

**Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

Carolina Campos Eduardo

**Cartografia Geomorfológica Comparada: aplicações no município de Juiz de
Fora (MG) como subsídio ao planejamento**

**Juiz de Fora
2018**

Carolina Campos Eduardo

Cartografia Geomorfológica Comparada: aplicações no município de Juiz de Fora (MG) como subsídio ao planejamento

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 para obtenção do título de Mestre em Geografia.

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)

Eduardo, Carolina Campos.

Cartografia Geomorfológica Comparada : aplicações no município de Juiz de Fora (MG) como subsídio ao planejamento / Carolina Campos Eduardo. – 2018.

156 f. : il.

Orientador: Roberto Marques Neto

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

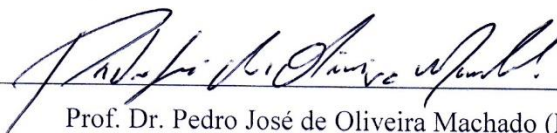
1. Cartografia Geomorfológica. 2. Mapeamento Geomorfológico. 3. Sistema de Informação Geográfica. 4. Município de Juiz de Fora. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Título.

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA COMPARADA: APLICAÇÕES
NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA (MG) COMO SUBSÍDIO AO
PLANEJAMENTO

CAROLINA CAMPOS EDUARDO

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(a) em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05 / 02 / 2018



Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



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



Prof.ª Dr.ª Telma Mendes da Silva (Membro Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

À memória da minha avó, que tive o privilégio de chamar de mãe.

Aos meus pais, pela vida.

Ao *Jonielis*, por ser meu porto seguro.

À *Luiza*, por compor as melhores notas do que é felicidade nas nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, mostrando em cada detalhe, o seu amor na minha caminhada. A vida, por ensinar a vencer o luto em perder minha amada avó-mãe durante o mestrado.

Ao ser humano mais iluminado e inspirador, que tenho o privilégio de chamar de meu amor: Jonieldis. Sua participação foi extremamente importante em todas as etapas desse projeto, acreditando e potencializando a realização do mesmo, com amor, companheirismo e paciência infinita. À Luiza, minha filha, pelas inúmeras vezes em que dizia: *mamãe, eu te amo*. A vocês dois, meus alicerces, agradeço por compreenderem a minha ausência. Amo vocês!

Aos meus pais, por me ensinarem, que antes de um profissional, é preciso existir um ser humano com fé e humildade. Aos meus cunhados queridos, Ana Débora e Miltinho, pelo apoio em todas ocasiões nessa jornada. A Luiza a Laura, minhas sobrinhas amadas que tornaram o cotidiano da Luiza mais leve na minha ausência. A toda minha família, muito obrigada por torcerem por mim!

Ao meu estimado orientador professor Dr. Roberto Marques Neto, maior responsável pela minha formação acadêmica, por sua orientação, ética, seriedade e incentivo aos estudos das paisagens. Meu muitíssimo obrigada.

Aos professores Dra. Telma Mendes da Silva e Dr. Pedro José de Oliveira Machado, por aceitarem em participar da banca Examinadora.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, em especial a professora Dra. Cássia de Castro Martins Ferreira, fonte de inspiração para minha vida acadêmica e pessoal, aos professores Dr. Miguel Fernandes Felipe pelo incentivo e contribuições magníficas na realização desse trabalho e ao professor Dr. Ricardo Tavares Zaidan, pela utilização do espaço do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA). A minha querida professora Elen Pinheiro, pela amizade sincera e pelos inúmeros livros emprestados.

Aos anjos enviados como amigos: Juliana Moreira, Felipe Pacheco e Rômulo Montan, que compartilharam do seu conhecimento, auxiliando pacientemente e tornando muitos passos executáveis nesse trabalho. Aos amigos Derik Paiva, Ane Elyse Fernandes, Valéria Malta, pela torcida e apoio na realização desse trabalho. Em

especial, agradeço as amigas, que ganhei no caminho do mestrado, Laís e Gislaini, por tornarem leve a jornada com conversas, risadas e carinho!

Aos amigos: Flaviane Jacob, Camila Bonsanto, Letícia D'Agosto, Karina Conrado, Raquel Russi, Renan Tristão, Rodolfo Villela, Herbert Geraldo, Ralf Duque e a todos aqueles que não foram citados, mas que emitiram energias positivas!

Ao amigo Fabrício Loures, por sua disponibilidade e paciência em ensinar, fornecimento de informações para a execução de dados. A Prefeitura de Juiz de Fora pela concessão das bases cartográficas, imagens aéreas e documentos técnicos necessários.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão integral da bolsa de mestrado.

*“Confia no Senhor as tuas obras, e os teus
desígnios serão estabelecidos”*

Provérbios 16:3

RESUMO

A confecção dos mapas geomorfológicos, em consonância com os aspectos morfoestruturais e morfoesculturais conduz aos estudos efetivos sobre a integração da paisagem, direcionando o uso do mapa em trabalhos, como os de regionalização e questões sobre o planejamento ambiental nos assentamentos urbanos. Efetivamente, ao mapa geomorfológico atribui-se às expressões de cunho genético, morfométrico, morfográfico, cronológico e a dinâmica dos processos decorrentes da atuação climática ao longo tempo. Pela complexidade, de informações que cumpre o trato do levantamento geomorfológico, seu registro cartográfico ainda encontra entraves para uma normatização de procedimentos ou simbologias no roteiro de produção final da carta geomorfológica. Desse modo, ampliando o debate das metodologias e técnicas, o presente trabalho confere a abordagem da cartografia geomorfológica aplicada ao município de Juiz de Fora, cujo relevo se insere nos domínios dos “mares de morros” das Serras da Zona da Mata. Apoiado nessa perspectiva, foi produzida uma carta geomorfológica e ainda a comparação desse documento com o mapa de morfologia existente para o município, bem como a pesquisa em trabalhos acadêmicos, que levantaram informações sobre o sistema geomorfológico local. A carta geomorfológica produzida, apoiada nos métodos e técnicas da cartografia de relevo, foi levada a efeito com adequações e resultou em um documento comunicativo iconográfica da simbologia, sendo assessorada pelos recursos gráficos com a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Com isso, os expedientes voltados para a elaboração das cartas desse gênero, contribuem para as discussões no tocante aos procedimentos metodológicos para a execução desse documento, e enfatiza a aplicação dos métodos aqui aplicados para o reconhecimento dos sistemas geomorfológicos de outras paisagens em domínios tropicais.

Palavras-chave: Cartografia Geomorfológica. Mapeamento Geomorfológico. Sistema de Informação Geográfica. Município de Juiz de Fora

ABSTRACT

The production of geomorphological maps, in consonance with the morphostructural and morpho-sculptural aspects, leads to effective studies on the integration of the landscape, directing the use of these maps in related studies, such as in those about regionalization and on issues concerning environmental planning in urban settlements. Effectively, genetic, morphometric, morphographic and chronological expressions are attributed to the geomorphological map, as well as the dynamics of the processes resulting from the climatic performance over time. Due to the complexity of information the geomorphological survey covers, its cartographic registry still finds obstacles to a standardization of procedures or symbologies in the production script of the final geomorphological chart. Thus, the present work grants the approach of geomorphological cartography applied to the municipality of Juiz de Fora, broadening the debate on methodologies and techniques. The relief of the mentioned municipality belongs to the domains of the "sea of hills" (chain of hills), on Zona da Mata region. Based on this perspective, a geomorphological chart was produced, as well as the comparison of this document with an existing map of morphology for the municipality. Applied research has been also carried out, in order to collect information about the local geomorphologic system. The geomorphological chart that has been produced, based on the methods and techniques of relief cartography, was carried out with adaptations and resulted in an iconographic communicative document of the symbology. The formatting of the legend component has been assisted by graphic resources using the Geographic Information System (Sistema de informação Geográfica - SIG). Hence, the efforts related to the elaboration of this type of chart contribute to the discussions regarding the methodological procedures for the production of this document and emphasize the application of the methods developed in this work for the recognition of geomorphological systems of other landscapes in tropical domains.

Keywords: Geomorphological Cartography. Geomorphological Mapping. Geographic Information System. Municipality of Juiz de Fora.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Representação dos símbolos utilizados na cartografia geomorfológica.....	28
Figura 2 –	Proposta de análises morfométricas no projeto Radambrasil	40
Figura 3 –	Interpretação das feições de relevo, pela imagem de radar para o levantamento geomorfológico do Estado de São Paulo	45
Figura 4 –	Hierarquia dos Fatos Geomorfológicos	47
Figura 5 –	Bloco diagrama explicativo do cálculo de desnivelamento altimétrico.....	48
Figura 6 –	Plataforma de acesso ao mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro ¹ , elaborado por Silva (2002)	51
Figura 7 –	Representação esquemática das unidades taxonômicas propostas por Ross.....	54
Figura 8 –	Cartografia geomorfológica sistemática apresentada na escala de 1/25.000, considerando os padrões de relevo	57
Figura 9 –	Proposta de símbolos para a legenda única proposta por Gustavsson e Kolstrup (2009).....	59
Figura 10 –	Mapa geomorfológico na escala 1 /5.000	60
Figura 11 –	Mapa geomorfológico na escala 1/25.000	61
Figura 12 –	Caixa de ferramenta para execução do georreferenciamento	64
Figura 13 –	Mosaico das folhas topográficas para o município de Juiz de Fora	66
Figura 14 –	Composição da legenda alfanumérica	67
Figura 15 –	Recorte da carta topográfica e dos polígonos da morfologia	70
Figura 16 –	Tela de abertura para a geração da base de declividade	72
Figura 17 –	Fluxograma ilustrativo dos principais passos metodológicos adotados	74
Figura 18 –	Mapa de localização da área de estudo	77

Figura 19 – Classes hipsométricas do município de Juiz de Fora	82
Figura 20 – Classes de declividade do município de Juiz de Fora	83
Figura 21 – Unidades geológicas do município de Juiz de Fora.....	85
Figura 22 – Temperatura média para os meses de inverno na série 1974-2014....	86
Figura 23 – Temperatura média para os meses de verão na série 1974-2014.....	86
Figura 24 – Bacias hidrográficas do município de Juiz de Fora.....	88
Figura 25 – Cobertura pedológica do município de Juiz de Fora.....	90
Figura 26 – Uso e cobertura da terra no município de Juiz de Fora	92
Figura 27 – Planta cadastral elaborada por Halfeld no séc. XIX.....	94
Figura 28 – Planta elaborada por Gustavo Dodt (1860), com marcações dos principais pontos na cidade de Juiz de Fora.....	95
Figura 29 – Plano de remodelação e extensão da cidade de Juiz de Fora.....	97
Figura 30 – Representação parcial da compartimentação de relevo no Mapa de morfologia	106
Figura 31 – Mapa de Morfologia proposto na revisão do Plano Diretor Participativo	107
Figura 32 – Compartimentação geomorfológica de Juiz de Fora	110
Figura 33 – Representação do mapa de geomorfologia para área urbana de Juiz de Fora, com sua respectiva legenda	112
Figura 34 – Vista parcial da planície fluvial (Apf) nos arredores de Valadares, às margens da BR-267	115
Figura 35 – Planície fluvial (Apf).....	116
Figura 36 – Recortes parciais do rio do Peixe.....	117
Figura 37 – Vista parcial do sistema gráben/horst.....	118
Figura 38 – Vista parcial do minigráben do rio Paraibuna	119
Figura 39 – Feições de relevo em dissecação homogênea.....	122
Figura 40 – Vista parcial de uma colina com vertentes com cortes para uso residencial e topo arredondado com preservação de mata	122

Figura 41 – Representações de feições em morros	124
Figura 42 – Vista parcial de morros com encostas suavizadas, nas proximidades do córrego Sarandira.....	125
Figura 43 – Modelado de dissecação em controle estrutural (DE), com focos de erosão	126
Figura 44 – Vista parcial do horst representado pela DEse (Morro do Cristo)	127
Figura 45 – Perfil topográfico A-A'	129
Figura 46 – Perfil topográfico A-A" e sua localização no município de Juiz de Fora, apresentado pelos aspectos morfológicos	129
Figura 47 – Mapa Geomorfológico de Juiz de Fora (MG).....	131
Figura 48 – Legenda do mapa geomorfológico de Juiz de Fora (MG)	132
Figura 49 – Representação da legenda no Mapa de Morfologia	133
Figura 50 – Recorte parcial da legenda do Mapa Geomorfológico de Juiz de Fora	134
Figura 51 – Primeira comparação entre os mapeamentos geomorfológicos	136
Figura 52 – Segunda comparação entre os mapeamentos geomorfológicos	138
Figura 53 – Recorte parcial das cartas geomorfológicas.....	140
Figura 54 – Alguns pontos de encachoeiramentos e corredeiras no município de Juiz de Fora	141
Figura 55 – Processos erosivos desencadeados pelas atividades antrópicas.....	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características presentes nos mapas geomorfológicos.....	31
Quadro 2 – Principais propostas de mapas geomorfológicos na Europa	33
Quadro 3 – Estruturação da legenda apresentada no projeto Radambrasil	41
Quadro 4 – Conjunto de sistemas de relevo	44
Quadro 5 – Classes de desnivelamento altimétrico com representação do perfil topográfico/significado geomorfológico correspondente ao desnivelamento altimétrico	50
Quadro 6 – Classificação para a dimensão interfluvial e o aprofundamento da drenagem.....	69
Quadro 7 – Organização das etapas de trabalhos auxiliares no levantamento geomorfológico de Juiz de Fora	73
Quadro 8 – Setores do Relevo pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHJF	Arquivo Histórico de Juiz de Fora
Apa	Planícies alveolares
Apf	Planície fluvial
Apfla	Planície fluvial antropogênica associada a terraço
Apft	Planície fluvial associada a terraços
Arc	Rampas de Colúvios
COMDEMA	Conselho Municipal de Meio Ambiente
CPRM/SGB	Companhia de Pesquisa de Recurso Mineira /Serviço Geológico do Brasil
CREAMG	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais
CSIRO	Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Commonwealth (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)
Dc	Colinas
Dcmr	Colinas e Morrotes
DEcrf	Cristas Reafeiçoadas
DEcrm	Cristas estruturais e morros alinhados
DEse	Cristas e escarpas herdadas de falhas
Dm	Morros
Dma	Morros de topos aguçados
Dme	Morros com encostas suavizadas
Dmfd	Morros Fracamente Dissecados
Dmmd	Morros Medianamente Dissecados
Dmmr	Morros e Morrotes
Dmpd	Morros Profundamente Dissecados
Dmr	Morrotes
Dmrc	Morrotes e Colinas
Dmtmr	Morros de topos tabulares e morrotes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GBD	Geodatabase

GPS	Sistema de Posicionamento Global
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPPLAN/JF	Instituto de Pesquisa e Planejamento
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MPRJ	Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDP/JF	Plano Diretor de Juiz de Fora
SEPLAG/JF	Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SLAR	Side Looking Radar
TIN	Rede Irregular Triangular (Triangulated Irregular Network)
UGI	União Geográfica Internacional
WGS 84	Sistema Geodésico Mundial (World Geodetic System)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2	OBJETIVOS	23
1.2.1	Objetivo geral	23
1.2.2	Objetivos específicos	23
2	O DESENVOLVIMENTO DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: CONSIDERAÇÕES SOBRE A SUA INSERÇÃO NA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA	25
2.1	PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS DE JEAN TRICART	34
2.2	O MÉTODO DO PROJETO RADAMBRASIL	37
2.2.1	Primeira fase	38
2.2.2	Segunda fase	39
2.2.3	Terceira fase	40
2.2.4	Quarta fase	42
2.2.5	O método do Instituto de Pesquisa Tecnológica e o método de Ponçano et al.	43
2.2.6	O método do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e o método de Nunes et al.	46
2.2.7	O método de Meis, Miranda e Fernandes e o método de Silva	47
2.2.8	O método de Ross	52
2.2.9	O método de Dantas	54
2.2.10	Procedimentos metodológicos da emergente escola escandinava	58
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	63
4	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA	76
5	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS LEGISLATIVOS PRESENTES NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA E SUAS RELAÇÕES COM O SISTEMA GEOMORFOLÓGICO	93
5.1	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE JUIZ DE FORA	93
5.2	OS CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS NO PLANO DIRETOR ..	102

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO: A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA COMPARADA	114
6.1	A CARTA GEOMORFOLÓGICA DE JUIZ DE FORA: OUTRA PROPOSIÇÃO	114
6.2	DISCUSSÃO COMPARADA: DIFERENTES CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS NA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA	133
7	CONCLUSÕES	144
	REFERÊNCIAS	148

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O conhecimento dos fenômenos espaciais, compreendidos por sua distribuição e formas manifestadas na superfície terrestre, permeiam as práticas da análise geomorfológica, conferindo a interpretação e expressão das feições de relevo (GOULART, 2001).

Essa interpretação foi realizada, por séculos, através de distintas técnicas simbolizadas por hachuras, no séc. XVIII, e curvas de nível, desde o séc. XIX, que permitiram classificar, as informações morfológicas e morfográficas do relevo, mesmo de modo incipiente, pois não asseguravam as informações sobre a origem, os processos de evolução e a cronologia das feições mapeadas (KLIMASZEWSKI, 1982).

A contribuição mais significativa para a produção do mapeamento geomorfológico surge com o advento dos mapas geológicos e a padronização do seu sistema de legenda, subsidiando a confecção do mapa geomorfológico de Siegfried Passarge, em 1914, na escala de 1/50.000, para a Alemanha, provavelmente o mapa mais remoto, desse tipo, do qual se tem conhecimento na cartografia geomorfológica (VERSTAPPEN, 2011).

Até a realização do Congresso da União Geográfica Internacional (UGI), em 1956, a cartografia geomorfológica internacional se apresentava diversificada em seu conteúdo e nas formas de representação na França, no Japão, na Polônia, em Portugal e na, então, União Soviética. Assim, após a criação de uma subcomissão para o tratamento da cartografia geomorfológica, a ciência geomorfológica assiste a uma série de estudos, dos quais destaca-se a contribuição francesa, com publicações de cartas para Senegal, França e América do Sul, realizadas por Jean Tricart, Fernand Joly, André Journaux e Yvete Dewolf (COLTRINARI, 2012).

No Brasil, o amparo oferecido pelos pesquisadores franceses como Pierre Deffontaines, Emmanuel de Martone e Francis Ruellan, foi capaz de influenciar a produção da geomorfologia, com a expansão dos cursos de geografia em centros de estudos onde foram produzidas monografias regionais, dentre as quais emergem as

obras do geógrafo Aziz Ab'Sáber, um dos autores brasileiros mais relevantes para reconstrução interpretativa sobre o relevo e sua gênese (NIEMANN; VITTE, 2009).

Nesse viés, o embasamento teórico da ciência geomorfológica, ao direcionar os expedientes de trabalho no campo da cartografia geomorfológica, foi proposto por Ab'Sáber (1969), que sugere o seguinte envolvimento do estudo: (1) compartimentação topográfica regional; (2) estrutura superficial das paisagens, através das suas expressões genéticas e cronológicas; e (3) fisiologia da paisagem, abarcando os processos contínuos da morfogênese. Segundo o autor, a qualidade da interpretação do relevo, pela ótica da cartografia, reflete no zelo pela representação dos fenômenos associados à compartimentação topográfica e às formas de relevo “[...] para que se deduzam fatos de ordem morfoclimática pela análise das assembleias regionais de fatos de vertente, dos vales e de interflúvios” (AB’SÁBER, 1969, p. 6).

Ab'Sáber (1969) afirma, categoricamente, que as cartas geomorfológicas precisam atender aos princípios, pois as mesmas são documentos que refletem o cenário da fisiografia regional pela integração dos componentes paisagísticos em questão. Sobre esses princípios, o autor os associa ao emprego da representação simbólica adequada e à nomenclatura geomorfológica no documento produzido. Enfaticamente, em suas palavras:

É assim que, por mais rica que seja a simbologia geológica e morfológica de uma carta em elaboração, se ela não for suficientemente capaz de deixar margem para a visualização da compartimentação e das formas de relevo que se associam na composição da paisagem morfológica, a ninguém será dado o direito de chamá-la de carta geomorfológica. (AB’SÁBER, 1969, p. 6).

Ab'Sáber (1969), no empenho dos seus estudos do território brasileiro com enfoque geomorfológico, amplia o roteiro de trabalhos nesse campo e recomenda a realização de representações gráficas em domínios paisagísticos oponentes, para que sejam gerados o acúmulo de legendas e informações gráficas para a caracterização do relevo brasileiro. A cartografia geomorfológica, incentivada aos pesquisadores por Ab'Sáber (1969), esforça-se em trazer sugestões para o desenvolvimento dos estudos das paisagens brasileiras em domínios de caatingas, cerrados, litorais e insere os domínios dos mares de morros como desafio na representação gráfica das feições de relevo.

Destarte, no campo da fixação de normas, Moreira (1969), em seu artigo apresentado na I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia, realizada em 1968 no Rio de Janeiro, alerta sobre o imprescindível estabelecimento de fundamentos mínimos para homogeneizar as publicações contidas nos atlas regionais. Segundo a autora, muitas das cartas geomorfológicas produzidas descrevem o relevo sem explicações sobre os aspectos apresentados.

Troppmair (1970), por sua vez, enfatiza ser a elaboração das cartas geomorfológicas o resultado da associação do trabalho de campo com imagens aéreas, cartas topográficas e bibliografia adequada, em uma abordagem na qual procura sistematizar e agrupar os processos modeladores e as formas topográficas resultantes, derivando na interpretação do relevo de modo adequado e coerente. Segundo Troppmair, a produção desse tipo de cartas, com o uso de elementos, “[...] que são definidos como sendo porções indivisíveis e cuja reunião compõe as formas [...]” (1970, p. 4), ao estruturar as formas do relevo em um sistema de planos, rupturas e curvas para sua representação gráfica, conduzem, muitas vezes, a uma leitura difícil dos atributos e dos símbolos, comprometendo a interpretação contundente da carta geomorfológica.

Conforme argumenta Argento (1995), os mapeamentos geomorfológicos ainda carecem de um padrão predefinido, seja no nível de escalas ou nas bases taxonômicas adotadas. Atentamente, o autor destaca o tratamento dado à legenda, cuja ordenação deve seguir de acordo com a perspectiva escalar, adotada: nas abordagens macroescalar em detalhe regional; mesoescalar, como os estudos sobre o contexto municipal e microescalar, onde as características locais encerram as discussões desse nível.

No tocante ao tratamento simbólico das cartas geomorfológicas, Cunha (2001) reitera sobre as propostas de normatização, que devem ser construídas com a leitura da paisagem coletivamente, a fim de almejar o maior número de informações, diante da variabilidade das formas e processos geomorfológicos.

A respeito das contribuições da cartografia geomorfológica na literatura brasileira, pioneiramente Moreira (1969) pondera sobre o fornecimento de base e orientação na continuidade das pesquisas geomorfológicas, na utilidade como critério de regionalização e na correlação com os demais campos dos estudos geográficos, em uma perspectiva multidisciplinar, para a execução dessas categorias de mapas.

Enaltecendo a funcionalidade dos mapeamentos desse gênero, Brunnsden (2003) insere a ciência geomorfológica como aquela capaz de fornecer suporte teórico, técnicas e abordagens metodológicas apropriadas para a promoção do debate das aplicações nas práticas do planejamento. De tal forma, que sirva de ampla prestabilidade aos geólogos, engenheiros, gestores e assessores jurídicos no desempenho de suas pesquisas e trabalhos, seja no meio acadêmico ou para a execução de obras de infraestrutura, implantação de vias de acesso ou estudos específicos envolvendo bacias hidrográficas.

Ampliando o debate sobre a operacionalidade das cartas geomorfológicas, Cunha (2011) argumenta se tratar de documentos indispensáveis ao mapeamento das formas, processos e depósitos na paisagem, pois sua representação certifica a eficiência da comunicação das informações analisadas, assim como os resultados evidenciados pelas interações entre os elementos. Entretanto, dentro do escopo que compreende a confecção da carta geomorfológica, Cunha e outros (2003) ressaltam a complexidade inerente na sistematização dos atributos necessários nesses modelos de mapas, envolvendo desde a adoção dos procedimentos metodológicos e técnicas cartográficas implantadas, até a formação do executor do produto final.

Sobre a produção de um mapa geomorfológico, Verstappen (2011) alega, em uma escala de detalhe, o quanto não simplesmente reduzir ou generalizar a diversidade de informações dadas pela morfometria, morfografia, morfogênese, morfodinâmica, cronologia e a gênese, mas o envolvimento coerente de uma abordagem escalar diferente, assegurando na produção de uma variedade de legendas nas diversas concepções emergentes da cartografia geomorfológica internacional.

Incrementando a pauta cartográfica, Knight e outros (2011) acrescentam que o conjunto de objetivos para o desenvolvimento do mapa geomorfológico, incluem preocupações com a escala de investigação, com as técnicas usadas e com os tipos de morfologias focados em um projeto, cujo encaminhamento ocorre por fases de preparação, condução e pós-mapeamento. Assim, tais fases, articuladas entre si, garantem a produção pertinente de um mapa geomorfológico.

Sobre a pluralidade das técnicas da cartografia para as feições de relevo e a simbologia aplicada para a representação dos aspectos geomorfológicos é disposta, na literatura internacional, uma gama de conhecimentos técnicos produzidos por

russos, poloneses, belgas, franceses e britânicos, conforme destacou Troppmair (1970).

Indubitavelmente, dentre as linhas da pesquisa geográfica ocidental, o canal de comunicação francês exerceu notória influência, especialmente na cartografia geomorfológica de detalhe, através da obra *Principes et Méthodes de la Géomorphologie*, publicada em 1965 pelo geógrafo Jean Tricart. O autor atribui à investigação para a elaboração das cartas geomorfológicas em detalhe, o avanço de métodos gráficos para sua representatividade, após a concepção da ciência geomorfológica. Nesse prisma, o autor assevera a presença dos fundamentos essenciais da morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia, e com relação aos materiais utilizados para a execução da carta, acrescenta a importância dos dados geológicos, estruturais, topográficos e do recurso das fotografias aéreas (TRICART, 1965).

Diante do conjunto de atributos a serem representados em uma carta geomorfológica e a complexidade exigida para essa organização, a cartografia geomorfológica no Brasil carece de padronização na representação da legenda dos mapas. Diante disso, propostas metodológicas adaptando e aglutinando enunciações distintas são recorrentes na literatura brasileira (TORRES; MARQUES NETO; MENEZES, 2012).

De maneira prévia, Florenzano (2008) também ressalta a inexistência de um método de caráter único e de nível internacional para o tratamento da cartografia apresentada nos mapas geomorfológicos, devido às dificuldades para a simbolização dos objetos de estudos no campo da ciência geomorfológica. Assim, quanto à normatização de procedimentos ou símbolos adotados, Cunha (2011) afirma categoricamente: “qualquer proposta de normatização deve ser construída coletivamente, pois tentativas individuais seriam incompletas ou parciais diante da variedade das formas e processo geomorfológicos [...]” (CUNHA, 2011, p. iv).

Em âmbito internacional, Gustavsson (2006) propugna o desenvolvimento das ciências computacionais, a partir da década de 1980, como ferramenta para a organização dos atributos geomorfológicos e, com isso, as técnicas em mapeamentos geomorfológicos avançaram na representação gráfica através da utilização de bancos de dados em ambiente virtual, lançando mão dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG). Nesse sentido, Gustavsson (2006) enfatiza o uso do SIG como uma excelente ferramenta capacitada em lidar com uma enorme quantidade de dados

espaciais, sendo uma opção na solução dos problemas diagnosticados na sistematização representativa das feições de relevo.

Diante da apresentação das problemáticas e discussões levantadas nesse breve preâmbulo sobre as temáticas referentes ao campo da cartografia geomorfológica, os questionamentos emergem para a ampliação das abordagens concernentes ao tema, conduzindo o propósito desse trabalho:

- *Como as pesquisas sobre a cartografia geomorfológica foram estruturadas, em termos de procedimentos metodológicos, para o conhecimento dos sistemas geomorfológicos do território brasileiro?*
- *Considerando que os mapas geomorfológicos são capazes de retratar a paisagem, a partir dos processos, materiais e formas das feições de relevo, como o desenvolvimento dos SIGs contribuiu para a organização simbólica dos mapas e auxiliou na flexibilização da apresentação dos atributos e símbolos na legenda?*
- *Quais os propósitos que a cartografia geomorfológica almeja com a construção de um mapa com variedade de elementos naturais e antrópicos a serem representados?*

Frente aos questionamentos apontados, torna-se necessário o empenho em revisões bibliográficas acerca do tema, para a compreensão da organização espacial da paisagem em um produto final, assim como a disseminação do mesmo.

Dessa forma, o presente trabalho levou a efeito a pesquisa em relação aos mapeamentos geomorfológicos existentes e propõe uma carta desse gênero para o município de Juiz de Fora. Para a organização da pesquisa, o trabalho foi estruturado em sete capítulos.

Desse modo, no primeiro capítulo, o de Introdução, é apresentado um breve cenário das implicações das técnicas da cartografia geomorfológica.

No segundo capítulo, de revisão bibliográfica, são apresentadas a evolução do pensamento cartográfico geomorfológico internacional e as repercussões no desenvolvimento da cartografia geomorfológica brasileira.

No terceiro capítulo são colocados os procedimentos metodológicos e técnicos para a execução do mapa geomorfológico proposto e dos demais produtos cartográficos associados.

No quarto capítulo realiza-se a caracterização da área de estudos, por meio dos componentes da geologia/litologia, geomorfologia, cobertura pedológica, aspectos climáticos e vegetação.

O quinto capítulo empenha-se na apresentação da construção do planejamento no município de Juiz de Fora, no tocante à inserção das pesquisas sobre os aspectos do sistema geomorfológico do município.

O capítulo sexto apresenta os resultados encontrados a partir da apresentação da carta geomorfológica produzida e comparada ao mapa de morfologia, produzido para a atualização do Plano Diretor do município.

O capítulo sétimo trata das considerações finais acerca do trabalho desenvolvido frente aos desafios da cartografia geomorfológica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo principal interpretar o sistema geomorfológico em Juiz de Fora em seus aspectos genético-evolutivos e dinâmicos a partir da cartografia geomorfológica comparada.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os componentes naturais do meio físico e as interações com os processos de assentamentos humanos, manifestados nas distintas formas de uso da terra;
- Fazer um estudo comparativo e discutir os procedimentos metodológicos inerentes à cartografia geomorfológica, propondo aprimoramentos de cunho metodológico;

- Demonstrar e discutir a aplicabilidade e importância da cartografia geomorfológica no planejamento e gestão territorial.

2 O DESENVOLVIMENTO DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: CONSIDERAÇÕES SOBRE A SUA INSERÇÃO NA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA

A geomorfologia estuda as formas da superfície terrestre, sua distribuição e suas relações mutuas, sua origem e sua evolução passada e atual. (COLTRINARI, 2011, p. 122)

De acordo com Coltrinari (2011), a concepção da cartografia geomorfológica detalhada surge com os estudos de S. Passarge, em 1914. Os mapas geomorfológicos de Passarge, desenvolvidos no *Morphologischer Atlas*, foram publicados em escala de 1/50.000 e continham como princípios básicos mapeados o reconhecimento topo-orográfico com vegetação, a declividade das vertentes, as formas dos vales, a geologia e a estratigrafia, a resistência física, a resistência química, a petrografia e o desenvolvimento do relevo.

Preliminarmente, na ciência geomorfológica, a geologia exerceu grande influência nos estudos das formas constituintes da superfície terrestre, enfatizados por Passarge (1931), que reúne características de morfografia, de morfologia geológica e da morfologia fisiológica na geomorfológica, a partir das ações das forças geológicas.

Com a difusão do método davisiano os geógrafos da época colocaram as concepções de abordagem da paisagem proposta em 1914 por Passarge, com pouca ênfase na concepção dos estudos cartográficos. Com isso, nos encaminhamentos das abordagens geomorfológicas, foram congregadas pesquisas descritivas das formas de relevo mais destacadas, sem um estudo integrativo dos outros setores dessas formas. Esse modelo de compreensão de estudo conduziu, conforme destacado por Klimaszewki, “[...] estudos que não ofereciam suporte para o conhecimento da evolução do relevo ou para uso prático, já que não procuravam correlações entre formas isoladas ou conjuntos específicos” (KLIMASZEWSKI apud COLTRINARI, 2012, p. 123).

No âmbito da produção de mapas geomorfológicos no século XX, estavam os países como Polônia, ex-União Soviética, França, Alemanha e Hungria, gerando uma pluralidade de concepções acerca da temática. A importância das cartas geomorfológicas assume cadeira de discussão durante o 18º Congresso Internacional da União Geográfica, realizado no Rio de Janeiro em 1956. Klimaszewski (1982) menciona os trabalhos *Cartes géomorphologiques*, do autor A. Annaheim, e *The*

Principles of geomorphological mapping in Poland, de M. Klimaszewski, apresentados no evento, como sendo aqueles que evidenciaram a necessidade de discutir sobre a padronização na cartografia geomorfológica.

Antecipadamente, Klimaszewski (1963) já alertava sobre a concepção dos mapas geomorfológicos amparada pela unificação de princípios recomendados para sua construção, no âmbito de debates das distintas condições atuantes de clima e estrutura geológica. Nesse sentido, foi criada a Subcomissão de Cartografia Geomorfológica na plenária do XIX Congresso Internacional de Geografia, em Estocolmo, 1960, cujos objetivos destacavam a introdução do método de levantamento sob os pontos de vista qualitativos e quantitativos, a adoção de concepção e de princípios uniformes, a fim de assegurar a comparabilidade e, também, fornecer um retrato do relevo enquanto constituinte importante da paisagem, com uso racional associado as discussões no campo da geografia.

No rol das discussões referentes às informações fundamentais da cartografia geomorfológica, complementaram-se a comunicação do professor Bakker (1963) enunciada sobre a temática à Subcomissão, com a introdução de questionamentos acerca do que deveria ser incluído nesses tipos de mapas e como colocar em vigor os critérios para a representação dos principais elementos geomorfológicos em um documento resolutivo. Desse modo, Bakker (1963) reconhece a pluralidade das diferentes concepções morfológicas e morfográficas apresentadas nos mapas, contudo recomenda um compromisso por parte daqueles empenhados em lançarem-se a essa formatação da perspectiva cartográfica, embasados em cinco princípios enumerados como: (1) caracterização morfológica, (2) interpretação da gênese morfológica, (3) datação, (4) característica do substrato e (5) cobertura sedimentológica e pedológica. Para Bakker (1963), esses são os princípios prevaletentes nos levantamentos geomorfológicos, considerando a escala do mapa, o objetivo do emissor e o equipamento disponível para realização da pesquisa.

O desenvolvimento das técnicas e dos procedimentos cartográficos no campo da geomorfologia esteve consorciado com o crescimento da própria ciência ao longo da sua formação epistemológica. Assim, de acordo com Vitte (2010), o pensamento geomorfológico esteve pautado em pelo menos, duas grandes linhas de pesquisas, dadas pela *Linhagem Epistemológica Americana* e pela *Linhagem Epistemológica Alemã*.

A concepção americana associa-se aos trabalhos de William Morris Davis, especialmente ao clássico artigo *The Geographical Cycle*, obra publicada em 1899 que exerceu exaustiva influência entre os países de línguas inglesa e francesa, na qual postulava o surgimento do relevo como função da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo (ABREU, 2003). Segundo Christofolletti (1980), a teoria do ciclo de erosão foi aplicada em um modelo evolutivo em áreas de clima temperado úmido e as observações das formas da paisagem poderiam ser compreendidas por ciclos ou fases sucessivas antropomórficas de juventude, maturidade e senilidade.

Já o pensamento alemão esteve intrinsecamente relacionado aos trabalhos de naturalistas que referenciavam as obras de Kant, Goethe e Humboldt. Segundo Abreu (2003) as heranças naturalistas “[...] imprimiram um direcionamento mais para a observação e análise dos fenômenos em uma fase onde a geomorfologia se relacionava intensamente com a petrografia, química do solo, hidrologia e climatologia” (ABREU, 2003, p. 57).

Entre essas vertentes apresentadas, o ciclo de erosão davisiano foi amplamente difundido nos estudos geomorfológicos da paisagem, contudo Ab’Sáber (1969) já caracteriza esse modelo como aquele que trouxe entraves na realização de empenhadas pesquisas referentes às fisionomias em climas tropicais e, conseqüentemente, na abordagem cartográfica inerente às especificidades dessas paisagens.

Desse modo, Ab’Sáber (1969), ao mencionar trabalhos de autores como Azevedo (1949), Denis (1927), Freitas (1951), Guimarães (1943) e Schmieder (1932), que amplamente refletiram perspectivas alusivas ao estudo macro e meso da compartimentação topográfica, também emprega enfaticamente a dificuldade na representação das feições de relevo nos mapeamentos realizados até então.

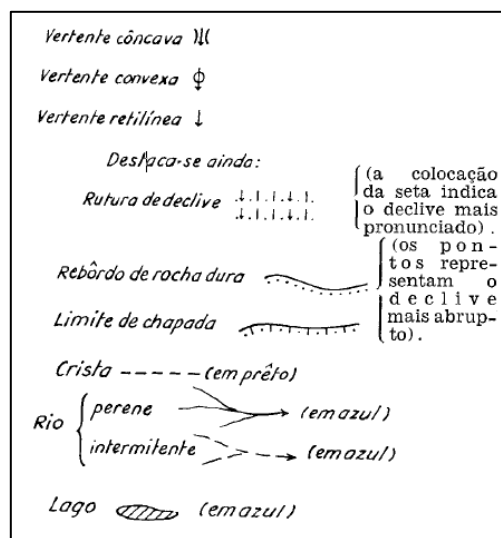
Segundo Ab’Sáber (1969), os mapas norte-americanos feitos no período de 1935 à 1955 contemplaram, de forma inicial, uma fase de mapeamentos do relevo da realidade que reproduzia recursos de desenhos despreocupados com os aspectos fisiográficos das áreas em questão, caracterizada por técnicas de execução de mapas estendidas para as demais áreas montanhosas de outros continentes e, assim, conduzia a uma generalização do estudo e da técnica aplicada.

No desenvolvimento da cartografia geomorfológica Preston James, em 1942, propôs, para o Brasil, a técnica de croquis desdobrados para ilustrar os

principais temas geográficos nas regiões brasileiras. Esse procedimento foi adotado pelo Conselho Nacional de Geografia na elaboração de conjuntos de mapas com dados de relevo, clima, vegetação, distribuição, população dentre outras informações levantadas.

Posteriormente, no incremento dos métodos relacionados à cartografia geomorfológica, os trabalhos de Francis Ruellan (1943, 1949, 1950) se destacaram fortemente na iminência da formação do meio acadêmico no Brasil. Ao longo da sua experiente carreira Francis Ruellan trabalhou no Japão, Norte da China. Durante a Segunda Guerra Mundial, veio para o Brasil, atuando como professor no curso de Filosofia na Universidade do Rio de Janeiro e em São Paulo, no ensino de métodos laboratoriais e pesquisas de campo para os estudos geomorfológicos. Dentre as técnicas aplicadas pelo geógrafo francês, está incluída a representação ilustrativa das geoformas, através de blocos diagramas e cartas geomorfológicas, com o uso de fotografias aéreas para o levantamento detalhado do relevo. Barros (1964) coloca Francis Ruellan como o principal difusor da simbologia das cartas geomorfológicas no Brasil, que expressava as formas de relevo por meio de representações gráficas. A título de ilustração, a Figura 1 mostra a representação de uma hipotética vertente, conforme Ruellan estabeleceria.

Figura 1 – Representação dos símbolos utilizados na cartografia geomorfológica



Conseqüentemente, com os esforços empreendidos para os desdobramentos da abordagem da cartografia geomorfológica no campo da ciência geográfica nacional, sobressaem os trabalhos cartográficos e geomorfológicos produzidos por Olga Cruz e Margarida Penteadó. Para Ab'Sáber (1969), suas contribuições “[...] garantem-nos que, de uma vez por todas, foi introduzida a técnica das cartas geomorfológicas detalhadas, com a utilização extensiva de fotografias aéreas, e sob a bandeira de uma metodologia flexível e criativa” (AB’SÁBER, 1969, p. 5).

A fim de ampliar os levantamentos geomorfológicos e a sua cartografia no Brasil, Ab'Sáber (1969) publica em 1964 e 1967 versões propositivas de mapas que tinham o objetivo de aperfeiçoar os conhecimentos de compartimentação topográfica por meio de uma abordagem morfoclimática, estabelecendo domínios morfoclimáticos brasileiros.

Sobre o desenvolvimento da ciência geomorfológica, Coltrinari (2012) expõe como a variedade espaço-temporal das feições da superfície terrestre despertaram interesse nos estudiosos da ciência geomorfológica, no encadeamento da formação histórico-genético dos conjuntos de formas e materiais, bem como a relevância da descrição e a classificação de seus objetos de estudo. Nesse sentido, os procedimentos descritivos e classificatórios emergem como procedimentos para o levantamento quantitativo das feições de relevo, como as técnicas de análise morfométrica.

Tricart (1965) realça o método gráfico e sua utilidade nas pesquisas do relevo referentes às cartas geomorfológicas, entretanto muitos pesquisadores não relacionam suas pesquisas aos aspectos morfométricos com àquele meio para o levantamento detalhado, imprescindíveis na execução desse tipo de mapa. Elucidando a questão, o autor pontua o trabalho desenvolvido por Chorley, para a bacia de Paris, determinando o esboço evolutivo das fases da morfogênese e os tipos de formas originárias na área em estudo. Conclui que a carta produzida nessas condições, não se constituía em um trabalho original de cartografia, mas se tratava de um trabalho com expediente didático, sem o estabelecimento dos protocolos para a confecção do mapa geomorfológico em si.

A publicação da carta geomorfológica requer a explicação dos critérios utilizados para o reconhecimento do relevo ou, muitas vezes, há a necessidade de correlações com os dados morfométricos ou sedimentares na discussão dos principais

problemas a partir do observado em campo. Nesse sentido, o mapeamento cartográfico não se resume em apenas uma representação gráfica dos componentes do relevo, mas na realização de uma pesquisa detalhada e precisa.

Ampliando o entendimento dos critérios referentes às análises da paisagem, Penteado (1983) explica que o interesse pelo estudo dos processos atuantes na superfície terrestre ganha destaque na análise precisa das formas de relevo, conduzindo a metodologias quantitativas. Assim, segundo a autora:

Para o estudo dos fatos geomorfológicos assim colocados, a moderna Geomorfologia deve descrever, classificar e explicar racionalmente, com o auxílio de uma metodologia e técnicas, cada vez mais aprimoradas, por vezes tomadas de empréstimo de outras ciências naturais conexas. (PENTEADO, 1983, p. 2).

Logo, para Penteado (1983), a multidisciplinaridade da geomorfologia advém da derivação das ciências incumbidas de descrevem a superfície terrestre em seus aspectos orográficos, corográficos e fisiográficos. Essa assertiva coloca desafios na instrumentação da cartografia geomorfológica mediante a diversidade de informações que devem ser compiladas na representação das feições do relevo.

Klimaszewski (1990), em seu artigo *Thirty years of detailed geomorphological mapping*, insere os mapas topográficos nas discussões do levantamento geomorfológico, pois incluem informações sobre os tipos de formas de relevo, a morfografia e a morfometria. Esses modelos de mapas fornecem dados para a interpretação da superfície tais como o relevo sombreado, linhas de contorno ou curvas de nível, o que permite a inferência quanto à origem das principais formas de relevo e dos fatores que afetaram os processos na formação e esculturação das geoformas. No entanto, o próprio autor, enfatiza que os aspectos morfográficos dos mapas topográficos não são suficientes para a produção das cartas topográficas, que necessitam de informações quanto à idade e à origem das formas, em uma escala de detalhe. Em sua análise sobre o mapeamento geomorfológico detalhado, Klimaszewski (1990) compara a formação dos mapas e das legendas apresentadas nas obras de autores como Demek (1964), Joly (1966), Klimaszewski (1985), Moller e Stablein (1982), Tricart (1965) e Zuidam (1977), dentre outros. Nesse expediente comparativo, Klimaszewski (1990) percebe a organização das legendas dos mapas geomorfológicos em cinco conjuntos de dados, conforme apresentados a seguir:

- (a) *Dados gerais*: refere-se à primeira parte, onde são incluídas as informações básicas e gerais sobre o autor, o país, a área de estudo, a escala e o tipo de caracterização que pretende ser representada na legenda (geral, nacional ou regional);
- (b) *Informações detalhadas*: contém dados litológicos, hidrográficos, estruturais e tectônicos presentes na área de estudo;
- (c) *Conteúdo*: nessa parte, a legenda evidencia as informações de morfologia, morfografia, morfogenética e morfocronológica que foram identificadas no mapa;
- (d) *Formas*: representa o levantamento das morfologias onde serão simbolizadas a maioria das feições, segundo suas classes genéticas;
- (e) *Composição da legenda*: referente ao corpo descritivo da legenda, os tipos genéticos, o número de símbolos nos mapas, as cores usadas, a diferenciação dos símbolos pontuais e lineares, as distinções das formas de origem e dos processos das dinâmicas superficiais ocorridos na área.

Esse levantamento pode ser melhor observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características presentes nos mapas geomorfológicos

<p>A) Dados Gerais</p> <p>1) Autor 2) Estado 3) Ano 4) Área 5) Escala 6) Fundo 7) Escopo</p>	<p>D) Formas</p> <p>20) Neotectônica 21) Vulcânica 22) Denudacional 23) Fluvial 24) Criadas pela erosão fluvial e dissecção 25) Flúvio glacial 26) Subglacial 27) Cárstica 28) Glacial 29) Geada 30) Termocarstica 31) Eólica 32) Marinha 33) Biogênica 34) Antropogênica</p>
<p>B) Dados Detalhados</p> <p>8) Topográfico 9) Estrutural e Tectônica 10) Litologia 11) Hidrologia 12) Nível Glacial 13) Eólico 14) Marinho 15) Processos morfogênicos</p>	

C) Conteúdo	E) Composição da Legenda
16) Morfografia	35) Quantidade de sinais
17) Morfometria	36) Quantidade de formas
18) Morfogênese	37) Cores
19) Morfocronologia	38) Área colorida
	39) Sinais
	40) Símbolos
	41) Plasticidade
	42) Legibilidade

Fonte: KLIMASZEWSKI, 1990. Tradução nossa.

Klimaszewski (1990), em suas análises quanto à simbologia, faz relevantes considerações sobre os trabalhos observados. Com relação às cores usadas nas categorias genéticas do relevo: a verde e a azul indicavam formas de origem fluvial, a amarela formas advindas das formações eólicas, a roxa para as formas erosivas glaciais e a preta para as morfologias antropogênicas.

Como aponta Klimaszewski (1990), no período de 1956 a 1986, após a formação da Subcomissão de Cartografia Geomorfológica, ocorreu uma ampla disseminação dos procedimentos metodológicos, contudo, mesmo com a difusão dos métodos adotados entre os países europeus, a cartografia do relevo não segue um modelo construtivo, repercutindo na ausência de uniformidade na construção dos mapas e legendas.

Essa problemática, de modo mais abrangente, pode refletir na criação de documentos complexos, cuja interpretação se restringe à presença de um profissional especializado nessa leitura. Assim, Griffiths e Abraham (2008) afirmam a dificuldade intrínseca de integrar os conteúdos do mapa geomorfológico, de maneira satisfatória, que permita a utilização do documento por profissionais não geomorfólogos ou que utilizaram das informações mapeadas para outros trabalhos.

Ademais, no âmbito da discussão sobre a uniformização das cartas geomorfológicas, as polêmicas sobre o seu conteúdo são recorrentes na literatura. Nesse cenário, Gustavsson e outros (2006) fazem um detalhamento sobre as formas de representações, quanto à estrutura simbólica adotada entre os principais autores europeus e apresentam uma proposta sistemática para a produção dos mapas geomorfológicos. O Quadro 2 apresenta esse levantamento realizado.

Quadro 2 – Principais propostas de mapas geomorfológicos na Europa

Sistema de Mapeamento	Morfometria/ Morfografia	Hydrografia	Litologia	Estrutura	Processos/Gênese	Idade
IGU (DEMEK et al. 1972)	Curvas de nível e símbolos.	Linhas e símbolos em azul.	Não indicada.	Não indicada.	Cores, padrões, linhas e símbolos.	Letras.
ITC (VERSTAPPEN; ZUIDAM, 1968)	Curvas de nível, símbolos e linhas.	Grafias, linhas e símbolos em azul.	Padrões, linhas e símbolos.	Não indicada.	Cores e símbolos.	Cores em mapa separado.
Holanda (MAAELEVELD et al., 1977)	Curvas de nível, intensidade das cores e códigos.	Linhas, áreas e símbolos em azul.	Não indicada.	Parcialmente em legenda.	Códigos na legenda.	Códigos na legenda.
Alemanha (BARSCH et al. 1987)	Curvas de nível, tons de cinza, intensidade das cores e códigos.	Linhas e símbolos em azul.	Padrões em vermelho e mapa separado.	Não indicada.	Símbolos em cores, vermelho e preto	Cores.
Grupo de estudos da geomorfologia dos Alpes (AGRG) (GRAAFF et al., 1987)	Curvas de nível, símbolos e setas para as vertentes.	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul.	Mapa separado em transparência, baseado em mapas geológicos locais.	Não indicada.	Cores e símbolos	Idade relativa de acordo com os processos recentes.
Oeste dos Alpes (NICOD, 1988)	Curvas de nível em preto.	Linhas e símbolos em azul.	Sombreamento amarelo para rochas consolidadas.	Linhas pretas, linhas amarelas e símbolos.	Linhas coloridas e símbolos.	Parcialmente incluída com o tipo de litologia.
Itália (BARTOLINI et al., 1986)	Curvas de nível, hachuras, símbolos lineares para escarpas erosivas.	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul e preto.	Cores, sombreamento e texto para perfis.	Linhas marrons e símbolos. Mapas e perfis em separado.	Cores sombreadas e símbolos.	Intensidade do sombreamento e símbolos. Mapa separado.
Novo Sistema proposto por Gustavson et al. (2006)	Curvas de nível, intensidade das cores e códigos.	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul e preto.	Símbolos para inconsolidados e letras para materiais consolidados.	Linhas vermelhas e símbolos.	Símbolos coloridos e cores.	Letras coloridas para rochas consolidadas.

Fonte: Gustavsson et al., 2006, p. 17

Para Otto e Smith (2013), a difusão dos SIGs, por meio de imagens aéreas adquiridas por satélites de alta resolução e modelos digitais de elevação, é elemento legitimador do rejuvenescimento do método na cartografia geomorfológica tradicional. Na medida em que são aplicadas, as técnicas em ambiente digital são capazes de providenciar o tratamento mais detalhado das informações básicas da superfície, substanciando as análises do sistema geomorfológico. Para os autores, quando associados ao uso do SIG, os mapas geomorfológicos podem ser categorizados em básicos/analíticos e os derivados/especializados, para a compreensão dos diferentes níveis de análises das feições de relevo. Assim, os mapas básicos/analíticos correspondem às observações das feições das paisagens, podendo focar em um atributo, como a morfologia dos processos ativos, ou trazer a visualização generalizada da composição da paisagem e sua evolução. Por outro lado, os mapas derivados/especializados representam aqueles cujo foco está voltado para um tema específico, como os que mapeiam as áreas de riscos, permitindo o estudo quanto à causa, à magnitude e à frequência de ocorrências (OTTO; SMITH, 2013).

Expostas essas primeiras incursões da trajetória do desenvolvimento da cartografia geomorfológica, observa-se como a melhor forma para a definição de cores, dos atributos representados por tipologias pontuais, lineares ou poligonais, escalas, objetivos transmitidos e a experiência de quem executa o mapa geomorfológico se tornaram imprescindíveis e inerentes. Essa constante busca pela conciliação entre a representação gráfica e as dificuldades para realizá-la, proporcionou uma diversidade de aplicação de técnicas cartográficas para a confecção das cartas geomorfológicas.

Longe de ser uma abordagem simplista e resoluta dos trabalhos desempenhados ao longo da trajetória da cartografia geomorfológica, a seguir são expostos alguns dos trabalhos mais empregados em âmbito internacional e nacional, para explanar os procedimentos metodológicos aplicados.

2.1 PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS DE JEAN TRICART

A contribuição dos estudos de J. Tricart (1965) destaca-se enquanto concepções e princípios da carta geomorfológica. Para o geógrafo, a carta

geomorfológica deve fornecer descrições razoáveis dos elementos para o reconhecimento dos compartimentos de relevo, na região em que foram aplicados os estudos.

Nessa premissa, Tricart (1965) estabelece a escala adotada como a primeira expressão da descrição das feições. Assim, as cartas de pequena escala, como aquelas de 1/500.000 revelam os fenômenos morfoestruturais que, muitas das vezes, concentram um maior número de atributos geológicos; enquanto que as cartas de grande escala, nos intervalos de 1/5.000, 1/10.000, 1/25.000 ou mesmo 1:50.000, tipicamente representam objetos e feições de dezenas de metros, correspondendo à sexta ordem de grandeza.

Ainda pertinente à questão escalar, Tricart (1965), ao abordá-la, insere as relações de espaço e tempo nas cartas geomorfológicas detalhadas. Desse modo, as formas de relevo evidenciadas por suas estruturas ou pelas características de dissecação ou acumulação precisam ser organizadas por fundamentos diferenciados na leitura das geoformas. Logo, esses fundamentos correspondem às análises morfométricas, morfográficas, morfogenéticas e cronológicas.

As características morfométricas compreendem os aspectos quantitativos do relevo, como medidas de comprimento, altura e largura. Dada essa noção, as curvas de nível, a drenagem e a declividade das vertentes são variáveis utilizadas na mensuração do relevo (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003). Em termos de simbologia, com o uso da paleta de cores, Tricart (1965) recomenda o tom marrom para a representação das curvas de nível e o tom azul como compatível para a representação dos corpos d'água. O autor é enfático quanto à representação do conjunto de informações morfométricas, ao alertar o pesquisador sobre o cuidado na seleção dos elementos facilitadores da leitura das feições de relevo, para não sobrecarregar visualmente o documento cartográfico.

As características morfográficas identificam a aparência e as formas da superfície com denominações tradicionais como: depressões, planícies, colinas ou morros (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003). Para esse fundamento, Tricart (1965) destaca a importância da realização do inventário completo das formas da área em estudo, uma vez que o aspecto morfográfico relaciona-se ao aspecto morfogenético, no qual, através da identificação das formas, permite a leitura da gênese atuante.

Os aspectos de morfogênese referem-se à origem e ao desenvolvimento das feições de relevo quanto à atuação das forças endógenas e dos fatores exógenos.

Tricart (1965) confere a essa análise a necessidade de simbologia no mapa dos processos de formação, ainda que embasados nos aspectos litológicos do material presente, que podem ser estudados através de análises laboratoriais para confirmação precisa da gênese em questão, empenhando a representação da dinâmica do relevo à abordagem cartográfica geomorfológica.

Em seu último aspecto, ao mapa geomorfológico está incumbida a caracterização cronológica sobre as associações do desenvolvimento das formas ao longo do tempo, em face de uma leitura eficiente das heranças pretéritas aos ataques dos processos de intemperismo e à formação de novas formas de relevo (TRICART, 1965).

Diante dos aspectos a serem levantados nas cartas geomorfológicas de detalhe, Tricart (1965) as concebe como complexas, frente às interações que elas representam. O autor enfatiza a exigência da combinação de operações sob um controle rígido da rotina de trabalho na confecção dos mapas em questão. Direcionando ao documento cartográfico, Tricart (1965) estabelece quatro fases para o cumprimento do mapeamento geomorfológico, que são realizadas sucessivamente: (1) fase de preparação; (2) fase de reconhecimento; (3) execução do levantamento; e (4) elaboração dos resultados.

A fase de preparação encarrega-se da análise das características da região quanto aos seus aspectos morfoestruturais observando a tectônica, litologia e evolução da região. Os materiais de trabalho compreendidos para essa fase são o estudo cuidadoso das cartas geológicas, o exame das fotografias aéreas e a revisão bibliográfica existente (TRICART, 1965).

A fase de reconhecimento consiste em duas séries de trabalhos: visita de campo e retorno ao campo. Na primeira série, a visita a campo é realizada sistematicamente, familiarizando-se com o quadro estrutural e com o reconhecimento das formas que se exprimem no relevo. Tricart (1965) recomenda o uso das fotografias aéreas para a detecção das formas em campo. Na segunda etapa do trabalho, procura-se fornecer aos estudos laboratoriais de modo preciso informações complementares obtidas com as análises acerca das amostragens em campo.

Sobre a execução do levantamento, Tricart (1965) recomenda a visita em campo com mapas plotados, cuidando para que se evitem possíveis problemas com o material como dobras, rasgos ou sujeira no documento. Atualmente, muitos autores

utilizam-se de equipamentos inovadores para essa fase, empregando como alternativas os mapas virtuais acessados, celulares portáteis e similares.

Em última fase, consta a elaboração dos resultados, que compreende a compilação das informações de campo e laboratório, congregadas graficamente nas cartas geomorfológicas (TRICART, 1965).

2.2 O MÉTODO DO PROJETO RADAMBRASIL

No período de 1970 e 1985, por iniciativa do Ministério de Minas e Energia, foram realizados mapeamentos sistemáticos nos campos da geologia, da geomorfologia, da pedologia, da vegetação e do uso potencial da terra, com alcance de 8.512.000 km², para todo o território brasileiro. Denominado de *Radambrasil*, o projeto, configurou-se como uma oportunidade de levantamento dos recursos naturais do país (BARBOSA, G. V. et al., 1984).

Para a realização dos levantamentos, foi utilizado o sensor remoto do sistema *Side Looking Radar* (SLAR), que produz faixas contínuas de imagens, permitindo a produção dos mapas geomorfológicos na escala de 1/1.000.000. Para isso, os materiais empregados nesse mapeamento foram listados por foto-índice semicontrolados em 1/1.000.000, mosaicos semicontrolados, faixas estereoscópicas e perfis de radar-altímetro em 1/250.000, complementando com imagens infravermelhas em 1/130.000 (BARBOSA, G. V., 1973).

Metodologicamente, o projeto Radambrasil se compôs das observações e coletas de dados pela visão geral fornecida do foto-índice, pesquisas bibliográficas e cartográficas, interpretação preliminar em estereoscopia na escala de 1/250.000 e trabalho de campo ou sobrevoo. Para a cartografia geomorfológica, o método do projeto baseou-se nas principais discussões que permeavam a simbolização do relevo a partir da década de 1950 no Brasil, pelas considerações de Ab'Sáber (1969), Moreira (1969) e enfatizadas por Barbosa (1973).

Segundo os princípios lançados por Ab'Sáber (1969) e Moreira (1969), sobre a congregação dos elementos contidos na carta geomorfológica, Barbosa (1973) expõe, resumidamente, os itens: (1) da representação da base geológica; (2) da fixação, delimitação e descrição das formas de relevo; (3) da fixação da legenda;

(4) da altimetria e relacionamento entre as massas de relevo; (5) da compartimentação das formas de relevo; (6) dos domínios morfoclimáticos e morfoestruturais; (7) das formações superficiais; e (8) das dinâmicas da evolução geomorfológica. Nessa formatação empreendida, o levantamento geomorfológico do Projeto Radambrasil pode ser levantado e organizado em quatro fases básicas para a sua representação, como descritas por Barbosa (1973).

2.2.1 Primeira fase

Supressão da base geológica: de acordo com Barbosa (1973), para cada relatório do projeto era enviado um mapa geológico e, dessa maneira, justificava-se a retirada dessas informações nos mapas geomorfológicos. Complementarmente, quando as formas de relevo são originadas por condições geológicas, foram utilizadas as convenções cabíveis.

Delimitação, fixação e descrição das formas de relevo: nessa etapa, as formas foram delimitadas pela imagem semicontrolada do radar e a representação final foi realizada em concordância com escala do mapa. Diante disso, na fixação das feições de relevo utilizou-se de símbolos cartográficos dados pelas cores e pelo sistema de letras-símbolos, assim como emblematizados nas cartas geológicas. Continuamente, para a caracterização dos tipos de modelados adotou-se o uso de um par de letras abreviadas, em que no primeiro caractere, as letras maiúsculas indicam as grandes categorias de formas, dispostas pelo provimento da inicial (S) para estruturas, a inicial (E) para erosivas, a inicial (A) para acumulação e, em seguida, o uso das letras minúsculas na simbolização dos tipos das formas. Na legenda, com a organização pela aplicação das letras-símbolo, se distinguiam primeiramente as grandes categorias ou estruturas seguidas para uma descrição padronizada do relevo.

Altimetria e relacionamento entre as massas de relevo: para a harmonização do atributo de altimetria no mapa, foi utilizada a graduação em cores, determinando os tons mais escuros na representação das classes de feições do relevo mais elevadas (tais como os modelados dissecados) e os tons mais claros designando os relevos mais baixos (indicando as formas aplainadas). Para a execução dessa etapa, lançou-se mão da interpretação de imagem de radar e trabalho de campo, e

consequentemente, o resultado gráfico obtido caracterizou-se em um “[...] aspecto visual que facilitava a compreensão da compartimentação do relevo” (BARBOSA, G. V. et al., 1984, p. 13).

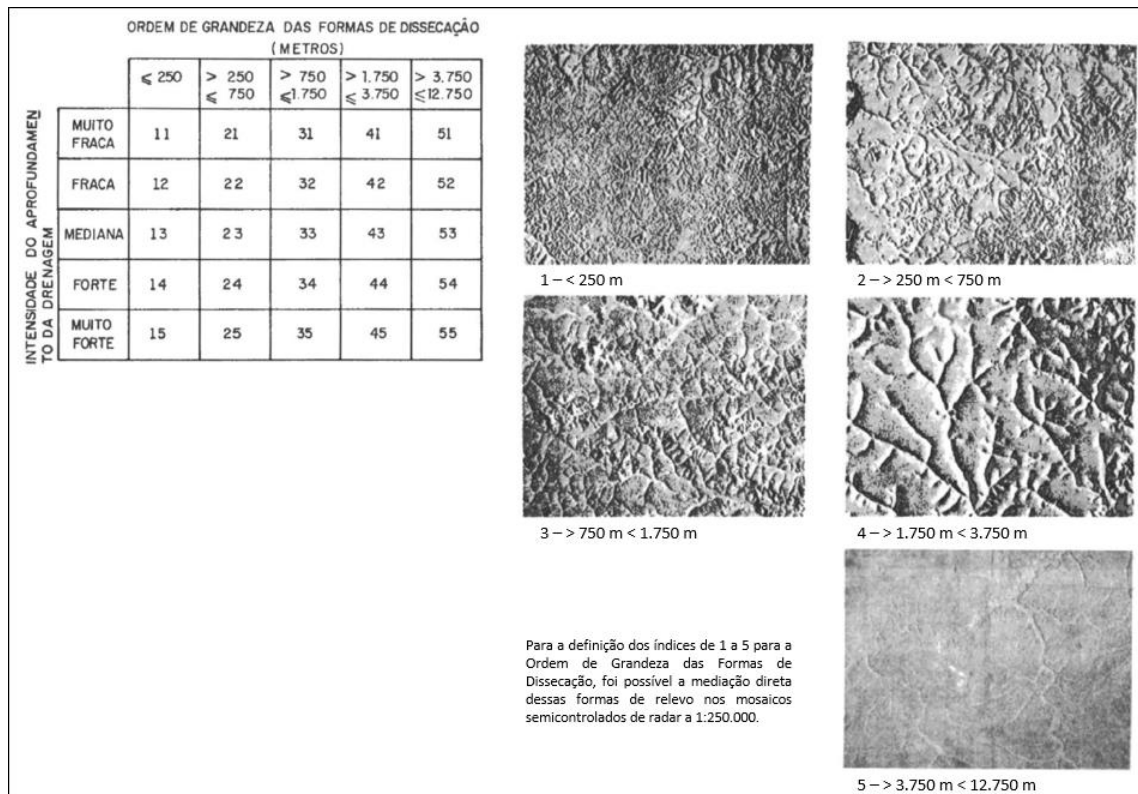
Domínios morfoestruturais e morfoclimáticos: para a representação das províncias em questão, foi utilizada uma cartela na legenda no mapa, pois, segundo G. V. Barbosa e outros (1984) “[...] não surtiu efeito necessário a inclusão dessas informações no próprio mapa ao milionésimo. O objetivo era unir estas cartelas e obter divisão de áreas maiores” (BARBOSA, G. V. et al., 1984, p. 13).

Formações superficiais e dinâmica geomorfológica: foram os elementos com maior dificuldade de contemplação pela carta geomorfológica. A dificuldade ocorreu devido à adequação escalar e à representatividade de amostras de formação superficial muito limitadas a determinados setores do relevo. Para solucionar a questão da representação, as dinâmicas superficiais do relevo foram tratadas por meio de relatórios com informações bibliográficas e de abordagens em campo.

2.2.2 Segunda fase

Na segunda fase, a ausência de representação das formações e da dinâmica da evolução do relevo foram as principais preocupações para a simbologia nas cartas. Quanto a isso, G. V. Barbosa e outros (1984) argumentam sobre as duas principais alterações nas técnicas para a introdução dessas informações no projeto. A primeira mudança provocada na técnica consistiu na “[...] substituição da policromia por cores sépias, as quais passaram a representar, através de tonalidades, as formas conservadas e as dissecadas em suas posições altimétricas relativas” (BARBOSA, G. V. et al., 1984, p. 14). A segunda alteração técnica foi fundamentada na simplificação dos símbolos referentes às formas dissecadas, compondo as colinas, cristas e interflúvios tabulares. Para isso, foram acrescentados dois dígitos de 1 a 5, em que o primeiro se referia a extensão da forma e o segundo ao aprofundamento da drenagem, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Proposta de análises morfométricas no projeto Radambrasil



Fonte: Adaptado de BARBOSA, G. V. et al., 1984, p. 16

2.2.3 Terceira fase

Na terceira fase, a estruturação da legenda sofreu alteração na designação dos relevos dissecados, com o acréscimo das formas aguçadas, convexas e tabulares. As unidades geomorfológicas passaram a ser simbolizadas pelo uso da paleta de cores, enquanto a cartela para leitura das unidades morfoestruturais e morfoclimáticas não foi mais publicada na legenda do mapa geomorfológico. O Quadro 3 mostra a estruturação da legenda proposta na primeira, segunda e terceira fases do projeto Radambrasil, de acordo com G. V. Barbosa e outros (1984).

Quadro 3 – Estruturação da legenda apresentada no projeto Radambrasil

FORMAS DE RELEVO	ESTRUTURAIS (S)	Superfície Tabular Estrutural - St	
	EROSIVOS (E)	Superfície Pediplananda - Ep	
		Pedimento - Epd	
		Superfície Tabular Erosiva - Et	
		Inselberg - Ei	
		Inselberg (Grupamento) - Egi	
		Terraço Fluvial- Etf	
	ACUMULAÇÃO (A)	Áreas de Acumulação Inundáveis- Aai	
		Dunas -Ad	
		Dunas Fixas -Adf	
		Fluvial- Apf	
		Fluviolacustre- Apfl	
		Marinha - Am	
		Fluviomarinha -Afm	
		Planície e Terraço Fluvial - Aptf	
	DISSECAÇÃO (D)	2ª Fase	Colina - C
			Cristas - K
			Interflúvios tabulares - t
		3ª Fase	Formas Convexas - C
Formas Aguçadas - a			
Forma Tabulares – t			

Fonte: A autora, 2018

Segundo Barbosa e outros (1984), até a implementação das três fases no projeto Radambrasil, os procedimentos metodológicos aplicados para as folhas topográficas Guaporé (SD. 20), Juruena (SC.21), Tocantins (SC.22), Cuiabá (SD.21), Goiás (SD.22), Corumbá (SE.21), Campo Grande (SF.21), Goiânia (do Centro-Oeste) (SE.22), Fortaleza (SA.24) e Jaguaribe/Natal (SB.24/25) foram exequíveis para a representação dos elementos geomorfológicos levantados. Contudo, o método não foi factível nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, evidenciando a necessidade de se modificar as técnicas adotadas e, com isso surge uma nova fase do projeto para assegurar a execução do mapeamento geomorfológico do território nacional.

2.2.4 Quarta fase

Essa etapa caracterizou-se pelo aperfeiçoamento da metodologia quanto ao ordenamento dos fatos geomorfológicos mapeados em uma taxonomia hierarquizada.

Assim, ao primeiro táxon – *Domínios Morfoestruturais* – são agregados os fatos geomorfológicos derivados dos aspectos geológicos, com os elementos geotectônicos, arranjos estruturais e litologia. Nesse táxon, há uma variedade nas formas de relevo, porém são mantidas as relações de causa entre si. Tipicamente, os domínios são representados por cadeias dobradas, maciços de rochas cristalinas, bacias sedimentares ou conjuntos de formas acumulativas recentes. Nesse conjunto, podem conter subdivisões representativas do segundo táxon de análise, nas regiões geomorfológicas (BARBOSA, G. V. et al., 1984).

No segundo táxon – *Regiões Geomorfológicas* – associam-se os conjuntos de relevo pelas características climáticas atuais ou passadas, de forma a ser o clima “[...] um fator interveniente ou integrante do conceito e daí alguns aspectos fitoecológicos e pedológicos serem também significativos, regionalmente” (BARBOSA, G. V. et al., 1984, p. 20).

O terceiro táxon – *Unidades Geomorfológicas* – constitui os arranjos de formas fisionomicamente semelhantes, de acordo com seus tipos de modelados, em que a geomorfogênese e a similitude são explicadas pelos processos ocorridos nos *Domínios*.

Segundo Barbosa e outros (1984), a passagem para o próximo táxon é revelada pelos processos originários das formações superficiais e a diferenciação entre elas. Assim, as relações entre ambientes climáticos atuais ou passados, manifestadas pela influência da litologia ou da tectônica, podem ser referenciados pelos padrões de drenagem e suas anomalias. Desse modo, no quarto táxon – *Tipos de Modelados* – são compostos os processos morfogenéticos atuantes, resultando na ocorrência dos materiais correlativos superficiais nas feições de relevo. Esse táxon subdivide-se ainda nos modelados de acumulação (A), aplainamento (P), dissecação (D) e dissolução (K). Assim, a quinta ordem de grandeza organiza os elementos das formações superficiais e morfodinâmica em dimensão areal, portanto, representados por símbolos lineares ou pontuais (BARBOSA, G. V. et al., 1984). Por fim, na execução

do projeto Radambrasil, a estruturação da legenda incorpora informações sobre o grau de densidade, aprofundamento e índices alfanuméricos no comportamento das geoformas.

Após a explanação dos diferentes estágios elaborativos para a produção dos mapas geomorfológicos propostos pelo Projeto Radambrasil, a cartografia geomorfológica se empenhou na superação das dificuldades encontradas para a exequibilidade de um documento final, onde o aprimoramento da qualidade técnica dos mapas aconteceu pela inserção de análises de cunhos quantitativo e qualitativo dos processos geomorfológicos representados (BARBOSA, G. V. et al., 1984).

2.2.5 O método do Instituto de Pesquisa Tecnológica e o método de Ponçano et al.

A proposta oferecida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) foi embasada na pesquisa desenvolvida pelo *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), na Austrália, a partir da década de 1940. O objetivo da pesquisa era o reconhecimento de áreas sem recobrimento de identificação daquelas que se adequariam aos fins agrícolas, incluindo regiões australianas e da Nova Guiné.

Para a compartimentação do relevo, o método empregou a noção dos sistemas de relevo buscando a compreensão espacial de uma área com atributos físicos distintos do seu entorno, em que conduz subdivisões em áreas de dezenas ou centenas de quilômetros quadrados, apoiada na diferenciação entre áreas, com as devidas associações de topografia, solos e vegetação. Desse modo, essa tríplice aliança justifica-se pela:

A topografia e os solos dependem da natureza das rochas subjacentes (ou seja, da geologia), dos processos erosivos e deposicionais que teriam produzido a topografia atual (ou seja, a geomorfologia) e do clima sob o qual atuaram estes processos. Assim, o sistema de relevo é uma classificação baseada em topografia, solos e vegetação, correlacionados com geologia, geomorfologia e clima. (STEWART; PERRY apud PONÇANO et al., 1981, p. 12).

Diante disso, integram, na metodologia, o reconhecimento de partes menores de feições de relevo, denominadas de unidade de relevo, e de elementos. Ponçano e outros (1981) diferenciam essas classes inserindo no conceito de unidade de relevo como sendo aquele gerado pela forma simples, que ocorre sobre um tipo de rocha ou depósito superficial, exemplificado por escarpas, morros, leques aluviais e colinas. Por sua vez, os elementos são constituídos por setores menores compreendidos pelas unidades, tipicamente composta pelas cristas, flancos e sopés.

Dadas essas categorias, a definição das características das unidades de relevo foi amparada, de modo contundente, pelos parâmetros morfométricos, enfaticamente pela amplitude local e pela declividade das encostas. O Quadro 4 demonstra a correlação das informações quanto aos conjuntos de sistemas de relevo.

Quadro 4 – Conjunto de sistemas de relevo

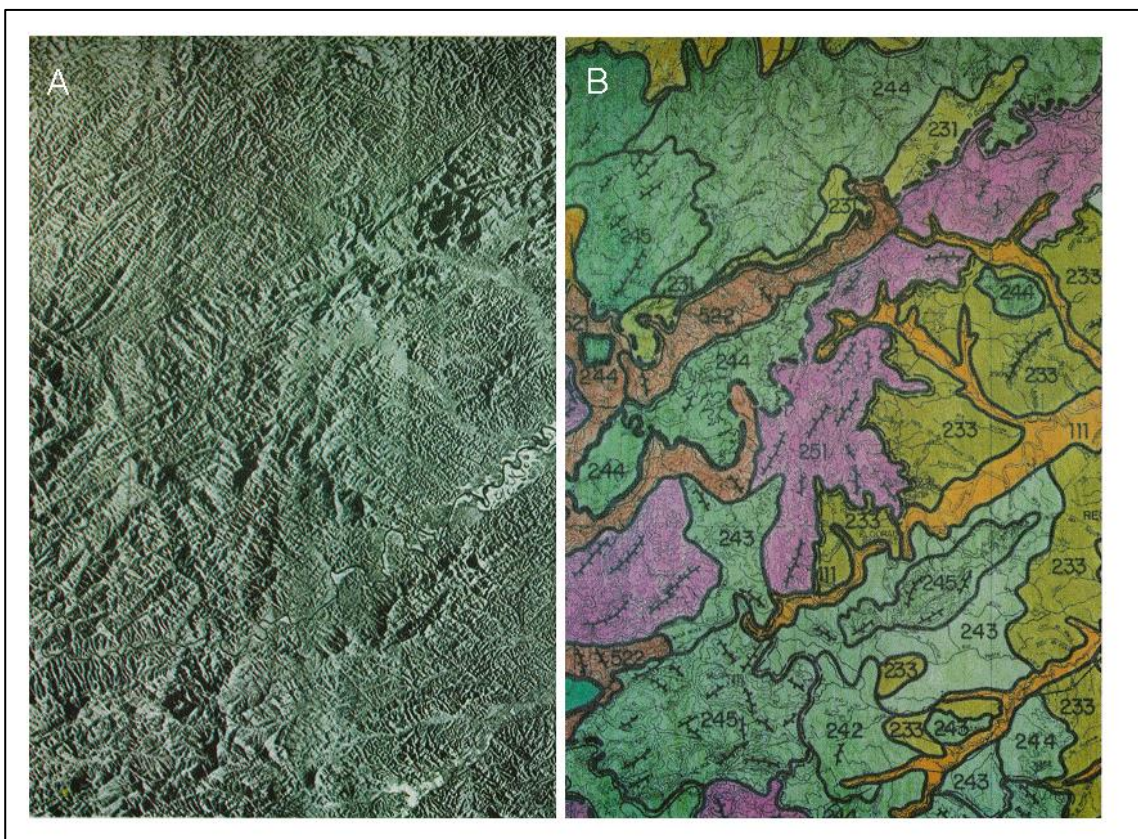
Conjunto de sistemas de relevo	Declividades predominantes	Amplitudes locais
Planície, terraços, rampas.	< 6 %	–
Colinoso	6 a 15 %	< 100 m
Morros com encostas suavizadas	6 a 15 %	100 a 300 m
Morrotos	> 15 %	< 100 m
Morros	> 15 %	100 a 300 m
Serras/Cristas	> 30 %	> 300 m

Fonte: A autora. Adaptado de PONÇANO et al., 1981

Para a tomada de informação quanto à amplitude local, foi realizada a subtração entre a altimetria das curvas de nível mais elevadas ou do ponto cotado pela altimetria daquelas mais próximas do talvegue, sempre estabelecendo a relação entre os topos e o fundo de vale de referência. Simultaneamente, atrelado a esse cálculo efetuado, a variável declividade foi agrupada em intervalos de 0% a 15% e acima de 15%, que foram sobrepostos na base topográfica.

A Figura 3 demonstra a forma realizada para o reconhecimento das morfologias distintas, a partir da fotointerpretação pela textura da imagem. Segundo Silva (2002), esse procedimento mascara o detalhamento dos tipos genéticos morfológicos presentes, sendo necessário a identificação em campo e em cartas topográficas para a complementação dos atributos geomorfológicos existentes.

Figura 3 – Interpretação das feições de relevo, pela imagem de radar para o levantamento geomorfológico do Estado de São Paulo



Legenda: A – Imagem de radar em análise

B – Correspondência em carta topográfica com limites dos domínios morfológicos identificados:

Relevo de Agradação: 111 = planícies aluviais;

Relevo de degradação: 231 = morrotes baixos; 233 = morrotes em meia laranja; 242 = morros de topos achatados; 243 = mar de morros; 244 = morros paralelos; 245 = morros com serras restritas; 251 = serras alongadas;

Relevo de transição: 522 = escarpas com espigões digitados

Fonte: SILVA, 2002, p.52

2.2.6 O método do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e o método de Nunes et al.

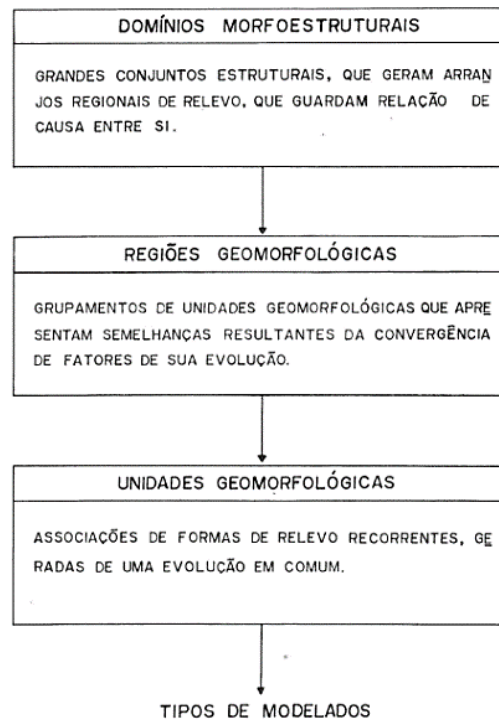
Indubitavelmente, esse procedimento metodológico exerceu e ainda influencia a maioria dos mapeamentos geomorfológicos executados no Brasil, pois fornece informações de porte teórico e as técnicas gráficas na simbolização das feições de relevo. Posto isso, a proposta de mapeamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pode ser compreendida através do levantamento dos planos de informações ambientais (como a geologia, a vegetação, a pedologia, o uso da terra e a geomorfologia) em diversas proporções de análise para o território brasileiro.

Na história do desenvolvimento do órgão, na década de 1970 a equipe técnica da Divisão de Geomorfologia do Projeto Radambrasil empenhou-se em realizar de um documento de referência para o mapeamento geomorfológico sistemático de todo o país. Nesse propósito, a metodologia consistiu no uso de mosaicos semicontrolados de radar na escala de 1/250.000, resultando em mapas finais publicados na escala de 1/1.000 000, constituindo na série de *Levantamentos de Recursos Naturais* (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009).

No método em questão, o reconhecimento das unidades de relevo foi interpretado com a mosaicagem dessas imagens, em conjunto com as etapas de trabalho de campo conduzidos. Como resultado do empenho da metodologia, no ano de 1995, foi publicada, pelo IBGE, a primeira versão do Manual Técnico de Geomorfologia, elaborado por Nunes e outros (1995).

Desse modo, a proposta de mapeamento executada por Nunes e outros (1995), originou-se nas técnicas aplicadas para a confecção dos mapas geomorfológicos do projeto Radambrasil. Sua proposta reconhece, através da interpretação de imagens de satélites, os embasamentos cristalinos e os depósitos sedimentares. Nunes e outros (1995) hierarquiza os fatos geomorfológicos nos conjuntos taxonômicos, de domínios morfoestruturais, regiões geomorfológicas, unidades geomorfológicas e no táxon dos tipos de modelados, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Hierarquia dos Fatos Geomorfológicos



Fonte: NUNES et al., 1995, p. 11

2.2.7 O método de Meis, Miranda e Fernandes e o método de Silva

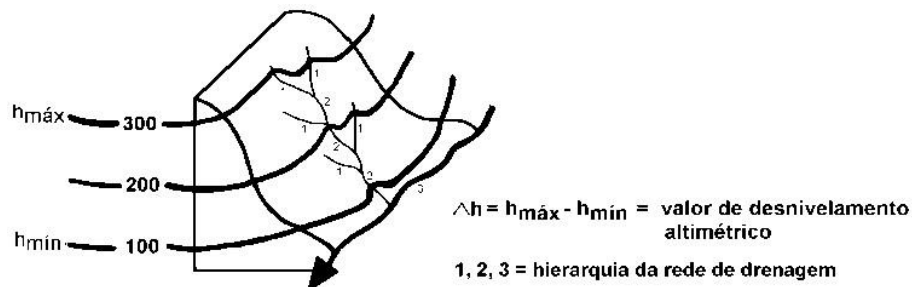
A metodologia desenvolvida por Meis, Miranda e Fernandes (1982) divulgada através do artigo *Desnivelamento de Altitude como Parâmetros para a Compartimentação do Relevo: Bacia do Médio-Baixo Paraíba do Sul*, contribui para a discussão e o debate sobre os mapeamentos das feições de relevo.

A proposta, conforme ressaltam Meis, Miranda e Fernandes (1982), não está baseada em uma abordagem histórica, contudo atentou-se para “[...] ultrapassar os limites de classificação descritiva, lançando elementos capazes de subsidiarem um melhor reconhecimento da geomorfologia regional tendo em vista a geodinâmica” (MEIS; MIRANDA; FERNANDES, 1982, p. 1490). Nesse sentido, para alcançar seu objetivo Meis, Miranda e Fernandes (1982) abordam os parâmetros de desnivelamento e altitude com o uso da carta topográfica na escala de 1/50.000. Com esse método, os autores pretendiam a execução do mapeamento das grandes feições de relevo associadas aos possíveis desdobramentos e padrões de deformações.

Com isso, a metodologia encara o conceito de bacias de drenagem como unidade para o cálculo do desnivelamento altimétrico. Silva (2002) esclarece o conceito associando-o ao trabalho de dissecação do relevo pela ação dos agentes erosivos ao longo do tempo geológico. Dessa forma, a interpretação é feita a partir das bacias formadoras da rede de drenagem onde o valor obtido entre a cota superior e a inferior caracterizam a intensidade da dissecação do relevo.

Em termos práticos, o cálculo de desnivelamento altimétrico é realizado pela diferença entre os valores das curvas de nível de valor altimétrico mais elevado pelo valor da última curva de nível antes da confluência da drenagem coletora (SILVA, T. M., 2002). A Figura 5 esquematiza a representação do cálculo efetuado.

Figura 5 – Bloco diagrama explicativo do cálculo de desnivelamento altimétrico



Fonte: SILVA, 2002, p.53

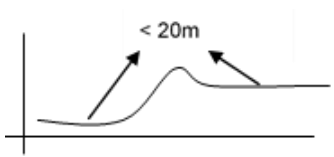

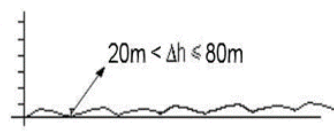

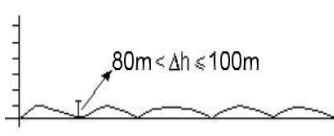

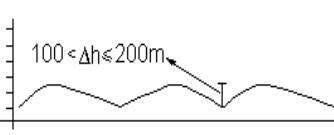

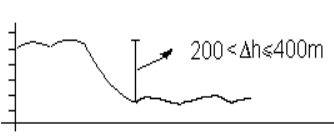

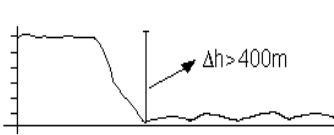

Em sua tese de doutoramento intitulada *A estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro*, Silva (2002) realiza a adaptação do método de Meis, Miranda e Fernandes (1982) para áreas topograficamente suaves, como aquelas de fundo de vale plano preenchidas por sedimentação fluvial, ou ainda as feições de colinas e morros, considerando o cálculo para cada feição individualmente. Nesse sentido, como propõe Silva (2002) “[...] o cálculo do valor altimétrico é efetuado pela diferença entre a curva de nível de valor mais elevado pela de valor mais baixo, esta delimita a ruptura de declive da encosta com o fundo plano” (SILVA, T. M., 2002, p. 53).

O mapa em questão foi realizado na escala 1/50.000 e as classes de desnivelamento altimétrico correspondem às categorias elencadas, dadas pelas planícies fluviais, colinas, morros, degraus reafeiçoados e degraus e serras escarpadas, com significado topográfico correlacionado.

As categorias das classes de relevo propostas por Silva (2002), foram assim denominadas: 0-20 m: planícies fluviais e/ou marinhas; 20-80 m: são as classes de colinas suaves; 80-100 m: colinas com encostas íngremes; 100-200 m: morros como feições isoladas ou contínuas, com encostas íngremes topos convexos e vales encaixados; 200-400 m: correspondem aos degraus reafeiçoados, enquanto “[...] zonas de transição que separam compartimentos com altitudes diferentes, onde a drenagem do compartimento mais baixo encaixa progressivamente, fazendo com que o degrau não apresente a fisionomia de uma escarpa bem definida e íngreme e/ou serras que se erguem no interior de um domínio colinoso.” (SILVA, T. M., 2002, p. 55, grifos do autor); > 400 m: são os degraus e serras escarpados caracterizando as áreas mais elevadas de encostas íngremes.

A compreensão dessas classes de relevo pode ainda ser apreendida pelo Quadro 5.

Quadro 5 – Classes de desnivelamento altimétrico com representação do perfil topográfico/significado geomorfológico correspondente ao desnivelamento altimétrico

Classes de desnivelamento altimétrico	Aspecto Topográfico (perfil esquemático e fotografia da feição correspondente)		Significado geomorfológico
0 a 20 m			planícies fluviais ou fluvio-marinhas de topografia horizontal a sub-horizontal, localizadas em diferentes altitudes
20 a 80 m			colinas suaves , caracterizados pelo entalhamento dos vales e das reentrâncias das cabeceiras de drenagem
80 a 100 m			colinas com ocorrência de encostas íngremes; vales e reentrâncias das cabeceiras de drenagem entalhados, porém estreitos
100 a 200 m			morros isolados; com vales mais encaixados
200 a 400 m			degraus ou serras bastante reaficionados ; degraus de transição entre compartimentos diferentes
> 400 m			degraus e/ou serras elevados e/ou escarpados

Fonte: SILVA, 2002, p. 57

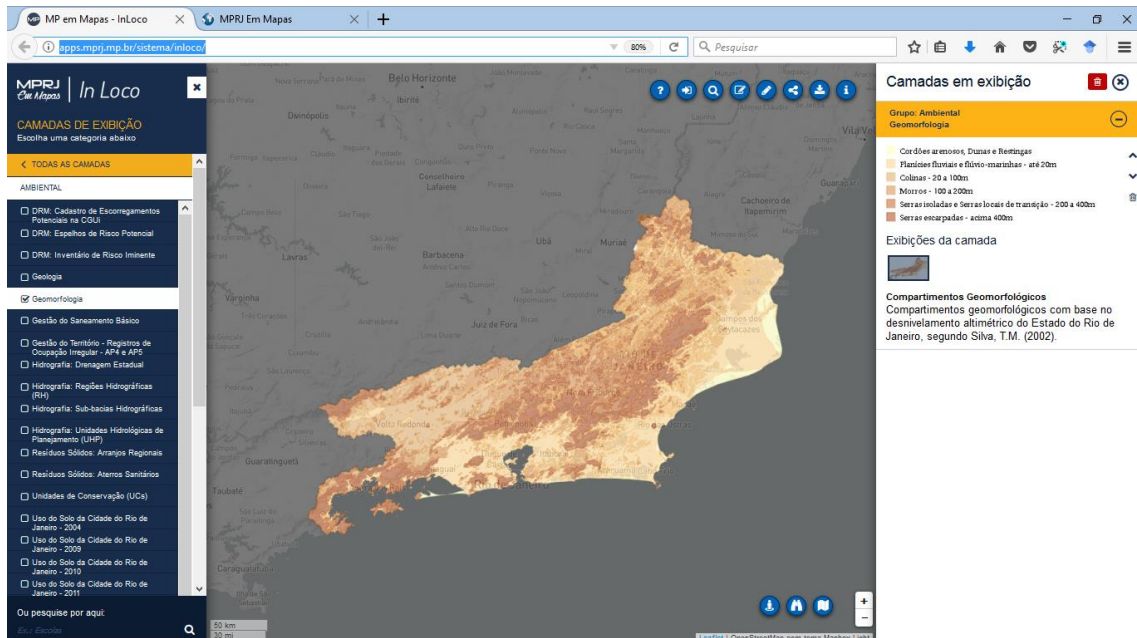
O mapa geomorfológico proposto por Silva (2002) foi disponibilizado pelo Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ), juntamente com informações ambientais de escorregamentos, risco, geologia, regiões hidrográficas, sub-bacias hidrográficas, dentre outros. Além desses, os atributos relativos à educação, à

assistência social, habitação, saúde, segurança e transporte incrementam o banco de dados sobre o estado.

Para a visualização do mapa geomorfológico e dos demais mapas, o MPRJ criou o *inLoco 2.0* (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, c2017), uma plataforma com os dados geográficos, em que o usuário pode realizar interações no banco de dados pela sobreposição de distintos temas, realizando buscas e dispondo de informações, através da exportação dos dados em extensões de imagem (.jpg), documentos (.pdf), planilha (.csv, .xlsx), Google Earth (.kml) e arquivos *shapefile* no sistema de referencia geocêntrica *World Geodetic System* (WGS 84).

A Figura 6 representa a tela da plataforma com o mapa geomorfológico selecionado.¹

Figura 6 – Plataforma de acesso ao mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro¹, elaborado por Silva (2002)



Fonte: MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO DE JANEIRO, c2017

¹ Disponível em: <[http://apps.mprj.mp.br/sistema/mpmapas/inloco.html#/>.](http://apps.mprj.mp.br/sistema/mpmapas/inloco.html#/)

2.2.8 O método de Ross

O embasamento teórico-metodológico adotado por Ross (1992) está associado à pesquisa geomorfológica na concepção de Walter Penck (1953), interpretada pela atuação das forças geradoras das formas de relevo. Em seus estudos sobre as forças motrizes, Penck percebeu as formas de relevo sob a ótica dos processos comandados por fatores endógenos, como aqueles gerados pelos soerguimentos das plataformas, falhamentos, abalos sísmicos, dentre outros. Consorciadas a essas forças internas, o desgaste da litologia e seu arranjo estrutural exercido através da ação climática configuram os processos exógenos operantes na modelação do relevo.

De acordo com Ross (1992), é a partir dos processos endógenos e exógenos de Guerasimov (1946) e Mercerjakov (1968) que se desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, conferindo a compressão estrutural do relevo e o aspecto escultural advindos da ação climática passada e atual. Segundo Ross (1992), a noção morfoescultural não se iguala à morfoclimática,

[...] pois enquanto a primeira é produto da ação climática sobre determinada estrutura, a segunda se define por processo morfoгенéticos comandados por um determinado tipo climático. Assim sendo pode-se definir que a morfoescultura é fruto de ações climáticas subsequentes e a morfoclimática é o tipo de agente climático atuante em uma determinada época. (ROSS, 1992, p. 19).

Nesse contexto teórico, Ross (1992) apresenta níveis taxonômicos diferentes para a interpretação geomorfológica. Os táxons podem ser descritos da seguinte forma:

- *1º Táxon*: são os maiores níveis, caracterizados pelas unidades morfoestruturais, denominadas de Domínios Morfoestruturais, pelo Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009). Suas características estruturais determinam os padrões de formas grandes do relevo, sendo identificadas por imagens de satélite na escala de 1/250.000. A bacia sedimentar do Paraná pode ser classificada nesse nível;

- *2º Táxon*: são unidades morfoesculturais geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, que podem pertencer a uma zona ou domínio morfoclimático atual. As depressões periféricas da bacia do Paraná, planaltos em

patamares intermediários são representantes desse táxon, tipificando as feições de relevo em mapeamentos na escala de 1/100.000;

- *3º Táxon*: é representado pelas unidades dos padrões de formas semelhantes do relevo ou os padrões de tipos do relevo, onde os processos morfoclimáticos são reconhecidos eficientemente. São os conjuntos de formas menores do relevo com similaridades devido à rugosidade topográfica ou ao índice de dissecação do relevo. Escalas 1/50.000 conferem levantamento adequado para esse táxon;

- *4º Táxon*: refere-se ao nível das unidades de padrão de formas semelhantes, organizando o relevo em modelados de agradação (como planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos) e em modelados de denudação (como colinas, morros ou cristas) obtidos pela atuação dos processos erosivos. Para o levantamento desse táxon, são propostas escalas de 1/25.000 ou mesmo 1/50.000;

- *5º Táxon*: esse táxon refere-se aos setores das vertentes de cada forma identificada. São observadas características geométricas, genéticas e dinâmicas das vertentes e dos topos e podem ser distinguidas pelos formatos retilíneos e a base côncava. A escala adequada para esse levantamento são as grandes, seja de 1/25.000 e 1/5.000;

- *6º Táxon*: são as formas menores, representativas da ação dos processos erosivos atuais ou depósitos correlacionados, como as ravinas, cicatrizes de deslizamentos, terracetes de pisoteio e ainda cortes de morros. As escalas de 1/5.000 e 1/1000 são adequadas para sua representação.

Em sua perspectiva taxonômica, Ross (1992) almejou a operacionalização das pesquisas geomorfológicas, uma vez que a cartografia das feições de relevo é interpretada de acordo com o tamanho e escala adotada. A Figura 7 ilustra a representação taxonômica proposta por Ross (1992).

Figura 7 – Representação esquemática das unidades taxonômicas propostas por Ross

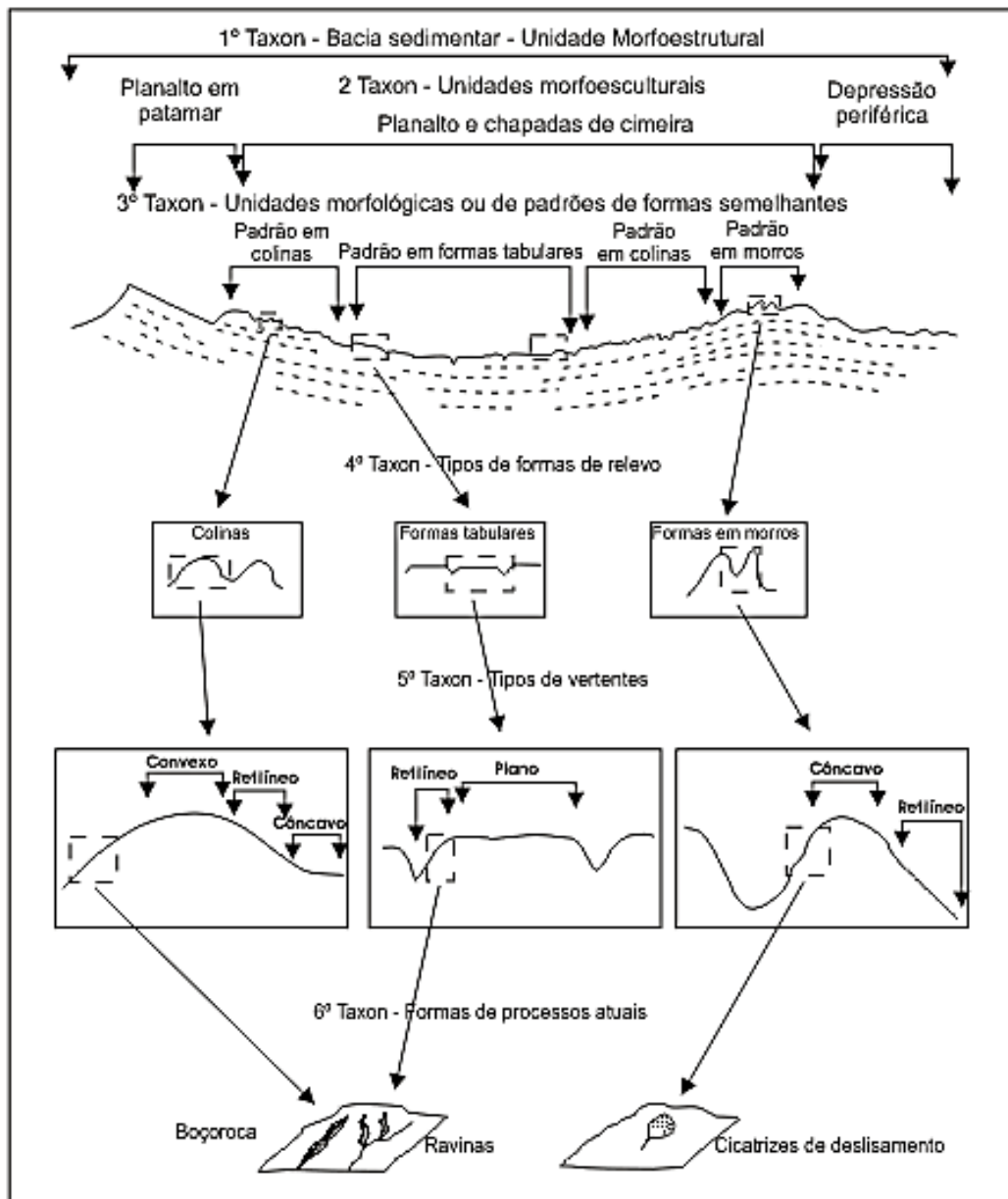


Fig. 1.12 - Representação esquemática das Unidades Taxonômicas proposta por Ross (1992).

Fonte: CASSETTI, 2005

2.2.9 O método de Dantas

Para a realização do *Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro*, desenvolvido por Dantas (2000), em conjunto com a Companhia de Pesquisa de

Recurso Mineira /Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), foram seguidas etapas de pesquisa bibliográfica, interpretação das unidades geomorfológicas, interpretação preliminar dos sistemas de relevo, aferição de modelos em campo e interpretação final dos sistemas de relevo.

Na etapa inicial da pesquisa bibliográfica, o projeto levantou informações sobre a geomorfologia do Estado, que foram organizadas em um banco de dados bibliográfico. Assim, trabalhos como o Mapa de Solos da Embrapa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS, 1999), Radambrasil (BRASIL, 1983), dentre outros relacionados ao território fluminense, incorporaram a literatura pesquisada para o desenvolvimento do método. Nessa etapa, foram também estabelecidas as bases metodológicas, baseadas nos conceitos de sistemas de relevo de Ponçano e outros (1981) e das unidades morfoestruturais e morfoesculturais estipuladas por Ross (1992).

Na fase de interpretação das unidades geomorfológicas, foi adotada a taxonomia de Ross (1992), especificamente os dois primeiros táxons, pela interpretação do mosaico de imagens de satélite Landsat TM (bandas 3, 4 e 5), em escala 1/500.000.

A etapa de interpretação preliminar dos sistemas de relevo utilizou dos materiais de imagens de satélite Landsat TM (banda 4) em escala 1/250.000, as cartas topográficas do IBGE em escala de 1/50.000 e as fotografias aéreas na escala de 1/60.000. Em seguida, o procedimento de identificação e de delimitação dos conjuntos de formas de relevo foi realizado através das diferenças texturais e de padrão semelhantes, pelo consumo das informações morfométricas de amplitude de relevo e declividade. A individualização dos sistemas de relevo consiste no agrupamento dos tipos de modelados, estabelecidos em tipos agradacionais ou denudacionais.

A aferição de modelos em campo constituiu-se em uma fase de trabalhos de campo, cuja finalidade foi a interpretação do relevo realizada em gabinete. Para a execução dessa fase, o projeto utilizou do equipamento de Sistema de Posicionamento Global (GPS) para marcação de 421 pontos georreferenciados.

A última etapa do mapeamento consistiu no refinamento da interpretação preliminar das imagens de satélite, com a correção dos modelos dos sistemas de relevo pelas observações de campo.

Posteriormente, no *Programa Geodiversidade do Brasil*, Dantas (2016) em conjunto com a CPRM/SGB, aplica o mapeamento dos padrões de relevo nos

mapeamentos de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação em mapeamentos com escala de 1/25.000, cuja proposta transcorre nas análises das dinâmicas da paisagem. Desse modo, o mapeamento dos padrões de relevo nesses mapas corresponde ao 4^o táxon dos *Tipos de Formas de Relevo* e foi realizado com apoio das geotecnologias, em *softwares* capazes de organizar os atributos no SIG.

Para elucidação do método, a Figura 8 corresponde à carta geomorfológica desenvolvida para o município de Santo Antônio de Pádua, elaborada pela CPRM/SGB (2017).

2.2.10 Procedimentos metodológicos da emergente escola escandinava

Como contribuição aos avanços da utilização da legenda em diferentes escalas, Gustavsson e Kolstrup (2009) apresentaram um estudo comparativo quanto à identificação da simbologia das feições de relevo através do componente da legenda, analisada nas escalas de 1/5.000, 1/25.000 e 1/50.000. O objetivo foi o de representar o mapeamento geomorfológico, baseado em informações morfográficas ou morfométricas, litologia e hidrologia e a gênese de materiais. Gustavsson e Kolstrup (2009) evidenciaram o grau de generalização dos atributos representativos do sistema geomorfológico em análise, na medida em que são escolhidas as projeções escalares que apresentam diferentes informações e interpretações para a mesma área de estudo. Para a realização do estudo comparativo, Gustavsson e Kolstrup (2009) inseriram à sua pesquisa o ambiente digital, através da introdução do SIG com o uso do software ArcGIS.

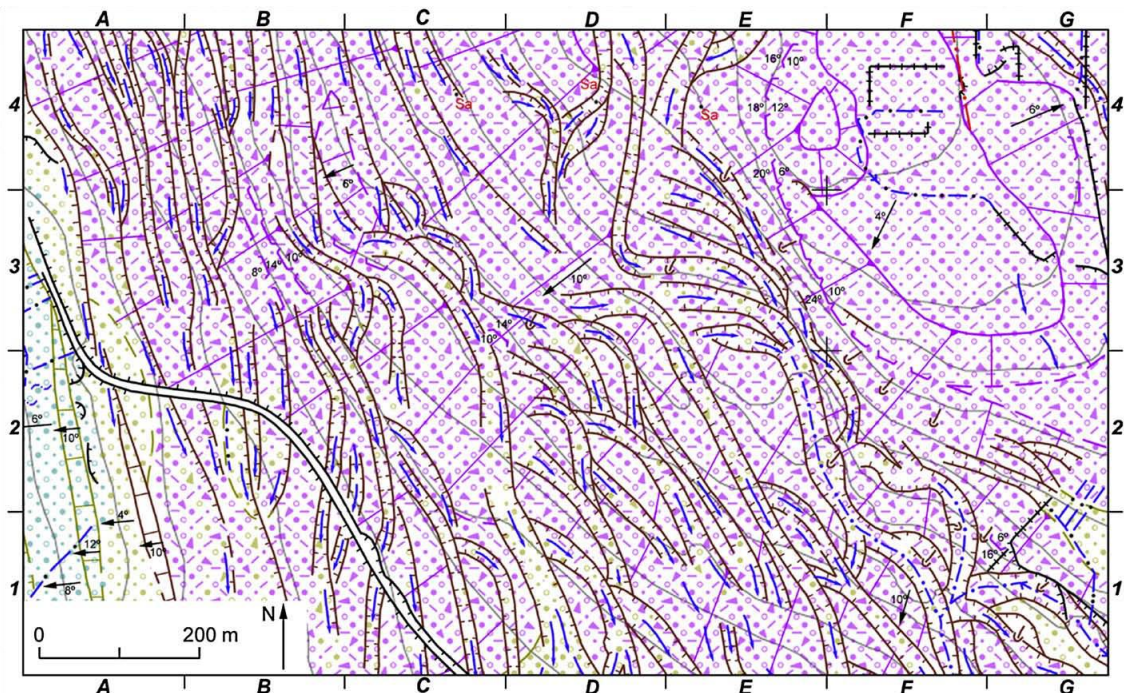
A aplicação da sua metodologia consistiu em adotar uma legenda única, que contém como banco de dados: a rede hidrográfica (rios perenes, efêmeros, lagos e meandros abandonados), a morfometria e a morfografia (declividade, tipos de curvaturas das encostas, escarpamentos, cumes e vales), frações granulométricas dos solos (argila, silte, areia, cascalho, pedregulhos, lamas, material orgânico), os processos de gênese (endógenos, movimento de massa, fluvial, glacial, marinho, antropogênico) e a idade dos litótipos. A Figura 9 ilustra a estruturação da legenda, que corresponde à representação simbólica dos recortes dos mapas apresentados nas Figuras 10 e 11.

Figura 9 – Proposta de símbolos para a legenda única proposta por Gustavsson e Kolstrup (2009)

Hidrografia	Morfometria/ Morfografia		Litologia		Processos / Gênese
	Formas mapeadas pela escala (cor por processo/gênese)	Formas muito pequenas para serem mapeadas pela escala (cores por processos/gênese)	Depósitos inconsolidados		
Fluxo permanente, com direção da drenagem	Gradiente de Declividade	Fissuras em forma de V	Argila/Silte (< 0,06 mm) A) em camadas B) estrutura maciça ou distorcida	Endogênicos (estrutural, tectônico, vulcânico)	Movimento de massa (incluído erosão fluvial)
Fluxo efêmero, pontos pretos se antropogênico	Limite superior da inclinação	Cume estreito	Areia (0,06 – 2 mm)	Fluvial	Glaciofluvial
Fluxo subsuperficial, pontos pretos se antropogênico	Escapamentos A) altura < 10 m, distinto B) altura < 10 m, pouco distinto C) altura > 10 m, distinto D) altura > 10 m, pouco distinto	Ondulações na vertente A) aleatória B) alinhadas	Cascalho (2 – 60 mm)	Marinho, Lacustre (incluindo processos costeiros)	Glacia
Canal abandonado	Declividade descontínua	Terreno plano ondulado com declividade < 2°	Paralelepípedos (60 – 600 mm)	Eolio	Biogênico
Cachoeira/Barragem	Terreno ondulado, com declives de 2 – 35%	Feições Específicas (formas e processos integrados)		Pedregulhos (0,6 – 1 m)	Antropogênico
Área de inundação permanente	Área modificada	Soliflução/rastejamento Outros fluxos lentos	Orgânicos		
Área de inundação periódica, incluindo alagamentos	Limites Geomorfológicos A) definido B) indefinido	Deslizamento pequeno	Turfa orgânica	Rochas Consolidadas (cor de idade geológica) Co- Conglomerados Db - Diabásio Li- Calcário Sa- Arenito Sh-Xisto	
Lago, mar (com batimetria)	Linhas de contorno / Altitude do cume (m)	Estrutural Falhas/dobramentos	Lama		

Com referência aos materiais utilizados para o reconhecimento das feições de relevo, incluíram-se as imagens aéreas da Suécia, com resolução espacial de 1 m, além da execução da etapa dos trabalhos de campo (GUSTAVSSON; KOLSTRUP, 2009). Desse modo, os resultados alcançados pelos autores, mostram que na escala de 1/5.000 há maior descrição dos elementos e, com isso, a representação gráfica pode ser detalhadamente visualizada. As curvas de nível adotadas nessa escala possuem equidistância de 5 m e permitem a identificação das drenagens naturais e daquelas que já sofreram processos de modificação causados pelo homem, bem como áreas de alagamento. Com isso, a escala identificou feições provocadas pela ação do homem, consistindo em morfologias antropogênicas, como cortes das estradas, terraceamentos e exposição do afloramento rochoso pela retirada da cobertura pedológica. A Figura 10 permite a visualização do mapa geomorfológico produzido na escala de 1/5.000.

Figura 10 – Mapa geomorfológico na escala 1 /5.000

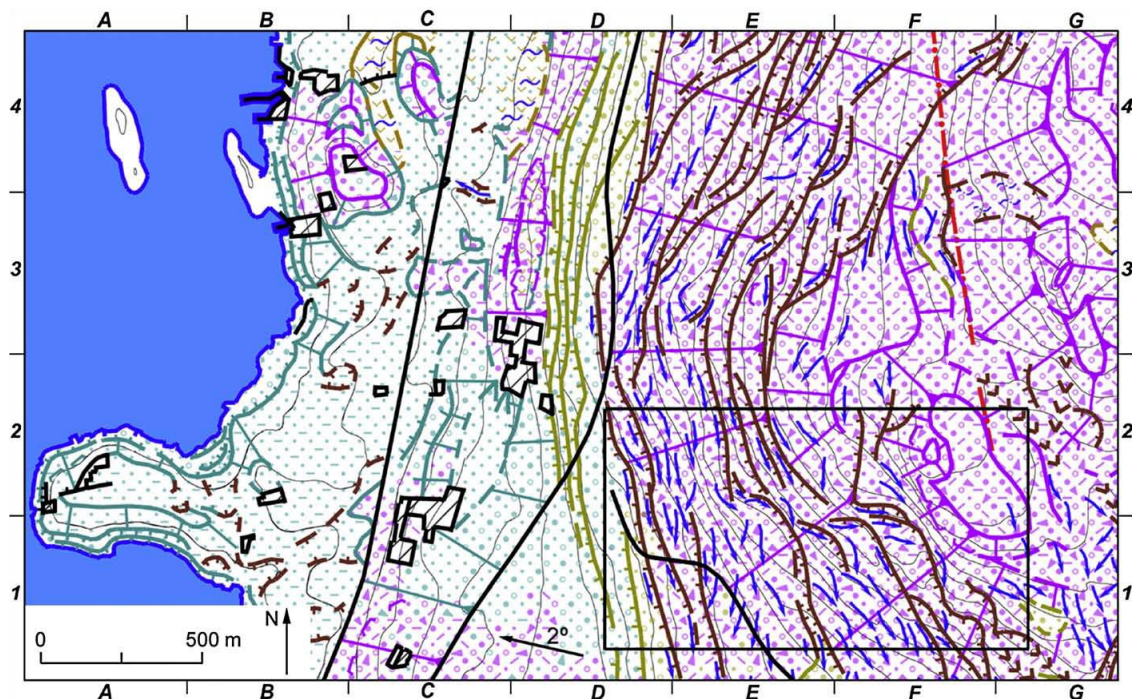


Notas: Recorte parcial do Oeste do Orsasjön, na escala de 1:5000 com curvas de nível de equidistância de 5 metros.

Fonte: GUSTAVSSON; KOLSTRUP, 2009, p. 40

Avançando em suas comparações, para a escala de 1/25.000 o mapeamento apresentado também foi realizado utilizando-se curvas de nível com equidistância de 5 m, sendo que algumas feições foram generalizadas e, assim, o afloramento rochoso identificado na escala de 1/5.000, não pode ser representado em comparação ao uso da escala menor. Nos canais fluviais, a análise dos materiais e sua origem ficou comprometida, ocorrendo a generalização dos meandros abandonados. A Figura 11 evidencia o mapa na escala de 1/25.000.

Figura 11 – Mapa geomorfológico na escala 1/25.000



Notas: Recorte parcial do Oeste do Orsasjön, na escala de 1:25000, mantendo a equidistância de 5 metros com curvas de nível de equidistância de 5 metros.

Fonte: GUSTAVSSON; KOLSTRUP, 2009, p. 41

Gustavsson e Kolstrup (2009) afirmam que a comparação desses dois níveis escalares demonstra uma perda significativa das informações na carta, tornando-a mais subjetiva, quanto aos estudos do desenvolvimento da paisagem.

Acrescentando sobre a ótica metodológica adotada, Otto, Gustavsson e Geilhausen (2011), ao abordarem o mapeamento geomorfológico no tocante à representatividade gráfica, simbologia e visualização, ampliam os debates dos

elementos cartográficos presentes na legenda, permitindo a sua flexibilização. Segundo os autores, a legenda da carta geomorfológica segue com sua complexidade diante do uso dos símbolos cabíveis para simbologia das feições do relevo, bem como as características dos materiais superficiais e dos processos atuantes.

Segundo o que é posto por Otto, Gustavsson e Geilhausen (2011), a condução do tratamento dos elementos básicos de representação da cartografia como pontos, linhas e polígonos em análise das variabilidades visuais, tamanho, textura, forma, cor e valor, constitui como critério qualitativo para a sistematização das informações no mapa geomorfológico. Os autores chamam a atenção para uma organização cartográfica capaz de transmitir legibilidade, ao incluir o contraste visual, a forma da superfície e a organização hierarquizada das informações e corresponda aos fatores promotores de uma leitura eficiente da carta geomorfológica. Nesse sentido, Otto, Gustavsson e Geilhausen (2011) argumentam que, para a compreensão dos sistemas geomorfológicos, a importância do uso de simbologias e diagramações estejam ajustadas no mapa e na legenda, possibilitando a interpretação qualificada da área de estudos. Assim, os autores orientam metodologicamente a separação das informações descritivas e interpretativas na construção da legenda geomorfológica, para que outros leitores do mapa possam realizar suas próprias compreensões e conclusões. Nesse procedimento de divisão das informações, o método apresentado garante a descrição das formações individuais (como a morfogênese) correlacionando-as com os processos ocorridos no seu entorno.

Ao tratarem das leituras individuais das informações descritivas e interpretativas, Otto, Gustavsson e Geilhausen (2011) adotam dois modelos para a legenda, sendo: (1) o *Padrão de Modelo do Relevo* como o interpretativo, no qual as formas de relevo são identificadas por colinas, canais, cristas e (2) o *Modelo Elemento do Relevo*, onde as feições de relevo são descritas pela combinação da declividade e inclinação, narrando a conformação da morfologia local. Dado o uso dessas técnicas, a vantagem da legenda organizada dessa maneira consiste na flexibilidade da apresentação dos símbolos, segundo os diferentes usos de escalas para a representação simbólica das feições de relevo mapeadas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Interpretar o relevo não é simplesmente saber identificar padrões de formas ou tipos de vertente e vales, não é simplesmente saber descrever o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-las e correlacioná-las com os processos atuais e pretéritos, responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas também sua cronologia, ainda que relativa.

(ROSS, 1991, p.17)

A organização do mapa geomorfológico proposto foi construída lançando mão do Sistema de Informação Geográfica (SIG), com as técnicas de geoprocessamento disponíveis pelo *software* ArcGIS, para a formatação do banco de dados, composição de *rasters* e a criação de classes de feições em polígonos, linhas ou pontos.

Assim, foi criada a pasta *Mapeamento Geomorfológico de Juiz de Fora*, composta por subpastas de conjuntos de classes de feições, associadas pela temática almejada, como: limites territoriais, morfometria e compartimentação do relevo. Em cada uma dessas subpastas foram gerados os arquivos em manchas poligonais, pontuais ou lineares, segundo a tipologia adequada para a representação gráfica e simbólica, que está inserido o atributo a ser diagramado.

O material utilizado, correspondeu às folhas topográficas disponíveis pelo IBGE. As folhas topográficas que compõem o município de Juiz de Fora são: Ewbank da Câmara (SF-23-X-C-VI-2), Juiz de Fora (SF-23-X-D-IV-1), Mar de Espanha (SF-23-X-D-IV-4), Matias Barbosa (SF-23-X-D-IV-3), Santa Bárbara do Monte Verde (SF-23-X-C-VI-4) e São João Nepomuceno (SF-23-X-D-IV-2), na escala de 1/50.000. Esse conjunto de documentos topográficos está disponibilizado no acervo da biblioteca do IBGE, sendo acessível para compra ou *download* do arquivo digital em *Tagged Image File Format* (TIFF)³. Assim, cada folha topográfica foi baixada para o computador e, posteriormente, foram georreferenciadas para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em ambiente SIG, pelo *software* adotado.

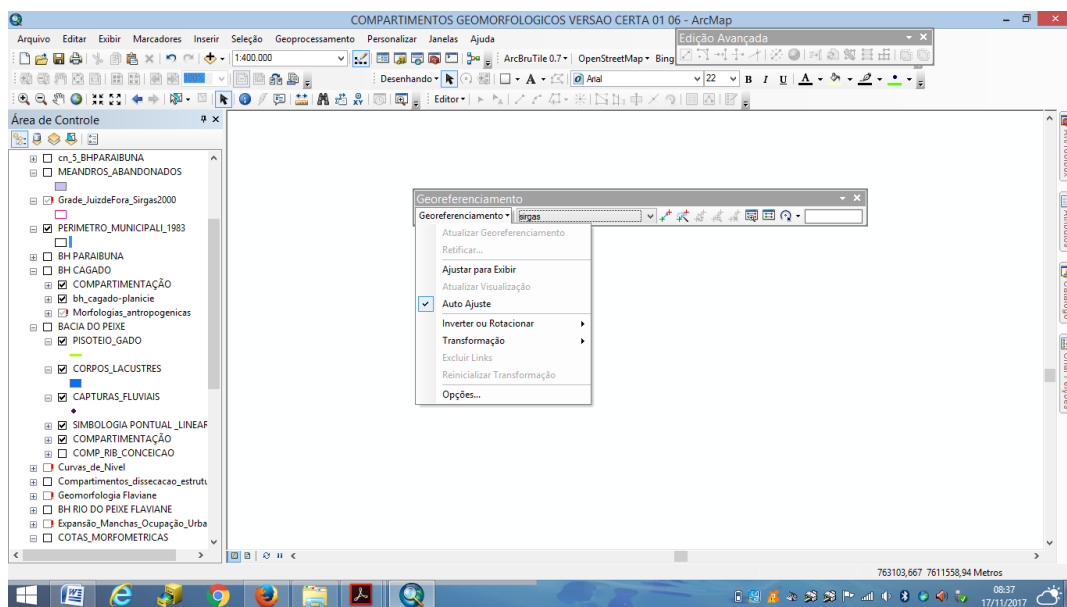
A escolha desse sistema foi seguida pelas orientações contidas no Decreto nº 5.334, de 6 de janeiro de 2005 (BRASIL, 2005), das Instruções Reguladoras das

³ Disponível em: <<https://loja.ibge.gov.br/>>.

Normas Técnicas da Cartografia Nacional, no qual dá nova redação ao artigo 21, estabelecendo a nova referência planimétrica e altimétrica no exercício da cartografia brasileira.

Para a execução do georreferenciamento, foi utilizado o Mapa Índice Digital (MDI), seguindo as diretrizes do Mapeamento Geral do Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). O MID serve como uma camada de referência quanto ao mapeamento sistemático existente no Brasil e dispõe de informações atualizadas sobre os produtos de ortofotomosaicos e modelos digitais de elevação⁴. O diretório para a execução do geoprocessamento foi realizado através da caixa de ferramentas de “Georreferenciamento”, podendo ser habilitada clicando com o botão direito na barra principal do software ArcGIS. A Figura 12 mostra o *print* da janela dessa função.

Figura 12 – Caixa de ferramenta para execução do georreferenciamento



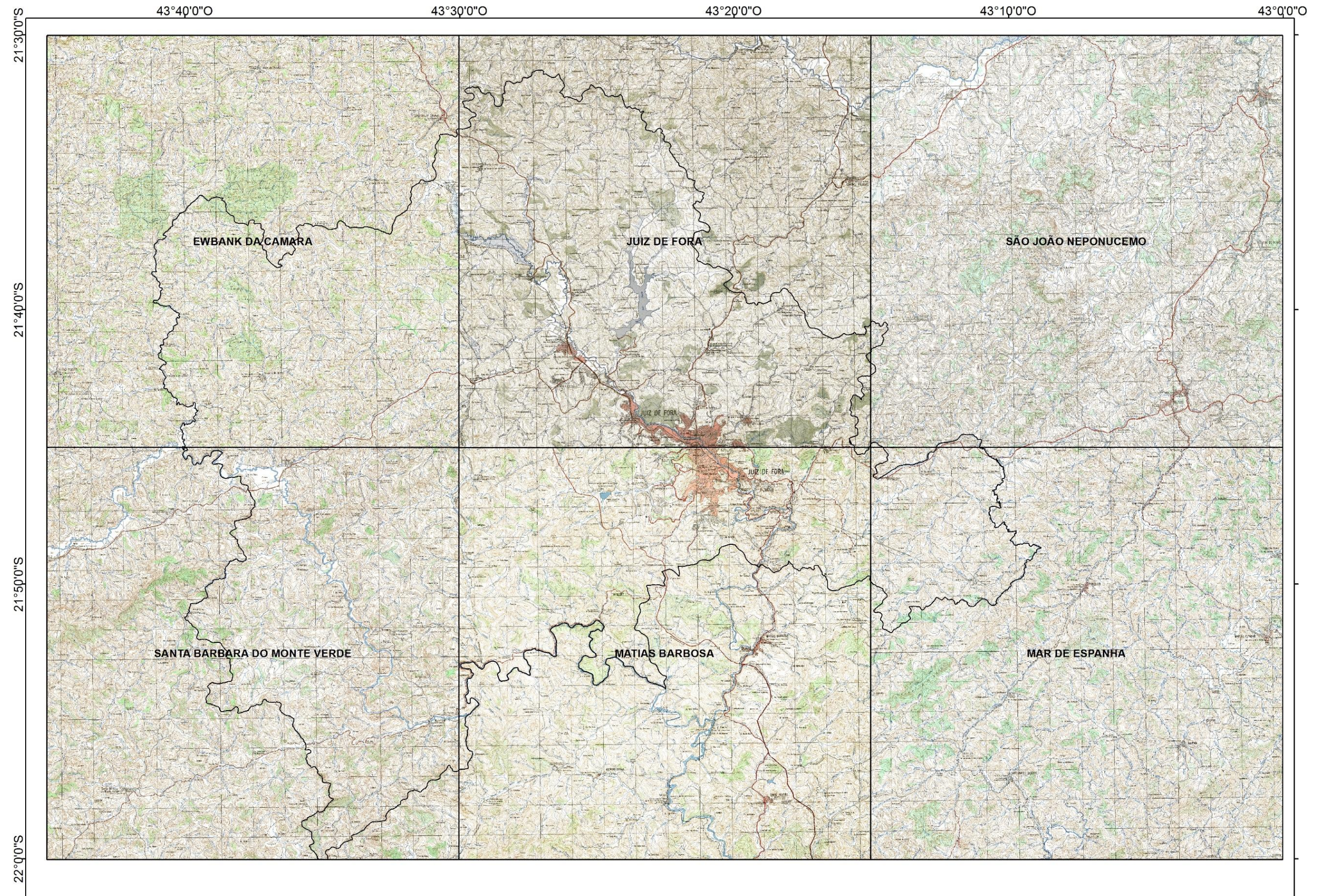
Fonte: A autora, 2018

⁴ Essa base nacional pode ser adquirida no endereço eletrônico: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>.

Após a etapa de georreferenciamento, foi realizado o recorte das folhas topográficas em formato TIFF, para a exclusão das informações textuais, gráficas e de desenhos da porção inferior do documento. Para esse expediente, foi criado um *shapefile* do tipo polígono utilizando-se o caminho *ArcToolbox>Spatial Analyst>Extração>Extrair por Máscara*, realizando-se os cortes pretendidos. Em seguida, foi gerado um arquivo único, através da aplicação da técnica de mosaicagem com todas as folhas topográficas necessárias para a representação da área de estudos.

Esse procedimento foi facilitado pela ferramenta *ArcToolbox>Gerenciamento de Dados>Raster>Conjunto de Dados Raster>Mosaico*. A Figura 13 mostra o conjunto das folhas topográficas estudadas, no formato de mosaico, oferecido pelo *software* ArcGIS.

Figura 13 – Mosaico das folhas topográficas para o município de Juiz de Fora



Após as manipulações nas folhas topográficas, os procedimentos metodológicos para a formatação do mapa geomorfológico proposto foram amparados nas informações morfométricas, morfográficas, morfogenéticas e cronológicas, propostas por Tricart (1965), na abordagem metodológica de Nunes e outros (1995) e no *Manual Técnico de Geomorfologia* (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009).

Quanto ao *Manual Técnico de Geomorfologia* do IBGE (2009), os procedimentos adotados referem-se à incorporação das informações morfoestruturais, adotando os padrões, quanto ao uso das tonalidades de cores e as simbologias sugeridas para as semelhanças na constituição litológica e o direcionamento das lineações estruturais. Desse modo, foram utilizados os tons amarelos para representação dos depósitos sedimentares quaternários e os tons marrons/laranjas para os cinturões móveis proterozóicos.

Quanto à simbologia alfanumérica, também orientada pelo IBGE (2009), foi composta a partir do entendimento de que a primeira letra maiúscula representa o tipo de modelado, acompanhado do segundo caractere correspondente à identificação das morfologias mapeadas. A terceira letra, diz respeito às formas dos topos, identificadas como convexas (c), tabulares (t) aguçadas (a) ou aplainadas (ap). A quarta indicação refere-se à forma das vertentes/encostas quanto aos aspectos côncavos (cc), convexos (c), convexos e retilíneos (cr). Na legenda, foi incorporada a correlação dos índices do sistema binário dados pela matriz de dissecação do relevo referentes às análises morfométricas, finalizando a disposição das informações.

A Figura 14 representa a composição da descrição anterior, como proposta para a leitura da simbologia alfanumérica contida no mapa geomorfológico, em uma feição de relevo hipotética.

Figura 14 – Composição da legenda alfanumérica

Dm ^a c 24

Legenda: D tipo de modelado em dissecação homogênea; m = morfologia de morro mapeada; a = topo aguçado; c = vertente convexa; 24 = sistema binário da matriz de dissecação, onde o dígito 2 é a dimensão interfluvial e o dígito 4 é a profundidade de dissecação.

Fonte: A autora, 2018

Uma vez estabelecidas essas diretrizes, realizou-se a compartimentação do relevo para a diferenciação entre as tipologias genéticas agradacionais (A), modelados de dissecação homogênea (D) e dissecação em controle estrutural (DE), de acordo com as características de homogeneidade e heterogeneidade apresentadas pelas feições de relevo dos modelados (MARQUES NETO et al., 2017). O cumprimento dessa etapa foi apoiado na identificação pela imagem de relevo sombreado e nas folhas topográficas, estas, conforme já mencionadas. A disponibilização, pela Prefeitura de Juiz de Fora, do material contendo curvas de nível com 5 m de equidistância, foi relevante para a criação de um arquivo *raster* de alta qualidade. Desse modo, para a extração do relevo sombreado foi utilizado o caminho *ArcToolbox>Spatial AnalystTools>Surface>Hillshade*. Em relação ao ângulo de iluminação azimutal, optou-se por 315° como parâmetro, por ser o ângulo apropriado para destacar as principais estruturas em sua forma e orientação nessa faixa latitudinal do Brasil Sudeste, segundo Marques Neto e outros (2017).

Em seguida, para o tratamento morfométrico, a obtenção dos valores referentes às classes de dimensão interfluvial e profundidade de dissecação foi apoiada na abordagem de Nunes e outros (1995), também levada a efeito por autores como G. V. Barbosa e outros (1984), Cunha (2011), Marques Neto, Zaidan e Menon Júnior (2015), Marques Neto e outros (2017) e Silva e outros (2015), ao proporem uma classificação para as feições de relevo que indica a textura em cada geoforma identificada. Para esse reconhecimento, foram manuseadas as folhas topográficas e, posteriormente, calculou-se a amplitude altimétrica, em metros, entre os topos e o fundo de vale de referência. Quanto à mensuração da dimensão interfluvial, ocorreu com base na extensão dos interflúvios, medida entre dois canais paralelos a semiparalelos ou entre os pontos de surgência hídrica, estabelecidos pelos canais de 1º ordem na escala em questão. O Quadro 6 indica o tratamento morfométrico em uma matriz de dissecação, conforme sugerem Cunha (2011), Nunes e outros (1995) e Ross (1992).

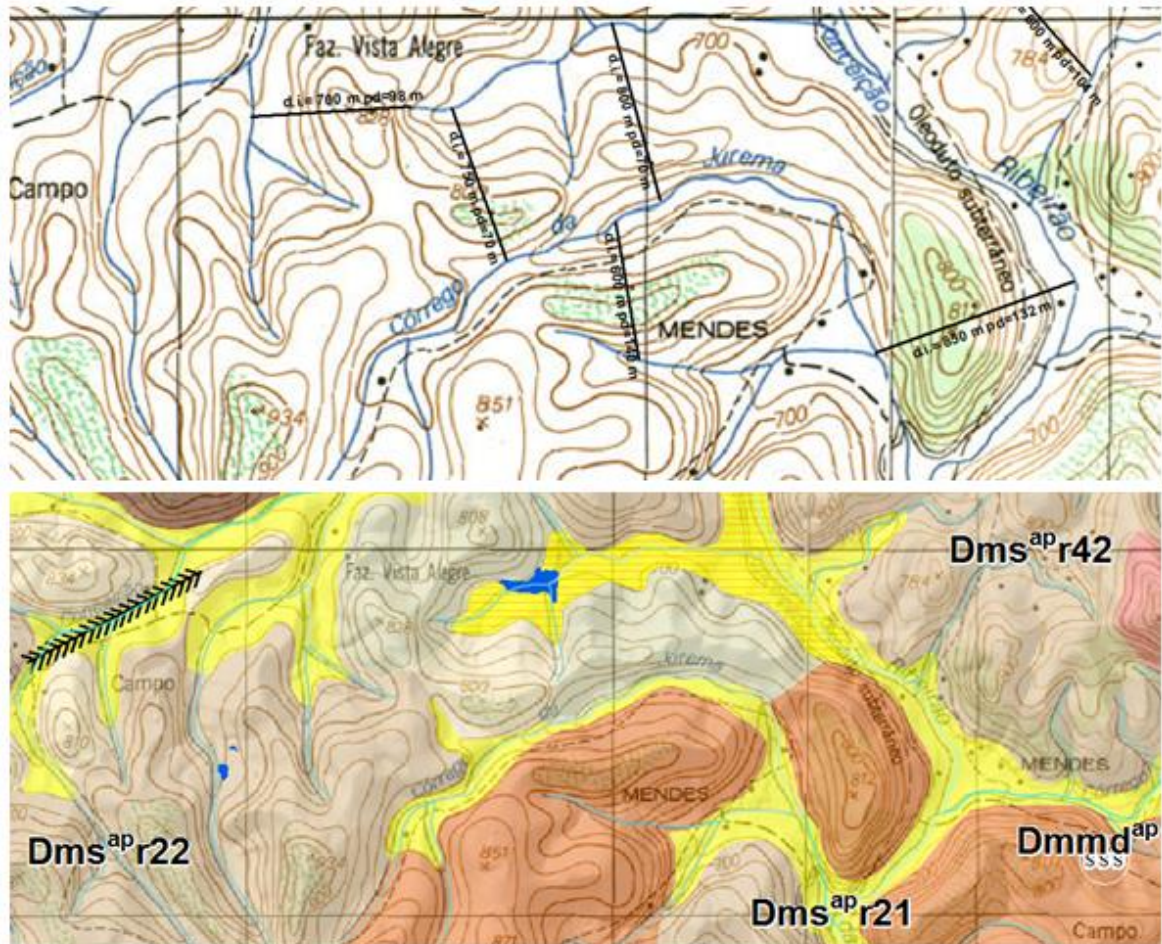
Quadro 6 – Classificação para a dimensão interfluvial e o aprofundamento da drenagem

Intensidade de aprofundamento da drenagem	Dimensão interfluvial média				
	Muito fina (≤ 400 m)	Fina (401 a 600m)	Média (601 a 800m)	Grosseira (801 a 1000m)	Muito grosseira (≥ 1000 m)
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 (501 a 1000m)	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4
Muito forte (≥ 1001 m)	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5

Fonte: A autora, 2018

Conforme argumenta Cunha (2011), sobre a disposição da matriz de dissecação apresentada, a dimensão interfluvial varia de 1 a 5 sendo que, quanto maior o valor, menor a extensão interfluvial entre as drenagens da unidade. De igual modo, o aprofundamento da drenagem varia de 1 a 5 e, quanto maior o dígito, maior a profundidade de entalhe. A Figura 15 demonstra como foram aplicadas as técnicas de morfometria e morfografia.

Figura 15 – Recorte da carta topográfica e dos polígonos da morfologia



Fonte: A autora, 2018

Posterior à fase dos cálculos morfométricos, foi estabelecida a etapa de denominação das feições de relevo, através da correlação entre os parâmetros de profundidade de dissecção e declividade das encostas, pela proposta de nomenclatura do IPT (1981), conforme a associação dos conjuntos de sistemas de relevo em colinas, morros com encostas suavizadas, morrotes, morros e montanhoso. Dando prosseguimento, foi confeccionada, de maneira automatizada pelo *software* ArcGIS, a carta referente ao declive das geofomas para a avaliação do parâmetro da declividade contido na etapa de nomeação das feições de relevo. Assim, primeiramente foi criado um *Triangulated Irregular Network* (TIN), a partir das curvas de nível dispostas de 5 m em 5 m, pelo caminho *ArcToolbox>3D Analyst Tools>Data Management>TIN>Create TIN*. Em seguida, o arquivo gerado foi convertido para um *raster*, em Modelo Digital (MDT), pelo diretório

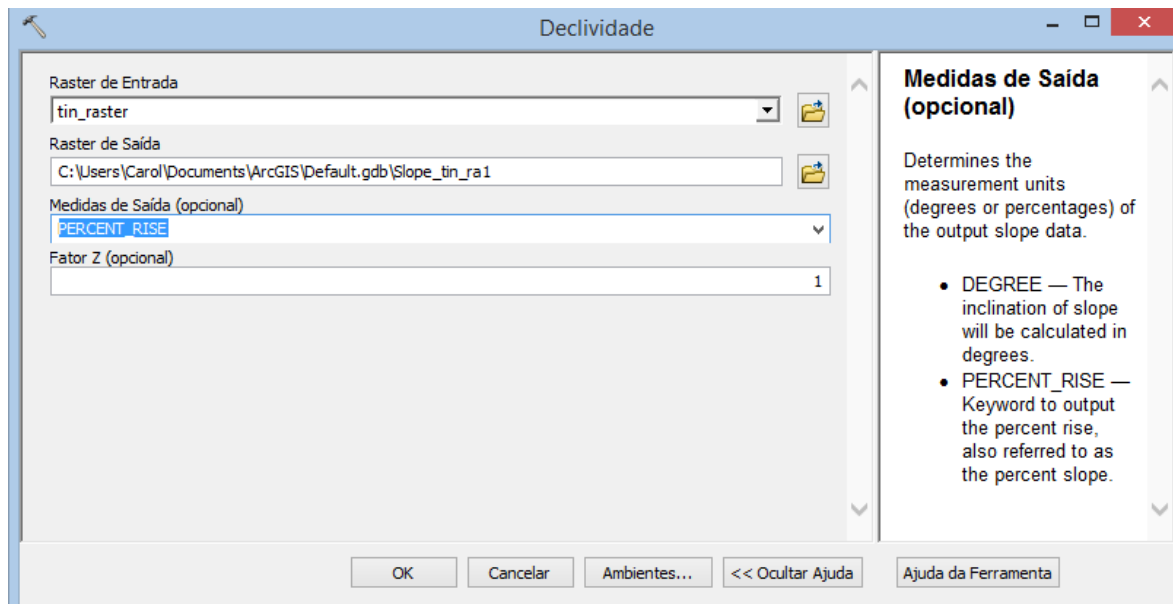
ArcToolbox>3DAnalystTools>Conversion>FromTIN>TINtoRaster. Após a geração do MDT, foi obtida a carta de declividade pelo encaminhamento *ArcToolbox>Spatial AnalystTools>Surface>Slope*.

As classes de apreciação das inclinações das feições de relevo aplicadas ao município de Juiz de Fora foram adotadas segundo a proposta de De Biasi (1970) em consonância com a proposta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999). Desse modo, foram definidos os intervalos:

- < 6% como relevo *plano*, agregando majoritariamente feições de planícies e terraços;
- 6% – 12% como relevo *suave ondulado* com faixa limite para a inserção da mecanização agrícola;
- faixa de 12% – 30% para relevo ondulado cujo uso urbanístico está regulado pela lei federal nº 6.766/1979 de parcelamento de solo;
- a faixa de 30% – 45% como relevo *forte ondulado*, no qual o Código Federal delimita como o limite máximo de corte, em que a exploração esteja amparada pela existência de coberturas florestais; e por fim,
- o intervalo de 45% – 75% como *montanhosos*, em conjunto com o intervalo < 75% de relevo *escarpado*, nos quais não é permitida a derrubada de florestas sem rendimentos permanentes.

A Figura 16 ilustra uma das janelas disponibilizadas no *software* ArcGIS, para a execução dos dados sobre a declividade.

Figura 16 – Tela de abertura para a geração da base de declividade



Fonte: A autora, 2018

Para o melhor reconhecimento das geformas no município de Juiz de Fora, caracterizada pelas áreas mamelonares, ocorreu uma adaptação na proposta do IPT (1981) relacionada à classe de declividade que representa os conjuntos montanhosos. Assim, as porções desse sistema de relevo foram apontadas como aquelas situadas em declives acentuados acima dos 30% e não na faixa dos 15%, como originalmente.

Isso posto, seguiram-se os procedimentos metodológicos de Otto e Smith (2013) para facilitar o cumprimento da rotina de execução do mapa geomorfológico, pois os autores contribuem para o planejamento em sintonia com as etapas, desde a preparação inicial das bases, execução em campo até à forma de disponibilidade do mapa em questão. Nesse sentido, as orientações de Otto e Smith (2013) incluem: (1) etapas de preparação pré-campo; (2) trabalho de campo em si; e (3) a publicação de um mapa final. A proposta dos autores quanto a esses expedientes, foi sistematizada no Quadro 7, com as fases sugeridas e adaptadas para a realização do mapa geomorfológico de Juiz de Fora, levado a efeito nessa dissertação.

Quadro 7 – Organização das etapas de trabalhos auxiliares no levantamento geomorfológico de Juiz de Fora

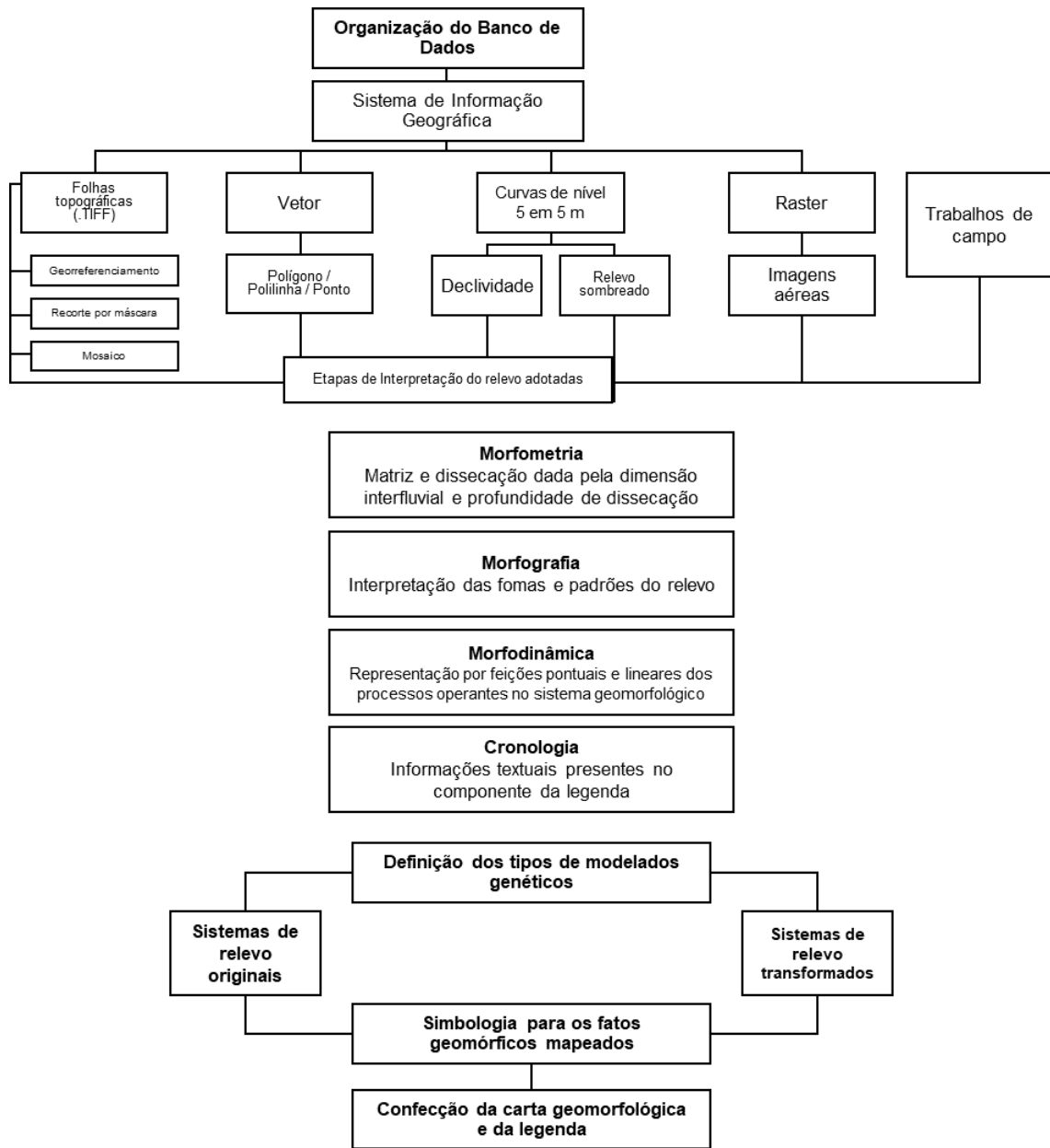
Fase	Planejamento das atividades
Pré-Mapeamento	Identificação da área de estudo
	Identificação do propósito ou objetivo do mapeamento
	Obtenção de imagens aéreas
	Obtenção de mapas geológicos e pedológicos
	Criação do banco de dados em SIG
	Composição de protocolo de campo
Durante a campanha de campo	Reconhecimento da área
	Utilização de GPS para marcar pontos de interesse
	Anotações com fotos e posicionamento geográfico
	Download e integração das informações do GPS com o software de transferência de arquivos
Posterior ao trabalho de campo	Validação do mapeamento realizado em gabinete com as observações em campo.
	Produção final do mapa geomorfológico em software de SIG.
	Redação do texto final sobre o mapa geomorfológico
	Publicação do mapa

Fonte: A autora. Adaptado de OTTO; SMITH, 2013

Para o mapeamento geomorfológico de Juiz de Fora, objetivo da presente dissertação, nas etapas de trabalho de campo foram utilizados: caderno de anotações, mapas topográficos da área de estudo, prancheta, lápis, cartas topográficas, câmera fotográfica, *notebook* e aparelho GPS *Garmin eTrex Touch 35*.

A Figura 17 mostra o fluxograma organizativo, que sintetiza as fases do mapeamento geomorfológico proposto para Juiz de Fora, a fim de tornarem claros os encaminhamentos sobre os procedimentos metodológicos adotados

Figura 17 – Fluxograma ilustrativo dos principais passos metodológicos adotados



Fonte: A autora, 2018

Na fase de comparação e discussão das metodologias referentes às abordagens sobre o estudo do relevo em Juiz de Fora, foram realizados levantamentos bibliográficos em documentos legislativos como o Plano Diretor e em trabalhos acadêmicos disponibilizados para a pesquisa. Para a obtenção de informações quanto aos demais componentes do meio físico, referentes à litologia, à cobertura pedológica, à vegetação, ao uso da terra e à dinâmica climática, foram

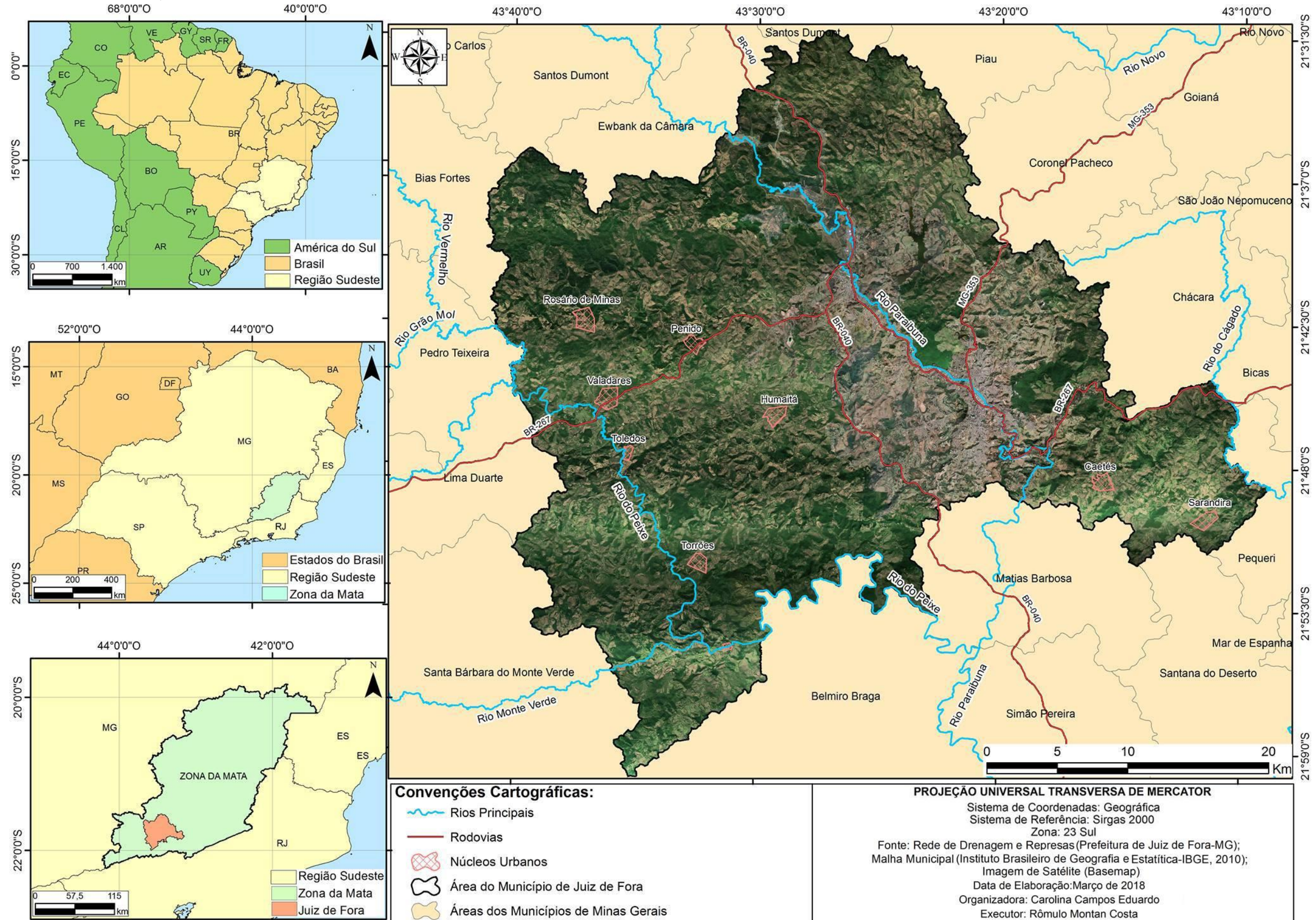
pesquisados trabalhos já realizados para o município pela Prefeitura de Juiz de Fora (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Governo de Minas Gerais, Estação Climatológica Principal, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Fundação Estadual do Meio Ambiente, dentre outras fontes de pesquisas relacionadas.

4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

[...] essas roças e pousos formados ao longo do Caminho Novo foram de importância ímpar para o povoamento da Mata Mineira, uma vez que alteravam o meio ambiente por meio do trabalho, tanto para sustento próprio quanto para comercialização, seja do espaço físico (acomodação de muares e de pessoas), seja de gêneros alimentícios (oferecidos aos transeuntes).
(LAMAS, 2006, p. 1).

O município de Juiz de Fora está inserido no estado de Minas Gerais, compondo o conjunto de 142 municípios integrantes da mesorregião da Zona da Mata mineira, conforme a Figura 18. Segundo Rocha (2008) a maioria dos municípios dessa região está marcada pela precariedade socioeconômica e, dessa forma, Juiz de Fora polariza a região pela prestação de serviços e comércio desenvolvidos.

Figura 18 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: A autora, 2018

A história de ocupação na porção sul da Zona da Mata Mineira é legada ao período econômico de expansão da cafeicultura, destacando como principal atividade no cenário agrícola brasileiro no século XIX e exercendo influência regional sobre a estruturação dos modelos adotados na política, na econômica, na formação e no assentamento de povoados em torno das fazendas cafeicultoras (ROCHA, 2008). Juiz de Fora se inseriu na conjuntura econômica regional e foi constituída territorialmente como município de Santo Antônio do Paraibuna, pela lei Provincial nº 472, de 31 de maio de 1850. Posteriormente, em maio de 1856 recebeu a titularidade de cidade, denominada *Cidade do Paraibuna* até que, em 1865, a Lei Provincial nº 1.262, de 19 de dezembro, intitula o nome de *Cidade do Juiz de Fora* (MACHADO; SANTOS, 2017).

Segundo Machado e Santos (2017), o desenvolvimento de Juiz de Fora esteve associado ao Caminho Novo e, nesse sentido, o assentamento da cidade ocorreu inicialmente à margem esquerda do Rio Paraibuna, compreendendo a região do então morro da Boiada, hoje, o Bairro Alto dos Passos.

A implantação pioneira, no século XIX, de vias de acessos estruturais atribuída aos projetos da Estrada do Paraibuna, por Heinrich Wilhelm Ferdinand Halfeld em 1836, da Estrada União Indústria, inaugurada em 1861 e da Estrada de Ferro Central do Brasil, em 1875, oferece, na atualidade, a ampla malha de mobilidade e acessibilidade congregada pelas vias internas principais (avenidas Barão do Rio Branco, Getúlio Vargas, Itamar Franco, dentre outras), vias intrabairros e rodovias estaduais e federais (MG-353, BR-267, BR-040), interceptando o município e favorecendo a conexão intraestadual (MACHADO; SANTOS, 2017).

Em contundente revisão bibliográfica, Machado e Santos (2017) debruçaram sobre as modificações territoriais pelas quais Juiz de Fora passou nos anos de 1920, 1940, 1973 e 2000, culminando na regionalização vigente em que apresenta como confrontantes os municípios de Belmiro Braga, Bías Fortes, Bicas, Chácara, Coronel Pacheco, Ewbank da Câmara, Lima Duarte, Matias Barbosa, Pedro Teixeira, Pequeri, Piau, Santa Bárbara do Monte Verde e Santana do Deserto. Administrativamente, está subdividido nos distritos de Juiz de Fora, Torreões, Rosário de Minas e Sarandira, que comportam os núcleos urbanos de Torreões, Humaitá, Monte Verde, Toledos, Pirapitinga (distrito de Torreões), Rosário de Minas, Penido, Valadares (distrito de Rosário de Minas), Sarandira e Caetés (distrito de Sarandira). Quanto à extensão, a área total do município compreende 1.429.875 km², sendo que

a área urbana representa cerca de 400 km² e aproximadamente 320 km² abrange a área rural (JUIZ DE FORA, 2004).

De acordo com as informações do IBGE, a população de Juiz de Fora no censo de 2010 realizado foi de 516.247 habitantes e estima-se o quantitativo de 563.769 pessoas para o ano de 2017. O reflexo da qualidade de vida e do crescimento econômico da população, pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) está indicado em 0,778 e o da capital mineira atinge 0,81, segundo o censo 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2017).

O município de Juiz de Fora, em consonância com a taxonomia geomorfológica estabelecida pelo Radambrasil (BRASIL, 1983), está adstrito aos domínios do Planalto Atlântico, na região da Serra da Mantiqueira Setentrional e estabelecido na unidade das Serras da Zona da Mata Mineira. Nesse encadeamento do sistema de relevo, Juiz de Fora está inserida na Unidade Serras da Zona da Mata Mineira, caracterizada por feições em formas alongadas, de cristas e linhas de cumeadas, sob substratos rochosos de granulitos, charnoquitos e migmatitos com formações de coberturas pedológicas de latossolos e podzólicos vermelho-amarelos (GATTO et al., 1983). Na abordagem geomorfológica realizada por Gatto e outros (1983), as serras são caracterizadas como modelados de formas alongadas em cristas e morros convexos, em escarpas de falha, sulcos estruturais e cristas simétricas alinhadas, destacando a direção das dobras e falhas ocorridas. A região geomorfológica da Mantiqueira setentrional compreende a área ao sul do Estado do Espírito Santo e leste de Minas Gerais, com pequenas porções no Estado do Rio de Janeiro. Na porção oeste limita-se ao conjunto dos compartimentos planálticos do leste de Minas, ao sul com o Vale do Paraíba do Sul e a leste encontra-se com as regiões das colinas e maciços costeiros (GATTO et al., 1983).

Destacam-se altimetricamente o pico da Bandeira, com 2.897 m, localizado na Serra do Caparaó, na divisa entre o estado de Minas Gerais e Espírito Santo. Insere-se em meio a altitudes médias entre 700 m e 1.100 m em contexto de colinas alongadas, serras com altitudes elevadas, escarpadas (originalmente associadas a falhamentos) e os vales retilíneos que abrigam rochas dos tipos gnaisses kinzigíticos, quartizitos, granitoides, calcários e rochas ultrabásicas (BRASIL, 1983).

A Serra da Mantiqueira setentrional acomoda as unidades geomorfológicas dos patamares escalonados do sul capixaba, maciço do Caparaó e as serras da Zona da Mata (BRASIL, 1983).

Ab'Sáber (2010), a respeito dos problemas dos sítios urbanos no Planalto Atlântico Brasileiro, compreende essas regiões como de morros mamelonares, com pequenos maciços montanhosos acidentados e irregulares, configurando um ambiente que oferece adversidades para os assentamentos urbanos. Assim, o autor correlaciona os elementos naturais impressos nessas paisagens (os morros de vertentes majoritariamente convexas, os maciços descontínuos de rochas, a rede hidrográfica densa, dentre outros) como elementos condicionantes à adaptação das cidades para a implantação da estrutura urbana.

Em sua percepção, Ab'Sáber (2010) coloca Juiz de Fora como parte dos “[...] compartimentos de relevo praticamente nulo, situados a montante de soleiras rochosas, sob a forma de planícies e baixos terraços de extensão excepcionalmente ampliada” (2010, p. 181). O contraste paisagístico dos morros com as áreas planas repercute nas dificuldades dos assentamentos humanos, como a percepção de Ab'Sáber (2010) em meio às feições do relevo da Zona da Mata mineira, conforme argumenta em suas palavras:

Bruscamente, entretanto, entra-se em contato com uma larga planície situada a montante de uma resistente soleira rochosa, que faz parte de um pequeno maciço residual a SE da cidade. Trata-se do único compartimento de relevo relativamente plano que se pode encontrar, desde as raias de Minas Gerais com o Estado do Rio de Janeiro, passível de asilar uma aglomeração urbana da importância de Juiz de Fora. Inegavelmente, trata-se de um pequeno quadro geográfico de exceção, no conjunto do relevo serrano regional, cuja explicação geomorfológica, alias, esta ainda a pedir uma interpretação acurada. (AB'SÁBER, 2010, p. 183).

Ab'Sáber (2010) contextualiza as planícies de inundação do município como aquelas de sedimentação aluvial moderna existentes ao longo dos principais cursos d'água. São áreas importantes para a ocupação humana, destacando-se a extensa planície da bacia do Paraibuna, no sentido NE/SE.

Em relação ao enquadramento geomorfológico regional, a unidade geomorfológica Serranias da Zona da Mata Mineira, cuja toponímia está relacionada à localização espacial desta na zona fisiográfica homônima, é caracterizada pela presença de “[...] relevos de formas alongadas, tipo cristas e linhas de cumeada, que ocorrem principalmente na parte leste do Estado de Minas Gerais” (GATTO et al., 1983, p. 346). Nessa paisagem estão congregados os tipos de relevo de escarpas adaptadas a falhas, sulcos estruturais, linhas de cumeadas e cristas simétricas

alinhas, com substrato rochoso de granulitos, charnoquitos e migmatitos. A orientação estrutural dessa unidade está no sentido SO-NE, caracterizado por uma espessura menor do manto de alteração, com encostas desprovidas desse material e que se apresentam com partes da rocha nua e por blocos arredondados com mais de 2 m de diâmetro (GATTO et al., 1983).

O município de Juiz de Fora possui feições de relevo em declividades majoritariamente elevadas, estabelecendo setores de encostas do relevo como áreas suscetíveis a escorregamentos. A apreciação clinográfica confere aos processos de ocupação urbana uma pauta relevante no âmbito do planejamento, uma vez que a energia gravitacional do relevo se associa a essa informação. O quadro altimétrico de Juiz de Fora está expresso pela diferenciação entre áreas de domínios planos e feições suavizadas daquelas de domínios de morros e morrotes. A Figura 19 mostra os aspectos gerais da hipsometria do município em geral, enquanto que o mapa da Figura 20 representa as classes dominantes de declives no município de Juiz de Fora.

Figura 19 – Classes hipsométricas do município de Juiz de Fora

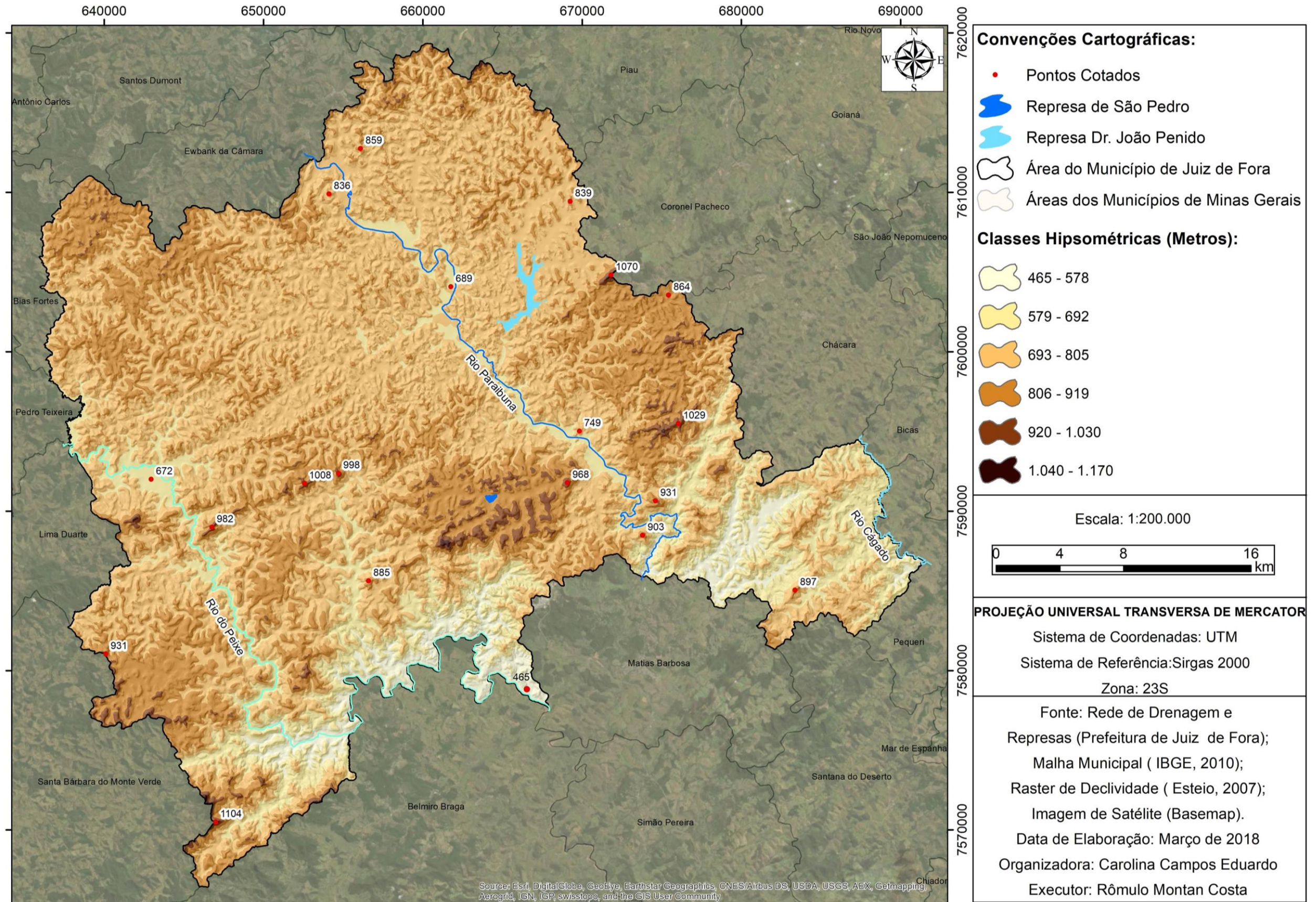
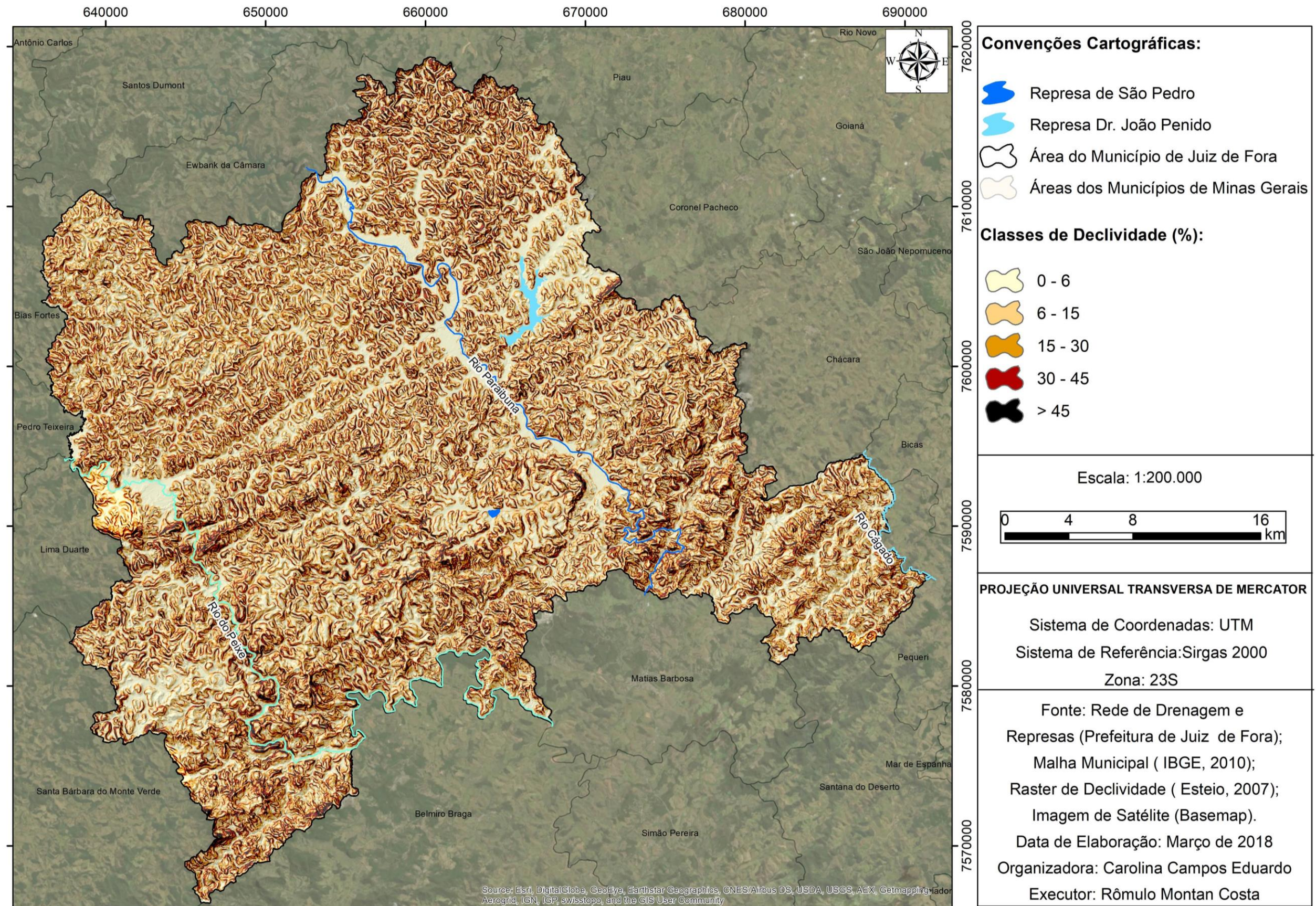


Figura 20 – Classes de declividade do município de Juiz de Fora



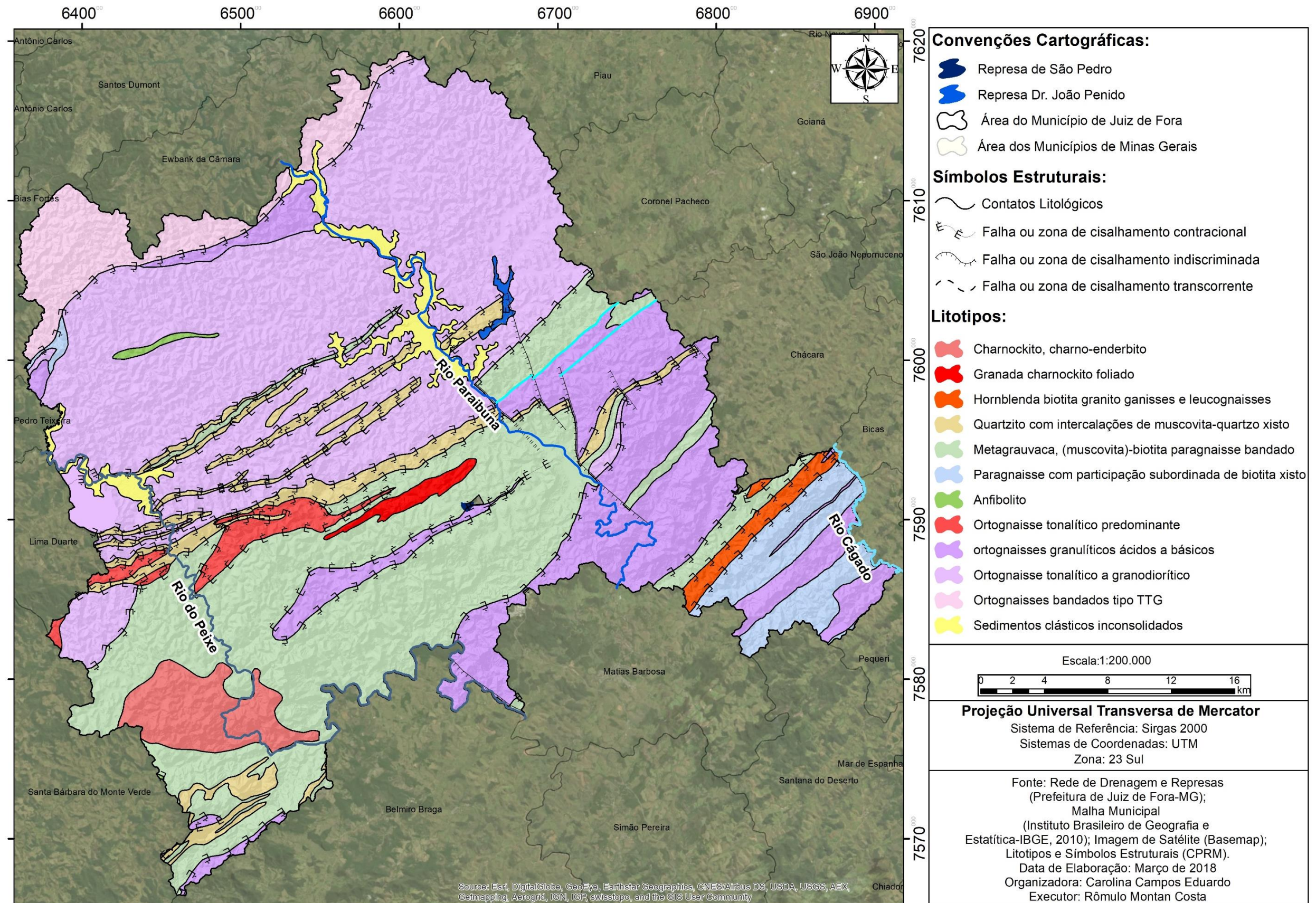
Os embasamentos geológicos que estruturam o município referem-se ao Complexo Juiz de Fora e ao Complexo Mantiqueira, caracterizados pelas unidades litológicas difundidas pelo projeto de mapeamento geológico de Minas Gerais com levantamentos na escala 1/100.000, realizado pelo Projeto Sul de Minas (DUARTE et al., 2003).

O Complexo Juiz de Fora abriga rochas metamórficas ortoderivadas, cuja elevação no grau do metamorfismo originou formações ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito. A unidade engloba composições enderbíticas e charnockíticas, além de rochas máficas e félsicas. Os ortogranulitos originados possuem coloração esverdeada ou caramelo, estrutura maciça e textura granoblática (DUARTE et al., 2003).

Para o Complexo Mantiqueira são reconhecidos “[...] biotita-hornoblenda, gnaisses cinzentos, bandados, por vezes migmatitos, de composição tonalítica a granodiorítica, com bandas, enclaves e/ou lentes centimétricas a métricas, e localmente corpos tabulares discordantes de rochas metabásicas” (DUARTE et al., 2003, p. 174).

O mapa das unidades geológicas pode ser visualizado na Figura 21.

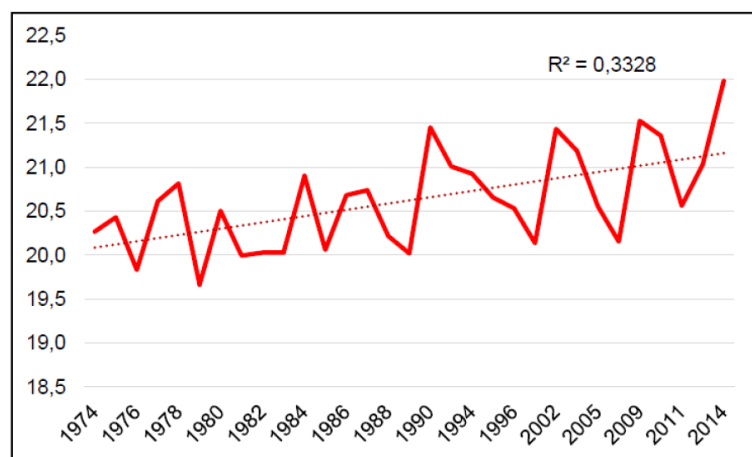
Figura 21 – Unidades geológicas do município de Juiz de Fora



Fonte: A autora, 2018

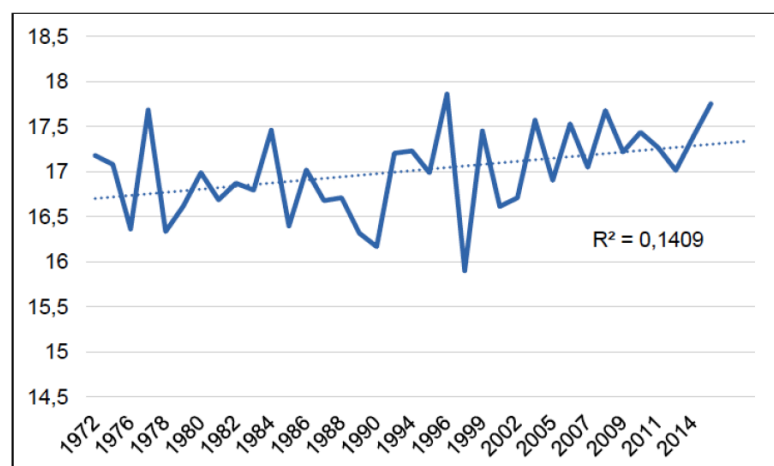
Em relação ao comportamento climático, a área de estudo possui duas estações marcadamente definidas, conforme afirma Torres (2006): “[...] uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas” (TORRES, 2006, p. 162). Para a representação da série de dados de 1974 a 2014 referente à temperatura média nos meses de verão, a Figura 22 mostra o gráfico apresentado por Pimentel (2017), enquanto a Figura 23 dispõe sobre os meses de inverno, correspondendo ao mesmo período.

Figura 22 – Temperatura média para os meses de verão na série 1974-2014



Fonte: PIMENTEL, 2017

Figura 23 – Temperatura média para os meses de inverno na série 1974-2014



Fonte: PIMENTEL, 2017

Na série apresentada pela Figura 22, Pimentel (2017) expõe que a maior temperatura média ocorreu em 2014, atingindo os 22 °C e a menor média em 1979, estipulada em 19,7°C. Por outro lado, no inverno, graficamente apresentado pela Figura 23, os dados mostram que a menor temperatura média foi de 1,8°C no ano de 1999 e o maior registro foi em 1995, atingindo 17,8°C.

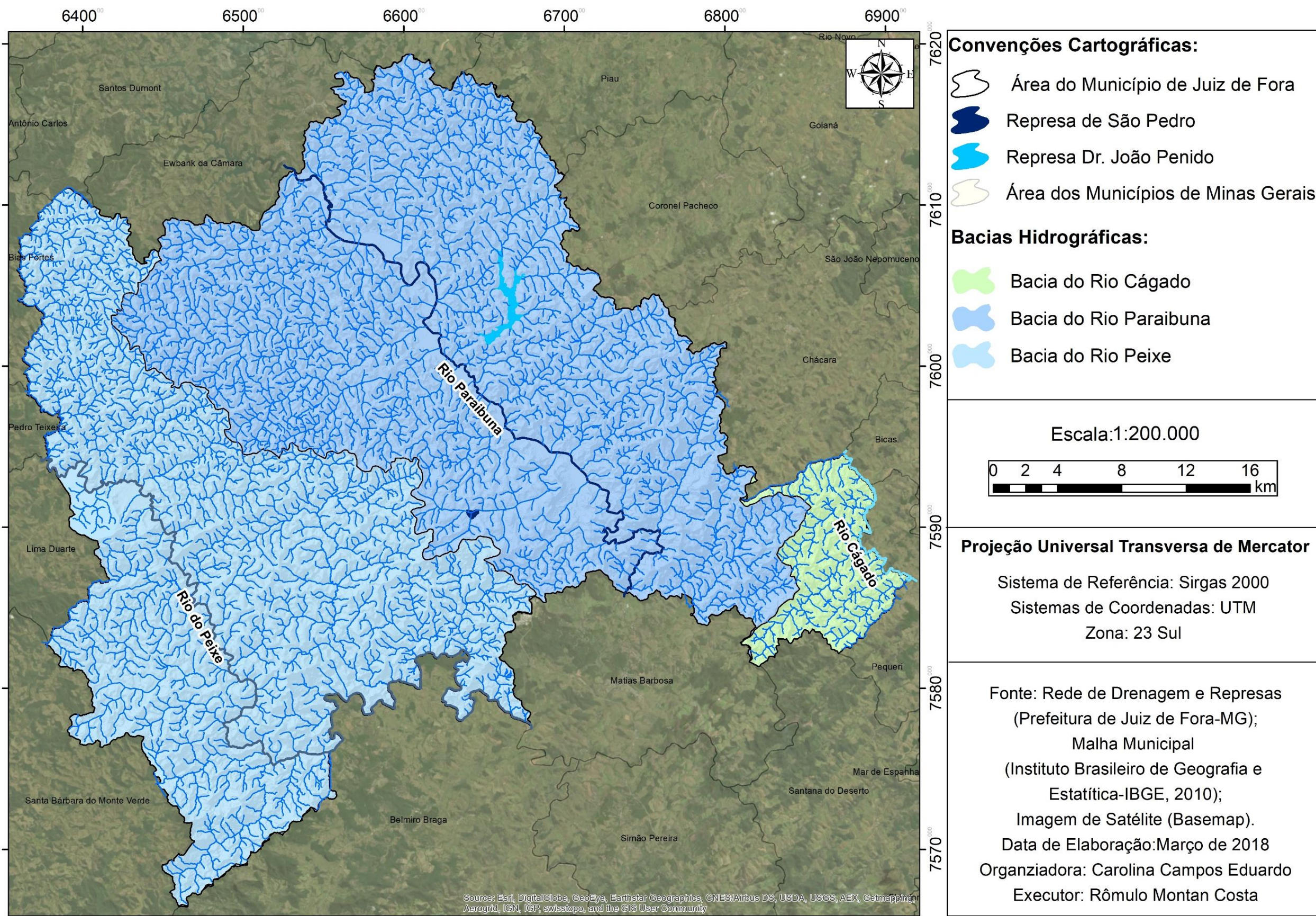
Ainda sobre a caracterização climática, os índices pluviométricos foram diferenciados por Ferreira (2012) ao apresentar o total médio de precipitação em milímetros por trimestre anuais, em relação ao total anual no município. Assim, os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro correspondem a 84% do total anual e os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro contribuem com 16% de precipitações do contexto total. Observa-se, pelos dados apresentados por Ferreira (2012), em escala temporal analisada em níveis anual, mensal e diários, que nos meses chuvosos a precipitação não se comporta uniformemente, podendo apresentar elevados índices pluviométricos totais em um período diário.

De acordo com a PJF (JUIZ DE FORA, 2004), os desníveis topográficos atingindo mais de 200 metros e a influência dos fatores antrópicos produzem microclimas dentro do perímetro urbano. Ferreira (2012) aprofunda sobre os distintos níveis topográficos que condicionam situações topo-climáticas diferenciadas, estabelecendo dinâmica no sistema atmosférico. Dentre esses sistemas, a autora destaca a Zona de Convergência do Atlântico Sul e as frentes frias como responsáveis pela dinâmica de precipitação, enquanto que o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Ar Superior, atuam no período de estiagens.

Nessa relação entre o clima e o aspecto orográfico, Santa'Anna Neto (2005) coloca que a presença das serras do Mar, da Mantiqueira, do Espinhaço, dos Órgãos, da Canastra e de Caparaó, no sentido N-S, no Planalto Atlântico, condicionadas a um clima tropical de altitude, são capazes de exercer influência na distribuição espacial pluviométrica, formando “ilhas úmidas nas vertentes leste e sudeste [e] ilhas secas ou (sombras de chuvas) nas vertentes oeste e norte” (SANTA'ANNA NETO, 2005, p. 47).

Quanto aos aspectos hidrográficos, o município se insere na média porção da bacia do rio Paraíba, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul. A rede de drenagem na malha urbana é formada por 156 sub-bacias de tamanhos variáveis. As bacias do rio do Peixe e do rio Cágado integram o sistema hidrográfico de Juiz de Fora. A Figura 24 demonstra a distribuição da rede de drenagem na área de estudos.

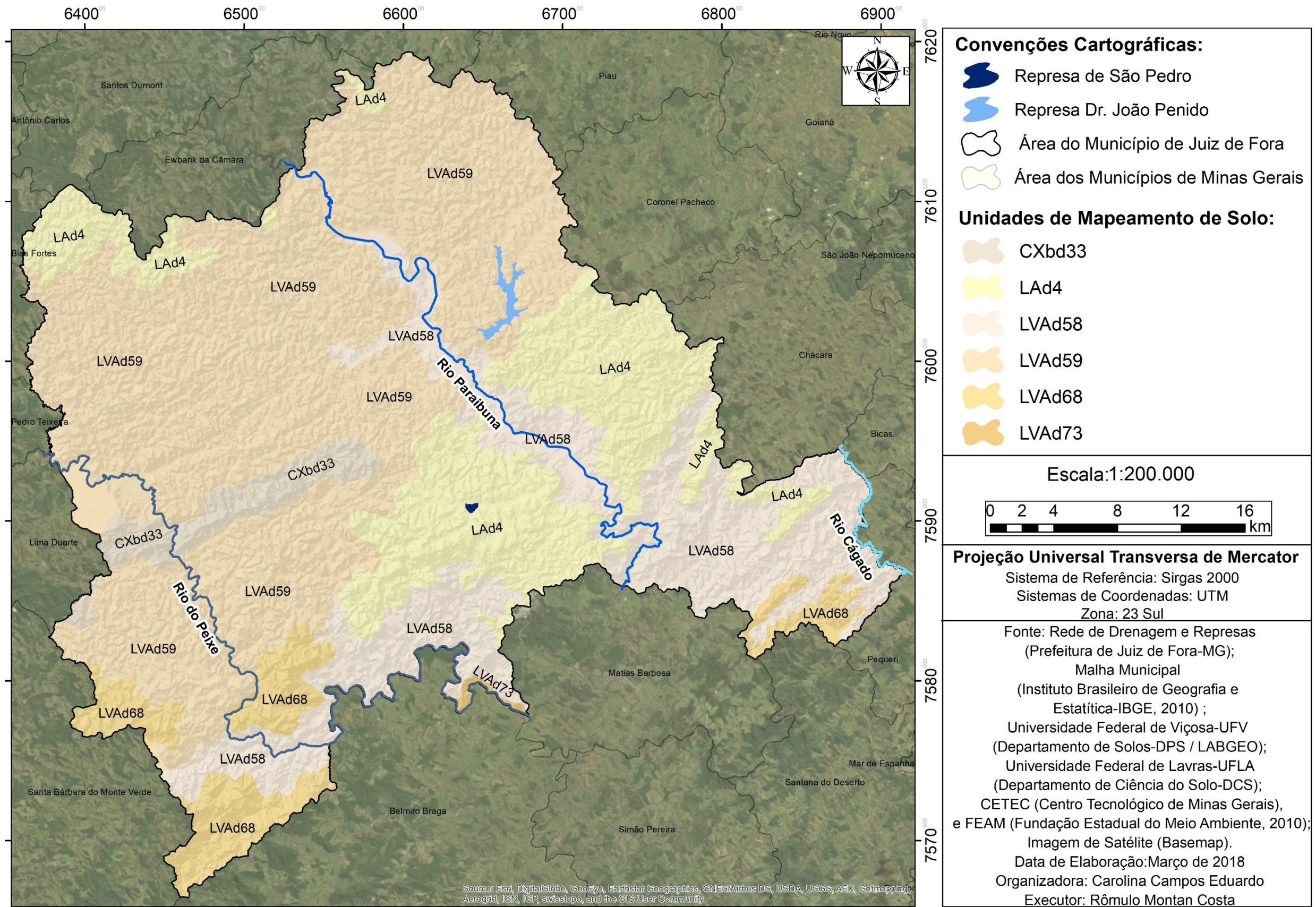
Figura 24 – Bacias hidrográficas do município de Juiz de Fora



Fonte: A autora, 2018

Para o levantamento da cobertura pedológica, o mapa de solos apresentados pelo Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2010) caracteriza a cobertura pedológica para o município de Juiz de Fora. O reconhecimento dessas unidades apresenta-se simplificado na legenda do mapa da Figura 25 sendo reconhecidos os tipos dos solos cambissolo háplico, latossolo amarelo e latossolo vermelho-amarelo (MINAS GERAIS, 2010). Às unidades pedológicas mapeadas no município de Juiz de Fora pela pesquisa da Feam (MINAS GERAIS, 2010), podem ser acrescentados também outros tipos como o neossolos flúvicos nos fundos de vales e neossolo litólico nos segmentos de maior declividade, pois são identificados na execução da etapa de trabalho de campo, entendida como aquela que complementa as informações obtidas em gabinete.

Figura 25 – Cobertura pedológica do município de Juiz de Fora



Fonte: A autora, 2018

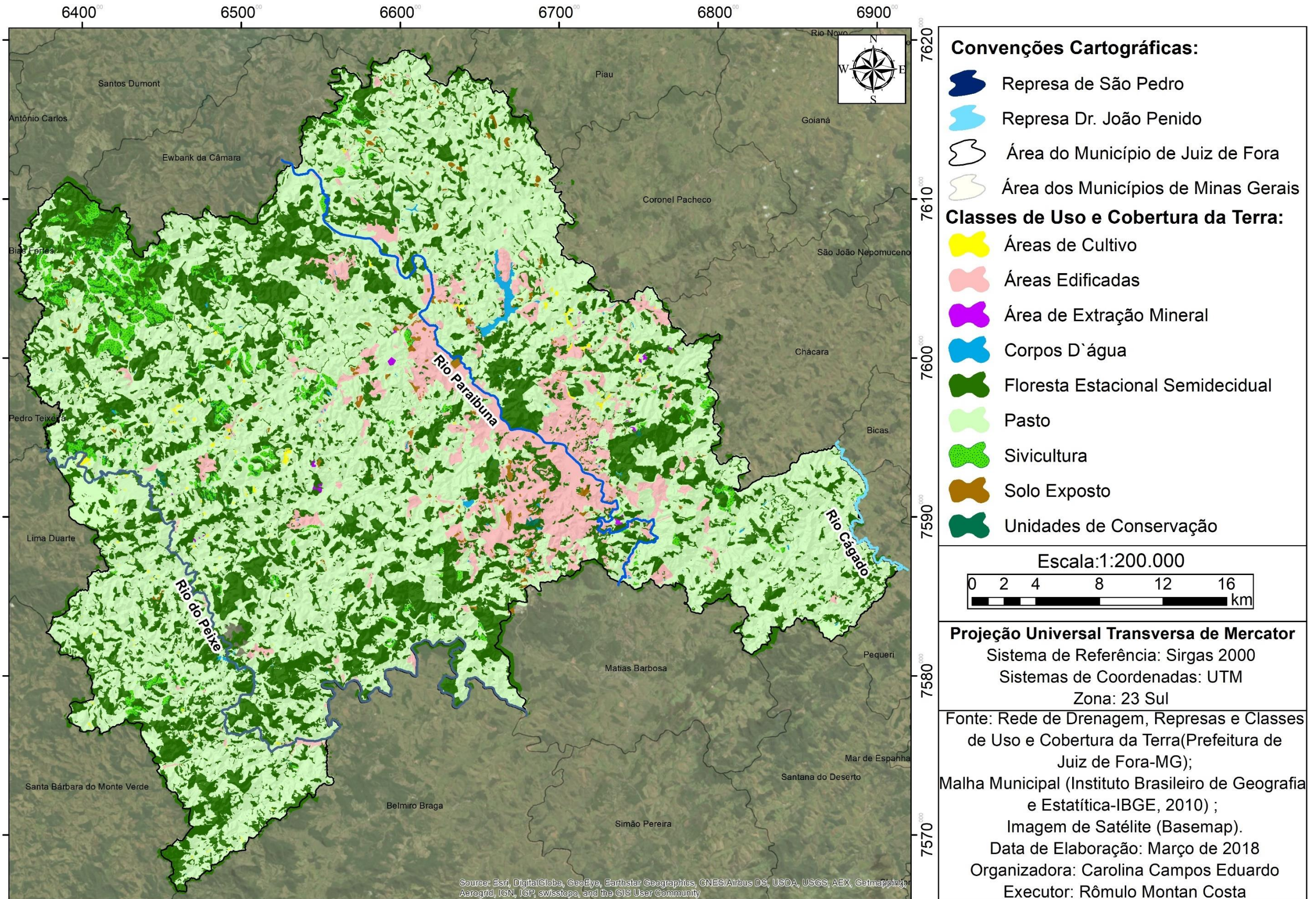
O uso da terra esteve associado ao plantio do café, atividade econômica desenvolvida a partir do séc. XIX que condicionou a supressão da floresta original, modificando profundamente a cobertura vegetal. A heterogeneidade florística e faunística da floresta estacional semidecidual, cede espaço para áreas de cultivo do eucalipto e pastos, resultando em uma paisagem formada de mosaicos de florestas secundárias, solos expostos e crescimento das áreas urbanas.

Valverde (1958) enfatizou, em seu clássico artigo *Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais*, a situação das florestas nessa região, devastadas amplamente para a inserção do “[...] pasto claro e aveludado de capim gordura (*melinis minutiflora*). A floresta não serve mais nem para distinguir a Zona da Mata de qualquer das regiões vizinhas” (VALVERDE, 1958, p. 5–6). No cenário apresentado por Valverde (1958), a presença das florestas estava associada às altas declividades, nos topos de morros mais elevados. Nas porções mais baixas a composição vegetal foi sendo aniquilada pelo avanço do desmatamento em prol do desenvolvimento de atividades de plantio de café e pastoreio, que foram relevantes para o desenvolvimento econômico da região no final do séc. XIX e início do séc. XX.

A classificação dos tipos florestais reconhecidos pelo IBGE (1992) caracteriza a área de estudos como pertencente à Floresta Estacional Semidecidual Submontana, representada por espécies de *cedrela*, *parapiptadenia* e *cariniana*.

O mapa da Figura 26 mostra o uso da terra, segundo levantamento por imagens aéreas do ano de 2010.

Figura 26 – Uso e cobertura da terra no município de Juiz de Fora



Fonte: A autora, 2018

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS LEGISLATIVOS PRESENTES NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA E SUAS RELAÇÕES COM O SISTEMA GEOMORFOLÓGICO

[...] a questão ambiental é antes de mais nada uma questão social, pois é no ambiente natural que os seres vivos surgiram e surgem e é nesse ambiente natural que o homem, como ser ativo, organiza-se socialmente.

(ROSS, 1992, p. 82)

5.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE JUIZ DE FORA

O desenvolvimento urbano de Juiz de Fora, iniciado a partir do ciclo econômico da cultura cafeeira, conduziu a organização do orçamento mineiro com a expansão dos serviços públicos e as estruturas organizativas para atender as demandas advindas desse setor. Regionalmente, segundo Tasca (2010), a Zona da Mata mineira destacou-se pela produção expressiva de café, posicionando Juiz de Fora como centralizadora e receptora de imigrantes, em especial na mão de obra, pois os estrangeiros substituíram o trabalho escravo, que:

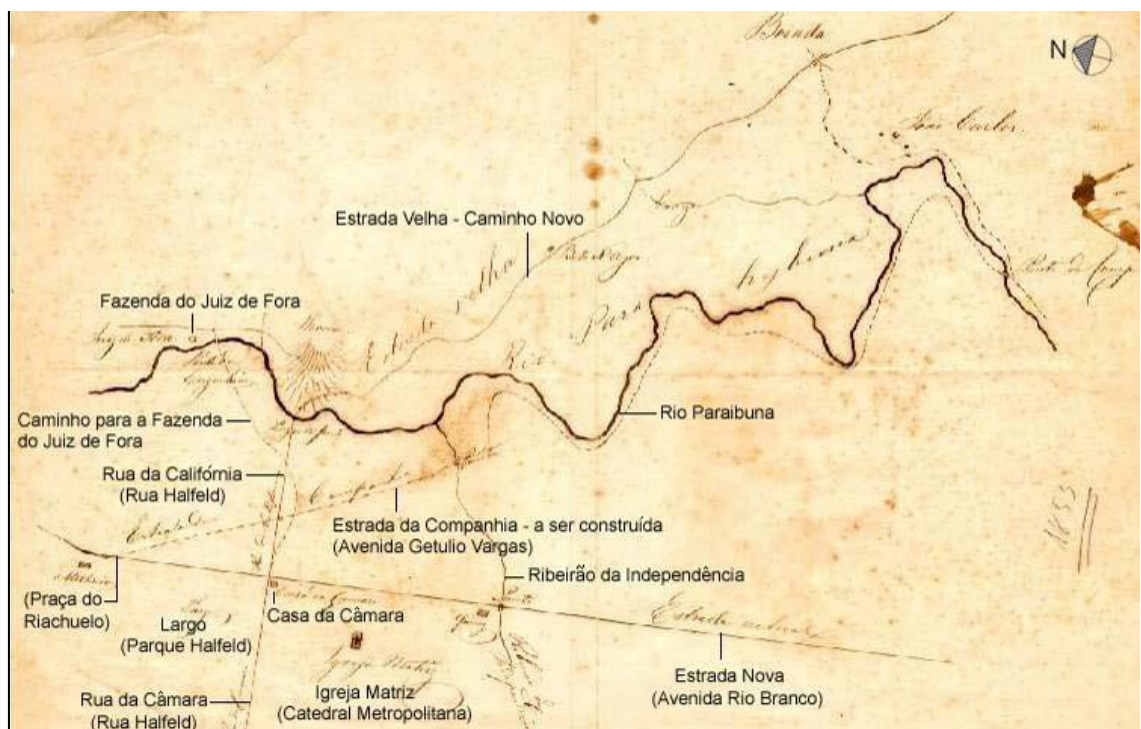
[...] como a demanda por trabalhadores, em sua grande maioria já estava abastecida pelos trabalhadores nacionais e ex-cativos, os imigrantes acabaram por se fixar na zona urbana, valendo-se da ampla oferta de emprego, devido ao crescimento da indústria têxtil e de alimentos. (TASCA, 2010, p. 104).

Dado o expoente crescimento da economia cafeeira, a estrada do Caminho Novo (estrada de acesso entre Vila Rica e o Rio de Janeiro) tornou-se ineficiente para o trânsito das tropas comerciais, tornando a melhoria nas condições de infraestrutura viária cada vez mais necessária. Contribuindo para a transformação urbanística na região, o governo mineiro, através da Lei nº 81, de 13 de abril de 1837, contrata o engenheiro prussiano Heinrich Wilhelm Fernando Halfeld, como responsável para a construção da Estrada Nova do Paraibuna, que interceptava o município de Juiz de Fora (BARBOSA, Y. A., 2013).

Assim, agregando em seu formato viário o traçado do Caminho Novo, a Estrada Nova ampliava seus domínios nas regiões de morfologias agradacionais, dado pelo posicionamento do minigráben do rio Paraibuna, caracterizado pelo amplo compartimento rebaixado, que permitiu a expansão urbana do município de Juiz de Fora (MARQUES NETO et al., 2017).

De acordo com Lessa (1985), Halfeld configurou a Estrada Nova traçando a Rua Bernardo Mascarenhas; em seguida projetou a via na subida do morro da Gratidão (atual Morro da Glória), deixando a área de pântanos às margens do rio Paraibuna, contornou a lagoa do Largo do Riachuelo e direcionou o percurso até ao Alto dos Passos. Desse ponto em diante, seguiu rotas até o bairro Graminha, alçando o rio novamente nas proximidades da ponte do Zamba, onde retorna à estrada do Caminho Novo. A Figura 27 mostra a planta elaborada por Halfeld (SANTOS, A. L.; SANTOS, T. C., 2011), com algumas referências geográficas atualizadas.

Figura 27 – Planta cadastral elaborada por Halfeld no séc. XIX

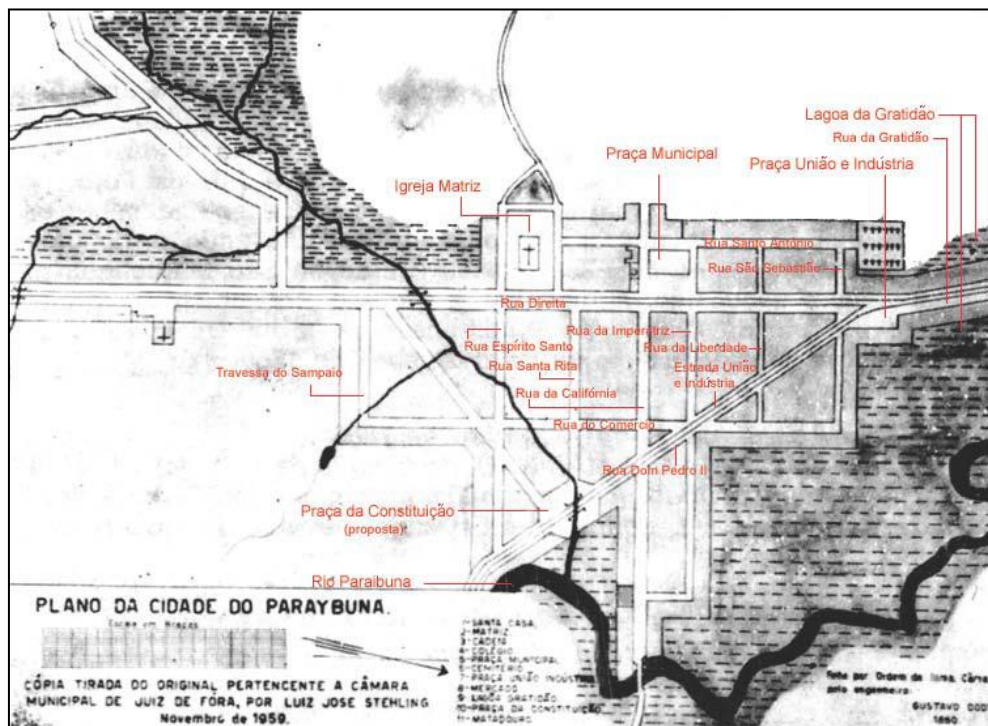


Fonte: SANTOS, A. L.; SANTOS, T. C., 2011

A construção da estrada do Halfeld, entre o final da década de 1830 e início da década de 1840, contribuiu para que o povoamento se concentrasse na margem direita do rio Paraibuna, na região central do município, cujas casas eram destinadas a usos residenciais, comerciais e de pequenas indústrias. Segundo as informações disponíveis no Arquivo Histórico de Juiz de Fora (AHJF) e apresentadas por Y. A. Barbosa (2013), em 1854, a população da vila de Santo Antônio do Juiz de Fora contabiliza 6.456 habitantes, entre homens e mulheres livres e escravos.

Com a elevação de vila para cidade do Paraibuna, na década de 1850 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2017), a concepção de ordenamento territorial no município ocorreu com a realização das primeiras leituras à luz do planejamento urbano, pela obra proposta pelo engenheiro alemão Gustavo Dodt, em 1860. O engenheiro produziu a primeira planta da cidade, onde inseriu edificações e as principais vias de acesso do município. Segundo Y. A. Barbosa (2017), a proposta de Dodt para o ano de 1860, incorpora a representação da cidade já constituída e apresenta proposições urbanas para edificações de uso público como cemitério e praças. A Figura 28 representa a planta idealizada por Dodt.

Figura 28 – Planta elaborada por Gustavo Dodt (1860), com marcações dos principais pontos na cidade de Juiz de Fora



As informações cartográficas contidas nas plantas elaboradas por Halfeld em 1838 e Dodt em 1860, apresentaram dados representativos para as questões urbanas do período, como a acessibilidade e a mobilidade no escoamento do café ao estado do Rio de Janeiro. Nesse sentido, sobre a interpretação realizada desses registros, o empenho no ordenamento territorial esteve voltado para a necessidade em transpor as dificuldades dadas pelos componentes da paisagem, como as elevadas declividades e pelas áreas pantanosas centrais, afim de constituir uma estrutura viária urbana com a funcionalidade adequada ao período.

Após aproximadamente um século da nomeação como cidade de Juiz de Fora (Lei nº 1.262, de 1865), a cidade vivencia, em meio ao século XX, o grande desenvolvimento dos setores secundário e terciário da economia, refletindo no modo de vida urbano. Contudo, no início do século em questão, a ineficiência da noção de planejamento repercutia nas ruas sem calçamento de paralelepípedo (OLIVEIRA, 2006).

Ao longo das administrações públicas, foram realizadas obras estruturais, como no mandato do prefeito José Procópio Teixeira (de 1946 a 1947), em que foram implantadas as primeiras ruas calçadas com paralelepípedo (Rua Halfeld e Avenida Barão do Rio Branco), principais vias de acesso. Outra intermediação urbanística do período configurou, por meio de instrumento legal, na proibição de construção de prédios térreos na zona central e premiação de isenção de impostos para os proprietários de casas com mais de dois pavimentos (TASCA, 2010).

Em instância inicial, a legislação urbana municipal foi regulamentada pela formulação do primeiro Código de Obras, datado de 1938, que norteou o desenvolvimento e direcionamento da cidade que se almejava. O Código de Obras de 1938, composto por 32 capítulos, estabelecia regras para a ocupação do solo na cidade, com vias à normatização das edificações. O código faz menção ao princípio de zoneamento urbano, referenciando normas, licenças, arborização, mobiliário urbano e a estrutura das edificações no sentido de ordenação territorial (TASCA, 2010).

Como mais uma proposta urbanística, o município recebe, na década de 1940, o plano estrutural de autoria do engenheiro Saboya Ribeiro. Esse plano previa a demolição de quarteirões para a construção de vias de acesso, projetando uma planta cadastral com vistas à urbanização e extensão de Juiz de Fora. Entretanto, os entraves políticos e de cunho econômico inviabilizaram a execução do plano. Gustavo

Abdala, em entrevista ao Jornal Tribuna de Minas, evidencia o quanto “[...] esses projetos lançaram ideias. Eles podem não ter sido formalizados da maneira como foram desenhados, mas vários deles chegaram a ser efetivados dentro da condição de cada época” (TOLEDO, 2008). A Figura 29 representa o plano que se pretendia com o projeto Saboya Ribeiro.

Figura 29 – Plano de remodelação e extensão da cidade de Juiz de Fora



Fonte: Arquivo Histórico de Juiz de Fora⁵

No tocante à representação dos componentes bióticos, a análise feita na planta de Remodelação e Extensão da Cidade de Juiz de Fora evidencia o uso de pequenas manchas poligonais de áreas verdes e o percurso do rio Paraibuna, entretanto não há maior expressividade em relação aos fatos geomórficos na área urbana, como o Morro do Cristo e do São Bernardo, dentre outras feições de relevo. Dada a escassez de informações geográficas quanto ao meio físico, a perspectiva apresentada pelo projeto desencontra com a proposição de Montañes (apud RODRIGUEZ; SILVA, 2016) de que a regulamentação, o controle e a promoção da

⁵ Documento pertencente ao Arquivo Histórico de Juiz de Fora, fotografado pela autora.

organização territorial serão efetivas se consideradas a presença e/ou intervenções dos fatores geocológicos, isto é, dos componentes dos sistemas naturais.

Ao longo do processo de urbanização de Juiz de Fora, o caráter fragmentado apresentado pela legislação sobressai na conjuntura estrutural legislativa do município, pois a divisão e a ineficiência da noção de planejamento ambiental e territorial da cidade fragilizaram a concepção de organização dada pela esfera pública. Contudo, as ações de planejamento urbano são formalizadas com a criação do Instituto de Pesquisa e Planejamento (Ipplan/JF), através do Decreto nº 1.968, de 29 de dezembro de 1977. Assim, de acordo com o Artigo 1º, fica estabelecida como competência do Instituto: “[...] elaborar, supervisionar e atualizar os planos, programas e projetos da Administração e coordenar a sua implantação, bem como superintender a execução das obras públicas municipais” (JUIZ DE FORA, 1977).

A organização do Ipplan/JF foi estruturada em órgãos referentes a competências de transporte, pesquisa e análise, planos e projetos, dentre outras funções. Nesse sentido, no tocante ao planejamento ambiental, a Divisão de Programação, Controle e Coordenação incumbia-se de realizar ou fiscalizar a realização de pesquisas para a proteção do meio ambiente. As outras competências estavam a cargo de planos e projetos de loteamentos, revisão de legislação urbanística, supervisão de obras públicas e outras.

Com as publicações do Decreto nº 3.505, de 6 de junho de 1986 (JUIZ DE FORA, 1986) e do Decreto nº 4.194, de 3 de outubro de 1989 (JUIZ DE FORA, 1989), a questão ambiental vai receber destaque, culminando na criação do Departamento de Planejamento, com o setor de Divisão de Meio Ambiente. A criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente (Comdema), pela Lei nº 5.856, de 5 de setembro de 1980 (JUIZ DE FORA, 1980), trouxe à tona o debate, com atribuições de licenciamento, normatização e assessoria de estudos e diretrizes relacionadas ao desenvolvimento ambiental no município. Em relação à formação do corpo técnico, o Comdema possui membros do poder público e da sociedade civil e caráter deliberativo das decisões tomadas nas suas reuniões.

No âmbito das discussões sobre a evolução da legislação no município até então desenvolvidas, o tratamento e a ordenação da cidade eram realizados de forma superficial, o que fomenta o debate sobre a elaboração de um documento normativo, com uma proposta amparada no diagnóstico territorial, com capacidade de integrar a

perspectiva ambiental na busca pelo estabelecimento de normas e diretrizes ao desenvolvimento municipal. Nesse sentido, a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor, com a instauração da Constituição de 1988, através do artigo nº 182 no parágrafo 1º leva a efeito o debate sobre a política urbana em Juiz de Fora (BRASIL, 2017).

Assim, contextualizado sobre as demandas urbanas do município, em 1992 a equipe do Ipplan/JF elabora um documento intitulado *Diagnóstico, análise e propostas diretrizes: uma primeira aproximação*. Como proposta, o documento apresenta a organização do município quanto às suas frentes de habitação, hidrografia, vegetação, extração mineral, áreas verdes, saúde, educação e segurança, com cada um dos itens descritos e diagnosticados, apresentando-se diretrizes para minimização dos problemas impostos. O documento caracterizou-se como uma iniciativa preliminar de produção do Plano Diretor, porém não foi levado para aprovação na Câmara Municipal (OLIVEIRA, 2006).

O debate quanto à elaboração de diretrizes e prioridades mencionadas no Plano Diretor de 1992 retoma a proposta de trabalho em 1995, sob a competência do Ipplan/JF. A equipe de trabalho do órgão foi formada por profissionais da administração pública, entidades educacionais como Universidade Federal de Juiz de Fora e Universidade Federal de Viçosa. Em termos de organização dos estudos para a cidade, o Plano Diretor de Juiz de Fora, concluído em 1996, apresentou três cenários que ampliavam os debates do comportamento evolutivo, a vinda de empresas de médio porte e a vinda de uma empresa de grande porte para o município (OLIVEIRA, 2006).

Referente ao documento textual, o Plano Diretor de 1996 foi disponibilizado em quatro volumes, a saber: (I) diagnóstico, (II) proposições, (III) anexos-cenários econômico-espaciais do ano de 1996 até 2010 e, em último, o volume (IV) os Projetos Legislativos, como a Lei do Parcelamento e do Uso e Ocupação do Solo e a Lei da Contribuição de Melhoria (TASCA, 2010).

O volume I se encarrega das informações relativas ao diagnóstico do município, portanto, apresenta dados sobre a evolução histórica, organização territorial, caracterização geofísica e socioeconômica além da estruturação espacial urbana, por exemplo. Quanto aos aspectos físicos e ambientais, estão dispostos em uma abordagem da qualificação do espaço urbano no âmbito da qualidade ambiental, qualidade de vida e áreas de ocupação subnormal. No volume II de proposições, estão

tratadas as questões de ordenamento do solo e como a organização do território em áreas de especial interesse ambiental, abrangem as percepções conservacionistas e preservacionistas do meio ambiente.

Em uma análise conjunta, trata-se de um plano que, em seu cerne, empenhou-se na aprovação das leis de ordenamento, uso e ocupação da terra, conduzindo as ações de gestão do poder público. Além disso, trouxe debates importantes em suas proposições, quanto à preservação do meio ambiente, do patrimônio cultural, revisão das leis de parcelamento (6.908/86) e uso e ocupação do solo (6.910/86), reordenando conceitos de zoneamento e possibilitando a indução dos assentamentos nas áreas consideradas propícias, segundo os novos vetores e tendências de ocupação.

Oliveira (2006) argumenta que o Plano Diretor foi encaminhado ao poder legislativo, contudo com a troca de administração pelo processo eleitoral em 1996 o novo governo com posse a partir de 1997 retirou o Plano Diretor da pauta da Câmara municipal. A alegação foi de que o “[...] o mesmo não promoveu a participação sendo necessária uma revisão, bem como os projetos de leis relativos ao parcelamento, uso e ocupação do solo, e de proteção dos dois mananciais” (OLIVEIRA, 2006, p. 47). Os mananciais mencionados referem-se aos do Santo Pedro e ao manancial do Espírito Santo.

Apresentando uma nova versão de plano diretor, a administração eleita contrata uma equipe distinta da que concebeu o Plano Diretor de 1996, e leva ao poder legislativo o Plano Diretor Participativo de 2000, com o objetivo de possibilitar a participação da sociedade civil e ampliar os debates acerca das demandas sociais (OLIVEIRA, 2006).

Com a aprovação da Lei nº 9.811, em 27 de junho de 2000, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU/2000) foi organizado, contudo seguindo o modelo do plano não aprovado, estruturado de igual modo em proposições e diagnósticos. Em relação às discussões ambientais, o documento as expõe em semelhança a ao documento anteriormente elaborado, descrevendo os aspectos geológicos, pedológicos, materiais de cobertura, geomorfológicos, geotécnicos, hidrográficos e hidrológicos.

Apesar de apresentar o diagnóstico físico e ambiental do município, a redação do PDDU/2000 está pautada em leituras descritivas, com pouca inserção de estudos integrativos da paisagem, atendendo ao estipulado, realizando o

levantamento ambiental para cumprir uma das etapas para a produção da “*Carta Geotécnica de Aptidão para Assentamento Urbano para o município de Juiz de Fora*”.

A execução desse Plano Diretor, conforme a redação no capítulo III, artigo 40, parágrafo 3º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), o *Estatuto da Cidade*, prevê a revisão do documento legislativo, no mínimo a cada dez anos, e o caminho para esse expediente inicia-se com o a desenvolvimento do “*Projeto de Estruturação do Cadastro Técnico Multifinalitário do Município de Juiz de Fora*”, no ano de 2007.

Esse projeto mencionado, realizou amplo recobrimento territorial, cujo resultado foi o fornecimento de imagens aéreas com resolução espacial dos produtos, sendo para a área urbana uma resolução de 20 centímetros e para a área rural a resolução da imagem atinge 50 centímetros.

Desse modo, tendo em mãos esses produtos cartográficos em escala de detalhe, não apenas para a área urbanas, mas para todo o perímetro municipal; permitiram o cumprimento do objetivo do projeto referente à atualização dos atributos da estrutura fundiária e, por outro lado, incrementou o banco de dados municipal, quanto as informações obtidas pelas bases planimétricas, gerando novos mapas temáticos de vegetação, de uso da terra, da drenagem e da expansão urbana (JUIZ DE FORA, 2007).

No âmbito das inovações em geotecnologias e pelas necessárias adequações urbanísticas previstas em lei, o município de Juiz de Fora vem trabalhando na atualização do Plano Diretor de 2000, desde a gestão administrativa dos anos de 2012-2016, cujo mandato permanece diante da reeleição nos processos eleitorais do ano de 2016.

O acesso ao material desenvolvido para o novo plano, intitulado de Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora (PDP/JF) está disponibilizado pelo endereço eletrônico <<http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/>>, onde podem ser acessados os mapas temáticos de infraestrutura, meio físico e de estudos de densidade demográfica (PJF, 2014).

Para tornar efetivo a construção do PDP/JF foi criada a portaria municipal nº 8615 de novembro de 2013, composto por um grupo de Trabalho Executivo, cujo objetivo fica estabelecido em acompanhar a revisão do PDDU/2000, ainda em vigência para a gestão do planejamento territorial e ambiental, no município.

Embasado na articulação intersetorial e com fundo de participação social, o projeto de atualização do Plano Diretor ocupa as pastas de discussões da administração, sob articulação da Secretaria de Planejamento e Gestão Territorial (SEPLAG/JF). Após a instituição da equipe de trabalho, o encaminhamento dos trabalhos promoveu competências para atualização das informações sociais, econômicas, debates territoriais, além da caracterização do meio físico.

Como uma contribuição positiva, a nova proposta de plano diretor foi pautada amplamente no uso das geotecnologias, com suas bases cartográficas estruturadas no SIG pelo *software* ArcGIS. Outra contribuição, das mais relevantes, configura-se no reconhecimento pelo novo plano das transformações ocorridas na porção rural e, não somente do território urbano, como leitura predominante nos documentos legislativos anteriores.

5.2 OS CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS NO PLANO DIRETOR

No tocante as concepções sobre o levantamento do sistema geomorfológico realizado nos planos diretores, tanto no vigente quanto naquele que está em revisão, foram postas as abordagens realizadas por esses instrumentos. Além desses documentos, foram pesquisados os trabalhos de cunho acadêmico, que trouxeram contribuições às questões metodológicas para o levantamento sobre a confecção dos mapas geomorfológicos.

Assim, em primeiro plano de análise, fica posto o documento do Plano Diretor de 2000, e os prosseguimentos metodológicos adotados para a compreensão da geomorfologia no perímetro urbano, pois como foi dito anteriormente, nesse documento não foi apresentado mapas ou levantamentos cobrindo todo o perímetro municipal.

Sucintamente, o documento em ênfase, diferencia os padrões de relevo, através da correlação destas com a orientação estrutural, dada pelas litologias dos Complexos Juiz de Fora e do Complexo Mantiqueira (denominado no documento como Gnaisse Piedade).

Dessa forma, de uma lado, a caracterização do relevo é pautada no contexto litológico do Complexo Juiz de Fora, o qual traz a leitura da ocupação do vale

do Paraibuna por feições morfológicas relacionadas aos modelos agradacionais de planície fluviais e terraços às margens do rio Paraibuna, enquanto que o Complexo Mantiqueira relaciona-se as formas de relevo profundamente dissecada, cujas formas dos topos são alongadas a estreitas, e a ocupação dos rios ocorre em trechos de feições de vales mais abertos (JUIZ DE FORA, 2004).

Em relação ao procedimento metodológico para a categorização do relevo, o referido plano expõe os parâmetros morfométricos de declividade e de altimetria como critérios para o levantamento dos setores de relevo.

Para compreender o conceito de setores de relevo, adotado pela PJF (2004), a construção do mesmo foi realizada pela superposição de mapas da Ordem I, como denominado no documento. Os mapas da Ordem I, utilizados para fomentar o produto final da “*Carta Geotécnica de Aptidão para Assentamento Urbano*”; são os referentes as informações dos planos de (1) Geologia, (2) Mapa de Declividade e Amplitude Topográfica, (3) Ocupação do Solo, (4) Áreas de Interesse Paisagístico e Histórico, (5) Equipamentos de Grande Porte, (6) Áreas Protegidas de Interesse a Proteger do Ponto de Vista Ambiental, (7) Aterros Sanitários, (8) Áreas Institucionais, (9) Áreas Potenciais de Risco e (10) Bacias de Mananciais com ou sem Legislação.

Mediante a congregação dessas informações, na próxima etapa da Ordem II, fica apresentado pela PJF (JUIZ DE FORA, 2004) o enquadramento dos “setores de relevo, contendo as áreas passíveis de ocupação com restrições variadas e áreas impróprias” (2004, p. 223). Ao tornar clara a concepção da setorização das geoformas, a sua enunciação pode ser compreendida como:

Os setores de Relevo, portanto, são fruto da integração de dados geológicos, geomorfológicos e clinométricos, constituindo unidades homogêneas com relação à ocupação urbana. Os padrões de relevo e os aspectos geomorfológicos são indicadores das potencialidades e limitações dos espaços para expansão urbana. Os setores de Relevo contaram ainda com a interação das declividades e predominantemente elevadas, potencialmente suscetíveis a escorregamentos, além de apresentarem dificuldades de acesso. (JUIZ DE FORA, 2004, p. 224).

A representação dos setores de relevo, por esse método, está sistematizada no Quadro 8.

Quadro 8 – Setores do Relevo pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora

Unidades	Setores	Características	Aptidão ao assentamento	Observações
I	Colinas	Amplitudes predominantes até 40m. Declividade até 15%, eventualmente acima, até no máximo 30%.	Áreas passíveis de ocupação. Restrições desde localizadas, sérias e severas.	Constituídas predominantemente de rochas do tipo de Gnaiss e solos derivados.
II	Morrotes baixos, médios e altos	Amplitudes predominantes até 40m. Declividades predominantes entre 15% até 30%.		–
III	Morros baixos	Amplitudes entre 80m e 100m. Eventualmente até 150m, desde que contenham 60% de porções de encostas com declividades entre 0 e 30%; e até 5% de porções de encostas com declividade acima de 50%		Constituídas predominantemente de rochas do tipo de kinsigitos e solos derivados.
IV	Morros altos	Amplitudes até 200m, desde que contenha até 75% de porções de encostas com declividades entre 0 e 30%; e até 5% de porções de encostas com declividades acima de 50%.		Constituídas predominantemente de rochas do tipo charnokitos e solos derivados.
V	Planícies Aluvionares	Áreas planas com terraços, lençol freático pouco profundo.		Constituídas predominantemente de sedimentos aluvionares
VI	Serras Escarpas	Amplitudes acima de 200m. Declividades predominantes entre 30 e 50%. Grandes parcelas de áreas com declividades acima de 50%.	Áreas Impróprias	–

Fonte: Baseado em informações de JUIZ DE FORA, 2004

Em caráter de contribuição, a abordagem apresentada pela PJF (JUIZ DE FORA, 2004) destaca-se como um dos primeiros tratamentos reconhecidos pela esfera pública em relação aos aspectos geomorfológicos no município. Associada à relevância do levantamento apontado, a setorização do relevo foi levada a efeito como uma das etapas para a identificação das áreas passíveis ou impróprias de ocupação. Contudo, a ausência do documento cartográfico esbarra em entraves para a análise geomorfológica. Em primeiro plano, sem a representação de mapas as análises tornaram escassas e o avanço das pesquisas sobre a linguagem cartográfica simbolizada inexistente, uma vez que, conforme observações de Goulart (2001), compreende a mediação da comunicação dos fatos do relevo com os leitores das

cartas. Além disso, não são asseguradas, de modo eficiente, as análises de como ocorreu o reconhecimento espacial das geoformas, que foram correlacionadas às distintas faixas de declividades e à maneira como ocorreu a ocupação antrópica, seja nos modelados agradacionais ou de dissecação homogênea (MARQUES NETO et al., 2017).

Com relação aos procedimentos metodológicos para a abordagem geomorfológica, na atualização do Plano Diretor (JUIZ DE FORA, c2016) foi realizado o mapeamento geomorfológico apresentado pelo Mapa de Morfologia. O método para o seu desenvolvimento seguiu as orientações estipuladas por Silva (2002), referente aos desnivelamentos altimétricos com adaptações na identificação das feições agradacionais.

Inicialmente, a organização do banco de dados esteve amparada pelo uso do SIG, para o levantamento das feições de relevo. Assim, com o uso do *software* ArcGIS, pela extensão do *Arc Catalog*, foi gerado o *Geodatabase* (.gbd) denominado *Morfologia de Juiz de Fora*. Nesse diretório, foram criadas as feições para representação poligonal do tipo *Features Class* objetivando a vetorização das tipologias de *planícies fluviais*, *colinas suaves*, *colinas íngremes*, *morros*, *degraus reafeiçoados* e *degraus escarpados*, representando cada classe de desnivelamento altimétrico.

Procedida a organização do banco de dados, foi aberta uma nova área de trabalho no *ArcMap.mxd*, com o nome de *Compartimentação Morfológica*, onde foram sobrepostos os atributos geográficos representativos dos materiais de rede de drenagem, das curvas de nível de 5 m em 5 m e das imagens de satélites de *WorldView* e *QuickBoard*, nos intervalos dos anos de 2011 e 2012.

Tendo em mãos esse material, aplicou-se o método de desnivelamento altimétrico e, assim, obteve-se a categorização das formas de relevo. A necessidade de adaptação ao método teve aporte no detalhamento da equidistância da hipsometria, pois, originalmente, Silva (2002) utiliza as informações das curvas de nível das folhas topográficas do IBGE na escala de 1/50.000, com equidistância de 20 m. Na realização deste trabalho foi utilizada curvas de nível em detalhe, que possibilitaram o maior definição na identificação dos compartimentos.

A categoria de análise denominada de *Planície e Terraços* está filiada às formas suavemente inclinadas. Conceitualmente, a proposta que mais se aproximou das características identificadas em Juiz de Fora, está em conformidade com a

definição de A. T. Guerra e A. J. T. Guerra (1997), que caracterizaram as planícies e os terraços como aqueles tipos de relevo situados com mais frequência ao longo dos cursos d'água, constituindo-se em superfícies ligeiramente planas ou levemente inclinadas, às quais podem ainda agregar depósitos sedimentares ou superfície modelada por erosão fluvial. A Figura 30 mostra um recorte do Mapa de Morfologia, situando a feição adaptada ao método de Silva (2002).

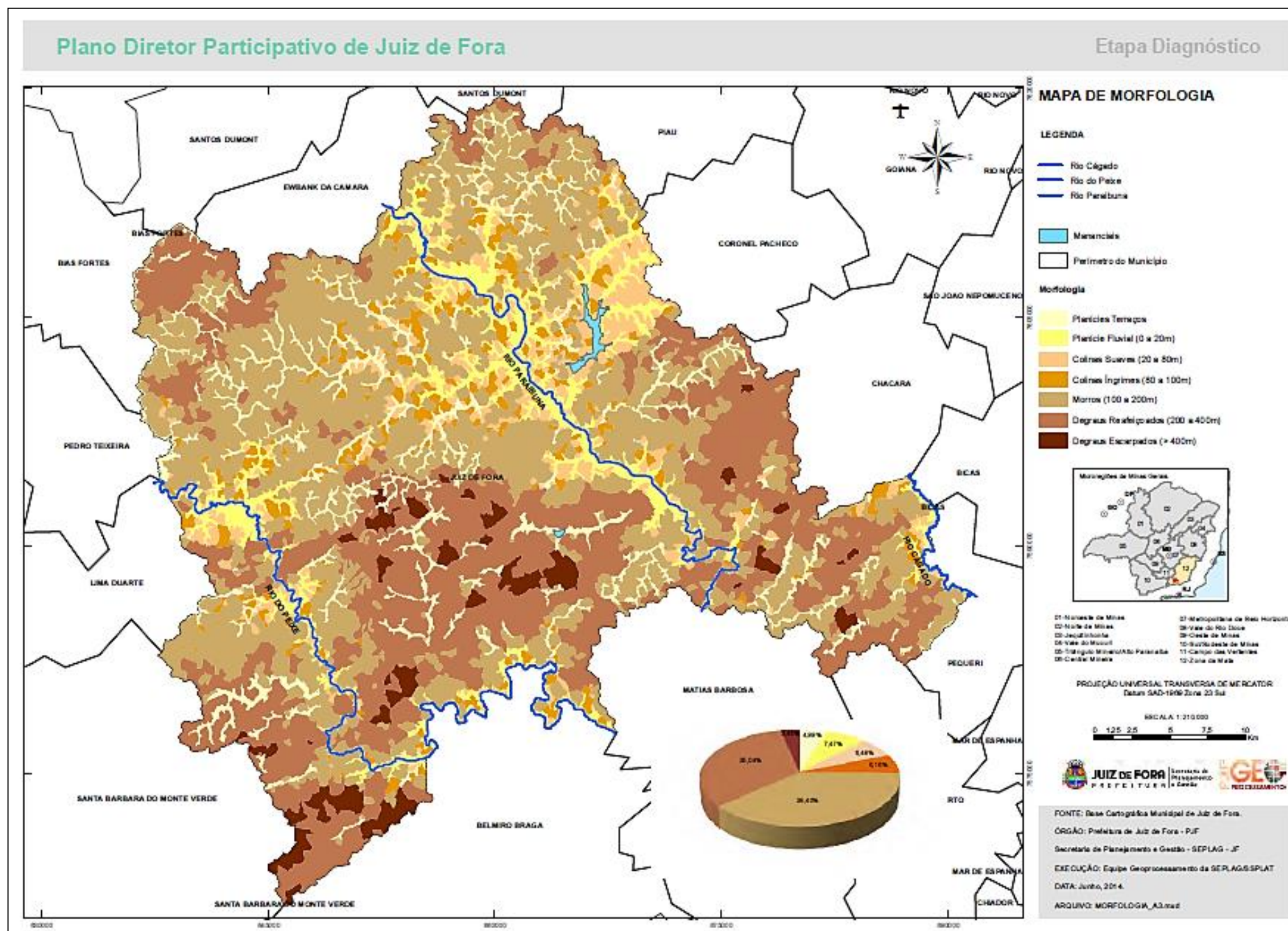
Figura 30 – Representação parcial da compartimentação de relevo no Mapa de morfologia



Fonte: A autora. Adaptado de JUIZ DE FORA, c2016

O mapa apresentado na proposta do PDP/PJF (JUIZ DE FORA, c2016) e representado pela Figura 31 possui as bases cartográficas com anotação de responsabilidade técnica número 1420150000002662671, pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (Crea-MG).

Figura 31 – Mapa de Morfologia proposto na revisão do Plano Diretor Participativo

Fonte: JUIZ DE FORA, c2016⁶⁶ Disponível em: <http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/documentos/participativo/mapas_novos/meio_fisico/morfologia.pdf>.

Esse registro contempla o procedimento metodológico quanto ao levantamento das geoformas. Contudo, a definição da representatividade gráfica das simbologias das feições de relevo foi executada pelo Setor de Geoprocessamento da Prefeitura de Juiz de Fora, subordinado à Subsecretaria de Gestão e Planejamento (Seplag/PJF). Assim, o Mapa de Morfologia, bem como os demais mapas apresentados no escopo do PDP/PJF, integra as cartas temáticas produzidas para os fins de atualização dos atributos físicos presentes no município.

Entretanto, o Mapa de Morfologia não avança em termos de tratamento morfométrico, pois não foram tratados os índices de dimensão interfluvial em consonância com a profundidade da drenagem. Embora tenha tido acesso aos materiais de imagem aérea de alta resolução espacial de 10 m, na proposta não foram mapeadas as unidades geomorfológicas de cunhos morfodinâmicos e superficiais, operacionalizados por processos erosivos, ravinamentos, voçorocas, dentre outros e os aspectos cronológicos também não foram elucidados no mapeamento.

Nas pesquisas em trabalhos acadêmicos, na dissertação *Paisagem e fragmentação florestal no município de Juiz de Fora-MG* (SANTIAGO, 2008), está apresentada uma caracterização geomorfológica para todo o município, apoiada na metodologia de Silva (2002), já abordada no presente trabalho. A pesquisa de Santiago (2008) se estabelece nos pressupostos da ecologia da paisagem. Assim, a autora relacionou a formação e caracterização da paisagem dos fragmentos florestais para o município, sendo necessárias análises de fatores constituintes da paisagem, que foram substancialmente enfatizados por conta das informações contidas nos dados sobre o uso da terra, drenagem, hipsometria e no mapa geomorfológico.

Nesse sentido, Santiago (2008) reconhece as categorias de planície fluvial, colinas, morros, degraus reafeiçoados e degraus escarpados e realiza uma análise quantitativa de cada classe de relevo, com embasamento teórico da metodologia de Silva (2002). A Tabela 1 mostra essa compilação dos dados.

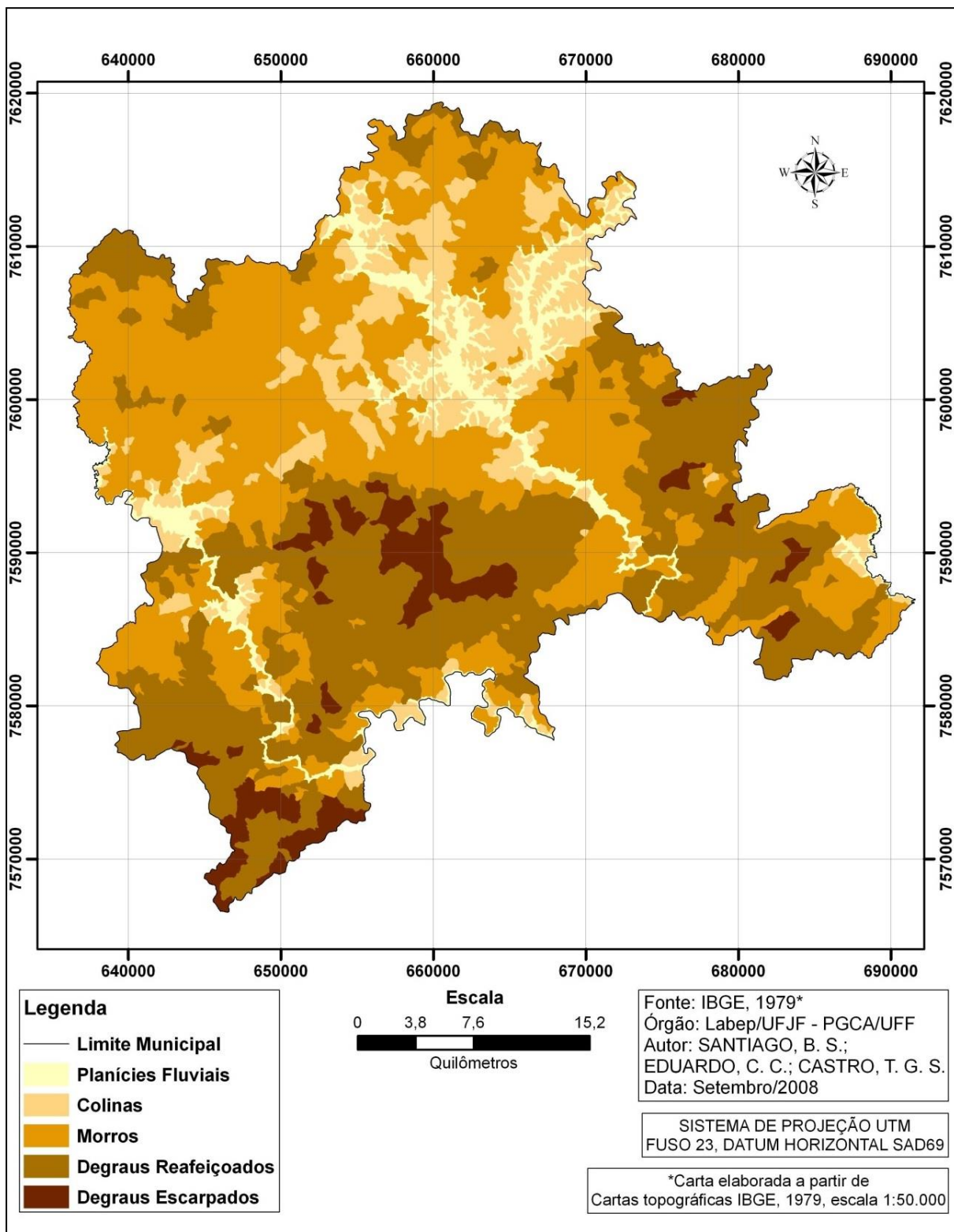
Tabela 1 – Categorias de relevo

Classe geomorfológica	Área em Ha	Área em %
Planície fluvial	8.800	6,2
Colinas	18.250	12,7
Morros	58.300	40,6
Degraus reafeiçoados	49.500	34,7
Degraus escarpados	8.390	5,8

Fonte: A autora. Adaptado de SANTIAGO, 2008

A representação gráfica obtida para a aplicação do método resultou na proposta de um documento geomorfológico demonstrado pela Figura 32.

Figura 32 – Compartimentação geomorfológica de Juiz de Fora

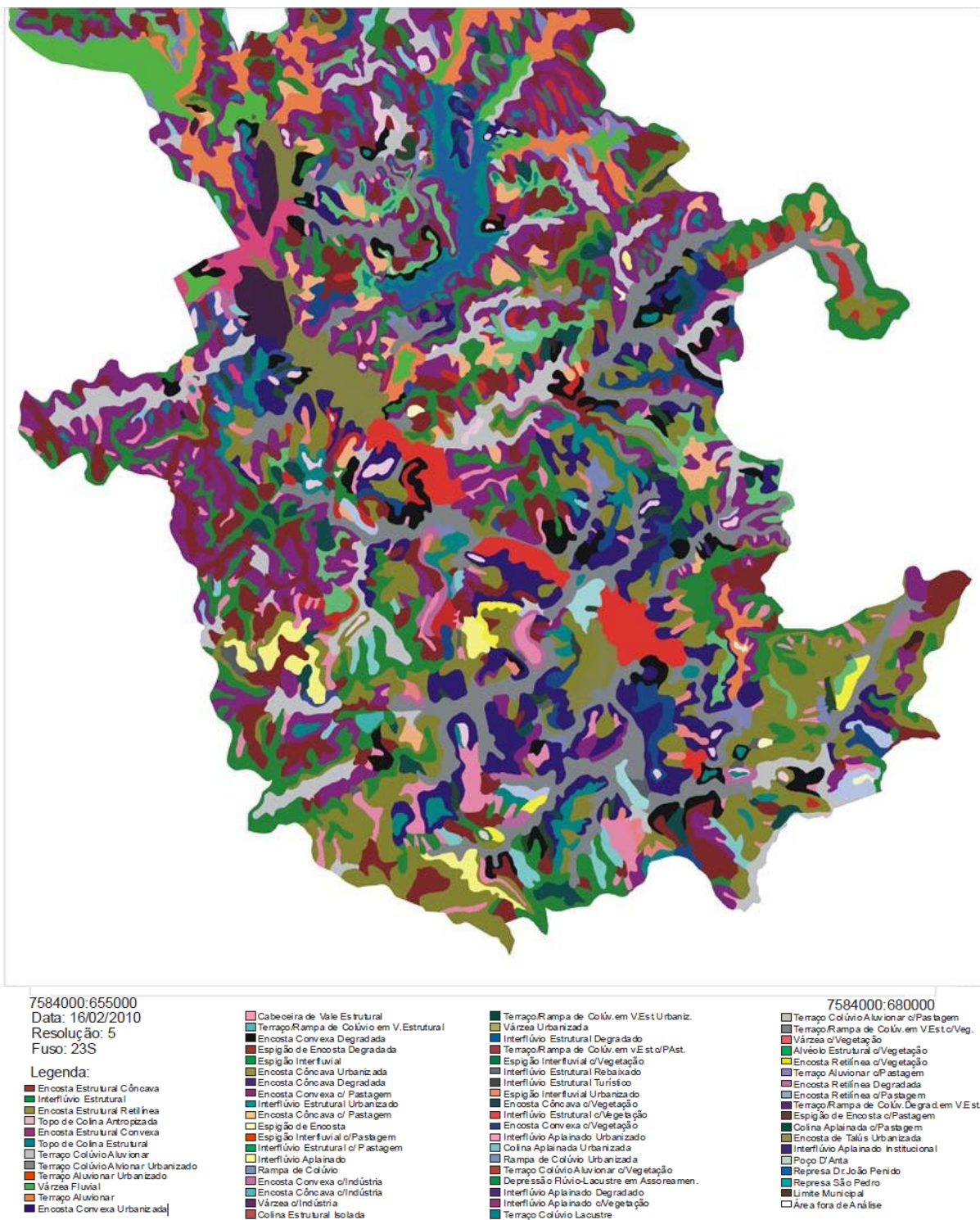


Fonte: SANTIAGO, 2008, p.64

Efetivamente, o mapa de *Compartimentação Geomorfológica* publicado por Santiago (2008) torna-se a primeira proposição de levantamentos desse tipo para Juiz de Fora, compondo-se como um documento cuja espacialidade abarca todo o município. Embora tenha um papel relevante na proposta em análise desenvolvida por Santiago (2008), quanto ao tratamento cartográfico e aos levantamentos das informações inerentes ao relevo, o mapa geomorfológico apresentado não levanta informações dos aspectos da morfoestrutura, da morfometria, da cronologia e dos processos inerentes à dinâmica superficial, como erosão ou movimentos de massa.

Outra produção de estudos sobre as feições de relevo em Juiz de Fora, pode ser analisada no capítulo redigido por Góes e outros (2011), denominado *Geoprocessamento aplicado ao mapeamento e análise geomorfológica de áreas urbanas*, cuja perspectiva está na aplicação do método desenvolvido no *software* livre SIRGAS, com ênfase nas análises geomorfológicas. Os autores disponibilizaram para o estudo uma metodologia alicerçada em geoparâmetros dos tipos forma, composição, processos atuantes e macroeventos controladores. De acordo com Góes e outros (2011): “[...] trata-se de um método aplicado à definição e análise para uma feição geomorfológica e conseqüentemente para situá-la no contexto ambiental, vista através da sua distribuição e comportamento espaço-temporal nos cenários original, pretérito, atual e tendencial” (GÓES et al., 2011, p. 171). Com o uso de técnicas de sensoriamento remoto, investigações empíricas no campo e da folha topográfica do IBGE na escala de 1/50.000, os autores produziram um mapa geomorfológico, com escala de 1/25.000 e resolução de 10 m, onde se reconhecem 76 categorias de relevo para a área urbana. A partir da identificação do conjunto das 76 geofomas, essas feições foram agrupadas em 8 segmentos/feições de relevo dominantes em escala mais detalhada como: (1) interflúvios, (2) espigões serranos ou colinosos, (3) encostas serranas ou colinosas, (4) colinas, (5) calha de vale, (6) rampas, (7) terraços e (8) várzeas. O resultado final da confecção do mapa está representado pela Figura 33.

Figura 33 – Representação do mapa de geomorfologia para área urbana de Juiz de Fora, com sua respectiva legenda



Fonte: GÓES et al., 2011, p.50

O mapa de Góes e outros (2011), ao apresentar várias categorias, aprimora a leitura das formas de relevo, tipificando as formas das vertentes em côncavas ou

convexas e, com isso, promove o agregamento de informações quanto ao uso da terra ou ainda dos processos relacionados às atividades antrópicas como os estágios de assoreamento, degradação, ravinamento relacionadas aos assentamentos urbanos. Contudo, a gama extensiva de informações não acomoda em sua formatação metodológica dados da cronologia, ainda que relativa, pois, segundo Cunha, Mendes e Sanchez (2003), uma proposta de cartografia geomorfológica eficaz que “[...] deve indicar todos estes elementos levantados como essenciais para o entendimento do relevo” (2003, p. 2), esbarra em dificuldades na legibilidade da simbolização desse tipo de mapeamento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO: A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA COMPARADA

Desse modo, é importante que se procurem novos caminhos para que a cartografia do relevo se torne um instrumento de comunicação mais eficaz em equipes pluridisciplinares que necessariamente trabalham na gestão ambiental.

(CUNHA, 2001, p. 120)

6.1 A CARTA GEOMORFOLÓGICA DE JUIZ DE FORA: OUTRA PROPOSIÇÃO

Os resultados obtidos com o mapeamento geomorfológico produzido e suas correspondentes análises estão expostos seguindo os tipos genéticos de modelados, identificados no município de Juiz de Fora e classificados pelo IBGE (2009) como: agradação (A), dissecação homogênea (D) e dissecação em controle estrutural (DE). Para elucidação dessas geoformas, foram destacadas algumas das feições que abrangem os conjuntos de relevos. A definição por esses grupos de feições de relevo se deu considerando os aspectos morfológicos consorciados aos processos de dinâmica da superfície, como os erosivos, usos da terra, dentre outras características observadas.

Os modelados de agradação, foram simbolizados pela letra maiúscula A, e podem ser compreendidos como aqueles processos de sedimentação que acontecem nas áreas de depressões relativas (GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T., 1997). No mapeamento geomorfológico, esses tipos de relevo foram representados pelas planícies e pelas rampas de colúvios.

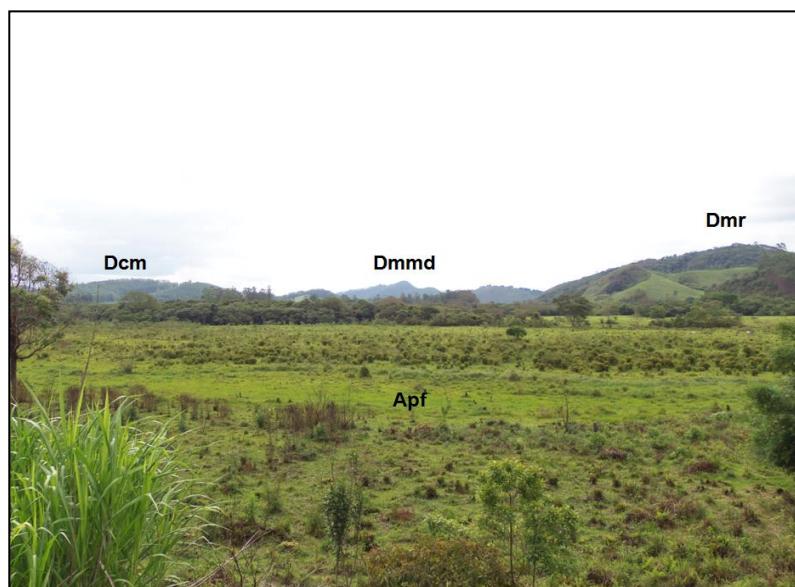
As rampas de colúvio foram compreendidas por Bigarella, Mousinho e Silva em 1965, como sendo originárias “[...] dos processos de solifluxão e de escoamento superficial. Sua natureza clástica, siltico-areno-argilosa, depende fundamentalmente da litologia da área fonte” (2017, p. 164). Segundo os autores, a textura pode conter seixos e grânulos de quartzo, além de feldspatos. Contudo, a escala de 1/50.000 do mapeamento geomorfológico de Juiz de Fora não correspondeu à adequada para a diferenciação do material sedimentar das rampas de colúvio, seja em seus aspectos litológicos ou pedológicos. Assim, quando observada, essa forma de relevo foi assinalada através da simbologia de pontos.

As planícies são compreendidas por feições de relevo planas a suavemente onduladas, congregando processos de sedimentação maiores do que os de erosão. Nesse sentido, foram identificadas como modelados de acumulação as planícies fluviais (Apf), planícies alveolares (Apa) e as planícies fluviais associadas aos terraços (Apft) de idade quaternária. As planícies fluviais (Apf), que correspondem à acumulação de sedimentos arenosos, em superfícies de fundos de vales com declividades suavizadas foram identificadas, majoritariamente, na bacia hidrográfica do rio do Peixe. Segundo Souza (2016) são feições que:

[...] desenvolvem de forma espacialmente descontínua rente ao curso do rio do Peixe e de seus afluentes diretos e indiretos com estreitamento nos trechos em pontos interceptados por zonas de cisalhamento. Os constantes desvios de orientação do canal principal, associados à influência morfotectônica, configuram paisagens marcadas pela presença de meandros. (SOUZA, 2016, p. 61).

Outra propriedade da planície fluvial (Apf) relaciona-se a extensa área de sedimentação e foi identificada na área próxima ao núcleo urbano de Valadares, cortada pelo córrego Serra da Saudade, afluente da margem direita do rio do Peixe. As Figuras 34 e 35 exemplificam essa forma de agradação.

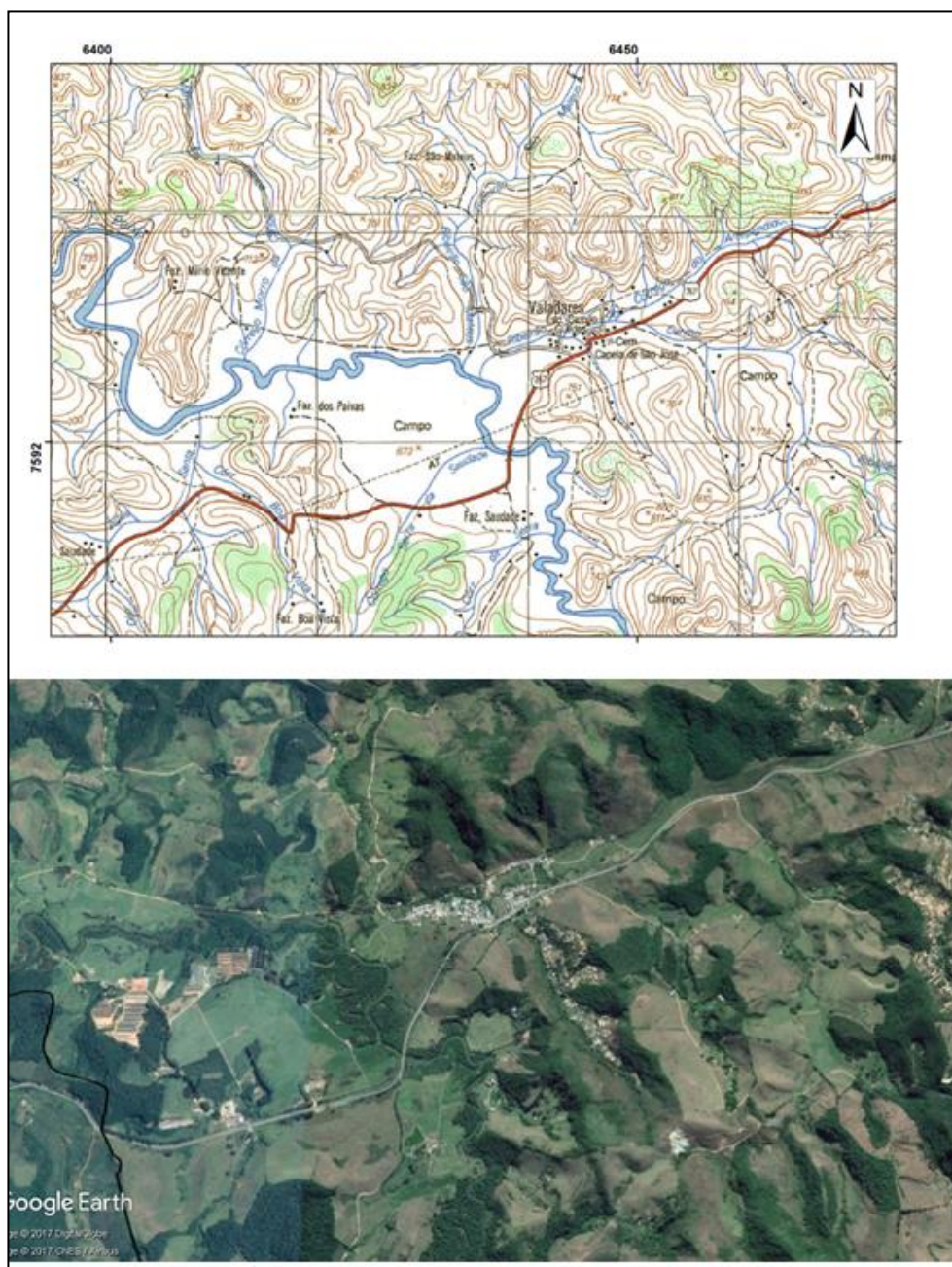
Figura 34 – Vista parcial da planície fluvial (Apf) nos arredores de Valadares, às margens da BR-267



Legenda: Tipos de modelados: Apf (agradação); Dcm: colinas médias; Dmmd: morros medianamente dissecados; Dmr: morrotes.

Fonte: A autora, 2018

Figura 35 – Planície fluvial (Apf)



Legenda: Fragmentos da folha topográfica e da imagem aérea do Google Earth, mostrando a área de sedimentação

Fonte: A autora, 2018

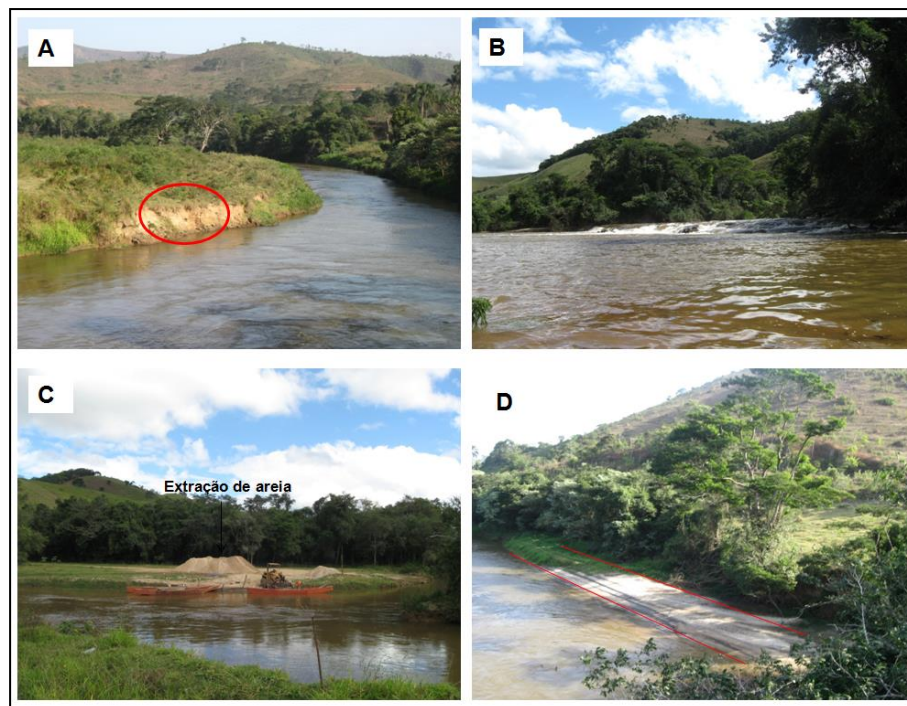
A análise do fragmento do mapeamento geomorfológico descrito pela Figura 35, está representada pelo modelado agradacional em evidência, cercado por feições denudacionais de morros medianamente dissecados (Dmmd), colinas médias (Dcm), degraus reafeiçoados e de morfologias de dissecação em controle estrutural tipificadas pelas cristas reafeiçoadas (DEcrf). A sobreposição dos símbolos pontuais

e lineares para categorizar os processos morfodinâmicos operantes na paisagem foi capaz de apreender feições erosivas, sulcos e meandros abandonados.

Em relação ao uso da terra, nesse trecho da planície fluvial (Apf) estão caracterizadas atividades relacionadas ao plantio de mudas de eucaliptos clonados, de caráter comercial, e posto de combustível. Majoritariamente, essas feições são recobertas por gramíneas para as práticas agropecuárias, eucaliptos e indivíduos arbóreo-arbustivos ora isolados, ora em aglomerados em pequenos conjuntos.

A Figura 36 visualiza alguns processos geomorfológicos e atividades no rio do Peixe.

Figura 36 – Recortes parciais do rio do Peixe



Legenda: A). exposição do dique marginal; B) trecho com ausência de planície fluvial; C) Extração de areia em segmento de planície; D) Coalescência de depósitos aluviais e coluviais.

Fonte: A autora, 2018

Assim, a imagem representada pela letra A, da Figura 36, vislumbra a exposição do dique marginal na margem esquerda do rio do Peixe, enquanto em B mostra o fluxo do rio em um trecho sem a formação da planície fluvial. Na imagem C da Figura 36, está destacada a extração de areia, como uma das atividades predominantes nas margens do rio e, a imagem D, mostra o depósito de sedimentos

provenientes do transbordamento dos rios ou originários dos materiais advindos dos modelados do sistema geomorfológico em questão nas margens do rio.

Ainda no âmbito das discussões sobre os modelados agradacionais, foi identificada a planície fluvial associada a terraços (Apft), adstrita à bacia do Paraibuna, a qual relaciona sua formação à falha de orientação NE-SW, interceptando o núcleo urbano do município de Ewbank da Câmara. A partir desse elemento estrutural, o rio Paraibuna se desenvolve em uma extensa área rebaixada, marcada pelo alojamento do rio em um minigráben, subsidiando o assentamento urbano de Juiz de Fora (MARQUES NETO et al., 2017).

A Figura 37 evidencia a formação parcial do minigráben do Paraibuna, enquanto a Figura 38 mostra essa formação na carta topográfica.

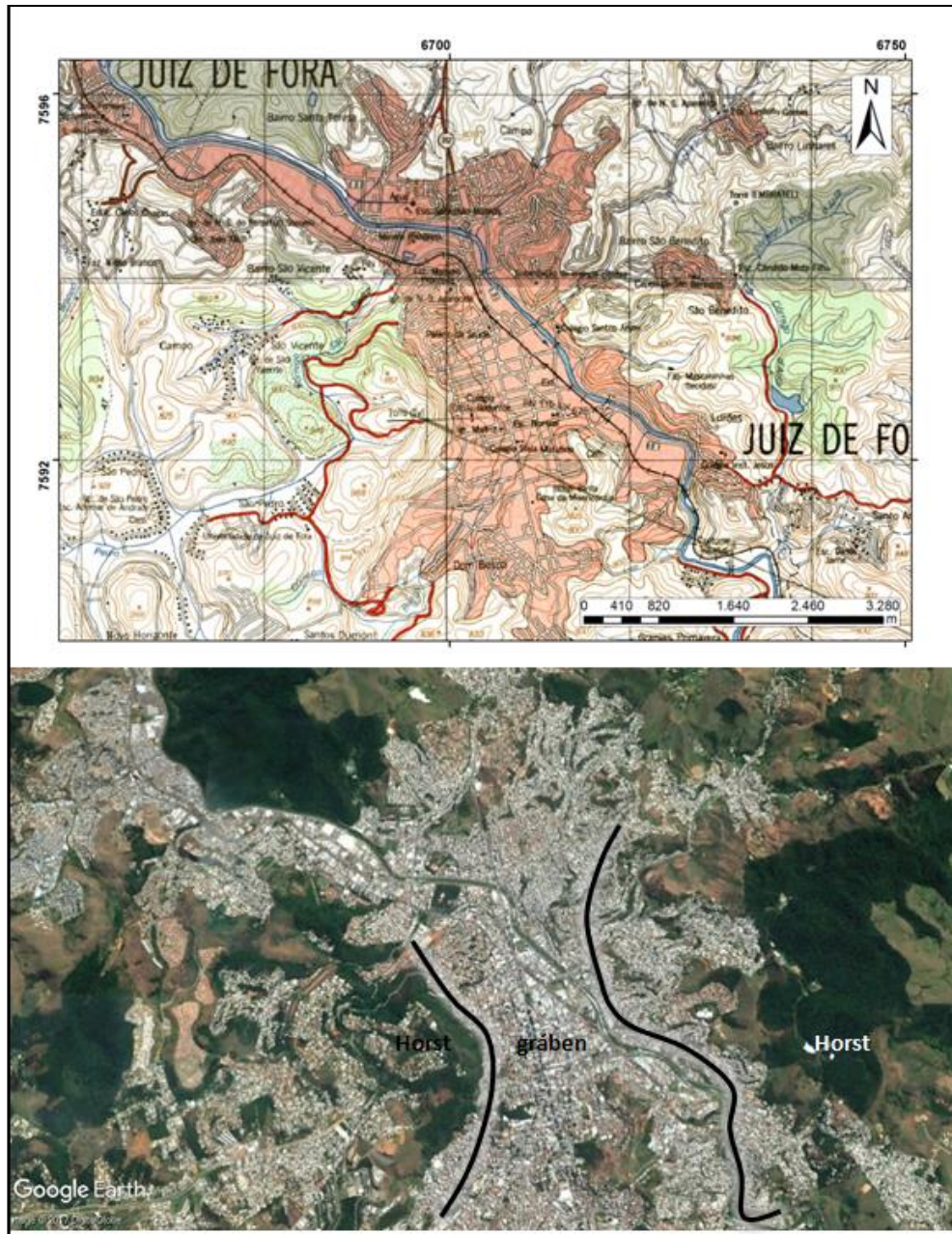
Figura 37 – Vista parcial do sistema gráben/horst



Legenda: Apft: planície fluvial associada a terraços antropogênicos abrigando o rio Paraibuna retificado. DEse: Dissecação em controle estrutural de cristas e escarpas herdadas de falhas representado pelo Morro do Cristo. DEcrm: Dissecação em controle estrutural de cristas rebaixadas e morros alinhados. Dm: domínio de morros.

Fonte: A autora, 2018

Figura 38 – Vista parcial do minigrábem do rio Paraibuna



Legenda: Fragmentos da folha topográfica. e da imagem aérea do Google Earth, com eixos delimitadores da formação horst e gráben, desenho sem escala.

Fonte: A autora, 2018

Assim, como mostrado pelas Figuras 37 e 38, a planície fluvial associada a terraços (Apft) está caracterizada pela concentração da malha urbana no entorno do rio Paraibuna e o avanço da ocupação para as vertentes, onde ficam explícitas as atividades humanas tipificadas pela alta concentração de solo impermeabilizado,

retirada das áreas verdes e os cortes da morfologia original nos topos, encarnando formas aplainadas para as atividades antropogênicas.

Ao longo da planície fluvial associada a terraços (Apft), foi adotado o recurso gráfico das *hachuras*, sobrepostas à camada representativa desse compartimento de relevo, relativamente plano, para simbolizar a urbanização e seus processos afins.

Integrando o conjunto de morfologias de acumulação, as planícies alveolares (Apa), compreendidas por A. T. Guerra e A. J. T. Guerra como “[...] secções alargadas de um vale, geralmente entulhadas de sedimentos” (1997, p. 23). Foram identificadas próximas às áreas de planície fluvial, apresentando-se dissociadas dessas pelo estreitamento da feição.

As rampas de colúvio (Arc) foram encontradas predominantemente adjacentes às feições situadas em declividades menores de 15%, como as colinas (Dc), os sopés dos morros com encostas suavizadas (Dms) e nas proximidades das planícies.

A representação dos modelados de Dissecação Homogênea (D) tem como correspondência simbólica a utilização do dígito em letra maiúscula (D). Essa tipologia é caracterizada como dissecados homogêneos, estruturais e em ravinamentos. No mapeamento produzido, a representação dos modelados em dissecação homogênea se deu através dos tipos de relevos por colinas (Dc), morros (Dm) e morrotes (Dmr). No quadro de organização desses modelados: para a classificação dos topos de relevo convexas (c), tabulares (t) e aguçadas (a) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). Foram identificados o aspecto aplainado nos topos na caracterização das geoformas, e assim, a informação foi acrescentada aos tipos de topos como aplainados (ap).

Para incrementar a informação da morfologia das vertentes/encostas, nessas unidades geomorfológicas foram atribuídas a composição dessas porções do relevo, manifestadas quanto a forma em: côncavas (cc), convexas (c), convexas a retilíneas (cr). Para o exercício dessa diferenciação, foram levadas em consideração as características predominantes, dadas pelos aspectos íngremes ou de suavidade pertinente ao enquadramento da carta de declividade.

De acordo com A. T. Guerra e A. J. T. Guerra (1997), as colinas são feições de relevo com baixas elevações e declividades suavizadas. No mapeamento das

unidades geomorfológicas, as colinas compunham níveis de profundidade de dissecação baixa, não passando de 80 m a 100 m.

Segundo Ponçano e outros (1981), as colinas podem ser classificadas em pequenas, amplas e médias, conforme o tamanho da forma mapeada. Desse modo, as colinas pequenas (Dcp) possuem tamanhos até 1 km², as colinas médias (Dcm) agregam formas com áreas entre 1 km² e 4 km², e as colinas amplas (Dca) com dimensões superiores a 4 km².

Os morrotes (Dmr) foram geofomas identificadas ocupando as áreas de transição entre as colinas (Dc) e as distintas classificações de morros (Dm). Conforme Marques Neto e outros (2017), são feições mamelonares que, na bacia do rio Paraibuna foram derivadas da sedimentação do Quaternário, dadas como “[...] rebaixadas de topos convexos e vertentes convexo retilíneas com coberturas superficiais argilosas” (MARQUES NETO et al., 2017, p. 74).

A Figura 39 representa as feições desse gênero, mapeadas na sub-bacia do ribeirão das Rosas, pertencente à bacia do Paraibuna, mostrando um setor do loteamento Parque Independência. A Figura 40, por sua vez, tipifica a vista de uma colina nas margens da BR-267, na sub-bacia ribeirão do Carmo, pertencente à bacia do rio do Peixe.

Figura 39 – Feições de relevo em dissecação homogênea



Fonte: A autora, 2018

Figura 40 – Vista parcial de uma colina com vertentes com cortes para uso residencial e topo arredondado com preservação de mata



Fonte: A autora, 2018

Segundo A. T. Guerra e A. J. T. Guerra (1997), os morros (Dm) são formas de relevo consideradas com altitudes próximas dos 100 m aos 200 m. Para melhor compreensão dessa feição, na bacia do Rio do Peixe, os morros (Dm) foram reconhecidos seguindo a orientação nos níveis de profundidade de dissecação. Assim estabelecido, os arranjos identificados foram nomeados como morros (Dm), morros fracamente dissecados (Dmfd), morros medianamente dissecados (Dmmd) e morros profundamente dissecados (Dmpd).

A compreensão dos morros fracamente dissecados (Dmfd) corresponde às feições mamelonizadas, cujo entalhamento vertical da drenagem é considerado de fraco a médio, com vertentes retilíneas e topos aplainados. Já os morros medianamente dissecados (Dmmd) são considerados como aqueles que possuem morfologias com médio a alto entalhamento da drenagem, com as vertentes convexas às retilíneas e os topos aguçados. Por sua vez, os morros profundamente dissecados (Dmpd) integram as geoformas com alto entalhamento da drenagem, vertentes convexas às retilíneas, topos aguçados e especialmente próximas aos conjuntos de modelados de dissecação em controle estrutural (DE).

Para a caracterização da feição de morro (Dm), na imagem A da Figura 41 está representada a abertura da via de acesso denominada de Garganta do Dilermando. A imagem B, por sua vez, evidencia o conjunto de morros na bacia do rio do Peixe, em que o sistema geomorfológico local está circunstanciado pelas características naturais; e a imagem C reflete um setor da paisagem da sub-bacia do ribeirão Espírito Santo, representando a conjugação de modelados agradacionais com colinas e morros com topos aplainados.

Figura 41 – Representações de feições em morros



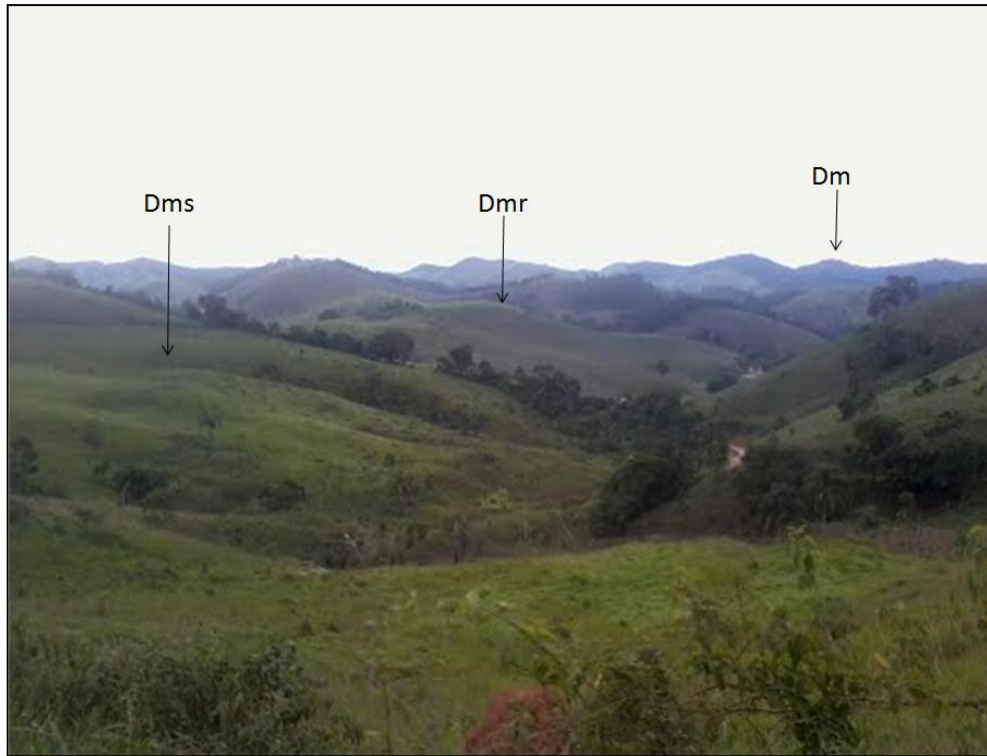
Legenda: A – Garganta do Dilermando. Feição de Relevô em morro, evidenciando corte para vias de acesso entre região nordeste e região central de Juiz de Fora; B – Domínio de morros, diferenciados em fracamente dissecados (Dmfd), medianamente dissecados (Dmmd) e profundamente dissecados (Dmpd); C – morros em conjunto com colinas em planície fluvial associada a terraços.

Fonte: A autora, 2018

Segundo Marques Neto e outros (2017), as morfologias agradacionais são condicionadas pela passagem de uma falha orientada no sentido NE-SW, fazendo com que o rio Paraibuna sofra uma inflexão abrupta e mude sua orientação geral para NW-SE. Segundo os autores, esse comportamento morfotectônico provoca o estrangulamento da planície e marca o ponto de transição do médio curso do rio Paraibuna para o baixo curso que, através da diferença provocada pelo nível de base, deu aporte à instalação da Primeira Usina Hidrelétrica de Marmelos.

Desse ponto em diante a ocupação urbana possui caráter descontínuo e nos domínios da bacia do rio do Cágado são reconhecidos morros com encostas suavizadas (Dms) associados a colinas e morfologias agradacionais de planícies e rampas de colúvio, conforme mostra a Figura 42.

Figura 42 – Vista parcial de morros com encostas suavizadas, nas proximidades do córrego Sarandira



Fonte: Google Earth, via Paronamio, 2007.

Os Modelados de Dissecação em Controle Estrutural (DE), são feições de relevo cuja letra maiúscula (DE) representa os morros em cristas, vales ou sulcos estruturais. Essas geoformas foram reconhecidas pelos critérios de profundidade de dissecação, pela textura fornecida na análise de rugosidade dada pela forma dos topos e pelo aprofundamento da drenagem (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). Os modelados em controle estrutural, denominados de Dissecação Estrutural (DE), foram classificados como cristas reafeiçoadas (DEcrf) e cristas estruturais rebaixadas e morros alinhados (DEcrm).

As cristas reafeiçoadas (DEcrf) referem-se aos compartimentos residuais com profundidade de dissecação acima dos 300 m e foram identificadas na porção meridional da bacia do rio Peixe, direção NE-SW. Essas cristas estão disjuntas na paisagem, contudo apresentam alinhamentos com as formações quartzíticas que configuram as geoformas em direção ao município de Lima Duarte e seus arredores. Os topos dessas cristas residuais compreendem formas essencialmente aguçadas, com altimetrias de 998 m, atingindo cotas com 1.104 m na feição de topônimo Serra da Montanha, localizada na porção sul da bacia hidrográfica do rio do Peixe, cujo

direcionamento majoritário ocorre em NE-SW, apresentando alinhamentos com as cristas quartzíticas encontradas no município de Lima Duarte e em seu entorno. As cristas reafeiçoadas apresentam topos com vegetação de Floresta Estacional Semidecidual, com encostas acima dos 30% de declividade e constantes focos de erosão laminar (EDUARDO; MARQUES NETO, 2017).

Em relação ao uso da terra, as cristas reafeiçoadas intercalam fragmentos de florestas em declividades íngremes e nos topos, com exposição do solo ou gramíneas em vertentes aonde avançaram as atividades antrópicas relacionadas ao pastoreio. A Figura 43 mostra o compartimento de cristas reafeiçoadas.

Figura 43 – Modelado de dissecação em controle estrutural (DE), com focos de erosão

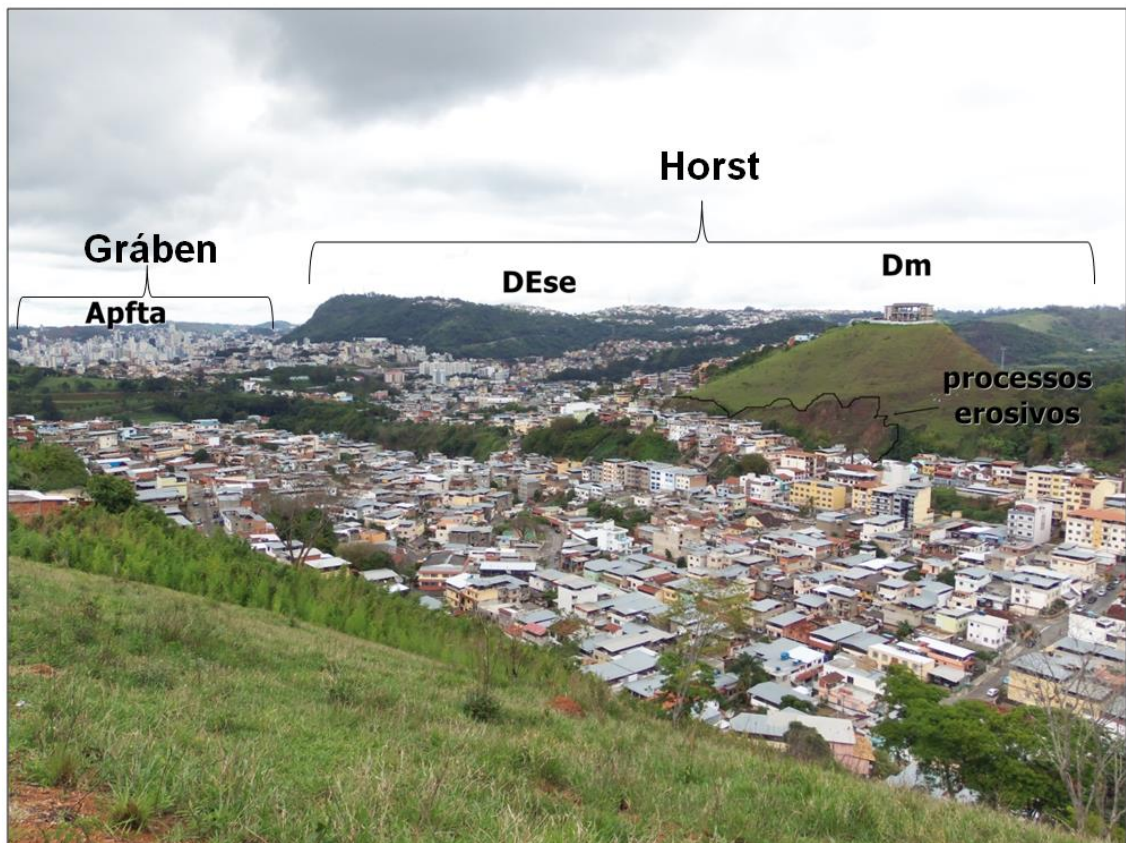


Fonte: A autora, 2018

O Morro do Cristo representa o conjunto das cristas e escarpas herdadas de falha (DEse). Nesse compartimento, a urbanização avançou expressivamente, com impermeabilização das vertentes, cortes e aterramentos nos topos, para a instalação de equipamentos urbanos, capazes de fomentar a instalação da infraestrutura para diversos usos, como o residencial e comercial, implantados nas encostas dessa feição.

Marques Neto e outros (2017) apresentam essa geoforma como “[...] domínio marcado por flancos escarpados íngremes com coberturas superficiais pouco evoluídas e expressivo entalhe da drenagem com topos aguçados e vertentes retilíneas” (2017, p. 74). A Figura 44 mostra o Morro do Cristo em conjunto com os modelados de dissecação homogênea.

Figura 44 – Vista parcial do horst representado pela DEse (Morro do Cristo)



Legenda: Dm: morro, com estrutura para implantação do teleférico do Jardim Botânico, com vertentes retilíneas e processos erosivos atuantes. Afta: planície fluvial associada a terraços antropogênicos, profundamente urbanizada

Fonte: A autora, 2018

As cristas estruturais rebaixadas e os morros alinhados (DEcrm) são estruturas de relevo definidas por Marques Neto e outros (2017) como “[...] residuais de alinhamentos vinculados a falhas com coberturas superficiais areno-argilosas, congregando topos aguçados e vertentes retilíneas e entalhe vertical” (MARQUES NETO et al., 2017, p. 74). Essas cristas estão situadas nos horsts do perímetro urbano municipal que foram ocupados intensamente pelo crescimento urbano. Na

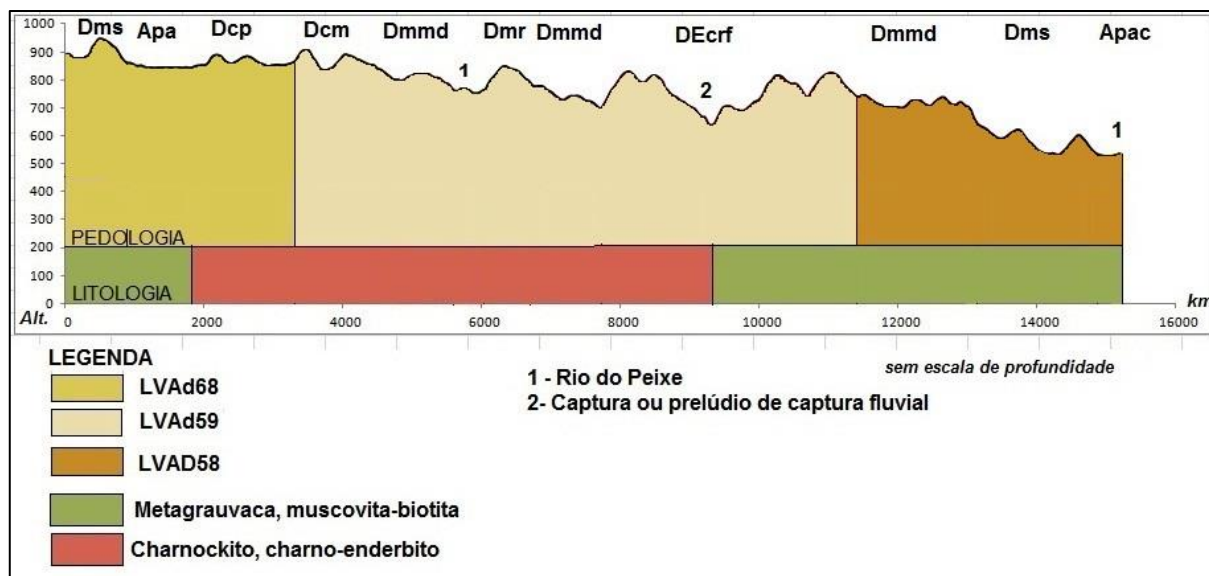
compartimentação de relevo dada pelo sistema gráben/horst, segundo Marques Neto e outros (2017), o padrão urbano segue pela diferença entre cidade alta, inserida nas cimeiras do horst, e em cidade baixa, disseminada no gráben do rio Paraibuna.

Contudo, a transição entre esses compartimentos não está realizada de modo direto, pois ao longo das transições entre os modelados, estão manifestadas as formas de modelados de dissecação homogênea como colinas, morrotes ou morros, compondo o sistema geomorfológico alterado pelo homem. Nesse sentido, Marques Neto e outros (2017) tornam compreensível a transição entre essas formações de relevo, enfatizando que:

Em alguns segmentos, um hiato de ocupação se estabelece nas discordâncias erosivas expressas em vertentes de declives mais pronunciados em parte desnudas e com afloramento contínuo; em outros, os contatos entre o alto e o baixo estrutural se dão em extensas rampas colúvies impermeabilizadas ou por morrarias escalonadas definidoras de diferentes quadros de risco de movimentos de massa. (MARQUES NETO et al., 2017, p. 77).

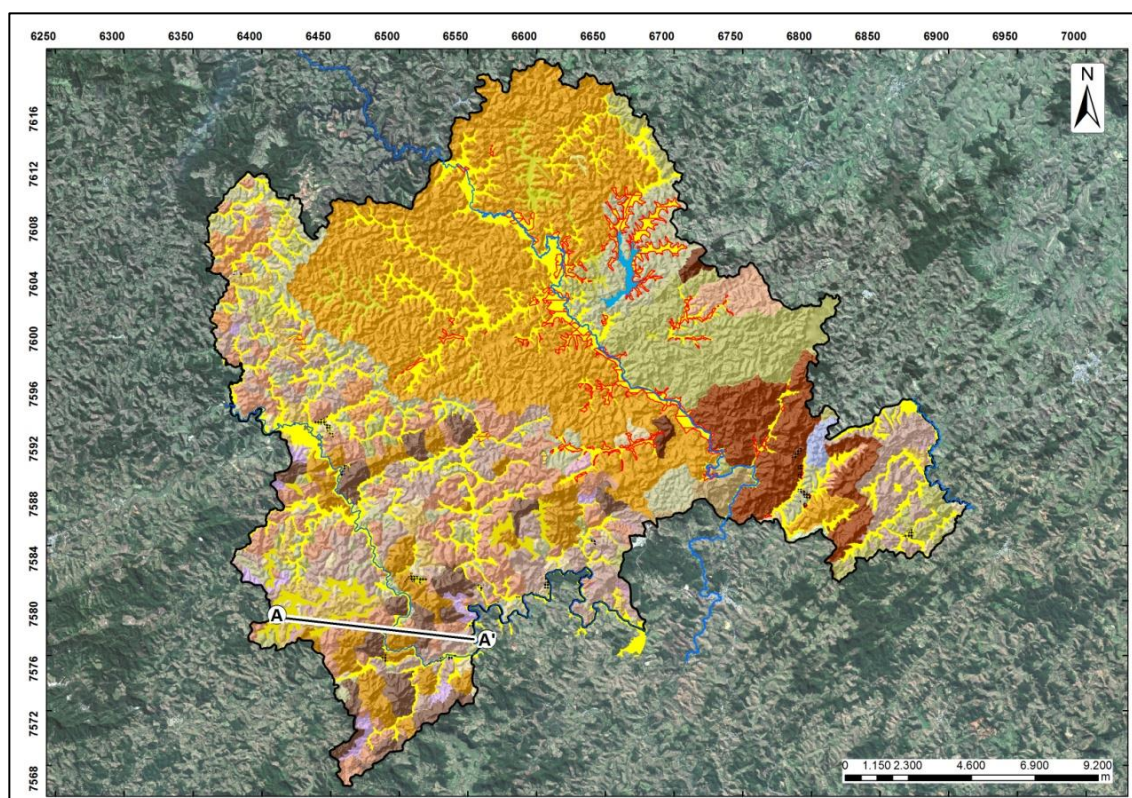
Apresentadas as principais feições morfológicas, identificadas no mapeamento geomorfológico proposto, foi feito o perfil topográfico sentido A-A', localizado na porção sul do município, especificamente na bacia hidrográfica do rio do Peixe. Assim, a Figura 45 mostra o perfil topográfico, enquanto a Figura 46 especifica a área trabalhada pelo perfil topográfico apresentado.

Figura 45 – Perfil topográfico A-A'



Fonte: A autora, 2018

Figura 46 – Perfil topográfico A-A'' e sua localização no município de Juiz de Fora, apresentado pelos aspectos morfológicos



Fonte: A autora, 2018

Ressalta-se que não foram representadas as proporções de espessura, o sentido dos mergulhos e a posição estratigráfica dos litótipos, apenas sua lateralidade na confecção do perfil topográfico, quanto ao embasamento litológico, para a observação das feições geomorfológicas no trecho pretendido.

A partir da apresentação das principais feições identificadas e mapeadas no levantamento do sistema geomorfológico de Juiz de Fora, o produto do documento da carta geomorfológica pode ser visualizado pela Figura 47, com sua legenda representada pela Figura 48.

Figura 49 – Legenda do mapa geomorfológico de Juiz de Fora (MG)

SISTEMAS DE RELEVO ORIGINAIS:

MODELADOS DE AGRADAÇÃO (A):

	Rampas de colúvios: Depósitos neokuaternários com ocorrência em declives suaves a moderados no sopé de alinhamentos de cristas e morros, constituição argilosa-arenosa.
	Planícies alveolares: Depósitos neokuaternários descontínuos em controle tectono estrutural, constituição argilosa.
	Planície fluvial associada à terraços: Depósitos neopleistocênicos e holocênicos argilo arenosos.
	Planície fluvial: Apresenta largura variável, caráter descontínuo e contribuição de materiais oriundos dos transbordamentos dos canais e do domínio das vertentes, comportando materiais de granulometria arenosa a argilosa, conforme a fonte. Acompanha canais fluviais de variadas extensões em diferentes níveis altimétricos.

MODELADOS DE DISSECAÇÃO HOMOGÊNEA (D):

	Colinas: Morfologias mamelonizadas com topos predominantemente aplainados a convexos com vertentes convexas a retilíneas, moderada à baixa profundidade de dissecação, mantos de alteração espessos e argilosos, classificadas conforme a extensão em pequenas (Dcp), médias (Dcm) e amplas (Dca).
	Colinas e Morrotes: Predomínio de colinas e esporadicamente morrotes, com topos convexos com média profundidade de dissecação e espessas coberturas superficiais argilosas.
	Morrotes: Morfologias mamelonares quaternárias rebaixadas de topos convexos e vertentes convexo retilíneas com coberturas superficiais argilosas.
	Morros: Morfologias mamelonares quaternárias de topos convexos a aplainados e vertentes convexo retilíneas com coberturas superficiais argilosas. a) topos aguçados; ap) topos aplainados; c) topos convexos.
	Morros e morrotes: Predomínio de morros com morrotes esporádicos, constituindo grande parte do <i>grabén</i> do Paraibuna, congregando topos convexos e vertentes convexas e retilíneas com espessas coberturas superficiais argilosas.
	Morrotes e colinas: Predomínio de morrotes e colinas isoladas conspícuos no setor nordeste da bacia, sob litologias mais resistentes, apresentando topos convexos e vertentes alongadas a retilíneas sobre coberturas espessas argilosas.
	Morros de topos tabulares e morrotes: Morfologias amorreçadas com predomínio de topos tabulares e convexos acessórios; vertentes convexas-retilíneas e mantos de alteração espessos argilosos.
	Morros de topos aguçados: Morfologias mamelonares com alto a medio entalhe vertical da drenagem; vertentes convexo-retilíneas, com coberturas superficiais argilosas de espessura variável.
	Morros com encostas suavizadas: Morfologias mamelonizadas com topos convexos e fraco entalhe vertical da drenagem, sobre coberturas superficiais argilosas espessas.
	Morros fracamente dissecados: Morfologias mamelonizadas, com entalhamento vertical da drenagem é considerado de fraco a médio, com vertentes retilíneas e topos aplainados, com coberturas superficiais argilosas .
	Morros Medianamente Dissecados (Dmmd): Morfologias com médio a alto entalhamento da drenagem, com as vertentes convexas a retilíneas e os topos aguçados, com coberturas superficiais argilosas.
	Morros profundamente Dissecados (Dmpd) : Morfologias com alto entalhamento da drenagem, vertentes convexas a retilíneas e topos aguçados, com coberturas superficiais argilosas.

MODELADOS DE DISSECAÇÃO EM CONTROLE ESTRUTURAL (DE):

	Cristas reafeiçoadas: Residuais alinhadas as formações quartzíticas com coberturas superficiais areno-argilosas, configurando os topos em aguçados e vertentes convexas a retilínea.
	Cristas e escarpas herdadas de falhas: Domínio marcado por flancos escarpados íngremes com coberturas superficiais pouco evoluídas e expressivo entalhe da drenagem com topos aguçados e vertentes retilíneas.
	Cristas estruturais rebaixadas e morros alinhados: Residuais de alinhamentos vinculados a falhas com coberturas superficiais areno-argilosas congregando topos aguçados e vertentes retilíneas e entalhe vertical profundo.

SISTEMAS DE RELEVO TRANSFORMADOS:

MODELADO DE ACUMULAÇÃO/ATERRO

	Planície flúvio-lacustre antropogênica: Depósitos neokuaternários a montante de corpos lacustres antropogênicos, constituição argilosa;
	Planície fluvial antropogênica associada à terraço: Depósitos neopleistocênicos a holocênicos argilo-arenosos submetidos a aterro e impermeabilização;

MODELADOS DE APLAINAMENTO

Morfologias sob controle estrutural e mamelonares com aplainamento, terraplanagem e impermeabilização de topos e vertentes, com redefinição dos declives e reorganização dos fluxos superficiais.

Relevo simbolizado

	Desvios abruptos		Represa Dr. João Penido
	Encachoeiramentos		Represa de São Pedro
	Processos erosivos		Corpos Lacustres
	Capturas ou prelúdio de captura fluvial		Meandros abandonados
	Linhas de serras/cristas	Hierarquia Fluvial (Stralher)	
	Vales estruturais		1
	Curvas nível		2
			3
			4
			5
			6
			7
			8

MORFOMETRIA DOS MODELADOS DE DISSECAÇÃO

Dimensão interfluvial média

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

Arc	Apa					Apac
Depósitos Quaternários: sedimentos fluviais e coluviais cenozóicos argilo-arenosos						
Dc	Dcmr	Dmr	Dm	Dmmr	Dmrc	Dmtmr
Dma	Dme	Dmfd	Dmmd		Dmpd	
Litologias diversas: biotita, gnaiss, granitognaisses, leucogranitos						
DEcrf		DEse			DEcrm	
Embasamento de rochas mais resistentes pelo domínio de ortogranulito enderbítico a charnockítico.						

6.2 DISCUSSÃO COMPARADA: DIFERENTES CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS NA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

Para o exercício da comparação entre o Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016) e o Mapa Geomorfológico proposto nessa dissertação, foram abordados os itens de simbologia, legenda e reconhecimento dos tipos de modelados, sendo apresentados alguns fragmentos dos mapeamentos em discussão como amostragem.

Assim, na legenda do Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016) são apresentadas informações básicas das categorias de relevo, por meio de uma paleta de cores graduais para simbolizar as manchas poligonais, conforme a Figura 49 traz em detalhe.

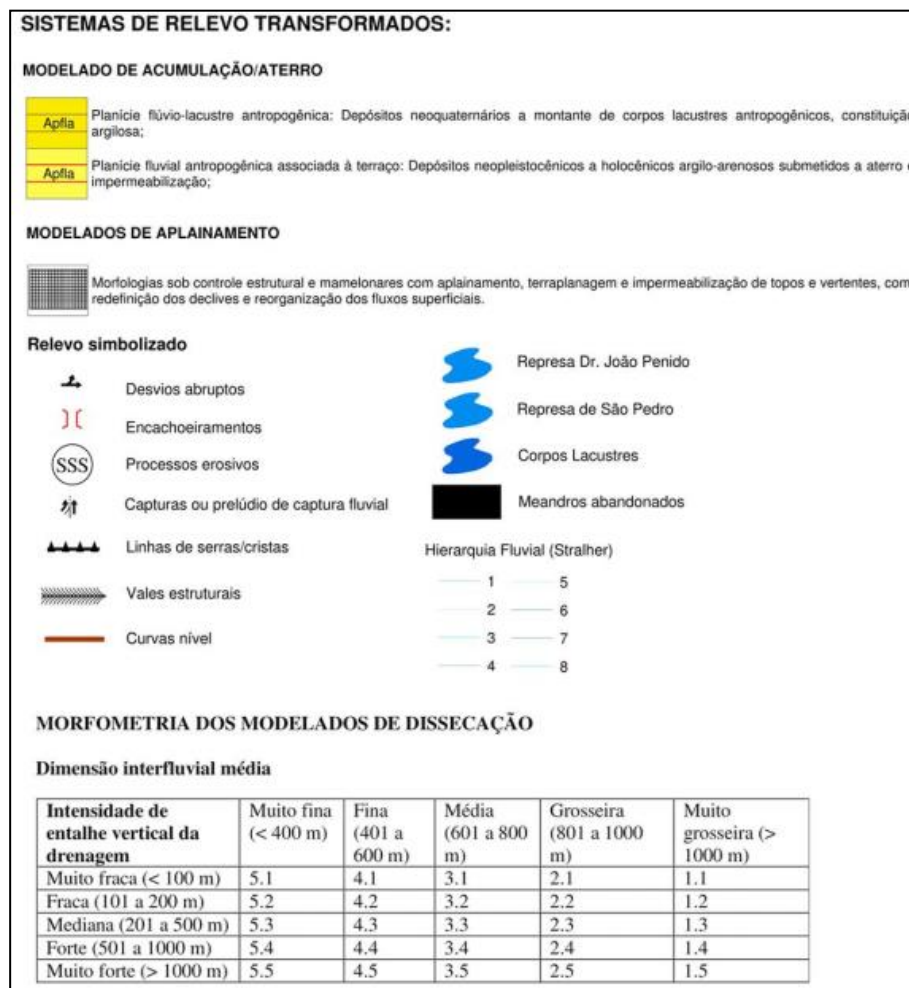
Figura 50 – Representação da legenda no Mapa de Morfologia



Através da Figura 49, fica evidenciado o enfoque dado aos aspectos morfológicos, embasados nas características morfométricas fornecidas pela profundidade de dissecação. Entretanto, não são estabelecidas as correlações aos tipos genéticos das unidades geomorfológicas levantadas, tornando a interpretação subjetiva quanto às diferenças entre modelados de dissecação homogênea ou dissecação em controle estrutural que, por vezes, requerem uma distinção em detalhe. Além disso, a legenda apresenta apenas o reconhecimento dos rios principais adstritos ao município, sem estabelecer um maior detalhamento da drenagem, como a hierarquia fluvial ou a presença de corpos lacustres, pelo menos no âmbito da presente proposta.

Em relação ao Mapa Geomorfológico proposto, a legenda está representada parcialmente pela Figura 50.

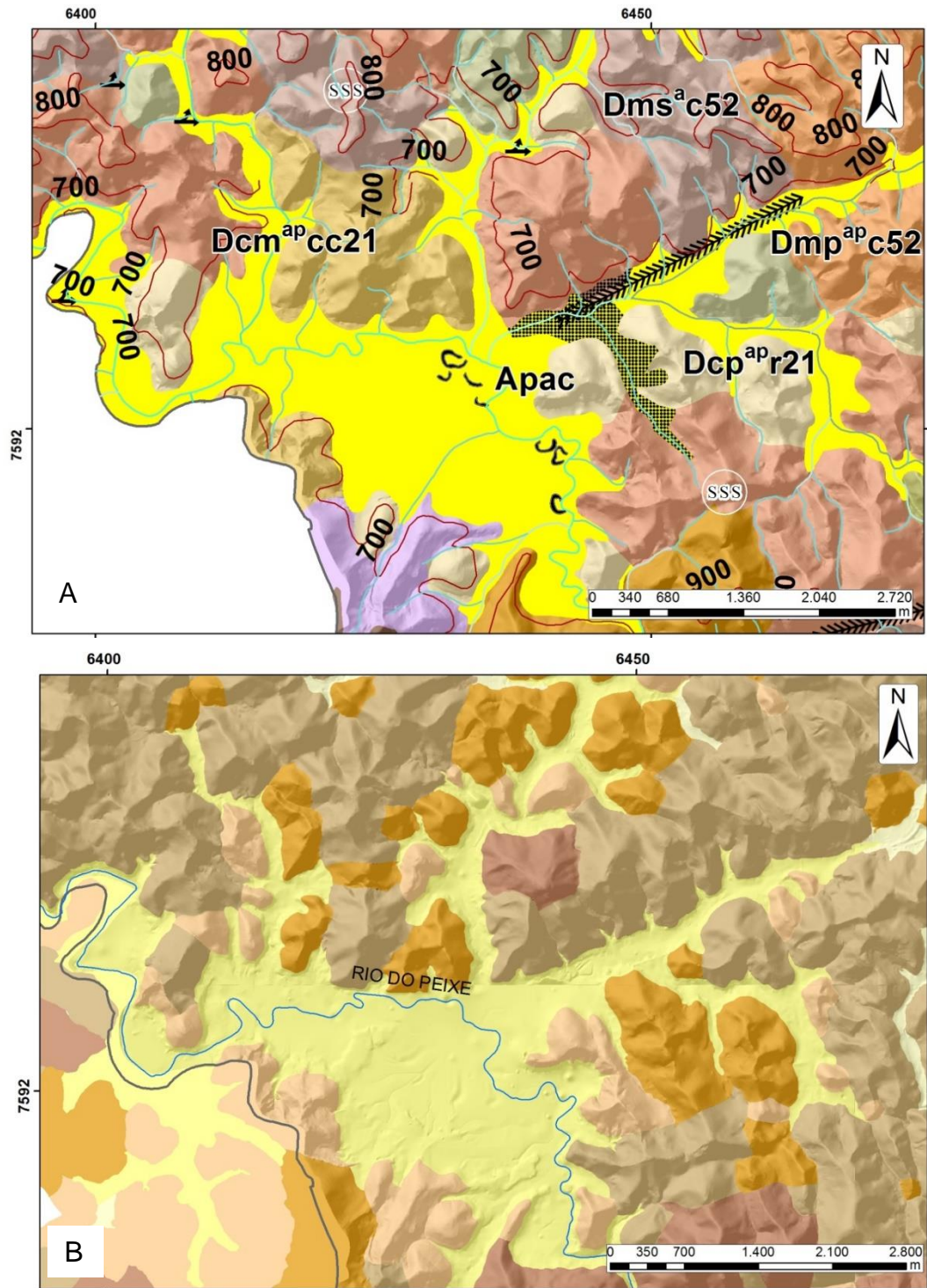
Figura 51 – Recorte parcial da legenda do Mapa Geomorfológico de Juiz de Fora



Na Figura 50 fica explícita a busca pela integração das informações referentes aos dados morfométricos, morfográficos, morfodinâmicos, morfoestruturais e morfocronológicos, com uma variedade de símbolos poligonais, pontuais e lineares com corpo textual explicativo, capazes de transmitir com clareza os atributos referentes aos fatos geomórficos levantados.

Em relação às informações concernentes aos processos da dinâmica superficial na paisagem, o Mapa de Morfologia não faz uso de simbologia apropriada, representadas por pontos ou eixo de linhas, dificultando o reconhecimento dos materiais e processos operantes na interpretação das estruturas geomorfológicas abordadas por níveis taxonômicos com maior detalhamento. A Figura 51 mostra a comparação entre os mapas, no tocante a representatividade cartográfica das feições de relevo.

Figura 52 – Primeira comparação entre os mapeamentos geomorfológicos



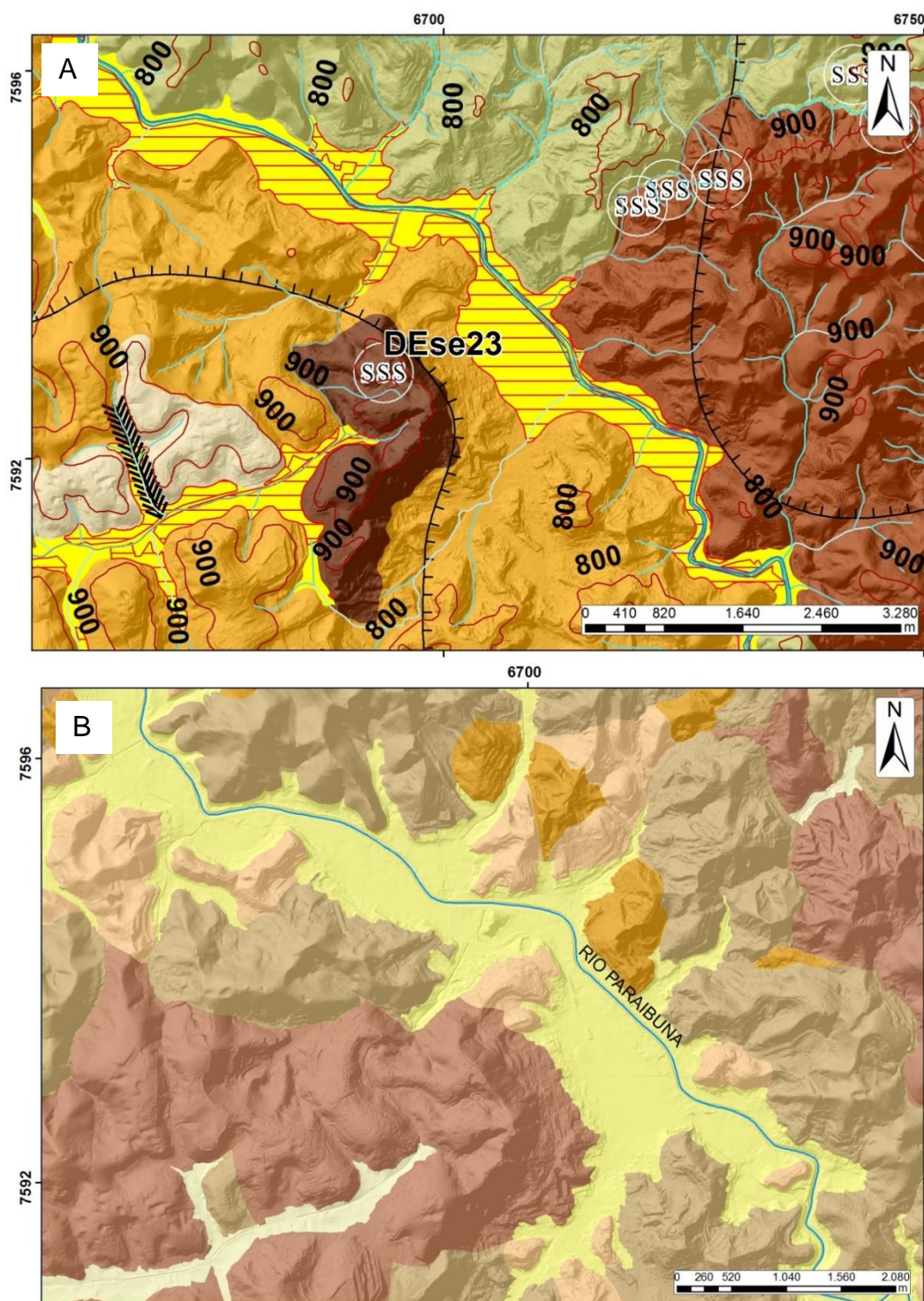
Legenda: A – Mapa Geomorfológico proposto;
B – Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016)

Fonte: A autora

Na Figura 51, a imagem representada por A, enfatizou as feições nos modelados agradacionais, como as paleoformas em meandros abandonados, com uso de símbolos poligonais. A representação dessas feições evidencia a dinâmica dos processos fluviais por ações pretéritas e atuantes no estudo da geomorfologia fluvial nessa geoforma. Por outro lado, essas feições não foram identificadas na imagem B, o que fragiliza a obtenção de informações dos processos morfodinâmicos.

Com as observações feitas na imagem A da Figura 52 foi possível a identificação de simbologias correlacionadas à atuação dos processos erosivos em tipos de modelados de dissecação em controle estrutural. Em contraste, na imagem B, também da mesma figura, esses processos foram subjetivados por meio da sobreposição da imagem de relevo sombreado, a qual foi capaz de sobressair os alinhamentos possíveis de áreas sofrendo processos erosivos nas superfícies das vertentes.

Figura 53 – Segunda comparação entre os mapeamentos geomorfológicos



Legenda: A – Mapa Geomorfológico proposto;

B – Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016)

Fonte: A autora, 2018

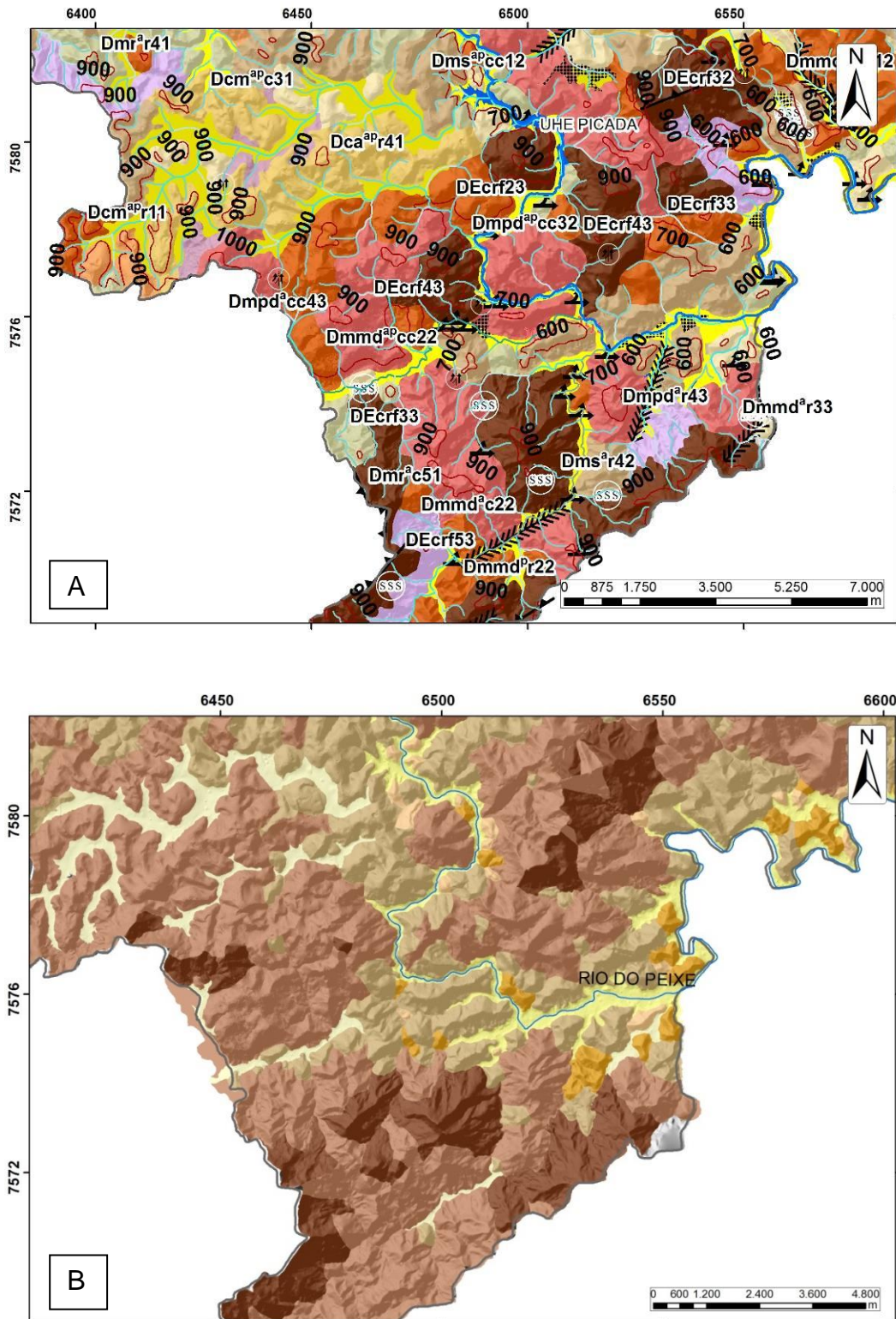
O recurso adotado para representação dos processos erosivos se deu através de feições pontuais disponíveis pelas ferramentas de edição do SIG. Posto que o mapeamento geomorfológico em questão foi processado na escala de 1/50.000, a identificação dos processos ocorridos em setores de vertentes requer maiores investigações, utilizando-se da cartografia geomorfológica de detalhe realizada em estudos com escalas entre 1/10.000 e 1/25.000, no máximo.

Ainda na Figura 52 foram apresentadas as transformações ocorridas pela inserção das atividades antrópicas na planície fluvial antropogênica associada a terraços que, para parte da área de estudo, foram caracterizados por Marques Neto e outros (2017) como “[...] depósitos neopleitocênicos a holocênicos argilo-arenosos submetidos a aterro e impermeabilização” (MARQUES NETO et al., 2017, p. 74).

Na imagem A da Figura 52 fica claro que a representação da transformação desses sistemas de relevo utilizou do recurso de sobreposição de manchas poligonais com listras vermelhas na planície fluvial do Paraíba. Assim feito, não houve o comprometimento da leitura dos fatos geomórficos presentes em áreas comuns. Em contraste, na imagem B, ocorreu o detrimento desse tipo de análise e representatividade no mapa morfológico, não fornecendo ao intérprete as possíveis correlações da atuação do homem no relevo.

Em relação aos tipos de modelados em dissecação e de dissecação em controle estrutural, a Figura 53 possibilita a avaliação desses tipos genéticos.

Figura 54 – Recorte parcial das cartas geomorfológicas



Legenda: A – Mapa Geomorfológico proposto;
 B – Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016)
 Fonte: A autora, 2018

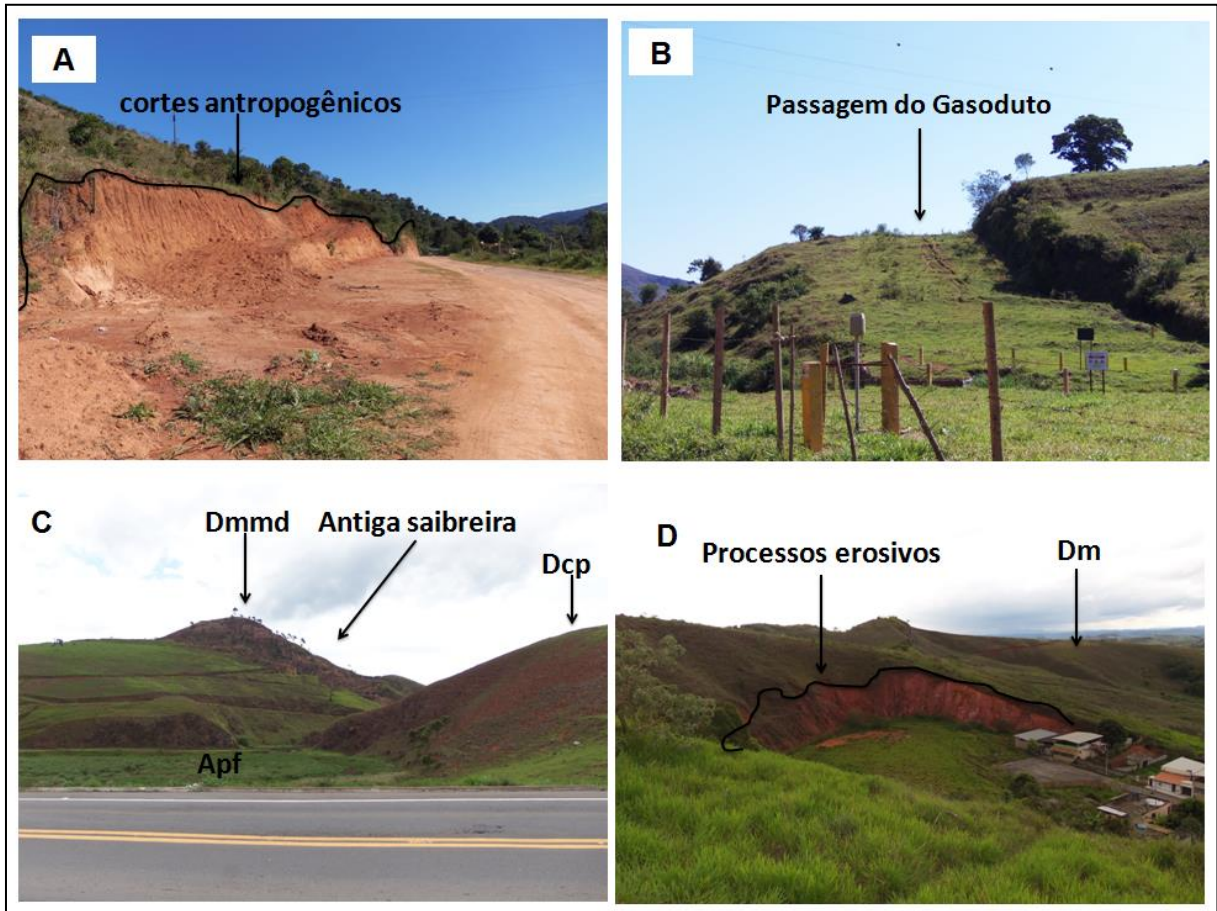
A imagem A da Figura 53 mostra as distinções entre os modelados mencionados por meio da diferenciação de cores e pela legenda alfanumérica. Acrescentando aos atributos da paisagem, foram pontuados processos erosivos, desvios abruptos da rede de drenagem, prelúdio de capturas fluviais e sobre forma de linhas os vales estruturais em formato de “espinha de peixe” e de linhas específicas para a representação das serras ou cristas. Já na imagem B, apesar de serem realçados os modelados pela graduação de cores, a diferenciação entre os tipos foi comprometida, pois poderia, ainda que minimamente, apresentar um rótulo informativo desse atributo.

A representação através da simbologia gráfica de pontos, auxiliou na legibilidade na leitura dos processos dinâmicos operantes na paisagem, como os focos erosivos, os cortes de ação antrópica e os encachoeiramentos, dentre outros. As Figuras 54 e 55 mostram algumas dessas feições encontradas em campo.

Figura 55 – Alguns pontos de encachoeiramentos e corredeiras no município de Juiz de Fora



Figura 56 – Processos erosivos desencadeados pelas atividades antrópicas



Fonte: A autora, 2018

A imagem A da Figura 55 evidencia algumas das atividades antrópicas, como o os cortes nos sopés de feições que sem a aplicação de técnicas de controle de erosão pode, no futuro, culminar em um problema maior, como o assoreamento do córrego Conceição, localizado próximo ao corte. Já a imagem B da Figura 55, representa a infraestrutura de instalação da passagem do gasoduto, localizado nas proximidades do ribeirão Conceição, na bacia do rio do Peixe. Esses dutos estão presentes, majoritariamente em feições de planícies ou de morfologias suaves, como as colinas. A imagem C da Figura 55 representa uma feição de morro, próxima às margens da BR-267, na sub-bacia do Espírito Santo, pertencente a bacia do rio Paraibuna. Nessa feição foram exercidas atividades de extração de saibro, estando atualmente desativada e em franco avanço dos processos erosivos. A imagem D representa uma vertente com franco avanço dos processos erosivos causados pela

expansão do loteamento residencial Parque Independência na região Nordeste do município.

Para o município de Juiz de Fora, a metodologia do Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016) ainda que capaz de enfatizar os aspectos morfológicos e diferentes compartimentos do relevo, apresenta poucas informações morfométricas, pois está relacionada ao critério altimétrico, o que dificulta, por exemplo, as diferenciações entre colinas e morrotes ou terraços em domínio de vertentes. Além disso, para a confecção do Mapa de Morfologia (JUIZ DE FORA, c2016) não foram realizados trabalhos de campo para o refutamento ou a confirmação das geofomas identificadas em gabinete, contrariando assim, uma das fases de suma importância na validação dos atributos levantados em um produto cartográfico final.

Por sua vez, o proposto Mapa Geomorfológico de Juiz de Fora, torna essa interpretação rarefeita, conduzindo a interpretações relativas dos depósitos sedimentares quaternários, ainda que consiga remeter as morfologias antropogênicas ao tempo histórico, ao não apresentar dados cronológicos de forma absoluta. Diferentemente do mapa anterior, que tem comunicação visual mais enxuta na figura do mapa e na legenda, este último configura-se como documento carregado de informações, fruto da busca por congregar o conjunto dos elementos inerentes ao sistema geomorfológico, o que pode resultar em documentos cartográficos ricos em informações, porém de difícil comunicação visual para não especialistas, limitando sua aplicabilidade.

Cumprido frisar, por fim, o valor metodológico de ambos e a relevância do plano de informações que abarcam, cada um com suas características, potencialidades e restrições.

7 CONCLUSÕES

As cartas geomorfológicas constituem instrumentos oportunos para aqueles que se empenham no estudo das formas de relevo, em seus distintos aspectos, com perspectiva ao planejamento territorial e ambiental ou, mediante os enfoques genético-evolutivos. A produção desses documentos, embasada na legibilidade dos atributos representativos das geoformas, fornece subsídios tanto para as pesquisas teóricas como aplicadas.

Essencialmente, a maioria dos trabalhos geomorfológicos consideram os fundamentos da morfometria, morfografia, morfodinâmica, morfoestrutura e cronologia como pilares para o desenvolvimento das cartas geomorfológicas e as representações desses elementos variam conforme a escala de trabalho, objetivo do pesquisador e a experiência do mesmo para a interpretação das geoformas.

Dessa maneira, a aquisição de uma base de curvas hipsométricas com equidistância de 5 m contribuiu para a geração do arquivo *raster* de relevo sombreado que, associado às imagens aéreas, foram essenciais para o reconhecimento das características anisotrópicas e isotrópicas da morfoestrutura no município. Além desse produto, o detalhamento das informações de curvas de nível adquiridas, concedeu a execução da carta de declividade pelo SIG, com qualidade na resolução final e, com isso, favoreceu a classificação das características das vertentes e dos topos de maneira mais eficiente.

Contudo, a carta de declividade ao ser sobreposta à carta geomorfológica final não ofereceu legibilidade às demais informações, tornando inviável seu lançamento no documento. Entretanto, a imagem de relevo sombreado ao ser disposta sob feições poligonais, lineares e pontuais aprimorou o reconhecimento dos tipos genéticos dos modelados, aplicando-se o recurso de transparência de 40% aos polígonos e, com essa técnica, as manchas poligonais foram visualizadas com a sobreposição da imagem em questão.

Para a representação das informações morfoestruturais foram utilizados os símbolos lineares, como os vales estruturais e as linhas de cristas estruturais. Foram reconhecidas as feições interpretativas da morfodinâmica, os corpos lacustres e os meandros abandonados foram simbolizados por polígonos e as feições correspondentes aos processos erosivos por símbolos pontuais. Alguns aspectos

morfotectônicos foram assinalados a fim de representar os desvios abruptos, as capturas ou prelúdios de capturas fluviais e os encachoeiramentos presentes no sistema geomorfológico em ênfase.

A dificuldade encontrada na representação dessas feições lineares e pontuais correspondeu à sua nitidez que, com a aplicação do símbolo automaticamente, não foi capaz de assegurar a visibilidade dos mesmos. Como alternativa de solução para esse entrave, foi necessária a edição manual dos símbolos gráficos, estabelecendo a forma e o tamanho, zelando pela proporcionalidade dos caracteres, o que condicionou maior tempo e conhecimento específico sobre o *design* adequado dos símbolos à escala apresentada.

Por outro lado, as informações cronológicas corresponderam ao campo de maior dificuldade em representação, pois não foi possível realizar a datação absoluta restringindo as interpretações cronológicas a uma datação relativa, dada por correspondências aos modelados de dissecação quaternárias e planícies holocênicas.

As folhas topográficas compuseram o dado primordial no mapeamento geomorfológico de Juiz de Fora, pois constituíram-se em materiais de fácil acesso e fundamentais no tratamento morfométrico aplicado, bem como auxiliaram na caracterização das tipologias dos topos das feições de relevo.

O banco de dados, ao ser organizado lançando mão do Sistema de Informação Geográfica, deu aporte à conectividade entre as feições representativas e com a gama de recursos gráficos possibilitou o avanço das simbologias em suas tipologias como manchas poligonais, pontuais ou lineares, dando aporte a legibilidade no produto final, consorciada à escala de apresentação do trabalho.

Ao ser confeccionada a carta geomorfológica em questão, alguns elementos icnográficos sobressaíram em detrimento de outros, destacando a morfometria e a morfologia como os aspectos mais aparentes no produto final. Essa ênfase ocorreu pelo emprego do recurso de leitura textual pelo símbolo alfanumérico, no caso do trato morfométrico. Além disso, para os tipos genéticos dos modelados a representação em manchas poligonais favoreceu a estilização dos símbolos morfológicos por meio de uma paleta de cores específicas, assegurando as distinções entre os modelados de agradação e de acumulação.

As informações litológicas não constam no conteúdo do mapa devido à inviabilidade de sobreposição das informações, que entrariam em conflito gráfico com os tipos de modelados. Para resolver tal impasse, esse tipo de informação foi posto

no corpo da legenda como uma paleta de cores correlatas às tonalidades, conforme os tipos genéticos identificados.

A representação gráfica das morfologias antropogênicas foi realizada por meio de um *layer* com traços em hachuras sobrepostos às morfologias. A aplicação desse recurso validou a simbolização desses tipos de feições, pois não houve o comprometimento da visualização dos sistemas de relevo naturais sobrepostos às informações antropogênicas.

O uso do símbolo alfanumérico garante a interpretação direta dos estudos levados a efeito sobre o relevo, pois permite a leitura conjugada dos tipos genéticos, das formas do modelados, das tipologias das vertentes expressas com o recurso de inserção de um texto subscrito, das formas dos topos e dos sistemas binários.

Por meio dos procedimentos metodológicos seguidos, o estudo das geoformas, e sua consequente interpretação pela cartografia de relevo, foi capaz de substanciar a confecção da carta geomorfológica para Juiz de Fora, contribuindo para o estudo dos sistemas geomorfológicos inseridos no domínio tropical atlântico, ampliando as perspectivas de aplicação da concepção metodológica defendida.

No exercício da gestão do planejamento, recorre-se ao uso de cartas geomorfológicas para a aplicação de estudos em zoneamento ambiental e territorial e, com isso, o conhecimento sobre o comportamento dos processos, formas e materiais no relevo dão, cada vez mais, aporte às pesquisas voltadas para essa temática. Com isso, a carta geomorfológica em escala 1/50.000 comporta-se como um documento necessário para estudos regionais, pela qualidade de informações prestadas. Não obstante, esses atributos representados sem o cuidado com a proporcionalidade gráfica dos símbolos, com o emprego de cores graduais, com a formatação das tabelas de atributos dos textos aparentes e a com formatação de uma legenda explicativa, podem conduzir a interpretações equívocas ou mesmo torná-las escassas ou impraticáveis.

Por outro lado, os mapas morfológicos, embora omitam informações acerca dos fundamentos da cartografia geomorfológica, são documentos elementares, pois ao enfatizarem os compartimentos do relevo por meio de polígonos, apresentam maior facilidade para a representação gráfica e, conseqüentemente, aparentam melhor legibilidade.

Assim, para a visibilidade e clareza dos símbolos representativos dos levantamentos geomorfológicos, a utilização das técnicas em geotecnologias garante,

ao usuário final, a possibilidade de criação de *layouts* temáticos, que permitem a habilitação ou não de determinados elementos gráficos, e assim, obter o reconhecimento desejado para a efetivação de análises ou tomadas de decisões para a gestão pública. Portanto, a disponibilização dos arquivos em *shapefiles* para serem utilizados em diferentes *softwares* de geoprocessamento e de mapas com leitura gráfica a partir do GeoPDF, é instrumento que emerge no aprimoramento das técnicas relacionadas à disponibilização da carta geomorfológica final para múltiplos usuários.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 51–67, 2003.

AB'SÁBER, A. N. O sítio urbano de São Paulo. In: MODENESI-GAUTTIERI, M. C. et al. (Org.). **A obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. São Paulo: Beca-BALL, 2010. p. 180–214.

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 6, p. 1–15, 1969.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 365–391.

BAKKER, J. P. Different types of geomorphological maps, problems of geomorphological mapping. **Geographical studies**, New Delhi, v. 46, p. 13–31, 1963.

BARBOSA, G. V. Cartografia geomorfológica utilizada pelo Projeto Radam. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. p. 427–432.

BARBOSA, G. V. et al. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do projeto Radambrasil. **Geociências**, Rio Claro, v. 2, p. 3–26, 1984.

BARBOSA, Y. A. **O processo urbano de Juiz de Fora-MG**. 2013. 135 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

BARBOSA, Y. A. **Pequena geografia histórica de Juiz de Fora: o processo urbano do Caminho Novo ao início do século XX**. Curitiba: CRV, 2017.

BARROS, L. F. Cartografia geográfica. **Revista brasileira de geografia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 489–521, 1964.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Espaço aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 165–196, 2017 (Sessão de Clássicos). Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/7650>>. Acesso em: 5 dez. 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 99/2017 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. Brasília: Senado Federal, 2017.

BRASIL. Decreto nº 5.334, de 6 de janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jan. 2005. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Seção 1, p. 1

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Ministério da Agricultura. **Levantamento de recursos naturais**: folhas SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia; Ministério da Agricultura, 1983. v. 32.

BRUNSDEN, D. Geomorphology, engineering and planning. **Geographia Polonica**, Warszawa, v. 76, n. 2, p. 185–205, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285959105_Geomorphology_engineering_and_planning>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 1980.

COLTRINARI, L. Z. D. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista brasileira de geomorfologia**, Brasília, v. 12, n. especial, p. 121–129, 2012.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINEIRAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Carta geomorfológica**: município de Santo Antônio de Pádua, RJ, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17790>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia geomorfológica em áreas litorâneas**. 2011. 119 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

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**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2003.

DANTAS, M. E. **Biblioteca de padrões de relevo**: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Rio de Janeiro: CPRM, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16589>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

DANTAS, M. E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**: geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2000.

DE BIASI, M. **Carta de declividade de vertentes**: confecção e utilização. Geomorfologia, São Paulo, n. 21, p. 8–13, 1970.

DUARTE, B. P. et al. Geologia das folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSA-SOARES, A. C. et al. (Org.). **Projeto Sul de Minas**. Belo Horizonte: Comig/Seme, 2003. v. 1. p. 153–258.

EDUARDO, C. C.; MARQUES NETO, R. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Conceição em Juiz de Fora (MG). In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 12., 2017, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 11613–11624.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999.

FERREIRA, C. C. M. Estudo do comportamento chuvoso em Juiz de Fora. **Revista geonorte**, Manaus, Edição especial. v. 1, n. 5, p. 953–963, 2012.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p.105-128.

GATTO, L. C. S. et al. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1983. v. 32. p. 305–384. (Série Levantamento de Recursos Naturais).

GÓES, M. H. B. et al. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento e análise geomorfológica de áreas urbanas. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 167–199.

GOULART, A. C. O. Relevos e processos dinâmicos: uma proposta metodológica de cartografia geomorfológica. **Geografares**, Vitória, n. 2, p. 25–40, 2001. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/1138>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

GRIFFITHS, J. S.; ABRAHAM, J. K. Factors affecting the use of applied geomorphology maps to communicate with different end-users. **Journal of maps**, Surrey, v. 4, n. 1, p. 201–210, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4113/jom.2008.89>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUSTAVSSON, M. **Development of a detailed geomorphological mapping system and GIS Geodatabase in Sweden**. 2006. 36 f. Thesis (Doctoral at Philosophy) – Uppsala University, Faculty of Science and Technology, Uppsala, 2006.

GUSTAVSSON, M.; KOLSTRUP, E. New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area. **Geomorphology**, Amsterdam, Theories and methods in geomorphology. v. 110, n. 1, p. 37–44, 2009.

GUSTAVSSON, M.; KOLSTRUP, E.; SEIJMONSBERGEN, A. C. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 90–111, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. (Série manuais técnicos em Geociências).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE/Brasil/Minas Gerais/Juiz de Fora**. c2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. (Série Manuais Técnicos em Geociências).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa índice digital: mapeamento geral do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

JUIZ DE FORA. Câmara Municipal de Juiz de Fora. Lei nº 5.856, de 9 de setembro de 1980. Cria o Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente de Juiz de Fora (Comdema-JF) e contém outras providências. 1980. Disponível em: <https://jfl legis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000017103>. Acesso em: 5 dez. 2017.

JUIZ DE FORA. Poder Executivo. Decreto nº 1.969, de 29 de dezembro de 1977. Aprova o Regulamento do Instituto de Pesquisa e Planejamento. 1977. Disponível em: <https://jfl legis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000006387>. Acesso em: 5 dez. 2017.

JUIZ DE FORA. Poder Executivo. Decreto nº 3.505, de 6 de junho de 1986. Aprova o Regulamento do Instituto de Pesquisa e Planejamento. 1986. Disponível em: <https://jfl legis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000011007>. Acesso em: 5 dez. 2017.

JUIZ DE FORA. Poder Executivo. Decreto nº 4.194, de 3 de outubro de 1989. Aprova o Regulamento do Instituto de Pesquisa e Planejamento. 1989. Disponível em: <https://jfl legis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000013054>. Acesso em: 5 dez. 2017.

JUIZ DE FORA. Prefeitura de Juiz de Fora. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Prefeitura de Juiz de Fora, 2000. Disponível em: <<http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/pddu/index.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

JUIZ DE FORA. Prefeitura de Juiz de Fora. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora Sempre. Juiz de Fora: Funalfa, 2004.

JUIZ DE FORA. Prefeitura de Juiz de Fora. **Plano Diretor Participativo**. Material para consulta. c2016. Disponível em: <http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/participativo/material_para_consulta.php>. Acesso em: 25 nov. 2017.

KLIMASZEWSKI, M. Detailed geomorphological maps. **ITC Journal**, Enschede, n. 3, p. 265–272, 1982.

KLIMASZEWSKI, M. The principles of the geomorphological mapping in Poland. **Geographical studies**, New Delhi, v. 46, p. 69–70, 1963.

KLIMASZEWSKI, M. Thirty years of detailed geomorphological mapping. **Geographia Polonica**, Warszawa, v. 58, p. 11–19, 1990.

KNIGHT, J.; MITCHELL, A.W.; ROSE, J. Geomorphological Field Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. **Geomorphological mapping: methods and applications**. Amsterdam: Elsevier, 2011. p.151-188.

LAMAS, F. G. Povoamento e colonização da Zona da Mata mineira. **Revista histórica**, São Paulo, n. 8, p. 1–9, 2006.

LESSA, J. **Juiz de Fora e seus pioneiros** (Do Caminho Novo à proclamação). Juiz de Fora: EdUFJF, 1985.

MACHADO, P. J. O.; SANTOS, F. A. S. Evolução político-administrativa do município de Juiz de Fora/MG. In: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 5., 2017. **Anais...** Juiz de Fora, 2017. p 73-87.

MARQUES NETO, R. et al. A espacialidade do relevo em paisagens transformadas e sua representação: mapeamento geomorfológico da bacia do rio Paraibuna, Sudeste de Minas Gerais. **RAEGA – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 41, p. 65–81, 2017.

MARQUES NETO, R.; ZAIDAN, R. T.; MENON JÚNIOR, W. Mapeamento geomorfológico do município de Lima Duarte (MG). **Revista brasileira de geomorfologia**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 123–136, 2015.

MEIS, M. R. M.; MIRANDA, L. H. G.; FERNANDES, N. F. Desnivelamento de altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. p. 1489–1503.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Banco de Solos de Minas Gerais**: Mapas de solo do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Feam, 2010. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **MPRJ em Mapas**. c2017. Disponível em: <<http://apps.mprj.mp.br/sistema/mpmapas/#/login>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

MOREIRA, A. A. N. Cartas geomorfológicas. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 5, p. 1–11, 1969.

MONTAÑES, G. Geografía y Medio Ambiente. IN: RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, V. E. **Planejamento e gestão ambiental**: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. 2ªed.Fortaleza: Edições UFC, 2016. p. 169-212.

NIEMANN, R. S.; VITTE, A. C. A história da Geomorfologia no Brasil: a contribuição de Aziz Nacib Ab'Sáber. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009. p. 10p.

NUNES, B. A. et al. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.

OLIVEIRA, M. M. **Plano Estratégico e Diretor de Juiz de Fora**: modelos contraditórios ou complementares? 2006. 109 f. Dissertação (mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OTTO, J. C.; GUSTAVSSON, M.; GEILHAUSEN, M. Cartography: design, symbolisation and visualisation of geomorphological maps. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. **Geomorphological mapping**: methods and applications. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 253–295.

OTTO, J. C.; SMITH, M. Geomorphological mapping. In: BRITISH SOCIETY FOR GEOMORPHOLOGY. **Geomorphological techniques**. London: British Society for Geomorphology, 2013. p. 1-10. Chap. 2, Sec. 6.

PASSARGE, S. **Geomorfología**. Barcelona: Labor, 1931.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PIMENTEL, F. O. **Clima urbano**: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora-MG. 2017. 142 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

PONÇANO, W. L. et al. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo, escala 1:1.000.000**. São Paulo: IPT, 1981. v. 1. (Série Monografias, 5).

ROCHA, C. H. B. **Zona da Mata Mineira**: pioneirismo, atualidade e potencial para investimento. Juiz de Fora: Funalfa, 2008.

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, v. 6, p. 17–29, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

SANTA'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia no sudeste brasileiro. **Revista brasileira de climatologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 43–60, 2005.

SANTIAGO, B. S. **Paisagem e fragmentação florestal no município de Juiz de Fora, MG**. 2008. 114 f. Dissertação (mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

SANTOS, A. L.; SANTOS, T. C. Entes públicos e privados no planejamento e na produção do território: o caso de Juiz de Fora. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2011. Disponível em: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/3344/3277>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

SILVA, F. P. et al. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Bárbara, Zona da Mata mineira. **Revista brasileira de geografia física**, Recife, v. 8, n. 3, p. 893–908, 2015.

SILVA, T. M. **A estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 263 f. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SOUZA, F. F. C. **Recursos naturais e saneamento rural**: subsídios para gestão na bacia hidrográfica do rio do Peixe, MG. 2016. 242 f. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

TASCA, L. **As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora**: dos planos aos projetos de intervenção. 2010. 249 f. Tese (doutorado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

TOLEDO, L. Rascunhos do tempo: a Juiz de Fora que ficou na gaveta. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 21 set. 2008. Caderno Dois. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/secom/2008/09/22/21-de-setembro-de-2008/>>. Acesso em: 7 dez. 2016.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 18, p. 162–171, 2006.

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

TRICART, J. Principés et méthodes de la geomorphologie. Paris: Masson, 1965.

TROPMAIR, H. Estudo comparativo de mapeamentos geomorfológicos. **Notícia geomorfológica**, Campinas, v. 10, n. 20, p. 3–11, 1970.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Centro de Pesquisas Sociais. **Anuário Estatístico de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: UFJF, 2009. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/cidade/anuario_2009/index.html>. Acesso em: 15 nov. 2017.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista brasileira de geografia**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 3–82, 1958.

VERSTAPPEN, H. T. Old and new trends in geomorphological and landform mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. **Geomorphological mapping: methods and applications**. London: Elsevier, 2011. p. 13–38.

VITTE, A. C. Da metafísica da natureza à gênese da geografia física moderna. **Geographia**, Niterói, v. 8, n. 15, p. 23–50, 2010.