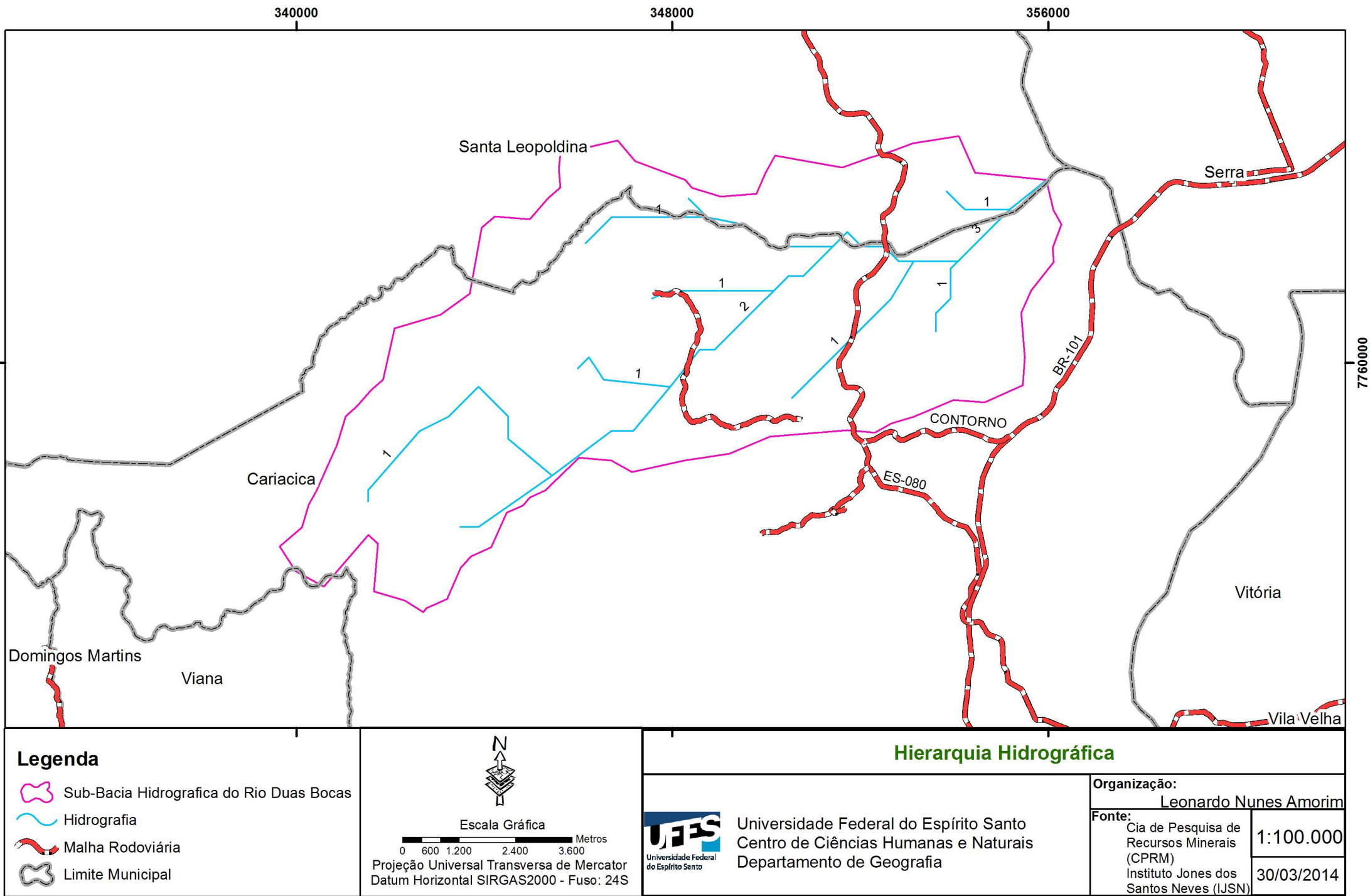


Figura 13: Altitude do relevo da SBHRDB na escala 1:100.000.

Outro fator de análise compreende a relação de comprimento médio dos canais de Cada ordem. Conforme pode ser visto na Tabela 7, na escala de 1:100.000 foram observados os maiores comprimentos médios dos cursos fluviais de cada ordem, a exceção da escala de 1:50.000, onde os rios de 4º ordem apresentam maior comprimento médio.

Para a escala de 1:25.000 o comprimento médio tem sua maior extensão nos canais de 3º ordem, esta relação pode ser observada na Figura 16, onde o relevo apresenta maior inclinação, está característica topográfica do relevo acarreta na disposição dos cursos d'água o que acaba por apresentar nesta escala canais de 5º ordem.

Tabela 7: Relação de Comprimento Médio dos Canais de cada Ordem na SBHRDB (ES).

Relação de comprimento médio dos canais de cada ordem na SBHRDB (ES)			
Ordem	1:25.000	1:50.000	1:100.000
1º Ordem	538,93 m	730,19 m	2.642,92 m
2º Ordem	537,44 m	690,44 m	2.711,03 m
3º Ordem	649,18 m	695,97 m	1.405,64 m
4º Ordem	611,24 m	1.231,46 m	-
5º Ordem	400,12 m	-	-

Para tanto percebe-se que na escala de 1:25.000 o comprimento médio dos canais distancias equivalentes entre si, por apresentar um relevo mas acidentado, sua inclinação permite que outros cursos d'água apareçam, portanto pode se afirmar que na referida escala a quantidade de rios presentes é maior que nas demais escalas; já na escala de 1:50.000 o rio que apresenta o maior comprimento médio é o rio de 4º ordem, nesta escala a inclinação do relevo é menos acentuada, e com isso evidenciando uma menor quantidade de cursos de água, acarretando no maior comprimento dos canais de 4º ordem devido a sua próxima com a foz da sub-bacia hidrográfica. No entanto a mesma relação não se faz presente na escala de 1:100.000, devido a inclinação pouco acentuada do relevo predomina no comprimento médio dos canais grandes distâncias.

A partir da relação do comprimento médio dos canais, passou-se a analisar o comprimento do rio principal em suas respectivas escalas. Pode-se verificar que a

escala de 1:25.000 possui o maior comprimento do rio principal, pois o mesmo possui uma maior rede de cursos fluviais (Tabela 8).

Tabela 8: Comprimento do rio principal da SBHRDB (ES).

Sub-Bacia do Rio Duas Bocas: Relação de Comprimento do Rio Principal		
1:25.000	1:50.000	1:100.000
23,26 km	22,84 km	19,70 km

Ao avaliar o comprimento do rio principal para as escalas de 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000, observa-se uma relação de proporção entre o aumento da escala e o comprimento do rio principal. Tal relação pode ser mensurada devido a inclinação do relevo, pois a convergência do mesmo irá neste aspecto interferir na forma em que os cursos d'água estarão dispostos na escala analisada, impactando em seu comprimento.

Na análise do gradiente dos canais, pode-se observar as diferenças entre as escalas de análise, conforme as Tabelas 9, 10 e 11. Verifica-se que na escala de 1:25.000 e 1:50.000 a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do respectivo seguimento fluvial posterior e mais elevada nos canais de primeira ordem. Para Christofletti (1980) isto acontece devido a maior declividade verificada nesta ordem hierárquica, fato que não foi possível ser verificado na escala de 1:100.000.

Tabela 9: Gradiente dos canais da SBHRDB na Escala 1:25.000.

Gradiente dos Canais Escala 1:25.000						
Ordem	nº. De seguimentos	Rb	Comp. Médio (m)	Rlm	Declividade Média	Rgc
1º	154		538.93		17°36'	
		2.16		1.00		8
2º	71		537.44		2°17'	
		1.61		0.82		0,58
3º	44		649.18		5°21'	
		2.75		1.06		6,05
4º	16		611,24		0°86'	
		0.94		1.52		1,97
5º	17		400.12		0°43'	
Média Ponderada		1.86		1.10		4.15

Nota: SBHRDB - Escala 1:25.000; Rb - Razão de bifurcação; Rlm - Relação do comprimento médio; Rgc – Relação do gradiente dos canais.

Tabela 10: Gradiente dos canais da SBHRDB na escala 1:50.000.

Gradiente dos Canais Escala 1:50.000						
Ordem	nº. De seguimentos	Rb	Comp. Médio (m)	Rlm	Declividade Média	Rgc
1º	70		730.19		14°01'	
		1.62		1.05		3.2
2º	43		690.44		4°37'	
		3.07		0.99		0.71
3º	14		695.97		6°12'	
		1.16		0.56		2.33
4º	12		1231.46		2°62'	
Média Ponderada		1.95		0.86		2.08

Nota: SBHRDB - Escala 1:50.000; Rb - Razão de bifurcação; Rlm - Relação do comprimento médio; Rgc – Relação do gradiente dos canais.

Tabela 11: Gradiente dos canais da SBHRDB na Escala 1:100.000.

Gradiente dos Canais Escala 1:100.000						
Ordem	nº. De seguimentos	Rb	Comp. Médio (m)	Rlm	Declividade Média	Rgc
1º	9		2642.92		13°32'	
		2.25		0.97		1.5
2º	4		2711.03		8°88'	
		1		1.92		4
3º	4		1405.64		2°22'	
Média Ponderada		1.62		1.44		2.17

Nota: SBHRDB - Escala 1:100.000; Rb - Razão de bifurcação; Rlm - Relação do comprimento médio; Rgc – Relação do gradiente dos canais.

A relação de bifurcação expressa o número total de segmentos de determinada ordem e o número total dos segmentos da ordem imediatamente superior (Tabela 11).

O maior valores de bifurcação foi encontrado na escala 1:50.000, na hierarquia de 2º ordem fluvial. Na escala de 1:25.000 a Rb foi maior na 1º e 2º ordem (2,12) e na escala de 1:100.000. De acordo com Castro e Carvalho (2009) estes valores obtidos de Rb para 1º e 2º ordem para as três escalas indicam uma forte dissecação e um relevo predominantemente colinoso.

6.4 Análise Areal

A análise areal da bacia é de grande importância para se reconhecer a dinâmica a qual os rios presentes nela apresentam. Diante disso, na Tabela 12 observa-se o comportamento da bacia para as escalas de estudo. Tal relação se faz necessária para que se possa entender a importância da escala no momento de iniciar o estudo sobre uma determinada bacia.

Tabela 12: Análise Areal por Escala da SBHRDB (ES).

Bacia do Rio Duas Bocas: Análise Areal das Bacias Hidrográficas			
	1:25.000	1:50.000	1:100.000
Dr	1,54	0,79	0,10
Dd	0,11	0,09	0,34
Fs	3,02	1,58	0,19

Nota: SBHRDB - Dr - Densidade dos rios; Dd - Densidade de drenagem; Fs - Densidade de Segmentos da bacia.

Na classificação de STRAHLER (1952 apud CHRISTOFOLETTI, 1980), para obter a densidade dos rios leva-se em consideração os rios de primeira ordem, pois convencionou-se que os mesmos apresentam como característica partir de uma nascente, diante desta questão na tabela 12, pode-se observar os resultados obtidos para cada escala estudada.

A Dr verificada na escala de 1:25.000 é superior às outras duas escalas utilizadas neste trabalho, indicando a capacidade que tem a SBHRDB nesta escala, a gerar novos cursos fluviais. Tal comportamento corrobora para indicar como a suavidade do relevo interfere na infiltração e convergência de fluxos capazes de gerar novos cursos fluviais.

A Dd correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Na tabela 12 observa-se que na escala de 1:100.000 foi encontrado o maior valor de Dd em relação às demais escalas utilizadas no trabalho. Segundo Christofolletti (1980) isto ocorre devido às características do relevo na escala 1:100.00 que não favorecem o aumento do comprimento dos canais fluviais, mesmo que neste trabalho, na escala de 1:25.000 tenham sido observado o maior comprimento do rio principal.

Para densidade de segmentos da bacia, nota-se que a medida que a escala aumenta há um significativo aumento da relação dos seguimentos, isso se deve à diferenciação da textura do relevo. Essa diferenciação é percebida quando analisado os dados das escalas de 1:25.000 e 1:100.000, conforme evidenciado na Tabela 12, onde as densidades de segmento são respectivamente 3,02 e 0,19, evidenciando com isso um relevo mais abrupto na escala maior e plano na escala menor, conforme pode ser visto nas Figuras 10 e 12.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dados encontrados nesta pesquisa, pode-se inferir que a representação da escala em linhas gerais apresenta grande influência no desenvolvimento dos dados gerados para a análise morfométrica da bacia, acarretando em diversas interpretações da dinâmica presente na área.

Diante disso cabe salientar que a interpolação dos dados da imagem TOPODATA, na escala de 1:25.000, apresentou melhores resultados para a representação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas, diferindo significativamente das demais escalas em quase todos os itens, tornando a mesma passível de utilização para os estudos geomorfométricos da área.

Nesta escala de 1:25.000 no processo de hierarquização dos rios observou-se a presença de cursos d'água de 5º ordem, diferindo das demais. Estas características são influenciadas pela disposição do relevo, no que concerne a altimetria, assim como a declividade presente.

Outra relação importante está no comprimento do rio principal, pois apresenta-se maior na escala de 1:25.000 que nas demais escalas, devido a disposição do relevo na área que propicia esta configuração, tornando os rios presentes nesta escala mais sinuosos.

Ao analisar a D_r , D_d e F_s da SBHRDB respectivamente, observa-se que os dados gerados apresentam para a escala de 1:25.000 comportamento dinâmico, onde a D_r apresenta nesta escala uma maior capacidade de gerar novos rios, influenciado pelo relevo nesta escala menos suave, ao analisar a D_d obtém a informação que sua drenagem é maior devido a maior quantidade de segmentos presentes na bacia, configurando a SBHRDB como área susceptível a inundação. Já em relação a densidade de segmentos da bacia podemos perceber a relação com o relevo interferindo nos dados das escalas observadas, para tanto quando analisado a escala de 1:25.000 tendo o valor de 3,02 evidenciando um aumento da quantidade de seguimentos presentes nesta escala.

Com relação a altitude da SBHRDB, não foram verificadas oscilações nas diferentes escalas de análise, no entanto em relação a área obtemos formas distintas para

cada escala, assim como valores de área distintos, diante de tal questão a escala de 1:50.000 na extração do limite da bacia apresentou melhor resultado. Neste sentido a delimitação da Bacia utilizando como auxílio imagem de satélite ou mesmo fotografias aéreas podem representar um melhor processo de delimitação da área da bacia e proporcionar com isso resultados significativos para os dados gerados pela escala de 1:25.000.

Contudo, com relação as classes de relevo, as escalas de 1:25.000 e 1:50.000 apresentam características similares, quando comparadas a escala de 1:100.000. Como as classes de relevo, a declividade também sofreu forte influência do efeito das escalas de análise. Tal comportamento reflete provavelmente a suavidade dos contornos topográficos que sofreram forte influência das escalas analisada.

Assim após ser feita a análise da área, conclui-se que quanto maior a escala de observações, mais próximos do real os dados gerados serão, no entanto, cabe mencionar que as incursões de campo, com o intuito de se gerar dados mais consistentes são de fundamental importância, pois os métodos computacionais nem sempre avaliam de forma exata as realidades apresentadas em campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAI, F. K. ; PEREIRA, S. B. ; OLIVEIRA, F. C. ; DAMALIA, L. S. . **Caracterização hidromorfométrica da bacia do Dourados localizada no centro-sul do Mato Grosso do Sul**. Agrarian (Dourados. Online), v. 5, p. 270-280, 2012.

ARRAES, C. L. ; Campos, S.; PISSARRA, T. C. T. ; RODRIGUES, F. M. ; ZANATA, M.. **Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 15, p. 1062-1067, 2011.

BARROSO, G. F. ; Marchioro, E. . **Estudos de parâmetros morfométricos e sólidos em suspensão em bacias hidrográficas como subsídios ao manejo ambiental: estudo de caso das sub-bacias do rio Duas Bocas (ES)**.. In: VIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1999, Belo Horizonte. Uso Múltiplo do Recurso Natural, 1999. v. 01. p. 40-41.

BATISTA, A. F. ; BATISTA, G. T. . **Caracterização fisiográfica e avaliação do uso e ocupação das APP da microbacia do ribeirão da Antas**. IN: II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviço Ambiental e Sustentabilidade, 2009, Taubaté. Repositório Eletrônico de Ciências Agrárias. Taubaté: IPABHi, 2009. v. 2. p. 81-88.

BERGSTRÖM, S; GRAHAM, L.P. On the scale problem in hydrological modelling. **J. Hydrology**, 211:253-265, 1998.

BITTENCOURT, A. C. S. P. ; MARTIN, L. ; DOMINGUEZ, J. M. L. ; FLEXOR, J. M. ; FERREIRA, Y. A. . Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas.. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS**, v. 13, n.2, p. 93-97, 1983.

BRASIL. Decreto-lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 28 fev. 1967. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del0243.htm>. Acesso em: 19 fev. 2014.

BRASIL. Decreto-lei nº 94.076, de 5 de março de 1987. Institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 5 mar. 1987. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=131009>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamento dos Recursos Naturais, Vol. 32, Folha SF. 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória – Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro. DNPM. 1974.

CAMPANHARO, W. A. **Diagnostico físico da bacia do rio santa maria do doce - ES**. 2010. 78 f. monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. 2010.

CARELLI, L. ; LOPES, P. P. . Caracterização Fisiográfica da Bacia Olhos D'água em Feira de Santana/BA: GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL. Boletim Goiano de Geografia (Impresso), v. 31, p. 43-54, 2011.

CARMO, T. V. B. ; CARVALHO, W. M. de ; PEREIRA, A. K. S. ; VIEIRA, E. O. ; ROCHA, J. M. J. . **Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do córrego do Malheiro, no município de Sabará - MG**. Irriga (UNESP. CD-ROM), v. 14, p. 398-412, 2009.

CASTRO, S. B. ; CARVALHO, T.M. . **Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** Scientia Plena, v. 5, p. 1-7, 2009.

CESTARO, L.A.; PEREIRA, V. H. C.. A UNIDADE GEOAMBIENTAL TABULEIRO COSTEIRO E O PLANEJAMENTO MUNICIPAL: O CASO DE SENADOR GEORGINO AVELINO/RN.. **Revista GeoNorte**, v. 3, p. 390-401, 2012.

COELHO NETTO, A. L.; MENEZES, P. M. L.. **Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações.** In: XIX Congresso Brasileiro de Cartografia / XVII CIPA, 1999, Recife. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia / XVII CIPA, 1999. p. 08-14.

COELHO, A. L. N. ; GOULART, A. C. de O. ; Teubner Jr., F. J. ; BERGAMASCHI. R. B. . **MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.** 2012. (Nota Técnica).

COSTA, B. C. P. da. **Avaliação Ambiental de manguezais Adjacentes aos Campos Petrolíferos de Macau e Serra (RN), como subsídios às medidas mitigadoras ao processo erosivo.** 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2010.

CURTARELLI, M. P. ; GENOFRE, F. T. ; SMITH, R. E. ; PIRES, J. D. T. S. ; COVELLO, C. ; BICUDO, R. M. . **Oficina de capacitação no uso de SIG aplicado a caracterização de bacias hidrográficas: estudo para a criação de Unidades de Conservação em Itapema/SC.** In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande: ABRH, 2009. p. 1-17.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: 2ª edição, Editora Blucher, 1980, 188 p.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. ; MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e clima do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206 p.

DANTAS, M. E.; FERREIRA, C.E.O.; FERREIRA, P.P.O.; SILVA, F.L.M. “**Domínios geomorfológicos do estado do Rio de Janeiro**”, 2º Simpósio Nacional de Geomorfologia, p. 593-597. UGB, Florianópolis, SC, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA**. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 388 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998**. Vitória, 1998. Disponível em: <http://www.iema.es.gov.br/web/Lei_5818.htm>. Acesso em: 19 mar. 2014.

FERNANDES, M. Do C.; MENEZES, P. M. L. ; . **Considerações sobre Escala em Mapeamentos Geomorfológicos**. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2002, São Luis. IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2002.

GRADIM, C.T.; JACOBSON, T.; NOVO, T. A.; PEDROSA-SOARES, A. C.; QUEIROGA, G. N.; RONCATO, J.; SILVA, K. L.. **Geologia da Folha Mantena, SE.24-Y-A-VI** (texto, mapa geológico, SIG e anexos). 2. ed. Rio de Janeiro: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2007. v. 200. 43p .

GOMES, R. A. T. ; **Modelagem de previsão de movimentos de massa a partir da combinação de modelos de escorregamentos e corridas de massa.** Rio de Janeiro. UFRJ, 2006.

HERNANDEZ, F.B.T. ; MOURA, R. S. ; MOLINA, P. M. ; VANZELA, L. S. . **Caracterização fisiográfica da microbacia do córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó - SP.** In: CONIRD - CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2006, Goiânia. XVI Anais do CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2006.

HIRUMA, S. T. ; PONÇANO, W. L. . Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do alto rio Pardo, SP e MG. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 15, n.1/2, p. 49-57, 1994.

HORTON. R. E.. "Erosional development of streams and their drainage basins:hidro-physical approach to quantitative morphology", Geol. Soc. America Bulletin (1945), 56 (3), pp 275-370.

KOBIYAMA, M. ; GRISON, F. ; MOTA, A. de A. ; ROCHA, H. L. . **Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais.** UFSC/CTC/ENS/LabHidro, 2009.

KOBIYAMA, M. ; FRUET, D. ; SAGARA, F. T. ; MINELLA, J. P. G. ; ZILLOTTO, M. A. B. . **Monitoramento e modelagem de uma pequena bacia hidrográfica experimental no município de general Carneiro - PR, Brasil.** In: 14 Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2001, Aracajú. Aracajú: ABRH, 2001. v. 1.

KOBIYAMA, M. ; GRISON, F. ; LINO, J. F. de L. ; SILVA, R. V. da. **Estimativa morfométrica e hidrológica do tempo de concentração na bacia do campus da UFSC, Florianópolis-SC.** In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste,

2006, Curitiba. I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. Porto Alegre: ABRH, 2006. v. 1. p. 1-11.

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

LACOSTE, Y. **A Geografia - isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra.** Tradução Maria Cecília França. Campinas: Papirus, 1988.

MACEDO, F. L. ; PEDRA, W. N. ; Mello Júnior, A. V. . Caracterização Fisiográfica da Sub-Bacia do Riacho Jacaré - SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 03, p. 163-169, 2010.

MARCHIORO, E.. **Avaliação de sólidos Transportados, parâmetros da morfometria e solos de seções fluviais do Córrego Naiáçú (Reserva Biológica de Duas Bocas - ES).** 1996. 53 f. monografia (graduação em Geografia) -Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.1996.

MEDIONDO, E. ; TUCCI, C. E. M. . Escala Hidrológica: Conceitos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre - RS, v. 02, n.02, p. 21-44, 1997.

MUDAT, J. E. ; MELO, A. T. de ; RIBEIRO, D. ; SOUZA, D. R. de ; NEVES, J. ; PIETRO FILHO, J. E. Di ; KITAHARA, M. V. ;HORN FILHO, N. O. ; OLIVEIRA, U. R. de . **Geologia e geomorfologia costeira da folha Sombrio, SC, Brasil.** In: 7º Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. Resumos. Goiânia: UGB, 2006.

NETO, C. P. **Diagnostico socioambiental da bacia hidrográfica do rio carahá**. 2013. 67 f. monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Planalto Catarinense, Lages.

NOVELLI, F. V. **A reversa biológica de duas bocas e seus vínculos à historia da conservação no Espírito Santo**. Espírito Santo. Natureza Online, 2010. Disponível em:

<http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_NovelliFZ_57_59.pdf>.

Acesso em: 06 fev. 2014.

OLIVEIRA FILHO, A. G. de. **Estudo geomorfológico do município de Cariacica - ES: com o uso de sistemas de informação geográfica**. 2010. 110 f. monografia (Graduação em Geografia) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

PEREIRA, V. H. C. ; CESTARO, L. A . A UNIDADE GEOAMBIENTAL TABULEIRO COSTEIRO E O PLANEJAMENTO MUNICIPAL: O CASO DE SENADOR GEORGINO AVELINO/RN.. **Revista GeoNorte**, v. 3, p. 390-401, 2012.

PERICO, E. ; CEMIN, G. ; SILVA MOHR, L. R. . **Fisiografia da bacia hidrográfica do rio Forqueta, RS, sul do Brasil**. Scientia Plena, v. 8, p. 099908-1-9, 2012.

PINHEIRO, E. S. ; Comparação entre dados altimétricos Shuttle Radar Topography Mission, Cartas topográficas e GPS: Numa área com relevo escarpado. **Revista Brasileira de Cartografia** (Impresso), Presidente Prudente, v. 58, p. 1-9, 2006.

SANTOS, L. N. S. ; SILVA, K. R. ; CECÍLIO, R. A. . **Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Jucu Braço Norte - ES**. In: VIII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, 2008, São José dos Campos.. VIII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação. São José dos Campos: UNIVAP, 2008. p. 1-4.

SCHEIDEGGER. A. E. (1965). **the algebra of stream order numbers**. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 2

SCHNEIDER, V.. **Mapeamento Geomorfológico e Zoneamento Ambiental de Fragilidade na Bacia Hidrográfica do Rio Barra Seca**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2011.

SCHUM, S. A. (1985). **Explanation and Extrapolation in Geomorphology: seven reasons for geological uncertainty**. Transaction Japanese Geomorphological Union. Nº 6(1), p 1-18.

SCHUMM, S. A. ; LICHTY, R. W., **Tempo, Espaço e Causalidade em Geomorfologia** - Noticia Geomorfologica, Campinas, 13 (25): 43 - 62, Junho de 1973.

SHREVE. R. L. (1966). **Statistical law of stream numbers**. Journal of geology, 74, 20.

SHREVE. R. L. (1967). **Infinite topologically random channel networks**. Journal of geology.

STRAHLER. A. N.. **Dynamic basis of geomorphology**. Bulletin Geological Society America, v.63, p.923-38,1952.

SLAYMAKER. O.. **IS GEOGRAPHY SUSTAINABLE WITHOUT GEOMORPHOLOGY?**. Article first published online: 7 MAY 2009
DOI: 10.1111/j.1541-0064.1994.tb01914.x.

VALERIANO, M. M. . **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818). 72p., 2008 (Boletim).