

THAIANE CAMPOS MOURA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**MORFOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO PRETO (MG/RJ): INFLUÊNCIAS
DA NEOTECTÔNICA NA DINÂMICA E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM**

Orientador: Dr. Roberto Marques Neto

JUIZ DE FORA

2017

Thaiane Campos Moura



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**MORFOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO PRETO (MG/RJ): INFLUÊNCIAS
DA NEOTECÔNICA NA DINÂMICA E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM**

Orientador: Dr. Roberto Marques Neto

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal
de Juiz de Fora.

JUIZ DE FORA

2017

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

Moura, Thaianne Campos.

Morfotectônica na Bacia Hidrográfica do Rio Preto (MG/RJ) : influências da neotectônica na dinâmica e evolução da paisagem / Thaianne Campos Moura. -- 2017.

104 p.

Orientador: Roberto Marques Neto

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2017.

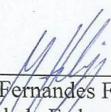
1. Rio Preto. 2. Morfotectônica. 3. Fisiologia da Paisagem. I. Neto, Roberto Marques, orient. II. Título.

MORFOTECTONICA NA BACIA DO RIO PRETO: INFLUÊNCIAS DA
NEOTECTONICA NA DINÂMICA E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM

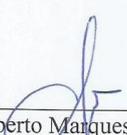
THAIANE CAMPOS MOURA

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 Socioambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

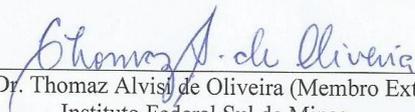
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05 / 05 / 2017



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



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



Prof. Dr. Thomaz Alvisi de Oliveira (Membro Externo)
Instituto Federal Sul de Minas

Agradecimentos

Diante de dois anos no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, presto meus agradecimentos à sociedade brasileira que possibilitou o desenvolvimento deste texto, assim como agradeço à instituição em que a pesquisa foi realizada.

Meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Roberto Marques Neto, por toda sua paciência e auxílio ao longo desse período, agradeço por sua orientação e cobranças que nos levam a caminhar no trabalho mesmo diante de turbulências ao longo do caminho.

Aos professores Miguel Fernandes Felipe, Thomaz Alvisi de Oliveira e Ricardo Tavares Zaidan agradeço pela gentileza de ter aceitado o convite de avaliar o trabalho e por suas contribuições para o mesmo.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro recebido para o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia por ampararem nossas atividades, contribuindo para a formação dos pós-graduandos que lá se encontram. Em especial agradeço aos professores Carlos Eduardo dos Santos Maia e à professora Cássia de Castro Martins Ferreira pelas conversas, sorrisos e pela gentileza em dividir suas experiências.

Aos colegas de curso agradeço pela companhia, pelos abraços, pelo incentivo e pela amizade que construímos. Em especial agradeço às, hoje mestras, Franciele Pimentel e Raphaela Granato pelo carinho e pelas confissões trocadas nesses dois anos. Todo o sucesso para nós!

Agradeço aos meus queridos amigos e familiares pela preocupação e paciência com nossas ausências e momentos de nervosismo.

À meu mentor espiritual, agradeço pela vida e pelas oportunidades e desafios dados ao longo desses dois anos, a força adquirida será utilizada para o bem estar de toda a comunidade. Assim seja!

Aos meus amados, Leonardo Biage de Andrade, Camila Campos Moura, Clarice da Consolação Campos Moura e Vanderlei Moura de Souza, agradeço por cada dia e cada minuto ao lado de vocês, agradeço pelos puxões de orelha, pela companhia e trabalho nos campos da pesquisa, pelos abraços e pelos “força, você consegue”. Consigo graças a vocês. Eu os amo infinitamente!

Nós não precisamos de mágica para transformar nosso mundo. Já temos o poder que precisamos dentro de nós mesmos. Nós temos o poder de imaginar o melhor.

J. K. Rowling

Viver num mundo sem tomar consciência do significado do mundo é como vagar por uma imensa biblioteca sem tocar os livros.

Dan Brown

RESUMO

A presente dissertação se propôs à investigar as implicações da morfotectônica na organização da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Preto (RJ/MG), cuja localização corrobora para a análise de feições morfotectônicas entre duas unidades geomorfológicas do sudeste brasileiro, o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul e o Planalto do Itatiaia. Diante dos objetivos traçados foram selecionadas técnicas morfométricas de aplicação sobre o relevo e a drenagem, representações cartográficas e incursões a campo, que conjuntamente à Fisiologia da Paisagem, em seus três níveis de abordagem, ampararam o entendimento sobre o quadro morfoestrutural e morfotectônico presente no recorte espacial selecionado. As feições registradas em campo e os resultados coletados em laboratório apontam conjuntamente para a atividade neotectônica concomitante à dinâmica superficial da paisagem comum em regiões tropicais, que muitas vezes mascara feições de uma tectônica passiva sobre a paisagem. Resultados concretos alcançados revelam a neotectônica atualmente no Sudeste brasileiro, corroborando para feições paisagísticas morfotectônicas.

Palavras-chave: Rio Preto, Morfotectônica, Fisiologia da paisagem.

ABSTRACT

This dissertation proposes to investigate the implications of dynamic neotectonic in the organization of the landscape in Rio Preto basin (RJ/MG), whose location supports for analyzing morphotectonic features between two geomorphological units of southeastern Brazil, the Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul and the Planalto do Itatiaia. Before the objectives were selected for morphometric techniques application on the topography and drainage, cartographic representations and raids the countryside, which jointly to the physiology of the landscape, in its three levels of approach, bolstered the understanding about the dynamics showed this in the space selected clipping. The features recorded in the field and the results collected in laboratory point together to neotectonic activity concomitant to the superficial common landscape dynamics in tropical regions, which often masks a passive tectonic features on the landscape, but in many of the results it was possible to show that the study area is located in a dynamic tectonic framework.

Keywords: Rio Preto, Morphotectonic, Landscape Physiology.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Índice Relação Declividade x Extensão do curso.....	35
Equação 2: RDEtotal	35
Equação 3: Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem	36
Equação 4: Fator de Simetria Topográfica Transversal.	37
Equação 5: Sinuosidade da Escarpa Montanhosa.....	37
Equação 6: FABD, bacia hidrográfica do Rio Preto.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultados por trecho para o Fator T.	62
Quadro 2: Resultados para o Sinuosidade da Escarpa Montanhosa (Smf).....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Rio Preto.	18
Figura 2: Floresta Ombrófila Mista no alto curso da bacia hidrográfica nas proximidades do distrito de Resende (RJ), rodovia RJ-151. Autor: Thaiane Campos Moura, 26/05/2016.	22
Figura 3: Araucárias, comuns em Floresta Ombrófila Mista na região mantiqueirense, na paisagem são algumas das únicas espécies nativas presentes em propriedades rurais. Autor: Thaiane Campos Moura, 26/05/2016.	23
Figura 4: Fazendas leiteiras ao longo das planícies do Rio Preto. Autor: Thaiane Campos Moura, 26/05/2016.	24
Figura 5: Encostas e topos com mata estacional semidecidual e planícies utilizadas pela pecuária e agricultura de subsistência, proximidades de Fumaça e Falcão, Minas Gerais. Autor: Thaiane Campos Moura, 26/05/2016.	24
Figura 6: Voçorocas na área rural de Rio das Flores (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.	25
Figura 7: Área urbana do município de Valença (RJ), no baixo curso da bacia do Rio Preto. Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.	25
Figura 8: Mapa geológico da bacia do Rio Preto.	44
Figura 9: Mapeamento de lineamentos de relevo da bacia hidrográfica do Rio Preto.	45
Figura 10: Vale retilíneo no alto curso do Rio Preto. Ponte entre os municípios de Resende (RJ) e Bocaina de Minas (MG). Orientação NE-SW. Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.	46
Figura 11: Vale retilíneo no baixo curso do Rio Preto. Ponte entre os municípios de Rio das Flores (RJ) e Rio Preto (MG). Orientação NE-SW. Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.	46
Figura 12: Mapeamento de lineamentos de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Preto.	47
Figura 13: Compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do Rio Preto.	48
Figura 14: Serra Negra e fundo de vale do Ribeirão Sant'Ana, Rio Preto (MG). Autor: Thaiane Campos Moura, 24/04/2016.	48
Figura 15: Faceta trapezoidal no alto curso da bacia, com encostas dissecadas e depósitos de tálus no terço baixo das encostas com cobertura de Floresta Ombrófila Mista. Autor: Thaiane Campos Moura, 24/04/2016.	49
Figura 16: Perfil longitudinal Rio Preto. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	51

Figura 17: Trecho de encachoeiramento do Rio Preto apontado em seu perfil longitudinal e no índice RDE. Altitude: 560 metros. Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.	51
Figura 18: Perfil longitudinal Ribeirão da Pedra Branca. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	52
Figura 19.....	53
Figura 20:Perfil longitudinal do Ribeirão Santana. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	54
Figura 21:Perfil longitudinal Rio Bonito. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	55
Figura 23: Perfil longitudinal Rio das Flores. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	56
Figura 24: Perfil longitudinal Ribeirão Manoel Pereira. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	57
Figura 25: Perfil longitudinal Rio Bananal. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	58
Figura 26: Perfil longitudinal Ribeirão Santa Clara São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	59
Figura 27: Perfil longitudinal Ribeirão Sant'Ana. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	60
Figura 28: Perfil longitudinal Ribeirão da Saudade. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.	61
Figura 29: Linha de seixos rolados na margem direita do Rio Preto (RJ). Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.	63
Figura 30: O Rio Preto migra para a sua margem direita desenvolvendo planície na margem esquerda e dissecando o interflúvio com a bacia do Rio Paraíba do Sul. Autor: Thaianne Campos Moura. Data: 27/08/2016.	64
Figura 31: Deflexão do Rio Preto alterando sua orientação de NE-SW para N-S. Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.....	64

Figura 32: Serra Negra ao fundo e vale do Ribeirão Sant'Ana. Rio Preto (MG). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.....	65
Figura 33:Rio Preto erodindo seu embasamento no baixo curso. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.....	68
Figura 34: Perfil de dique marginal na margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.....	68
Figura 35: Perfil estratigráfico do dique marginal do Rio Preto. Valença (RJ), Altitude 430 metros.	69
Figura 36: Deflexão do Rio Preto adaptando-se a uma falha transcorrente. Bocaina de Minas (MG). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.	70
Figura 37: Depósito aluvial margem esquerda do Rio Preto. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.	70
Figura 38: Perfil estratigráfico do dique marginal do Rio Preto. Bocaina de Minas (MG).	71
Figura 39:Ponto de coleta em terraço, margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.....	72
Figura 40: Linha de seixos rolados em terraço, margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.	72
Figura 41: Depósito aluvial em terraço na margem direita do Rio Preto. Rodovia RJ-151, Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.	73
Figura 42: Perfil estratigráfico do terraço marginal do Rio Preto. Valença (RJ)	73
Figura 43: Coleta de material para análise, margem direita do Rio Preto. Resende (RJ). 558755/7538718. Altitude: 965 metros. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016...	75
Figura 44: Perfil estratigráfico da margem direita do Rio Preto. Resende (RJ).....	75
Figura 45: Presença de cascalheira ao longo da rodovia RJ-151, local de coleta de amostras. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.	77
Figura 46: Mapeamento de feições morfotectônicas e morfoestruturais na bacia hidrográfica do Rio Preto.....	80
Figura 47: Facetas trapezoidais se estendem pelo alto curso da bacia hidrográfica.....	81
Figura 48: Vale de afluente do Rio Preto no margem direita, pertencente ao Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul. Ao fundo o Planalto do Itatiaia e suas escarpas orientadas em direção NE-SW. Autor: Thaiane Campos Moura. Data: 27/06/2017.....	83
Figura 49: Vale do Ribeirão Sant'Ana no baixo curso, próximo ao núcleo urbano de Rio Preto (MG). Autor: Thaiane Campos Moura. Data: 27/08/2017.	83

SUMÁRIO

1. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS	15
1.1 HIPÓTESES	17
1.2 OBJETIVO GERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. BACIA DO RIO PRETO – CONTEXTO REGIONAL	18
2.1 ORGANIZAÇÃO FÍSICA DA PAISAGEM NA BACIA DO RIO PRETO.....	18
2.2 DINÂMICA SOCIO-ESPACIAL NA BACIA DO RIO PRETO.....	23
3. FISIOLOGIA DA PAISAGEM E A NEOTECTÔNIA: PERSPECTIVA SISTÊMICA PARA OS ESTUDOS DA PAISAGEM	26
3.1 FISIOLOGIA DA PAISAGEM.....	26
3.2 NEOTECTÔNICA E SUA EXPRESSÃO NO TERRITÓRIO BRASILEIRO	28
4. ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS	33
4.1 BASE DE DADOS	33
4.2 MAPA GEOLÓGICO.....	34
4.3 ÍNDICES GEOMÓRFICOS	34
4.3.1 Índice Relação Declividade x Extensão do Curso	34
4.3.2 Fator Assimetria de Bacias de Drenagem (FABD).....	36
4.3.3 Fator de Simetria Topográfica Transversal (T).....	37
4.3.4 Sinuosidade da Escarpa Montanhosa (Smf).....	37
4.4 MAPAS DE LINEAMENTOS	38
4.5 MAPEAMENTO DE FEIÇÕES MORFOESTRUTURAIS E MORFOTECTÔNICA ..	39
4.6 FISIOLOGIA DA PAISAGEM E TRABALHOS DE CAMPO.....	40
4.6.1 Estudo dos depósitos superficiais neoquaternários	41
5. QUADRO MORFOESTRUTURAL E MORFOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO PRETO - RESULTADOS	43
5.1 MAPEAMENTOS NA BACIA DO RIO PRETO.....	43
5.2 MORFOMETRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO	49
5.3 DEPÓSITOS SUPERFICIAIS DA PAISAGEM	67
6. MAPEAMENTO DE FEIÇÕES MORFOESTRUTURAIS E MORFOTECTONICAS ...	79
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
8. REFERENCIAS	87
APÊNDICE	92

1. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

A ciência geográfica, responsável pelo estudo da organização espacial da natureza e da sociedade, toma a abordagem sistêmica como meio de amparo para suas pesquisas que se voltam às dinâmicas e processos naturais assim como sua relação e transformação pelas ações da sociedade e de seus empreendimentos.

Diante de sua responsabilidade científica pesquisadores da Geografia tem se voltado ao conceito de paisagem para amparo de suas pesquisas, tal conceito acaba por contribuir para a aproximação entre pesquisas técnicas e pesquisas holísticas, onde a paisagem não se faz apenas um conjunto de elementos e processos, mas principalmente a relação continua entre estes.

Desta forma a paisagem pode ser continuamente modificada, como o é, mas o entendimento dos processos que ocorrem nela possibilitam ao pesquisador o planejamento e gestão de seu uso. Pesquisas de cunho estrutural, por sua vez, são base para o desenvolvimento de projetos de uso e ocupação, fornecendo as características geológicas e geomorfológicas de áreas sob algum interesse.

O entendimento estrutural da paisagem em pesquisas brasileiras não contempla em muitos casos a Neotectônica, mesmo diante de terrenos onde ela se faz presente em seus aspectos genético-evolutivos e dinâmicos. É necessária a compreensão das implicações passivas ou ativas da neotectônica atuando em modelados cristalinos, o que possibilita a pesquisadores e à gestão pública o entendimento da dinâmica presente nestes contextos espaciais.

Trabalhos que englobem a neotectônica vêm ganhando espaço em pesquisas geomorfológicas e geológicas brasileiras, influenciados pelos estudos de Saadi (1990; 1993), Hasui (1990), Riccomini (1989), Silva & Mello (2011), Marques Neto (2012), Hiruma & Riccomini (1999), Ferreira (2001), Gontijo-Pascutti (1999); Hiruma (2007), e outros. A neotectônica vem se tornando objetivo de pesquisas no contexto brasileiro, porém trabalhos que a unam à um estudo integrado com as paisagens são ainda infrequentes.

Somando-se aos trabalhos voltados para a evolução cenozoica do relevo no Brasil Sudeste, a presente pesquisa orientou seu foco na bacia hidrográfica do Rio Preto, limite dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, com o propósito de investigar a conjugação entre as estruturas passivas e ativas e suas relações com a compartimentação e dinâmica da paisagem. A bacia em apreço drena terrenos contidos nos compartimentos escarpados da Serra da Mantiqueira e do Vale do Paraíba do Sul.

O conjunto de cristas da Mantiqueira, juntamente da Serra do Mar, figura como a feição orográfica mais expressiva da fachada leste do Planalto Atlântico, apresentando fatos geomórficos caracterizados por escarpas e encostas sob intenso trabalho de dissecção, cristas alinhadas e morros profundamente retrabalhados, denotando sua gênese tectônica e a prevalência de uma tectônica ativa atuando veementemente na evolução do relevo. Além disso, apresenta uma série de peculiaridades pedológicas, vegetacionais e de beleza cênica, figurando como autêntica paisagem de exceção, como é típico dos sistemas geomorfológicos montanhosos.

A Região do Vale do Paraíba do Sul, por sua vez, aprisionada entre os *horsts* da Serra do Mar e da Mantiqueira, comporta o rio homônimo estruturalmente controlado pelo *graben* paleógeno engendrado no contexto do sistema *rift* continental do sudeste do Brasil (RICCOMINI, 1989), e com uma série de evidências de efeitos deformacionais recentes sobrepostos às estruturas preexistentes conforme os trabalhos de Silva, et Al. (2006); Salvador (1994); Silva & Mello (2006).

Desta forma, a presente dissertação apresentará nos próximos capítulos o desenvolvimento das discussões presentes na pesquisa, onde no capítulo 2 é apresentada a caracterização da bacia hidrográfica do Rio Preto em seus aspectos gerais.

O capítulo 3, intitulado “Fisiologia da Paisagem e Neotectônica: perspectiva sistêmica para os estudos da paisagem” visa o esclarecimento sobre o referencial teórico utilizado no desenvolvimento da pesquisa, onde as influências teórico-metodológicas da perspectiva geossistêmica são discutidas juntamente da Fisiologia da Paisagem, bem como sobre a neotectônica, ensejando suas relações com a paisagem.

No capítulo 4, “Orientações metodológicas”, são apresentadas as metodologias, técnicas e materiais selecionados para utilização e aplicação na bacia hidrográfica do Rio Preto, sob a responsabilidade de atender aos objetivos propostos neste trabalho.

Nomeado por “Quadro morfoestrutural e morfotectônica na bacia do Rio Preto - Resultados”, o capítulo 5 apresenta o corpo de resultados obtidos com o emprego das técnicas selecionadas, conjuntamente à discussão feita sobre os mesmos, para posteriormente, no capítulo 6, as “Considerações Finais” estabelecerem as orientações alcançadas através da pesquisa.

Assim traçam-se abaixo hipóteses e objetivos que refletem sobre o quadro regional em que se insere a bacia hidrográfica do Rio Preto, tomando-se intenções de investigação a respeito da estrutura morfoestrutural e morfotectônica da paisagem.

1.1 HIPÓTESES

Diante do *locus* e temática do presente trabalho, é traçada a hipótese de que os processos morfotectônicos interferem contundentemente na estruturação da paisagem e nos fluxos de matéria e energia presentes na bacia hidrográfica do Rio Preto, e desta forma afiançam uma tectônica ativa no sistema *horst-graben* do sudeste brasileiro manifestando-se em escala local e não apenas regional.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral que rege a pesquisa é averiguar como os aspectos morfoestruturais e morfotectônicos interferem na distribuição dos fluxos de matéria e energia operantes na bacia hidrográfica do Rio Preto, tendo como linha norteadora a concepção sistêmica.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar feições morfoestruturais e morfotectônicas na bacia do Rio Preto por meio da interpretação dos padrões de relevo e drenagem.
- Estabelecer as principais relações entre as características morfológicas e a neotectônica vigentes.
- Compreender as feições paisagísticas presentes na área de estudo que discordam do padrão regional e indicam a presença da tectônica ativa.

O projeto supracitado elabora a divisão da Mantiqueira Meridional em duas importantes unidades geomorfológicas, sendo elas o Planalto do Itatiaia e o Planalto de Campos do Jordão, ambas as unidades se estendem com feições paisagísticas onde a drenagem e o relevo adaptam-se à estrutura litológica. Sobre a Mantiqueira:

Regarding the most general geomorphological aspects, the Serra da Mantiqueira is characterized by elongated mountain ranges and frontal escarpments that correspond to major shear zones as well as by extremely steep hills that are highly dissected with a considerable drainage density and pronounced vertical carving. (MARQUES NETO; PEREZ FILHO; ALVISI; 2015 p. 300)

A unidade geomorfológica do Planalto de Campos do Jordão é abordada por Hiruma et.al (2001), trata-se de um contexto de evolução quaternária, que:

[...] originou um sistema de paisagem tropical, os altos campos. (...) Os campos recobrem topos de interflúvios e setor convexo das vertentes, a mata ocupando setor retilíneo inferior das vertentes convexas, as vertentes retilíneas e os anfiteatros de erosão. Duas unidades de paisagem, fisionomicamente heterogêneas, foram reconhecidas no Planalto de Campos do Jordão: o geossistema dos altos campos e o geossistema serrano. Cada um desses geossistemas apresenta variações associadas principalmente a diferenças do substrato e ao grau de dissecação do relevo. (2001, p. 377)

Por sua vez, o Planalto do Itatiaia, primeira unidade geomorfológica que constitui parte da bacia hidrográfica do Rio Preto, possui dois compartimentos morfológicos principais, oriental e ocidental. No primeiro há característico feixe de cristas de direção OSO-ENE, limitando-se com o Vale do Rio Paraíba do Sul, as intrusões alcalinas de Passa Quatro e Itatiaia figuram as maiores altitudes do Sistema Mantiqueira. Com dissecação diferencial e formas de relevo que abrangem escarpas, cristas simétricas, vales estruturais e formas colinosas nas proximidades de Itamonte, o segundo compartimento, ocidental, limita-se a norte com o Planalto do Alto Rio Grande e possui encostas instáveis que desencadeiam recorrentes movimentos de massa (GATTO et al., 1983).

O Planalto do Itatiaia corresponde a um dos setores elevados do Sudeste brasileiro, onde a paisagem preserva características azonais, associadas à elevada altitude, que confere discordâncias ao padrão de paisagens tropicais. Conforme Marques Neto et. al (2015):

The intrusive bodies form the most elevated compartment of the southern Mantiqueira and, along with the Caparaó massif, located at the border between the states of Minas Gerais and Espírito Santo, reach the highest elevations of the entire eastern Brazil, above 2,790 m at Pico das Agulhas Negras and at Pedra da Mina. (MARQUES NETO; et. Al; 2015. p. 301)

Amparada pelo efeito topográfico, a Mantiqueira, se assenta com elevada altimetria e declividade, possuindo uma rede hídrica competente que desenvolve trabalho agressivo e intenso de transformação da paisagem.

Condicionando um bloqueio orográfico através de suas cristas, que correspondem ao segundo degrau da Plataforma Atlântica no Sudeste, a Mantiqueira desencadeia obstáculos ao avanço das massas de ar, contribuindo para a retenção de umidade nos compartimentos elevados (MARQUES NETO, PEREZ FILHO, 2012).

A segunda unidade geomorfológica em que se assenta a bacia do Rio Preto é o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, pautado na Região Vale do Paraíba do Sul, este setor médio da planície do Paraíba do Sul, possui sua estrutura geológica marcada na paisagem através de um conjunto de falhas e fraturas de direção NE-SW. No sopé do Planalto do Itatiaia ocorrem vales estruturais, sendo o vale do Rio Preto um dos mais representativos. Esta unidade encontra-se litologicamente sobre o Grupo Paraíba do Sul, onde predominam gnaisses bandeados, migmatitos, quartzitos, granulitos, rochas intrusivas e depósitos aluvionares (GATTO et al., 1983).

O Vale do Paraíba do Sul possui geomorfologia mais colinosa, essa morfologia se faz resultado de:

[...] intensas variações dos níveis de base e das condições paleohidrológicas geradoras de repetidas fases de entalhamento fluvial e acentuado retrabalhamento da paisagem durante o Neógeno. Os rios e seus níveis de base locais estão relacionados com os processos que se desenvolvem nas encostas da mesma maneira que as encostas, sendo fonte de água e sedimentos para os rios, estão diretamente ligadas com a dinâmica fluvial. (SILVA; et. Al; 2006 p.212)

A bacia hidrográfica do Rio Preto possui o Planalto do Itatiaia e o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul dividindo-a entre sua margens esquerda e direita por quase toda a bacia. O relevo se faz movimentado nas áreas pertencentes ao Planalto do Itatiaia, com encostas dissecadas, além de serras e morros alongados. Na porção pertencente ao Alinhamento de Cristas fica visível o retrabalhamento erosivo empregado, sendo morrotes e colinas alinhadas comuns entre os municípios de Valença (RJ), Rio das Flores (RJ), Barra do Pirai (RJ) e Paraíba do Sul (RJ).

Para Silva & Mello (2011, p. 96) “a principal área estudada a respeito da Neotectônica no sudeste do Brasil corresponde à região do médio vale do rio Paraíba do Sul”, com maior destaque para as bacias tafrogênicas e sedimentares terciárias de Taubaté, Resende e Volta Redonda. O médio vale do Paraíba é “segmento central do Rift Continental do Sudeste do

Brasil (RCSB)”, estabelecendo a relação *horst-graben* com as serras do Mar e da Mantiqueira (*horsts*).

O Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul possui em seu relevo marca do maior retrabalhamento intempérico, não possuindo como o Itatiaia, uma preservação da elevada altimetria. Morros e morrotes alinhados em sentido NE-SW são copiosamente verificáveis na drenagem e relevo, o modelado se apresenta com encostas menos íngremes, assim como nas proximidades da área urbana do município de Valença são comuns as planícies aluvias bem desenvolvidas, contrárias aos vales encaixadas comuns na margem mantiqueirense (GATTO et al., 1983)..

Aziz Ab’Saber (2003) ao tratar sobre o contexto do Sul de Minas Gerais e Vale do Paraíba, se refere ao quadro contínuo de florestas tropicais de planalto, pertencentes à Mata Atlântica, que nas áreas típicas de Mares de Morros possuem clima mesotérmico, com suas temperaturas médias variando entre os 18° e 20°C e expressivas precipitações anuais que de forma geral se entendem entre os meses pertencentes ao verão e primavera. (2003, p. 47).

A Bacia se localiza na zona térmica Tropical (CONTI, 1989) e sua posição latitudinal implica em um quadro climático onde:

[...] ocorrem frequentes oposições entre os sistemas extratropicais e os tropicais. Entre os sistemas atmosféricos que atingem a bacia destacamos, por serem mais influentes e determinantes na ocorrência de precipitações, a Massa Tropical Atlântica e a Massa Polar Atlântica, também constata-se a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul.(OLIVEIRA; et. Al; 2016. p.3)

Seu contexto climático é por vezes pontuado por espasmos climáticos caracterizados por volumes pluviométricos concentrados que amplificam os processos físicos de corridas e movimentos de massa que já são copiosos na região, bem como intensifica os processos erosivos laminares e concentrados (MARQUES NETO e PEREZ FILHO, 2012).

Devido ao efeito orográfico presentes na Mantiqueira Meridional são comuns áreas de sombreamento, resultando em microclimas locais pela baixa incidência de raios solares. Estes degraus orográficos engendram interessantes sucessões altitudinais de fitofisionomias florestais até a emergência dos campos de altitude.

No bacia do Rio Preto as Florestas Ombrófila Mista (Figura 2) compõem as paisagens, nas encostas e planícies há grande presença da família *Araucariaceae*, em setores de solos profundos, as baixas temperatura durante o inverno associada à altitude elevada corroboram para o desenvolvimento das Araucárias que em muitas setores da bacia configuram as únicas espécies nativas presentes em meio à propriedades rurais (Figura 3). Conforme IBGE (1992):

Nessa faixa serrana, onde se inclui a Serra da Mantiqueira, existem refúgios isolados da antiga “floresta de coníferales” (*Araucaria-Podocarpus*), que dominou áreas das plataformas mesozoicas do hemisfério sul (África-Austrália-América do Sul), além de outros refúgios mais numerosos da flora das angiospermas. (IBGE; 1992, p. 63)

A Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana encontra-se presente nos altos topos do Planalto do Itatiaia, porém se configura em um estágio de supressão, “tendendo ao desaparecimento em poucos anos” (IBGE, 1992, p. 83).



Figura 2: Floresta Ombrófila Mista no alto curso da bacia hidrográfica nas proximidades do distrito de Resende (RJ), rodovia RJ-151. Autor: Thaianne Campos Moura, 26/05/2016.



Figura 3: Araucárias, comuns em Floresta Ombrófila Mista na região mantiqueirense, na paisagem são algumas das únicas espécies nativas presentes em propriedades rurais. Autor: Thaianne Campos Moura, 26/05/2016.

2.2 DINÂMICA SOCIO-ESPACIAL NA BACIA DO RIO PRETO

Ocupando porções dos territórios dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, a bacia hidrográfica do Rio Preto se especializa em meio à núcleos urbanos de cidades pequenas; quanto ao quadro de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Preto, predominam as áreas rurais com atividades econômicas que possuem a pecuária leiteira como elemento central para as pequenas e médias propriedades rurais. O cultivo de café e a silvicultura também são elementos importantes da economia entre o Vale do Paraíba e o Sul de Minas Gerais. O cultivo de café é uma herança dos séculos XIX e XX, possuindo nos municípios de Valença, Vassouras e Rio das Flores a marca na paisagem da preservação de seus antigos casarões de fazendas cafeeiras que se estendem margeando as estradas da região do antigo Vale do Café (Figura 4). Por sua vez a silvicultura exerce o seu avanço sobre a região, alcançando terrenos que outrora serviam de terras para a agricultura de subsistência.



Figura 4: Fazendas leiteiras ao longo das planícies do Rio Preto. Autor: Thaianne Campos Moura, 26/05/2016.

Pequenas áreas urbanas se apresentam em meio à bacia hidrográfica acompanhando a rica rede de drenagem da região, as sedes dos municípios de Valença, Rio Preto, Santa Rita do Jacutinga, Passa Vinte e Rio das Flores são as maiores representantes, apesar de serem cidades de menor expressão regional.

As propriedades rurais que predominam na área de estudo se alojam nas pequenas planícies aluviais, preservando encostas declivosas e os topos de morros com vegetação secundária, por sua dificuldade de acesso e de uso para prática da pecuária e agricultura, a Figura 5 é representativa deste cenário.



Figura 5: Encostas e topos com mata estacional semidecidual e planícies utilizadas pela pecuária e agricultura de subsistência, proximidades de Fumaça e Falcão, Minas Gerais. Autor: Thaianne Campos Moura, 26/05/2016.

Nas áreas onde o uso da terra alcança as encostas e os topos, se tornam comuns as cicatrizes de movimentos de massa, as ravinas e voçorocas (Figura 6). Nos núcleos urbanos

presentes na área da bacia hidrográfica a ocupação se dá nas planícies aluviais majoritariamente, mas também nas encostas, como é possível visualizar na Figura 7.



Figura 6: Voçorocas na área rural de Rio das Flores (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.



Figura 7: Área urbana do município de Valença (RJ), no baixo curso da bacia do Rio Preto. Autor: Thaiane Campos Moura, 23/04/2016.

No alto curso da bacia da hidrográfica, entre os municípios de Bocaina de Minas (MG), Itatiaia (RJ) e Resende (RJ), há presença de vilas onde sobressai o turismo ecológico/rural. Nas vilas de Maringa, Maromba e Visconde de Mauá o turismo se utiliza da paisagem serrana atraindo o público pela preservação vegetal, grande número de cachoeiras e clima de baixas temperaturas principalmente nos meses de inverno.

3. FISILOGIA DA PAISAGEM E A NEOTECTÔNIA: PERSPECTIVA SISTÊMICA PARA OS ESTUDOS DA PAISAGEM

A Fisiologia da paisagem discutida por Ab'Saber (1969) foi selecionada a fim de amparar teórica e metodologicamente o desenvolvimento da presente pesquisa, tendo em vista a discussão morfoestrutural e morfotectônica a qual se pretende estender sobre a bacia hidrográfica do Rio Preto.

No campo da geomorfologia estrutural há necessidade de recursos que corroborem com as pesquisas de modo a dar aos fenômenos e processos naturais a sua devida complexidade de relações e interdependências, portanto a fisiologia da paisagem se presta como recurso notório à essa necessidade a partir de uma abordagem tríplice no entendimento das paisagens terrestres.

3.1 FISILOGIA DA PAISAGEM

A Fisiologia da Paisagem, conceito proposto por Sigfried Passarge em 1931, se assenta na compreensão da paisagem terrestre como composta da morfologia geológica e da morfologia fisiológica. No Brasil, Aziz Nacib Ab'Sáber (1969) através do texto “Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário” propõe os três níveis de abordagem na pesquisa geomorfológica para o uso da Fisiologia da Paisagem: a compartimentação morfológica, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisiologia da paisagem.

O primeiro nível de abordagem diz respeito ao estudo a respeito dos diferentes compartimentos topográficos e as características do relevo. Deste modo, a ciência geomorfológica contribui com subsídios para os melhores indicativos de formas de uso e ocupação da terra, amparando com a caracterização das formas de relevo. A compartimentação pode se dar com uma divisão inicial que parte de dois principais grupos geomorfológicos, as superfícies aplainadas por agradação e aplainadas por degradação.

Responsável pelo entendimento da evolução histórica do terreno e dos elementos climáticos que engendraram funcionalidades e dinâmica à paisagem, o segundo nível de abordagem se volta à relação com níveis de base atuais, vinculados ou não a ajustamentos tectônicos. Deste modo, de acordo com Marques Neto (2012), neste nível se propõe atingir níveis interpretativos acerca dos processos paleoclimáticos e morfoclimáticos ocorridos ao longo do Quaternário.

Com relação ao terceiro nível, a abordagem se volta à dinâmica atual da paisagem. Ab'Sáber (1969) coloca que a pretensão é “observar a funcionalidade atual e global” da

mesma, sendo neste nível aquele no qual o homem se insere e passa à exercer variações na fisiologia de uma dada paisagem, podendo gerar impactos negativos através de ações predatórias nos processos morfoclimáticos e pedogênicos.

Tendo-se em vista ser esta uma pesquisa ancorada na geomorfologia estrutural, ela se estrutura principalmente nos dois primeiros níveis de abordagem da Fisiologia da Paisagem. Utilizando-se os procedimentos de análise estrutural para a realização da compartimentação geomorfológica em âmbito regional (1º nível de abordagem) e sucedida por estudos acerca dos depósitos superficiais neoquaternários (2º nível de abordagem), estabelecendo-se as correlações existentes entre a neotectônica e o quadro geomorfológico e sedimentológico na área de estudo.

A Fisiologia da Paisagem em muito corrobora para pesquisas geográficas, quando propostos os três níveis de abordagem por Ab'Saber (1969), a mesma se debruçava sobre o funcionamento da paisagem a partir de uma perspectiva integrada, com a finalidade de compreender esta unidade espacial de análise e assim tornando-a objeto de investigação geográfica (CONTI, 2001).

Através da Fisiologia da Paisagem, os estudos ancorados no recorte espacial da paisagem passaram a expressar “uma ideia de síntese muito mais completa que a de região, território, espaço e lugar, categorias que também são amplamente estudadas pelos geógrafos” Conti (2014), a paisagem sobre um olhar dinâmico e integrado dissolve limites entre pesquisas sociais e o naturais, contribuindo para o resultado de pesquisas geográficas.

De acordo com Caseti (2005):

[...] embora a fisiologia da paisagem centre atenção no momento histórico atual, não deixa de levar em consideração os resultados dos mecanismos associados ao tempo geológico, responsável pela evolução do relevo, expresso na compartimentação topográfica e nos depósitos correlativos à estrutura superficial. Assim, o desenvolvimento do terceiro nível de abordagem do relevo pressupõe conhecimento dos dois níveis antecedentes. (2005, p. 187)

Sobre o caráter dinâmico das paisagens, Cruz (1985, p. 53) nos diz que “estariam direta ou indiretamente vinculadas aos estudos dos processos geomórficos no espaço atual e a sua evolução no tempo”. Por sua vez, Bertrand, no texto intitulado “Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico” (1971), expressa a natureza da paisagem, não como elementos geográficos simplesmente dispostos, mas sendo:

[...] em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (1971, p.1)

Segundo o prisma da Ecologia da Paisagem, o conceito de paisagem é definido por características que se manifestam de modo similar ao longo de sua extensão. Podendo ser abordada segundo seus processos espaciais como formação natural, antroponatural, como sistema econômico-social, ou como formação cultural, enfoque inerente ao canal de comunicação germânico. Pelo viés anglófono (FORMAN e GODRON, 1986), tal abordagem desenvolve enfoque voltado para a interpretação de processos ecológicos que ocorrem na estrutura dos ecossistemas.

Pesquisas onde a paisagem é conceito-chave e recorte espacial central necessitam do entendimento de sua transformação e organização espacial mediante os processos nela engendrados, antrópicos, naturais ou culturais. Como formação antroponatural, tal entidade pode ser definida como um “sistema territorial composto por elementos naturais e antropogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais” (RODRIGUEZ, et al. 2013).

Cassetti (2006) afirma que a abordagem da Fisiologia da Paisagem remete-se ao estado do relevo atual, fruto de relações morfodinâmicas resultantes entre os fatores naturais e de uso e ocupação do solo. Assim a Fisiologia da Paisagem, enquanto norteadora da pesquisa se volta ao conceito de neotectônica, de modo a contribuir para o entendimento da dinâmica recente engendrada nas paisagens do *locus* de estudo.

3.2 NEOTECTÔNICA E SUA EXPRESSÃO NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

É recente a discussão sobre uma tectônica ativa na superfície terrestre, conformando novas formas e processos, porém este conceito vem tomando a atenção de pesquisadores, em especial de Geólogos e Geógrafos, sendo a Geomorfologia o elo entre estes debates.

O conceito de neotectônica tem sua origem através de V. A. Obruchev, em 1948 o termo neotectônica referia-se aos movimentos da crosta terrestre do Terciário Superior e do Quaternário, neste período estariam concentradas as principais respostas sobre o atual modelado terrestre.

Posteriormente o termo foi tratado por Pavlides, que em 1989 se referiu à neotectônica como “o estudo de eventos tectônicos jovens, que ocorreram ou ainda estão ocorrendo em uma região qualquer, após sua orogênese ou após o seu reajustamento tectônico mais significativo” (LIMA, 2000, p. 92).

A International Union for Quaternary Research (INQUA), sob a função de estudo ambiental no quaternário, divulga a definição de neotectônica proposta por Pavlides, sendo

adotada nas pesquisas que envolvam os eventos tectônicos recentes. Sob o pensamento de Pavlides, a INQUA propõe que o início do período neotectônico depende das características individuais de cada ambiente geológico e, portanto não é cabível uma delimitação temporal para a superfície terrestre de forma homogênea. O conceito de neotectônica, por designar uma tectônica ativa e rejuvenescedora da superfície, não pôde limitar uma referência global para períodos neotectônicos, pois diferentes estágios de evolução tectônica ocorrem mutuamente na crosta terrestre.

Jain (1984) relaciona o resultado de dependência entre as formas de relevo com o plano de distribuição e amplitude de elevações e rebaixamentos. O autor esclarece sobre os movimentos recentes da crosta terrestre “Están fundados en que los movimientos corticales seculares, lentos, actuando recíprocamente com los procesos exógenos y superando suactividad aplanadora, em ultima instancia encuentran reflejo em el relieve” (Jain, 1984; p. 94).

O discurso popular e midiático de passividade tectônica no Brasil é comum, porém pesquisas nacionais destacam a inverdade destas afirmações. Localizado em ambiente intraplaca, o território brasileiro possui particularidades quando comparado à ambientes de contato tectônico, Mendes; et Al. (2007) destacam que:

[...] os esforços a que as regiões intraplaca estão submetidas ocorrem de maneira diferenciada quando comparados com o comportamento de áreas próximas às margens tectonicamente ativas, onde os reflexos dos pulsos tectônicos relacionados ao contato entre as placas são observados de maneira mais direta. (2007, p. 64)

Esclarecendo, Summerfield (1991) diz que os controles tectônicos são geralmente mais sutis em ambientes intraplaca do que os decorrentes de tectonismo ativo, tornando-se mais complexa a interpretação e o reconhecimento de suas feições, pois a erosão mais tarde pode remover grande parte das provas de estruturas pré-existentes, o que é ainda mais comum em ambientes tropicais, onde o potencial erosivo é elevado.

No Brasil, o primeiro estudo com a temática de tectônica ativa no território brasileiro foi através de Freitas, que em 1951 fez “relações entre critérios geológicos e geomorfológicos na tentativa de esboçar as principais características da Tectônica moderna do Brasil” (PETRINI, 2008, p.15).

Discutida por Hasui e Saadi, a tectônica recente passou a ser objetivo de trabalhos com que se propuseram à investigar o quadro tectônico brasileiro. Os autores chegam ao estabelecimento consensual de que é necessário considerar uma relação obrigatória entre a neotectônica e a configuração da morfologia atual. Hasui (1990) adota o conceito para o

território brasileiro associando-o à migração do continente sul-americano e abertura do Atlântico Sul, iniciada no terciário médio. Por essas movimentações ocorrerem até os dias atuais, é tomado como marco da neotectônica a formação do Grupo Barreiras e do último pacote sedimentar de bacias costeiras (LIMA, 2000, p. 92).

Nos terrenos brasileiros atividades tectônicas não foram consideradas em pesquisas geológicas ou geográficas por muitos anos, mesmo com a incidência de sismos constantes em pontos de seu território, como Lima (2000) chama a atenção em seu texto.

Com as pesquisas de Hasui (1990) e Saadi (1993) a tectônica ressurgente ganha destaque nas pesquisas geomorfológicas brasileiras, e é entre as décadas de 1980 e 2000 que inúmeras pesquisas surgem no território nacional a partir do olhar neotectônico, e o Sudeste brasileiro é uma das áreas de maior destaque, ressaltando-se o sistema *horst-graben* das Serras da Mantiqueira e do Mar e do vale estrutural do Rio Paraíba do Sul (RICCOMINI, 1989; SAADI, 1991, 1993; HASUI, 1990; GONTIJO-PASCUTTI, 1999; HIRUMA ET AL., 2001; HIRUMA & RICCOMINI, 1999; HIRUMA, 2007; ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; SALVADOR, 1994).

Saadi (1991) em seus trabalhos propõe um modelo para a evolução tectônica cenozoica, estabelecendo dois eventos tectônicos principais na plataforma brasileira: o primeiro no Eoceno-Oligoceno, responsável pela geração do sistema de rifts e o segundo, entre o final do Mioceno e o Plioceno, de caráter compressivo, com esforços horizontais de direção média NW-SE. Segundo o mesmo autor, as atividades cenozóicas na região do RCSB e em bacias vizinhas estariam associadas à zona de fraqueza denominada Descontinuidade Crustal do Paraíba do Sul (DCPS).

Posteriormente, Hiruma et. al (2001) passa a realizar trabalhos com a presença da questão neotectônica no Brasil Sudeste. Para o autor, no período Neojurássico, a Plataforma brasileira foi submetida a fenômenos atribuídos ao evento Sul-Atlântico que culminaram na abertura do Oceano Atlântico Sul, gerando a reativação de falhas, assim como a feição tectônica do Rift Continental do Sudeste do Brasil - RCSB (RICCOMINI, 1989), anteriormente denominado de Sistema de Rifts da Serra do Mar por Almeida (1967).

No Rift Continental do Sudeste do Brasil foram identificados dois eventos tectônicos, o primeiro “(...) responsável pela geração de falhas e lineamentos de direção NE-SW, E-W, NW e N-S, com movimentação de blocos sob regime tectônico distensivo” e o segundo “correspondente à neotectônica, responsável pela geração de falhamentos cenozóicos e pelo condicionamento da evolução morfodinâmica da paisagem” (MENDES, et al. 2007, p. 65).

As implicações das deformações crustais conformam uma série de feições na paisagem que se tornam objetivos significativos à análise em trabalhos de cunho geomorfológico. O elemento mais sensível à esse tipo modificações, de caráter neotectônico, e portanto aquele que possui o maior corpo de feições representativas de tectônica ativa ou passiva é a drenagem.

Por vezes a drenagem se faz componente de maior contribuição para os estudos que contam com a neotectônica como agente de transformação da paisagem, mas este papel se divide com o relevo. Porém é importante assentar que em terrenos cuja dinâmica da paisagem perpassa pelo clima agressivo de tipo tropical, há muitas dificuldades de pontuar e compreender o papel que a tectônica ativa estabelece sobre o sistema que está posto.

Na zona tropical úmida, a precipitação e a temperatura acabam por tornar o quadro geomorfológico mais dinâmico, onde as transformações da paisagem se processam mais rapidamente se comparadas àquelas que se desdobram em outras zonas climáticas.

Os elementos constituintes das paisagens oferecem resposta sobre a inter-relação entre a tectônica e a agressividade climática. Para os estudos de cunho morfoestrutural são utilizados os termos morfoestrutura e morfotectônica para diferenciar algumas das feições que nos deparamos nas paisagens. As feições morfoestruturais são aquelas que abrangem feições resultantes de deformações pretéritas (passivas), sendo feições onde a estrutura geológica e o clima são os principais agentes transformadores. Por sua vez, existem as feições morfotectônicas que dizem respeito ao caráter ativo e que compreendem as acomodações do relevo e drenagem às deformações crustais síncronas (ETCHEBEHERE, 2000).

Stewart & Hancock (1990), fazem distinção entre as feições de caráter morfotectônico, discriminam os resultados dos movimentos tectônicos no relevo como sendo primários (diretos) e secundários (indiretos). As primárias se encontram vinculadas aos falhamentos e aos dobramentos, por sua vez, as secundárias refletem as modificações em resposta às estruturas ativas.

Saadi (1991) ressalta que a morfotectônica designa formas ou paisagens sob influência direta de tectônica ativa. Com relação às feições morfoestruturais, estas são resultados de deformações pretéritas, sendo feições passivas nas quais, por exemplo, os cursos d'água podem se adaptar (SUMMERFIELD, 1991).

Hartwig & Riccomini (2010) referem-se às feições da paisagem susceptíveis ao controle tectônico, assim a morfotectônica manifesta-se principalmente nos grupos pertencentes à rede de drenagem e aos padrão de relevo, que assumem diversas morfologias,

estas se expressam na paisagem e assim se tornam elementos de interesse nas pesquisas neotectônicas.

Deslocamento de terraços e inflexões de rios, mudanças de direção do fluxo hídrico, vales suspensos, ruptura de perfis de vales, rupturas de perfis de vales de terraços fluviais, vales assimétricos e capturas fluviais são algumas das principais feições morfotectônicas reconhecidas na paisagem, abordadas por diversos autores (HOWARD, 1967; SUMMERFIELD, 1991; COX, 1994; FERREIRA, 2001; NASCIMENTO, et. Al., 2013; HARTWIG & RICCOMINNI, 2010; MARENT & VALADÃO, 2015), estas possibilitam a identificação indireta da existência da morfotectônica da paisagem.

A neotectônica apresenta-se como conceito ainda pouco conhecido fora de discussões geomorfológicas em terrenos como os existentes no Brasil, mesmo após diversos trabalhos que atentem para a presença de importantes áreas da plataforma brasileira que possuem seu relevo e drenagem marcados por uma tectônica intraplaca. Tendo-se em vista que regiões de bordas cratônicas não possuam feições tectônicas de forma tão evidente como em contatos diretos de placas, os trabalhos que se propõe tal discussão no Brasil acabam por receber de resposta um conjunto complexo de elementos, feições e processos que possuem a presença marcante da morfotectônica sobre a morfoestrutural em meio à agressividade transformadora de ambientes tropicais.

4. ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS

A fim de contribuir para o entendimento da dinâmica da paisagem na conjuntura da associação entre áreas de tectônica ativa intraplaca, é selecionado um corpo de técnicas e materiais com o qual se pretende contribuir para o alcance de respostas.

4.1 BASE DE DADOS

A elaboração da base de dados partiu da compilação de materiais cartográficos e digitais da área pertencente à bacia hidrográfica do Rio Preto. Primeiramente, através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou-se a seleção das cartas topográficas em escala 1/50.000 disponibilizadas pelo em seu endereço eletrônico (<http://biblioteca.ibge.gov.br/>). As mesmas têm por finalidade não apenas o reconhecimento da área de estudo, mas juntamente são objetos para a aplicação das técnicas selecionadas.

A seleção das cartas topográficas englobou as seguintes:

- Agulhas Negras (SF-23-Z-A-I-4),
- Alagoa (SF-23-Z-A-I-2),
- Liberdade (SF-23-Z-A-II-1),
- Resende (SF-23-Z-A-II-3),
- Bom Jardim de Minas (SF-23-X-C-V-4)
- Santa Rita do Jacutinga (SF-23-X-C-IV-4),
- Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-II-4),
- Lima Duarte (SF-23-Z-A-III-4),
- Rio Preto (SF-23-Z-A-III-1),
- Barra do Piraí (SF-23-Z-A-III-3),
- Santa Bárbara do Monte Verde (SF-23-X-C-VI-4),
- Valença (SF-23-Z-A-III-2),
- Vassouras (SF-23-Z-A-III-4),
- Paraíba do Sul (SF-23-Z-B-I-1).

Visando a elaboração de materiais cartográficos e a aplicação de técnicas, através do geoprocessamento sobre as cartas topográficas, por meio do software ArcGIS o tratamento se deu sobre as imagens, assim como das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizada pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>).

4.2 MAPA GEOLÓGICO

Necessário para a interpretação das anomalias e lineamentos estruturais em um estudo no campo da geomorfologia estrutural, o mapeamento geológico possui sua elaboração através dos dados geológicos obtidos através do mapeamento do Projeto Sul de Minas, na escala 1:100.000. O material foi elaborado pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), na porção fluminense, e pela CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais) e UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), na porção mineira. As cartas geológicas utilizadas foram:

- Santa Rita do Jacutinga (SF-23-Z-A-II),
- Rio Preto (SF.23-Z-A-III)
- Pouso Alto (SF-23-Z-A-I),
- Barra do Piraí (SF23-Z-A-III),
- Passa Quatro (SF23-Z-A-I)

As cartas geológicas que foram manipuladas em software ARC'GIS para o recorte do mapeamento de acordo com os limites da bacia hidrográfica do Rio Preto, os dados geológicos tiveram que ser ajustados à realidade escalar do trabalho e às cartas topográficas de escala 1:50.000.

4.3 ÍNDICES GEOMÓRFICOS

Foram traçadas, a fim de contribuir com respostas para o entendimento da dinâmica que se estabelece na bacia hidrográfica do Rio Preto, um conjunto de técnicas que possuem uma relação satisfatória em sua aplicação para contextos de tectônica ativa, conforme verificado nos trabalhos de Marques Neto (2012; 2014); Marques Neto e Perez Filho (2011; 2014); Etchebehere (2000; 2004). Sendo assim selecionou-se os índices geomórficos: Índice Relação Declividade x Extensão do Curso, Sinuosidade da Escarpa Montanhosa, Fator de Simetria Topográfica Transversal e Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem, a saber.

4.3.1 Índice Relação Declividade x Extensão do Curso

Inicialmente proposto por John T. Hack em 1973, o índice Relação Declividade x Extensão do Curso (RDE), intitulado “stream-gradient index”, se propunha a verificar a o equilíbrio de um determinado perfil longitudinal de curso d'água, relacionando sua declividade e extensão.

Este estado de equilíbrio seria alcançado através de uma relação onde o perfil do curso d'água se comporta como uma parábola voltada para cima. No Brasil o índice se tornou conhecido através dos inúmeros trabalhos desenvolvidos por Etchebehere (2000; 2004). Hoje é muito utilizado para mensuração de anomalias de drenagem, e detecta “alterações no curso decorrentes de mudanças no substrato geológico, aporte de carga ou tectonismo” (ETCHEBEHERE, 2000, p. 158).

Seu cálculo se dá através da fórmula:

$$RDE = \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \cdot L$$

Equação 1: Índice Relação Declividade x Extensão do curso.

Onde:

ΔH é a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água;

ΔL é a projeção horizontal da extensão do segmento;

L é o comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado.

Após os resultados por trecho obtidos, estes serão submetidos ao RDE_{total} . O RDE_{total} corresponde à fórmula:

$$RDE_{total} = \frac{\Delta H}{\log L}$$

Equação 2: RDE_{total}

Com os resultados tabulados e a proposição de Seeber & Gornitz (1983), onde os valores compreendidos entre 2 e 10 para RDE_{trecho}/RDE_{total} são tomados por anomalias de segunda ordem, por sua vez resultados que superem 10 são considerados anomalias de 1ª ordem.

Aplicado na bacia hidrográfica do Rio Preto, o índice RDE foi calculado com o uso das cartas topográficas em escala 1:50.000, portanto a hipsometria possui uma diferença constante de 20 metros. Foram selecionados para aplicação do índice os rios Preto, Bonito, Bananal, das Flores e São Fernando; e os ribeirões Santa Clara, Sant'Ana, Santana, das Flores, da Pedra Branca, Manoel Pereira e da Saudade.

O índice refere-se ao comportamento energético da drenagem, relacionado à energia do curso d'água. Sua capacidade de transporte é influenciada pela geometria e vazão unitária do rio. Este procedimento se coloca como um indicador “de áreas suspeitas à atividade deformacional recente e passam a constituir alvos para verificações em campo” (ETCHEBEHERE, et. al, 2006, p. 275), sendo um facilitador na análise tectônica em extensas

áreas, em especial quando utilizado conjuntamente à elaboração do perfil longitudinal do curso d'água.

Esta complementariedade entre o índice RDE e os perfis longitudinais se dá por ambos apontarem trechos anômalos existentes na rede de drenagem. Para a elaboração dos perfis são plotadas em gráficos de coordenadas cartesianas os cursos d'água, considerando-se como variável a altitude dos diversos pontos da drenagem. A extensão do rio é lançada no eixo das abscissas, com a altitude máxima posicionada na nascente, no ápice das ordenadas.

Alterações no perfil, como quebras no declive, representam alterações em setores da drenagem, considerados desequilíbrios, muitas vezes associados à confluências de tributários, heterogeneidade no substrato rochoso ou deformações crustais, representando rugosidades no perfil longitudinal do corpo hídrico em questão.

Etchebere (2000), em estudo na bacia hidrográfico do Rio do Peixe (SP) realizou a aplicação do RDE juntamente à extração dos perfis, para ele os rios em terrenos sujeitos a deformações tectônicas constantemente ajustam seus perfis longitudinais, apresentando rugosidades.

[...] um curso d'água ao se aproximar de uma área em soergimento, onde ocorre uma redução da declividade, tende a se tornar menos sinuoso ao passo que, transporto o ápice da estrutura e deparando com a declividade maior do flanco oposto do alçamento, observa-se um aumento na sinuosidade do canal. (p. 174).

4.3.2 Fator Assimetria de Bacias de Drenagem (FABD)

A assimetria de uma bacia reflete o componente de deslocamento lateral do seu rio principal, perpendicularmente à direção de seu eixo. O fator proposto por Cox (1994), reflete através de seu resultado a presença ou não de migração lateral do canal principal em sua respectiva bacia hidrográfica. Para o cálculo do Fator de Assimetria de Bacias de Drenagem (FABD) é utilizada a fórmula:

$$FABD = 100 \left(\frac{Ar}{At} \right)$$

Equação 3: Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem

Onde:

Ar é área da margem direita do canal principal da bacia;

At a área total da mesma.

Através da aplicação da fórmula acima apresentada, os resultados ficam no intervalo de 0 a 100. Valor próximo ou igual a 50 é representativo de uma bacia hidrográfica que se encontra em condições de estabilidade. Resultantes abaixo ou acima de 50 são indicativos de mudanças de inclinação do terreno, possibilitando interpretações que envolvam atividade

tectônica ou erosão diferencial de controle estrutural litológico. Desta forma, para análise das margens da bacia hidrográfica toma-se que resultados maiores que 50 apontam possível basculamento da margem direita e, portanto, resultados inferiores a 50 revelam possível basculamento da margem esquerda (FERREIRA, 2001).

4.3.3 Fator de Simetria Topográfica Transversal (T)

Proposto por Hare e Gardner (1985), o Fator de Simetria Topográfica Transversal assim como o Fator de Assimetria de Bacias de Drenagem possui atenção voltada ao comportamento do canal principal em relação aos limites de sua bacia hidrográfica. O Fator de Simetria Topográfica Transversal ou Fator T se propõe à relacionar a distância existente entre a linha média da bacia e o canal principal e a distância entre a linha média da bacia e o seu divisor mais próximo, sendo calculado pela fórmula:

$$T = \frac{Da}{Dd}$$

Equação 4: Fator de Simetria Topográfica Transversal.

Onde:

Da é a distância da linha média do eixo da bacia de drenagem até a linha média do cinturão do meandro ativo;

Dd é a distância da linha média da bacia ao divisor da bacia.

O Fator T parte de uma construção da linha média da bacia hidrográfica, por se basear na migração preferencial do canal, podendo esta caracterizar uma assimetria do perfil topográfico transversal ao canal.

Para a elaboração da linha média da bacia foram calculados valores para o Fator de Simetria Topográfica Transversal a cada intervalo de 3,5 quilômetros. Na interpretação dos resultados os valores ficam entre 0 e 1, quanto mais próximos de 0 os valores se mostrarem, maior será a simetria da bacia hidrográfica no trecho, por sua vez, resultados próximos a 1, demonstram a migração lateral do canal no trecho em questão.

4.3.4 Sinuosidade da Escarpa Montanhosa (Smf)

Definido por Bull & Wallace (1985), este índice reflete o balanço entre as forças erosivas e tectônicas. A Sinuosidade da escarpa montanhosa (Smf) oferece respostas sobre as frentes montanhosas estarem ou não submetidas a soerguimento tectônico, apresentando-se de modo relativamente retilíneo. Suas respostas são através da seguinte fórmula:

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$

Equação 5: Sinuosidade da Escarpa Montanhosa.

Onde:

Lmf é o comprimento da escarpa montanhosa ao longo do sopé da montanha, na zona de ruptura de declive;

Ls é o comprimento da linha retilínea da escarpa montanhosa.

O índice foi calculado sobre as cartas topográficas do IBGE para toda a bacia hidrográfica. Seus resultados são interpretados através da seguinte premissa, valores baixos são representativos de soerguimento e tectônica ativa sendo feições de caráter retilíneo; valores altos apontam a sobreposição erosiva, modelando a frente montanhosa de modo irregular. (FERREIRA, 2001, P. 29)

4.4 MAPAS DE LINEAMENTOS

Conforme Bricalli & Mello (2013, p. 302) “lineamentos são considerados feições lineares identificáveis no terreno e em imagens de sensores remotos, que podem ser associadas a estruturas de subsuperfície”, desta forma em trabalhos de cunho estrutural faz-se recurso facilitador nas interpretações o resultado dado pelas feições retilíneas.

Os autores ainda esclarecem que os lineamentos podem ser representativos de feições como:

[...] variações na elevação dos terrenos, alinhamento de cristas, segmentos de escarpas, trechos de drenagem e vales (Jordan & Schott, 2005), que, por refletirem as principais linhas de fraqueza regionais, podem indicar locais de ocorrência de estruturas geológicas importantes para comprovar a influência estrutural e/ou tectônica na evolução do relevo. (BRICALLI & MELLO 2013, p. 302)

Através da construção da base de dados da bacia do Rio Preto, que incluíam as imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) correspondentes à área de estudo, disponíveis para download pela EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>), foram extraídos lineamentos de relevo e drenagem da bacia do Rio Preto.

Para a construção do mapa de lineamentos de relevo, através do software ArcGis 10 foram criadas quatro imagens com relevo sombreado, sendo cada uma delas com ângulo de zênite modificado. Foram selecionados os ângulos de 15°, 45°, 90° e 315°, com a intenção de visualizar lineamentos mascarados pelo sombreado do relevo, os trechos retilíneos foram então traçados como polígonos no software e posteriormente juntamente foram calculadas suas direções.

Por sua vez, os lineamentos de drenagem foram extraídos a partir da drenagem da bacia do Alto Rio Grande gerada através da imagem SRTM, escala 1:100.000, em ambiente do ARC'GIS. Foram traçados os segmentos de drenagem retilíneos, normalmente associados à adaptação de canais a lineamentos de relevo. Os lineamentos de drenagem normalmente se manifestam por vales encaixados, padrão de drenagem em treliça e paralelo, e adaptações a falhas e contatos litológicos.

Ambos os mapas, de lineamentos de relevo e drenagem, tornam-se ferramentas importantes para a caracterização morfoestrutural e morfotectônica da área de estudo, subsidiando a observação de eventos tectônicos antigos e também eventos recentes.

4.5 MAPEAMENTO DE FEIÇÕES MORFOESTRUTURAIS E MORFOTECTÔNICA

O mapa de feições morfoestruturais e morfotectônicas tem sua elaboração a partir das cartas topográficas do IBGE, em escala 1/50.000, conjuntamente às imagens SRTM que recobrem a área da bacia hidrográfica, sendo um importante instrumento para o entendimento do quadro morfotectônico e morfoestrutural existente no *locus* de estudo.

Sua interpretação, ocorrendo conjuntamente aos dados advindos das visitas a campo na bacia hidrográfica e aos resultados obtidos através dos índices geomórficos selecionados, corrobora para averiguar diversas feições que contribuem para o esclarecimento sobre o contexto em que se insere a área de estudo.

Para o mapa de feições morfoestruturais e morfotectônicas, um conjunto de evidências que compreendem drenagem e relevo, foram selecionadas para representação, são elas: os principais segmentos retilíneos da drenagem, as capturas fluviais e os pontos de alta angularidade marcados por mudanças bruscas na orientação dos canais, algumas delas representando *shutter ridges* e cotovelos de captura; e por fim as facetas trapezoidais e triangulares.

Capturas fluviais (*shutter ridges*), são importantes indicativos neotectônicos em contexto intraplaca e correspondem à desvios das águas de uma bacia hidrográfica para outra, corroborando à expansão de uma bacia sobre a outra. O ponto em que a captura ocorre frequentemente é indicada por uma mudança brusca na direção do canal, de aproximadamente 90 °, conhecido como um cotovelo de captura (SUMMERFIELD, 1991).

Facetas trapezoidais correspondem a indicativos de um ímpeto ascensional com adaptação da drenagem após o soerguimento, se colocaria à dissecar as cristas tectônicas triangulando suas escarpas, assumindo a crista o caráter rebaixado ou convexizada (STEWART & HANCOCK, 1990)

Por sua vez as capturas fluviais correspondem a desvios naturais das águas de uma bacia hidrográfica para outra, onde a segunda expande sua rede de drenagem em detrimento da vizinha. Oliveira (2010) ressalta que a captura fluvial:

(...) é um importante processo no desenvolvimento da drenagem, sujeita ou não a controles estruturais (...). A habilidade de um rio capturar outro depende da sua habilidade de manter seu canal em um nível mais baixo que aquele do rio superior. (2010; p. 38)

Tais feições são tomadas por anomalias de drenagem, correspondem a discordâncias locais da drenagem regional. Deste modo às feições dos padrões de drenagem foram poligonizadas na bacia hidrográfica, sendo considerados os padrões básicos e os padrões modificados, ambos presentes na área de estudo.

Summerfield (1991) esclarece que a interação entre tectônica e drenagem é claramente demonstrada nos efeitos de deformação, sendo o controle tectônico realizado de maneira ativa e passiva.

Deste modo o mapeamento dessas feições permite que, unidos os diferentes elementos abordados, possibilitem a necessária interpretação da dinâmica morfoestrutural existente em uma bacia hidrográfica, levando ao conhecimento sobre a presença neotectônica na paisagem destes limites do Brasil Sudeste.

4.6 FISILOGIA DA PAISAGEM E TRABALHOS DE CAMPO

A Fisiologia da Paisagem se propõe à, através dos três níveis de abordagem propostos por Aziz Ab'Saber, realizar estudos eficientes sobre as paisagem através do olhar geomorfológico. Desta forma a presente pesquisa, amparada por essa proposta, se utilizou da metodologia de trabalhos de campo a fim de contribuir para o entendimento eficiente do quadro morfoestrutural e morfotectônico no qual se insere o *locus* de estudo, a bacia hidrográfica do Rio Preto.

Sobre a finalidade a que se propõem na pesquisa, os dois primeiros níveis de abordagem da Fisiologia da Paisagem foram tomados como norteadores, pretendendo-se estabelecer as correlações existentes entre a neotectônica e a paisagem na área de estudo.

Diante disso e para contribuir com os dados obtidos em laboratório, concomitantemente realizaram-se visitas a campo na bacia hidrográfica em questão, nas quais foi possível averiguar diversos elementos e feições típicas de relevo e drenagem afetados por tectonismo, além de ser realizada a coleta de materiais para análise.

A fim de responder ao primeiro nível de abordagem foi elaborada a carta de compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica através dos resultados alcançados

pelo índice SRTM conjuntamente ao mapa de declividade da bacia, auxiliado por imagens de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizadas pela EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>), e por fim, utilizando-se da abordagem de PONÇANO (1981), onde o mapeamento do relevo destina-se à distinguir “áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas adjacentes” sendo utilizadas como critérios na distinção das áreas a amplitude local das formas e a declividade das encostas (PONÇANO, 1981, p. 12).

Nesta proposta de compartimentação topográfica foram traçados os limites de áreas, poligonizando-se conjuntos de formas semelhantes. Sobre as cartas topográficas as formas foram divididas em Superfícies de Agradação (A) e Superfícies de Degradação (D); tal proposta baseou-se conjuntamente à realização de trabalhos de campo na área de estudo, amparados pela utilização de cartas topográficas e a ancorando-se na paisagem como “recorte” do espaço geográfico que possibilite a relação entre os aspectos constituintes do quadro regional

Através dos trabalhos de campo foi possível conferir os principais pontos acessíveis que denunciaram feições anômalas em técnicas realizadas em laboratórios para a bacia do Rio Preto. Em incursões a campo foram realizados registros fotográficos e coletas de sedimentos, através das ferramentas: enxada e martelo geológico; as amostras foram armazenadas em sacos plásticos.

4.6.1 Estudo dos depósitos superficiais neoquaternários

Depósitos neoquaternários foram tomados para a interpretação a partir do segundo nível de abordagem, sendo realizada datação absoluta de amostras sedimentares pelo método da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e análise de sedimentos aluviais segundo as ordens de grandeza dos intervalos de sedimentação conforme Miall (1982; 1985; 1996).

Os sedimentos foram analisados em sua textura em laboratório após prévia análise em campo durante a coleta, sob a finalidade de determinar as principais frações granulométricas que os compõem. Foram observadas as características ambientais em que se encontravam os pontos de coleta, assim como dureza, padrão de deposição sedimentar nas planícies e terraços aluviais, e textura através do tato (BRADY & WEIL; 2013). Para medições em campo utilizou-se de trena de 3 m e régua de 30 centímetros.

A abordagem metodológica de Miall (1978) prevê uma escala temporal para os processos fluviais com base em oito elementos definidores de fácies sedimentares representadas por simbologias qualificadoras dos materiais e processos abarcados durante a

sedimentação. As simbologias constituem-se com a primeira parte simbolizada com letra maiúscula para designar a matriz sedimentar da seguinte forma: “G” para predomínio de seixos (gravel), “S” para depósitos arenosos (sand) e “F” para designar materiais finos – silte e argila.

Para as granulometrias e texturas complementares, utiliza-se em letras minúsculas, onde representou-se a argila pela letra “c” (clay) e o silte pela letra “s” (silt), texturas incoesas pela letra “n”, estratificação maciça pela letra “m”. A proposta metodológica adotada pauta-se na adaptação de MARQUES NETO (2012) para a proposta de Miall (1978).

Uma amostra foi coletada com a finalidade de datação pelo método da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) procedimentos de coleta se deram em tubo de PVC marrom de 1 metro de comprimento e 10 cm de diâmetro, evitando-se a exposição à radiação solar a fim de impedir que a luminescência do quartzo fosse zerada, uma vez que o procedimento data o último momento de exposição do material à radiação solar com base na luminescência da carga da população de elétrons que ficou aprisionada no cristal. A amostra foi manipulada em ambiente confinado escuro com luz vermelha em baixa intensidade, ambiente no qual foi embalada para envio ao laboratório da empresa Datação Comércio e Prestação de Serviços LTDA, onde foram realizados os ensaios de datação. A datação foi aplicada para sedimentos da planície aluvial do Rio Preto em seu alto curso, e foram analisadas quinze alíquotas da amostra coletada (MIRANDA, 2016).

5. QUADRO MORFOESTRUTURAL E MORFOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO PRETO - RESULTADOS

O corpo de técnicas selecionadas e aplicadas na bacia hidrográfica do Rio Preto encontram-se expostas abaixo, a fim de proporcionar o entendimento sobre a paisagem e a morfoestrutura e morfotectônica na área de estudo.

5.1 MAPEAMENTOS NA BACIA DO RIO PRETO

Foram elaborados os seguintes materiais cartográficos para a bacia hidrográfica do Rio Preto, a fim de contribuir para as interpretações quanto ao quadro morfoestrutural e morfotectônico da área de estudo, a saber: Mapa Geológico (Figura 8); Mapeamento de lineamentos de relevo (Figura 9); Mapeamento de lineamentos de drenagem (Figura 12); Mapa de compartimentação topográfica (Figura 13).

A figura 8 representa o mapeamento geológico da bacia hidrográfica do Rio Preto, onde os Complexos Juiz de Fora, Andrelândia e Mantiqueira se alternam ao longo da bacia. Há grande diversidade litológica na mesma, onde suas litologias possuem a orientação predominante NE-SW tanto no Planalto do Itatiaia como no Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul.

Por sua vez, depósitos aluvionares se alojam nas pequenas planícies dos afluentes do Rio Preto, assim como nos trechos em que o próprio canal desenvolve planícies ou terraços aluvias.

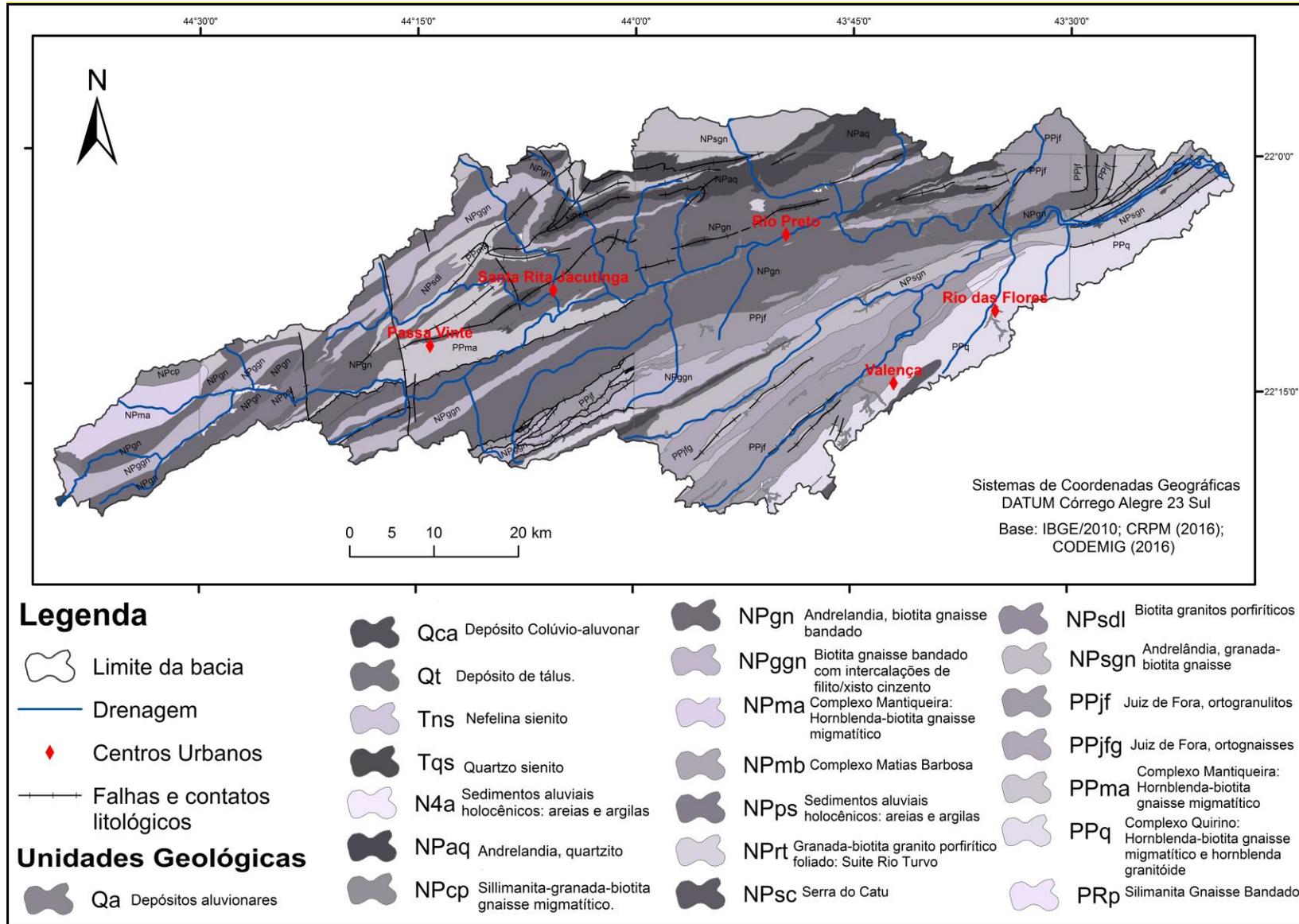


Figura 8: Mapa geológico da bacia do Rio Preto.

A extração dos lineamentos de relevo na bacia do Rio Preto apontou como orientação preferencial para os segmentos retilíneos do relevo as direções NE-SW e ENE-WSW, concentradas principalmente sobre o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, onde as mais significativas feições apontam para tal orientação, o que reflete padrão que se faz presente na geologia da bacia hidrográfica, como é possível ver na Figura 9.

A drenagem presente na margem direita do Rio Preto também indica tal direção nos lineamentos de drenagem (Figura 10), sendo estes os mais expressivos vales retilíneos da bacia hidrográfica, tendo os vales do Rio Preto como os principais desde o alto curso (Figura 10) até as proximidades de Monte Serrat, no município de Comendador Levy Gasparian (RJ), já em seu baixo curso, Figura 11.

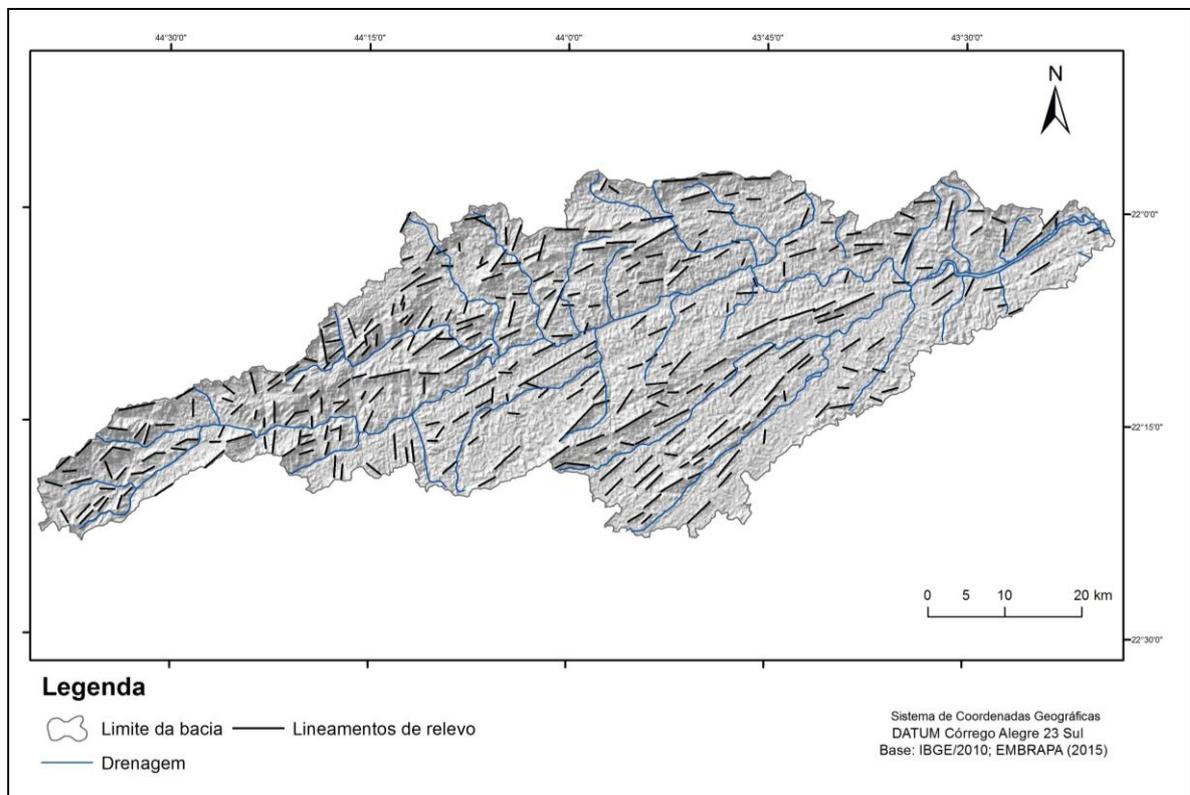


Figura 9: Mapeamento de lineamentos de relevo da bacia hidrográfica do Rio Preto.

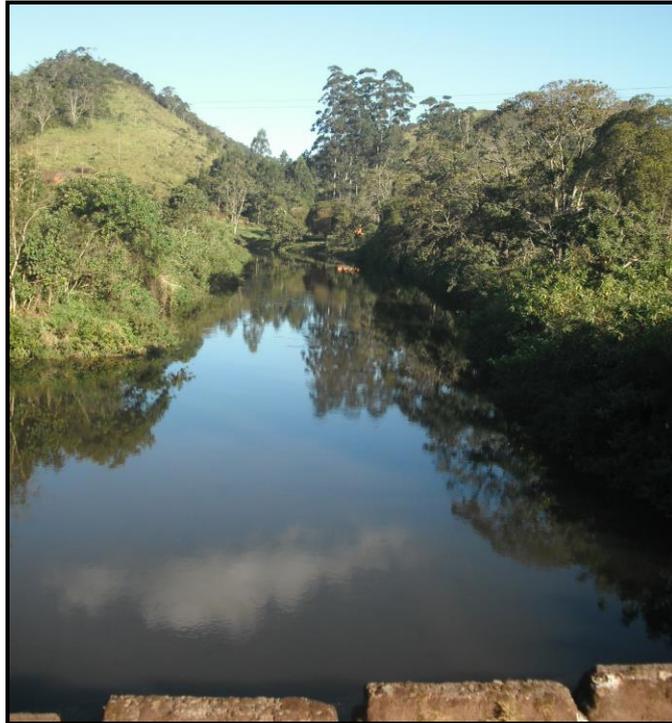


Figura 10: Vale retilíneo no alto curso do Rio Preto. Ponte entre os municípios de Resende (RJ) e Bocaina de Minas (MG). Orientação NE-SW. Autor: Thaianne Campos Moura, 23/04/2016.



Figura 11: Vale retilíneo no baixo curso do Rio Preto. Ponte entre os municípios de Rio das Flores (RJ) e Rio Preto (MG). Orientação NE-SW. Autor: Thaianne Campos Moura, 23/04/2016.

Lineamentos de direção N-S são presentes na drenagem através dos Ribeirões Lacerda, da Bocaina e das Lajes, assim como o próprio Rio Preto em alguns segmentos de seu vale. Esta orientação está associada à falhas transcorrestes que perpassam litologias do Complexo Andrelândia e Mantiqueira, e são acompanhadas paralelamente de lineamentos de relevo, como alinhamento de morros e serras alongadas.

Lineamentos em direção E-W são presentes no relevo através dos alinhamentos da Serra Negra, Serra das Três Cruzes, Sul Mirante e Monte Pedra Cristo, nestas feições o índice

Sinuosidade da Escarpa Montanhosa foi aplicado e através de seus resultados foi indicada a presença de tectônica ativa suplantando a atividade erosiva nas encostas destes alinhamentos, portanto o soerguimento de feições orientadas E-W equivale ao campo de tensão pleistocênico sobreposto às direções NE-SW e ENE-WSW no Brasil Sudeste, como assinalam Silva & Mello (2011); Almeida & Carneiro (1998); Hiruma et. Al (2001).

Na drenagem não são regionalmente abundantes segmentos de vales retilíneos orientados em E-W na bacia hidrográfica do Rio Preto (Figura 12). Afluentes dos ribeirões Tijuca e do Funil apresentam trechos retilíneos de seus vales orientados em E-W, ambos alocados no Planalto do Itatiaia; no Alinhamento de Cristas, margem direita, tal orientação é escassa.

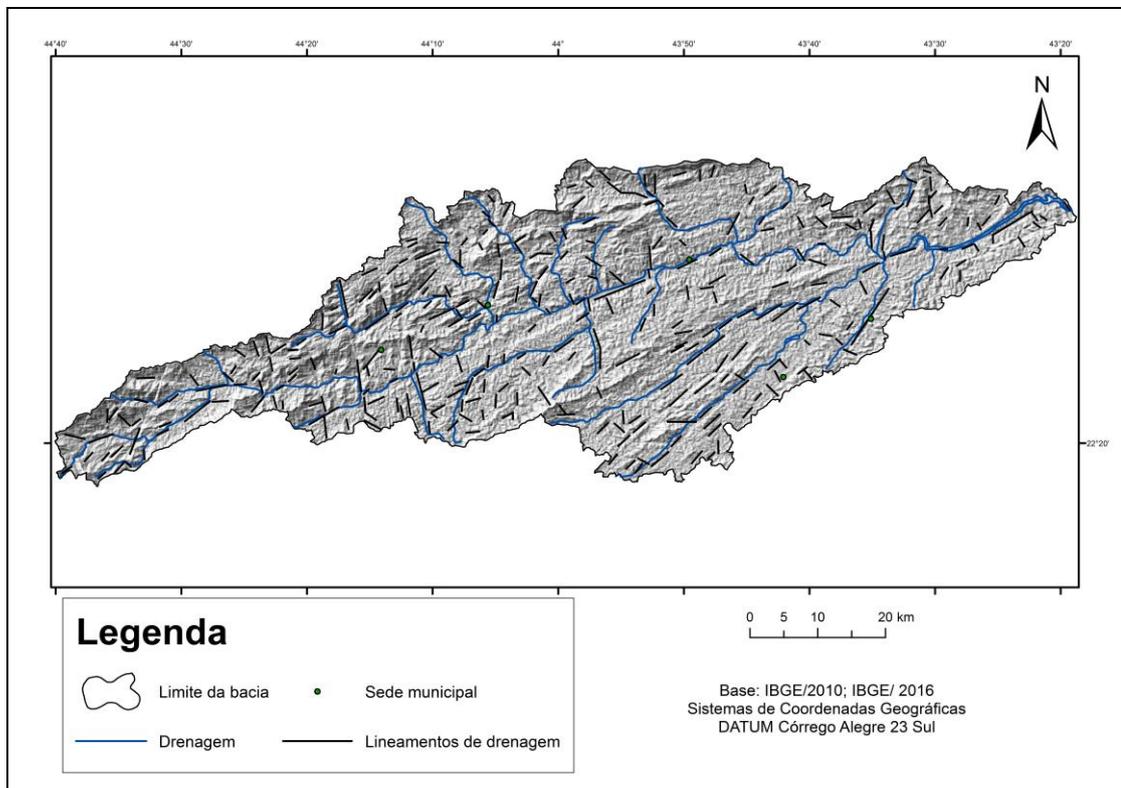


Figura 12: Mapeamento de lineamentos de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Preto.

Na figura 13 encontra-se representado o mapa de compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do Rio Preto, onde a partir da proposta metodológica do IPT foram traçados os grandes compartimentos de dissecação da bacia hidrográfica, poligonizando-os em conjuntos semelhantes de formas.

Na bacia hidrográfica a margem esquerda, pertencente ao Planalto do Itatiaia, se sobressai com a topografia mais elevada da bacia, onde se encontram as cabeceiras do canal principal, na área que compreende o domínio da Mantiqueira a declividade é acentuada, conjuntamente à amplitude altimétrica de alguns pontos que passam dos 1800 metros no

extremo oeste da bacia. Na Figura 14 visualiza-se o último degrau do Planalto do Itatiaia, a Serra Negra, interflúvio das bacias dos rios Preto e Peixe. A serra quartzítica representa alinhamento E-W do Planalto do Itatiaia, correspondendo à serras alongadas (Dsa).

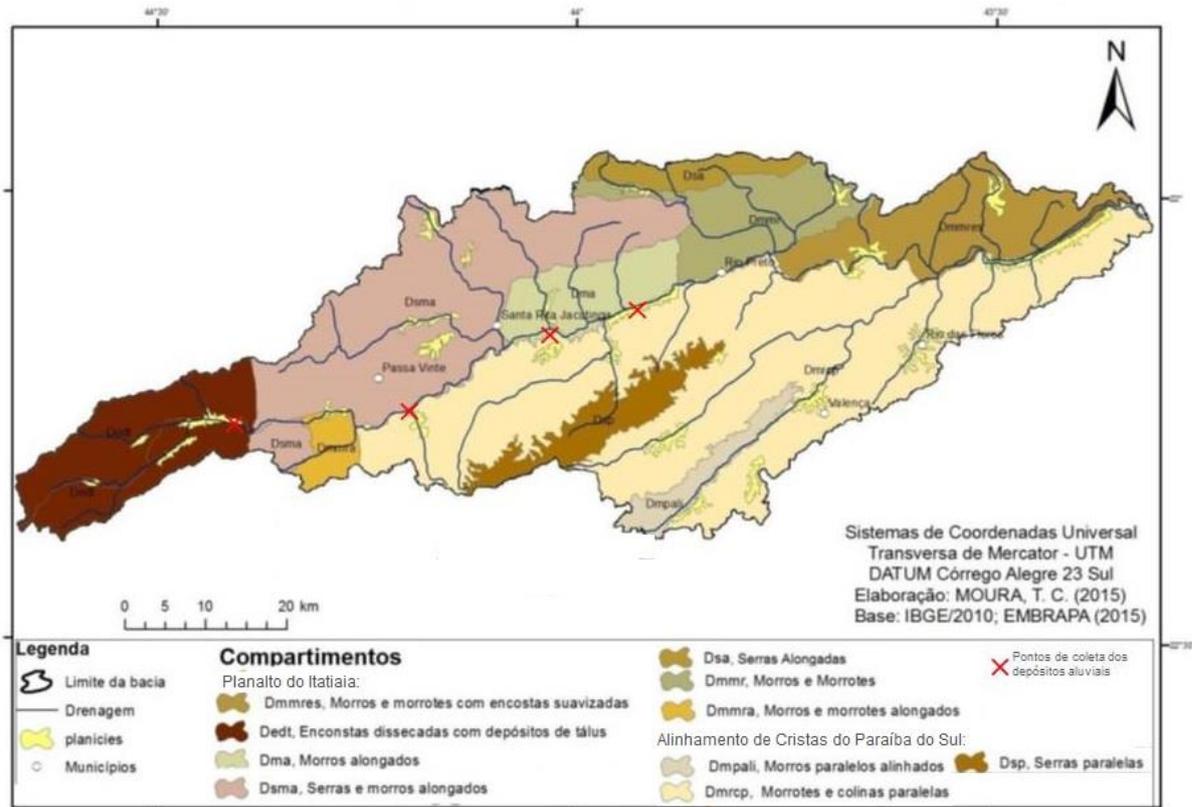


Figura 13: Compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do Rio Preto.



Figura 14: Serra Negra e fundo de vale do Ribeirão Sant'Ana, Rio Preto (MG). Autor: Thaianne Campos Moura, 24/04/2016.

Por sua vez, ao sul, margem direita, Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, possui relevo com maior intensificação erosiva, não possuindo como o Itatiaia, uma preservação da elevada altimetria. As serras alongadas e morros se assentam entre falhas normais de sentido NE-SW, são copiosamente verificáveis no relevo e a drenagem se adapta à tal orientação e influência estrutural, a declividade se faz mais baixa; assim como nas proximidades da área urbana do município de Valença são comuns as planícies aluvias mais desenvolvidas, contrárias aos vales encaixadas comuns na margem mantiqueirense.

No alto curso, há predominância do Planalto do Itatiaia, onde a energia do relevo se faz elevada, encostas declivosas e seus sopés coberto por depósitos de tálus (Dedt), Figura 15. Ainda no Itatiaia serras e morros alongados (Dsma) predominam na margem esquerda do Rio Preto, representativos de alinhamentos de orientação NE-SW, os morros possuem maior altitude nesta margem e limitam planícies aluviais, possibilitando encaixamento nos canais fluviais.



Figura 15: Faceta trapezoidal no alto curso da bacia, com encostas dissecadas e depósitos de tálus no terço baixo das encostas com cobertura de Floresta Ombrófila Mista. Autor: Thaiane Campos Moura, 24/04/2016.

5.2 MORFOMETRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO

Dentro das técnicas morfométricas selecionadas para a pesquisa foram extraídos os perfis longitudinais dos cursos d'água, nos perfis foram lançadas as unidades geológicas conforme o mapa elaborado para a bacia hidrografia. Os dados de aplicação do índice RDE sobre os cursos d'água selecionados constam no apêndice do texto (Página 87).

O primeiro perfil corresponde ao próprio Rio Preto (Figura 16), o canal principal da bacia apresentou para o índice RDE o total de 42 anomalias de segunda ordem, valores inferiores à 10 e superiores a 2, e 13 anomalias de primeira ordem, cujo resultado foi superior a 10.

Estas anomalias em grande parte se configuram em trechos sucessivos do canal, a primeira sequência de anomalias se dá entre as altitudes de 2320 até 2080 metros, onde onze anomalias de primeira ordem apontam uma mudança litológica acompanhadas de ruptura de planície altimontana que se desenvolvia próximo a nascente do canal. A segunda sequência se dá entre as altitudes de 1680 e 1500 metros, sobre rochas do Grupo Andrelândia, o canal apresenta encachoeiramento.

Entre 900 e 600 metros de altitude o Rio Preto desenvolve seu mais significativo trecho anômalo, onde treze anomalias de primeira ordem ocorrem, com valores entre 46,3 e 10,2. O canal possui rompimento de sua planície aluvial que se desenvolvia por mais de nove quilômetros com uma significativa quebra em seu perfil longitudinal representando encachoeiramento (Figura 17), acompanhada de mudança litológica do Complexo Mantiqueira para o Complexo Andrelândia o que fez do trecho encaixado e sem desenvolvimento de planície.

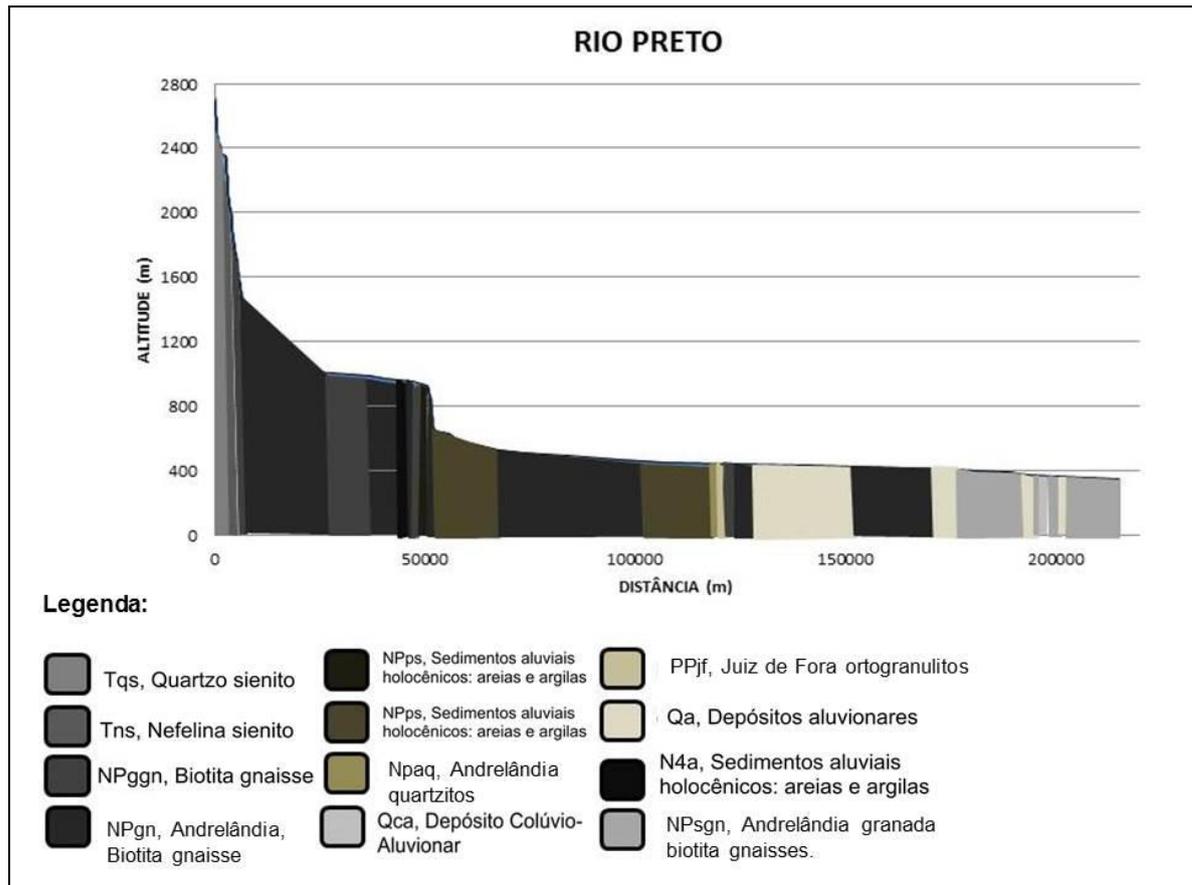


Figura 16: Perfil longitudinal Rio Preto. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.



Figura 17: Trecho de encachoeiramento do Rio Preto apontado em seu perfil longitudinal e no índice RDE. Altitude: 560 metros. Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.

Afluente da margem direita do Rio Preto, o Ribeirão da Pedra Branca localiza-se no estado do Rio de Janeiro, assim como todos os canais desta margem da bacia, o canal se estende sobre o Complexo Andrelândia e apresenta seis anomalias para o índice RDE, sendo todas de segunda ordem.

Todas as suas anomalias marcam mudanças litológicas ao longo do curso, nas altitudes de 760 e 680 metros o curso d'água passa por encachoeiramentos representados em seu perfil longitudinal, figura 18, e que são apontados como anomalias para o índice RDE.

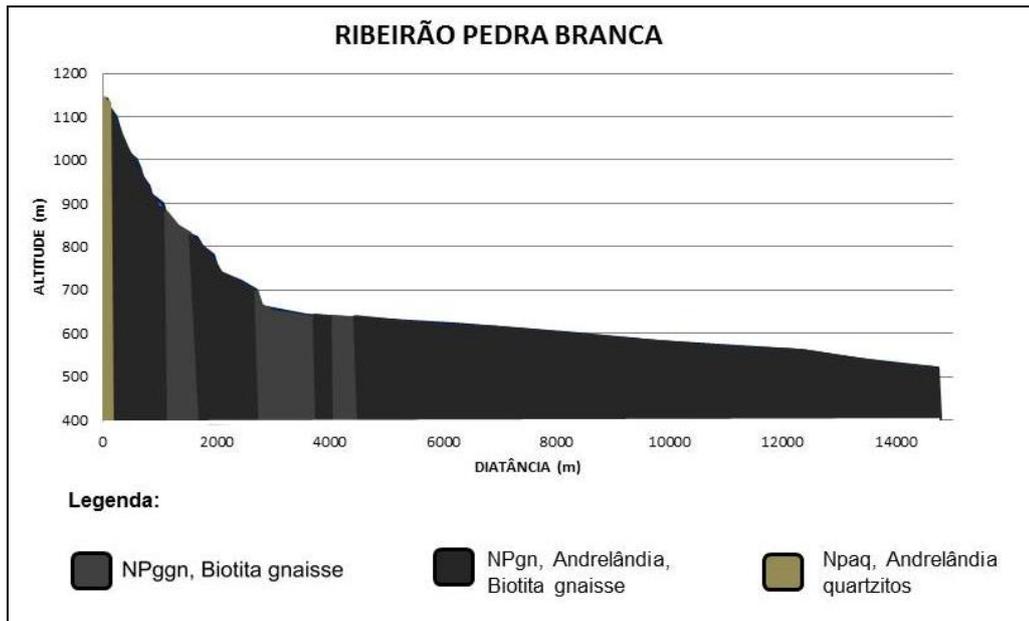


Figura 18: Perfil longitudinal Ribeirão da Pedra Branca. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Rio São Fernando, margem direita da bacia, apresenta cinco anomalias de segunda ordem ao longo de seu canal. Sua anomalia a 640 metros de altitude representa mudança litológica do Complexo Andrelândia para o Complexo Juiz de Fora, neste trecho há encachoeiramento bem representado no perfil da figura 19.

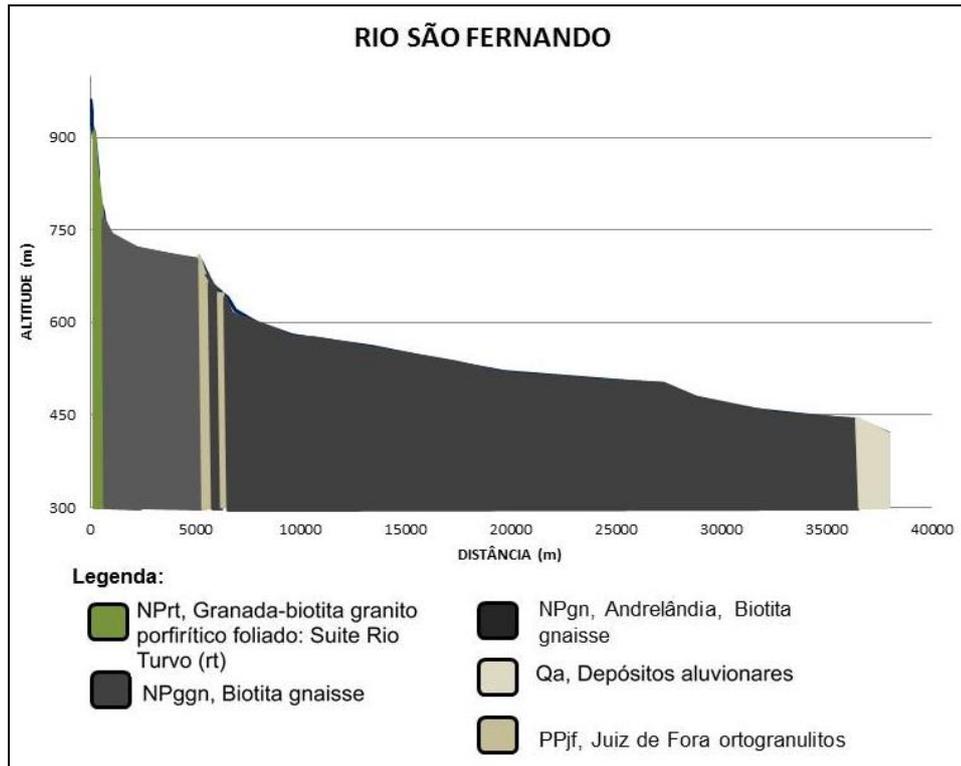


Figura 19

: Perfil longitudinal Rio São Fernando. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

Apresentando oito anomalias em sequência, o Ribeirão Santana também integra a drenagem direita da bacia do Rio Preto. Suas anomalias se desenvolvem a partir da altitude de 620 metros e se estendem até as proximidades de sua confluência com o Rio Preto, aos 440 metros de altitude.

Em sua extensão o Ribeirão Santana perpassa três unidades litológicas, conforme demonstrado em seu perfil na figura 20, a partir de sua mudança dos ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora para o Complexo Andrelândia. As anomalias do índice RDE são apresentadas no canal, o mesmo passa por encachoeiramentos neste trecho, o mais significativo possui anomalias de primeira ordem com valores de 17,3 e 23,3 para o Índice de Hack.

Neste segmento do Ribeirão Santana há presença de dois prelúdios de capturas fluviais com o Rio Preto, há presença de cotovelos em ambos os canais fluviais que salientam o desvio das águas ocorrendo entre o canal principal e um de seus afluentes.

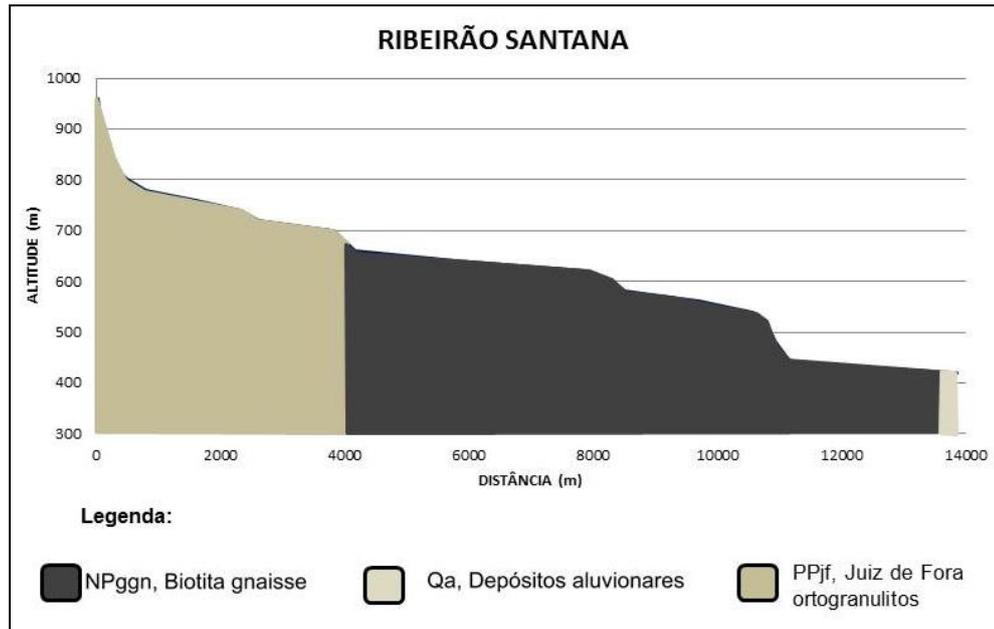


Figura 20: Perfil longitudinal do Ribeirão Santana. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

Aflente principal do Rio das Flores, o Rio Bonito (Figura 21) possui dez anomalias para o índice Relação Declividade x Extensão do Curso, as primeiras surgem aos 820 metros de altitude, ainda do alto curso onde o canal se estende por trecho encachoeirado. Aos 720 metros o canal possui mais seis anomalias associadas ao encachoeiramento, de valores entre 2 e 10,3; além de passar por contato litológico entre Biotita gnaisses e ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora.

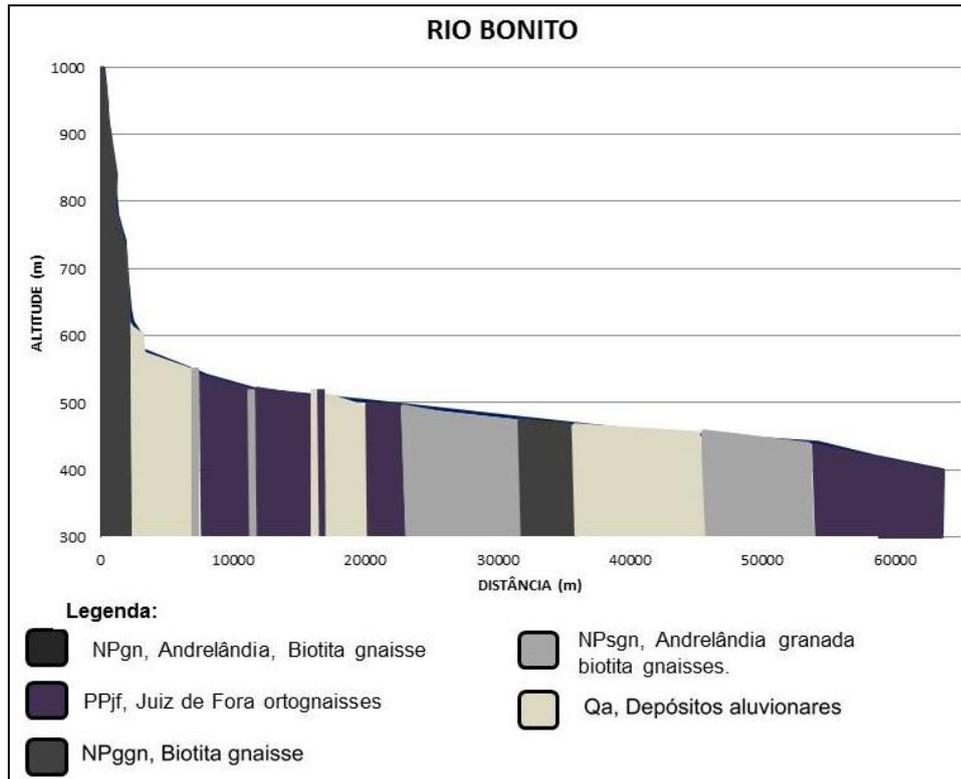


Figura 21: Perfil longitudinal Rio Bonito. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Rio das Flores, também afluente da margem direita, corta o núcleo urbano de Valença (RJ) e apresenta onze anomalias ao longo de seu curso, apesar de sua baixa amplitude altimétrica. O primeiro segmento anômalo do canal corresponde ao intervalo altimétrico entre 680 e 640 metros, com anomalias de 28,2 e 4,3 onde o canal passa por brusca ruptura de declive em seu perfil longitudinal (figura 22) e mudança de orientação no vale que se desenvolvia em direção NE-SW para E-W, conformando um cotovelo na drenagem.

O trecho entre 600 e 420 metros de altitude possui sucessivas anomalias de segunda ordem, sendo a primeira correspondente à uma nova mudança de orientação do vale de NE-SW para E-W, as demais anomalias correspondem à alterações no substrato, pois o canal perpassa o Complexo Juiz de Fora e Andrelândia alternadamente.

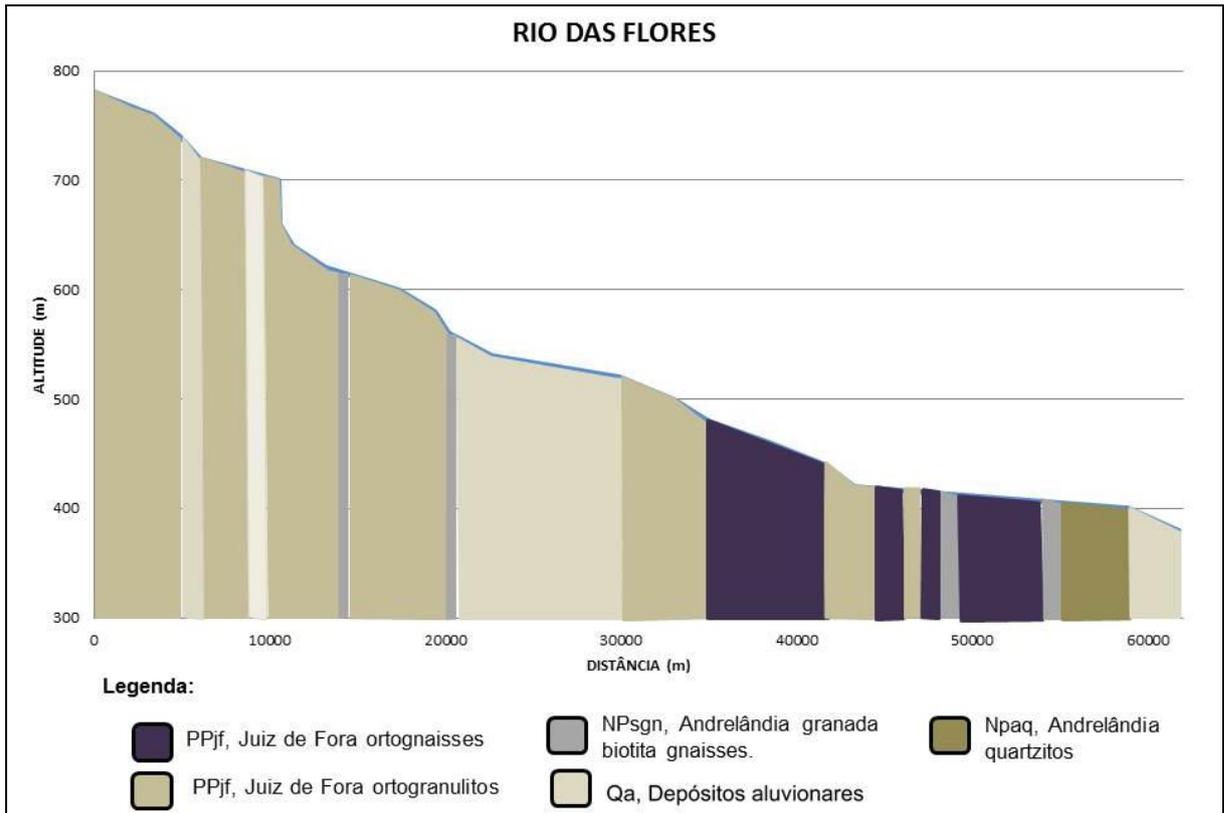


Figura 22: Perfil longitudinal Rio das Flores. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Ribeirão Manoel Pereira possui dezoito trechos de aplicação para o índice RDE, destes dez obtiveram resultados anômalos, com valores entre 2,1 e 25,1 a partir da altitude de 580 metros se estendendo até a foz, neste segmento o canal que desenvolvia sua planície aluvial a montante, sofre diversas rupturas de declive em seu perfil longitudinal, tal como se visualiza na figura 23.

Em seu segmento anômalo o Ribeirão Manoel Pereira apresentou expressivo cotovelo em sua drenagem nas proximidades da localidade de Taboas, área rural do município de Rio das Flores (RJ), alterando sua orientação para NE-SW o que torna o canal encaixado e adaptado a uma falha normal.

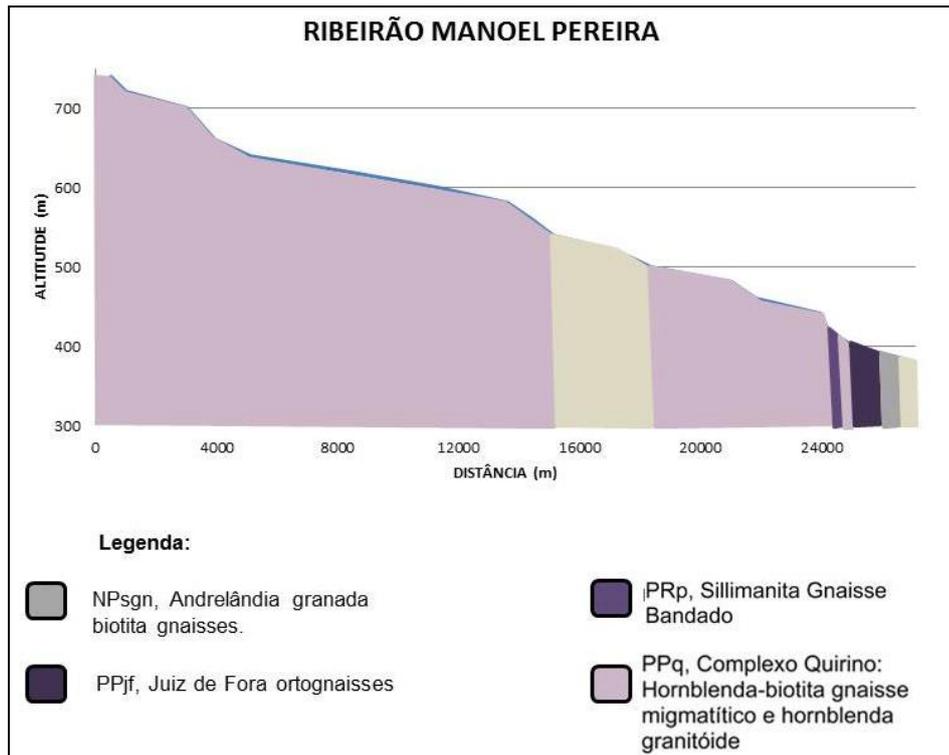


Figura 23: Perfil longitudinal Ribeirão Manoel Pereira. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

Localizada na margem esquerda da bacia do Rio Preto, o Rio Bananal apresenta suas primeiras anomalias entre as altitudes de 1120 e 1040 metros, correspondendo à três transições de contatos litológicos, além de encachoeiramento esboçado em seu perfil longitudinal, figura 24.

Uma segunda sequência de anomalias se dá entre 1000 e 800 metros de altitude, na qual anomalias de primeira e segunda ordem se intercalam apontando a ruptura marcante de seu perfil longitudinal, assim como a passagem pela unidade de Biotita granitos porfiríticos. Neste segmento o canal apresenta expressiva alteração de direção em seu canal, de N-S para ENE-WSW e novamente para N-S.

Entre as altitudes de 760 e 720 o canal aborta pequena planície aluvial que se formava e apresenta anomalias de 17,2 e 7,0, apresenta-se encaixado e com seu vale retilíneo. Suas anomalias seguintes aos 700 metros correspondem deflexão do canal, de NNW-SSE para NE-SW adaptando-se à uma falha transcorrente, assim como contato litológico entre quartzitos e biotita gnaisses do Complexo Andrelândia.

Próximo ao núcleo urbano de Santa Rita do Jacutinga, entre 640 e 460 metros, anomalias são apontadas pelo índice RDE. Configuram nova deflexão do canal, de NE-SW para N-S, abortando sua planície aluvial que se desenvolvia a montante deste segmento que passa por ruptura de declive.

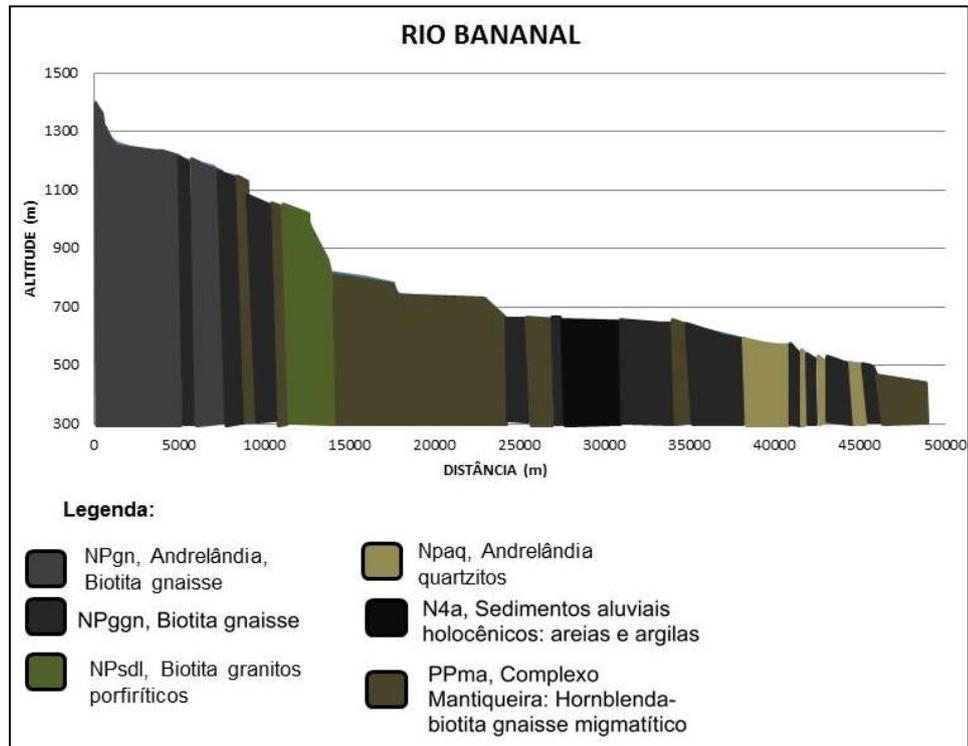


Figura 24: Perfil longitudinal Rio Bananal. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

Com dezessete anomalias para o índice de Hack, o Ribeirão Santa Clara, possui a partir dos 840 metros de altitude anomalias que registram contato litológico entre quartzitos e biotita gnaissse do Complexo Andrelândia, assim como deflexão do canal de direção NE-SW para N-S e encachoeiramento do canal (Figura 25). Seguidamente o canal desenvolve planície por mais de sete quilômetros até segmento de nove anomalias de primeira e segunda ordem, cujos valores se apresentam entre 2,8 e 49,8. Neste trecho o Ribeirão Santa Clara possui sucessivas rupturas de declive que culminam em sua confluência na margem esquerda do Rio Preto.

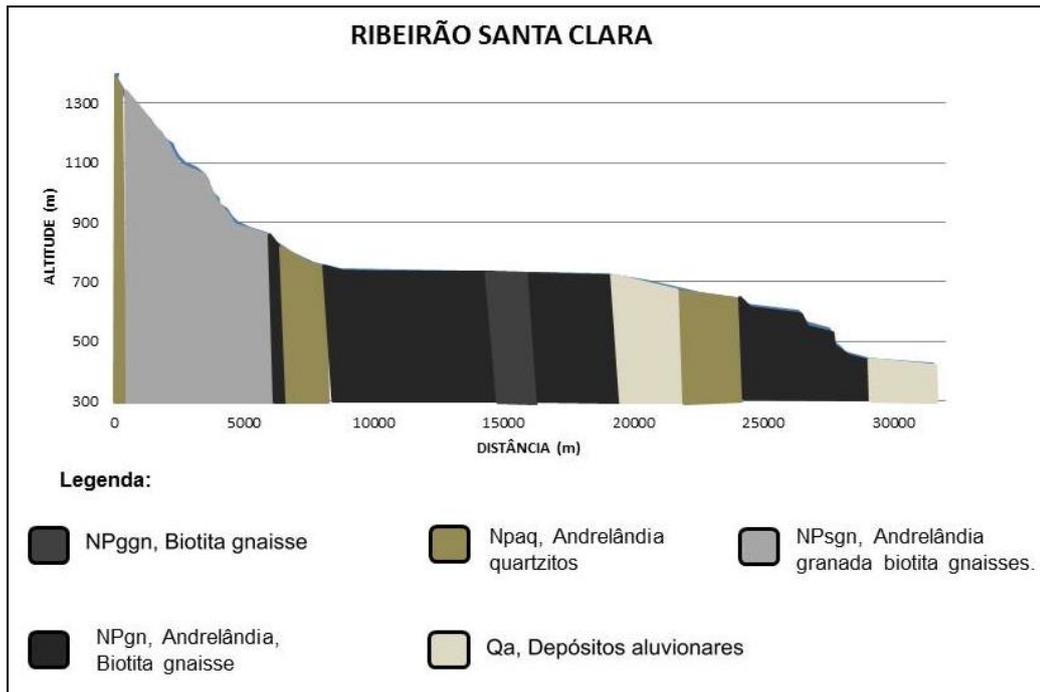


Figura 25: Perfil longitudinal Ribeirão Santa Clara São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Ribeirão Sant'Ana, figura 26, entre as altitudes de 1180 e 1000 metros apresentou sete anomalias de segunda ordem, onde no alto curso, o canal encontra-se encachoeirado. Um segundo segmento de anomalias para o índice RDE se dá a partir dos 840 metros de altitude, onde o ribeirão tem sua planície aluvial, que se entendia por mais de seis quilômetros, comprimida no ponto de transição litológica para os quartzitos do Complexo Andrelândia.

Entre as altitudes de 580 e 480 metros cinco anomalias representam a deflexão do canal de N-S para L-W ao se adaptar à uma falha, tornando o trecho encachoeirado até novo desenvolvimento de planície próximo à confluência com o Rio Preto.

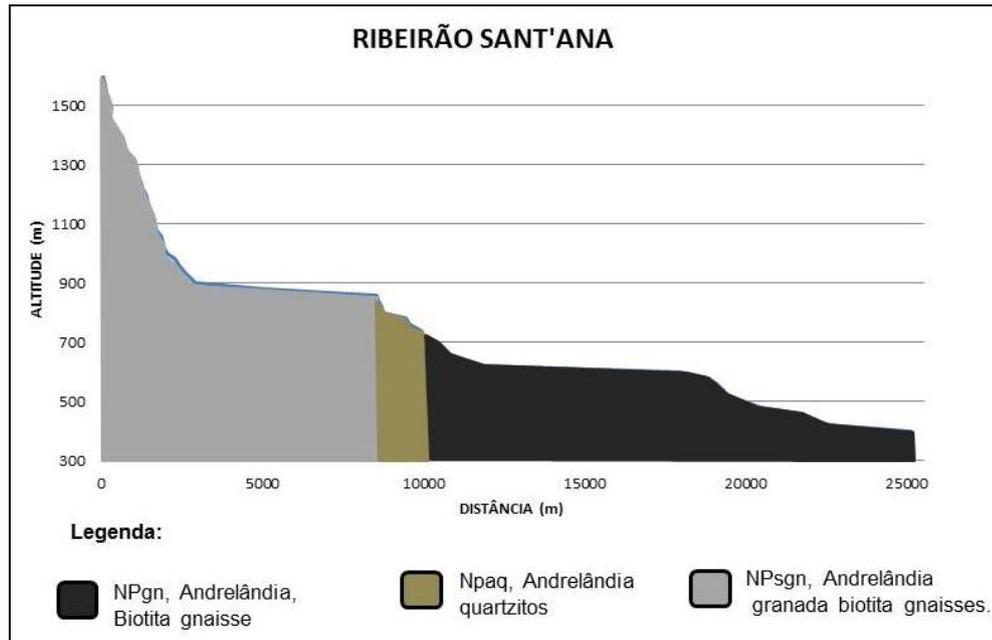


Figura 26: Perfil longitudinal Ribeirão Sant'Ana. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Ribeirão da Saudade, margem esquerda bacia hidrográfica do Rio Preto, possui seu primeiro trecho com anomalias para o índice de RDE entre as altitudes de 700 e 600 metros, onde o canal perpassa o Complexo Andrelândia e sofre mudança em sua orientação de NW-SE para N-S, além de estar encachoeirado.

Novas anomalias surgem aos 540 metros de altitude com compressão da planície que se desenvolvia a montante e ruptura de declive bem marcada em seu perfil longitudinal (Figura 27), neste trecho o canal adapta-se a uma falha normal acarretando deflexão de NW-SE para NE-SW.

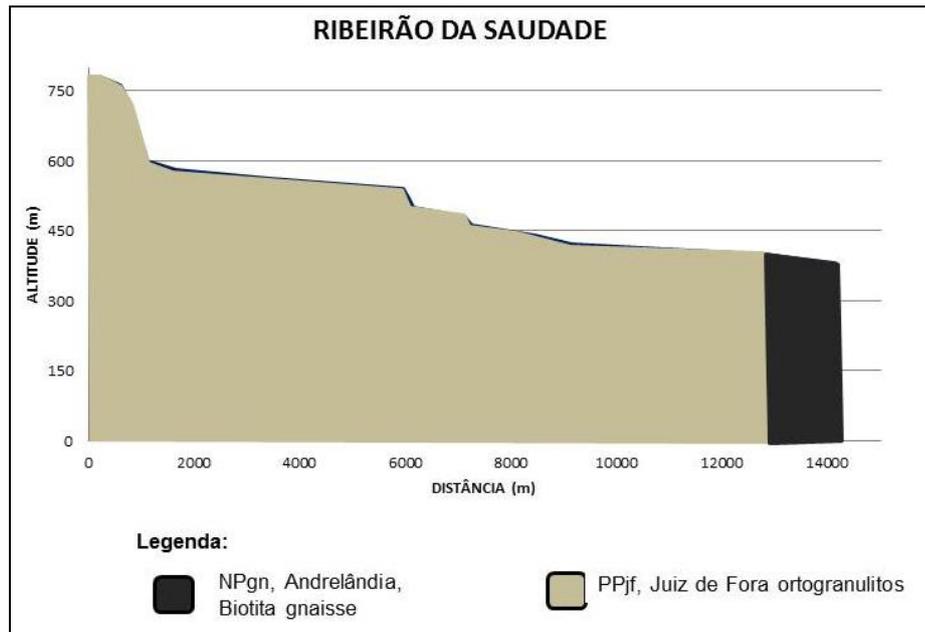


Figura 27: Perfil longitudinal Ribeirão da Saudade. São representados apenas os contatos laterais entre as litologias, não sendo representado o mergulho e as proporções de espessura.

O Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem (FABD), obteve como resultado para sua aplicação na bacia hidrográfica do Rio Preto o valor de 51,12, a saber:

$$FABD = 100 \left(\frac{1752 \text{ km}^2}{3427 \text{ km}^2} \right)$$

Equação 6: FABD, bacia hidrográfica do Rio Preto.

Tal resultado tomado de forma isolada representa simetria entre as margens direita e esquerda da bacia hidrográfica em questão, pois resultados para o índice próximos a 50 apontam que as áreas das margens são simétricas. Para confrontar e/ou reforçar este resultado para o FABD foi aplicado o Fator de Simetria Topográfica Transversal (T), seus resultados por trecho estão representados na Quadro 1:

Da	Dd	FSTT
288	4559	0,06
807	5114	0,15
2234	5501	0,40
3841	5653	0,67
3728	5444	0,68
1721	4878	0,35
413	5890	0,07
2979	5700	0,52
430	8818	0,04
506	8418	0,06
674	9747	0,06
5749	10800	0,53
3528	14405	0,24
3353	15660	0,21
1946	15448	0,12

2512	17936	0,14
642	18857	0,03
4115	24168	0,17
6911	23065	0,29
3574	23478	0,15
3600	20060	0,17
4741	19424	0,24
1296	18449	0,07
296	14865	0,01
3728	9205	0,40
360	9438	0,03
4724	9868	0,47
967	6750	0,14
288	4559	0,06

Quadro 1: Resultados por trecho para o Fator T.

O Fator T apontou trechos de discordância com o Fator FABD, pois em muitos segmentos o índice demonstrou a ocorrência de migração lateral do canal, sendo os mais representativos no alto curso da bacia os valores de 0,67 e 0,68. Nestes trechos o Rio Preto encontra-se próximo a seu interflúvio, limite com a bacia do Rio Paraíba do Sul, e sua migração para a margem direita ocorre com o canal encaixado entre duas unidades litológicas.

Próximo à localidade de Bagagem o canal passa por um desvio de direção e aponta no Fator T resultado de 0,52. Neste trecho o Rio Preto se adapta a uma falha transcorrente de direção N-S. Cabe ressaltar que neste mesmo trecho o Índice RDE também apontou uma série de anomalias de primeira ordem.

Com uma anomalia de valor 0,29, o Rio Preto apresenta migração para a margem esquerda. Entre os municípios de Santa Rita do Jacutinga e Rio Preto, o canal apresenta feições registradas em campo que apontam para o basculamento ascensional da margem esquerda, antiga planície de inundação registrava linha de seixos rolados alçada a mais de cinco metros de altura da planície ativa, Figura 28.



Figura 28: Linha de seixos rolados na margem direita do Rio Preto (RJ). Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.

O índice Sinuosidade da Escarpa Montanhosa (Smf), aplicado na bacia hidrográfica do Rio Preto, se volta ao relevo para a discussão sobre a tectônica ativa. Foram selecionadas as vertentes mais escarpadas para a aplicação. Para o índice Smf os menores valores seriam indicadores de soerguimento e valores maiores sinalizariam para uma atividade erosiva mais avançada dissecando as escarpas (Quadro 2).

As escarpas próximas às nascentes do Rio Preto apontaram valores baixos para o índice Smf. A Serra da Pedra Selada com resultado de 1,4, representa interflúvio da margem direita com a bacia do Rio Pirapitinga, também afluente do rio Paraíba do Sul. Com uma diferença altimétrica de mais de 800 metros de topo ao fundo de vale, o alinhamento de orientação NE-SW apresenta retidão apesar da agressividade erosiva dos rios Preto e Paraíba do Sul, apresentando vertentes escarpadas.

No município de Resende (RJ), a Serra da Manduca representa alinhamento de baixo valor para o índice Smf, de orientação NE-SW, encontra-se no trecho de inúmeras anomalias para os demais índices geomórficos, pois há migração lateral do canal principal em direção à serra na margem direita do bacia hidrográfica, como apontou o Fator de Simetria Topográfica Transversal (Figura 29). Na mesma área foi encontrada, em campo, cascalheira soerguida em relação ao fundo de vale, de interesse para o estudo dos depósitos superficiais por apontar basculamento da margem.



Figura 29: O Rio Preto migra para a sua margem direita desenvolvendo planície na margem esquerda e dissecando o interflúvio com a bacia do Rio Paraíba do Sul. Autor: Thaianne Campos Moura. Data: 27/08/2016.

A Serra da Taquara, município de Valença (RJ), possui como resultado para o índice Smf 1,5; o alinhamento se encontra paralelo ao Rio Bonito, na área há muitos vale retilíneos apontados demarcados na paisagem, onde predomina o padrão de drenagem em treliça.

O alinhamento NNE-SSW próximo à área urbana de Rio Preto (MG) encontra-se paralelo ao Córrego da Pedras, que por sua vez apresenta seu vale retilíneo em orientação N-S, assim como o Rio Preto próximo à confluência entre ambos, Figura 30, conformando uma descontinuidade à orientação do canal principal em sentido NE-SW, sugerindo adaptação à uma falha não reconhecida pelo mapeamento geológico.



Figura 30: Deflexão do Rio Preto alterando sua orientação de NE-SW para N-S. Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.

Com uma falha transcorrente ao longo dela e contato litológico entre quartzitos e biotita gnaisses, a Serra do Cavalu Ruço, nas proximidades de Conservatória (RJ) possui 1,9

como resultado para Smf. Ao seu entorno o padrão de drenagem angular associado ao paralelismo de afluentes do Rio Bonito.

A Serra Negra, em Lima Duarte (MG), é um alinhamento de orientação E-W de baixos valores para Smf, de resultado 1,4. A Serra se entende entre as bacias dos rios Preto e Peixe sendo o último degrau da Mantiqueira Meridional na Zona da Mata de Minas Gerais. O alinhamento (Figura 31) encontra-se entre o Complexo Mantiqueira, de litologias granitoides, e o Grupo Andrelândia com pacotes quartzíticos. Em suas encostas e no fundo de vale capturas e prelúdios de capturas fluviais são indicativos a tectônica passiva na área, assim como na Serra das Três Cruzes, também de orientação E-W, ao sul do alinhamento, correspondendo à reativação tectônica abordada por Zoback et al. (1989) para o sudeste brasileiro.



Figura 31: Serra Negra ao fundo e vale do Ribeirão Sant'Ana. Rio Preto (MG). Autor: Thaianie Campos Moura Data: 22/05/2016.

A serra das Coroas, em Rio das Flores (RJ), paralela ao canal fluvial que nomeia o município, segue o alinhamento das unidades geológicas da margem direita da bacia hidrográfica, voltadas para a direção NE. O relevo e a geologia refletem tal orientação sobre a drenagem que se apresenta com o padrão de drenagem modificado, como treliça direcional, considerado.

O alinhamento Sul Mirante, ao norte de São Sebastião do Barreado, de orientação E-W encontra-se sobre influencia de falha transcorrente sobre os quartzitos do Complexo Andrelândia, sobreposta à falhas normais de orientação NE-SW que desencadeiam anomalias ao longo do Rio Preto, formando cotovelos e lineamentos de drenagem de mesma orientação.

Denominação do alinhamento	Smf	Orientação
Serra Rocinoso	1,4	E-W
Serra (7520-7516/ 514-516)	1,38	NNW-SSE
Rochoso; Pico Agudo	1,71	NNW-SSE

Pico da Gomeira	1,69	NNW-SSE
Serra (7520-7514/518-520)	1,3	N-S
Serra (7536-7538)	1,06	ESE-WNW
Serra da Conquista	1,5	ESE-WNW
Serra Manguara	1,13	NE-SW
Serra da Pedra Selada	1,4	NE-SW
Serra da Manduca	1,2	NE-SW
Pico da Boca do Sapo	1,8	NE-SW
Serrote Varginha	1,8	NE-SW
Serrote Santa Clara	1,2	NE-SW
Alinhamento Córrego São Francisco 1	1,3	NE-SW
Alinhamento Córrego São Francisco 2	1,5	NE-SW
Alinhamento João Honório	2	NE-SW
Serra da Taçara	1,5	NE-SW
Alinhamento Córrego Lambari	2	NE-SW
Alinhamento Mandimbo	2,5	NE-SW
Alinhamento Córrego das Pedras	1,5	NNE-SSW
Serra do Carvalho Ruço	1,9	NE-SW
Serra São Manoel	1,8	NNE-SSW
Serra do Concordia	2	NE-SW
Serra do Pau Grande	1,4	NE-SW
Alinhamento Valença	1,4	NE-SW
Serra Negra	1,4	E-W
Serra das Três Cruzes	1,6	E-W
Serra da Caveira D'Anta	1,7	E-W
Serra dos Pires	1,2	NE-SW
Serra das Vargem	1,5	NW-SE
Alinhamento Morro Torreões	1,3	NW-SE
Serra das Coroas	1,9	ENE-WSW
Serra do Mirante	1,9	NNE-SSW
Serra das Abóboras	2	N-S
Serra do Paraíso	1,7	ENE-WSW
Alinhamento Sul Mirante	1,8	E-W
Serra Fazenda Cachoeira	1,6	NNE-SSW
Serra São José	1,6	N-S
Serra do Ouro	1,7	NE-SW
Alinhamento Rio Preto	2,4	NE-SW
Alinhamento Córrego São Fidelis	1,9	ENE-WSW
Alinhamento Monte Pedra Cristo	1,7	E-W
Serra São Vicente	1,8	NE-SW
Serra Boa Vista	2,3	NE-SW
Serra da Charneca	1,9	NE-SW

Quadro 2: Resultados para o Sinuosidade da Escarpa Montanhosa (Smf)

Os índices geomórficos indicaram desequilíbrios ao longo da bacia hidrográfica do Rio Preto, as feições mencionadas concorrem para o entendimento de tectônica ativa atuante sobre os modelados e sobre a drenagem da área de estudo. Desta forma os mapeamentos e a análise dos depósitos superficiais tendem à assistir tais interpretações no que tange o entendimento do quadro morfoestrutural e morfotectônico entre as unidades do Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul e o Planalto do Itatiaia.

Diante destes resultados ficam latentes as diferenças presentes entre as duas unidades geomorfológicas da bacia. O Planalto do Itatiaia se estende pela margem esquerda com

expressivas encostas íngremes e retilíneas, onde é preservada elevada altitude nas quais se concentram as cabeceiras da bacia hidrográfica e onde facetas trapezoidais são comuns.

Entre os canais fluviais a partir de seus médios cursos, em muitos casos, há descontinuidades de planícies aluviais e os canais passam por encachoeiramentos e bruscas rupturas em seus perfis longitudinais.

Na unidade do Alinhamento de Cristas os alinhamentos se apresentam com maior retrabalhamento erosivo, topos convexos são predominantes, assim como a menor altimetria. Os canais fluviais não apresentam grande número de anomalias de primeira ordem para o índice RDE assim como a margem esquerda, pois os degraus nos perfis longitudinais não são dominantes quanto na outra margem, estando as anomalias muitas vezes associadas à contato com falhas ou litologias diversas.

5.3 DEPÓSITOS SUPERFICIAIS DA PAISAGEM

Quatro pontos foram acessados em campo para a coleta de depósitos superficiais na bacia hidrográfica do Rio Preto. A área de estudo é cercada por propriedades rurais que margeiam a rede de drenagem, o que restringiu o acesso a outros pontos de interesse ao longo da pesquisa.

O primeiro setor deposicional de coleta se encontra na margem direita do Rio Preto (Figura 34), entre as altitudes de 500 e 400 metros o canal desenvolve terraços em suas margens de alternadamente. Neste ponto de coleta, já no baixo curso, o Rio Preto possui em sua margem direita terraço aluvial extenso onde foi construída a rodovia RJ-151.

O depósito se divide em duas camadas, a superior com contribuição de matéria orgânica, mas ambas com marcas de raízes. Apesar da grande concentração de areia nas camadas, a inferior apresenta maior presença de silte que sua camada superior, onde areia é predominante na granulometria que se eleva em direção ao topo, conforme Figura 33.

Na área o Rio Preto erode o embasamento litológico, sendo característica no baixo curso a visualização do embasamento em meio ao canal como demonstrado na Figura 32.



Figura 32: Rio Preto erodindo seu embasamento no baixo curso. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.



Figura 33: Perfil de dique marginal na margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.

Camada 1 - 30 cm

Aspectos texturais: Depósito arenoso incoeso;

Estratificação: sem estratificação definida;

Fácies: Sn – transbordamento.

Camada 2 - 52 cm +

Aspectos texturais: Depósito areno-siltoso (textura média);
 Estratificação: sem estratificação definida;
 Fácies: Ss – transbordamento.

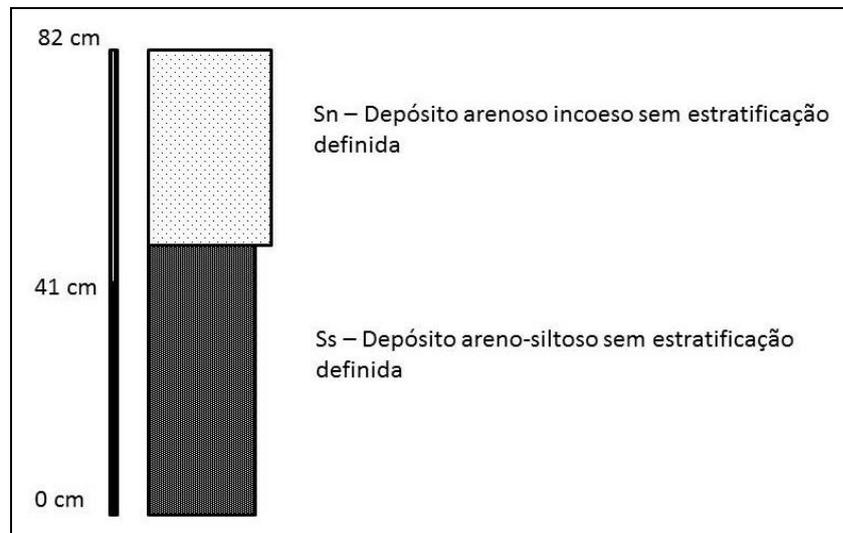


Figura 34: Perfil estratigráfico do dique marginal do Rio Preto. Valença (RJ), Altitude 430 metros.

O segundo depósito tomado para coleta localiza-se no médio curso da bacia, margem esquerda do Rio Preto, nas proximidades da localidade de Espraiada, o trecho possui uma deflexão a 560 metros de altitude (Figura 35), onde o canal adapta-se a uma falha transcorrente de direção N-S e se torna encachoeirado.

A montante e neste segmento do Rio Preto há ainda grande transporte de seixos rolados presentes no canal e em suas margens. Os mesmo se tornam pouco recorrentes no baixo curso onde a deposição de areia, silte e argila é mais presente. O uso do solo para pastagem no fundo de vale se faz sobre leques e estreitos terraços aluviais, que não possuem altura elevada como no baixo curso, apontando o caráter encaixado da drenagem, assim como a alta energia de transporte do canal sobreposta a deposição de materiais.



Figura 35: Deflexão do Rio Preto adaptando-se a uma falha transcorrente. Bocaina de Minas (MG).
Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.



Figura 36: Depósito aluvial margem esquerda do Rio Preto. Autor: Thaianne Campos Moura Data:
22/05/2016.

O depósito analisado subdivide-se em duas camadas (Figura36, Figura 37) com grande concentração de areia. A camada superior constituída majoritariamente por areia e silte não

possui estratificação definida e possui atividade biológica intensa com raízes de plantas e formigas; por sua vez, a camada inferior é mais enrijecida e seu material é arenoso, ambas as camadas possuem acreção lateral.

Camada 1- 25 cm

Aspectos texturais: Depósito areno-siltoso incoeso (textura fina);

Estratificação: sem estratificação definida;

Fácies: Ss – acreção lateral.

Camada 2 - 35 cm +

Aspectos texturais: Depósito arenoso (textura fina);

Estratificação: maciça;

Fácies: Sm – acreção lateral e vertical.

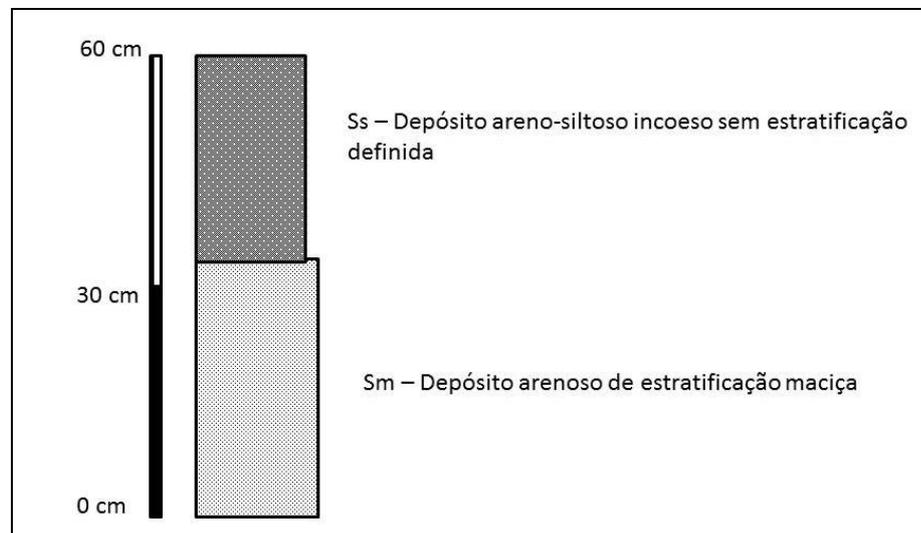


Figura 37: Perfil estratigráfico do dique marginal do Rio Preto. Bocaina de Minas (MG).

O ponto de coleta 3 se encontra no baixo curso da bacia, localizado na margem direita do canal principal. O depósito se encontra em um terraço que possui uma bacia de inundação do Rio Preto (Figura 38), neste ponto há terraços descontínuos, o primeiro no qual houve a coleta e o segundo apresenta uma linha de pedras onde seixos arredondados a subarredondados foram exumados pelo corte realizado para a implementação das obras da rodovia RJ-151, como é possível ver na Figura 39.

Na área de coleta, assim como ao longo de todo o baixo curso, o uso do solo para pastagem se faz presente nos fundos de vale, em terraços aluviais. As camadas de deposição aluvial apontam alternância na deposição de silte e argila e predomínio da textura arenosa, demonstrando deposição onde predomina textura mais grosseira possivelmente proveniente oriundos dos quartzitos da Serra Negra que se assenta na margem direita do Rio Preto, ao longo do ponto de coleta.

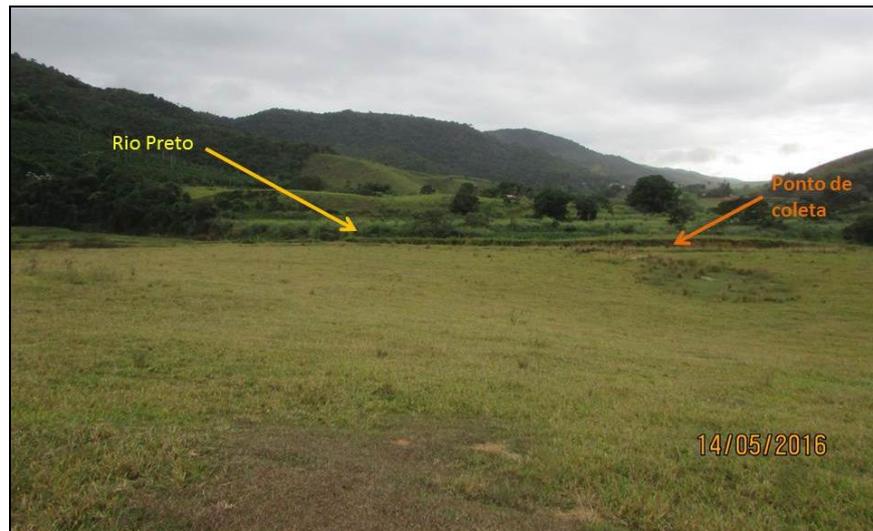


Figura 38: Ponto de coleta em terraço, margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.

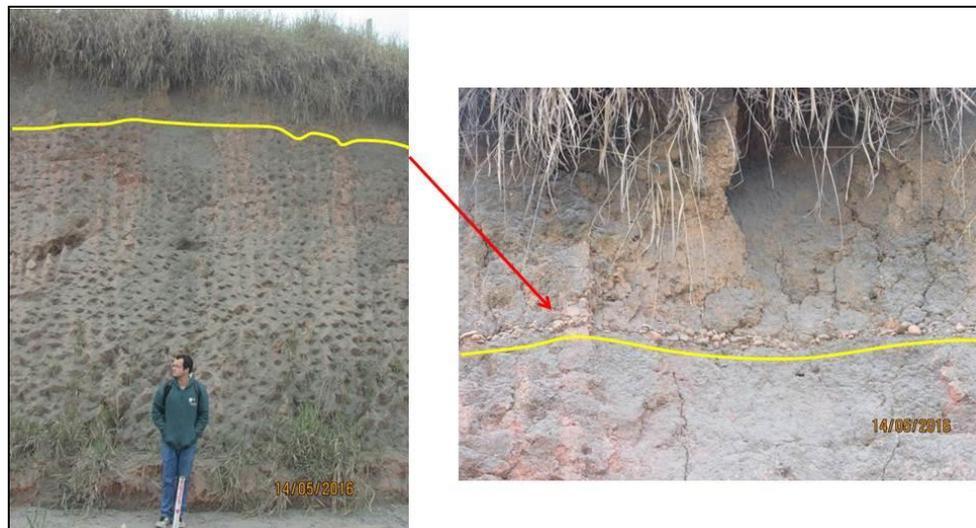


Figura 39: Linha de seixos rolados em terraço, margem direita do Rio Preto. Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.

Foram coletadas cinco amostras no perfil, sendo as duas superiores com maior presença de silte, a camada mais superficial (Fsm) possui maior atividade biológica (Figura 40; Figura 41), porém a sua camada inferior é maciça e não foi registrada atividade biológica ou presença de raízes.

As camadas intermediária (3) e a mais inferior (5) presentes no perfil são iguais, ambas são arenosas e sem estratificação definida, a camada 5 possui maior umidade pois está a aproximadamente 50 centímetros do canal fluvial. A camada 4 é de textura areno-argilosa se encontra sem estratificação definida .



Figura 40: Depósito aluvial em terraço na margem direita do Rio Preto. Rodovia RJ-151, Valença (RJ). Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.

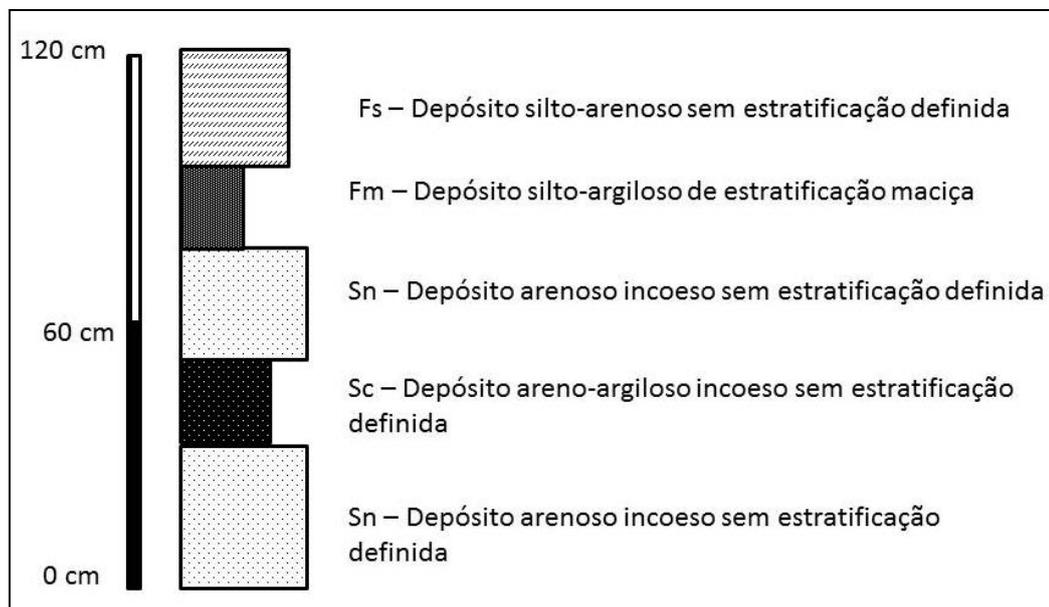


Figura 41: Perfil estratigráfico do terraço marginal do Rio Preto. Valença (RJ)

Camada 1- 22 cm

Aspectos texturais: Depósito silto-arenoso (textura média);

Estratificação: sem estratificação definida;

Fácies: Fs – acreção vertical.

Camada 2 - 20 cm

Aspectos texturais: Depósito silto-argiloso (textura fina);

Estratificação: maciça;
Fácies: Fm – acreção lateral.

Camada 3 - 23 cm

Aspectos texturais: Depósito arenoso incoeso;
Estratificação: sem estratificação definida;
Fácies: Sn – acreção lateral.

Camada 4 - 20 cm

Aspectos texturais: Depósito areno-argiloso incoeso (textura fina);
Estratificação: sem estratificação definida;
Fácies: Sc – acreção lateral e vertical.

Camada 5 - 35 cm +

Aspectos texturais: Depósito arenoso incoeso;
Estratificação: sem estratificação definida;
Fácies: Sn – acreção lateral.

O perfil estratigráfico 4 , localizado na via de acesso para o distrito de Visconde de Mauá, Resende (RJ), RJ-151, representa o local de coleta do material para datação pelo método da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). Neste perfil considera-se basculamento ascensional da margem direita do Rio Preto pois a mesma encontra-se inclinada em direção ao Rio Preto e a linha de pedras afastada do canal (Figura 42) por aproximadamente de 150 metros. No perfil estratigráfico, figura 43, é possível visualizar as três camadas encontradas nesta coleta.



Figura 42: Coleta de material para análise, margem direita do Rio Preto. Resende (RJ). 558755/7538718. Altitude: 965 metros. Autor: Thaianne Campos Moura Data: 22/05/2016.

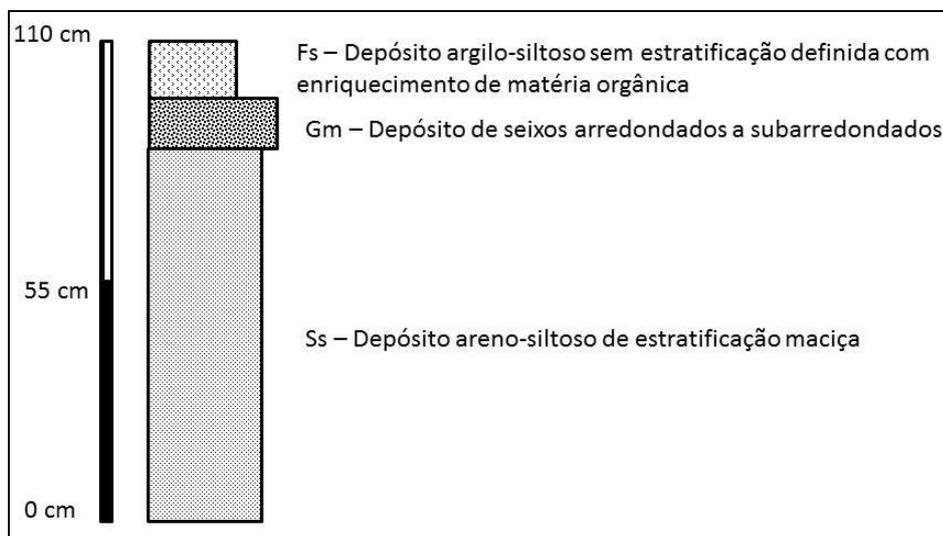


Figura 43: Perfil estratigráfico da margem direita do Rio Preto. Resende (RJ).

Camada 1 - 20 cm

Aspectos texturais: Depósito argilo-siltoso (textura fina);

Estratificação: sem estratificação definida;

Fácies: Fs – acreção lateral.

Camada 2 - 10 cm

Aspectos texturais: Depósito de seixos arredondados a subarredondados;

Fácies: Gm – preenchimento de canal.

Camada 3 - 80 cm

Aspectos texturais: Depósito areno-siltoso (textura fina);
Estratificação: maciça;
Fácies: Ss – transbordamento.

Aos 965 metros de altitude o ponto 4 de coleta assinala para um segmento anômalo na bacia hidrográfica. Encontra-se Floresta Ombrófila Mista nas encostas, onde as araucárias se desenvolvem de modo expressivo nas encostas e terraços, sobre depósitos silto-argiloso das margens do Rio Preto o uso do solo para a pastagem se faz presente, onde a declividade é baixa, não ocorrendo o mesmo nas encostas mais declivosas que restringem o uso para tal fim.

O trecho em que se encontra as camadas analisadas situa-se à montante da área onde apontou-se anomalias de primeira ordem para o índice RDE. Neste segmento o rio perpassa mudança litológica do Complexo Mantiqueira para o Complexo Andrelândia, o que conforma grande declive altimétrico por onde o rio se torna encachoeirado e encaixado. O fator de Simetria Topográfica Transversal também aponta desvios do padrão neste mesmo trecho, com 0,52 de resultado por migração do Rio Preto para a margem direita, adaptando-se à uma falha normal de direção N-S.

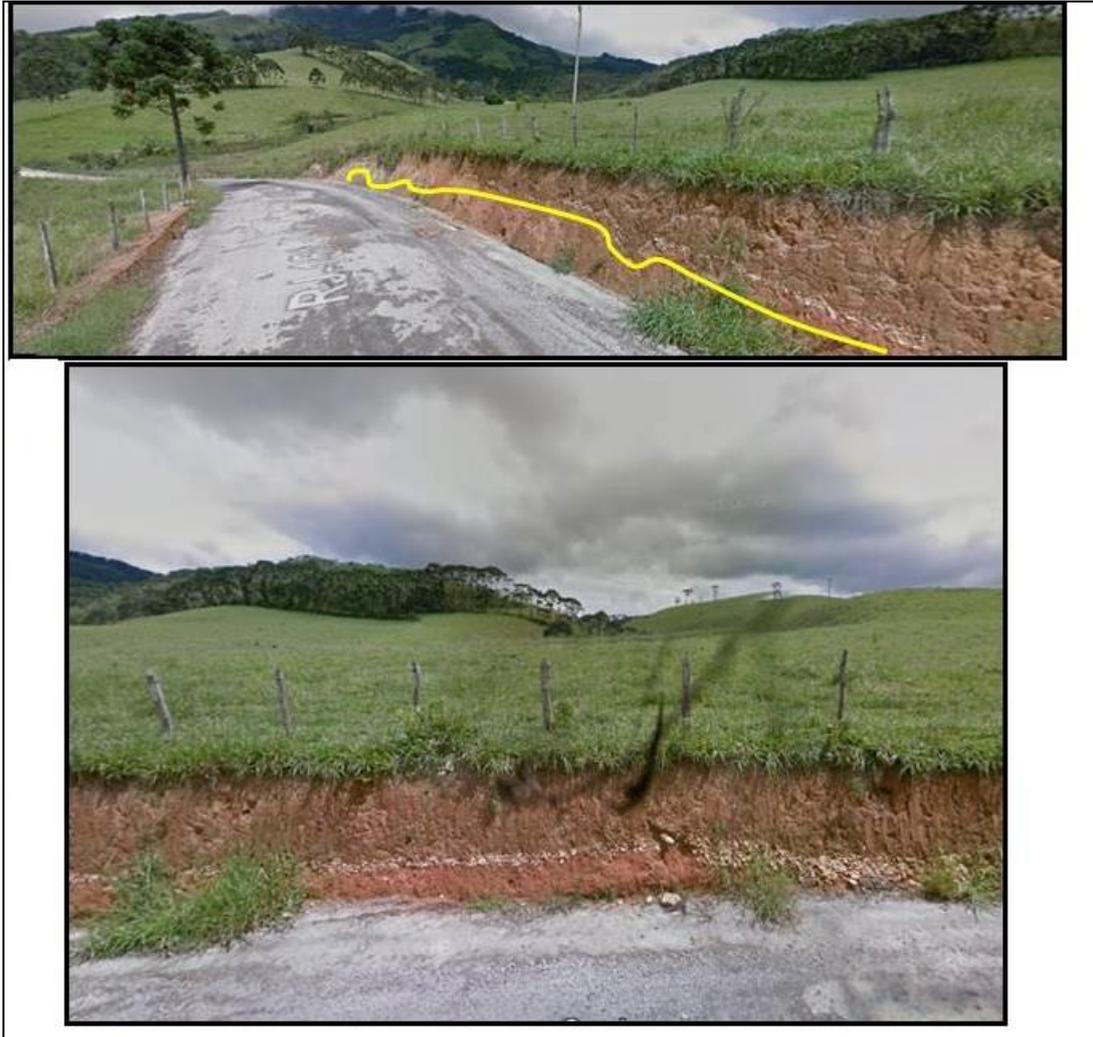


Figura 44: Presença de cascalheira ao longo da rodovia RJ-151, local de coleta de amostras. Autor: Thaiane Campos Moura Data: 22/05/2016.

Na camada 3 foram coletados materiais (Figura 44) para datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), a amostra foi submetida ao método utilizando o protocolo SARs com 15 alíquotas. Representado abaixo, os resultados apontaram para o Quaternário, remetendo Pleistoceno terminal/ início do Holoceno, sugerindo o soerguimento da planície aluvial acompanhada da migração do canal em direção à sua margem direita.

Dose anual: 4.180 ± 440 ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)

Paleodose média (Gy): 58.4

Idade média (anos): 14.000 ± 2.170

Th (ppm): $10,699 \pm 0,385$

U (ppm): $4,664 \pm 0,299$

K (%): $2,247 \pm 0,326$

Conforme Mello & Silva (2011) neste intervalo temporal destaca-se o evento neotectônico de transcorrência dextral E-W, Pleistoceno-Holoceno, onde deformações neotectônicas apresentam-se na reativação de falhas da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul.

Próximo à área de coleta de material para datação, altitude de 960 metros, uma captura fluvial feita pelo Rio Preto sobre o Ribeirão Palmital, na margem esquerda, contribui para o entendimento de uma tectônica ressurgente na bacia hidrográfica do Rio Preto, sugerindo na área o basculamento de blocos em contexto de reativação de falhas.

Desta forma, a tectônica ativa na Mantiqueira Meridional, já ressaltada em trabalhos de geomorfologia estrutural anteriores, é vislumbrada na área de estudo com o resultado para a datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). Assim, os resultados dos índices geomórficos e do estudo dos depósitos superficiais neoquaternários, empregados na pesquisa, revelam inúmeras feições morfotectônicas e morfoestruturais na bacia hidrográfica do Rio Preto.

Faz-se latente a presença da tectônica ativa q na bacia hidrográfica do Rio Preto, havendo feições que representam o caráter ativo tectônico sobreposto às feições morfoestruturais da área e que se assentam na paisagem como discordâncias ao padrão regional.

6. MAPEAMENTO DE FEIÇÕES MORFOESTRUTURAIS E MORFOTECTONICAS

A fim de especializar e reunir um corpo de feições visualizadas em campo e nas técnicas aplicadas na bacia hidrográfica do Rio Preto foi elaborado um material cartográfico que se volta às feições morfotectônicas e morfoestrututrais na área de estudo (Figura 45).

Vislumbradas através das cartas topográficas do IBGE, em escala 1:50.000, e em campo, estas feições foram registradas através do software ARC'GIS por meio de polígonos. Portanto, registrou-se as feições mais recorrentes na área de estudo, as mesmas foram cartografadas com a finalidade corroborarem para a interpretação eficiente sobre o quadro morfoestrutural e morfotectônico em que se insere a pesquisa.

No mapa estão representadas as capturas fluviais, os principais segmentos de vales retilíneos, as facetas trapezoidais e triangulares e os padrões de drenagem normais e modificados na bacia hidrográfica.

As capturas fluviais, os segmentos de vales retilíneos e os padrões de drenagem foram feições apontadas por meio da base de dados cartográfica, com alguns casos de acesso à essas feições também em campo.

As facetas trapezoidais e triangulares foram localizadas através dos trabalhos de campo, os pontos de acesso ao longo da bacia hidrográfica possibilitaram que estas feições fossem demarcadas e fotografadas ao longo das paisagens da área de estudo.

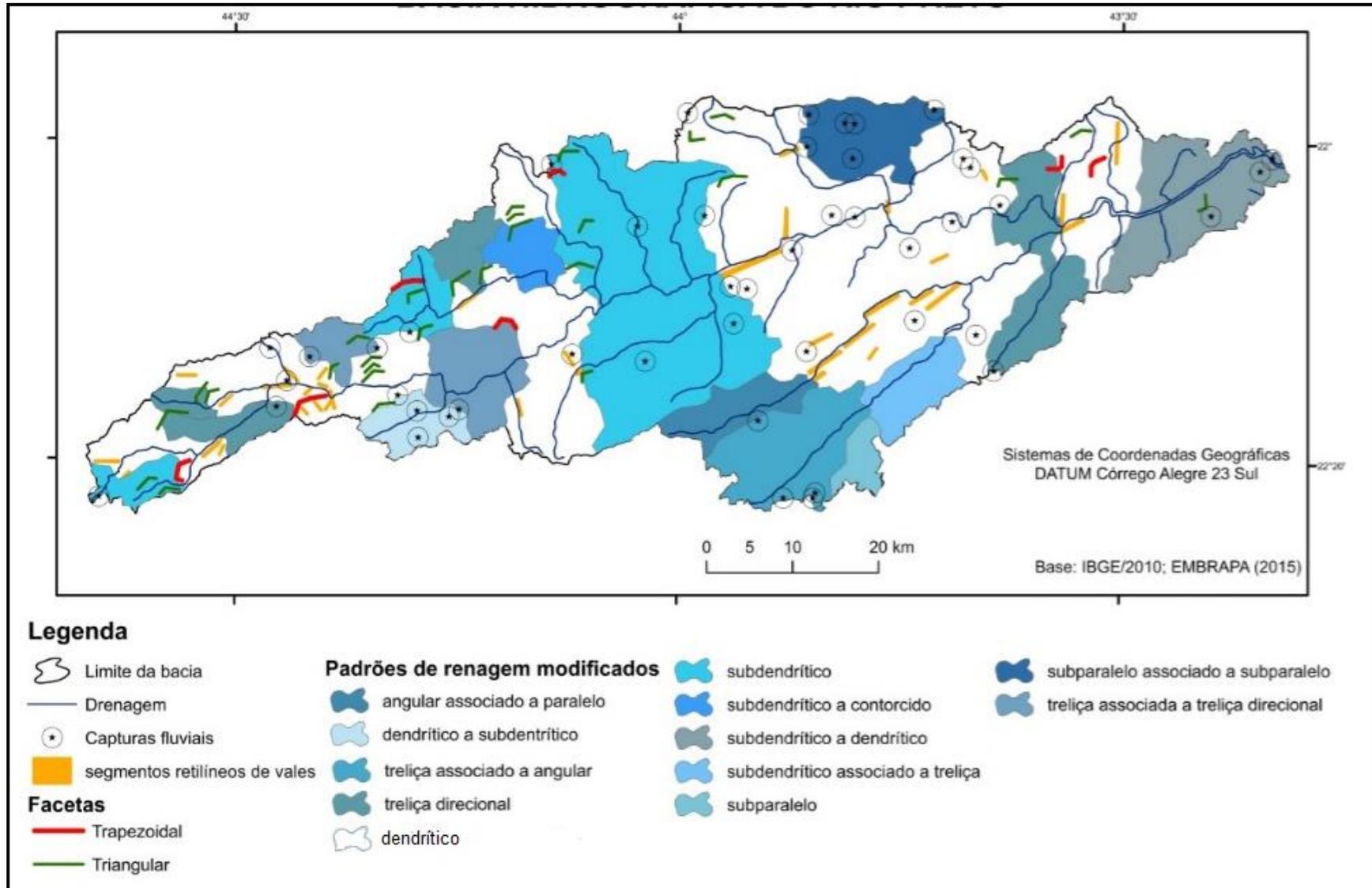


Figura 45: Mapeamento de feições morfotectônicas e morfoestruturais na bacia hidrográfica do Rio Preto.

As capturas fluviais ocorrem ao longo de toda a bacia hidrográfica, mas é no alto curso que estas feições encontram-se concentradas, especialmente limitadas nos contatos da formação litológica de biotita gnaisses do Grupo Andrelândia com outras litologias.

A primeira captura apontada ocorre a poucos metros do Pico das Agulhas Negras, onde a principal nascente do Rio Preto conforma cotovelo de drenagem apesar de ser este um prelúdio de captura fluvial, pois ainda não se concretizou, a drenagem esta sendo capturada pela bacia do rio Paraíba do Sul.

Onze capturas fluviais se alojam no alto curso, a área corresponde à transição litológica entre os Complexos da Mantiqueira e de Andrelândia, e nela há concentração de capturas fluviais como a do Ribeirão dos Índios pelo Ribeirão da Pedra Branca e de afluente do ribeirão Boa Vista pelo Ribeirão da Paca, ambos na margem direita do Rio Preto.

Neste compartimento topográfico, Encostas Dissecadas com depósitos de tálus (Dedt), concentra-se as mais elevadas altitudes da bacia hidrográfica, assim como a maior concentração de anomalias referentes aos índices geomórficos e feições morfotectônicas sendo as facetas trapezoidais comuns conforme Figura 46.

As facetas trapezoidais visualizadas são indicativas junto das facetas triangulares da preservação diante da ação intempérica além de refletirem a possibilidade de soerguimento de blocos na margem esquerda da área de estudo, que se pauto sobre o Planalto do Itatiaia.

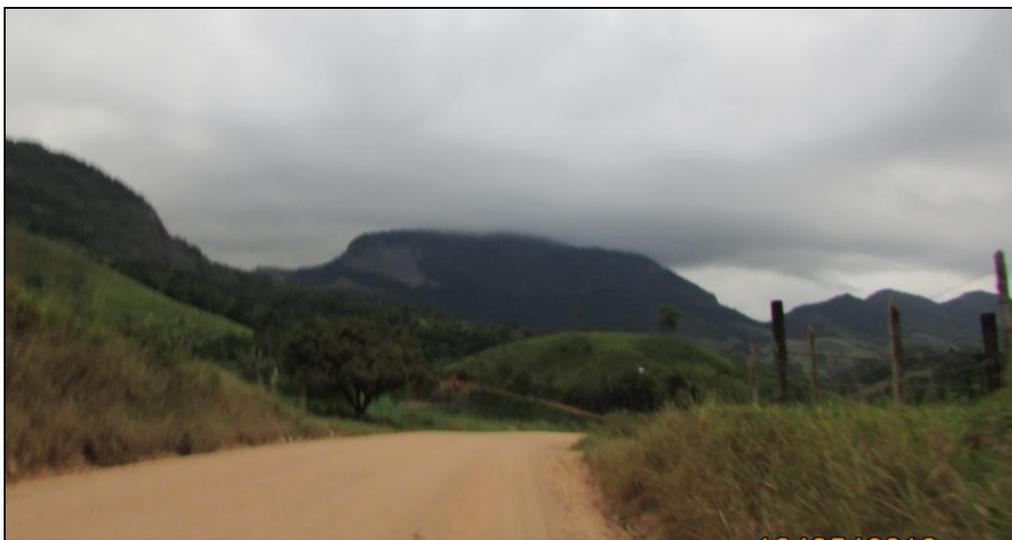


Figura 46: Facetas trapezoidais se estendem pelo alto curso da bacia hidrográfica.

Na margem esquerda há captura do Rio da Furna pelo córrego do Quito, ocorrendo à leste de um vale retilíneo de orientação E-W demarcada no mapa de feições morfoestruturais e morfotectônicas. Esta área do Planalto do Itatiaia possui padrão de drenagem em treliça, tendo os Ribeirões Lacerda e Bocaina como os mais representativos desta característica, onde os

canais se adaptam à falhas transcorrentes que condicionam o relevo e a drenagem. A falha sobre a qual o Ribeirão Lacerda se estende condiciona uma adaptação do canal principal, na qual o Rio Preto modifica sua orientação NE-SW para N-S formando um cotovelo de drenagem.

Captura entre a bacia do Ribeirão do Bananal e o Ribeirão dos Espriados ocorre paralelamente à faceta triangular sobre falha normal, onde o padrão de drenagem dendrítico possui paralelismo acessório na Serra do Buri.

O Rio São Fernando realizou a captura do Córrego do Prado sobre o Córrego da Barrinha, na área o padrão de drenagem é subdendrítico. Porém o Rio dos Rochedos, afluente do Rio São Fernando, se apresenta adaptado a uma falha e assim com padrão de drenagem em treliça e com dois de seus afluentes refletindo o mesmo padrão.

O Ribeirão Santa Clara possui parte de sua drenagem capturada pelo córrego do Barro Branco ao sul da Serra de São Lourenço, onde uma faceta trapezoidal se encontra adaptada à falha transcorrente, de orientação SSE-NNW.

Aos 460 metros de altitude Ribeirão Santana é capturada para confluir com o Rio Preto paralelamente, com presença de vale cego o canal não mais conflui perpendicularmente ao seu superior que se adapta à uma falha de orientação N-S. Na área rural de Rio Preto vale cego demonstra captura fluvial entre o Rio Preto e o Córrego Santo Antônio.

Os padrões de drenagem da área de estudo foram poligonizados e reconhecidos em escala regional, havendo ocorrência de padrões modificados como: Angular, subdendrítico, contorcido e treliça direcional.

Na margem direita predominaram os padrões condicionados pela orientação geológica: padrão angular e paralelo, treliça associada a angular e treliça direcional; o que contou com muitos segmentos extensos de vales retilíneos orientados em NE-SW, além do padrão dendrítico e subdendrítico que são os mais recorrentes ao longo das margens da área de estudo.

Padrões em treliça e subdendrítico são comuns na margem esquerda da bacia, como os já mencionados vales retilíneos de orientação N-S e a adaptação de vales à falhas NE-SW cujo relevo se faz alongado e paralelo (Figura 47).

O padrão subdendrítico e dendrítico perpassa a maior parte da bacia possuindo em maior escala discordância locais associadas a mudanças litológicas, resistência de materiais e adaptação à falhas.



Figura 47: Vale de afluente do Rio Preto no margem direita, pertencente ao Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul. Ao fundo o Planalto do Itatiaia e suas escarpas orientadas em direção NE-SW. Autor: Thaianne Campos Moura. Data: 27/06/2017.

No baixo curso, o Ribeirão Sant'Ana apresenta-se em sua planície aluvial desenvolvida perpassar os quartzitos do grupo Andrelândia (Figura 48), o canal apresenta-se meandrante ao longo de seu vale até se adaptar a uma falha transcorrente que o condiciona à uma brusca ruptura de declive, e possuindo no trecho uma drenagem capturada por afluente se sua margem esquerda, conformando cotovelo de drenagem.



Figura 48: Vale do Ribeirão Sant'Ana no baixo curso, próximo ao núcleo urbano de Rio Preto (MG). Autor: Thaianne Campos Moura. Data: 27/08/2017.

O mapeamento de feições morfoestruturais e morfotectônicas na bacia hidrográfica do Rio Preto refletiu à pesquisa, amparado pelas outras técnicas empregadas, um contexto de concomitância de reflexos estruturais na paisagem da área de estudo com a tectônica ativa

conformando feições em meio à unidades geomorfológicas de grande influência litológica, o Planalto do Itatiaia e o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul.

As feições morfoestruturais são mais presentes na margem direita da área de estudo, sendo o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul uma unidade geomorfológica que reflete a estrutura litológica na paisagem através dos padrões de drenagem e segmentos de vales retilíneos.

Por sua vez na porção mantiqueirense, Planalto do Itatiaia, a morfotectônica divide espaço com a morfoestrutura através de feições como vales abortados com bruscas rupturas de declives, terraços aluviais que indicam soerguimento de blocos, capturas fluviais e cotovelos de drenagem recorrentes principalmente no alto curso.

Desta forma, vislumbramos não apenas a diferença altimétrica que distingue as unidades geomorfológicas que comportam a bacia hidrográfica do Rio Preto, como também a morfotectônica e a morfoestrutura se apresentam de forma diversa entre as margens da bacia hidrográfica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do proposto metodologicamente e dos resultados alcançados para a bacia hidrográfica do Rio Preto é possível traçar as seguintes considerações finais; primeiramente os índices geomórficos configuram técnicas de baixo custo que delimitam inúmeras feições de interesse à pesquisa em seu estágio laboratorial, que após as visitas de campo aprofundam os resultados pretéritos de discordâncias locais que indicam feições morfotectônicas.

Os índices demonstraram migrações laterais de canal, linearidade na drenagem e relevo adaptada à falhas normais e transcorrentes; as bruscas rupturas nos perfis longitudinais dos canais, assim como capturas fluviais indicaram pontos de basculamento de blocos, concentrados na margem esquerda, pertencente ao Planalto do Itatiaia.

Através dos materiais cartográficos foi possível a mensuração conjunta das feições morfoestruturais e morfotectônicas presentes na área de estudo, onde os mapeamentos indicaram a concentração de feições morfotectônicas no Planalto do Itatiaia, capturas fluviais, facetas trapezoidais, deflexões e encachoeiramentos de canais são os principais exemplos destas feições, em muitos pontos são indicativos de dinâmica ascensional de blocos, revelando, como no índice Sinuosidade da Escarpa Montanhosa, o soerguimento sobrepondo-se à erosão agressiva de terrenos em meio tropical.

Na margem pertencente ao Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul a morfoestrutura é mais incisiva, orientando canais fluviais e o relevo que seguem alinhados à litologia que lá se assenta, em direção NE-SW. O relevo de morros e morrotes alinhados é predominante nesta margem da bacia, onde os topos foram retrabalhados pelo desgaste intempérico, apresentando-se sobre o padrão mamelonar.

Estes macro compartimentos, distintos em margem esquerda e direita da bacia hidrográfica do Rio Preto, revelam o quadro ascensional da Mantiqueira Meridional em relação ao vale do Paraíba do Sul, onde o sistema *horst-graben* apresenta-se sobre retrabalhamento intempérico.

Nos depósitos sedimentares avaliados é possível notar a existência de uma pretérita deposição de seixos rolados, que se assentam hoje em *paleo* terraços no baixo curso. Concentrando-se atualmente em uma deposição de materiais finos, com predomínio da areia entre as camadas sedimentares presentes nos terraços aluviais. Portanto se faz restrita a deposição dos seixos ao alto e médio curso da bacia limitado pela altimetria de 640 metros.

Quanto ao material datado, presente no alto curso da bacia hidrográfica e na unidade do Planalto do Itatiaia, o mesmo remete-se ao Pleistoceno terminal/ início do Holoceno. O resultado sugere o soerguimento da antiga planície aluvial do Rio Preto, acompanhada da

migração do canal em direção à sua margem direita, estando atualmente erodindo-a e desenvolvendo planície na margem esquerda. Assim, por meio do resultado da datação unido dos dados morfométricos e visitas a campo, temos a resposta concreta da tectônica ativa na área de estudo, pautada no Planalto do Itatiaia, conferindo às feições observadas em campo na área o caráter morfotectônico.

É importante reconhecer que muitas anomalias resultam de mudanças no substrato, com mudanças litológicas e adaptações à falhas de caráter normal e transcorrente. Porém a morfotectônica é presente na bacia hidrográfica e se apresenta através de feições que se sobrepõem em meio à bacia. Desta forma salienta-se a necessidade de continuidade em pesquisas sobre tal perspectiva, tendo-se em vista a área representar um dos mais expressivos terrenos brasileiros no que tange a complexidade paisagística, onde a neotectônica se assenta primordialmente no substrato e tem na paisagem o reflexo de sua dinâmica.

8. REFERENCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os Domínios da Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

_____. Um Conceito de Geomorfologia à Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 18, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências** v. 28. Junho de 1998. P.135-150.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo, n. 13, 1971. 27p.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.p.726.

BRASIL (Ministério de Minas e Energia). **Projeto RADAMBRASIL. Folha SF23/24, Vitória/Rio de Janeiro. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983.

BRICALLI, L. L.; MELLO, C. L.; Padrões de lineamentos relacionados a litoestrutura e fraturamento neotectônico (estado do Espírito Santo, SE do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.3. p.301-311, 2013.

BULL, W. B.; WALLACE, R. E. Tectonic geomorphology. **Geology**, Penrose Conference Report, p. 216, 1985.

CASSETI, C. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: www.funape.org.br/geomorfologia. Acesso 15 de abril de 2016.

COMIG (Companhia Mineradora de Minas Gerais). **Projeto Sul de Minas: Mapa Geológico das Folhas Santa Rita do Jacutinga e Pouso Alto**. Belo Horizonte, 2003.

CONTI, J. B.; O meio ambiente Tropical. **Geografia**. v.14. n28. 1989. p. 69-79.

_____. Resgatando a “Fisiologia da Paisagem”. São Paulo, Universidade de São Paulo, **Revista do Departamento de Geografia** 14, p. 59-68, 2001.

_____. Geografia e Paisagem. Universidade de Santa Maria - **Ciência e Natura**, v. 36 Ed. Especial, 2014, p. 239–245.

COX, R. T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an exemple for Mississipi Embayment. **Geological Society of American Bulletin**, v. 106, n. 5, p. 571-581, 1994.

CRUZ, Olga. A Geografia Física, o Geossistema, a Paisagem e os Estudos dos Processos Geomorfológicos. Rio Claro, SP; **Boletim de Geografia Teorética**, vol. 15, nº29-30, 1985. p.53-62.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária). **Imagens SRTM. Folhas SF-23-Z-A e SF-23-X-C Escala 1:250.000.** Disponível em <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em 10/08/2014, 2014.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; **Terraços neoquaternários no Vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas.** Rio Claro, 2000. 264p. Tese (Doutorado em Geociências) - IGCE, UNESP.

_____ Aplicação do índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Geologia USP-Séries Científicas**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD A. R.; SANTONI G.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. J. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices rde (relação declividade-extensão) em segmentos de drenagem. **Geociências**, v. 25, n. 3, p. 271-287, 2006.

FERREIRA, M. F. M. **Morfologia e Análise Morfotectônica do Alto Vale do Sapucaí.** Tese Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001. 297p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology.** New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.

GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. **Geomorfologia.** In: Projeto RadamBrasil, Brasília: DNPM, 1983. v. 32, p. 305-384.

GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. **Morfotectônica do médio vale do Rio Paraíba do Sul: região da Serra da Bocaina, estados de São Paulo e Rio de Janeiro.** 1999, 259p. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1999.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **Journal of Research of United States Geological Survey.** v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HARE, P. W; GARDNER, I. W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. **Annual Binghamton Geomorphology Symposium.** Boston, 1985.

HARTWIG, M. E.; RICCOMINI, C. Análise morfotectônica da região da serra dos Orgãos, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.11, n.1, p.11-20, 2010

HASUI, Y. Neotectônica e Aspectos Fundamentais da Tectônica Ressurgente no Brasil. In: 1º WORKSHOP DE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CONTINENTAL CENOZÓICA NO SUDESTE DO BRASIL, 11, 1990, Belo Horizonte. Minas Gerais: **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, 1990. p. 1-31.

HIRUMA, S. T. **Significado morfotectônico dos planaltos isolados da Bocaina.** Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

_____ ; RICCOMINI, C. Análise morfométrica em neotectônica: o exemplo do Planalto de Campos do Jordão. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, USP, v. 20, n. ½, p. 5-19, 1999.

HIRUMA; S. T.; RICCOMINI, C.; MODENESI-GAUTTIERI, M. C. Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 375-384, 2001.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Am.Assoc. Petrol. Geol. Bull.**, v. 51, p. 2246-2259, 1976.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cartas topográficas Agulhas Negras, Alagoa e Liberdade, Resende, Santa Rita do Jacutinga, Barra do Piraí, Nossa Senhora do Amparo, Valença, Vassouras, Paraíba do Sul, Lima Duarte, Santa Bárbara do Monte Verde, Bom Jardim de Minas Escala: 1:50.000.** Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: Março de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, Rio de Janeiro, 1992.

JAIN, V. E. **Geotectônica General.** Parte 1. Moscou. Editorial Mir, 1984. 356 p.

LIMA, C.C.U. O Neotectonismo na Costa do Sudeste e do Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciência & Tecnologia** 15, 2000. p. 91-102.

MARENT, B.R., VALADÃO, R. C. Compartimentação geomorfológica dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.2, (Abr-Jun) p.255-270, 2015

MARQUES NETO, R. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil.** 2012, 429p. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2012.

_____. Aspectos morfoestruturais e morfotectônicos da bacia do rio Lambari (sul de Minas Gerais) no escopo da neotectônica e seus reflexos no relevo e na drenagem. I Simpósio Mineiro de Geografia – Alfenas, 2014. P. 34-49

MARQUES NETO, R; PEREZ FILHO, A. Evidências de atividade neotectônica nos maciços alcalinos de Itatiaia e Passa Quatro, sul de Minas Gerais. **GEOUSP**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 416 – 430, mai/ago, 2014.

_____. Tectônicos no meio tropical: questões sobre a fisiologia da paisagem nas terras altas do sudeste brasileiro. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 646-658, 2012.

MARQUES NETO, R; PEREZ FILHO, A.; OLIVEIRA; T. A. Itatiaia Massif: Morphogenesis of Southeastern Brazilian Highlands. In: VIEIRA; B. C.; SANTOS; L.J.C.; SALGADO; A. A. R. **Landscapes and Landforms of Brazil.** Springer, 2015. P. 403.

MENDES, L. D.; FERNANDES, N. F.; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. Morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.8, n.1, p.63-77, 2007.

- MIALL, A. D. **Principles of sedimentary basin analysis**. New York, Springer Verlag, 1984.
- MIRANDA, SILVIO. Relatório de Ensaio para datação por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE). Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda. São Paulo. Outubro, 2016.
- NASCIMENTO, E. R., SALAMUNI, E. QUEIROZ, G. L. SILVA, P. A. H., FIORI, A. P. Evidências de determinação morfotectônica e neotectônica no relevo da Serra do Mar no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.3, (Jul-Set) p.287-299, 2013
- OLIVEIRA, D. Capturas fluviais como evidências da evolução do relevo: uma revisão bibliográfica. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 20, 2010. p. 37-50.
- OLIVEIRA, D. E.; ASSIS, D. C.; FERREIRA, C. C. M. PIMENTEL, F. O. Considerações sobre a precipitação na bacia hidrográfica Do rio Paraibuna, MG/RJ, um resgate da série meteorológica compreendida entre 1980 e 2010. Disponível em <<http://www.ufjf.br/labcaa/files/2008/08/CONSIDERA%20C3%87%20C3%95ES-SOBRE-A-PRICIPITA%20C3%87%20C3%83O-NA-BACIA-HIDROGR%20C3%81FICA-DO-RIO-PARAIBU-NA-MGRJ-UM-RESGATE-DA-S%20C3%89RIE-METEOROL%20C3%93GICA-COMPREEN DIDA-ENTRE-1980-E-20101.pdf>>. Acesso em 20/02/2016.
- PETRINI; M. A. **Mapeamento Morfoestrutural e Evolução do Relevo na Bacia do Rio Bonito-SP**. Monografia, Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. 2008. p.65.
- RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989. 256p.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4º ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 222p.
- SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte, 1991. 285p. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.
- _____. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretações preliminares. **Geonomos**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 1993.
- SALVADOR, E. D. **Análise neotectônica da região do vale do rio Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ)**. Dissertação de mestrado. São Paulo Universidade De São Paulo - Instituto de Geociências. 1994. 109p.
- SEEBER, L. GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, v. 92, p. 335-367, 1983.
- SILVA; A. MELLO; C. L. Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil). **Revista do Instituto de Geociências – USP**. Geol. USP, São Paulo, v. 11, n. 1. 2011.p. 95-111.

SILVA; A. MELLO; C. L. **Neotectônica na região da zona de cisalhamento do rio Paraíba do sul e áreas adjacentes, entre Miguel Pereira (RJ) e Juiz de fora (MG)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro –UFRJ. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, 2006. 125 p.

SILVA; T. M.; MONTEIRO, H. S.; CRUZ; M. A; MOURA; J. R. S. Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP). **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ. Vol. 29 - 2 / 2006 p. 210-224.

STEWART I.S. & HANCOCK P.L. **What is a fault scarp?** Episodes, 13(4): 1990. p.256-263.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. New York: British Cataloguing in Publication. 1991. 537 p. 70.

ZOBACK, M. L.; ZOBACK, M. D.; ADAMS, J.; ASSUMPÇÃO, M.; BELL, S.; BERGMAN, E. A.; BLÜMLING, P.; BRERETON, N. R.; DENHAN, D.; DING, J.; FUCHS, K.; GAY, N.; GREGERSEN, S.; GUPTA, H. K.; GVISHIANI, A.; JACOB, K.; KLEIN, R.; KNOLL, P.; MAGEE, M.; MERCIER, J. L.; MÜLLER, B. C.; PAQUIN, C.; RAJENDRAN, K.; STEPHANSSON, O. SUAREZ, G.; SUTER, M.; UDÍAS, A.; XU, Z. H. ZHIZHIN, M. Global patterns of tectonic stress. **Nature**, v. 341, p. 291-298, 1989.

APÊNDICE

Quadros de resultados para os índices geomórficos: índice Relação declividade x extensão do curso (RDE) e Fator de Simetria Topográfica Transversal.

Rio Preto

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
2700-2680	25	25	20,0	0,0
2680-2660	25	50	40,0	0,1
2660-2640	25	75	60,0	0,1
2640-2620	25	100	80,0	0,2
2620-2600	25	125	100,0	0,2
2600-2580	50	175	70,0	0,2
2580-2560	50	225	90,0	0,2
2560 - 2540	50	275	110,0	0,2
2540 - 2520	50	325	130,0	0,3
2520 - 2500	50	375	150,0	0,3
2500 - 2480	50	425	170,0	0,4
2480 - 2460	100	525	105,0	0,2
2460 - 2440	100	625	125,0	0,3
2440 - 2420	150	775	103,3	0,2
2420 - 2400	250	1025	82,0	0,2
2400 - 2380	200	1225	122,5	0,3
2380 - 2360	150	1375	183,3	0,4
2360 - 2340	150	1525	203,3	0,5
2340 - 2320	1050	2575	49,0	0,1
2320 - 2300	50	2625	1050,0	2,4
2300 - 2280	50	2675	1070,0	2,4
2280 - 2260	50	2725	1090,0	2,4
2260 - 2240	50	2775	1110,0	2,5
2240 - 2220	50	2825	1130,0	2,5
2220 - 2200	50	2875	1150,0	2,6
2200 - 2180	50	2925	1170,0	2,6
2180 - 2160	50	2975	1190,0	2,7
2160 - 2140	50	3025	1210,0	2,7
2140 - 2120	50	3075	1230,0	2,8
2120 - 2100	50	3125	1250,0	2,8
2100 - 2080	50	3175	1270,0	2,9
2080 - 2060	100	3275	655,0	1,5
2060 - 2040	100	3375	675,0	1,5
2040 - 2020	50	3425	1370,0	3,1
2020 - 2000	150	3575	476,7	1,1
2000 - 1980	250	3825	306,0	0,7
1980 - 1960	50	3875	1550,0	3,5
1960 - 1940	50	3925	1570,0	3,5
1940 - 1920	25	3950	3160,0	7,1

1920 - 1900	50	4000	1600,0	3,6
1900 - 1880	100	4100	820,0	1,8
1880 - 1860	50	4150	1660,0	3,7
1860 - 1840	150	4300	573,3	1,3
1840 - 1820	50	4350	1740,0	3,9
1820 - 1800	50	4400	1760,0	4,0
1800 - 1780	200	4600	460,0	1,0
1780 - 1760	100	4700	940,0	2,1
1760 - 1740	100	4800	960,0	2,2
1740 - 1720	100	4900	980,0	2,2
1720 - 1700	50	4950	1980,0	4,4
1700 - 1680	250	5200	416,0	0,9
1680 - 1660	50	5250	2100,0	4,7
1660 - 1640	100	5350	1070,0	2,4
1640 - 1620	100	5450	1090,0	2,4
1620 - 1600	100	5550	1110,0	2,5
1600 - 1580	100	5650	1130,0	2,5
1580 - 1560	100	5750	1150,0	2,6
1560 - 1540	100	5850	1170,0	2,6
1540 - 1520	100	5950	1190,0	2,7
1520 - 1500	100	6050	1210,0	2,7
1500 - 1480	200	6250	625,0	1,4
1480 - 1460	200	6450	645,0	1,4
1460 - 1440	200	6650	665,0	1,5
1440 - 1420	100	6750	1350,0	3,0
1420 - 1400	250	7000	560,0	1,3
1400 - 1380	50	7050	2820,0	6,3
1380 - 1360	200	7250	725,0	1,6
1360 - 1340	50	7300	2920,0	6,6
1340 - 1320	100	7400	1480,0	3,3
1320 - 1300	350	7750	442,9	1,0
1300 - 1280	150	7900	1053,3	2,4
1280 - 1260	350	8250	471,4	1,1
1260 - 1240	100	8350	1670,0	3,8
1240 - 1220	250	8600	688,0	1,5
1220 - 1200	450	9050	402,2	0,9
1200 - 1180	150	9200	1226,7	2,8
1180 - 1160	400	9600	480,0	1,1
1160 - 1140	300	9900	660,0	1,5
1140 - 1120	850	10750	252,9	0,6
1120 - 1100	850	11600	272,9	0,6
1100 - 1080	2400	14000	116,7	0,3
1080 - 1060	100	14100	2820,0	6,3
1060 - 1040	1150	15250	265,2	0,6
1040 - 1020	2200	17450	158,6	0,4

1020 - 1000	2850	20300	142,5	0,3
1000 - 980	3800	24100	126,8	0,3
980 - 960	12800	36900	57,7	0,1
960 - 940	3650	40550	222,2	0,5
940 - 920	6700	47250	141,0	0,3
920 - 900	3300	50550	306,4	0,7
900 - 880	200	50750	5075,0	11,4
880 - 860	200	50950	5095,0	11,4
860 - 840	150	51100	6813,3	15,3
840 - 820	50	51150	20460,0	46,0
820 - 800	50	51200	20480,0	46,0
800 - 780	200	51400	5140,0	11,5
780 - 760	75	51475	13726,7	30,8
760 - 740	50	51525	20610,0	46,3
740 - 720	50	51575	20630,0	46,3
720 - 700	100	51675	10335,0	23,2
700 - 680	100	51775	10355,0	23,3
680 - 660	100	51875	10375,0	23,3
660 - 640	450	52325	2325,6	5,2
640 - 620	3500	55825	319,0	0,7
620 - 600	900	56725	1260,6	2,8
600 - 580	250	56975	4558,0	10,2
580 - 560	4050	61025	301,4	0,7
560 - 540	2800	63825	455,9	1,0
540 - 520	3700	67525	365,0	0,8
520 - 500	5900	73425	248,9	0,6
500 - 480	11000	84425	153,5	0,3
480 - 460	12200	96625	158,4	0,4
460 - 440	10350	106975	206,7	0,5
440 - 420	35500	142475	80,3	0,2
420 - 400	32350	174825	108,1	0,2
400 - 380	14100	188925	268,0	0,6
380 - 360	4800	193725	807,2	1,8
360 - 340	21150	214875	203,2	0,5
RDEtotal= 445,2				

Ribeirão das Flores

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
2200 - 2180	25	25	20,0	0,1
2180 - 2160	25	50	40,0	0,1
2160 - 2140	25	75	60,0	0,2
2140 - 2120	25	100	80,0	0,3
2120 - 2100	25	125	100,0	0,3
2100 - 2080	25	150	120,0	0,4
2080 - 2060	50	200	80,0	0,3
2060 - 2040	50	250	100,0	0,3
2040 - 2020	25	275	220,0	0,7
2020 - 2000	50	325	130,0	0,4
2000 - 1980	50	375	150,0	0,5
1980 - 1960	50	425	170,0	0,6
1960 - 1940	50	475	190,0	0,6
1940 - 1920	50	525	210,0	0,7
1920 - 1900	50	575	230,0	0,8
1900 - 1880	50	625	250,0	0,8
1880 - 1860	75	700	186,7	0,6
1860 - 1840	50	750	300,0	1,0
1840 - 1820	50	800	320,0	1,1
1820 - 1800	75	875	233,3	0,8
1800 - 1780	50	925	370,0	1,3
1780 - 1760	100	1025	205,0	0,7
1760 - 1740	50	1075	430,0	1,5
1740 - 1720	50	1125	450,0	0,4
1720 - 1700	100	1225	245,0	0,8
1700 - 1680	50	1275	510,0	1,7
1680 - 1660	100	1375	275,0	0,9
1660 - 1640	50	1425	570,0	0,4
1640 - 1620	50	1475	590,0	2,0
1620 - 1600	150	1625	216,7	0,7
1600 - 1580	50	1675	670,0	2,3
1580 - 1560	100	1775	355,0	1,2
1560 - 1540	150	1925	256,7	0,9
1540 - 1520	100	2025	405,0	1,4
1520 - 1500	100	2125	425,0	1,4
1500 - 1480	75	2200	586,7	2,0
1480 - 1460	200	2400	240,0	0,8
1460 - 1440	200	2600	260,0	0,9
1440 - 1420	200	2800	280,0	0,9
1420 - 1400	50	2850	1140,0	3,9
1400 - 1380	250	3100	248,0	0,8
1380 - 1360	200	3300	330,0	1,1

1360 - 1340	200	3500	350,0	1,2
1340 - 1320	50	3550	1420,0	4,8
1320 - 1300	50	3600	1440,0	4,9
1300 - 1280	300	3900	260,0	0,9
1280 - 1260	300	4200	280,0	0,9
1260 - 1240	100	4300	860,0	2,9
1240 - 1220	50	4350	1740,0	5,9
1220 - 1200	250	4600	368,0	1,2
1200 - 1180	400	5000	250,0	0,8
1180 - 1160	250	5250	420,0	1,4
1160 - 1140	150	5400	720,0	2,4
1140 - 1120	150	5550	740,0	2,5
1120 - 1100	200	5750	575,0	1,9
1100 - 1080	500	6250	250,0	0,8
1080 - 1060	550	6800	247,3	0,8
1060 - 1040	350	7150	408,6	1,4
1040 - 1020	950	8100	170,5	0,6
1020 - 1000	1100	9200	167,3	0,6
1000 - 980	1750	10950	125,1	0,4
980 - 960	6650	17600	52,9	0,2
RDE total=295, 2				

Ribeirão da Saudade

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
780 - 760	200	200	20,0	0,2
760 - 740	400	600	30,0	0,3
740 - 720	100	700	140,0	1,5
720 - 700	100	800	160,0	1,7
700 - 680	50	850	340,0	3,7
680 - 660	75	925	246,7	2,7
660 - 640	50	975	390,0	4,2
640 - 620	75	1050	280,0	3,0
620 - 600	50	1100	440,0	4,8
600 - 580	550	1650	60,0	0,6
580 - 560	1800	3450	38,3	0,4
560 - 540	2500	5950	47,6	0,5
540 - 520	100	6050	1210,0	13,1
520 - 500	100	6150	1230,0	13,3
500 - 480	950	7100	149,5	1,6
480 - 460	150	7250	966,7	10,4
460 - 440	1200	8450	140,8	1,5
440 - 420	700	9150	261,4	2,8
420 - 400	3650	12800	70,1	0,8
400-380	1350	14150	209,6	2,3
RDE TOTAL = 92,6				

Ribeirão da Pedra Branca

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
1140 - 1120	75	75	20,0	0,1
1120 - 1100	50	125	50,0	0,3
1100 - 1080	100	225	45,0	0,3
1080 - 1060	50	275	110,0	0,7
1060 - 1040	50	325	130,0	0,9
1040 - 1020	50	375	150,0	1,0
1020 - 1000	50	425	170,0	1,1
1000 - 980	150	575	76,7	0,5
980 - 960	75	650	173,3	1,1
960 - 940	50	700	280,0	1,9
940 - 920	100	800	160,0	1,1
920 - 900	50	850	340,0	2,2
900 - 880	200	1050	105,0	0,7
880 - 860	50	1100	440,0	2,9
860 - 840	100	1200	240,0	1,6
840 - 820	100	1300	260,0	1,7
820 - 800	350	1650	94,3	0,6
800 - 780	100	1750	350,0	2,3
780 - 760	200	1950	195,0	1,3
760 - 740	50	2000	800,0	5,3
740 - 720	50	2050	820,0	5,4
720 - 700	400	2450	122,5	0,8
700 - 680	250	2700	216,0	1,4
680 - 660	100	2800	560,0	3,7
660 - 640	800	3600	90,0	0,6
640 - 620	2650	6250	47,2	0,3
620 - 600	1950	8200	84,1	0,6
600 - 580	1650	9850	119,4	0,8
580 - 560	2500	12350	98,8	0,7
560 - 540	1000	13350	267,0	1,8
540 - 520	1400	14750	210,7	1,4
RDE total = 151,2				

Ribeirão Manoel Pereira

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
740 - 720	500	500	20,0	0,3
720 - 700	500	1000	40,0	0,5
700 - 680	2000	3000	30,0	0,4
680 - 660	950	3950	83,2	1,1
660 - 640	1150	5100	88,7	1,1
640 - 620	3100	8200	52,9	0,7
620 - 600	3100	11300	72,9	0,9
600 - 580	2300	13600	118,3	1,5
580 - 560	800	14400	360,0	4,7
560 - 540	700	15100	431,4	5,6
540 - 520	2100	17200	163,8	2,1
520 - 500	1150	18350	319,1	4,1
500 - 480	2650	21000	158,5	2,1
480 - 460	800	21800	545,0	7,1
460 - 440	2150	23950	222,8	2,9
440 - 420	250	24200	1936,0	25,1
420 - 400	850	25050	589,4	7,6
400	2000	27050	270,5	3,5
RDEtotal = 77,2				

Ribeirão Santa Clara

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
1400 - 1380	100	100	20,0	0,1
1380 - 1360	200	50	5,0	0,0
1360 - 1340	150	200	26,7	0,1
1340 - 1320	150	350	46,7	0,2
1320 - 1300	100	450	90,0	0,4
1300 - 1280	350	800	45,7	0,2
1280 - 1260	200	1000	100,0	0,5
1260 - 1240	200	1200	120,0	0,5
1240 - 1220	150	1350	180,0	0,8
1220 - 1200	100	1450	290,0	1,3
1200 - 1180	300	1750	116,7	0,5
1180 - 1160	150	1900	253,3	1,1
1160 - 1140	300	2200	146,7	0,7
1140 - 1120	100	2300	460,0	2,1
1120 - 1100	150	2450	326,7	1,5
1100 - 1080	250	2700	216,0	1,0
1080 - 1060	450	3150	140,0	0,6
1060 - 1040	250	3400	272,0	1,2
1040 - 1020	150	3550	473,3	2,1
1020 - 1000	50	3600	1440,0	6,5

1000 - 980	100	3700	740,0	3,3
980 - 960	250	3950	316,0	1,4
960 - 940	50	4000	1600,0	7,2
940 - 920	300	4300	286,7	1,3
920 - 900	150	4450	593,3	2,7
900 - 880	250	4700	376,0	1,7
880 - 860	500	5200	208,0	0,9
860 - 840	600	5800	193,3	0,9
840 - 820	200	6000	600,0	2,7
820 - 800	400	6400	320,0	1,4
800 - 780	350	6750	385,7	1,7
780 - 760	400	7150	357,5	1,6
760 - 740	500	7650	306,0	1,4
740 - 720	1050	8700	165,7	0,7
720 - 700	10250	18950	37,0	0,2
700 - 680	1500	20450	272,7	1,2
680 - 660	2100	22550	214,8	1,0
660 - 640	1350	23900	354,1	1,6
640 - 620	400	24300	1215,0	5,5
620 - 600	2000	26300	263,0	1,2
600 - 580	100	26400	5280,0	23,8
580 - 560	50	26600	2660,0	12,0
560 - 540	350	27500	611,1	2,8
540 - 520	100	27600	5520,0	24,8
520 - 500	50	27650	11060,0	49,8
500 - 480	250	27900	2232,0	10,0
480 - 460	200	28100	2810,0	12,6
460 - 440	900	29000	644,4	2,9
440 - 420	2500	31500	252,0	1,1
RDE TOTAL= 222,2				

Ribeirão Sant'Ana

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
1600 - 1580	50	50	20,0	0,1
1580 - 1560	50	100	40,0	0,1
1560 - 1540	25	125	100,0	0,4
1540 - 1520	25	150	120,0	0,4
1520 - 1500	50	200	80,0	0,3
1500 - 1480	25	225	180,0	0,7
1480 - 1460	25	250	200,0	0,7
1460 - 1440	25	275	220,0	0,8
1440 - 1420	50	325	130,0	0,5
1420 - 1400	75	400	106,7	0,4
1400 - 1380	150	550	73,3	0,3
1380 - 1360	100	650	130,0	0,5
1360 - 1340	75	725	193,3	0,7
1340 - 1320	100	825	165,0	0,6
1320 - 1300	150	975	130,0	0,5
1300 - 1280	75	1050	280,0	1,0
1280 - 1260	50	1100	440,0	1,6
1260 - 1240	50	1150	460,0	1,7
1240 - 1220	75	1225	326,7	1,2
1220 - 1200	50	1275	510,0	1,9
1200 - 1180	100	1375	275,0	1,0
1180 - 1160	50	1425	570,0	2,1
1160 - 1140	50	1475	590,0	2,2
1140 - 1120	75	1550	413,3	1,5
1120 - 1100	50	1600	640,0	2,4
1100 - 1080	50	1650	660,0	2,5
1080 - 1060	50	1700	680,0	2,5
1060 - 1040	150	1850	246,7	0,9
1040 - 1020	50	1900	760,0	2,8
1020 - 1000	50	1950	780,0	2,9
1000 - 980	100	2050	410,0	1,5
980 - 960	250	2300	184,0	0,7
960 - 940	100	2400	480,0	1,8
940 - 920	175	2575	294,3	1,1
920 - 900	150	2725	363,3	1,4
900 - 880	200	2925	292,5	1,1
880 - 860	2200	5125	46,6	0,2
860 - 840	3400	8525	50,1	0,2
840 - 820	50	8575	3430,0	12,8
820 - 800	100	8675	1735,0	6,5
800 - 780	50	8725	3490,0	13,0
780 - 760	700	9425	269,3	1,0

760 - 740	150	9575	1276,7	4,8
740 - 720	350	9925	567,1	2,1
720 - 700	50	9975	3990,0	14,9
700 - 680	450	10425	463,3	1,7
680 - 660	400	10825	541,3	2,0
660 - 640	350	11175	638,6	2,4
640 - 620	700	11875	339,3	1,3
620 - 600	6100	17975	58,9	0,2
600 - 580	750	18725	499,3	0,1
580 - 560	350	19075	1090,0	4,1
560 - 540	200	19275	1927,5	7,2
540 - 520	100	19375	3875,0	14,5
520 - 500	500	19875	795,0	3,0
500 - 480	550	20425	742,7	2,8
480 - 460	1300	21725	334,2	1,2
460 - 440	200	21925	2192,5	0,1
440 - 420	700	22625	646,4	2,4
420 - 400	2500	25125	201,0	0,7
RDEtotal=268,1				

Ribeirão Santana

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
960 - 940	50	20	8,0	0,1
940 - 920	25	45	36,0	0,3
920 - 900	25	70	56,0	0,4
900 - 880	50	120	48,0	0,4
880 - 860	50	170	68,0	0,5
860 - 840	50	220	88,0	0,7
840 - 820	50	270	108,0	0,9
820 - 800	50	320	128,0	1,0
800 - 780	175	495	56,6	0,5
780 - 760	300	795	53,0	0,4
760 - 740	825	1620	39,3	0,3
740 - 720	700	2320	66,3	0,5
720 - 700	300	2620	174,7	1,4
700 - 680	1200	3820	63,7	0,5
680 - 660	350	4170	238,3	1,9
660 - 640	1650	5820	70,5	0,6
640 - 620	2100	7920	75,4	0,6
620 - 600	400	8320	416,0	3,3
600 - 580	200	8520	852,0	6,8
580 - 560	1200	9720	162,0	1,3
560 - 540	850	10570	248,7	2,0
540 - 520	200	10770	1077,0	8,6
520 - 500	100	10870	2174,0	17,3
500 - 480	75	10945	2918,7	23,3
480 - 460	125	11070	1771,2	14,1
460 - 440	100	11170	2234,0	17,8
440	2700	13870	102,7	0,8
RDEtotal=125,5				

Rio Bananal

ALTITUDE	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
1400 - 1380	50	50	20	0,1
1380 - 1360	100	150	30	0,1
1360 - 1340	100	250	50	0,2
1340 - 1320	75	325	86,6	0,4
1320 - 1300	50	375	150	0,7
1300 - 1280	200	575	57,5	0,3
1280 - 1260	350	925	52,8	0,3
1260 - 1240	350	1275	72,8	0,4
1240 - 1220	1050	2335	44,2	0,2
1220 - 1200	2000	4325	43,2	0,2
1200 - 1180	1200	5525	92,08	0,4

1180 - 1160	1500	7025	93,66	0,5
1160 - 1140	450	7475	332,22	1,6
1140 - 1120	1150	8625	149,9	0,7
1120 - 1100	150	8775	1169,9	5,7
1100 - 1080	50	8825	3530	17,2
1080 - 1060	100	8925	1785	8,7
1060 - 1040	150	9075	1209,9	5,9
1040 - 1020	2100	11175	106,4	0,5
1020 - 1000	1300	12475	191,9	0,9
1000 - 980	100	12575	2515	12,3
980 - 960	75	12650	3373,3	16,4
960 - 940	100	12750	2550	12,4
940 - 920	150	12900	1719,9	8,4
920 - 900	150	13050	1739,9	8,5
900 - 880	100	13150	2630	12,8
880 - 860	250	13400	1072	5,2
860 - 840	100	13500	2700	13,2
840 - 820	150	13650	1819,9	8,9
820 - 800	75	13725	3659,9	17,8
800 - 780	2150	15875	147,6	0,7
780 - 760	1700	17575	206,76	1,0
760 - 740	100	17675	3535,2	17,2
740 - 720	250	17925	1434	7,0
720 - 700	5050	22975	90,98	0,4
700 - 680	100	23075	4615	22,5
680 - 660	950	24025	505,78	2,5
660 - 640	10350	34375	66,42	0,3
640 - 620	1550	35925	463,5	2,3
620 - 600	1600	37525	469,06	2,3
600 - 580	1350	38875	575,9	2,8
580 - 560	1950	40825	418,7	2,0
560 - 540	750	41575	1108,6	5,4
540 - 520	950	42525	895,26	4,4
520 - 500	3100	45625	294,35	1,4
500 - 480	150	45775	6103,3	29,8
480 - 460	100	45875	9175	44,7
460 - 440	2950	48825	331,01	1,6
RDE total= 208,6				

Rio Bonito

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
1000 - 980	200	200	20,0	0,2
980 - 960	100	300	60,0	0,5
960 - 940	125	425	68,0	0,6
940 - 920	50	475	190,0	1,6
920 - 900	50	525	210,0	1,7
900 - 880	125	650	104,0	0,9
880 - 860	100	750	150,0	1,2
860 - 840	175	925	105,7	0,9
840 - 820	75	1000	266,7	2,2
820 - 800	50	1050	420,0	3,5
800 - 780	100	1150	230,0	1,9
780 - 760	150	1300	173,3	1,4
760 - 740	225	1525	135,6	1,1
740 - 720	275	1800	130,9	1,1
720 - 700	50	1850	740,0	6,1
700 - 680	125	1975	316,0	2,6
680 - 660	150	2125	283,3	2,3
660 - 640	100	2225	445,0	3,7
640 - 620	175	2400	274,3	2,3
620 - 600	650	3050	93,8	0,8
600 - 580	50	3100	1240,0	10,3
580 - 560	2350	5450	46,4	0,4
560 - 540	2600	8050	61,9	0,5
540 - 520	3750	11800	62,9	0,5
520 - 500	9300	21100	45,4	0,4
500 - 480	9350	30450	65,1	0,5
480 - 460	9600	40050	83,4	0,7
460 - 440	14100	54150	76,8	0,6
440 - 420	4350	58500	269,0	2,2
420	5100	63600	249,4	2,1
RDEtotal=120,7				

Rio das Flores

Altitude	Metros	L	RDE trecho	RDE trecho/total
760 - 740	3350	3350	20,0	0,3
740 - 720	1550	4900	63,2	0,8
720 - 700	1150	6050	105,2	1,4
700 - 680	4450	10500	47,2	0,6
680 - 660	100	10600	2120,0	28,2
660 - 640	700	11300	322,9	4,3
640 - 620	1900	13200	138,9	1,8
620 - 600	4150	17350	83,6	1,1
600 - 580	2000	19350	193,5	2,6
580 - 560	800	20150	503,8	6,7
560 - 540	2500	22650	181,2	2,4
540 - 520	7250	29900	82,5	1,1
520 - 500	3100	33000	212,9	2,8
500 - 480	1950	34950	358,5	4,8
480 - 460	3500	38450	219,7	2,9
460 - 440	3250	41700	256,6	3,4
440 - 420	1550	43250	558,1	7,4
420 - 400	15600	58850	75,4	1,0
400	2900	61750	425,9	5,7
RDE= 75,15				