



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIENCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA NA REGIÃO DA ALTA BACIA
DO RIO POMBA: MAPEAMENTO DO RELEVO COMO SUBSÍDIO À
COMPREENSÃO DA MORFOGÊNESE REGIONAL.

Derik Ribeiro de Paiva

JUIZ DE FORA

2018

Derik Ribeiro de Paiva

**CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA NA REGIÃO DA ALTA BACIA
DO RIO POMBA: MAPEAMENTO DO RELEVO COMO SUBSÍDIO À
COMPREENSÃO DA MORFOGÊNESE REGIONAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa dinâmicas socioambientais, como requisito parcial à obtenção do grau mestre.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Marques Neto

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ribeiro de Paiva, Derik.

Cartografia geomorfológica na alta bacia do rio Pomba : Mapeamento do relevo como subsídio à compreensão da morfogênese regional. / Derik Ribeiro de Paiva. -- 2018. 97 f.

Orientador: Roberto Marques Neto

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2018.

1. Cartografia Geomorfológica. 2. Morfogênese. 3. Bacia Hidrográfica do rio Novo. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Título.

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA NA REGIÃO DA ALTA
BACIA DO RIO POMBA: MAPEAMENTO DO RELEVO COMO
SUBSÍDIO À COMPREENSÃO DA MORFOGÊNESE REGIONAL

DERIK RIBEIRO DE PAIVA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 / 03 / 2018



Prof.^a Dr.^a Ceníra Maria Lupinacci (Membro Externo)
Universidade Estadual de São Paulo



Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Roberto Marques Neto (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Num primeiro momento gostaria de agradecer a todos os brasileiros que contribuem, através de sua labuta cotidiana, para que a universidade pública possa existir enquanto espaço de construção de diálogos, reflexões e produção científica.

Agradeço à minha família pelo incentivo e apoio incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Marques, agradeço a amizade, pela disponibilidade e atenção ao longo da elaboração da presente pesquisa, pelos conhecimentos compartilhados ao longo de minha trajetória acadêmica, bem como por me inspirar à compreensão e contemplação cotidiana das paisagens.

Ao Prof. Dr, Miguel Fernandes Felipe e à Prof. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha agradeço pela disponibilidade em compor a banca de defesa, bem como pelas contribuições aventadas durante a mesma.

A todos os companheiros de turma do mestrado e aos amigos do grupo TERRA agradeço por todos os enriquecedores momentos de diálogos.

A todo o corpo docente do PPGeo-UFJF pelos conhecimentos construídos ao longo desses dois anos de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo esteio financeiro durante o período de realização do mestrado.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia da UFJF pela oportunidade de desenvolver a pesquisa.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a materialização desta pesquisa.

RESUMO

O crescente interesse na representação dos aspectos do relevo tem como justificativa a ampla gama de possibilidades de aplicação dos produtos oriundos dessa técnica cartográfica no que se refere ao planejamento. Diante disso, a demanda por documentos cartográficos que subsidiem os processos de intervenção no relevo tem aumentado. Essa crescente atenção facultada à cartografia geomorfológica nas pesquisas ambientais tem culminado num subsídio não só a Geomorfologia especificamente, como também às diversas ciências que envolvem as mais distintas esferas do planejamento. Diante dessa realidade tornam-se de substancial importância os esforços em prol da pesquisa e desenvolvimento de trabalhos voltados para a produção de mapas e cartas geomorfológicas em escala de alto nível de detalhamento, visando que estas possam vir a subsidiar o processo decisório, em âmbito local, acerca da disposição espacial e tipos de intervenção passíveis ou não de serem desenvolvidas no ambiente em questão. Assim, a presente dissertação tem como objetivo geral a elaboração da carta geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Novo, intentando-se que esta possa subsidiar futuras pesquisas que visem a compreensão dos processos e fatores responsáveis pela conformação do relevo local. Como objetivos específicos intenta-se que a mesma possa subsidiar o processo decisório voltado para o planejamento na Zona da Mata Mineira, podendo também vir a fornecer dados básicos de entrada para outras pesquisas. A metodologia adotada para o alcance dos objetivos supracitados concerne à proposta elaborada no âmbito do IBGE, cujo princípio básico trata-se da ordenação dos fatos geomorfológicos conforme uma classificação que leva em consideração aspectos temporais e espaciais, e que viabiliza a distinção dos modelados como unidade básica do relevo, bem como os grupamentos que mantêm relações hierárquicas com essas unidades básicas. Dessa forma, foram identificados os tipos de modelados, sendo estes posteriormente diferenciados e caracterizados de acordo com fatores intrínsecos à sua natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica. Como forma de expandir a compreensão acerca dos processos e dinâmicas condicionantes da conformação das paisagens da região foi levada a efeito uma interpretação de cunho morfoestrutural da área, tendo esta possibilitado a identificação de cinco distintos compartimentos morfoestruturais regionais que, em parte, abrangem a área cerne da presente pesquisa.

Palavras Chave: Cartografia Geomorfológica - Bacia do rio Novo - Morfogênese

ABSTRACT

The increasing interest in the representation of the aspects of the relief has as justification the wide range of possibilities of application of the products coming from this cartographic technique when it comes to planning. In view of this, the demand for cartographic documents that subsidize relief intervention processes has increased. This growing attention given to geomorphological cartography in environmental research has culminated in a subsidy not only to Geomorphology specifically, but also to the various sciences that involve the most distinct spheres of planning. Faced with this reality, efforts to research and develop geomorphic maps and geomorphic charts on a high level of detail are becoming of great importance, aiming at supporting the decision-making process at the local level, about the spatial arrangement and types of intervention that may or may not be developed in the environment in question. Thus, the present dissertation has as general objective the elaboration of the geomorphological chart of the river basin of the rio Novo, trying to be able to subsidize future researches that aim at the understanding of the processes and factors responsible for the conformation of the local relief. As specific objectives, it is intended that it can support the decision-making process geared to planning in the Zona da Mata Mineira, and may also provide basic input data for other surveys. The methodology adopted for the achievement of the aforementioned objectives concerns the proposal elaborated within the scope of the IBGE, whose basic principle is the ordering of geomorphological facts according to a classification that takes into account temporal and spatial aspects, and which makes possible the distinction of those modeled as a unit as well as the groupings that maintain hierarchical relationships with these basic units. In this way, the types of modeling were identified, being later differentiated and characterized according to factors intrinsic to its structural, lithological, pedological, climatic and morphodynamic nature. As a way to expand the understanding of the processes and dynamics conditioning the landscape's conformation, a morphostructural interpretation of the area was carried out, making possible the identification of five distinct regional morphostructural compartments that, in part, cover the core area of this research.

Keywords: Geomorphological Cartography - New River Basin – Morphogenesis

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Representação esquemática das Unidades Taxonômicas Propostas por Ross (1992).....	23
Figura 02 - Estrutura da geomorfologia segundo Nunes et.al (1994)	32
Figura 03 - Articulação das cartas topográficas 1:50.000 que cobrem a área da BHRN	35
Figura 04 - Disposição da legenda alfanumérica da carta geomorfológica	47
Figura 05 - Fluxograma de elaboração da carta geomorfológica da BHRN	49
Figura 06 - Localização da bacia hidrográfica do rio Novo	54
Figura 07 - Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Novo	55
Figura 08 - Aspectos geológicos da bacia hidrográfica do rio Novo	56
Figura 09 - Disposição espacial dos tipos de solos na BHRN segundo UFV (2010)	59
Figura 10 - Carta de declividade da BHRN	60
Figura 11 - Carta geomorfológica da BHRN	70
Figura 12 - Legenda da carta geomorfológica da BHRN	71
Figura 13 - Carta de lineamentos estruturais da BHRN	76
Figura 14 - Carta hidrográfica da BHRN	78
Figura 15 - Compartimentação morfoestrutural da BHRN	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Classes de Declividade	39
Quadro 02 - Categorias Hierárquicas das Classes de Declividade	39
Quadro 03 - Classificação da intensidade dos índices morfométricos.....	46
Quadro 04 - Síntese das características dos compartimentos morfoestruturais discernidos	79

LISTA DE FOTOS

Foto 01 - Rebordo do Planalto de Campo das Vertentes ao fundo, contexto da nascente principal do rio Novo	80
Foto 02 - Morrarias da Zona da Mata I. Adjacências do município de Santos Dumont-MG	83
Foto 03 - Morrarias da Zona da Mata II. Vista da Serra de Santana em Goianá – MG	84
Foto 04 - Horsts Festonados da Mantiqueira Setentrional. Serra da Boa Vista e Serra do Relógio vista do limite municipal entre Guarani – MG e Rio Novo- MG	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Apat	Planícies Altimontanas
Apav	Planícies Alveolares
Apf	Planícies Fluviais
Apfla	Planícies Fluvio-Lacustres Antropogênicas
Apft	Planícies Fluviais e Terraços
BHRN	Bacia Hidrográfica do rio Novo
CEPLAB	Comissão de Planejamento da Bahia
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
Dc	Colina
Dced	Crista Estrutural Dissecada
Dcrm	Cristas Estruturais Reafeiçoadas em Morros
Deep	Escarpa Erosiva e Patamares
Dma	Morros Alongados
Dmc	Morros Convexos
Dme	Morros Estruturais
Dmia	Morros Interfluviais Alongados
Dmipd	Morros Interfluviais Profundamente Dissecados
Dmma	Morros e Morrotes Altimontanos
Dmpd	Morros Profundamente Dissecados
Dmr	Morrotes
Dpr	Patamares Reafeiçoados
Dprm	Patamares Reafeiçoados em Morros
Dprmr	Patamares Reafeiçoados em Morrotes
Drca	Reverso de Crista Assimétrica

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Técnicas
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission (Missão Topográfica Radar Shuttle)</i>
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UGI	União Geográfica Internacional
USGS Survey)	Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO GERAL	14
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: PRÓLOGO DA REPRESENTAÇÃO SISTEMÁTICA DO RELEVO	15
5 MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.1 O método.....	28
5.2 Concepção Metodológica.....	31
5.3 Procedimentos.....	34
5.3.1 <i>Aquisição e organização da base de dados</i>	34
5.3.2 <i>A Carta de Declividade</i>	38
5.3.3 <i>Carta Hipsométrica</i>	40
5.3.4 <i>A Carta Hidrográfica</i>	40
5.3.5 <i>A Carta Pedológica</i>	41
5.3.6 <i>A Carta Geológica</i>	42
5.3.7 <i>A Carta de Lineamentos Estruturais</i>	42
5.3.8 <i>A Carta Geomorfológica</i>	44
5.3.9 <i>Compartimentação Morfoestrutural</i>	50
6 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	52
7 O CONTEXTO GEODINÂMICO REGIONAL	62
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
8.1 A cartografia geomorfológica na bacia do rio Novo.....	68
8.2 Compartimentação morfoestrutural e aspectos da morfogênese regional.....	73
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	

1 INTRODUÇÃO

A cartografia constitui-se em uma ferramenta substancialmente importante para as ciências em geral, em especial para as ciências da Terra, uma vez que viabiliza a representação do espaço e das complexas e diversificadas variáveis que integram a superfície terrestre, possibilitando o enfoque em distintas perspectivas de acordo com os anseios do pesquisador. Em se tratando da Geomorfologia, conforme ressaltado por Cunha *et. al.* (2003, p.01), a cartografia do relevo trata-se de um dos “mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados obtidos”. Os autores complementam enfatizando que “extensas análises descritivas das formas, idade e gênese do relevo tornam-se muito mais ricas e lógicas quando acompanhadas por documentos cartográficos nos quais estas estejam espacializadas”.

Essa crescente atenção facultada à cartografia geomorfológica nas pesquisas ambientais tem culminado num subsídio não só a Geomorfologia especificamente, como também às diversas ciências que envolvem as mais distintas esferas do planejamento. A Cartografia Geomorfológica figura como um salutar instrumento na viabilização de uma representação espacial dos condicionantes responsáveis pela estruturação de uma determinada paisagem, bem como dos outros segmentos que a compõem, e que são desencadeadores das dinâmicas responsáveis pelos processos que comandam o modelado do relevo terrestre. Dessa forma, é capaz de fornecer subsídio a tomada de decisões referentes à análise, planejamento e gestão ambiental por parte de gestores em todas as esferas administrativas, viabilizando a adoção de políticas de ordenamento e planejamento territorial e ambiental em consonância com a política de proteção ambiental e de recursos hídricos.

Há que se destacar o papel substancialmente importante dos avanços tecnológicos referentes ao processamento de informações geográficas proporcionado pelo surgimento de diversos e sofisticados *softwares* e *hardwares* atualmente disponíveis. Segundo Antenucci *et. al.* 1991 (apud CÂMARA *et. al.*, 1996), com intuito de reduzir os custos de produção e atualização de mapas, no início da década de cinquenta houveram os primeiros esforços visando a automatização do processamento de dados georreferenciados. Como consequência desses avanços

tecnológicos, tem-se a ampla difusão no meio científico da utilização do Sensoriamento Remoto, que permite que se inventarie informações acerca de determinado local sem que se tenha efetivo contato físico com o mesmo, bem como do Geoprocessamento, que viabiliza distintas técnicas de tratamento e manipulação de dados geográficos.

Constatada a importância da cartografia para os estudos ambientais em geral, bem como do relevo, convém enfatizar as dificuldades intrínsecas à realização de mapeamentos deste elemento da paisagem. Uma das dificuldades iniciais a se considerar refere-se ao fato de tratar-se de um “processo cartográfico no qual se representa um atributo, por definição tridimensional, dispondo-se de apenas duas dimensões” (CUNHA *et.al.*, 2010, p.08). As autoras enfatizam a importância de buscar “suprir tal deficiência através de símbolos e tramas, cujo processo de escolha constitui-se em uma dificuldade a parte, visto que um dos princípios básicos da cartografia é a rapidez e eficiência na comunicação dos fenômenos mapeados”.

Outra constante problemática da Cartografia Geomorfológica é referente à falta de isonomia nos processos metodológicos de elaboração das cartas, escolha das referidas simbologias, cores e conteúdo da legenda, bem como na apresentação final da produção cartográfica. Concernente a essa questão, Ross (1991, pg. 55) afirma que:

“Fica claro que os geomorfólogos em geral são unânimes quanto à questão do conteúdo geral dos mapas [...] os mapas devem informar sobre os tipos de formas de relevo, gênese e idade. No entanto, o que parece mais problemático é a questão relativa à padronização ou uniformização da representação cartográfica, pois ao contrário de outros tipos de mapas temáticos, não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos”.

Apesar de ser amplamente ressaltada por diversos autores como um importante aporte metodológico das pesquisas no campo da geomorfologia e do planejamento ambiental, territorial e urbano, no Brasil ainda há significativa escassez de mapeamentos geomorfológicos sistemáticos para o território nacional. O que existe são estudos isolados e em escalas pequenas ou médias, sendo muitas vezes sua utilização incompatível com o objetivo de determinados projetos a serem

desenvolvidos. A exceção faz-se aos estudos desenvolvidos pelo projeto RADAMBRASIL (1983) realizado entre as décadas de 1970 e 1980, os desenvolvidos pela CEPLAB (1980) na Bahia e o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, na escala de 1:500.000, desenvolvido por Ross e Moroz (1997) utilizando imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL. Diante dessa realidade tornam-se de substancial importância os esforços em prol da pesquisa e desenvolvimento de trabalhos voltados para a produção de mapas e cartas geomorfológicas em escala grande, visando que estas possam vir a subsidiar o processo decisório, em escala local, acerca da disposição espacial e tipos de intervenção passíveis ou não de serem desenvolvidas no local em questão.

2 OBJETIVO GERAL

Considerando a importância do desenvolvimento metodológico da cartografia geomorfológica, bem como do mapeamento do relevo para o planejamento do uso da terra e gestão do patrimônio ambiental, a presente pesquisa tem como escopo interpretar o sistema geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Novo tendo como aporte metodológico a cartografia geomorfológica. A escolha da referida bacia hidrográfica se deu devido ao fato de que esta ocupa distintas unidades de relevo e compartimentos regionais, se configurando assim uma excelente possibilidade de aplicação de metodologias que visam a distinção, caracterização e mapeamento de feições geomorfológicas.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos intenta-se que a presente pesquisa auxilie na compreensão dos aspectos morfogenéticos inerentes à bacia hidrográfica do rio Novo, viabilizando o estabelecimento de correlações entre o sistema geomorfológico estudado e o contexto regional através da compartimentação morfoestrutural, bem como, diante da escassez de mapeamentos desenvolvidos em escalas com alto nível de detalhamento, possa ajudar a preencher a demanda por estes produtos cartográficos, estimulando estudos em escala local no campo da geomorfologia e de interações com a Geografia e as ciências ambientais, podendo vir a fornecer dados básicos de entrada para outras pesquisas e embasar o planejamento da paisagem na região da Zona da Mata Mineira.

4 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: PRÓLOGO DA REPRESENTAÇÃO SISTEMÁTICA DO RELEVO

A Geomorfologia, ciência cujo intento é concernente, conforme etimologicamente indiciado, no estudo das formas do relevo terrestre, constituindo-se, segundo Casseti (2005, p.04) “um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais”, tem na cartografia geomorfológica um dos seus melhores aportes técnicos e metodológicos para espacialização e interpretação das características e dinâmicas inerentes à emolduração das mais distintas paisagens. Tricart (1965) enfatiza que os mapas geomorfológicos permitem distintas formas de tratamento, variando de acordo com os objetivos vislumbrados pelo pesquisador, uma vez que ensejam uma melhor compreensão das relações espaciais inerentes aos elementos da paisagem analisada. Dessa forma, nota-se que, para o autor, o mapa geomorfológico refere-se à base da pesquisa e não simplesmente o produto gráfico da mesma.

Segundo Klimaszewski (1982, apud FLORENZANO, 2008, p.105), a primeira experiência voltada para a representação cartográfica do relevo em detalhes foi concebida por Siegfried Passarge. A referida pesquisa foi propalada sob a forma de um artigo em 1912 e, posteriormente, em 1914, Passarge publicou o seu *Morphologischer Atlas* (Atlas Morfológico). A obra trazia oito mapas (topo-orográfico com vegetação; das formas dos vales; petrográfico; geológico-estratigráfico; declividade das vertentes; de resistência física; química e de desenvolvimento, evolução e estrutura do relevo) elaborados em escala 1:50.000. Conforme salientado por Abreu (2003, p.58), é possível notar que Passarge trabalhou em “uma linha de análise mais global das formas de relevo, integrando-a em uma visão geográfica da paisagem e de um novo método de trabalho, baseado na cartografia geomorfológica”. Apesar dessa “visão geográfica”, Coltrinari (2011, p.123) atenta para o fato de que “as ideias de Passarge tiveram pouca repercussão entre os geógrafos da época, que continuaram limitando-se a descrições literais de formas e tipos de relevo”. De acordo com Klimaszewski (1982, apud COLTRINARI, 2011, p.123) esses trabalhos

estritamente descritivos não eram capazes de subsidiar o conhecimento da evolução do relevo.

Segundo Coltrinari (2011), nas décadas posteriores à publicação levada a efeito por Passarge, a cartografia geomorfológica continuou sendo preterida, tendo os mapas de Passarge permanecido como exemplares singulares desse tipo de abordagem metodológica até o findar da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quando especialistas em planejamento, dentre outras áreas, passaram a atentar para a demanda por documentos cartográficos de ratificada precisão. O fim da Segunda Guerra Mundial, certa maneira, marca a história da cartografia geomorfológica uma vez que se tem aí o início da utilização de fotografias aéreas no desenvolvimento de estudos detalhados do relevo.

A este tempo, nos Estados Unidos, tinha-se uma geomorfologia voltada para os estudos descritivos, sendo, segundo Coltrinari (2011), apresentados sob a forma de textos e blocos-diagrama que ilustravam os pressupostos dos autores, inexistindo uma classificação detalhada do relevo. Quanto à França, a autora afirma que nessa época havia a produção de cartas de média e pequena escala, configurando-se como “traduções gráficas de relatórios, teses e monografias” (COLTRINARI, 2011, p.123), limitadas pela escassez de recursos.

A cartografia geomorfológica, sistematicamente desenvolvida, tem suas primícias, segundo Cooke e Doornkamp (1990, *apud* FLORENZANO, 2008), na década de 1950 na Polônia, “como suporte ao planejamento econômico”. Conforme Coltrinari (2011), a elaboração da carta geomorfológica da Polônia foi iniciada em 1946, objetivando o conhecimento preciso dos elementos que compõem o a geografia local, bem como aspectos qualitativos e quantitativos do relevo. Assim, essa carta continha informações referentes à aparência, dimensões, origem e idade das formas do relevo. Posteriormente, em outros países, os mapas geomorfológicos passaram a ser utilizados como subsidiários em distintos tipos de zoneamento e planejamento, além de apoiar estudos referentes às paisagens (GUSTAVSSOM, 2006).

Conforme exposto por Cunha *et.al* (2003, P.02), “a cartografia geomorfológica constitui-se em um tipo de mapeamento cuja complexidade é inerente ao próprio objeto de representação”, uma vez que o relevo é caracterizado por diversificadas formas e processos genéticos. Nesse sentido, é perceptível ao longo da história

evolutiva da cartografia geomorfológica a inexistência de uma padronização metodológica para a elaboração desses documentos. Aspectos relativos a essa questão são facilmente encontráveis na literatura científica referente ao tema, como por exemplo em Argento (1995) ao afirmar que “no contexto operacional, os mapeamentos geomorfológicos não seguem um padrão pré-definido, tanto em nível de escalas adotadas, como quanto à adoção de bases taxonômicas a elas aferidas”. Quanto a isso, Christofletti (1980) esclarece que os distintos critérios instituídos no desenvolvimento das cartas de relevo não forneceram subsídio para que fossem suplantadas questões concernentes à lógica de classificação para a Geomorfologia.

Dessa forma, o que mostra uma breve análise da história desse tipo de representação cartográfica permite notar que, a partir da década de 1950, ao longo dos tempos, teve-se o desenvolvimento de uma plêiade de concepções metodológicas com intento de classificar e representar as formas do relevo em distintos locais. Na França, conforme exposto por Coltrinari (2011, p.125), o desenvolvimento da cartografia do relevo se deu durante a referida década “com a publicação das cartas do Delta do Senegal, da França Continental e da América do Sul levantadas pela equipe do Centro de Geografia Aplicada (C.G.A) de Estrasburgo coordenada por J. Tricart”. A autora ressalta que a carta do Delta do Senegal foi a “primeira tentativa de cartografia geomorfológica na França”.

Florenzano (2008), ao se referir ao advento da cartografia geomorfológica na França destaca a experiência de Tricart e Cailleux (1956), que segundo Kohler (2001, p.24) foram os pioneiros na “utilização de uma escala espaço temporal para fundamentar as pesquisas geomorfológicas”, ao definirem sete ordens de grandeza taxonômica. A autora ressalta que posteriormente Tricart (1965) retoma essa proposta, ampliando-a para oito ordens de grandeza, porém ela “ênfatiza o caráter escalar, em detrimento do critério genético” (FLORENZANO, 2008, p.106), o que, devido a distorções, dificulta sua aplicação. Essa proposta de classificação influenciou consideravelmente outras formulações que, posteriormente, viriam a ser elaboradas no Brasil.

Outra asserção de classificação oriunda da escola francesa trata-se da estabelecida por Mescerjakov (1968). Sobre esta Florenzano (2008, p.106) afirma

haver, de um modo geral, uma influência endógena nas unidades de maior dimensão e exógena nas de menor dimensão, ao enfatizar que:

“Para as grandes unidades morfológicas (unidades morfoestruturais), tem-se o domínio do controle estrutural, ao passo que no nível das formas esculpidas nessas grandes unidades estão o domínio dos tipos diferenciados de morfoesculturas, que se relacionam às condições climáticas reinantes no presente ou no passado”.

Pouco tempo depois, em 1969 no Brasil, Ab'Saber publica seu trabalho intitulado “*Um conceito de Geomorfologia aplicado aos estudos do Quaternário*” (AB'SABER, 1969), visando o desenvolvimento de bases diretrizes para o estudo do período Quaternário no território intertropical brasileiro. Nesse artigo o autor evidencia as bases conceituais do que denomina “geomorfologia tripartite”. Segundo o Ab'Saber (1969, p.01), “trata-se de uma *simbiose* conceitual, através da qual são reunidos os principais objetivos e enfoques que caracterizam a Geomorfologia contemporânea”. Barbosa *et.al* (1983, p.02) ressaltam que anteriormente a essa publicação de Ab'Saber “a experiência acumulada no Brasil sobre mapas geomorfológicos era pequena, díspare em escalas e geralmente calcada em modelos estrangeiros”.

Assim a formulação de Ab'Saber (1969) apresenta três distintos níveis de abordagem. O primeiro é referente à compartimentação topográfica regional do relevo, se tratando este da caracterização e descrição das formas de relevo, dando ênfase a morfologia. O segundo nível de abordagem proposto visa analisar a estrutura superficial da paisagem. Segundo Florenzano (2008), a análise da paisagem nesse sentido viabiliza o estabelecimento de relações entre os depósitos correlativos com as condições climáticas, enfatizando dessa forma a morfogênese. O terceiro e último nível de abordagem segundo essa proposta classificativa do relevo é concernente à fisiologia da paisagem, visando, conforme Ab'Saber (1969) “observar a funcionalidade” da paisagem, através da análise dos processos atuais, ou seja, a morfodinâmica.

A partir dos pressupostos metodológicos idealizados por Tricart (1965) e Ab'Saber (1969) a equipe responsável pelo projeto RADAMBRASIL, deu início a partir de 1970, o desenvolvimento do primeiro sistema metodológico de mapeamento do relevo do território brasileiro, posteriormente publicado por volta de 1983. A ordenação dos fatos geomorfológicos levada a efeito pelo projeto RADAMBRASIL considerou a

existência de quatro distintas ordens de grandeza para a classificação do relevo brasileiro. O primeiro táxon tem como expressão geomorfológica os domínios Morfoestruturais, grandes conjuntos estruturais que geram arranjos regionais de relevo, que possuem relação de causa entre si. O segundo táxon diz respeito às Regiões Geomorfológicas, sendo compreendidas como grupos de unidade geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da confluência de fatores em sua evolução. O terceiro táxon é concernente às Unidades geomorfológicas, ou seja, associações de formas de relevos oriundas de um mesmo processo evolutivo. O quarto táxon trata da classificação dos tipos de relevo propriamente dita. Torres, Marques Neto e Menezes (2012) ressaltam que os níveis taxonômicos adotados pelo Projeto RADAMBRASIL, apesar de não apresentarem cabal congruência com a proposta de Tricart (1965), é perceptível a similaridade no que tange às ordens de grandeza adotadas.

Conforme contextualiza Florenzano (2008), a principal contribuição no âmbito de desenvolvimento de uma proposta de classificação do relevo unificada para mapas geomorfológicos trata-se do Sistema IGU. A partir da realização do 18º Congresso da União Geográfica Internacional (UGI), no Rio de Janeiro em 1956, a cartografia geomorfológica de detalhe teve sua importância reconhecida. Segundo Coltrinari (2011), posteriormente, na próxima edição do referido evento científico, em 1960 em Estocolmo, constatou-se uma diversidade de sistemas classificatórios desenvolvidos em vários países, “resultantes de concepções diversas e princípios independentes para a construção de cartas geomorfológicas”. (COLTRINARI, 2011, p.123) Dessa forma, a partir da percepção da necessidade de promoção de discussões acerca dos princípios gerais levados em consideração na elaboração desses documentos, visando-se a produção de cartas geomorfológicas comparáveis, instituiu-se a criação de uma Subcomissão de Cartografia Geomorfológica, com objetivos de, segundo Klimaszewski (1982, *apud* COLTRINARI, 2011, p.123), desenvolver a metodologia de mapeamento geomorfológico, uniformizar os princípios e sistemas de cartografia para viabilizar a comparabilidade entre os produtos gerados, bem como subsidiar, através do mapas geomorfológicos, o conhecimentos do ambiente geográfico. Florenzano (2008) esclarece que, como fruto da criação da Subcomissão de cartografia Geomorfológica, tem-se mais tarde a publicação de um Manual de Mapeamento Geomorfológico, levado a efeito por Demek (1972). Referente a esse manual a autora

salienta que “utiliza-se o modelo das formas, enfatiza-se a morfologia e a morfogênese e destacam-se as características das vertentes”. (FLORENZANO, 2008, p.108)

Outro sistema para classificação das formas do relevo, este desenvolvido no âmbito da escola holandesa, no meio da década de 1970, trata-se do Sistema ITC para Levantamentos Geomorfológicos (VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM, 1975). Quanto a essa proposta, Florenzano (2008, p.108) elucida que foi usado “como base as unidades geomorfológicas, destacando para cada uma delas o processo morfogenético dominante”. A autora relata ainda que o procedimento metodológico adotado foi estruturado a partir da fotointerpretação, sendo a delimitação das unidades do relevo realizadas a partir do discernimento de padrões texturais a partir das imagens de satélite. Dessa forma, pautado na morfogênese, segundo essa proposta as formas do relevo são classificadas de acordo com os processos referentes a sua gênese. Florenzano (2008) afirma ser este sistema adequado para a representação em distintas escalas de análise e enaltece o fato do mapa gerado ser de relativa facilidade interpretativa.

Três anos antes da publicação dos produtos cartográficos obtidos pelo RADAMBRASIL, em 1980, tem-se o registro da publicação de um mapa elaborado pela Comissão de Planejamento da Bahia (CEPLAB 1980) em escala 1:1.000.000, cobrindo o estado da Bahia. Segundo Florenzano (2008, p.113), esse mapa não forneceu muitas informações, uma vez que “foram representadas apenas informações morfográficas e de morfogênese”.

Outro esforço metodológico de substancial importância para o desenvolvimento da cartografia geomorfológica no Brasil nesse momento histórico foi a publicação, um ano depois da editoração do mapa da CEPLAB (1980), de um mapa geomorfológico elaborado pelo IPT para o estado de São Paulo. O referido documento foi elaborado em escala 1:250.000 e publicado na 1:1.000.000. Florenzano (2008) ressalta que nele são destacadas na legenda a morfologia e a morfogênese, sendo as unidades de relevo delimitadas a partir da interpretação de imagens de satélites e mosaicos semi-controlados de radar na escala 1:250.000 (Projeto RADAMBRASIL), valendo-se do subsídio de informações oriundas da interpretação de fotografias aéreas e cartas topográficas em escalas 1:50.000 e 1:100.000.

Quanto à metodologia adotada pelo mapa do IPT, Florenzano (2008, p.113) afirma que foi fundamentada naquela desenvolvida pelo CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) da Austrália. Assim sendo, segundo a autora:

“Foram definidos conjuntos de formas de relevo semelhantes, denominadas sistemas de relevo (*land systems*). Na definição e caracterização das unidades de relevo (*land units*), os autores selecionaram as seguintes variáveis: amplitude local das formas do relevo, declividade das vertentes, forma do perfil das vertentes, extensão e forma dos topos, expressão das unidades em área (Km²), densidade e padrão de drenagem”

Florenzano (2008) salienta que a legenda da carta foi elaborada fundamentada nessas variáveis, e nos atenta ainda para o fato de que não são apresentados na publicação o método utilizado no cálculo das referidas variáveis. Torres, Marques Neto e Menezes (2012) chamam atenção para o fato de que no relatório técnico referente à carta geomorfológica do IPT estão contidas cartelas que estruturam a hierarquia do relevo até o quarto nível taxonômico. Nestas, objetivando uma adequação a uma contextualização acerca do relevo na paisagem em conformidade com o sistema CSIRO, é possível a visualização de aspectos concernentes à litologia, pedologia, morfodinâmica, bem como aspectos geotécnicos. Quanto à legenda, os autores afirmam que foram tomados como critérios distintivos na sua elaboração as características referentes ao perfil das encostas, extensão e forma dos topos, expressão de cada unidade em área, densidade e padrão de drenagem.

Pautados na legenda desenvolvida pelo IPT (1981), Florenzano (2008) destaca a colaboração de Pires Neto (1992) ao mapear parte do Planalto Atlântico e da Província Costeira do estado de São Paulo, incluindo na sua legenda, além de aspectos morfológicos mais detalhados, informações acerca da litologia e morfodinâmica. A autora destaca outro mapa, produzido também a partir da proposta de legenda do IPT, referente ao Projeto de Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo, elaborado em escala 1:250.000, a partir da interpretação de imagens Landsat nessa mesma escala (FLORENZANO; CSORDAS, 1993).

Contemporaneamente ao mapeamento levado a efeito por Pires Neto (1992), pautando-se nas concepções de Penck (1953) sobre os processos endógenos e exógenos; nas formulações teóricas de Guerasimov (1963) e Mescerjakov (1968) acerca da morfoestrutura e morfoescultura, e na metodologia desenvolvida no âmbito do Projeto RADAMBRASIL, Ross (1992) propõe uma classificação embasada em seis níveis taxonômicos, pautados na morfologia e na gênese, conforme ilustra a figura 01. Quanto ao uso de uma taxonomia o autor afirma não poder se omitir a esse artifício na representação gráfica das formas do relevo uma vez que “os diferentes tamanhos de formas estão diretamente associados à cronologia e à gênese” (ROSS, 1992, p.21).

Dessa forma, segundo Ross (1992, p.21) o primeiro táxon é referente à morfoestrutura, sendo esta a maior forma de relevo. Conforme o autor, “sua história genética e idade são mais antigas do que as Unidades Morfoesculturais esculpidas no seu interior”. Evocando o exemplo da bacia sedimentar do Paraná o Ross (1992, p.21) explica que:

“Enquanto a gênese da bacia sedimentar associa-se a formação de uma sequência de depósitos marinhos e continentais que se estendem desde o Paleozoico ao Cenozoico, as Unidades Morfoesculturais foram geradas a partir do Cenozoico com a epirogenia da plataforma sul-americana”

O segundo táxon diz respeito às Unidades Morfoesculturais, sendo sua gênese, segundo Ross (1992), associada aos processos erosivos ou denudacionais do Cenozoico. O autor atenta para o fato de que as Unidades Morfoesculturais não necessariamente apresentam homogeneidade no que tange as suas formas em toda a sua extensão.

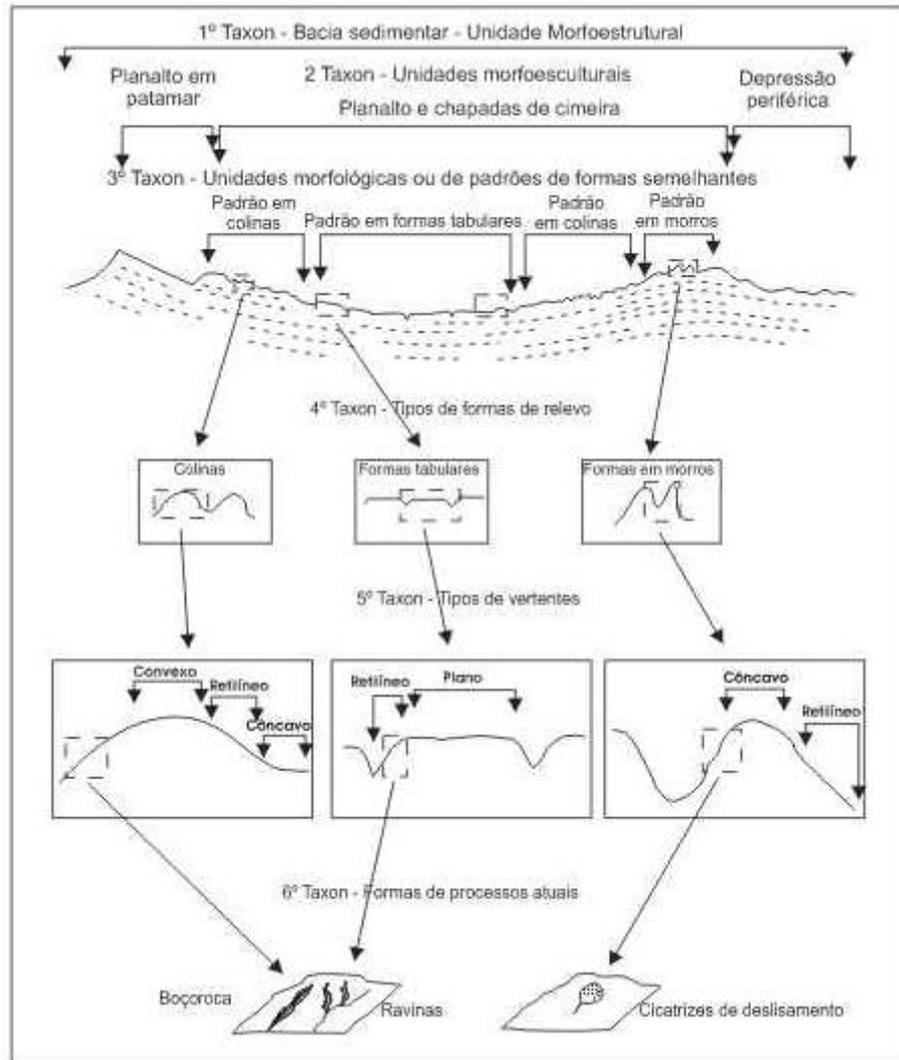


Figura 01: Representação esquemática das Unidades Taxonômicas Propostas por Ross (1992).

A terceira ordem de grandeza conforme a classificação proposta por Ross (1992) refere-se às Unidades Morfológicas, Unidades de Tipos de Relevo ou Padrões de Formas Semelhantes. Tratam-se de “formas de relevo que observadas de avião, em imagens de radar ou satélite mostram o mesmo aspecto fisionômico quanto a rugosidade topográfica ou dissecação do relevo” (ROSS,1992, p.21). O autor complementa explicando que “são unidades que apresentam dimensões de áreas menores, idades mais recentes e processos erosivos que favorecem a dissecação relevo”. Ainda segundo o autor essa unidade corresponde ao que Demek (1972) chamou de Tipos de Relevo.

O quarto táxon refere-se a “cada uma das formas de relevo contidas nas Unidades Morfológicas ou de Padrões de Formas Semelhantes”, ou seja, trata-se das formas individualizadas de relevo (morros, colinas, morrotes, etc.). Ross (1992, p.21) complementa explicando que:

“Embora as Unidades de Padrões de Formas Semelhantes possam ser classificadas dentro de uma mesma categoria em escalas médias e pequenas, ao se processar uma análise de maior detalhe e cartografia em escala grande, vai se perceber que cada uma delas têm aspectos fisionômicos próprios embora pertençam a mesma família”

O quinto táxon segundo a classificação aqui em voga é representado pelos tipos de vertentes pertencentes a cada uma das formas de relevo. Ross (1992, p.21) justifica a adoção desse táxon ao afirmar que “os setores de vertentes, quer sejam eles convexos, retilíneos, planos, aguçados, abruptos côncavos, são dimensões menores do relevo. Assim sendo, são de gênese e idade mais recentes”.

O sexto e último táxon que compõe a classificação proposta por Ross (1992) tange a formas de relevo ainda menores que as pertencentes ao táxon anterior, geradas ao longo das vertentes por processo geomórficos atuais, incluindo os induzidos pelo uso da terra não condizente com as possibilidades impostas pela realidade local. São pertencentes a esse táxon formas como ravinas, voçorocas e cicatrizes de movimentos de massa.

Em 1995, como fruto da experiência em mapeamento geomorfológico sistemático do território brasileiro acumulada pela equipe de Geomorfologia do IBGE, experiência esta que remonta à década de setenta a partir da criação do Projeto RADAMBRASIL, tem-se a publicação do Manual Técnico em Geomorfologia (NUNES *et.al*, 1994). O referido manual traz uma metodologia para a representação dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação espacial e temporal. Segundo essa classificação, como unidades básicas são distintos os tipos de modelados e seus grupamentos hierarquicamente relacionados. Como parâmetros para individualização das referidas feições geomorfológicas são levados a efeito a natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis estas pela evolução das formas do relevo ao longo do tempo.

Dessa forma, em ordem decrescente de grandeza, são estabelecidos cinco táxons hierarquizados. O primeiro refere-se aos Domínios Morfoestruturais, ocorrendo em escala regional, e consideram os aspectos relativos à natureza das rochas e efeitos tectônicos atuantes, uma vez que os referidos fatores, em associação com as corroborações oriundas das variações climáticas ao longo do tempo geológico, têm como consequência a gênese de amplos conjuntos de morfologias com características próprias, que embora apresentem uma diversidade de feições, estas possuem aspectos comuns no que tange ao seu engendro.

O segundo táxon é constituído pelas regiões geomorfológicas, que segundo Nunes *et.al* (1994), tratam-se de compartimentos contidos nos conjuntos litomorfoestruturais, que possuem características comuns no que se refere à sua gênese, lhes atribuídas devido a atuação de condicionantes climáticos pretéritos e hodiernos, tendo como consequência o agrupamento de feições semelhantes em associação com formações superficiais e às fitofisionomias.

Como representantes do terceiro nível categórico, segundo Nunes *et.al* (1994), tem-se as Unidades Geomorfológicas, sendo elas entendidas como um arranjo de morfologias, cuja a fisionomia e a altimetria apresentam semelhança em seus distintos tipos de modelados. A similaridade entre as formas pode ser elucidada partir de condicionantes litológicos e estruturais, bem como por elementos paleoclimáticos. Conforme Nunes *et.al* (1994), a unidade geomorfológica, através do comportamento da drenagem por exemplo, evidencia seus processos originários. Como formas de relevo componentes desse táxon tem-se as planícies, depressões, chapadas, planaltos, etc.

A quarta ordem de grandeza constitui a dos Modelados. Conforme discorrido por Nunes *et.al* (1994), os modelados circunscrevem formas de relevo que se caracterizam por apresentarem geometria correlata no que se refere à suas formas. A referida similaridade está relacionada à gênese comum e aos processos morfogenéticos em atuação, segundo o autor supracitado, resultando na recorrência de materiais correlativos superficiais. Dessa forma, conforme a metodologia em voga, são identificados quatro tipos de modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação.

Por fim, integrando a quinta e última grandeza conforme a metodologia desenvolvida no âmbito do Projeto RADAMBRASIL, tem-se as Formas de Relevo Simbolizadas. Estas, abarcam feições que, devido a sua dimensão espacial, não são passíveis de representação a não ser através de simbologias lineares ou pontuais.

Proposta de relevância para a cartografia geomorfológica foi apresentada por Argento (1995). Essa proposição pauta-se na classificação das formas do relevo conforme macro, meso e microescalas. No primeiro nível de análise proposto pelo autor devem ser discernidas formas de relevo oriundas de processos geotectônicos. Conforme salientado por Cunha (2011, p.48), “esse primeiro nível de identificação é essencial para o mapeamento, pois é a partir da separação destas feições que se identificam as dinâmicas responsáveis pela elaboração dos diferentes modelados”. O segundo nível de análise leva a efeito a as formas resultantes e os processos através dos quais essas foram concebidas. O terceiro nível proposto por Argento (1995) para a classificação e mapeamento geomorfológico é composto por informações complementares que viabilizam maior detalhamento acerca das formas do relevo em escala local. Conforme essa proposta não há a utilização de cores, com exceção das drenagens, todos os símbolos e hachuras são pretos. Quanto à legenda, Cunha (2010, p.11) esclarece que “a legenda proposta por Argento (1995) foi adaptada de forma que o leitor possa entender como a técnica de mapeamento se dá em três níveis de identificação para macro-escalas”.

No âmbito de contribuições mais recentes, há que se destacar também a relevante contribuição ao desenvolvimento da cartografia geomorfológica brasileira proporcionada por Cunha (2011). Nessa publicação a autora procura discutir concepções e metodologias de cartografia do relevo voltadas para a representação dos fatos geomorfológicos em regiões litorâneas. Visando estabelecer uma análise comparativa acerca de distintas metodologias de mapeamento do relevo no que tange ao uso de simbologias, formas de representação dos modelados e aspectos da legenda, a autora, considerando os princípios referentes à cartografia temática, elaborou uma série de mapas do litoral paulista em nível de escala regional (1:250.000) e de detalhe (1:10.000).

A partir da breve apreciação histórica acerca da evolução da cartografia geomorfológica ora apresentada, constata-se que no Brasil e no mundo, apesar de padecer de uma falta de isonomia no que tange às metodologias de discernimento e classificação das formas do relevo, o que corrobora em uma dificuldade em se estabelecer estudos comparativos entre os produtos cartográficos gerados, esse campo da geomorfologia a partir da década de 1950 tem sido objeto de interesse de distintas escolas do pensamento científico. O crescente interesse na representação dos aspectos do relevo tem como justificativa a ampla gama de possibilidades de aplicação dos produtos oriundos dessa técnica cartográfica no que se refere ao planejamento urbano, agrário, ambiental e territorial. Dessa forma, a demanda por documentos cartográficos que subsidiem os processos de intervenção no relevo tem aumentado, corroborando na necessidade por parte dos pesquisadores que atuam na área de estar sempre atentos a novas tecnologias e metodologias que possam aprimorar o processo de cartografiação do relevo nas variadas escalas de análise intrínsecas à ciência geomorfológica.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 O método:

Como unidade físico-territorial básica para o desenvolvimento da presente pesquisa foi adotada a bacia hidrográfica. A funcionalidade da bacia hidrográfica como unidade de análise, gestão e planejamento advém da sua capacidade de distinguir diversos objetivos, tais como o desenvolvimento econômico, a equidade social, econômica e ambiental e, a sustentabilidade ambiental. Ampliando sua visão apenas territorial, nota-se ser esta um espaço em que as relações físicas e humanas podem ser interpretadas. Christofolletti (1999) refere-se às bacias hidrográficas como unidades básicas devido ao fato de tratarem-se de unidades funcionais integrativas dotadas de expressividade espacial, configurando-se dessa forma sistemas ambientais cuja complexidade é inerente à sua estrutura, funcionamento e evolução.

Como referencial teórico-metodológico para o alcance dos objetivos almejados, adotou-se a perspectiva sistêmica, conforme preconizada por Bertalanffy (1973) e contundentemente contextualizada para o âmbito da ciência geográfica por autores como Chorley e Kennedy (1971) e Christofolletti (1999), visando promover uma análise holística das dinâmicas geomorfológicas inerentes à paisagem da bacia hidrográfica do rio Novo (BHRN). Conforme o entendimento de Bertalanffy (1973), um sistema é, necessariamente, caracterizado por elementos ou unidades que estabelecem relações de dependência entre si através de fluxos de matéria e/ou energia. Esses elementos possuem atributos que lhes conferem características referentes, por exemplo, à sua composição, comprimento, volume, área ou proporção dos fenômenos intrínsecos.

Chorley e Kennedy (1971), definem sistema como “um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos que consistem de componentes ou variáveis que assumem relações discerníveis uns com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão”. Por essa definição, percebe-se a

presença de uma hierarquia de sistemas que se inter-relacionam em uma ordem superior de complexidade. Em razão das muitas variáveis e relações existentes na perspectiva sistêmica, Christofolletti (1999) pondera sobre a necessidade de conciliar a perspectiva reducionista com a sistêmica na análise ambiental, devendo-se estabelecer a hierarquia entre os componentes do sistema, a definição de variáveis que melhor descrevem o funcionamento de cada subsistema, mas sem perder a visão da complexidade do todo.

Chorley e Kennedy (1971) propuseram uma classificação dos estudos de sistemas ambientais em quatro tipos principais, de acordo com o enfoque de interesse. Os estudos dos sistemas morfológicos, sendo estes compostos pela “associação das propriedades físicas dos sistemas e de seus elementos componentes, ligados com aspectos geométricos e de composição, constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.06). São utilizados em estudos morfológicos, estabelecendo-se indicadores relacionados com a forma e com os elementos físicos que o compõem.

Os estudos dos sistemas em sequência ou encadeados são compostos por uma cadeia de processos (subsistemas) que se inter-relacionam pela transferência de matéria e energia. A ênfase desses sistemas incide na “caracterização dos fluxos de matéria e energia e nas transformações ocorridas em cada subsistema” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.06).

Os sistemas processo-resposta conjugam os sistemas morfológicos e os sistemas em sequência, indicando a resposta de uma área a um determinado processo ou ação modificadora da dinâmica ambiental. O objetivo dos estudos nesses sistemas é identificar as relações entre determinadas ações e modificações provocadas na forma ou estrutura de um sistema morfológico, ou seja, “identificar as relações entre o processo e as formas que dele resultam” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.06).

Os estudos de sistemas controlados “são aqueles que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-resposta. A complexidade é aumentada pela intervenção humana” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.07). Busca-se avaliar como o homem pode intervir em processos ambientais, de tal forma a realizar alterações ou respostas no ambiente.

De acordo com Christofolletti (1999), os sistemas ambientais podem ainda ser estudados seguindo duas abordagens distintas: a ecológica e a geográfica. A abordagem ecológica estuda os ecossistemas, com o foco nas características e inter-relações dos organismos vivos em diferentes habitats. A abordagem geográfica analisa o espaço geográfico caracterizado pelo relacionamento de fatores abióticos, bióticos e antrópicos, estando o ser humano incluído nas inter-relações e fluxos de matéria e energia. Nessa abordagem, estuda-se a estrutura e a dinâmica ambiental em um espaço que pode ser visualizado e distinguido em fotos aéreas ou imagens de satélite pelas variações no relevo, vegetação, hidrografia e tipo de solo. O clima e a geologia integram a análise, embora não possam ser visualmente discernidos. As ações humanas modificadoras e restauradoras do ambiente também devem ser contempladas.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi adotada como concepção teórica a perspectiva sistêmica, conforme explicitada por Christofolletti (1999) e brevemente explanada até o momento, uma vez que esta possibilita a realização de uma análise integrada do sistema BHRN como um sistema processo-resposta, ou seja, um sistema ambiental susceptível a pressões e impactos oriundos da esfera socioambiental, onde este responderá de forma particularizada a um determinado evento, impacto ou alteração que seja lhe imposto. Para esta análise proposta, torna-se oportuna a adoção da abordagem geográfica (CHRISTOFOLETTI, 1999), tendo em vista que ela viabiliza a análise e compreensão da área foco da pesquisa a partir de um relacionamento de seus fatores abióticos, bióticos e antrópicos, estando o ser humano incluído nas inter-relações e fluxos de matéria e energia.

5.2 Concepção metodológica

Para elaboração da carta geomorfológica da BHRN foi utilizado como referência o sistema metodológico desenvolvido no âmbito do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (NUNES *et al.* 1994). Segundo os autores, o princípio básico dessa metodologia se trata de ordenar os fatos geomorfológicos conforme uma classificação que leva em consideração aspectos temporais e espaciais, e que viabiliza a distinção dos modelados como unidade básica do relevo, bem como os grupamentos que mantêm relações hierárquicas com essas unidades básicas. Dessa forma, esses conjuntos de feições são diferenciados e caracterizados de acordo com fatores intrínsecos à sua natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, sendo estes, segundo Nunes *et al.* (1994), os fatores condicionantes da evolução das feições de relevo, bem como pela composição paisagística ao longo do tempo. Assim, de acordo com os autores, em ordem decrescente de grandeza são distintos: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas, conforme ilustra a Figura 01.

Acerca dos Domínios Morfoestruturais, Nunes *et al.* (1994) elucidam que estes se tratam dos maiores táxons na compartimentação do relevo, tendo sua abrangência espacial em escala regional. Os autores salientam a importância dos Domínios Morfoestruturais na organização do que denominam fatos geomorfológicos, sendo esta influência determinada pela natureza do substrato geológico, bem como pelos esforços tectônicos atuantes. Segundo Nunes *et al.* (1994), os fatores anteriormente mencionados, sob a ingerência de variáveis efeitos climáticos corroboraram na gênese de amplos aglomerados de relevos que, apesar de possuírem características próprias, suas feições, embora diversificadas, mantem relações comuns com o substrato geológico a partir do qual se originaram. De acordo com essa classificação, para o território brasileiro, são identificados quatro domínios morfoestruturais: Depósitos Sedimentares Quaternários, Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Crátons Neoproterozóicos.

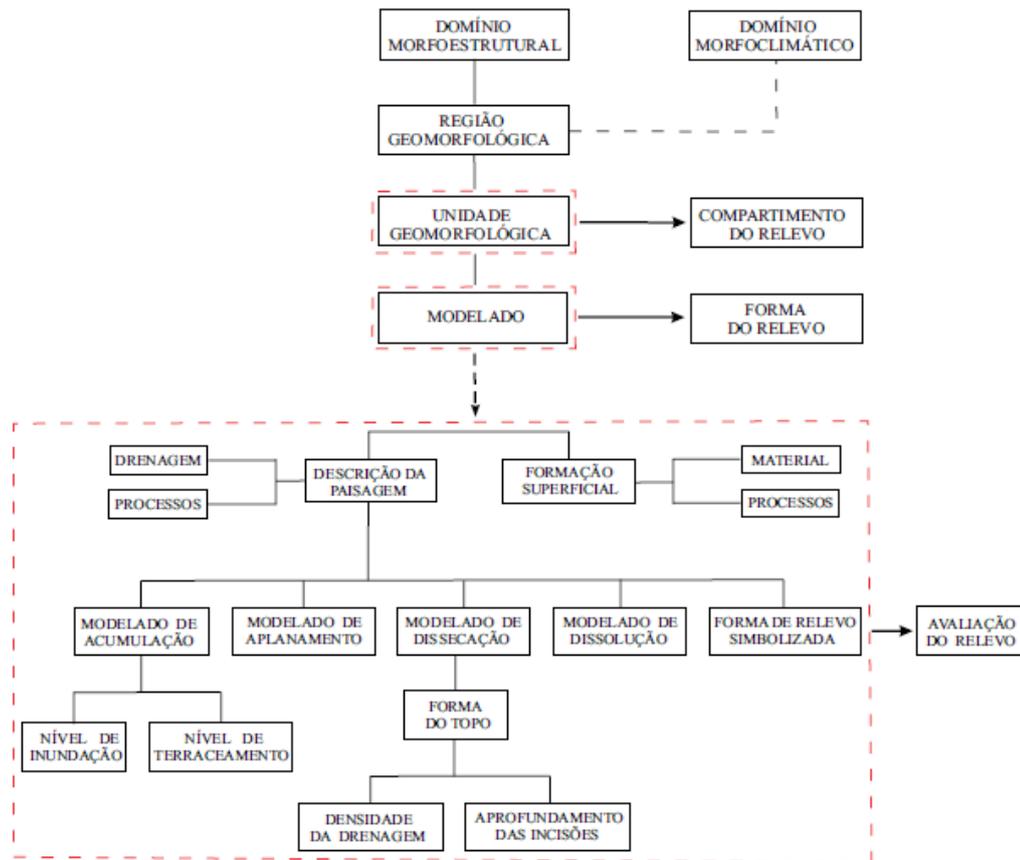


Figura 02: Estrutura da Geomorfologia segundo Nunes et.al (1994).

Conforme a proposta de classificação do relevo aqui em voga, o segundo nível hierárquico é concernente às Regiões Geomorfológicas. Estas, segundo Nunes *et. al.* (1994), tratam-se de compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais. A ação dos fatores climáticos no transcorrer do tempo lhes concede características comuns no que se refere a sua gênese. Assim, agrupam feições congêneres, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias. Como exemplos os autores elencam o Planalto da Borborema, Chapada Diamantina, Serra da Mantiqueira, dentre outros.

O terceiro nível taxonômico é alusivo às Unidades Geomorfológicas. Estas são descritas por Nunes *et. al.* (1994) como sendo tipificadas como arranjos espaciais de formas que possuem fisionomia e altimetria similares em seus distintos tipos de modelados. Os autores atentam para o fato de que essa similitude de formas tem sua origem a partir da atuação de distintos fatores paleoclimáticos, bem como por influência litológica e estrutural. Os autores ressaltam ainda que os conjuntos de morfologias que compõem as Unidades Geomorfológicas tratam-se de

compartimentos identificados como planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras.

Como representantes do quarto nível taxonômico proposto por Nunes *et. al.* (1994) tem-se os *modelados*. Os autores explicam que os modelados se tratam de polígonos que abrangem determinado padrão de morfologias de geometria similar. Essa similaridade no que se refere à suas formas são consequência de fatores genéticos comuns, bem como de processos morfogenéticos atuantes, que tem como corolário a recorrência de materiais correlativos superficiais.

Conforme essa metodologia, são identificados quatro origens de modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação. Nos modelados de dissecação, além da classificação dos topos dos morros (convexos, tabulares e aguçados), os autores atentam para a relevância da utilização de dados morfométricos e de declividade na identificação e caracterização das Unidades Geomorfológicas.

A quinta ordem de grandeza identificada e proposta por Nunes *et. al.* (1994) é referente às formas de relevo simbolizadas, que, conforme exposto pelos autores, circunscrevem feições que, por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais (NUNES *et.al*,1994).

No âmbito da BHRN, o mapeamento geomorfológico partiu do quarto nível categórico proposto por Nunes *et.al* (1994), referente aos tipos de modelados de relevo, o qual forneceu subsídio para a distinção de feições geomorfológicas dotadas de similares simetrias cuja gênese remonta à atuação de processos morfogenéticos comuns, sendo dessa forma identificados dois distintos tipos de modelados compondo a paisagem. O documento cartográfico ora proposto foi também capaz de abarcar, conforme mencionado, através de simbologias específicas, a representação de feições geomorfológicas condizentes à quinta ordem de grandeza proposta pelo autor supramencionado, esta representada por feições de proporções espaciais limitadas, como por exemplo capturas fluviais, anomalias de drenagem, meandros abandonados, dentre outras.

5.3 Procedimentos

5.3.1 *Aquisição e organização da base de dados:*

Os mapas que compõem a presente pesquisa foram confeccionados a partir de técnicas de Geoprocessamento, aplicadas através do software ArcGis10. A partir da base cartográfica básica do IBGE (disponível em <<http://bit.ly/1bRbDnh>>. Acesso em 05, jun, 2016), foi realizada a localização da área de estudo. Ressalta-se aqui a importância de se utilizar como referência dados obtidos por instituições confiáveis. É aconselhável utilizar a base cartográfica básica do IBGE como referencial pois, a partir dela, tem-se a certeza de se estar referenciando os dados no local correto.

Definida a localização da área de estudo, foi necessário obter-se as cartas do mapeamento topográfico levado a execução pelo IBGE. Esse material encontra-se disponível para download a partir do Mapa Índice Digital (ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento_sistemico/mapa_indice_digital_4ed/) disponibilizado no site do respectivo instituto de pesquisa. O mapa índice digital trata-se de uma sistematização de todos os dados e informações que o IBGE e o Exército Brasileiro possuem em seus acervos. No endereço ressaltado encontram-se os documentos que versam sobre a utilização desses dados, bem como os *shapefiles* produtos do mapeamento digital.

Após adicionar ao software ArcMap o *shape* referente ao mapeamento existente é possível identificar quais locais estão cobertos por mapeamentos em variadas escalas. Deve-se então definir a escala condizente ao propósito da pesquisa levada a efeito e verificar se há dados disponíveis sobre a área de interesse na escala em questão. Nesse momento, faz-se necessário discernir as cartas que serão necessárias para que sejam efetuados seus respectivos downloads. As cartas podem ser identificadas através da tabela de atributos do *shape* do mapeamento existente do IBGE, através do seu nome ou do índice de nomenclatura. O download dos

documentos cartográficos selecionados foi efetuado no endereço do IBGE na internet (<http://downloads.ibge.gov.br>).

Efetuada o download das cartas topográficas selecionadas, estas foram adicionadas ao ArcMap, ambiente no qual foram, uma a uma, georreferenciadas. Para a presente dissertação utilizou-se as seguintes cartas: Argirita (SF-23-X-D-V-1), Astolfo Dutra (SF-23-X-D-II-3), Cataguases (SF-23-X-D-II-4), Ewbank da Câmara (SF-23-X-C-VI-2), Ibertioga (SF-23-X-C-III-3), Juiz de Fora (SF-23-X-D-IV-1), Mercês (SF-23-X-D-I-1), Paiva (SF-23-X-D-I-3), Rio Pomba (SF-23-X-D-I-4), Santos Dumont (SF-23-X-C-III-4), São João Nepomuceno (SF-23-X-D-IV-2) e Senhora dos Remédios (SF-23-X-C-III-2), sendo estas articuladas conforme ilustra a figura 02.



Figura 03: Articulação das cartas topográficas 1:50.000 que cobrem a área da BHRN.

A partir da visualização dos documentos no ambiente do ArcMap, foram selecionados quatro pares de coordenadas geográficas em cada uma das cartas como pontos de controle para o processo de georreferenciamento. Visando-se facilitar o processo de inserção das coordenadas nos documentos cartográficos, foi criada uma planilha no Excel contendo os pares ordenados das coordenadas selecionadas, e posteriormente essa tabela foi importada para o ArcGis (File → Add File → Add XY data → localizar a planilha). Adverte-se aqui que as versões anteriores ao ArcGis 10.2 não possibilitam a importação dessa tabela, tornando impossível esse procedimento.

Nesse momento o software vai solicitar que seja selecionado o sistema de referência a ser adotado no processo de georreferenciamento. É de substancial importância que o sistema selecionado seja condizente com o que a carta foi elaborada pois, em caso contrário ao se reprojeter essa carta para outro sistema ao qual será desenvolvido o mapeamento haverá a ocorrência de erros. Faz-se necessário também alterar o sistema de coordenadas do *Layer* para o mesmo sistema adotado na carta topográfica.

Cumpridos os procedimentos acima descritos partiu-se efetivamente para o georreferenciamento do documento, realizado a partir da ferramenta denominada *Georeferencing* contida no aplicativo *ArcToolBox*. Nesse instante abriu-se a tabela de atributos dos pontos de controle previamente selecionados e localizou-se através dos pares ordenados o ponto em questão na carta topográfica a ser georreferenciada. Através da ferramenta denominada *Add Control Point* clicou-se no ponto a ser referenciado na carta topográfica e selecionou-se, na tabela de atributos dos pontos de controle, a ferramenta *Zoom to Selected*. A partir dessa ferramenta, clicou-se sobre o ponto correspondente previamente selecionado. Deve-se atentar para a necessidade de o ponto a ser georreferenciado ter de estar selecionado na tabela de atributos. Esse procedimento deve ser repetido para cada um dos quatro pontos de controle previamente escolhidos. Ao finalizar, para salvar o procedimento executado, deve-se, na barra de georreferenciamento clicar e *Update Georeferencing*. Após a execução desse procedimento para as demais cartas necessárias para a execução do projeto, estas serão, no ambiente do ArcMap, dispostas como um mosaico, permitindo suas respectivas análises e interpretações.

Para melhor visualização das cartas é oportuno executar a retirada das bordas que contém informações e demais convenções cartográficas. Para isso criou-se um *shape* contendo um polígono sobre a carta topográfica de forma a envolver apenas a área da carta que se tem interesse. A partir da ferramenta *Extract by Mask (Spatial Analyst Tools → Extraction → Extract by Mask)*, contida no aplicativo *ArcToolBox*, executou-se a extração das bordas das cartas. Esse procedimento foi executado para cada uma das cartas a serem utilizadas na presente dissertação.

Executados os procedimentos anteriormente descritos tem-se as cartas topográficas em ambiente SIG dispostas em suas respectivas localizações

geográficas. Com o intuito de condensar todas essas informações em um único *raster*, utilizou-se a ferramenta denominada *Mosaic to New Raster (Data Management Tools → Raster → Raster Dataset → Mosaic to New Raster)*.

Após a obtenção desse *Raster* unificado contendo as informações referentes às cartas topográficas necessárias à execução da presente pesquisa, tendo em vista que, conforme anteriormente mencionado, é substancialmente importante que os referidos documentos cartográficos sejam georreferenciados a partir do sistema de referência ao qual foram criados, e este não é condizente com o sistema a ser adotado nessa pesquisa, fez-se necessário reprojeter esse *raster*. Para isso, utilizou-se a ferramenta denominada *Project*, disponível no *ArcToolBox (Data Management Tools → Projections and Transformations → Project)*. Atenta-se para a necessidade de, antes de se aplicar a ferramenta *Project*, ser criada, através da ferramenta *Create Custom Geographic Transformation*, também disponível no *ArcToolBox (Data Management Tools → Projections and Transformations → Raster → Create Custom Geographic Transformation)* a fórmula para a conversão entre sistemas de referência. Enfatiza-se a importância crucial de se utilizar os parâmetros de transformação entre sistemas geodésicos de referência correspondentes ao sistema em que se encontra o *raster*, no caso Córrego Alegre, e o sistema ao qual o projeto será desenvolvido, neste caso SIRGAS.

A partir da definição do sistema geodésico de referência, a próxima etapa metodológica tratou da delimitação da área compreendida pela bacia hidrográfica cerne da pesquisa a ser desenvolvida. Tendo em vista que a topografia local é a responsável pela drenagem das águas pluviais, os limites da bacia hidrográfica se encontram nas partes mais altas do relevo. Dessa forma, para executar sua delimitação procedeu-se a localização do exutório da bacia e partir dele foram conectados os pontos mais elevados, tendo como base as curvas de nível e os pontos cotados ao redor do canal principal de drenagem. Delimitada a área de interesse procedeu-se a vetorização dos cursos d'água, realizando a interpretação das curvas de nível e executando o enriquecimento da drenagem a partir da inserção dos canais que não eram passíveis de visualização na escala a qual a carta se encontra, procedimento este realizado a partir da identificação de crenulações nas curvas de níveis, características da presença de linhas de drenagem.

As imagens de radar SRTM utilizadas na presente dissertação são oriundas de download executado a partir do site da USGS (United States Geological Survey) onde foram previamente selecionadas as imagens que compreendiam área de interesse para a pesquisa. Para executar a junção das duas imagens, através do *software* ArcGis10, foi utilizada a ferramenta denominada *Mosaic*, localizada no *ArcToolBox* (*Spatial Management Tools* → *Raster* → *Raster Dataset* → *Mosaic*). Nesse momento deve ser selecionado um dos *Rasters* a serem unidos para que neste sejam condensadas todas as informações.

5.3.2 A Carta de Declividade:

Para a confecção da carta de declividade no ArcGis 10, tendo como base a delimitação da área da BHRN realizada a partir da carta topográfica do IBGE, procedeu-se o corte da área de interesse da imagem SRTM, anteriormente processada, através da ferramenta *Extract by Mask*, localizada no *ArcToolBox* (*Spatial Analyst Tools* → *Extraction* → *Extract by Mask*). Posteriormente submeteu-se o arquivo gerado pelo procedimento anterior a um processamento a partir da ferramenta *Slope* (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Slope*), e a partir das propriedades do *raster* gerado, definiu-se os intervalos de classe de declividade a serem adotados. Para a presente pesquisa optou-se por intervalos dispostos conforme o Quadro 01.

Quadro 01: Classes de Declividade.

Ordem	Intervalo
1	< 3 %
2	3 – 9 %
3	9 – 15 %
4	15 – 30 %
5	30 – 40 %
6	> 45%

Considerando as classes de declividade até 9% como muito baixas, o arranjo das categorias fica disposto conforme a Quadro 02.

Quadro 02: Categorias Hierárquicas das Classes de Declividade.

Categorias Hierárquicas	Classes de Declividade
1 - Muito fraca	Até 9 %
2 – Fraca	9 – 15 %
3 – Média	15 – 30 %
4 – Forte	30 – 40 %
5 - Muito Forte	> 45%

5.3.3 A carta hipsométrica:

A elaboração da carta hipsométrica da BHRN se deu em ambiente digital a partir do software ArcGis10, tendo como base a imagem SRTM anteriormente processada para a confecção da carta de declividade. A mesma foi submetida a um processamento a partir da ferramenta *Fill*, disponível no *ArctoolBox* (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Hidrology* → *Fill*), com intuito de corrigir pequenas imperfeições invisíveis a olho nu no *raster*. Após o referido processamento, a partir das propriedades do *raster* gerado procedeu-se a classificação dos intervalos de altitude almejados. Para a presente pesquisa adotou-se intervalos de 100 em 100 metros de altitude, tendo em vista que os mesmos realçam adequadamente os compartimentos de relevo regionais.

5.3.4 A carta Hidrográfica:

A carta que representa os aspectos hidrográficos inerentes à BHRN foi elaborada a partir do software ArcGis 10.3. Para isso, foi criado um arquivo *shapefile* do tipo linhas no qual, a partir das cartas topográficas disponibilizadas pelo IBGE, previamente georreferenciadas conforme descrito anteriormente, foi vetorizada a drenagem a partir dos mencionados documentos cartográficos confeccionados em escala 1:50.000. Para a presente pesquisa optou por executar o procedimento de enriquecimento da drenagem, segundo o qual, a partir da interpretação da disposição das curvas de nível, faz-se a representação vetorial de canais de drenagem não passíveis de visualização a partir da escala a qual foi desenvolvido o documento cartográfico utilizado como base.

Posteriormente foi executada a hierarquização dos canais de drenagem que compõem a rede hidrográfica da BHRN a partir do método de hierarquia fluvial

proposto por Strahler (1956), segundo o qual os canais classificados como de primeira ordem tratam-se daqueles que não possuem afluentes. O canais de segunda ordem surgem a partir do encontro de dois ou mais canais de primeira ordem. Os de terceira ordem a partir do encontro de canais de segunda ordem, e assim sucessivamente. Foi criado um arquivo do tipo *shapefile* de linhas para cada ordem de canal encontrada.

5.3.5 A carta pedológica

O mapa que espacializa as classes de solos ocorrentes na área compreendida pela bacia hidrográfica do rio Novo foi confeccionado tendo como base o mapeamento de solos do estado de Minas Gerais, levado a efeito pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2010). Foram adotadas as cores padrão para cada classe de solos conforme as matizes adotadas por UFV (2010) no documento original.

Faz-se aqui necessária a ressalva acerca da questão escalar do documento cartográfico em questão. O mapa elaborado por UFV (2010) foi desenvolvido a partir da escala 1:500.000, compatível com o intuito de representar unidades de mapeamento pedológico para o estado de Minas Gerais em sua integridade, dessa forma o mapa pedológico aqui apresentado representa os solos dominantes na área compreendida pela BHRN. Ao elaborar a carta pedológica da BHRN a partir de um documento cuja escala é menor do que a adequada para a representação da área cerne do presente estudo, incorre-se em certa generalização das informações pertinentes, uma vez que quanto menor a escala utilizada, conseqüentemente, inviabiliza-se a representação de classes de solos as quais possuem menor abrangência espacial, como por exemplo, a ocorrência de solos intrazonais, aqueles cuja origem remonta à influências geomorfológicas e /ou litológicas locais.

5.3.6 A carta Geológica:

O mapa que representa os aspectos geológicos inerentes à região a qual se encontra inserida a BHRN foi composto a partir do mapeamento geológico do estado de Minas Gerais (PINTO *et.al.*, 2014) em escala 1:1.000.000, levado a efeito pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG). Em ambiente ArcGis10, fez-se a sobreposição do *shapefile* contendo a delimitação da área foco da presente pesquisa e a partir desta procedeu-se a elaboração do referido documento cartográfico. Procurou-se adotar as cores e simbologias lineares e pontuais conforme representado no documento original visando manter a congruência do documento elaborado com o mesmo.

5.3.7 A carta de lineamentos estruturais:

A elaboração da carta de lineamentos estruturais na região da BHRN foi levada a efeito tomando por base a imagem SRTM anteriormente processada. Esta foi submetida, utilizando-se o *software* ArcGis10.3, a um novo processamento a partir da ferramenta *Hillshade* (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Hillshade*). Através desta ferramenta é possível gerar arquivos formato *raster* espacializando o relevo regional sombreado a partir de ângulos de iluminação azimutal previamente determinados. Para a presente pesquisa usufruiu-se de quatro distintos ângulos (45°, 90°, 315° e 360°), uma vez que, conforme explicitado por Bricalli e Mello (2013), cada um deles enfatiza determinadas orientações em detrimento a outras, bem como “suas análises simultâneas minimizam efeitos de sombra e evitam interpretações enviesadas” (MARQUES NETO, 2017). Enfatizou-se à análise do *raster* obtido a partir

do ângulo de 315°, uma vez que este realça melhor a estruturas lineares na direção NE/SW, sendo esta a orientação predominante na região estudada.

Posteriormente foram criados dois *shapefiles* de linhas e a partir destes, em associação à análise dos *rasters*, anteriormente mencionados, sem a ajuda de processamentos específicos do software, foram traçados os lineamentos estruturais referentes ao relevo e à drenagem da BHRN. Para determiná-los procurou-se observar a ocorrência de feições específicas do relevo, como, por exemplo, vales e cristas estruturalmente condicionados, alinhamentos contínuos de morros e inflexões abruptas na rede de drenagem. De posse do *shapefile* contendo os lineamentos estruturais criou-se a partir da ferramenta *Zonal Geometry as Table* (*ArcToolBox* → *Spatial Analyst Tools* → *Zonal* → *Zonal Geometry as Table*) uma tabela contendo os atributos referentes às informações contidas no *shapefile* de pontos anteriormente trabalhado. Após estabelecer a devida ligação entre a tabela criada e o *shapefile* de lineamentos estruturais, criou-se, a partir do ArcGis10.3 um relatório, sendo este posteriormente exportado para o software Excel, a partir do qual foram extraídas as informações referentes às direções dos lineamentos previamente traçados e salvas a partir do bloco de notas. As informações salvas no bloco de notas foram utilizadas para, a partir do software GEOorient©, gerar a roseta de frequência das direções dos lineamentos estruturais, valendo-se de intervalos angulares de 10°.

Como forma de ratificar a precisão das informações obtidas a partir do software GEOorient© procedeu-se a elaboração manual de uma roseta. Para tanto, fez-se a impressão dos lineamentos anteriormente traçados em papel formato A3 e a partir deste aferiu-se os respectivos ângulos de direção manualmente com uso de um transferidor. A partir da frequência de ocorrência de cada intervalo estipulado foi produzida manualmente uma roseta que se apresentou em conformidade com a produzida através do software GEOorient©.

5.3.8 A carta Geomorfológica:

Para a elaboração da carta geomorfológica da BHRN foi adotada como referência a classificação proposta por Nunes *et.al* (1994), porém procurando-se, sempre que necessário, realizar adaptações na metodologia, visando que esta se enquadre da melhor forma possível a realidade apresentada pela área de estudo. Assim, a primeira etapa do processo para elaboração da carta geomorfológica da BHRN foi concernente à leitura, montagem e preparação de banco de dados, análise e interpretação de fontes bibliográficas e cartográficas preexistentes acerca da região, assim como a elaboração e edição de documentos cartográficos que darão subsídio à elaboração da carta geomorfológica.

Para obtenção dos índices morfométricos necessários para individualização dos tipos modelados de dissecação utilizou-se como base de informação as cartas topográficas em escala 1:50.000 do IBGE previamente georreferenciadas. Foi criado, a partir do *ArcCatalog* um arquivo no formato *shapefile* de pontos para que, no *ArcMap*, em sua tabela de atributos, pudessem ser adicionados os valores referentes aos índices morfométricos, no caso a dimensão interfluvial e a profundidade de dissecação, de cada feição geomorfológica da BHRN, mantendo assim a devida relação entre o dado e a localização geográfica da feição geomorfológica a qual ele pertence.

A dimensão interfluvial foi obtida a partir da mensuração da extensão da faixa divisória verificável entre as linhas de drenagem posicionadas na base de duas vertentes opostas ou entre duas nascentes. A incisão vertical foi quantificada a partir do estabelecimento da amplitude altimétrica entre os topos e os fundos de vale de referência. O procedimento de mensuração da forma como descrito anteriormente é amplamente difundido nas pesquisas referentes a geomorfologia, se fazendo presente nos mapeamentos desenvolvidos pelo RADAMBRASIL na década de setenta, bem como em variados outros esforços de aplicação da cartografia do relevo em diversas regiões do Brasil, como por exemplo o mapeamento geomorfológico de detalhe da carta de Belo Jardim no estado de Pernambuco (SOUZA, 2008) e o mapeamento do

relevo da ilha do Maranhão (SILVA, 2012), sendo também aplicado em diversos mapeamentos no âmbito da região da Zona da Mata do estado de Minas Gerais, destacando a experiência cartográfica desenvolvida por Marques Neto *et.al* (2015) no contexto do município de Lima Duarte (MG), assim como os avanços propostos por Oliveira e Rodrigues (2007) na região oeste de Minas Gerais.

As medições mencionadas se deram no plano das Unidades Geomorfológicas (NUNES *et.al*, 1994), correspondentes à sexta grandeza taxonômica conforme a proposta de Tricart (1965), compreendendo assim todas as geoformas denudacionais existentes no local. A partir desses dados foi possível elaborar a matriz de dissecação, de acordo com a proposta metodológica de Nunes *et. al* (1994), apropriadamente aplicada por Cunha (2011), sendo esta composta a partir da atribuição de valores de 1 a 5 à profundidade de dissecação e a dimensão interfluvial, conforme ilustra o quadro 03. Quanto maior for o valor atribuído, mais acentuado é o potencial morfodinâmico da feição de relevo em questão. A partir do cruzamento dos dados obtêm-se um sistema binário que viabiliza a interpretação acerca das características do quadro de fragilidade local. Assim, tem-se possíveis 25 correlações onde a circunstância na qual for atribuído 1/1 tem-se um quadro de fragilidade mais baixo, uma vez que se têm dimensão interfluvial muito grosseira e entalhe vertical muito fraco. Em conjunturas onde se atribuir 5/5, têm-se dimensão interfluvial muito fina e entalhe vertical muito forte (MARQUES NETO *et.al*, 2015).

O reconhecimento e distinção dos conjuntos de formas para elaboração da compartimentação geomorfológica prévia da área compreendida pela BHRN se deu por meio da interpretação de imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), sendo estas a base para a delimitação dos distintos padrões morfológicos. A delimitação dos conjuntos de formas foi realizada a partir da interpretação dos elementos texturais da imagem. Essa etapa foi subsidiada pela interpretação conjunta e concomitante da carta topográfica, sendo este procedimento de substancial relevância para propiciar maior precisão no traçado dos padrões de formas. Feito isso, os polígonos que foram distintos na etapa anterior foram sobrepostos à morfometria para que possam ser realizadas possíveis adequações e correções necessárias antes de se proceder com a compartimentação final.

Quadro 03: Classificação da intensidade dos índices morfométricos.

Intensidade do entalhe vertical da drenagem	Dimensão Interfluvial Média				
	Muito Fina (<400m)	Fina (401 a 600m)	Média (601 a 800m)	Grosseira (801a1000m)	Muito Grosseira (> 1000m)
Muito Fraca (<100m)	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1
Fraca (101 a 200m)	5.2	4.2	3.2	2.2	1.2
Mediana (201 a 500m)	5.3	4.3	3.3	2.3	1.3
Forte (501a1000m)	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4
Muito Forte (>1000m)	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5

Posteriormente foram distintos os modelados de dissecação e de agradação, sendo estes a base para o estabelecimento dos padrões de formas semelhantes em consonância aos níveis taxonômicos de Tricart (1965), adaptados por Ross (1992). Para a execução desse procedimento aplicou-se ao *raster* com as informações acerca da declividade uma transparência de 70%. Esta foi sobreposta, em ambiente SIG, às cartas topográficas e à morfometria, viabilizando a distinção dos respectivos tipos de modelados e conseqüentemente sua denominação de acordo com Ponçano *et.al* (1981). A delimitação dos tipos de modelado segundo os padrões de formas trata-se de um procedimento remetente ao terceiro nível de grandeza têmporo-espacial de Ross (1992). Os parâmetros morfométricos foram representados na legenda em quadro a parte conforme a proposta de Nunes *et al.* (1994), que prescreve a construção de um quadro síntese para os padrões morfométricos dos diferentes tipos de modelado, no qual a dimensão interfluvial é plotada nas colunas e a profundidade de dissecação nas linhas.

Sobre os modelados de dissecação poligonizados foram inseridos símbolos alfanuméricos, adotando-se o sistema de letras padrão, iniciado por letra maiúscula que diferencia os modelados de dissecação (D) e agradação (A) e seguido pelas minúsculas específicas às formas de relevo mapeadas. Em associação foram inseridos ao lado das letras os números provenientes da morfometria das morfologias denudacionais previamente quantificadas, conforme ilustra a figura 03.

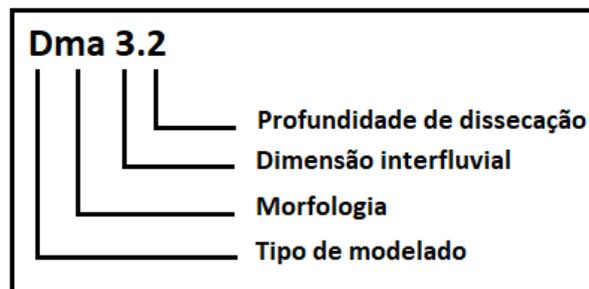


Figura 04: Disposição da legenda alfanumérica da carta geomorfológica.

Em um segundo nível de abordagem fez-se a inserção de símbolos representativos de feições do relevo e de processos não passíveis de representação na escala trabalhada por meio de polígonos, como por exemplo capturas fluviais, meandros abandonados, vales estruturais, gargantas epigênicas e anomalias de drenagem, procedimento este que viabiliza a representação de fatos geomorfológicos individuais em sua forma e extensão.

O produto cartográfico final foi digitalizado em software ArcGis, apresentando-se o mapa e a legenda em figuras separadas em função do grande número de informações inerentes ao corpo da legenda, procedimento que tem por finalidade facilitar a leitura da mesma, constituída por associações de cores, recursos textuais, códigos alfanuméricos e demais simbologias que permitem uma compatibilização entre os níveis taxonômicos e as feições geomórficas de mapeamento exequível.

Concomitante à sequência de procedimentos cartográficos anteriormente mencionados, sucintamente apresentada na figura 03, foram realizadas incursões a campo para reconhecimento e interpretação do relevo, sendo estas de substancial importância para o mapeamento, bem como para embasar uma discussão plausível acerca do quadro geomorfológico local, pautada no reconhecimento de formas,

processos e coberturas superficiais. A área de estudo foi percorrida a partir das vias de acesso disponíveis e valendo-se de incursões a pontos menos acessíveis sempre que necessário, visando realizar o georreferenciamento de feições e processos de manifestação espacial pontual, para que estes possam ser representados na carta geomorfológica a partir do uso de simbologias, conforme proposto por Nunes *et.al* (1994).

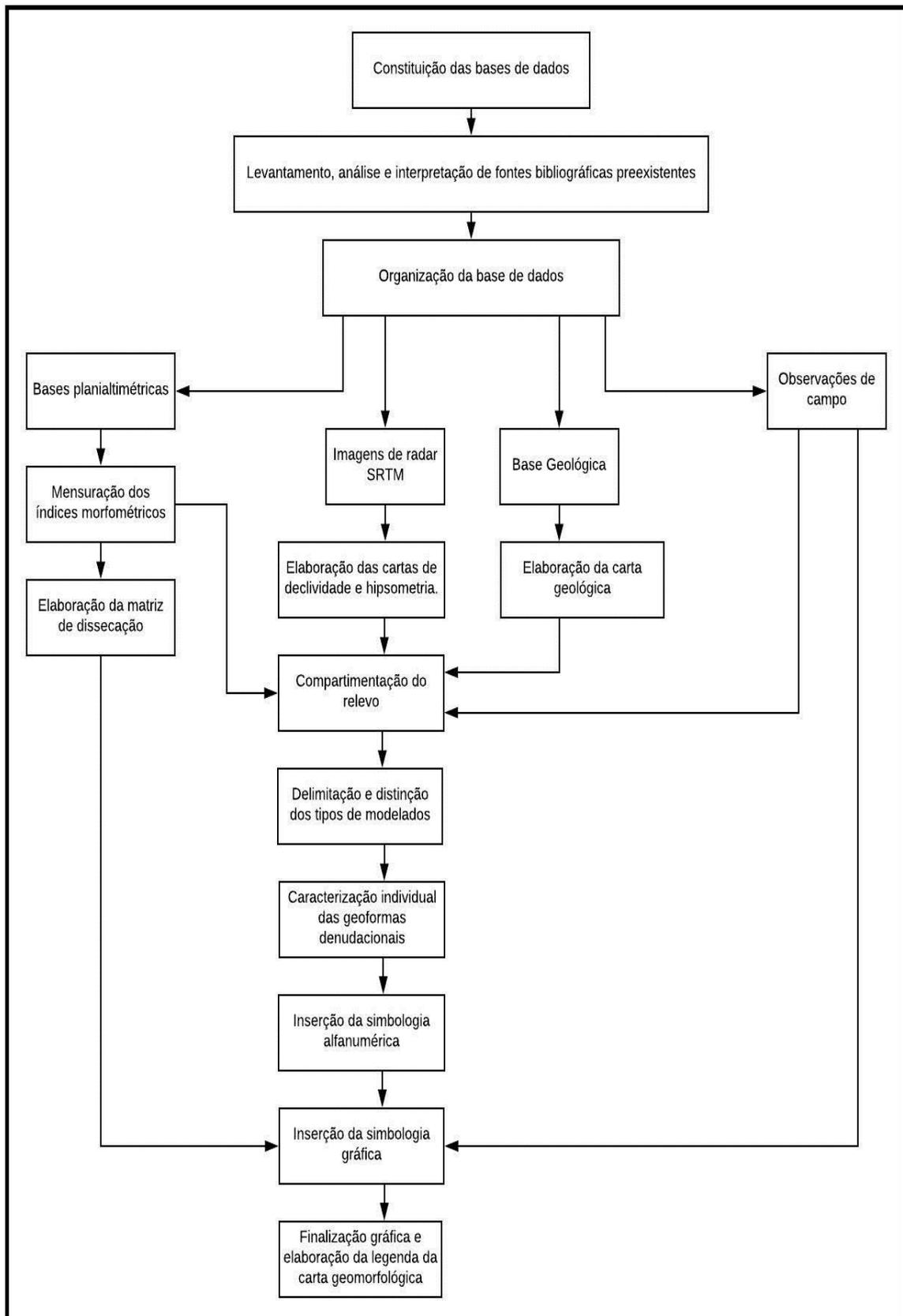


Figura 05: Fluxograma de elaboração da Carta Geomorfológica da BHRN.

5.3.9 Compartimentação Morfoestrutural

A partir da definição da escala adequada a ser adotada, bem como da organização da base de dados pertinentes, conforme anteriormente contextualizado, procedeu-se, através do software ArcGis10.3 o traçado dos compartimentos morfoestruturais ocorrentes na BHRN. Para tanto, tendo como referência a proposta de compartimentação morfoestrutural elaborada por Marques Neto (2017) para a porção mineira do horst da Serra da Mantiqueira, usufruiu-se da interpretação conjunta das características geológicas e suas reverberações na disposição da drenagem, concomitantemente à análise dos distintos padrões e formas de relevo ocorrentes, atentando para a influência dos lineamentos estruturais na sua disposição espacial.

Conforme explicitado por Bricalli e Mello (2013), os lineamentos estruturais são entendidos como feições de aspecto linear discerníveis em campo e a partir da análise e interpretação de imagens oriundas de sensores remotos, sendo relativas às estruturas de subsuperfície, podendo sua gênese estar associada à distintos eventos de deformação. A morfoestrutura caracteriza-se como um substancial fator de influência nos processos denudacionais uma vez que pode condicionar relevantes reorganizações nos canais fluviais, corroborando em possíveis rearranjos nas morfologias de relevo a partir de sua influência na dinâmica erosiva. Assim, tendo em vista a substancial ingerência da morfoestrutura na dinâmica evolutiva do modelado de relevo, ao intentar-se a compreensão da morfogênese regional há que, necessariamente se remeter à análise dos referidos aspectos da paisagem.

No âmbito da BHRN, a atuação dos fatores morfoestruturais na conformação do modelado de relevo é direta, uma vez que a região se encontra sob vigorosa reverberação de estruturas referentes ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI,1989) bem como neotectônicas, fazendo com que tanto o rio Novo quanto seus afluentes escoem sob a égide das ditas estruturas, dando aporte à gênese de vales estruturalmente condicionados de marcante expressão paisagística. Dessa forma, frente ao intuito de compreender a morfogênese na região em voga,

expõe-se no escopo da presente pesquisa uma proposta de compartimentação morfoestrutural da BHRN, pautada no reconhecimento de três níveis altimétricos regionais, nos quais foram discernidos quatro distintos compartimentos morfoestruturais.

6 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA:

A bacia hidrográfica do rio Novo (BHRN) está localizada na região sudeste do Brasil, na mesorregião da Zona da Mata do estado de Minas Gerais (Figura 04), compreendida entre as coordenadas 21°20'00" e 21°50'00" de latitude sul (S) 44° 00'00" e 42°00'00" de longitude oeste (W). Trata-se de um importante afluente da bacia hidrográfica do rio Pomba, que por sua vez é um dos afluentes de maior relevância da bacia do rio Paraíba do Sul. Sua nascente principal está localizada no compartimento meridional da Serra da Mantiqueira, no município de Antônio Carlos, a uma altitude aproximada de 1200 metros, sendo sua foz posicionada no município de Cataguases, 200 metros acima do nível do mar (Figura 05).

O rio Novo, nas proximidades da sua nascente é denominado rio do Pinho. À medida que se aproxima do município de Piau passa a ser chamado pelo nome do município supracitado. A partir de Goianá, até o seu encontro com o rio Pomba, o então rio Piau assume a alcunha de rio Novo.

A bacia hidrográfica foco da presente pesquisa possui área equivalente a 2.015 km², abrangendo partes do território de 8 municípios (Dona Euzébia, Cataguases, Leopoldina, Descoberto, Coronel Pacheco, Santos Dumont, Antônio Carlos e Bicas) e toda a área de 6 municípios (Itamarati de Minas, São João Nepomuceno, Rochedo de Minas, Goianá, Rio Novo e Piau).

No tangente aos aspectos climáticos regionais, a Zona da Mata Mineira é caracterizada por alguma diversidade, tendo, conforme descrito por Valverde (1958), suas temperaturas condicionadas sobremaneira pelas características geomorfológicas regionais. Segundo o autor as temperaturas na referida região sofrem vigorosa interferência da altitude local, configurando, onde tem-se altitudes variando em torno de 220m, correspondentes à superfície Leopoldina (VALVERDE, 1958), um clima quente e úmido com chuvas de verão, caracterizado como do tipo *Aw* de Köppen. Nas áreas onde tem-se as altitudes medianas da bacia hidrográfica, correspondentes à superfície Guarani-Rio Novo (VALVERDE, 1958), encontra-se um clima tipo Tropical Úmido (*Cwa*), de inverno seco e verão chuvoso, com quatro a cinco meses secos, ou seja, um clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa

também no verão. Nas áreas referentes ao contexto geomorfológico da Serra da Mantiqueira, nas porções superiores da bacia, tem-se um clima designado como do tipo tropical de altitude (*Cwb*). Essas localidades apresentam o mesmo regime pluviométrico dos locais onde tem-se tipo climático *Cwa*, porém os verões são mais frios devido a sua altitude. O clima da região é controlado pelas massas de ar Polar Atlântica e Tropical Atlântica, sendo os deslocamentos dessas massas de ar responsáveis pelas variações sazonais entre as estações úmidas e secas.

Quanto aos aspectos geológicos, a BHRN encontra-se situada no setor central da Província Mantiqueira (ALMEIDA, 1977) em litologias do denominado Complexo Juiz de Fora (PINTO *et.al.*, 2014) e litologias gnáissicas associadas à Megassequência Andrelândia, conforme ilustra a figura 06. Segundo o mapeamento geológico levado a efeito pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (PINTO *et.al.*, 2014), o Complexo Juiz de Fora é composto por rochas metamórficas, de idade paleoproterozóica, incluindo litotipos de ampla variação composicional, sendo basicamente constituído por ortogranulitos enderbíticos a charnockitos, com tipos graboicos subordinados. Conforme o relatório que acompanha o referido mapeamento, a complexa história evolutiva dessas rochas, envolvendo dois pulsos metamórficos de alto grau levou à total obliteração das texturas e estruturas originais. Ainda segundo Pinto *et.al.* (2014), o Complexo Juiz de Fora é constituído de rochas que podem ser agrupadas em três distintas tendências: rochas intermediárias a ácidas calcioalcalinas, rochas básicas toleíticas e rochas básicas de afinidade alcalina. Quanto às litologias associadas à Megassequência Andrelândia, segundo o levantamento geológico em menção, estas tratam-se de gnaisses de idade neoproterozóica.

A litologia gnáissico-granítica define um tipo de relevo muito comum no domínio tropical atlântico, caracterizado por Ab'Saber (1966) como Domínio dos “Mares de Morros Florestados”, sendo estas áreas caracterizadas por serem zonas de decomposição profunda das rochas, o que viabiliza a formação de mantos de intemperismo também profundos com saprolitos bem desenvolvidos. Esses saprolitos ocasionalmente se pedogenizam em Latossolos ou coberturas argilosas latossólicas, que costumam aparecer associadas a Cambissolos e Neossolos devido à movimentação topográfica regional.

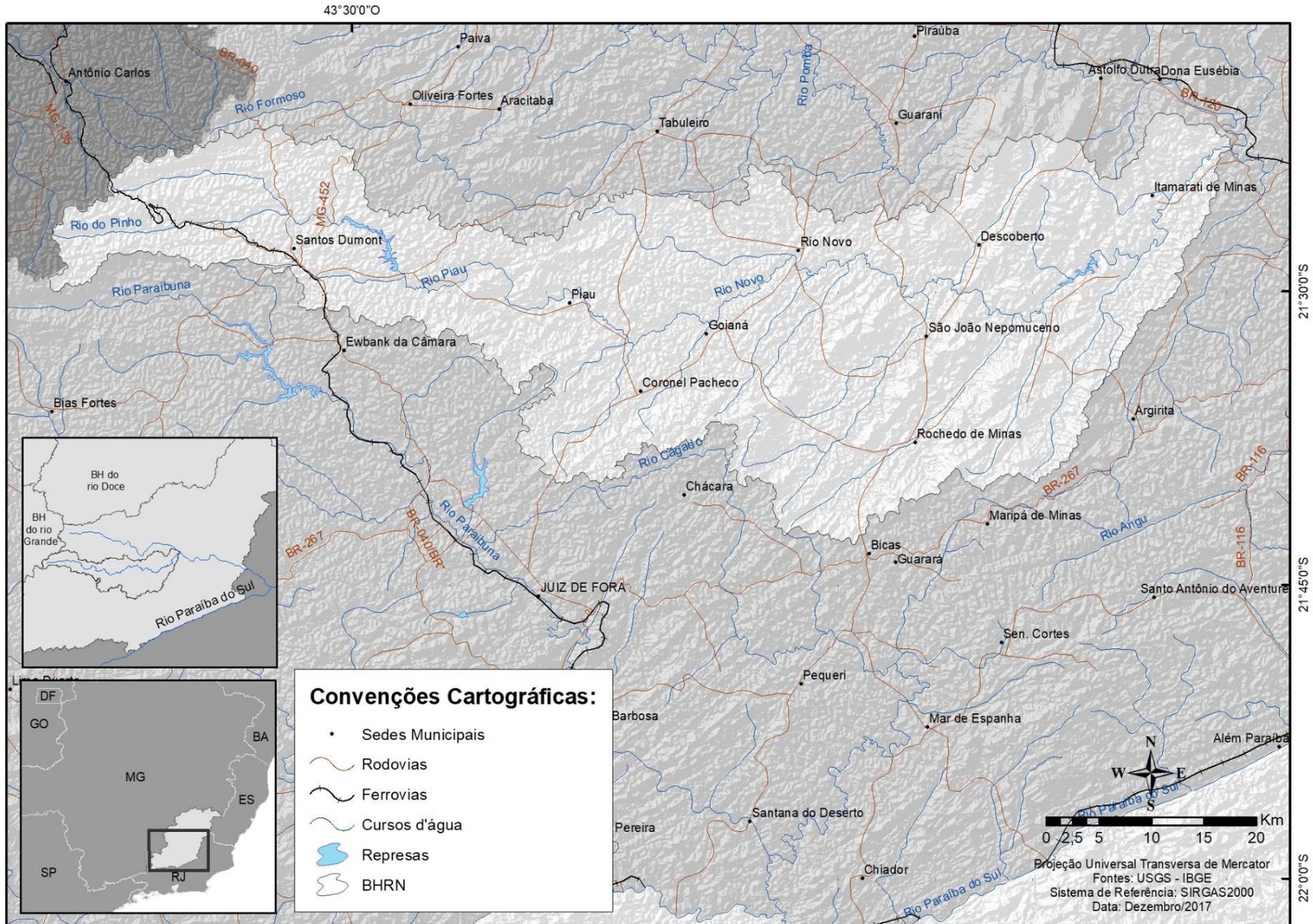


Figura 06: Localização da bacia hidrográfica do rio Novo.

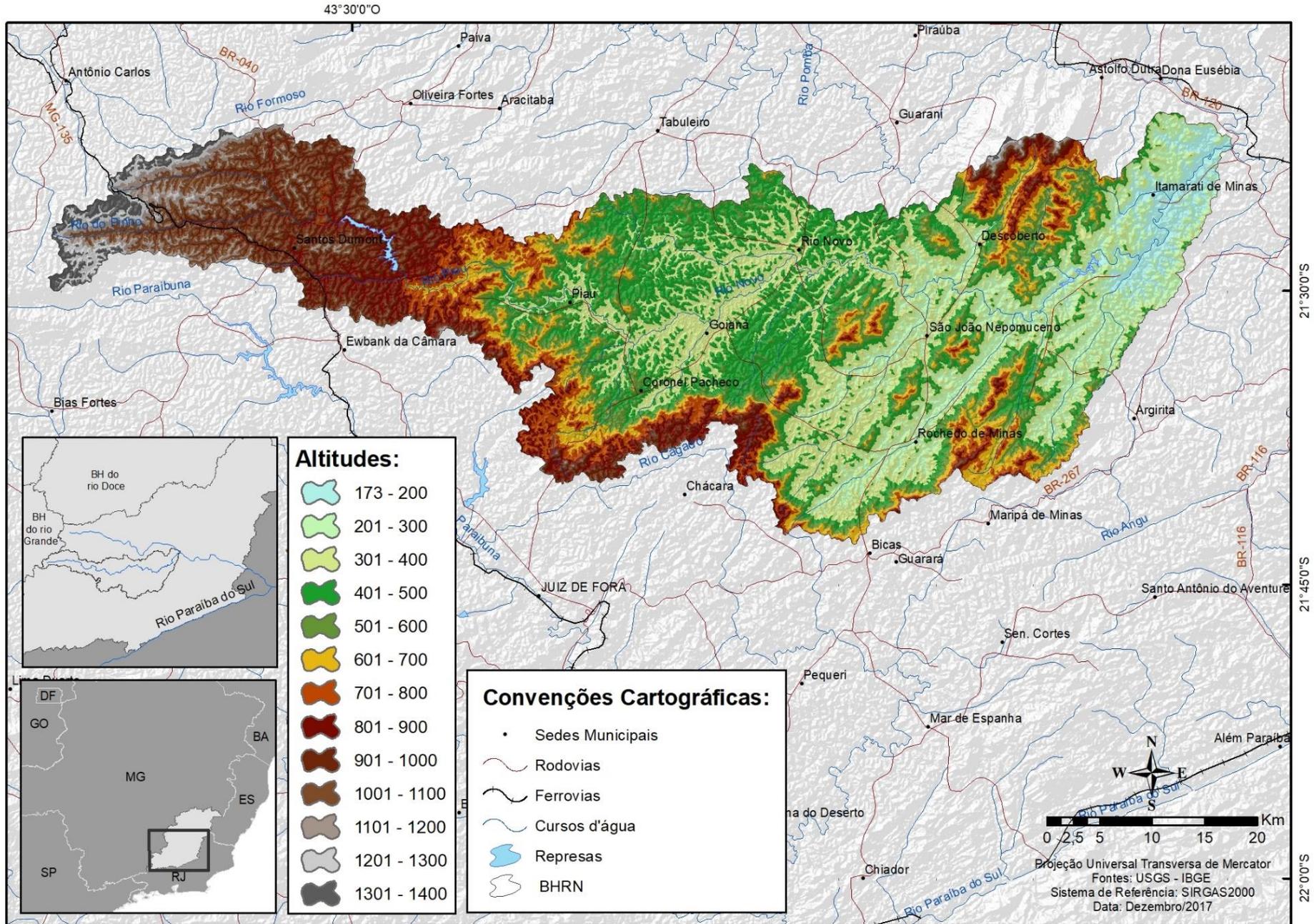


Figura 07: Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Novo.

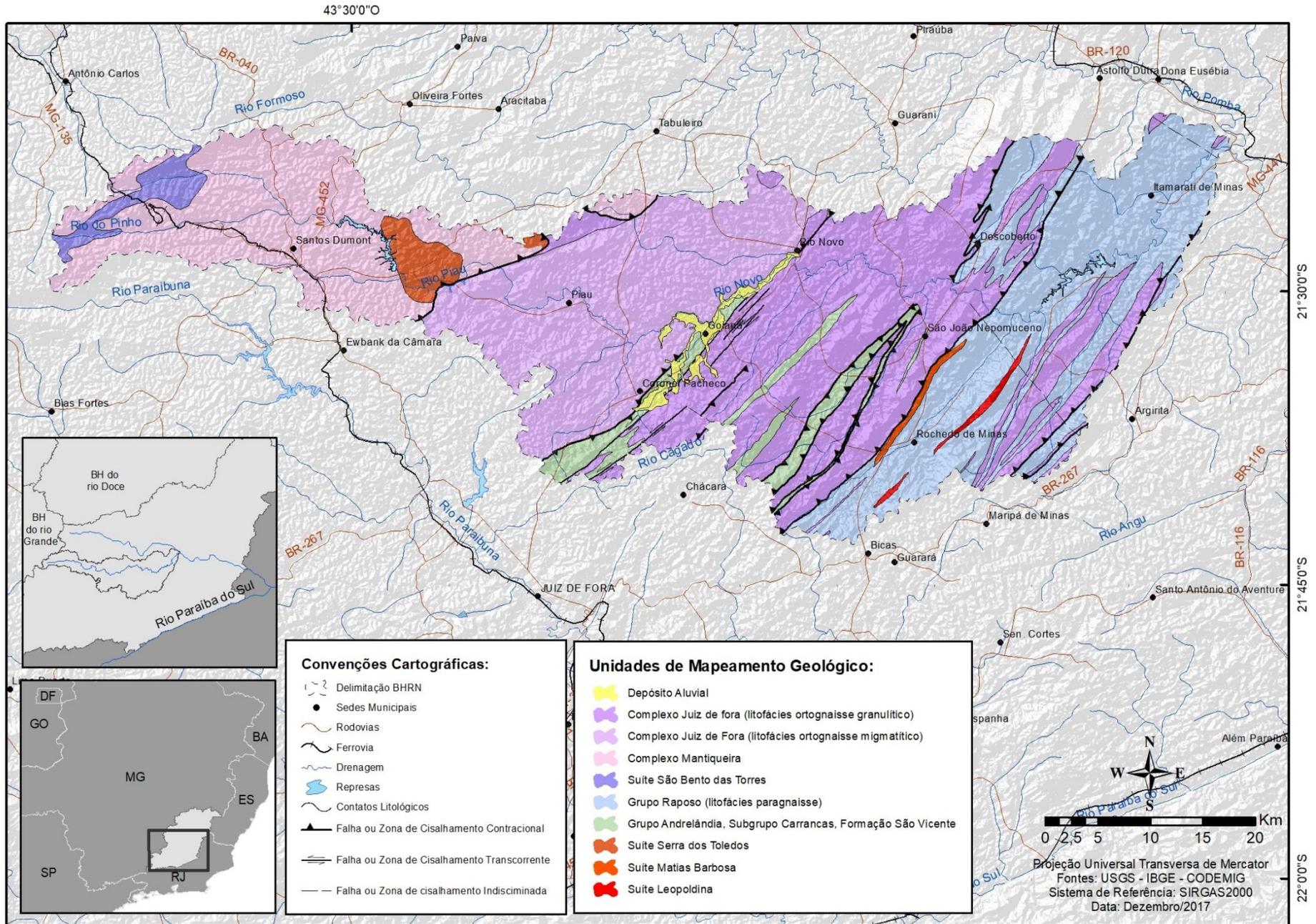


Figura 08: Aspectos Geológicos da bacia hidrográfica do rio Novo.

Dessa forma, no tangente aos aspectos pedológicos, segundo o Mapeamento de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV, 2010), conforme ilustra a figura 07, a área compreendida pela bacia hidrográfica do rio Novo tem como predominância a ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa e típica argilosa, e horizonte A moderado. Nas proximidades do município de Santos Dumont, a oeste do exutório, tem-se a ocorrência de Latossolo Amarelo distrófico húmico, textura muito argilosa. Na região onde ocorre o contato da intensificada erosão remontante desencadeada pela drenagem local com o Planalto do Campo das Vertentes há a ocorrência do Cambissolo Háptico, distrófico latossólico, textura média e argilosa fase rochosa e não rochosa, e horizonte A moderado. Nas imediações da nascente principal da BHRN verifica-se a presença de pequenas manchas de Cambissolo Húmico Distrófico típico, textura média e argilosa, fase pedregosa e não pedregosa. Estes possuindo como característica comum fato de ocorrerem em locais de relevo forte ondulado e montanhoso, ou seja, dotados de declividade moderada a acentuada, conforme ilustra a figura 08.

Os Latossolos são solos característicos do clima tropical, uma vez que devido ao fato da faixa dos trópicos apresentarem chuvas torrenciais, tem-se o aceleração do processo de intemperismo químico, e conseqüentemente a pedogênese, no qual esses solos são altamente desenvolvidos. Possuem relativa vulnerabilidade a erosão, esta condicionada pela declividade em que se encontram, por se constituírem de materiais de granulação mais fina como a argila e o silte. Esse tipo de solo possui horizonte espesso (*Bw*), sendo assim uma classe de solo que permite um maior desenvolvimento da vegetação. Em conseqüência, a vegetação densa característica nesse tipo de solo faz com que em condições naturais ela proteja o solo da erosão hídrica superficial mais severa.

Quanto aos Cambissolos, trata-se de solos de transição entre solos rasos e mediantemente desenvolvidos. São considerados como solos em fase de mudança porque o horizonte B, pela pequena espessura e pouca diferenciação, não é suficientemente desenvolvido para ser considerado como B textural, nítico ou latossólico. São normalmente identificados em relevo forte ondulado ou montanhoso. São solos de fertilidade natural variável. Apresentam como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de rochas na massa do solo.

A BHRN encontra-se situada na região da Mata Atlântica, ou domínio dos “mares de morro” florestados (AB’SÁBER, 1966). O padrão climático local, associado ao relevo predominantemente composto por morros, bem como a presença de Latossolos, engendravam na região uma cobertura florestal compatível como substrato argiloso existente. Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), essa cobertura vegetal característica é composta por Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia). Conforme observado por Valverde (1958), “de um modo geral, aí, todas as indicações levam a concluir que o revestimento natural era o de uma mata contínua”, porém atualmente tem-se o predomínio de uma paisagem fitogeográfica bastante alterada pela inserção de pastagens com gramíneas exóticas. Quanto a isso, Valverde (1958), ao realizar pesquisas na Zona da Mata Mineira, as vésperas do início da década de sessenta, já atentava para o paradoxo existente em se denominar Zona da Mata uma região cuja paisagem teve sua vegetação amplamente suprimida, ao afirmar que “por toda parte, o homem substituiu o manto escuro das florestas pelo pasto claro e aveludado do capim-gordura” (VALVERDE, 1958).

A remoção da cobertura vegetal está estritamente associada ao histórico de ocupação da região, que tem seu início segundo Castro (1987), por volta de 1718, a partir da fundação da Freguesia de São Manoel do Pomba, atual município de Rio Pomba. O autor relata que por volta de 1768 teve início a distribuição de sesmarias na região, tendo esse marco impulsionado o desenvolvimento do povoamento. Segundo Castro (1987, p.19), houveram duas expedições visando exploração e ocupação a que ele denomina Sertões do Leste, em 1784 e 1786 respectivamente. Assim tem-se “o início do povoamento das terras férteis da região sul da Zona da Mata, à margem direita do rio Pomba e esquerda do Paraíba, nos vales do rio Novo, Pardo, Cágado, Angu, Pirapetinga, São Lourenço, Aventureiro e tantos outros”. Castro (1987) contextualiza que “esta época a procura de terra não tinha um propósito determinado. Plantava-se milho, feijão mandioca – a pequena agricultura.” A partir do declínio do período aurífero, conforme ressaltado pelo autor

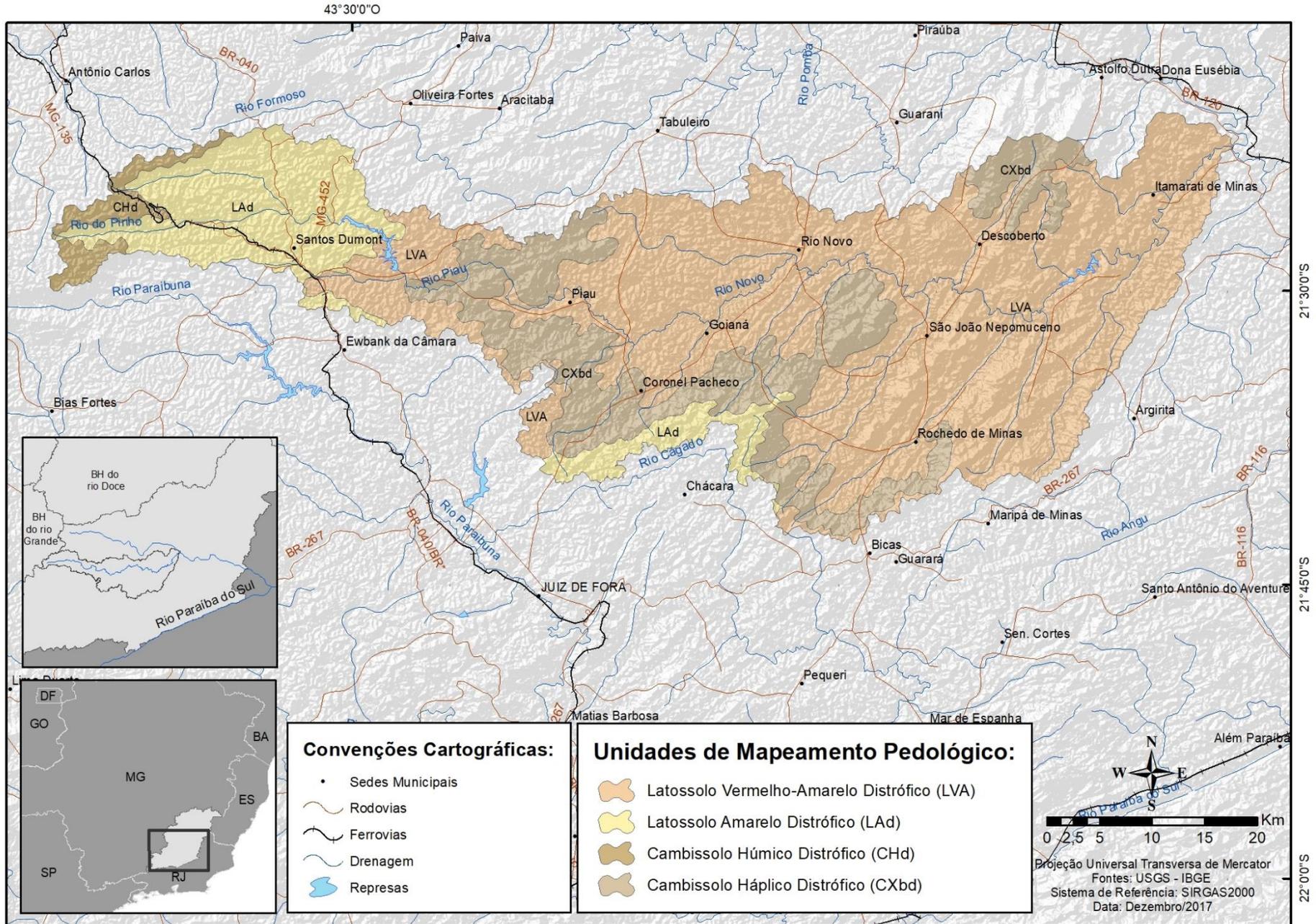


Figura 09: Disposição espacial dos tipos de solos na BHRN segundo UFV (2010).

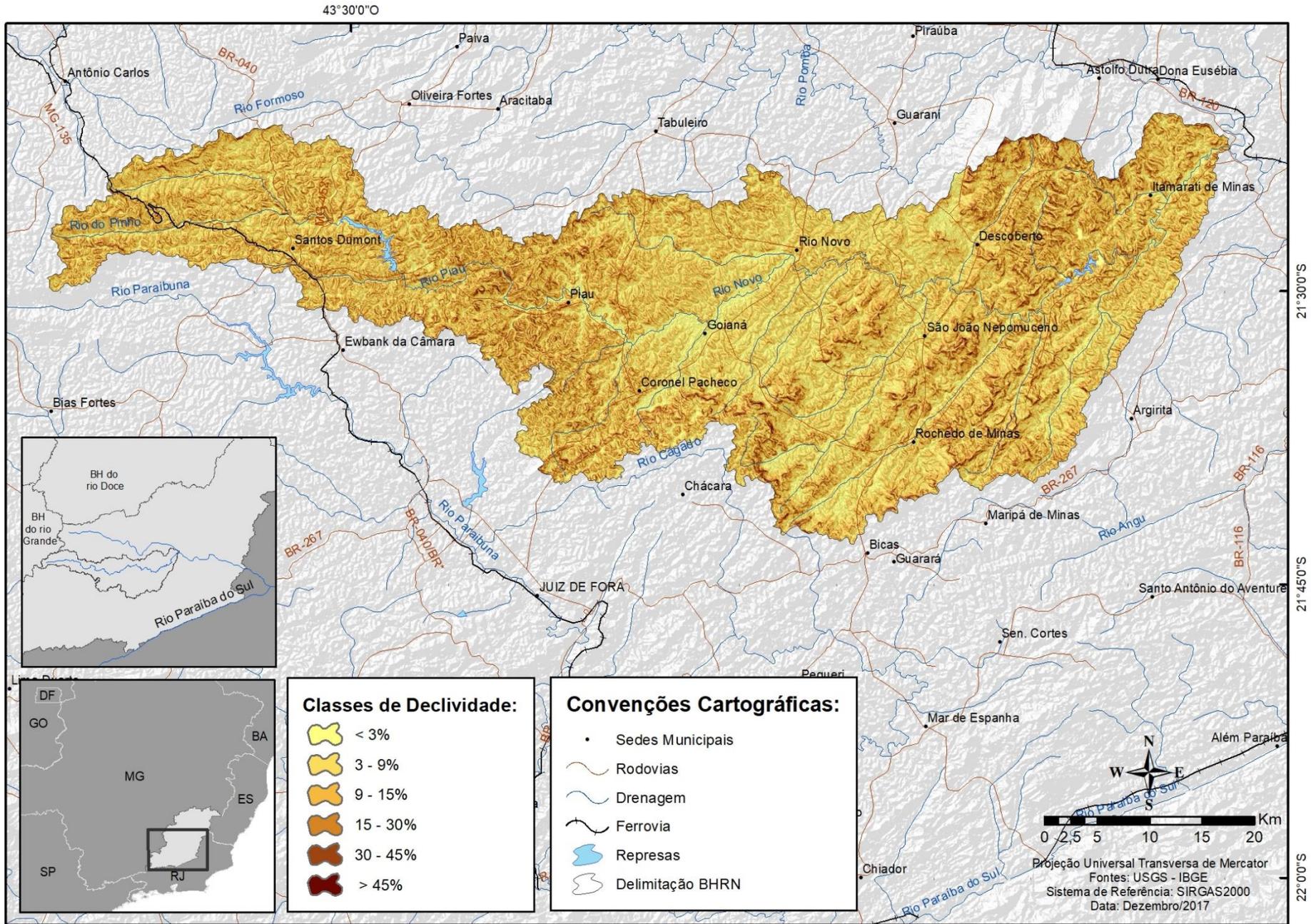


Figura 10: Carta de declividade da BHRN.

supracitado, “desaparecia, assim, a necessidade de manter a muralha natural contra os invasores: as densas matas dos Sertões do Leste” (CASTRO, 1987, p.38). Assim, nesse contexto de esgotamento das minas de ouro, a partir da segunda década do século XIX o interesse pelas lavouras de café chega ao vale do rio Paraíba do Sul, e a partir daí tem-se a supressão da maior parte da vegetação nativa. Quanto a influência da geomorfologia local no processo de ocupação da região Castro (1987) salienta ainda que:

“Nas Zonas de mineração, principalmente no começo do século XVIII, os povoados nasceram desordenadamente, nas encostas de montanhas, fixando-se o homem onde pudesse extrair ouro. Nos Sertões do Leste, em pleno declínio do período aurífero, os povoados surgiram, via de regra, nos vales, espremidos entre montanhas. O homem havia se reencontrado com a terra dadivosa, estabelecendo o início da fazenda agrícola, colimada, em meados do século passado, com as mais notáveis lavouras de café da província.”

Como corroboração do histórico de ocupação e uso do solo na região da Zona da Mata Mineira tem-se a intensificação dos processos erosivos. Duarte *et. al.* (2010), ao analisar as sub-bacias do rio Paraíba do Sul (inclusive as do alto Curso do rio Pomba, no qual o rio Novo se insere) localizadas na mesorregião em questão, dando enfoque às implicações ambientais advindas do histórico de ocupação regional, atenta nos para a ocorrência de planícies de inundação anômalas no que tange à sua amplitude. Segundo os autores, essas planícies se encontram ao longo de vários cursos d'água, porém não possuem gênese associada diretamente à vazão ou hierarquia fluvial dos canais, sendo sua origem consequência da referida intensificação dos processos erosivos, catalisada pela supressão da cobertura vegetal originária da região. Esta, aumentou substancialmente a carga sedimentar transportada através de fluxos superficiais para o leito dos canais fluviais, que passam então a ter dificuldades em evacuar essa carga excedentária, ficando esta situação evidenciada a partir dos processos de assoreamento desencadeados, bem como do desenvolvimento das planícies classificadas pelos autores como anômalas no que tange à sua amplitude. Duarte *et. al.* (2010) atentam ainda para a contribuição das condições geológicas regionais, as quais, segundo os autores, assumem papel fundamental tanto na diferenciação das feições morfológicas quanto na predisposição a processos erosivos específicos.

7 O CONTEXTO GEODINÂMICO REGIONAL

A Serra da Mantiqueira constitui-se como um dos sistemas de montanhas mais marcantes ao se analisar as feições orográficas da margem atlântica do continente sul-americano. O substrato litológico subjacente à região a qual se situa é constituído por rochas cujas idades remontam ao Arqueano e ao Proterozóico Inferior, sendo sua origem tectônica remetente ao lapso temporal entre o Pré-Cambriano e o Eopaleozóico. A abstrusa história referente a esse lapso temporal corroborou na gênese de diversas associações migmatíticas e metamórficas bem como inúmeros complexos ígneos, sendo esta a justificativa para a copiosa variedade de tipos litológicos do embasamento exposto na região (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998).

Os mencionados núcleos litológicos são corolário de consecutivas colagens e interações de placas associadas aos supercontinentes *Atlântica* (Paleoproterozóico), *Rodínia* (Mesoproterozoico-Neoproterozoico) e *Gondwana Ocidental* (final do Neoproterozóico) (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998). Ao longo dessas ocorrências foram formadas “faixas móveis acrescionárias, colisionais ou transpressionais retomadas sucessivas vezes” (ALMEIDA *et.al.*, 1997, *apud* ALMEIDA e CARNEIRO, 1998). Posteriormente a cada uma delas, conforme contextualizado por Almeida e Carneiro (1998), manifestaram-se processos de tafrogenia e divergência dos supercontinentes, acompanhados de magmatismo anorogênico e sedimentação intracratrônica.

Dentre as faixas litológicas cuja gênese remonta aos processos descritos anteriormente, tem-se a denominada Faixa Ribeira, na qual se insere a região da alta bacia hidrográfica do rio Pomba. Sobre a Faixa Ribeira, Heilbron *et.al* (1995) atenta para a variedade de modelos evolutivos visando a compreensão de sua gênese presentes na literatura científica correlata. Segundo o autor, apesar das distintas linhas de pensamento evolutivo adotadas, é consenso se tratar a Faixa Ribeira uma “raiz de um orógeno colisional neoproterozóico, profundamente erodido”. Acerca de sua composição litológica, Almeida e Carneiro (1998) afirmam serem constituídas por

associações complexas de gnaisses e xistos, com relíquias de rochas metasupracrustais.

Ao almejar a compreensão dos processos orogenéticos ocorridos durante o Ciclo Brasileiro no segmento central da Faixa Ribeira, Heilbron *et.al* (1995) propôs uma compartimentação tectônica regional segundo a qual o subdivide em quatro domínios tectônicos. No contexto dessa compartimentação, a área cerne da presente pesquisa se localiza na região que o autor denominou Domínio Alóctone Médio, sendo este caracterizado por “intensa interdigitação tectônica entre dois conjuntos litológicos distintos, representados por metassedimentos pós 1,8Ga do Ciclo Depositional Andrelândia e correlatos, e por ortognaisses e ortogranulitos de idade paleproteozóica a arqueana”, estes últimos se referindo às litologias do Complexo Juiz de Fora, segundo o autor interpretadas como embasamento do primeiro. Os efeitos tectono-metamórficos e o magmatismo decorrentes da Orogênese Brasileira afetaram contundentemente as coberturas metassedimentares meso e neoproterozoicas, retrabalhando seu embasamento, anteriormente consolidado no Evento Transamazônico (HEILBRON *et.al*, 1995).

Ao desfecho do éon Proterozoico, como reverberação do arrefecimento do calor e mudança no regime de esforços, conforme elucidado por Almeida e Carneiro (1998), os esforços de compressão deram aporte à gênese das falhas transcorrentes que recortam o sudeste brasileiro, resultando no denso arranjo espacial de zonas de cisalhamento dextrais anastomosadas, dotadas de orientação segundo ENE a E–W. Ainda segundo os autores supramencionados, durante a separação mesozoica, responsável pela subdivisão do supercontinente Gondwana e culminando na abertura do Oceano Atlântico, houve a reativação de inúmeras discontinuidades de idade mais remota, através de pulsos intermitentes cuja atuação fez-se presente desde o Cretáceo até o Terciário. Almeida e Carneiro (1998) atentam ainda para o fato de, devido à baixa resistência a erosão diferencial, as falhas das zonas de cisalhamento antigas e as rochas das falhas reativadas, são responsáveis pelo controle do traçado da rede de drenagem.

Sobre a geomorfogênese da região, segundo Gatto *et.al* (1983), tem-se como importante condicionante da conformação das características expressas pelo relevo a disposição das linhas de falha do Domínio das Faixas de Dobramentos

Remobilizados. O autor elucida que, nessa área, a estrutura geomorfológica contemporânea tem sua gênese associada à evolução cenozoica, esta, marcada por movimentações tectônicas ocorridas na plataforma. Gatto *et.al* (1983) destaca como mais importante feição geomorfológica desse domínio a existência de extensos conjuntos de falhamentos de caráter compressional. Essas falhas, conforme mencionado anteriormente, originárias do final do Ciclo Brasileiro, serviram de sustentáculo para a posterior elaboração da morfologia das Faixas de Dobramentos Remobilizados. O autor complementa contextualizando que a partir do Mesozoico tem-se o início de um período de substancial importância para a conformação das características inerentes à evolução do relevo da área, no qual foram enfatizadas as peculiaridades que corroborariam nos aspectos morfológicos contemporâneos.

O período em menção foi caracterizado por Almeida (1967, *apud* RICOMINNI *et.al.*, 2004) sob a alcunha de Reativação Wealdeniana, tendo esta atuado sobre o setor central da Província Mantiqueira a partir do Jurássico Superior, sendo responsável pela organização estrutural da plataforma, expressa através do arqueamento de algumas áreas, movimentação de blocos, reativação de antigas fraturas, bem como aumento da atividade magmática intrusiva. Sua evolução sucessiva deu origem a ruptura continental e abertura do Oceano Atlântico, evento este denominado Sul-Atlântico. Sobre o lapso temporal ao qual a região esteve sob a égide dos efeitos da Reativação Wealdeniana, Gatto *et.al*(1983) afirma terem estes atuação até o término do período Terciário, tendo se manifestado em pelo menos três fases, sendo a última responsável por um conjunto de deslocamentos verticais na borda do continente, responsáveis pela conformação dos desníveis atuais que deram origem ao vale do rio Paraíba do Sul e às escarpas da Serra do Mar e Mantiqueira, sendo a direção NE-SW a preferencial desses grandes alinhamentos.

O agrupamento de bacias costeiras e continentais desenvolvidas no sudeste brasileiro foi denominado por Riccomini (1976) de “Rift Continental do Sudeste do Brasil”. Riccomini *et.al.*(2004) contextualiza se tratar este de uma feição tectônica de idade cenozoica que, morfológicamente, se materializa como uma “faixa estreita e deprimida, alongada segundo a direção ENE, seguindo a linha de costa atual, da qual dista em média cerca de 70 km, alcançando o Oceano Atlântico em suas terminações sudoeste e nordeste”. Sua origem está associada à reativação da zona de cisalhamento do rio Paraíba do Sul (DAYAN e KELLER, 1989, *apud* OLIVEIRA, 2012).

O período Quaternário marca a instauração de um lapso temporal de relativa estabilidade tectônica caracterizado pela predominância dos processos climáticos na esculturação do relevo. Gatto *et.al* (1983) atenta para o fato de que “períodos intermediários às fases de reativação, considerados tectonicamente mais estáveis, são marcados pela esculturação de superfícies de erosão”, demasiadamente dissecadas à medida que novas fases ascensionais se instauram no sistema de relevo. Segundo o autor esses processos climáticos tiveram enfática atuação nos Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul e na Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé, sendo responsáveis pelo processo de mamelonização do relevo, bem como pelo rebaixamento da superfície. Gatto *et.al* (1983) ressalta o fato de que, por mais intensificado que tenham sido os processos de dissecção e esculturação quaternárias do relevo, os mesmos não foram capazes de obliterar as marcas das estruturas primárias dos dobramentos e falhamentos a qual estavam submetidas as formas pretéritas do relevo regional.

Gatto *et.al* (1983) situa a região da BHRN no contexto geomorfológico referente às Serras da Zona da Mata Mineira. A unidade geomorfológica em menção foi caracterizada pelos autores como dotada de morfologias alongadas, possuindo uma paisagem marcada pela presença de proeminentes escarpas adaptadas a falhas, sulcos estruturais, bem como grandes linhas de cumeada. Sobre esse contexto regional Gatto *et al* (1983) esclarece ainda que a presença de colinas e cristas mais ou menos alinhadas retrata “o alto controle geológico disposto em um conjunto de falhas e fraturas” (GATTO *et al*,1983), refletindo assim um forte controle estrutural, uma vez que as referidas feições geomorfológicas possuem orientação predominante arranjada sob influências das principais falhas. Perturbações tectônicas cenozoicas ocorridas na região podem ser verificadas pela presença de vales estruturais e escarpas escalonadas e desalinhadas (GATTO *et al*,1983).

Ab’Saber (1996) caracterizou o contexto das Serras da Zona da Mata como inserto no domínio dos Mares de Morros Florestados. Segundo o mesmo, trata-se de uma zona de profunda decomposição das rochas e mais alto grau de aperfeiçoamento dos processos de mamelonização da topografia ao longo do cinturão das terras intertropicais, cuja área de maior tipicidade expressa-se nas regiões serranas granítico-gnáissicas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, na região sudeste do país. O autor atenta ainda para o fato do referido processo afetar todos os níveis da

topografia regional, fazendo-se presente inclusive em altitudes superiores a 1200 metros (AB'SABER, 2003). Sobre essas morfologias Gatto *et.al.* (1983) esclarece que são oriundas do intenso processo de dissecação e degradação do relevo ocorrido no período Quaternário. Devido à expressividade dos processos de mamelonização, tem-se na região a obliteração das feições geomórficas herdadas de períodos climáticos pretéritos, como por exemplo superfícies aplainadas. Em síntese, Ab'Saber descreve a paisagem da região em voga como produto de um “equilíbrio sutil entre processos morfoclimáticos, pedológicos, hidrológicos e biogênicos” (AB'SÁBER, 1996).

No tangente à macroconfiguração geomorfológica, o sudeste de Minas Gerais tem sua morfologia regional disposta conforme degraus escalonados os quais exibem uma face escarpada de uma lado e, de outro, uma superfície planáltica com caimento suave em direção ao interior. Segundo Valadão (1998, *apud* MARENT e VALADÃO, 2015) a existência de uma face com nível de base altimetricamente inferior em relação ao da outra face do escarpamento, faz com esta comande a evolução do modelado, marcada por taxas de denudação mais elevada na porção altimetricamente mais rebaixada. A diferenciação dos compartimentos geomorfológicos é dada por fatores litoestruturais que suscitaram distintos graus de intensificação da atuação da dissecação do relevo. A BHRN insere-se no contexto da Unidade I do Degrau Paraíba do Sul, sendo seu relevo caracterizado pelo intenso processo de dissecação a qual foi submetido exibindo vales profundos e encaixados adaptados a estruturas NE-SW e NW-SE (MARENT e VALADÃO, 2015).

A área compreendida pela BHRN abrange três distintas Unidades Geomorfológicas regionais que, conforme Faria (2009), em parte ocorrem em seu perímetro: Serra da Mantiqueira, Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas e Depressão do rio Pomba. O autor contextualiza que as formas de relevo referentes ao contexto da Serra da Mantiqueira são caracterizadas pela ocorrência de “escarpas muito dissecadas, com vertentes íngremes e com níveis altimétricos variando entre 800 e 1200 metros” e que o canais fluviais, nesse contexto, apresentam talwegues retilíneos em alguns trechos, evidenciando que a rede drenagem, apresenta-se adaptada às condições estruturais impostas pelo substrato litológico. As referidas morfologias são encontradas no alto e médio curso do rio Novo. No médio curso dividem espaço na paisagem com formas concernentes ao contexto dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas (FARIA, 2009), estas,

caracterizadas por King (1956) como produto da ação da dissecação fluvial sobre rochas pré-cambrianas, engendrando a gênese de cristas com altitude compreendida entre 1000 e 1200 metros e vales encaixados em altitude cuja variação se dá entre 750 e 800 metros, sendo as morfologias presentes originárias de superfície de degradação (KING, 1956). Já no baixo curso do rio Novo tem-se o início da Depressão do rio Pomba (FARIA, 2009), sendo a gênese dessa unidade, segundo King (1956) associada à atuação dos ciclos erosivos posteriores ao Ciclo Sul-Americano, tendo estes atuado durante os períodos Terciário e Quaternário, sendo responsáveis pelo entalhamento do talvegue fluvial e contribuído para a abertura dos vales. Quanto à atuação dos ciclos de erosão na região, segundo King (1956), tem-se morfologias cujo engendramento remontam a dois ciclos, o Sul-Americano e o designado Velhas, sendo sua ocorrência posterior ao primeiro e sua materialização na paisagem expressa, principalmente, “sob a forma de vales que dissecam o planalto produzido pelo ciclo Sul-Americano” (KING, 1956).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES:

8.1 A cartografia geomorfológica na bacia do rio Novo

A metodologia de mapeamento geomorfológico acolhida no âmbito da presente pesquisa permitiu a distinção de dois tipos de modelados de relevo na BHRN, sendo estes a base para o estabelecimento dos padrões de formas semelhantes em consonância aos níveis taxonômicos de Tricart (1965). Assim sendo, apresenta-se aqui a carta geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Novo (figura 09), sendo sua legenda disposta em figura a parte (figura 10) conforme prescrito por Nunes *et.al* (1994), e subsequentemente sua respectiva apreciação.

Integrando o grupo dos Modelados de Dissecação (D), amplamente difundidos ao longo da área de abrangência da BHRN, ocorrendo em distintas Unidades Geomorfológicas regionais (FARIA, 2009) e compartimentos morfoestruturais, tem-se morfologias cuja gênese está associada ao intenso processo de dissecação do relevo ocorrido na região durante o período Quaternário (GATTO *et.al*, 1983), ou seja, *colinas* (Dc), *morrotes* (Dmr) e morros de variadas formas e distintas posições na paisagem e intensidade de processo de dissecação ao qual foram submetidos.

As colinas tratam-se de Feições de tamanho e largura variável. Ocorrem vinculadas ao morros e setores de relevo montanhoso, comportando materiais de granulometria arenosa e argilosa, transicionam o domínio das encostas com os fundos de vale. Os morrotes se configuram como morfologias mamelonares rebaixadas. Salienta-se aqui os distintos vínculos genéticos existentes entre eles, sendo alguns produtos da intensa dissecação em caráter mais homogêneo, dendritificando os padrões de drenagem, ao passo que os que se encontram vinculados às cristas estruturais são associados aos modelados de dissecação em controle estrutural, onde a dissecação fluvial promoveu um reafeiçoamento de patamares do relevo em morfologias com atributos característicos de morros e morrotes.

Quanto aos morros, tratam-se também de morfologias cuja gênese se refere à dissecação quaternária do relevo. Estes, foram individualizados através de características tangentes à sua forma, posição na paisagem e intensidade da dissecação a qual foi submetido, em *morros alongados* (Dma), *morros convexos* (Dmc), *morros profundamente dissecados* (Dmpd) e *morros e morrotes altimontanos* (Dmma). Os morros que delimitam as linhas interfluviais da BHRN foram distintos de acordo com a intensidade de sua profundidade de dissecação em *morros interfluviais alongados* (Dmia), estes possuindo fraca profundidade de dissecação, e *morros interfluviais profundamente dissecados* (Dmipd), caracterizados pela submissão a uma mediana intensidade de aprofundamento do entalhe vertical da drenagem ao decorrer do tempo.

Ainda no contexto dos modelados de dissecação Homogênea tem-se a ocorrência de patamares altimétricos de relevo que, devido ao processo de dissecação sofreram reafeiçoamento de seus aspectos originais, sendo estes denominados *patamares Reafeiçoados* (Dpr). Em situações as quais o mencionado processo de reafeiçoamento foi capaz de evoluir a ponto de isolar morfologias de dissecação as mesmas foram classificadas de acordo com suas características intrínsecas em *patamares reafeiçoados em morros* (Dprm) e *patamares reafeiçoados em morrotes* (Dprmr), ambos possuindo sua ocorrência associada à presença de cristas estruturais dissecadas ou reafeiçoadas.

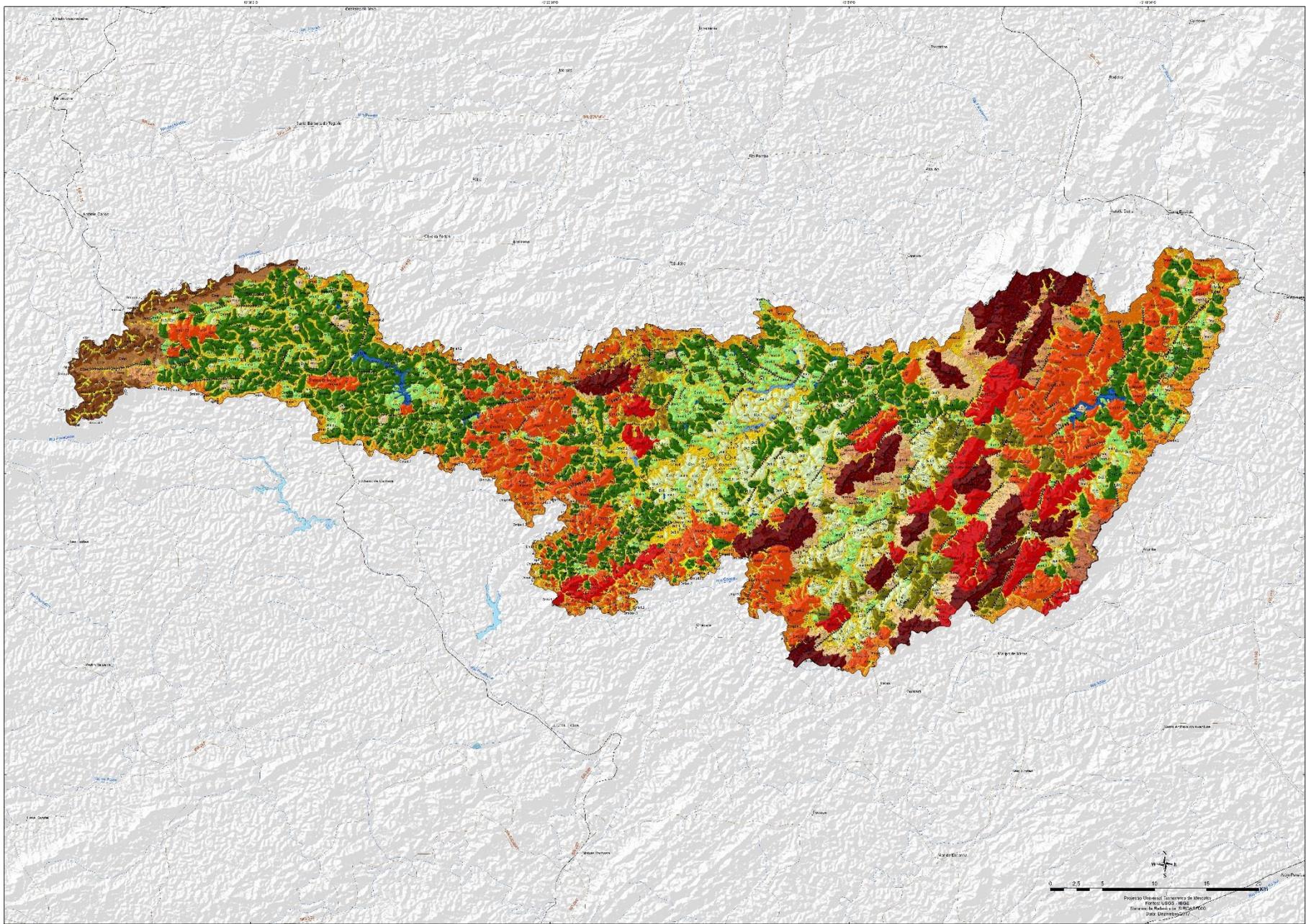


Figura 11: Carta geomorfológica da BHRN.

MODELADOS DE AGRADAÇÃO (A):

PLANÍCIES FLUVIO-LACUSTRES ANTROPOGÊNICAS (Apfla): Áreas planas resultantes de processos de acumulação fluvial e lacustre antropogênica, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros e diques marginais. Ocorre em setores sob efeito de processos combinados de acumulação fluvial e lacustre oriundas de processos antropogênicos sujeito a inundações periódicas com barramentos, formando lagos.

PLANÍCIES FLUVIAIS (Apf): Áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial.

PLANÍCIES FLUVIAIS E TERRAÇOS (Apft): Áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas, comportando meandros abandonados e cordões arenosos. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. São identificados em conjuntos devido à limitação de representação nesta escala de mapeamento.

PLANÍCIES ALTIMONTANAS (Apat): Áreas relativamente planas, resultantes da acumulação fluvial, com depósitos aluviais quaternários descontínuos em altitude.

PLANÍCIES ALVEOLARES (Apav): Áreas relativamente planas, descontínuas, restritas em alvéolos, recobertos por depósitos quaternários em altitude.

MODELADOS DE DISSECAÇÃO (D):

COLINAS (Dc): Feições de tamanho e largura variável. Ocorrem vinculadas ao morros e setores de relevo montanhoso, comportando materiais de granulometria arenosa e argilosa, transicionam o domínio das encostas com os fundos de vale.

MORROTOS (Dmr): Morfologias mamelonares quaternárias rebaixadas.

MORROS CONVEXOS (Dmc): Morfologias mamelonares quaternárias com formato tendendo ao arredondado.

MORROS ALONGADOS (Dma): Morfologias mamelonares quaternárias com formato alongado.

MORROS ESTRUTURAIS (Dme): Morfologias mamelonares quaternárias sob influência de controle estrutural.

MORROS E MORROTOS ALTIMONTANOS (Dmma): Morfologias mamelonares quaternárias altimontanas.

MORROS PROFUNDAMENTE DISSECADOS (Dmpd): Morfologias mamelonares quaternárias profundamente dissecadas. Ocorrem vinculadas a alguns interflúvios.

MORROS INTERFLUVIAIS PROFUNDAMENTE DISSECADOS (Dmpd): Morfologias mamelonares quaternárias alongadas interfluviais profundamente dissecadas.

MORROS INTERFLUVIAIS ALONGADOS (Dmia): Morfologias mamelonares quaternárias alongadas interfluviais.

PATAMARES REAFEIÇADOS (Dpr): Patamares de relevo reafeiçados pelo intenso processo de dissecação fluvial.

PATAMARES REAFEIÇADOS EM MORROS (Dprmr): Patamares de relevo reafeiçados pelo intenso processo de dissecação fluvial, dando origem a morfologias com atributos característicos de morros.

PATAMARES REAFEIÇADOS EM MORROTOS (Dprmr): Patamares de relevo reafeiçados pelo intenso processo de dissecação fluvial, dando origem a morfologias com atributos característicos de morrotos.

REVERSO DE CRISTA ASSIMÉTRICA (Drca)

ESCARPA EROSIVA E PATAMARES (Deep): Desnível abrupto decorrente da atuação de processos erosivos, com recuo das vertentes.

CRISTAS ESTRUTURAIS REAFEIÇADAS EM MORROS (Dcrm): Conjunto de serras alongadas, sob influência de controle estrutural, reafeiçadas em morfologias com características de morros alongados profundamente dissecados, tipificados pela presença de cristas e vales estruturais.

CRISTAS ESTRUTURAIS DISSECADAS (Dced): Conjunto de morfologias composto por serras e/ou conjuntos de serras alongadas, sob influência de controle estrutural, caracterizada pela presença de cristas e vales estruturais.

Modelados de Agradação (A):

Apfla	Apf	Apft	Apat	Apav
-------	-----	------	------	------

Modelados de Dissecação (D):

Dc	Dma	Dmpd	Dpr	Drca	Deep
Dmr	Dme	Dmpd	Dprmr	Dcrm	
Dmc	Dmma	Dmia	Dprmr	Dced	

Relevo Simbolizado:

-  Faixas de Meandros Abandonados
-  Capturas Fluviais
-  Anomalias de Drenagem
-  Vales Estruturais
-  Garganta Epigênica
-  Alinhamento Serrano
-  Cursos Hídricos
-  Curvas Mestras

MORFOMETRIA DOS MODELADOS DE DISSECAÇÃO

Intensidade do entalhe vertical da drenagem	Dimensão Interfluvial Média				
	Muito Fina (<400m)	Fina (401 a 600m)	Média (601 a 800m)	Grosseira (801a1000m)	Muito Grosseira (> 1000m)
Muito Fraca (<100m)	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1
Fraca (101 a 200m)	5.2	4.2	3.2	2.2	1.2
Mediana (201 a 500m)	5.3	4.3	3.3	2.3	1.3
Forte (501a1000m)	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4
Muito Forte (>1000m)	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5

Figura 12: Legenda da carta geomorfológica da BHRN.

No âmbito das geoformas cuja gênese remonta aos processos de dissecação atuantes na região em voga foram também identificadas morfologias de tipicidade montanhosa, tendo sido reconhecidas quatro distintas tipologias morfológicas referentes ao contexto supramencionado. As *cristas estruturais dissecadas* (Dced), tratam-se de um conjunto de morfologias composto por serras e/ou conjuntos de serras alongadas, sob influência de controle estrutural, caracterizada pela presença de cristas e vales estruturais. As *cristas estruturais reafeiçoadas em morros* (Dcrm) referem-se a antigas cristas estruturais que, devido a atuação da dissecação foram reafeiçoadas em morfologias com características de morros alongados profundamente dissecados. Ambos tipos de modelado de relevo tem sua ocorrência circunscrita ao médio e baixo curso do rio Novo, se distribuindo ao longo da área de abrangência dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas (FARIA, 2009) na BHRN. Em associação às cristas estruturais tem-se a ocorrência de *morros estruturais* (Dme), se tratando estes de morfologias mamelonares quaternárias sob influência de controle estrutural.

No extremo oeste da área de estudo, na região da nascente principal do rio Novo, tem-se um modelado de relevo, também sob controle estrutural, de singular ocorrência no âmbito da presente pesquisa. Trata-se de um desnível abrupto decorrente da atuação de processos erosivos, com recuo das vertentes, que demarca o contato da BHRN com o Planalto de Campo das Vertentes, aqui denominado *escarpa erosiva e patamares* (Deep). Outra feição morfológica singular na área da BHRN está situada no interflúvio leste da bacia, referindo-se a um *reverso de crista assimétrica* (Drca).

No contexto dos modelados de Agradação (A) foram identificadas na BHRN cinco diferenciados tipos de planícies: (1) As *planícies fluviais* (Apf), sendo caracterizadas por áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais e tendo sua ocorrência vinculada aos vales com preenchimento aluvial; (2) As *planícies fluvio-lacustres antropogênicas* (Apfla), que tem sua gênese associada aos processos de acumulação fluvial e lacustre antropogênica, sendo sujeitas a inundações periódicas e com barramentos, formando lagos; (3) As *planícies altimontanas* (Apat), áreas relativamente planas, resultantes da acumulação fluvial, com depósitos aluviais quaternários descontínuos em altitude; (4) As *planícies alveolares* (Apav), áreas

relativamente planas, descontínuas, restritas em alvéolos, recobertos por depósitos quaternários em altitude; e (5) *Planícies fluviais associadas a terraços*, que têm sua ocorrência circunscrita aos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. São identificados em conjuntos devido à limitação de representação nesta escala de mapeamento.

Quanto aos terraços fluviais da Zona da Mata Mineira, Pereira *et.al.*(2016) afirma terem como fator decisivo em sua gênese a ocorrência de alternância de climas úmidos e secos na região, o que viabilizou para que fases de denudação e colmatagem dos vales possibilitassem o desenvolvimento de tais feições de relevo. Os autor explica que durante os períodos úmidos houve um significativo aprofundamento dos talwegues fluviais, sendo estes colmatados com materiais precedentemente intemperizados, oriundos das encostas, durante atuação de um posterior clima seco. Ao início de um novo período de clima úmido, inicia-se também um novo período de incisão do talvegue fluvial no qual os canais de drenagem passam a entalhar o material inconsolidado depositado nos fundos de vale, dando origem aos terraços fluviais.

8.2 Compartimentação morfoestrutural e aspectos da morfogênese regional.

A partir da análise da carta geomorfológica da BHRN (Figura 07) em consonância com a carta de lineamentos estruturais (Figura 09), nota-se claramente que o relevo local tem como condicionante de sua expressão espacial a orientação das estruturas, predominantemente dispostas no sentido NE/SW, havendo também a ocorrência de orientações no sentido NW/SE. A expressividade na paisagem dos alinhamentos de relevo na região da Zona da Mata Mineira, já no findar da década cinquenta, época em que o conhecimento acerca das dinâmicas e processos responsáveis pela gênese das características intrínsecas ao relevo regional eram limitadas, já chamara a atenção de Valverde (1958), segundo o qual “logo à primeira

vista chamam aí a atenção do visitante dois aspectos característicos do relevo: os alinhamentos de cristas e a superfície deprimida no interior da região”.

Conforme constatado por Riccomini (1989), as orientações estruturais cuja disposição se dá no sentido NE/SW são decorrência dos esforços compressionais exercidos pelo Rift Continental do Sudeste Brasileiro. A componente de direção acessória, no sentido NW/SE, representa um campo de esforços que corresponde à primeira reativação do Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989). A primeira fase de deformação do Rift corresponde ao que teria sido a primeira reativação neotectônica, responsável pela geração das estruturas NW/SE (SILVA e MELLO, 2011).

Quanto aos lineamentos estruturais referentes à drenagem da BHRN, conforme ilustra a figura 07, estes possuem também como componente dominante de direção a orientação NE/SW, bem como o componente acessório materializado sob a expressão espacial de lineamentos conforme a direção E/W. A análise das rosetas de lineamentos permite observar que, em geral, os componentes acessórios se apresentam menos visíveis nos lineamentos de drenagem do que nos referentes aos alinhamentos de relevo. Isso deve-se ao fato de que o sistema de drenagem responde mais rápido aos processos evolutivos do que o relevo, mascarando ou por vezes obliterando feições originárias.

A análise da carta de lineamentos estruturais (Figura 11) conjuntamente à carta que espacializa a drenagem da BHRN (Figura 12) suscita a investigação do comportamento do rio Novo ao longo de seu trajeto desde a sua nascente, no contexto da unidade geomorfológica da Serra da Mantiqueira, até seu encontro com o rio Pomba, já contexto da Depressão do rio Pomba (FARIA, 2009). O rio Novo nasce no Planalto de Campo das Vertentes, nos limites municipais de Antônio Carlos, e se adapta às estruturas litológicas neotectônicas de direção L/W até a cercanias do município de Santos Dumont, onde passa a escoar sob o controle de estruturas NW/SE, também associadas à atividades neotectônicas. Mais a jusante, no início do contexto do médio curso, antes da sede municipal de Piau, se adapta às estruturas NE/SW associadas ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro, segundo designação de Riccomini (1989). Após a passagem por Piau o rio se adapta novamente às estruturas neotectônicas de sentido NW/SE, voltando a escoar sob a égide das estruturas

associadas ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro antes de atingir o município de Goianá, seguindo sob a influência dessa até o município de Rio Novo, onde passa a romper as estruturas associadas ao Rift.

A partir das discussões aventadas, bem como dos resultados cartográficos obtidos, como forma de expandir o entendimento da morfogênese da região da alta bacia do rio Pomba, expõe-se aqui uma proposta de compartimentação morfoestrutural para a BHRN. A proposta partiu do estudo da organização do sistema geomorfológico na BHRN, tendo seu embasamento na correlação entre a geologia, os lineamentos estruturais, os padrões de formas de relevo e o arranjo da drenagem. Conforme ilustra a figura 13 e sumariza o quadro 03, a proposta em voga discerniu a ocorrência de cinco distintos compartimentos morfoestruturais na área abrangida pela BHRN: (1) *Rebordo do Planalto de Campos das Vertentes*; (2) *Horsts Festonados da Mantiqueira Setentrional*; (3) *Morrarias e Planícies da Depressão Interplanáltica do rio Pomba*; (4) *Morrarias da Zona da Mata I* e (5) *Morrarias da Zona da Mata II*.

O compartimento denominado *Rebordo do Planalto de Campos das Vertentes* (Foto 01) refere-se a uma área de aproximadamente 72 Km² da BHRN, localizada em seu extremo oeste, onde tem-se a nascente principal da bacia, sendo sua extensão mais expressiva localizada nos limites territoriais do município de Antônio Carlos e uma pequena parcela situada em Santos Dumont. As altitudes nesse compartimento estão compreendidas entre 900 e 1270 metros acima do nível oceânico.

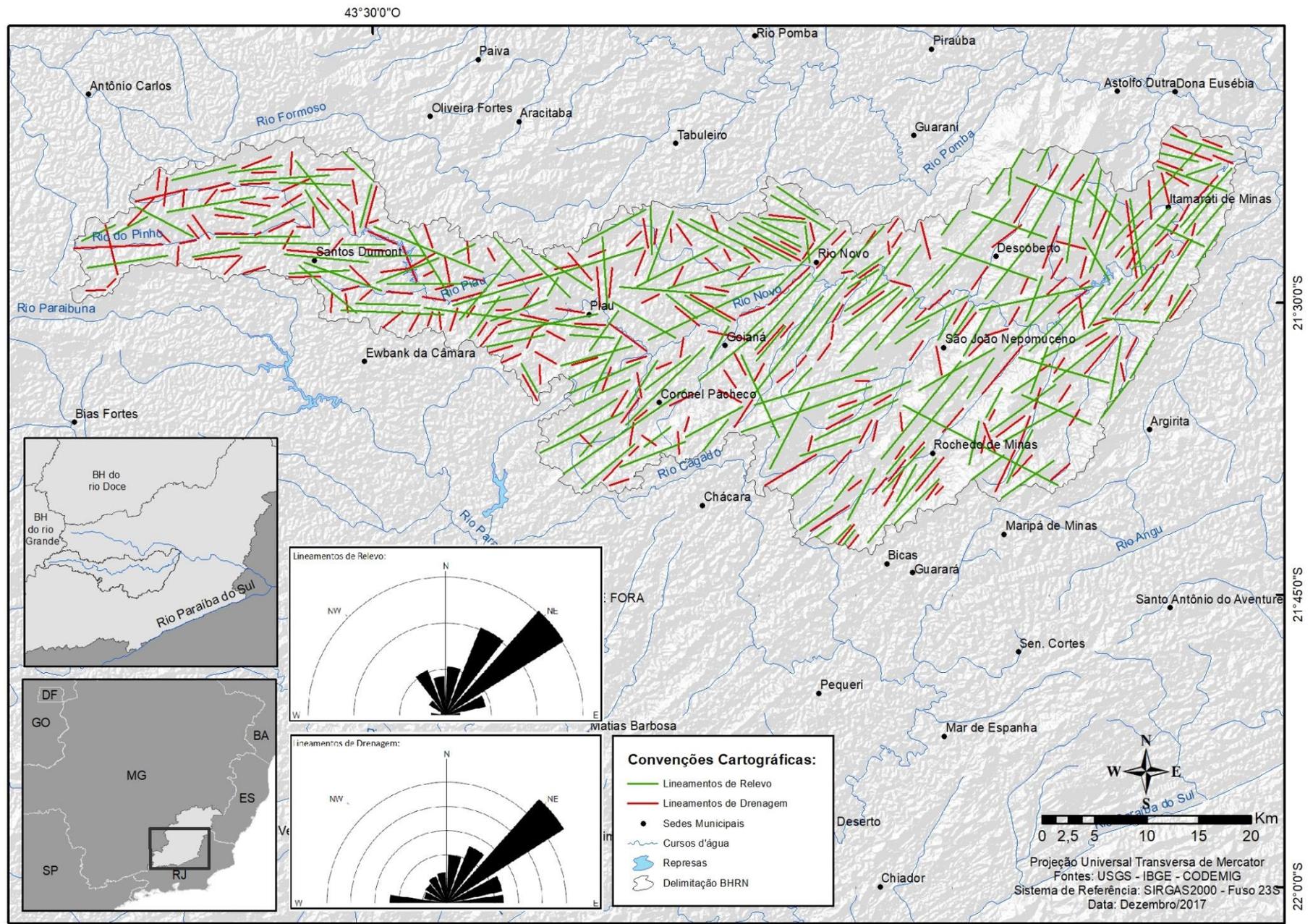


Figura 13: Carta de lineamentos estruturais da BHRN.

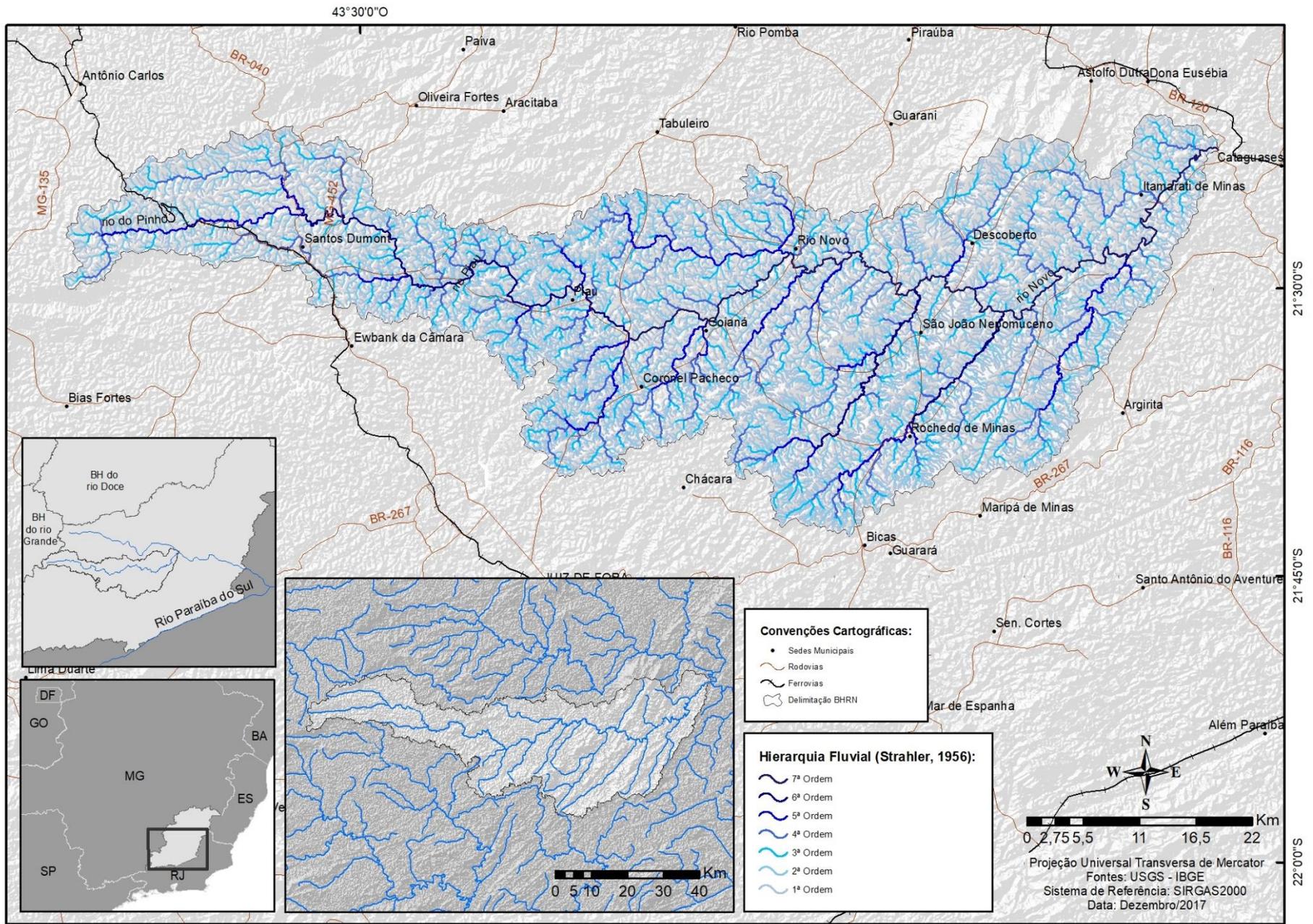


Figura 14: Carta hidrográfica da BHRN.

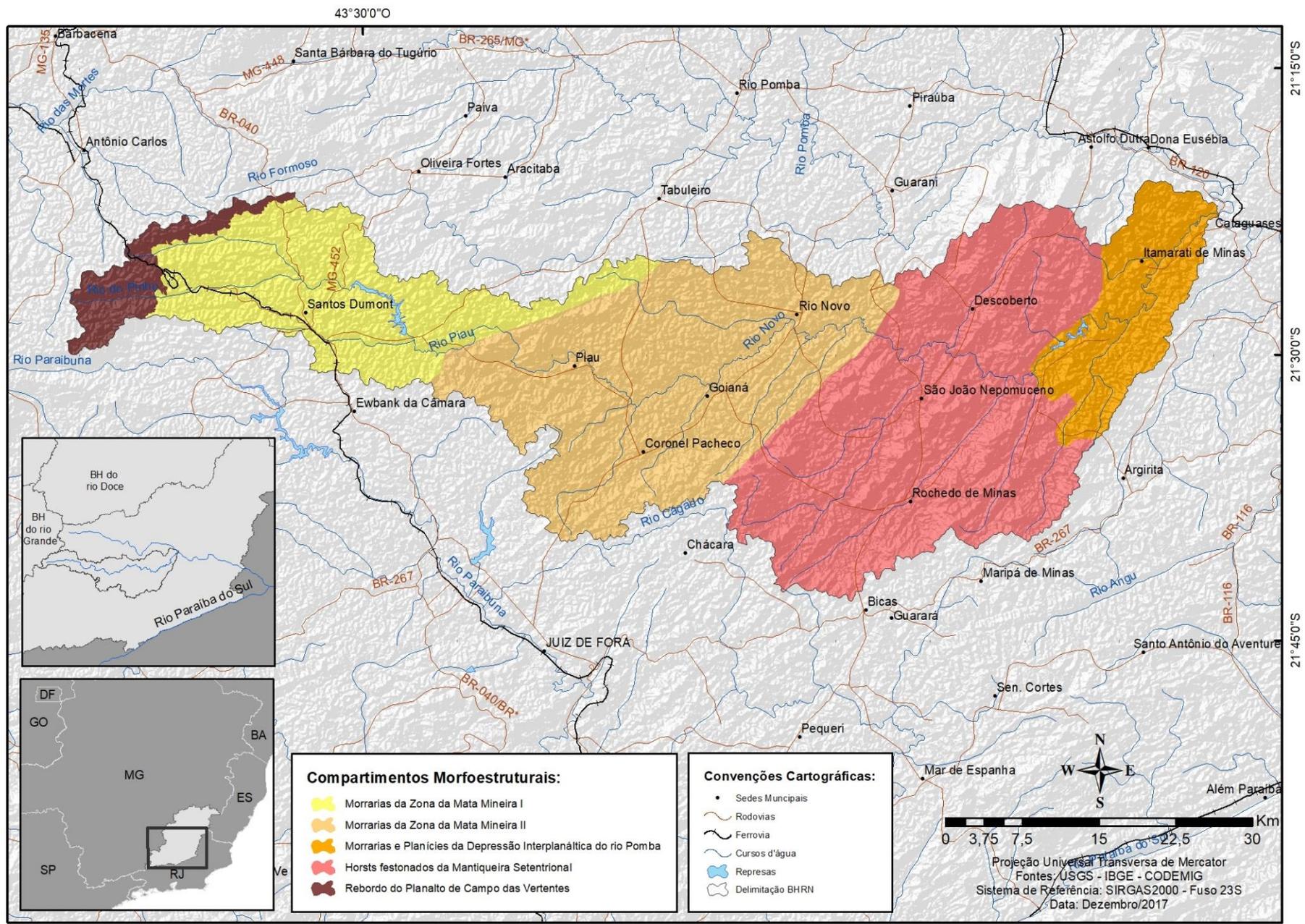


Figura 15: Compartimentação morfoestrutural da BHRN.

Compartimento Morfoestrutural	Área na BHRN	Localização na BHRN	Intervalo Hipsoométrico	Geologia (PINTO et al. 2014)	Direção Estrutural (RICCOMINI, 1989)	Fatos Geomórficos	Compartimento Geomorfológico Regional (GATTO et al. 1983)
Rebordo do Planalto de Campos das Verzes	72 Km ²	Extremo Oeste, alto curso do rio Novo (Santos Dumont e Antônio Carlos)	900 e 1270 metros	Complexo Mantiqueira e Suite São Bento das Torres	LW e NW/SE (neotectónica)	Trecho das escarpas erosivas da Serra da Mantiqueira Setentrional	Mantiqueira Setentrional
Morrianas da Zona da Mata I	353 Km ²	Alto curso do rio Novo (Santos Dumont e Itaipava)	890 a 1270 metros	Predominância do Complexo Juiz de Fora (Itofácies ortognaissas migmatítico)	LW, havendo influência na direção NW/SE, referentes às atividades neotectónicas	Composto predominantemente por morros alongados.	Mantiqueira Setentrional
Morrianas da Zona da Mata II	651 Km ²	Médio Curso do rio Novo (Itaipava, Coronel Pacheco, Golaná e Rio Novo).	350 e 1060 metros	Predominância do Complexo Juiz de Fora (Itofácies ortognaissas granulítico)	NE/SW (Rift Continental do Sudeste Brasileiro) e NW/SE	Composto predominantemente por morros alongados.	Planalto Centro Sul de Minas
Horsts Frazoados da Mantiqueira Setentrional	742 Km ²	Médio Curso do rio Novo (Rochedo de Minas, S.J.Nepomuceno, Descoberto, Itamarati de Minas, Bicas, Golaná e Rio Novo)	265 e 1375 metros	Predominância do Complexo Juiz de Fora (Itofácies ortognaissas granulítico)	Forte controle estrutural no sentido NE/SW	Cories e gargantas Epigênicas e Cristas Estruturais	Planalto Centro Sul de Minas
Morrianas e Planícies da Depressão Interplanáltica do rio Pomba	195 Km ²	Baixo Curso do rio Novo (S.J.Nepomuceno, Leopoldina, Itamarati de Minas, Cataguases) e Dona Euzébia)	170 e 770 metros	Grupo Raposo, de forma acessória faixas gnáissicas associadas ao Complexo Juiz de Fora (Itofácies ortognaissas granulíticos)	Forte controle estrutural no sentido NE/SW	Morros alongados e convexos, morrotes e colinas.	Depressão do rio Pomba

Quadro 04: Síntese das características dos compartimentos morfoestruturais discernidos.



Foto 01: Rebordo do Planalto de Campo das Vertentes ao fundo, contexto da nascente principal do rio Novo. Fonte: Acervo pessoal.

Quanto aos aspectos geológicos, tem-se a ocorrência de duas Unidades Geológicas, Complexo Mantiqueira e Suíte São Bento das Torres (PINTO *et.al.*, 2014), sendo o primeiro composto por ortognaisses, anfíbolitos e migmatitos, e o segundo caracterizado por se tratar de uma suíte metamórfica composta por ortogranulitos ácidos a básicos foliados. No tangente aos lineamentos estruturais, observa-se que a região em questão tem sua paisagem composta sob a influência estruturas litológicas neotectônicas de direção L/W, as quais o rio Novo se adapta logo após escoar através da vertente da escarpa erosiva da Serra da Mantiqueira.

O compartimento morfoestrutural em menção tem como feição geomorfológica de destaque a presença de um trecho das escarpas erosivas da Serra da Mantiqueira Setentrional. No topo dessa escarpa, tem-se a ocorrência de morros, morrotes e planícies altimontanas. Conforme explicitado por Marent e Valadão (2015), a macroconfiguração geomorfológica do Sudeste de Minas Gerais é notoriamente organizada a partir de planaltos dispostos espacialmente conforme degraus escalonados coincidentes com a organização da rede hidrográfica regional, composta por bacias interiores e costeiras, dentre estas a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a qual faz parte a BHRN. Os mencionados agrupamentos de bacias são divididos por um proeminente escarpamento (Serra da Mantiqueira) originado a partir de processos que corroboraram na abertura mesocenoica do Atlântico Sul (MARENT e VALADÃO, 2015). Valadão (1998) elucida que o nível de base altimetricamente inferior em um dos lados do escarpamento capitaneia sua evolução, caracterizada por taxas de denudação mais elevadas na porção altimetricamente mais rebaixada.

Cherem *et.al* (2013) atenta para o papel das capturas fluviais na morfodinâmica das bordas interplanálticas do sudeste do Brasil. Segundo o autor, as capturas fluviais condicionam a rede de drenagem a buscar um novo perfil de equilíbrio e alteram a morfologia dos canais envolvidos, acelerando a morfodinâmica do processo de recuo das escarpas onde as áreas capturadas são dissecadas e rebaixadas até serem incorporadas à drenagem capturante, cooperando assim para o recuo da escarpa e, conseqüentemente, para a disputa de áreas entre as bacias hidrográficas. O processo de expansão da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul sobre a área do Planalto de Campo das Vertentes fora também observado por Oliveira (2012) ao investigar a influência da dinâmica fluvial quaternária na configuração do modelado do relevo no contato entre a Depressão do rio Pomba (FARIA, 2009) e o planalto anteriormente mencionado. Segundo a autora, a morfologia da escarpa favorece o elevado gradiente dos canais, permitindo que tenham energia o suficiente para interceptar o interflúvio e capturar canais que drenam para o Planalto de Campo das Vertentes. Dessa forma, observa que a rede de drenagem influencia e é influenciada pelas peculiaridades intrínsecas ao relevo

da área, tendo ativa atuação na evolução da expansão da Depressão do rio Pomba sobre o Planalto de Campo das Vertentes, ao mesmo tempo que é enfaticamente influenciada por fatores estruturais e tectônicos.

Ainda no contexto do alto curso da BHRN, a leste do compartimento anteriormente mencionado, tem-se o compartimento denominado *Morrarias da Zona da Mata I* (Foto 02). Este, caracterizado por abranger uma área aproximada de 353 Km² e possuir amplitude altimétrica variando entre 890 a 1270 m, ocupa significativa parcela do município de Santos Dumont, possuindo uma faixa de abrangência ao norte dos limites de Piau e uma pequena área no extremo oeste de Rio Novo. A geologia da área é predominantemente composta por rochas do Complexo Juiz de Fora (litofácies ortognaisses migmatítico) sendo esta unidade geológica composta por ortogranulitos félsicos a básicos, ocorrendo de forma acessória, próximo à represa do Pinho, rochas da Suíte Serra dos Toledos, caracterizada pela ocorrência de granitos foliados (CODEMIG, 2014). Nesse compartimento o rio Novo continua escoando sob a influência de lineamentos referentes às atividades neotectônicas de direção L/W, havendo também no compartimento em menção a influência de lineamentos estruturais de direção NW/SE, também referentes às atividades neotectônicas.

Quanto à sua morfologia, como evidenciado pela alcunha atribuída, o compartimento *Morrarias da Zona da Mata I* é composto predominantemente por morros alongados cuja gênese está associada ao intensificado processo de dissecação a qual a região esteve sujeita. Em associação às mencionadas morfologias tem-se a ocorrência de morros profundamente dissecados e convexos, bem como morrotes e colinas, estes últimos tendo seu posicionamento na paisagem circunscrito aos fundos de vale. Tem-se no compartimento em menção a presença de uma extensa planície fluvio-lacustre antropogênica, formada a partir do barramento do rio para a construção da Represa do Pinho, bem como planícies e terraços fluviais.



Foto 02: Morrarias da Zona da Mata I. Adjacências do município de Santos Dumont- MG.

Fonte: Acervo Pessoal.

Paralelo ao compartimento *Morrarias da Zona da Mata I*, tem-se um compartimento, intitulado *Morrarias da Zona da Mata II* (Foto 03), cuja morfologia é similar à descrita para o compartimento anterior, porém, os mesmos possuem aspectos litológicos, orientação dos lineamentos estruturais e densidade de drenagem distintas. A linha divisória dos compartimentos supramencionados é delineada a partir do contato litológico entre duas distintas unidades geológicas referentes ao Complexo Juiz de Fora, contato este que também caracteriza uma falha ou zona de cisalhamento contracional. As *Morrarias da Zona da Mata II* possuem, na BHRN, área equivalente a aproximadamente 651 Km², variando sua altimetria entre 350 e 1060 metros. O compartimento é caracterizado por abranger em sua quase totalidade a extensão territorial dos municípios de Piau, Coronel Pacheco, Goianá e Rio Novo.

A unidade geológica embasamento ao compartimento em menção é composta por litofácies ortognaisses granulítico do Complexo Juiz de Fora, dando suporte à ocorrência de enderbitos e noritos. No extremo leste desse compartimento tem-se a ocorrência de uma faixa territorial cuja litologia é composta por rochas do Grupo Andrelândia (Subgrupo Carrancas, Formação São Vicente), sendo este caracterizado pela ocorrência de paragnaisses com intercalações de quartzito, xisto e anfibolito, localmente migmatítico. Destaca-se também nesse compartimento um extenso depósito aluvial (PINTO *et.al.*, 2014).



Foto 03: Morrarias da Zona da Mata II. Vista da Serra de Santana, Goianá – MG.

Fonte: Acervo Pessoal.

Nesse contexto o rio Novo passa a escoar adaptando não só a estruturas neotectônicas, como também às associadas ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989), revezando o encaixamento sob as mencionadas

estruturas desde sua chegada aos limites municipais de Piau até alcançar a sede do município de Rio Novo. Infere-se assim que, a partir da zona de cisalhamento rumo ao Planalto de Campo das Vertentes, gradativamente tem-se a diminuição da influência do Rift. Dessa forma, a falha ou zona de cisalhamento contracional que marca a linha divisória entre os compartimentos morfoestruturais *Morrarias da Zona da Mata I* e *Morrarias da Zona da Mata II*, demarca também o limite da zona de maior influência do sistema Rift Continental do Sudeste Brasileiro bem como das reativações a este associadas.

A partir da sede municipal de Rio Novo, o rio Novo passa a não mais se adaptar às estruturas do rift, e sim rompê-las. Essa mudança de comportamento marca o início da região compreendida pelo compartimento morfoestrutural aqui denominado *Horsts Festonados da Mantiqueira Setentrional*. Este, possui, na BHRN, área equivalente à aproximadamente 742 Km², sendo caracterizado pela maior amplitude altimétrica entre os compartimentos discernidos, esta compreendida entre 265 e 1375 metros. Abrange em sua totalidade o município de Rochedo de Minas, a quase totalidade dos territórios de São João Nepomuceno e Descoberto, bem como fragmentos dos municípios de Itamarati de Minas, Bicas, Goianá e Rio Novo.

O embasamento geológico da área é predominantemente composto por rochas do Complexo Juiz de Fora, litofácies ortognaisses granulítico, e litologias associadas ao Grupo Raposo, litofácies paragnaisses. Em associação, ao sul do compartimento supramencionado tem-se a ocorrência de faixas compostas por rochas do Grupo Andrelândia (Subgrupo Carrancas, Formação São Vicente), bem como da Suíte Matias Barbosa (biotita granito porfirítico foliado) e Suíte Leopoldina (charnockito, diorito, hornblenda, tonalito), estas últimas compostas por granitos sincolisionais. A leste do compartimento, na região limítrofe entre os *Horsts Festonados da Mantiqueira Setentrional* e as *Morrarias da Zona da Mata II*, tem-se a ocorrência de falhas ou zonas de cisalhamento contracionais e transcorrentes (PINTO *et.al.*, 2014).

Como mencionado anteriormente, nesse compartimento o rio Novo deixa de se adaptar às estruturas referentes à neotectônica e ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989), passando a festona-las, dando origem à

cortes e gargantas epigênicas. A influência tectônica decisiva na região se faz presente na evolução do modelado regional do relevo, materializada no reordenamento contínuo dos canais de drenagem, principalmente através de capturas fluviais, nos domínios interfluviais. Trata-se de uma região caracterizada por forte controle estrutural no sentido NE/SW, sob influência do sistema Rift Continental do Sudeste Brasileiro, este sendo capaz de intervir na disposição espacial da rede de drenagem bem como a individualização de morfologias.

A paisagem desse compartimento é marcada pela exuberância das cristas estruturais que a compõem, dentre estas, destaca-se os Horsts da Serra da Boa Vista e Serra do Relógio (Foto 04), entre outros. Tratam-se de imponentes montanhas circundadas por uma ampla região de depressões escalonadas dos rios Pomba e Novo. Conforme mencionado, situado sob litologias do Complexo Juiz de Fora, dotadas de expressiva concentração de rochas metamórficas, tem-se na região uma profusão de cristas gnáissicas escarpadas, talhadas por vales profundos, muitos destes estruturalmente condicionados, exibindo a meias encostas patamares reafeiçoados pelos processos de dissecação intensificados a qual a região esteve sujeita. Por se tratarem de bacias hidrográficas conectadas diretamente ao nível de base oceânico, a rede de drenagem que disseca a Mantiqueira Setentrional possui uma intensificada dinâmica erosiva responsável pelo rebaixamento generalizado do relevo regional (VALADÃO, 1998) associado à homogeneização da dissecação e convexação das formas, conforme Marques Neto (2017), atribuindo “um caráter mais residual aos modelados de dissecação em controle estrutural, como os pilares tectônicos da Serra do Relógio e Boa Vista”. Composto o mosaico paisagístico regional, em associação às cristas estruturais dissecadas, tem-se também a ocorrência de cristas estruturais reafeiçoadas pela dissecação em feições com características de morros estruturais alongados profundamente dissecados. Os fundos dos vales das bacias que compõem a área de abrangência desse compartimento morfoestrutural são caracterizados pela ampla profusão de morfologias mamelonares quaternárias, dentre estas, colinas, morrotes e morros estruturais.



Foto 04: Horsts Festonados da Mantiqueira Setentrional. Serra da Boa Vista e Serra do Relógio vista do limite municipal entre Guarani – MG e Rio Novo- MG. Fonte: Acervo Pessoal.

O último compartimento discernido no âmbito da presente proposta de compartimentação morfoestrutural para a BHRN trata-se das *Morrarias e Planícies da Depressão Interplanáltica do rio Pomba*. Este, possui área equivalente à 195 Km² e amplitude altimétrica compreendida entre 170 e 770 metros. A área em menção abrange fragmentos dos municípios de São João Nepomuceno, Leopoldina, Itamarati de Minas, Cataguases e Dona Euzébia. Encontra-se no contexto da Depressão do rio Pomba (FARIA, 2009), no baixo curso do rio Novo, já nas imediações de seu encontro com o rio Pomba.

Nesse trecho o rio Novo após transpor o horsts festonados, passa a novamente se adaptar a estruturas no sentido nordeste/sudoeste associadas ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989) até seu encontro com o rio Pomba nos limites municipais de Cataguases. Quanto as aspectos geológicos, a área abarcada por esse compartimento morfoestrutural na BHRN é composta por litologias do Grupo Raposo, litofácies paragnaisses, ocorrendo

de forma acessória algumas faixas gnáissicas associadas ao Complexo Juiz de Fora, litofácies ortognaisses granulíticos. As referidas litologias dão aporte à morfogênese de morros alongados e convexos, morrotes e colinas, morfologias mamelonares estas características do contexto do Domínio dos Mares de Morros.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O sistema metodológico dos fatos geomorfológicos acolhido para a realização da presente pesquisa se mostrou congruente com os desígnios apetevidos, possibilitando a identificação de distintos tipos de modelados de relevo na região da alta bacia hidrográfica do rio Pomba, viabilizando a interpretação das características do relevo no que tange à suas formas e processos vigentes. A carta geomorfológica aqui proposta para a BHRN permite uma hábil visualização da distribuição espacial dos distintos tipos de modelados de dissecação, bem como a partir da inserção da simbologia alfanumérica representativa das características morfométricas das geoformas denudacionais, uma contundente apreciação do quadro morfodinâmico regional. Dessa forma, cumpre devidamente os quesitos técnicos consensualmente imprescindíveis para a caracterização desse tipo de documento cartográfico, apresentando aspectos referentes às informações morfográficas, morfogenéticas, morfométricas e morfocronológicas, valendo para tanto de distintas estratégias, como por exemplo a utilização de simbologias lineares e pontuais para representação de feições e aspectos geomorfológicos que, devido às limitações impostas pela escala utilizada, não são passíveis de representação a partir de sua poligonização.

Conforme anteriormente mencionado, a morfoestrutura exerce relevante influência na caracterização das paisagens, sendo de substancial relevância para a compreensão dos aspectos morfogenéticos vigentes. No âmbito da BHRN sua respectiva ingerência é de notável relevância na conformação dos atributos geomorfológicos, ficando explícita na paisagem através da presença de canais de drenagem retilíneos encaixados em vales estruturalmente condicionados, bem como através de extensos alinhamentos de cristas, amplamente difundidos na região em questão. Assim, para a devida compreensão dos aspectos responsáveis pela morfogênese na região da BHRN, usufruiu-se da análise da morfoestrutura subsidiária ao desenvolvimento das morfologias de relevo discernidas. A compartimentação morfoestrutural proposta para a área de estudo, pautada na diferenciação de três distintos níveis altimétricos regionais,

que coadunam cinco compartimentos morfoestruturais díspares, foi de fundamental relevância para o cumprimento dos propósitos aspirados, uma vez que viabilizou o estabelecimento de relações de gênese entre as morfologias discernidas e espacializadas na carta geomorfológica e os condicionantes estruturais aos quais estas estão submetidas.

Há que se destacar a salutar relevância dos avanços tecnológicos no campo da informática das últimas décadas que, através do desenvolvimento de diversos e sofisticados *softwares* e *hardwares*, viabilizam o processamento, sobreposição e cruzamento de informações geográficas. Porém, cabe também ressaltar que a utilização das referidas tecnologias de mapeamento e sensoriamento remoto, devem estar sempre vinculadas à realização de incursões à campo para validar as informações obtidas em gabinete bem como fazer o levantamento de outras que, através do uso do SIG, não foram passíveis de tratamento em gabinete.

Por fim, frente às pressões constantemente impetradas sobre a esfera ambiental oriundas de sua relação conflituosa com a esfera socioeconômica, enfatiza-se a relevância da cartografia geomorfológica como subvenção à tomada de decisão acerca das interferências a serem impostas aos sistemas ambientais, uma vez que o referido documento é representativo do quadro geomorfológico, configurando-se como um salutar instrumento de análise do relevo, fornecendo dados acerca de suas mais distintas idiossincrasias, assim como ensejando a possibilidade de realização de inferências acerca de sua morfodinâmica. Dessa forma, com intuito de contribuir com a compreensão da morfogênese regional, e conseqüentemente, a partir dessa compreensão viabilizar bases informacionais que possibilitem a solução de problemáticas ambientais hodiernas, a presente pesquisa foi norteadada pela premência da consumação de estudos que viabilizem a compreensão do quadro geomorfológico e ambiental local, com pretensão de colaborar para o planejamento da paisagem na Zona da Mata Mineira em suas distintas esferas de atuação, bem como fornecer bases para outras pesquisas no âmbito regional.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: Análise Crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 4, Nº 2 (2003) 51-67.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia aplicado aos estudos do Quaternário. São Paulo: USP. IGEOG, 1969.

AB'SÁBER, A. N. Domínio dos “mares de morros” no Brasil. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 2, 1966.

AB' SABER, A. N. Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALMEIDA, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7:349-364.

ALMEIDA, F.F.M., e CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências* 28(2):135-150. Junho de 1998. Disponível em: < <http://pgegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11205> > Acesso em: fev.2018.

ARGENTO, M.S.F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

BARBOSA, G. V.; SILVA, T. M.; NATALI FILHO. T.; DEL'ARCO, D. M.; COSTA, R.C. R. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do projeto Radam Brasil. *Geociências*. São Paulo, v.2, 1983.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Vozes, 1973. 351 p.

BRICALLI, L. L.; MELLO, C. L. Padrões de lineamentos relacionados à litoestrutura e ao fraturamento neotectônico (estado do Espírito Santo, SE do Brasil). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 14, n.13, p. 301-311, Jul/Ser. 2013. Disponível em: < <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/405> > Acesso em: fev. 2018.

CAILLEUX, A. & TRICART, J. - 1956 - Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *Ann. de Géogr.*,65:162 -186.

CÂMARA, G. et al. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 193p.

CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: [2005].

CASTRO, C. F. F. *Os Sertões do Leste: Achegas para a história da Zona da Mata*. 2ªed. Belo Horizonte. Imprensa Oficial, 1987.

CHEREM, L.F.S.; VARAJÃO, C. A. C.; BRAUCHER, R.; BOURLÊS, D.; SALGADO A. A. R.; VARAJÃO, A. C.; O papel das capturas fluviais na morfodinâmica das bordas interplanálticas do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.14, n.4, (Out-Dez) p.299-308, 2013. Disponível em: < <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/325> > Acesso em: Fev. 2018.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a systems approach**. London: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 256 p.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980.

COLTRINARI, L. Cartografia Geomorfológica detalhada: A representação gráfica do relevo entre 1950-1970. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.12, n3, p121-130,2011. Disponível em: < <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/265> > Acesso em: fev. 2018.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in Environmental Management. An Introduction*, 2. Ed. Oxford: Claredon Press, 1990.

CUNHA, C. M. L. *Cartografia Geomorfológica em áreas litorâneas*, 2011. Tese (Doutorado em Geomorfologia) - Departamento de Geociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo.

CUNHA, C. M. L., SOUZA, T. A., Cartografia Geomorfológica em Áreas Litorâneas: Uma discussão das possibilidades e dificuldades no cenário brasileiro. In: VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: < <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cenira>> Acesso em: janeiro de 2017.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A cartografia do relevo: Uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 4, nº1, 2003. Disponível em:< http://ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2003/Revista4-1_Artigo01_2003.pdf>. Acesso em: janeiro de 2017.

DEMEK, J. Manual of detailed geomorphological mapping. Praga: Academy of Sciences, 1972.

DUARTE, M.P.; PARAGUASSU, L.; BARROS, A.C.L.; SAADI, A. Erosão na Zona da Mata mineira: condicionantes naturais e efeitos antrópicos. VIISINAGEO, Recife, 2010. Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/9/8.pdf>> Acesso em: fev. 2018.

FARIA, M. M. Compartimentação Geomorfológica e Morfometria da Bacia do Rio Pomba, MG/ RJ.. 2009. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009. Disponível em:<<http://www.novoscursos.ufv.br/graduacao/ufv/geo/www/wp-content/uploads/2013/08/Maola-Monique-de-Faria.pdf>>. Acesso em: Outubro 2017.

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

FLORENZANO, T. G.; CSORDAS, S. M. Mapa geomorfológico da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo. São José dos Campos: INPE, 1993, escala 1:250.000 (INPE – 5531-PRP/179).

GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. Geomorfologia. In: *Projeto Radambrasil*, Brasília: DNPM, 1983. v. 32, p. 305-3

GUERASIMOV, J. Problemas metodológicos de la ecologización de la ciência contemporânea. La sociedade y el médio natural. Moscou: Editora Progresso, 1963.

GUERRA, A. T. 1972. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia.

GUSTAVSSON M. Development of a detailed geomorphological mapping System ans GIS Geodatabase in Sweden. Dissertation: Uppsala Universitet, Sweeden, 2006. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:169150/FULLTEXT01.pdf>> Acesso em: janeiro de 2017.

HEILBRON, M., VALERIANO, C.M., VALLADARES, C.Y., MACHADO, N. A orogênese no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil *Revista Brasileira de Geociências*, 25(4):249-266, dezembro de 1995. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11534/10988>> Acesso em: Fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Fund. IBGE, Manual técnico da Vegetação Brasileira. Coordenação de Recursos Natural e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Geomorfologia. Manuais Técnicos em Geociências, n.5, Rio de Janeiro, 1995.

INTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo, 1981. V.1/2 (Relatório nº15388).

KING, L. A geomorfologia do Brasil oriental. Rev. Bras. Geogr., vol. 18, n.2, 1956,

p. 147-265. Disponível em: <
https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1956_v18_n2.pdf
> Acesso em: fev. 2018.

KOHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Volume 2, Nº 1, 2001. Disponível em: <
http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2001/Revista2_Artigo02_2001.pdf> Acesso em: janeiro de 2017.

MARENT, B. R.; VALADÃO, R. C. Compartimentação Geomorfológica dos Planaltos Escalonados do Sudeste de Minas Gerais – Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. V.16, nº2 (2015). Disponível em: <
<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/634/461> > Acesso em: Fev. 2018.

MARQUES NETO, R. O horst da Mantiqueira Meridional: Proposta de compartimentação morfoestrutural para a porção mineira. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.18, n.3, p.561-577, jul./set. 2017. Disponível em: <
<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1118> > Acesso em: Fev. 2018.

MARQUES NETO, R., ZAIDAN, R. T., MENOR JUNIOR, W. Mapeamento Geomorfológico do Município de Lima Duarte (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.16, n.1, p.123-136, Jan./Mar. 2015. Disponívem em: <
<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/641> > Acesso em Fev. 2018.

MESCERJAKOV, J. P. Lês Comcepts de morphostructure et de morphostructure: um nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. *Annales de Géographie*, 77 années, n. 423, 1968.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF-23 – Vitória/Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983.

NUNES, B. A.; RIBEIRO, M. I de C.; ALMEIDA, V. J.; NATALI FILHO, T. Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 113p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.5).

OLIVEIRA, L. A. F. *A dinâmica fluvial quaternária e a configuração do modelado do relevo no contato entre a depressão do rio Pomba e o Planalto de Campos das Vertentes – Zona da Mata de Minas Gerais*. 2012. 223pg. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/IGCC-9QJT47> >
 Acesso em Fev. 2018.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Cartografia do relevo: um estudo aplicado na região oeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 8, n. 2, 2007, p. 37-44. Disponível em: <
<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/91> > Acesso em: Fev. 2018.

PENCK, W. *Morphological analysis of land forms*. London: Macmillan and Co. 1953.

PEREIRA, T.T.C.; ALMEIDA, C.C.; FARIA, A. L.L.; Estratos geomorfológicos e formação dos terraços nas paisagem da Zona da Mata de Minas Gerais. In: ASSIS, A. A. F.; FARIA, A. L. L. (organizadores). *Tempo, lugar, conhecimento: Geografia e História*. Viçosa, Minas Gerais, Edição dos autores, 2016.

PINTO C. P.; SILVA M. A. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*. CODEMIG/CPRM, 2014.

PIRES NETO, A.G. *As abordagens sintético-histórica e analítico- dinâmica: uma proposição metodológica para a geomorfologia*. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFLCH-USP. São Paulo, 1992.

PONÇANO, W. L; CARNEIRO, C. D. R; BISTRICHI, C. A; ALMEIDA, F. F. M; PRANDINI, F. L. *Mapa geomorfológico do estado de São Paulo*. Vol. 1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. 94p

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. IG-USP. 1989. Disponível em: <
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-18032013-105507/pt-br.php> > Acesso em: Fev. 2018.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. São Paulo, Contexto, 1991.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, FFLCH – USP, n.6, 1992. Disponível em: <
<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108> > Acesso em: Fev. 2018.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIA-Rimas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.) Geomorfologia e Meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

SILVA, Q. D. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. 2012. 248 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101458>>.

SILVA, T. P.; MELLO C.L. Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil). *Revista do Instituto de Geociências-USP*. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 95-111, abril 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/27499> > Acesso em: Fev. 2018.

SOUZA, A. O.; Mapeamento geomorfológico de detalhe da carta de Belo Jardim-PE: Uma Análise a partir dos padrões morfométricos do relevo. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SOUZA, L. H. 2006. *Representação gráfica de feições lineares do relevo: Proposta de aplicação de simbologia linear digital na Cartografia geomorfológica*. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

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

TORRES, F. T. P. ; MARQUES NETO, R. ; MENEZES, S. O. . *Introdução à geomorfologia*. 1°. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 322p.

UFV - CETEC - UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 27 de julho de 2016.

VALADÃO, R. C. Evolução de longo termo do relevo do Cráton do São Francisco (denudação, paleosuperfícies e movimentos crustais). 1998. 343pg. Tese (doutorado) – UFBA, Salvador, 1998.

VALVERDE, O. *Estudo Regional da Zona da Mata, de Minas Gerais*. Rio de Janeiro: IBGE, 1958. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1958_v20_n1.pdf > Acesso em: Fev. 2018.

VERSTAPPEN, H.Th. VAN ZUIDAM, R.A. ITC system of geomorphologic survey: ITC textbook of photo – interpretation. Use of Aerial Photographs in Geomorphology by: Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede. v.7, ed.3, 1975.