



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
POLO UNIVERSITÁRIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

FABRÍCIO LEANDRO DAMASCENO FERREIRA

AVALIAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ASSIMETRIA DE BACIAS
DE DRENAGEM EM UM SETOR DA DEPRESSÃO TOPOGRÁFICA DO RIO
POMBA (PALMA/MG- RJ).

CAMPOS DOS GOYTACAZES
JULHO DE 2018

FABRÍCIO LEANDRO DAMASCENO FERREIRA

AVALIAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ASSIMETRIA DE BACIAS
DE DRENAGEM EM UM SETOR DA DEPRESSÃO TOPOGRÁFICA DO RIO
POMBA (PALMA/MG - RJ).

Trabalho Final de Curso apresentado ao curso de graduação em Geografia pela Universidade Federal Fluminense, Polo Universitário Campos dos Goytacazes, como um dos requisitos necessário para obtenção do grau em Bacharelado em Geografia.

Orientador:
Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES
JULHO DE 2018

Ferreira, Fabrício Leandro Damasceno.

Avaliação morfotectônica com base em assimetria de bacias de drenagem em um setor da Depressão topográfica do rio Pomba (Palma/MG - RJ)/ Fabrício Leandro Damasceno Ferreira.

Orientador: Thiago Pinto da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso: Graduação em Bacharelado em Geografia – Universidade Federal Fluminense – UFF. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. Departamento de Geografia.

1. Morfotectônica. 2. Geomorfologia.

FABRÍCIO LEANDRO DAMASCENO FERREIRA

AVALIAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ASSIMETRIA DE
BACIAS DE DRENAGEM EM UM SETOR DA DEPRESSÃO TOPOGRÁFICA DO
RIO POMBA (PALMA/MG - RJ).

Trabalho Final de Curso apresentado ao
curso de graduação em Geografia pela
Universidade Federal Fluminense, Polo
Universitário Campos dos Goytacazes,
como um dos requisitos necessário para
obtenção do grau em Bacharelado em
Geografia.

Orientador:
Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva

Aprovado em de Julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Professor: Dr. Thiago Pinto da Silva – Universidade Federal Fluminense
Orientador

Professora: Dr^a Adriana Filgueira Leite – Universidade Federal Fluminense

M.Sc: Anadelson Martins Virtuoso – Universidade Federal Fluminense

FERREIRA, Fabrício Leandro Damasceno. Avaliação morfotectônica com base em assimetria de bacias de drenagem em um setor da Depressão topográfica do rio Pomba (Palma/MG - RJ). Rio de Janeiro, 2018. Final de Curso (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense – UFF.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo fazer uma investigação morfotectônica de um trecho da bacia hidrográfica do rio Pomba, contido na carta topográfica 1: 50.000 de Palma, situado no Estado de Minas Gerais. A metodologia utilizada para obter o fator de simetria topográfica transversa foram a partir dos software QGis com a utilização do SRTM. Tem com objetivo geral avaliar o quadro morfotectônico da região, apresentar, mapear e identificar os aspectos morfotectônicos, buscando métodos geomorfológicos específicos para apontar os resultados que serão alcançados no desenvolvimento da pesquisa de investigação e como objetivo específico, compreender a organização da rede de drenagem e contribuir para o estudo morfotectônico. Obteve como resultado uma variação do FSTT entre 0,1 na sub-bacia Ribeirão São João e de 0,92 na sub-bacia Córrego Boa Vista. Os valores obtidos apontam uma influência direta das estruturas na evolução geomorfologia, ou seja, tendo como princípio que a tectônica influencia na evolução da paisagem.

Palavras-chaves: FSTT, Neotectônica, Geoprocessamento, Tectonismo, SRTM-Nasa

FERREIRA, Fabrício Leandro Damasceno. *Morphotectonic evolution based on asymmetry of drainage basins in a topographic depression sector of the Pomba river (Pomba / MG - RJ)*. Rio de Janeiro, 2018. Final de Curso (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense – UFF.

ABSTRACT

The present work of conclusion of course aims to make a morphotectonic investigation of a section of the watershed of the river Pomba, contained in the topographical chart 1: 50,000 of Pomba, situated in the State of Minas Gerais. The methodology used to obtain the transverse topographic symmetry factor were from the QGis software using the SRTM/NASA. The objective of this study is to evaluate the morphotectonic profile of the region, to present, map and identify the morphotectonic aspects, searching for specific geomorphological methods to indicate the results that will be achieved in the development of research research and to understand the organization of the drainage network and morphotectonic study. It resulted in a FSTT variation between 0.1 in the Ribeirão São João sub-basin and 0.92 in the Córrego Boa Vista sub-basin. The values obtained indicate a direct influence of the structures in the geomorphology evolution, that is, with the principle that tectonics influences the evolution of the landscape.

Keywords: FSTT, Neotectonics, Geoprocessing, Tectonism, SRTM-NASA

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	10
2 – ÁREA DE ESTUDO	11
2.1 – GEOLOGIA	13
2.2 – GEOMORFOLOGIA	20
3 – MORFOTECTÔNICA.....	24
3.1 – O CONCEITO MORFOTECTÔNICA	24
3.2 – MORFOTECTÔNICA NO SUDESTE DO BRASIL	27
4 – METODOLOGIA.....	28
4.1 – ANÁLISE HIPSOMÉTRICA	28
4.2 – ANÁLISE DA ASSIMETRIA DAS SUB-BACIAS	29
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1 – ANÁLISE DO MAPA HIPSOMÉTRICO	31
5.2 – ANÁLISE DA ASSIMETRIA DAS BACIAS DE DRENAGEM.....	33
5.3 – DISCUSSÕES	40
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

Lista de Figuras

- Figura 1: Mapa de localização da carta topográfica de Palma no estado de Minas Gerais com o mapa de bacias da Agência Nacional de Águas - ANA. 12
- Figura 2: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira: o segmento setentrional é o Orógeno Araçuaí; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel..... 14
- Figura 3: Localização dos orógenos do Sistema Orogênico Mantiqueira no contexto do Gondwana Ocidental (modificado de Trompette, 1994). 1- Bacias fanerozóicas. 2- Coberturas cratônicas. 3- Orógenosneoproterozoicos (B- Brasília, A- Araçuaí, R- Ribeira, ZI- Zona de Interferência, AP- Apiaí, DF- Dom Feliciano). 4- Crátoneoproterozoicos (CSF- São Francisco, LA- Luis Alves, RP- Rio de La Plata). Na África localizam-se as faixas neoproterozóicas do Congo Ocidental (CO), Kaoko (K), Damara (D), Gariep (G) e Saldania (S), relacionadas aos crátoneoproterozoicos do Congo e Kalahari – Retirado de Heilbron et al. 2004..... 15
- Figura 4: Mapa Geológico da área de estudo (Carta topográfica de Palma na escala 1:50.000) – modificado de Leite et al (2004) e Silva (2004), a partir das cartas geológicas do Brasil ao milionésimo do Rio de Janeiro – SF – 23 e Vitória – SF – 24 (fonte das cartas: www.crpm.gov.br) retirado de Baiense, (2011). Nota explicativa da carta geológica do Brasil na próxima página (Figura 5). 18
- Figura 5: Nota explicativa da carta geológica do Brasil ao milionésimo, incluindo a classe três que é pertencente a área de estudo. Retirado de Baiense, (2011)..... 19
- Figura 6: Mapa geomorfológico da área de estudo - modificado da folha RJ-SF-23 do Projeto RADAMBRASIL (Gatto et al., 1983). Legenda incluindo somente as unidades referentes à área de estudo. Tipos de modelado: de Acumulação (A) – Ac (de enxurrada – área plana ou abaciada), Af (fluvial), Atf (terraço fluvial), Afllúvio-lacustre), Afm (flúvio marinho), Atm (terraço marinho), Am (marinho); e de Dissecação (D). Densidade de drenagem: fina (f), média (m) e grosseira (g). (1, 2 e 3): graus de aprofundamento da dissecação definidos pela média da frequência dos níveis medidos em perfis transversais..... 22
- Figura 7: Visão geral da unidade geomorfológica da Depressão do Pomba-Muriaé em São João da Sapucaia. Destaca-se o relevo colinoso de topos aplainados, característico de mares de morros. Em destaque, as feições de fundo de vale plano. Bacia do córrego Ribeirão São João, município de Laranjal (MG)..... 23
- Figura 8: Feições de relevos morfotectônicos associados com zonas de falhas principais (Wesson et al., 1975 apud Summerfield, 1996). Retirado de Gontijo (1999)..... 26
- Figura 9: Modelo com o cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversa com os dados de D_a e D_d de uma determinada bacia. Fonte: Ribeiro, 2010 (Modificado de Cox, (1994). 30
- Figura 10: Mapa hipsométrico da carta topográfica de Palma na escala 1:50:000 com as cinco sub-bacias de 4º ordem. 32
- Figura 11: Análise da sub-bacia do Córrego Brauna com os valores de D_a e D_d e o fator de Simetria Topográfica Transversa..... 34
- Figura 12: Análise da sub-bacia do Córrego Alegre com os valores de D_a e D_d e o fator de Simetria Topográfica Transversa. 35

Figura 13: Análise da sub-bacia do Córrego Boa Vista com os valores de D_a e D_d e o fator de Simetria Topográfica Transversa.	36
Figura 14: Análise da sub-bacia do Córrego Ribeirão São João com os valores de D_a e D_d e o fator de Simetria Topográfica Transversa.	37
Figura 15: Análise da sub-bacia Ribeirão Capivara com os valores de D_a e D_d e o fator de Simetria Topográfica Transversa.	38
Figura 16: Canal da sub-bacia do Ribeirão São João. Percebe-se, ainda, a depressão topográfica da região e os relevos típicos desta área. Distrito de São João da Sapucaia, Município de Laranjal (MG).	39
Figura 17: Modelo com interpretação indicando o basculamento de bloco com o relevo associado, destacando a direção da a Escapa de Falha ou Escapa de Linha de Falha e a orientação do relevo. BR- 116 Município de Laranjal (MG).	41
Figura 18: Modelo com interpretação indicando o basculamento de bloco com o relevo associado, destacando a direção da a Escapa de Falha ou Escapa de Linha de Falha e a orientação do relevo. BR- 116 Município de Laranjal (MG).	42

1 – INTRODUÇÃO

Os processos de reativação tectônica no Brasil estão ligados à formação do continente Gondwana, principalmente em seu período de rompimento, o que provocou fraturamentos e falhamentos por toda a costa brasileira. Na região Sudeste, a formação do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) definido por Ricommini (1989 *apud* Ricommini *et al.*, 2004), que compreende regiões deprimidas, que se entendem pelas bacias de Taubaté, Resende, Volta redonda e Itaboraí, aparece como feição principal que resultou de tais processos. A alternância entre vales/planícies e serras nessa região, definida por Zalán & Oliveira (2005) como uma sucessão de horstes e grábens escalonados, aumentou a área de atuação para além das bacias sedimentares, nomeando assim o Sistema de Rifts Cenozóicos do Sudeste de Brasil (SRCSB).

O presente estudo apresenta uma investigação morfotectônica realizada em um determinado trecho da bacia hidrográfica do rio Pomba, um dos afluentes do rio Paraíba do Sul, correspondente à área abrangida pela carta topográfica do IBGE, na escala de 1:50.000, de Palma. Esta investigação será realizada pela análise da reorganização da rede de drenagem da região de estudo, tendo o principal foco a assimetria das bacias de drenagem.

A área de estudo encontra-se no médio-baixo curso do Paraíba do Sul, o que a coloca dentro do contexto do SRCSB, acarretando em trabalhos com o enquadramento da neotectônica, onde nesta região já tem relatos de feições lineares do relevo que apontam a característica da atuação tectônica na área de estudo.

Os estudos de Baiense (2011) tem embasamento prático e teórico na neotectônica e Silva (2012) na morfotectônica, sendo baseado em padrões de drenagens que englobam a área do presente trabalho, principalmente, ambos motivaram tal estudo, na busca de identificar feições tectônicas a partir da análise da drenagem na carta topográfica 1: 50.000, que abrange, parte da bacia do rio Pomba, e a porção final do lineamento de Além Paraíba, que se estende até o município de Itaocara/RJ, proposto por Almeida *et al.*(1975) *apud* Silva (2006) como um alinhamento tectônico, com cerca de 260 km de extensão.

A partir disto, este trabalho tem como objetivo geral realizar uma investigação morfotectônica na região da carta topográfica de Palma, com ênfase na identificação de assimetria de bacias de drenagem.

E como objetivos específicos, compreender a organização da rede de drenagem que compõe a área abrangida por parte da bacia hidrográfica do rio Pomba, analisar a geomorfologia local com a finalidade de indicar áreas potencialmente atingidas por movimentação neotectônica, contribuir para os estudos morfotectônico, sendo o quadro que sintetiza a evolução do relevo e criar mapas hipsométrico e bacias hidrográficas para contribuir com novos estudos.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se no médio-baixo curso do Paraíba do Sul, em uma localização adjacente ao SRCBS e com o enquadramento da neotectônica.

O presente estudo basear-se na carta topográfica de Palma na escala de 1:50.000 que está situada em Minas Gerais e um pequeno trecho do Rio de Janeiro, se localiza a 368 km da capital do Estado- Belo Horizonte. De acordo com Silva (2012), a bacia de drenagem do rio Pomba, está inserida na bacia do médio-baixo rio Paraíba do Sul. O rio Pomba tem sua cabeceira na serra da Mantiqueira, atravessa a área ao longo de aproximadamente 180 km com um desnível topográfico de cerca de 500 m e desemboca no rio Paraíba do Sul próximo a Itaocara (Figura 1).

Mapa de Localização da Área de Estudo

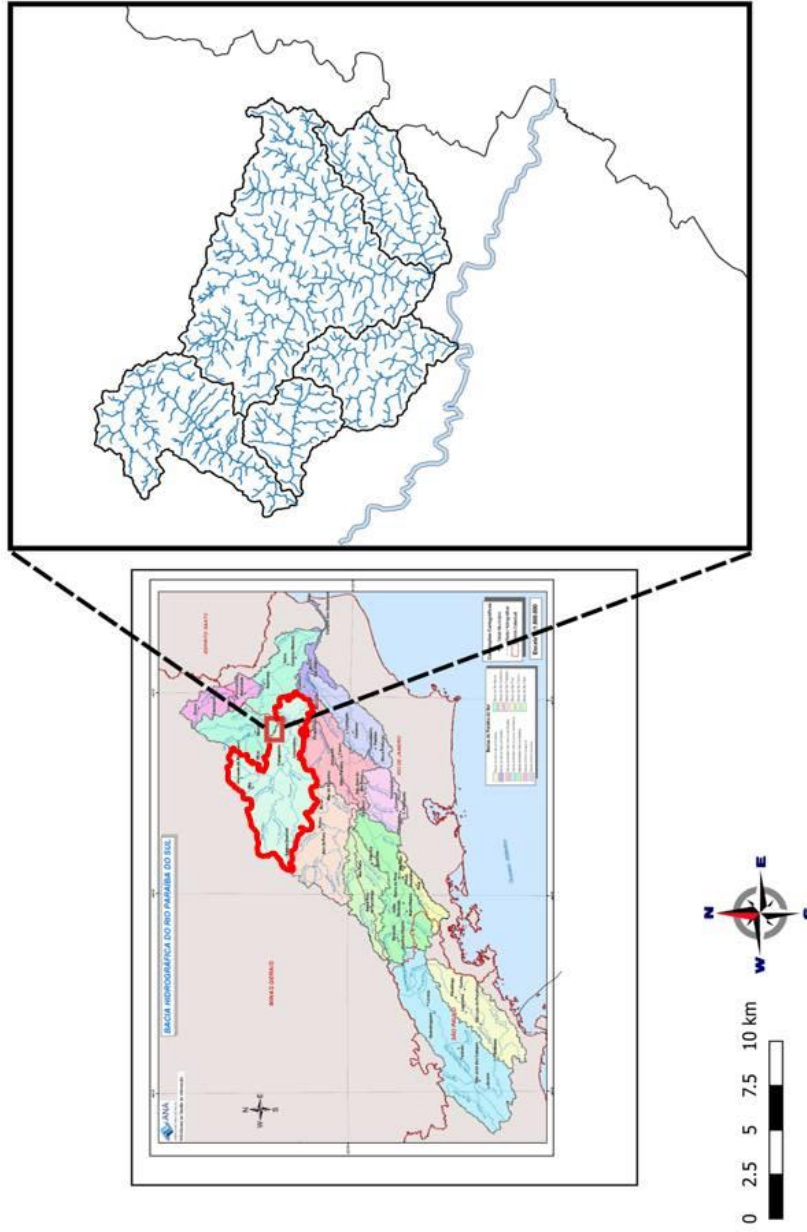


Figura 1: Mapa de localização da carta topográfica de Palma no estado de Minas Gerais com o mapa de bacias da Agência Nacional de Águas - ANA.

2.1 – Geologia

A área de estudo, inserida na região Sudeste do Brasil, está geotectonicamente situada na Província da Mantiqueira, que se estende do sul da Bahia ao Uruguai, totalizando uma área de cerca de 700.000 km². Este sistema é constituído pelos orógenos Araçuaí, Ribeira, Dom Feliciano e São Gabriel, e pela zona de interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira, tal estrutura foi definida por Almeida *et al.* (1981), e é classificada como Sistema Orogênico Mantiqueira.

Um orógeno é definido por Heilbron *et al.* (2004), no sentido geotectônico, como um produto do choque converte de placas litosféricas, que podem resultar na formação de arco-de-ilhas ou como arco magmático de margem continental ativa, como a cordilheira dos Andes, ou de cadeias de montanhas intracontinental, como Himalaia.

A área de estudo se insere no contexto do Escudo Atlântico, abrangendo parte da Província Mantiqueira e um pequeno trecho do sudeste do Cráton de São Francisco e compreende unidades correspondentes ao embasamento paleoproterozoico-arqueano das faixas brasileiras, sucessões metassedimentares meso- neoproterozoicas e granitóides (pré, sin e pós-tectônicos) que ocorrem em diversos domínios das faixas Ribeira e Araçuaí (BAIENSE, 2011).

O CPRM (2001) define essa estrutura como a mais complexa província estrutural afetada pelo Ciclo Orogênico neoproterozoico/cambriano (Brasiliano) na América do Sul, com orientação nordeste, paralela à costa brasileira e instalada a oeste do Cráton de São Francisco, formando o arcabouço geotectônico do Sudeste Brasileiro, juntamente com a Faixa Brasília, a Cunha de Guaxupé e os metassedimentos da Faixa Alto Rio Grande, sendo instala no final do Neoproterozoico e início do Paleozoico.

O arcabouço geotectônico do Sudeste é formado pelo Cráton de São Francisco (CFS), uma estrutura neoproterozóica, estável e circundada por orógenos instalados durante a Orogênese Brasileira/Pan-Africana, que foi de grande importância para estabilização dessa região durante o fechamento do Gondwana. A área estudada nesse trabalho está compreendida, principalmente, na Faixa Ribeira (Figura 2).

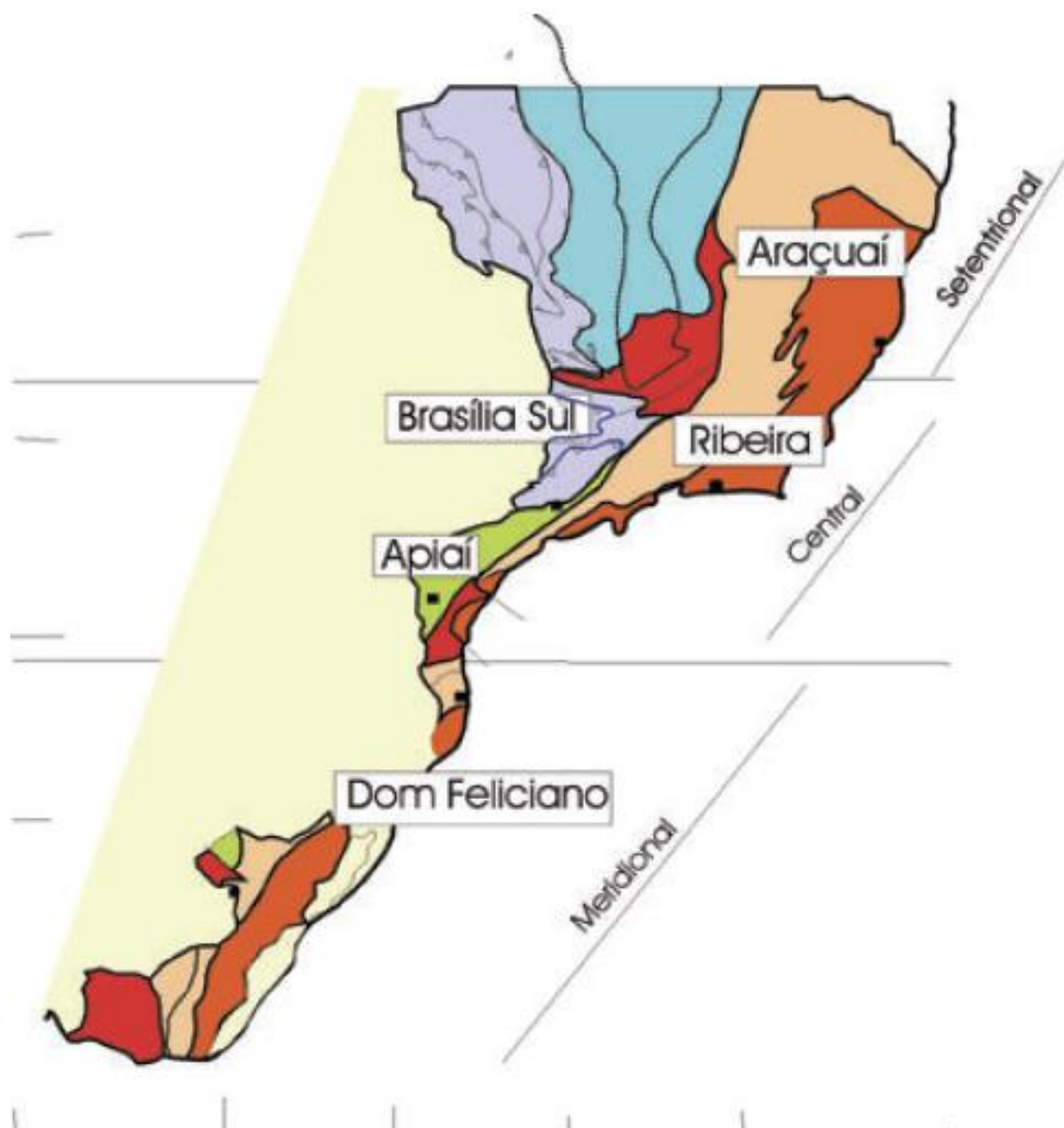


Figura 2: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira: o segmento setentrional é o Orógeno Araçuaí; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel.

A formação do Orógeno da Ribeira se deu, majoritariamente, pelo movimento colisional entre o Cráton de São Francisco e a placa do Congo (Figura 3), durante o ciclo Brasiliano, que provocou um empilhamento de leste para oeste-noroeste. Este evento de colisão apresentou um caráter oblíquo e, em razão deste fato, a deformação principal exibe clara partição entre zonas com predomínio de encurtamento frontal e zonas com componente transpressivodextral, de acordo com Heilbron *et al.* (2004).

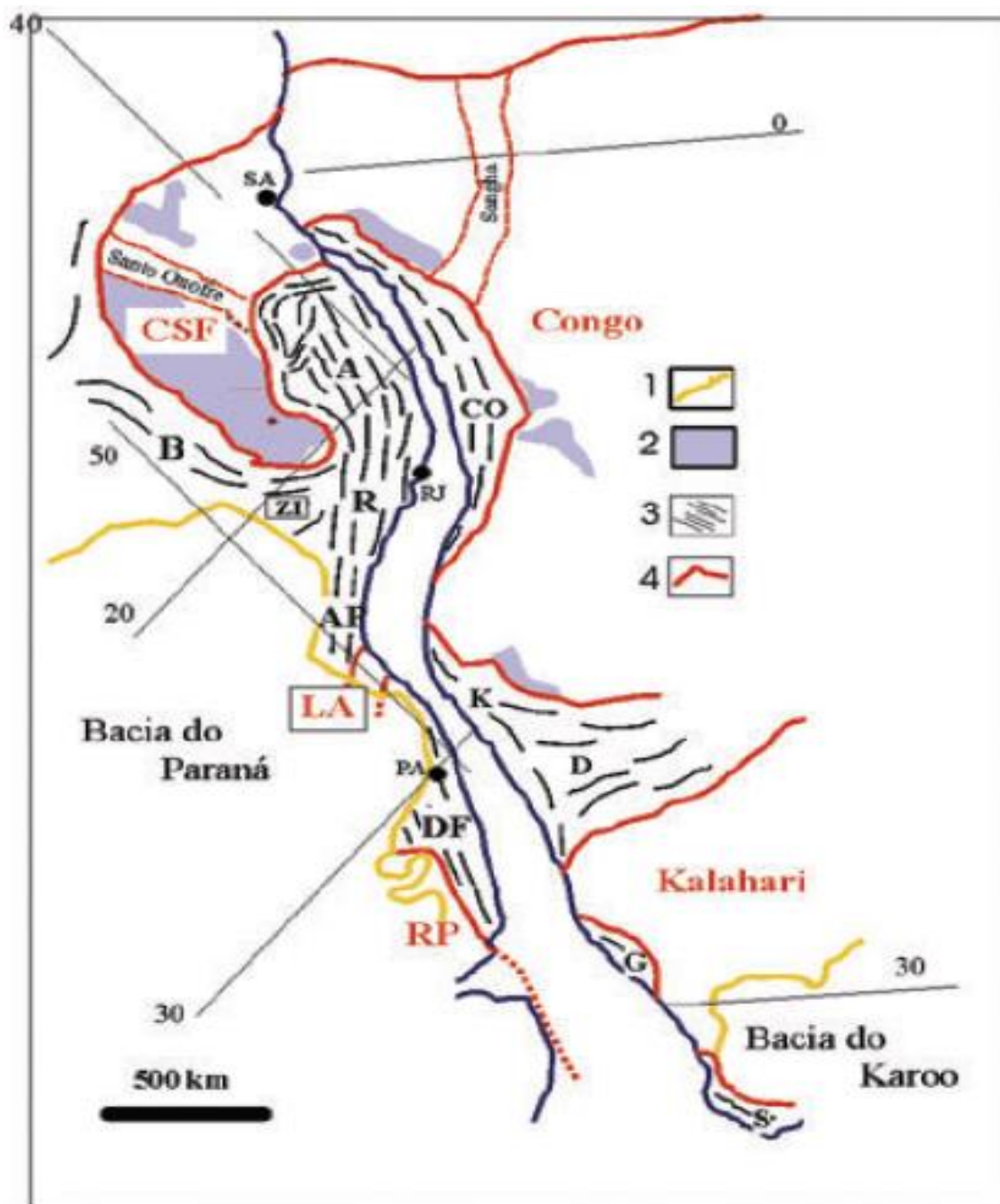


Figura 3: Localização dos orógenos do Sistema Orogênico Mantiqueira no contexto do Gondwana Ocidental (modificado de Trompette, 1994). 1- Bacias fanerozóicas. 2- Coberturas cratônicas. 3- Orógenosneoproterozoicos (B- Brasília, A- Araçuaí, R- Ribeira, ZI- Zona de Interferência, AP- Apiá, DF- Dom Feliciano). 4- Crátoneoproterozoicos (CSF- São Francisco, LA- Luis Alves, RP- Rio de La Plata). Na África localizam-se as faixas neoproterozóicas do Congo Ocidental (CO), Kaoko (K), Damara (D), Gariiep (G) e Saldania (S), relacionadas aos crátoneoproterozoicos do Congo e Kalahari – Retirado de Heilbron et al. 2004.

Nesse sentido, de acordo com CPRM (2001), a geologia desses estados e da área de estudo está baseada nos processos de formação da Faixa Ribeira, ligadas à sua evolução tectono-metamórfica. Esta evolução orogênica foi responsável pela deformação, metamorfismo, magmatismo e articulação dos diversos terrenos, dando origem a rochas que datam (Figura 4).

- Paleoproterozoico, no complexo Juiz de Fora com a ocorrência de:

Ortogramulitos de composição variada, incluindo rochas charnockíticas, charno-enderbíticas, enderbíticas e rochas gabróicas. A textura varia de granoblástica, gnáissica a milonítica. Nas variedades mais félsicas predomina opx, enquanto que nos tipos intermediários a máficos ocorrem cpx e opx.

- Neoproterozoico, Toniano, do Grupo Anderlândia:

(Granada) biotita gnaisses bandados, com muitas intercalações de sillimanita granada feldspato quartzito bandado, rochas calcissilicáticas, rochas ultramáficas, meta-gonditos e ocorrência de sulfetos disseminados. Ocorrem camadas métricas de Quartzitos bandados, com variedades puras, com granulometria muito grossa, sillimanitamuscovita biotita quartzito, quartzitos feldspáticos.

- Neoproterozoico, Toniano e Criogeniano, Grupo Italva:

Unidade Macuco: Anfibólio biotita gnaiss a biotita gnaiss leucocrático com intercalações de anfibolito finos, localmente com cpx, rochas calcissilicáticas, mármore e anfibolitos.

- Neoproterozoico, Criogeniano, Grupo Bom Jesus do Itabapoana:

Granada biotita gnaiss migmatítico, com porções esverdeadas com ortopiroxênio, e leucossomas graníticos a charnockíticos. Possui intercalações de anfibólio biotita gnaiss, anfibolito e gondito. Olivina diopsídio mármore, tremolita flogopita mármore e mármore puros dolomíticos, com coloração branca a creme.

- Neoproterozoico, Criogeniano, Complexo Serra da Bolívia:

Ortognaissediorítico a tonalítico, com lentes de quartzo-dioritos, gabros e noritos, quartzo-sienitos, mozodioritos, monzogabbros e charnockitos.

- Neoproterozoico, Criogeniano e Ediacarano, Complexo Rio Negro:

Hornblenda biotita gnaisse migmático tonalítico a granítico

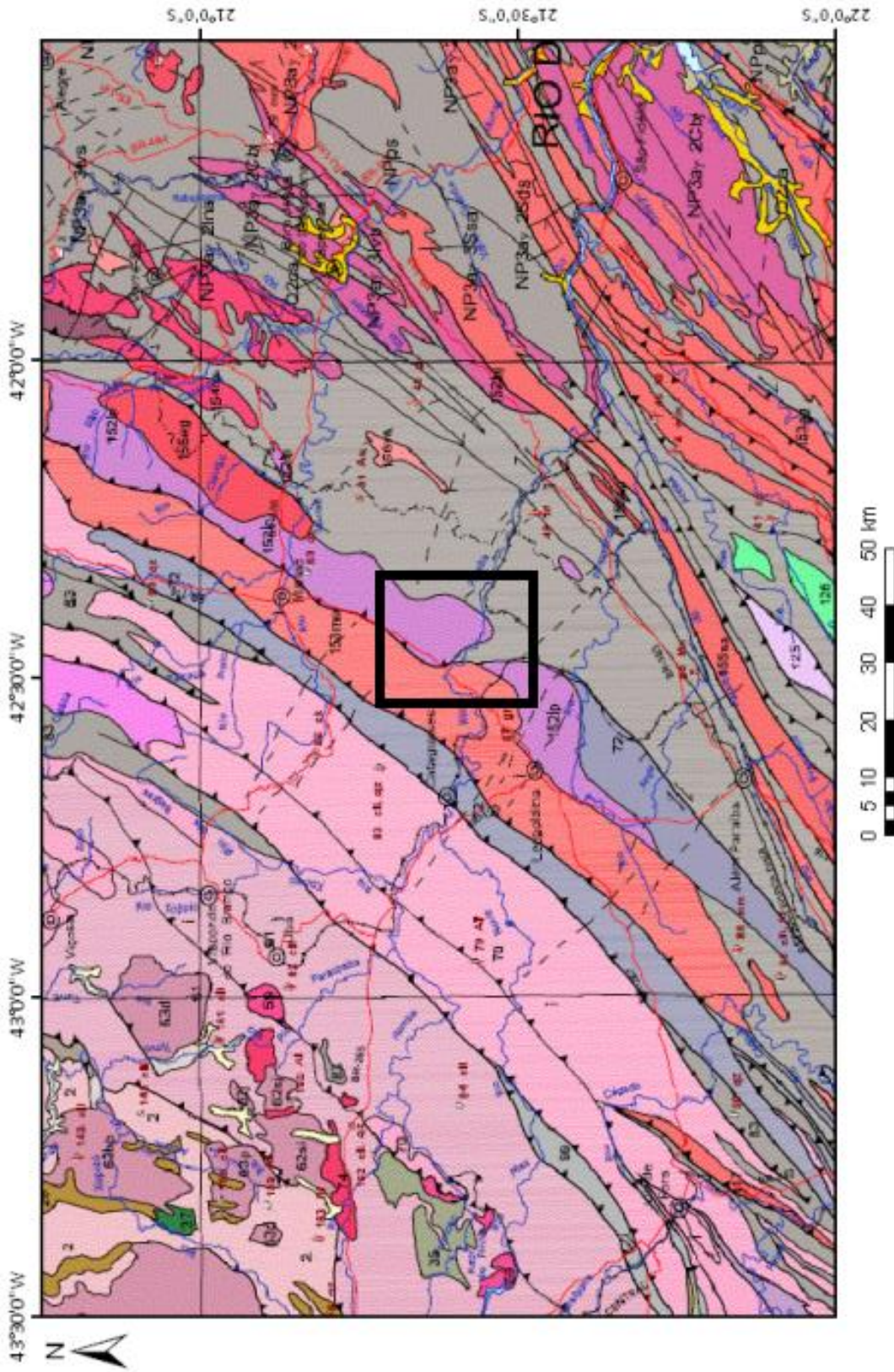


Figura 4: Mapa Geológico da área de estudo (Carta topográfica de Palma na escala 1:50.000) – modificado de Leite et al (2004) e Silva (2004), a partir das cartas geológicas do Brasil ao milionésimo do Rio de Janeiro – SF – 23 e Vitória – SF – 24 (fonte das cartas: www.crpm.gov.br) retirado de Batense, (2011). Nota explicativa da carta geológica do Brasil na próxima página (Figura 5).

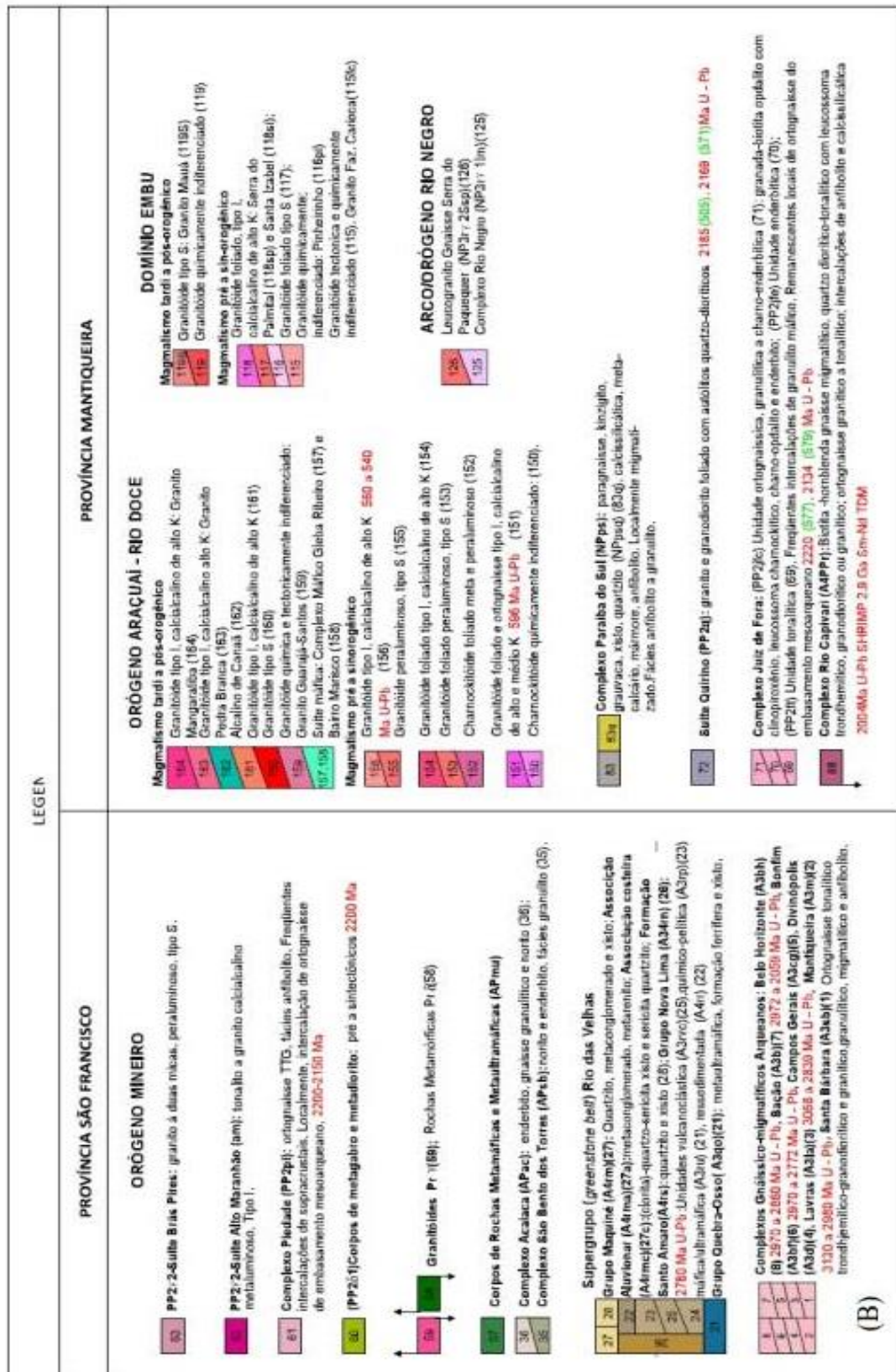


Figura 5: Nota explicativa da carta geológica do Brasil ao milionésimo, incluindo a classe três que é pertencente a área de estudo. Retirado de Baiense, (2011).

2.2 – Geomorfologia

No projeto RADAMBRASIL, Gatto *et al.* (1983) classificam o sudeste Brasileiro em quatro grandes domínios geomorfológicos; Domínio do Escudo Exposto, Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados, Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas e Domínio dos Depósitos Sedimentares. Cada um deles com suas características estruturais. O presente trabalho tem o enfoque no Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados, que é onde se encontra a área da carta estudada, área esta caracterizada pela ocorrência de marcas de falha, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, exercendo controle estrutural sobre a morfologia atual. Este pode ser notado pela ocorrência de linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados.

Ainda de acordo com RADAMBRASIL, esse domínio é composto por oito regiões geomorfológicas, que são: Colinas e Maciços Costeiros, Planalto de Paranaciacaba, Escarpas e Reversos da Serra do Mar, Vale do Paraíba do Sul, Planalto de Amparo, Mantiqueira Meridional, Mantiqueira Setentrional e Compartimentos Planálticos do Leste de Minas.

A presente área está inserida na região do Vale do Paraíba, em duas unidades específicas, o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul e a Depressão Escalonada dos Rios Pomba-Murié (Figura 6). Essas unidades são caracterizadas como:

- Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul: localizada no setor médio da bacia do rio Paraíba do Sul, cujas feições do relevo refletem o forte controle geológico disposto em um conjunto de falhas e fraturas de orientação NE-SW (RADAMBRASIL, 1983; Corrêa Neto, 1995, *apud* Silva, 2003).

Ainda segundo a autora, os grandes traços tectônicos do Estado foram reconhecidos a partir do incremento da utilização de imagens de radar e satélite, possibilitando a definição de "grandes falhas" de extensão regional, caracterizadas pela presença de rochas cataclásticas e que Almeida *et al.* (1976, *apud* Silva, 2003) sugeriram representar faixas cataclásticas pré-cambrianas. O curso retilíneo do rio Paraíba do Sul, entre os municípios de Andrade Pinto e Itaocara, foi definido por Almeida *et al.* (1975, *apud* Baiense, 2011) como lineamento de Além Paraíba. O quadro

morfológico, de acordo com Silva (2003), reflete a estrutura e as litologias locais, com a orientação nítida de colinas e morros na direção NE-SW. Os padrões de drenagem local têm alinhamento NE-SW, assim como o relevo, o que evidencia o controle estrutural.

- Depressão Pomba-Muriaé: Esta unidade geomorfológica apresenta um relevo escalonado, com cotas altimétricas que oscilam entre 100 e 700m, à medida em que se aproxima da Serra da Mantiqueira. Na sua porção a oeste, os altos vales dos rios Pomba e Muriaé dissecam transversalmente os lineamentos das formas de relevo integrantes das Serranias da Zona da Mata Mineira, formando patamares e gargantas. A rede de drenagem apresenta cabeceiras na Serra da Mantiqueira, com acelerada erosão remontante, abrindo extensa depressão em direção ao rio Paraíba do Sul. Os divisores das bacias são representados por alinhamentos serranos isolados da Unidade Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul.

De acordo com a Apam do Capivara, (2014), o relevo desta região tem a sua características devido a sua forma fluvial de dissecação que acaba interferindo no resultado nos cursos de água de diferentes magnitudes. As variedades mais presentes nesta região são: Colinas com vales encaixados ou de fundo chato e vertentes com presença de Ravinas, o que pode-se caracterizar esta região com forma de Mares de Morros. (Figura 7)

A partir da impermeabilidade e consequentemente dos efeitos tectônicos nesta região contribuíram para uma rede de drenagem que pode refletir o aspecto tectônico, tendo característica dos tipos treliça, retangular e subdentritica, sendo essa característica a maior por toda extensão do presente estudo.



Figura 7: Visão geral da unidade geomorfológica da Depressão do Pomba-Muriaé em São João da Sapucaia. Destaca-se o relevo colinoso de topos aplainados, característico de mares de morros. Em destaque, as feições de fundo de vale plano. Bacia do córrego Ribeirão São João, município de Laranjal (MG).

3 – MORFOTECTÔNICA

3.1 – O conceito morfotectônica

Segundo Silva *et al.* (2006) os termos morfoestrutura e morfotectônica foram diferenciados por Gerasimov & Mescherikov (1968), com aplicações distintas para análises geomorfológicas. Ainda segundo os autores, morfoestrutura está relacionada a uma paisagem com grande grau de evolução do relevo, o que reflete num terreno em que há junção do elemento estável (estrutura geológica pré-existente) com os agentes externos, que são dinâmicos. Cotton (1968, *apud* Silva *et al.*, 2006) destaca que o uso deste termo deve ser utilizado em análises de escala regional, quando referido a estudos que relacionar o controle litológico subjacente com o arranjo das feições de relevo.

Já o termo morfotectônica de acordo com Summerfield (1986, *apud* Silva, 2012) deve ser utilizado quando a elaboração das formas ou paisagens se processa sob o controle tectônico ativo. Para Saadi (1991, *apud* Gontijo, 1999) a análise morfotectônica deve ser entendida também como um processo para compreender a atividade neotectônica a partir das formas e feições por ela controladas. Ainda nesse sentido metodológico, Panizza & Castaldini (1987, *apud* Silva, 2012) trazem o conceito de “morfoneotectônica”, para designar a compreensão dos processos de relação entre relevo e neotectônica, entendida como atividade tectônica recente.

Utilizando a ideia de morfotectônica apresentada acima, Silva (2012) define que pesquisas com esse tipo de propósito buscam entender os controles tectônicos a que a paisagem está sujeita, utilizando traços morfológicos para a identificação de locais de ocorrência e de padrões dessas atividades tectônicas. O presente trabalho segue essa mesma linha, encontrar feições de reativação de falhas neotectônicas através de traços morfológicos notados a partir da drenagem.

Segundo Burbank & Anderson (2001, *apud* Silva, 2012), as feições morfotectônicas em margens passivas são peculiares e reconhecidas, principalmente, pela existência de diversas formas e características de relevo e de drenagem (Figura 8). Para Gontijo (1999) a presença de falhas ativas origina feições variadas como

basculamentos, escarpas, flexuras, subsidências e deslocamentos de canais. E, de acordo com Gontijo (1999), tais estruturas criam feições distintas, pois são responsáveis pela geração de padrões específicos de paisagens: Em falha transcorrente podem ser encontradas feições (Figura 8) geomorfológicas como os vales lineares, deflexão e *offset* de canais, *shutter ridges*, escarpas, *sag ponds* e *benches*; Em falhas normais as feições morfoestruturais mais marcantes são os *rift-valleys*, caracterizados por feições em *horsts* e *grabens*, sendo que sobre estes últimos é comum a ocorrência de bacias e lagos. Ainda em falhas normais é marcante a ocorrência de degraus escalonados, *fronts* lineares e escalonados, facetas trapezoidais e triangulares associadas a leques aluviais; em falhas reversas podem-se destacar as feições de soerguimento de terraços marinhos, colinas anticlinais (*upwarps*) e sinclinais (*downwarps*).

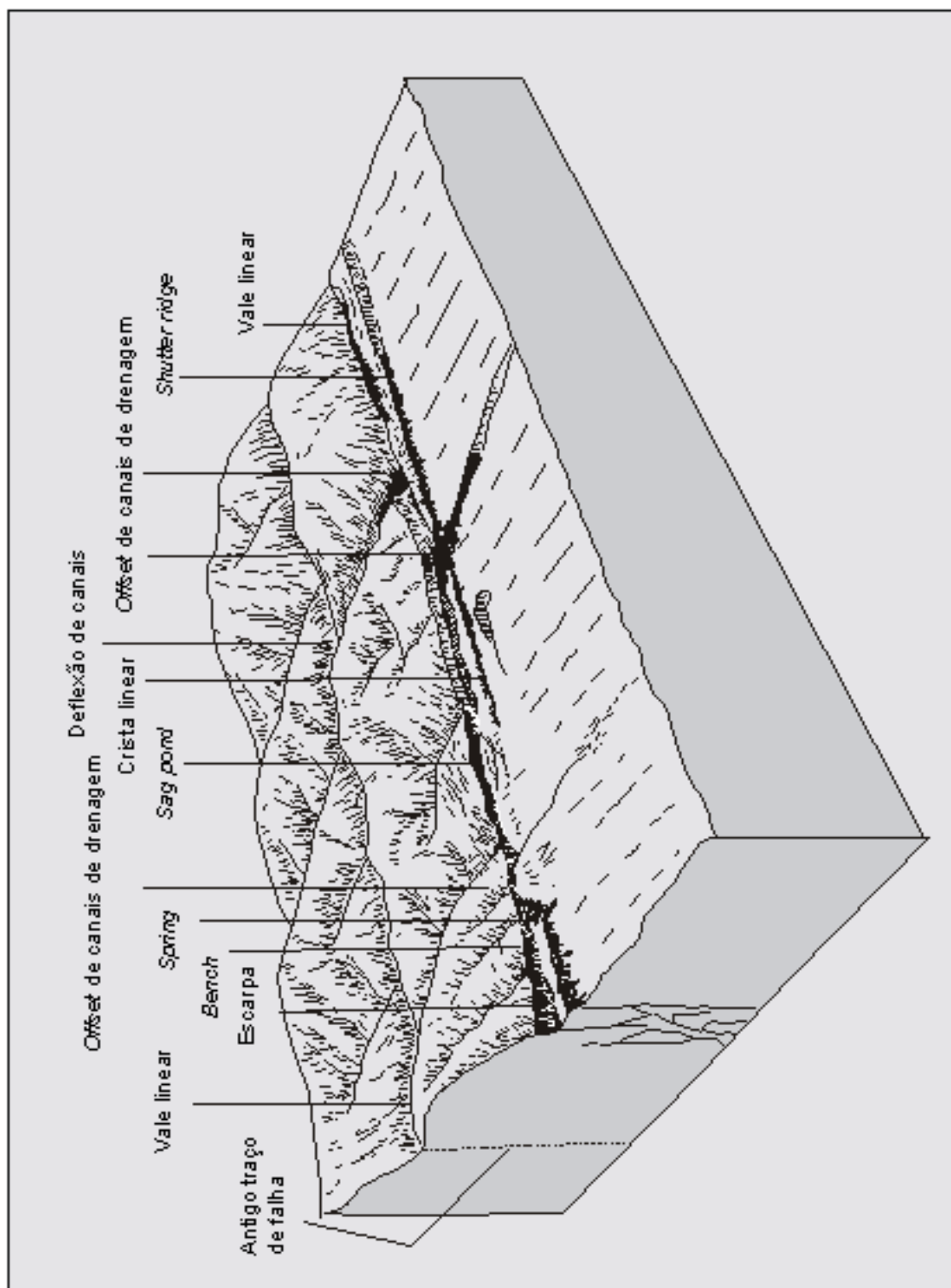


Figura 8: Feições de relevos morfotectônicos associados com zonas de falhas principais (Wesson et al., 1975 apud summerfield, 1996). Retirado de Gontijo (1999).

Além dessas feições de relevo características, as atividades tectônicas são refletidas na drenagem de forma bem evidente, resultando em algumas feições de anomalias de drenagem típicas, como divisores planos, vales secos ou abandonados, vales assimétricos, cotovelos, canais afluentes com ângulos obtusos, confluência de mais de dois tributários, entre outros (Summerfield, 1991; Deffontaines, 1992; Cox, 1994; Bishop, 1995, Mello *et al.* 1999, Gontijo, 1999, Suguio, 1999 e Burbank & Anderson 2001 *apud* Silva, 2012). Ainda de acordo com Silva (2012), Summerfield (1987) as atividades neotectônicas são claramente evidenciadas a partir da análise da drenagem em relação qualquer feição morfotectônica, pois esta melhor distingue o controle tectônico dos outros a que está sujeita a paisagem.

3.2 – Morfotectônica no Sudeste do Brasil

Thomas & Summerfield (1987, *apud* Gontijo, 1999) propuseram modelos que explicam a evolução geomorfológica de longa duração de margens passivas, que definem que tais relevos são herança direta dos processos geodinâmicos relacionados à formação da margem em seus diferentes estágios evolutivos. Neste contexto, incluem os estágios pré-rifte e rifte, associados a soerguimento magmático, ruptura litosférica e estiramento crustal, e o pós-rifte, comandado por movimentos rotacionais envolvendo a subsidência da margem e o soerguimento. Ainda segundo os autores, apesar de datarem idades muito antigas, onde o nível de erosão deveria ter atingido o máximo de “maturação”, ainda residem feições com escarpas de grande altitude na costa leste do Brasil.

Valadão (1998, *apud* Gontijo, 1999) explica essa existência de tais feições escarpadas como resultado de reativações ou pulsações intraplaca, proporcionando períodos de instabilidade fundamentais na evolução do modelado do relevo, sobretudo nas superfícies de aplanamento, evoluídas durante períodos de quiescência.

Saadi, 1995, *apud* Gontijo, 1999), relatam sobre os intervalos de pulso tectônico e calmaria na África e nos Andes, e suas relações com a morfologia local, exercem influência sobre a formação geomorfológica brasileira, propondo uma sincronidade entre tais pulsos tectônicos e as reativações neotectônicas da Plataforma Brasileira.

No Sudeste do Brasil, os estudos de morfotectônica vêm sendo feitos, de acordo com Mendes *et al.* (2007), num intuito de se obter uma caracterização sobre a configuração morfoestrutural e morfotectônica com vistas a uma melhor compreensão sobre a evolução do relevo e as suas relações sob o aspecto de distribuição e gestão de recursos minerais e hídricos e de uso e ocupação do solo.

4 – METODOLOGIA

Os métodos de análises dos padrões de drenagem foram constituídos de acordo com o conceito e a interpretação de Cox (1994), Gontijo (1999), Cox *et al.* (2001) e Silva (2012), sendo possível fazer as análises dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Pomba, a partir da extração de cinco sub-bacias da carta topográfica, hierarquização de bacias de drenagem de 4ª ordem, delimitação dessas bacias de drenagem, e determinar do fator de simetria topográfica transversa de cada uma e calcular o índice de simetria de cada bacia. A partir dos resultados obtidos, pretende-se apresentar se alguns trechos resultam de atividades neotectônicas e após estes resultados, apontar se a rede de drenagem desta região está diretamente direcionada a presença de falhas, sendo utilizado o software de Sistemas de informações Geográficas *Qgis 2.14.0-Essen* para realizar todo o mapeamento da área estudada.

4.1 – Análise Hipsométrica

O mapa hipsométrico, um dos mapas geomorfológicos, permite destacar áreas que possuem a mesma medida de altura da superfície terrestre com relação a um determinado nível horizontal referencial, sendo ele, o nível médio do mar.

De acordo com Silva, (2006) a visualização direta da organização espacial dos diferentes compartimentos geomorfológicos é um bom instrumento para a percepção de indicadores a respeito do controle do substrato litológico e estrutural na dinâmica evolutiva do relevo, já que as diferentes altitudes estão intimamente associadas a variações litoestruturais ou tectônicas.

A elaboração do mapa hipsométrico foi necessária para analisar a divisão de classes altimétricas selecionadas a partir do modelo digital de elevação *SRTM/NASA* (*Shuttle Radar Topography Mission* – <http://seamless.usgs.gov>), com base cartográfica na escala 1:50.000 e com resolução de 90 metros. As classes altimétricas selecionadas foram destacadas, a partir de cores distintas, para a visualização espacial das principais unidades do relevo, utilizando o programa *QGIS 2.14.0-Essen*.

O mapa Hipsométrico tem como objetivo, destacar as áreas elevadas e também as deprimidas, que pode apresentar algum tipo de controle geológico, sendo eles: litológico e/ou estrutural ou até mesmo controle tectônico na sua formação.

4.2 – Análise da Assimetria das Sub-Bacias

A rede de drenagem de determinada região é influenciada por fatores como o clima e a constituição litológica, tendo as estruturas geológicas como os fatores condicionantes mais importantes para a configuração desta rede (Howard, 1967; Summerfield, 1986, 1991). Por este motivo, a rede de drenagem expressa um grande controle das estruturas geológicas que suas características são utilizadas como uma base para o reconhecimento e classificação nas análises.

Além dessas feições típicas de processos da reorganização da rede de drenagem, a assimetria de drenagem, em relação a suas bacias de drenagem, também pode expressar a influência de mecanismos tectônicos ativos para sua formação, mais especificamente para a identificação de basculamento de blocos crustais (Cox, 1994 e Cox et al., 2001).

O método que foi utilizado para calcular a assimetria das bacias de drenagem é pautado no que foi aplicado originalmente por Cox (1994), que é a determinação do índice de assimetria de drenagem, o Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT). Neste aspecto, os índices de FSTT podem variar entre simétrico, onde há a coincidência entre o rio principal e a linha média da bacia, e onde o canal encontra-se próximo à linha divisória da bacia de drenagem, indicando uma drenagem assimétrica. A utilização desta técnica permite afirmar que se um dado canal está situado exatamente no meio de sua bacia de drenagem, FSTT será igual a zero e, portanto, T será igual a zero,

revelando um trecho simétrico dentro de uma bacia de drenagem e quanto mais próximo de 1 for T , maior é a assimetria de uma bacia o que caracteriza por uma influência de mecanismos tectônicos na sua formação, D_a corresponde à distância da linha média do eixo da bacia de drenagem até a linha média e D_d = a distância da linha média da bacia até o divisor da bacia (Figura 9).

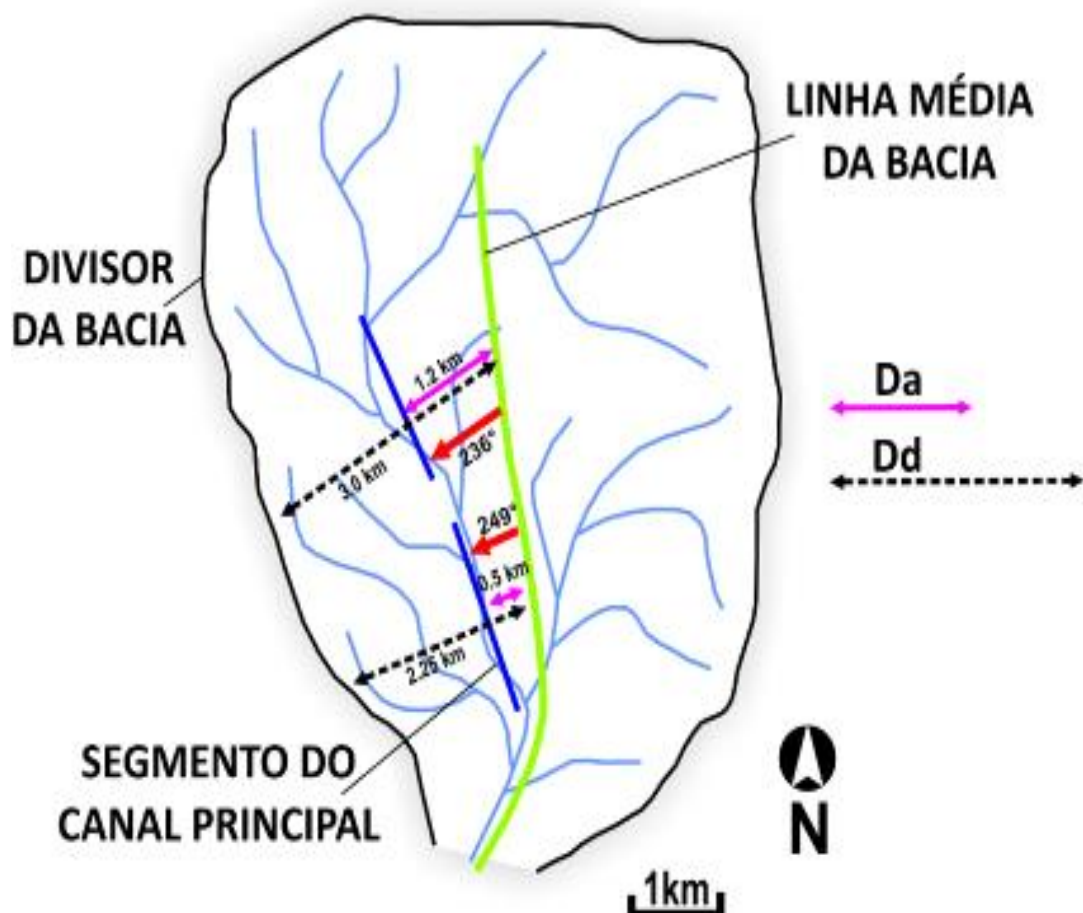


Figura 9: Modelo com o cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversa com os dados de D_a e D_d de uma determinada bacia. Fonte: Ribeiro, 2010 (Modificado de Cox, (1994).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 – Análise do Mapa Hipsométrico

Optou-se por iniciar as análises pela confecção de um mapa hipsométrico, com o intuito de reconhecer, organizar espacialmente essas grandes diferenças de altitudes e ressaltar as áreas topograficamente deprimidas.

O mapa hipsométrico apresentou-se ser muito adequado para demarcar a segmentação topográfica local, evidenciando os limites deprimidos onde está encaixado o rio Pomba, representado pela faixa alongada com a predominância de cotas altimétricas de 128 metros, obtendo uma orientação geral Nordeste - Sudoeste. Destacam-se, além disso, áreas com altitudes elevadas, normalmente a 594 metros, na região superior.

As localidades que possuem as maiores altitudes da área de estudo são as regiões superiores da carta topográfica de Palma obtendo uma variação topográfica de maior representatividade nos trechos a montante do rio Pomba, sendo um relevo acentuado (Figura 10) e apresentar uma modificação da altitude de cerca de 128 metros nas proximidades da depressão hidrográfica.

O mapa hipsométrico (Figura 10) mostrou as diferenças entre as classes de altitudes presente na área de estudo. As menores altitudes são representadas pelos intervalos altimétricos de 128m a 240m, observados na área de depressão, próximo à região fluvial do rio Pomba. As cotas que variam entre 240m e 400m correspondem aos vales do rio Pomba e seus afluentes. As maiores altitudes topográficas chegam a cerca de 594 metros na região da Serras da Castilha e da Serra dos Dias.

Mapa Hipsométrico

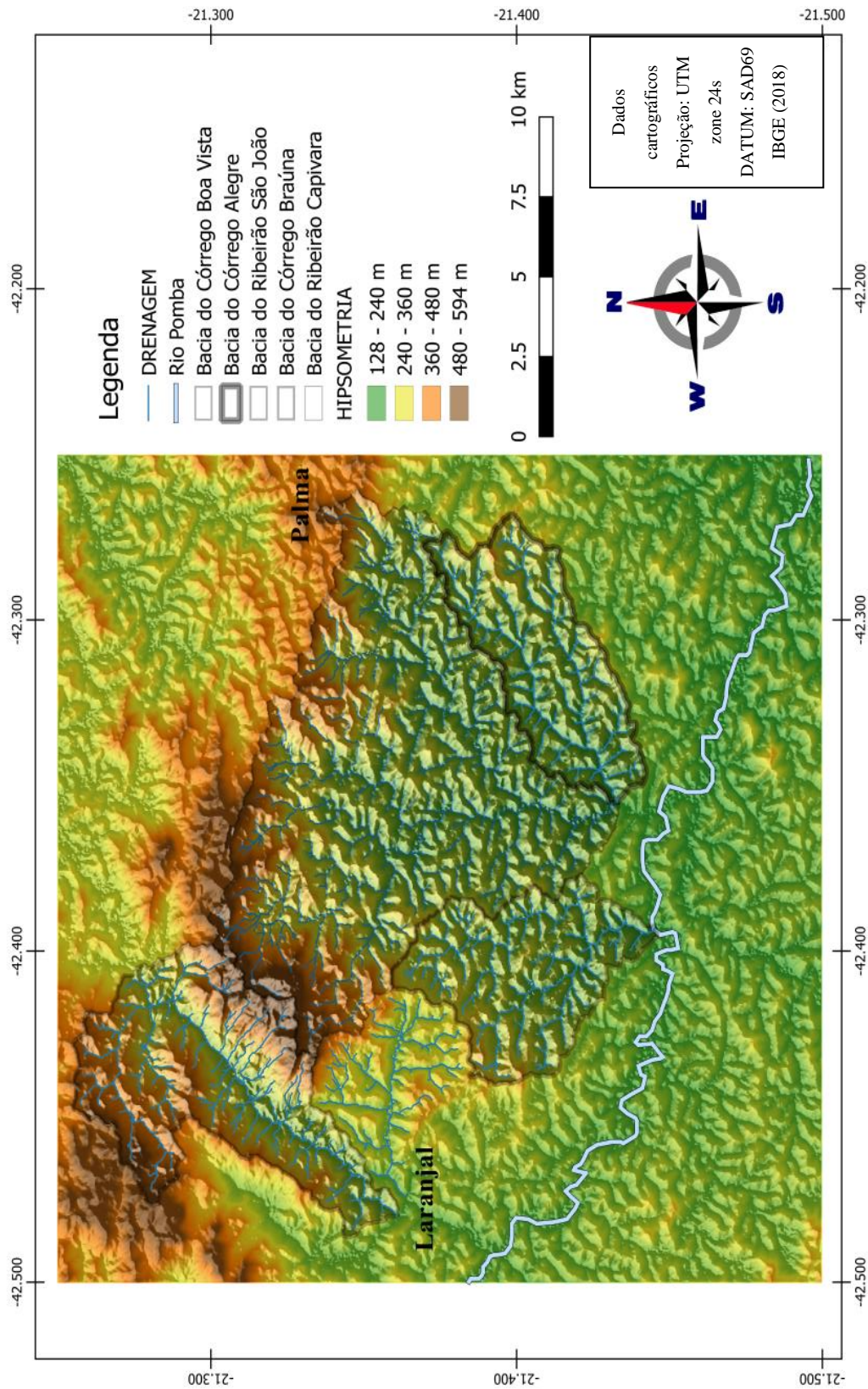


Figura 10: Mapa hipsométrico da carta topográfica de Palma na escala 1.50:000 com as cinco sub-bacias de 4° ordem.

5.2 – Análise da Assimetria das Bacias de Drenagem

A análise do Fator de Simetria Topográfica Transversa se fundamentou na composição das bacias de 4º ordem dos afluentes do rio Pomba, sendo elas: Braúna (Figura 11), Córrego Alegre (Figura 12), Córrego Boa Vista (Figura 13), Ribeirão São João (Figura 14) e Ribeirão Capivara (Figura 15).

A resposta direta e evidente da rede de drenagem a uma possível estruturação tectônica regional torna este elemento geomorfológico uma ferramenta confiável (Summerfield, 1987), e a partir deste conceito, a análise da rede de drenagem é o elemento fundamento para este estudo.

Diante da análise do Fator de Assimetria topográfica transversa de bacia de drenagem, foram realizadas as análises da bacia dos afluentes do Rio Pomba, entre seus cursos e seus divisores para cada dos diferentes setores das sub-bacias. Ao todo foram criados 43 vetores de assimetria (FSTT), a partir distância do canal principal até a linha média da bacia (Da) e da distância do divisor da bacia até a linha média da bacia (Dd), obtendo uma variação de 0,92 na sub-bacia Córrego Boa Vista (Figura 13) e 0,1 na sub-bacia Ribeirão São João (Figura 14), entre o que pode afirmar a variação entre simétrico e assimétrico em determinado trecho do curso. É importante ressaltar que, quanto mais próximo de 1 for o Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT), maior é a assimetria de uma bacia e, pode-se dizer, que maior é a influência tectônica na sua formação.

Os Valores do Fator de Simetria Topográfica Transversa da sub- bacia do Córrego Braúna (Figura 11) variam entre 0,80 a 0,64 (nascente), 0,38 á 0,21 na região do médio curso e 0,62 no limite inferior da bacia (exutório) e importante ressaltar a direção do curso desta sub-bacia que tem a sua direção no lado oeste da bacia (Montante) e tem o seu ponto de saída no lado leste (Jusante).

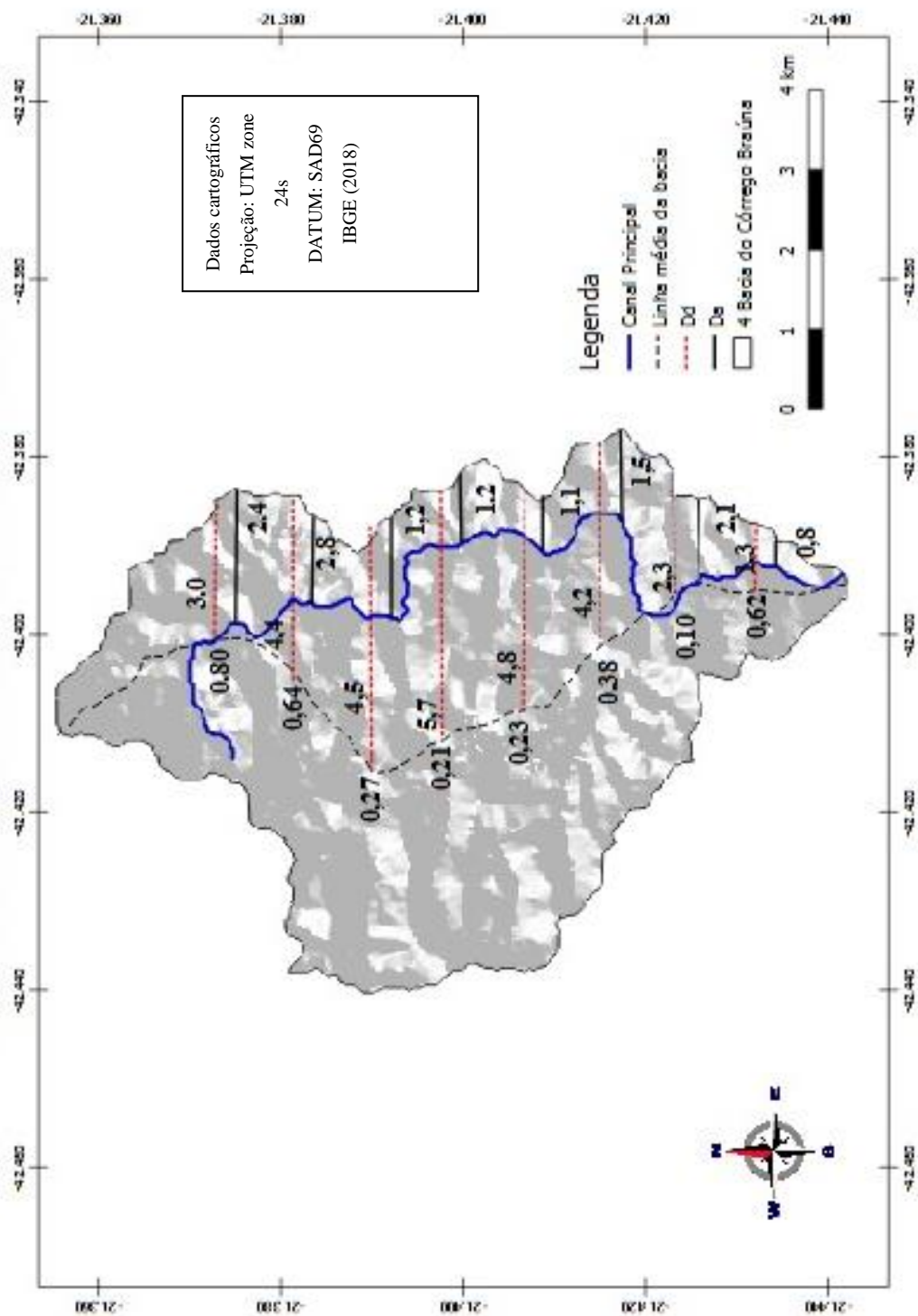


Figura 11: Análise da sub-bacia do Córrego Brauna com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.

Já na sub-bacia do Córrego Alegre (Figura 12), obteve uma variação de 0,29 e 0,38 no ponto de saída, 0,42 e 0,53 no médio curso e 0,75 e 0,77 na região das nascentes.

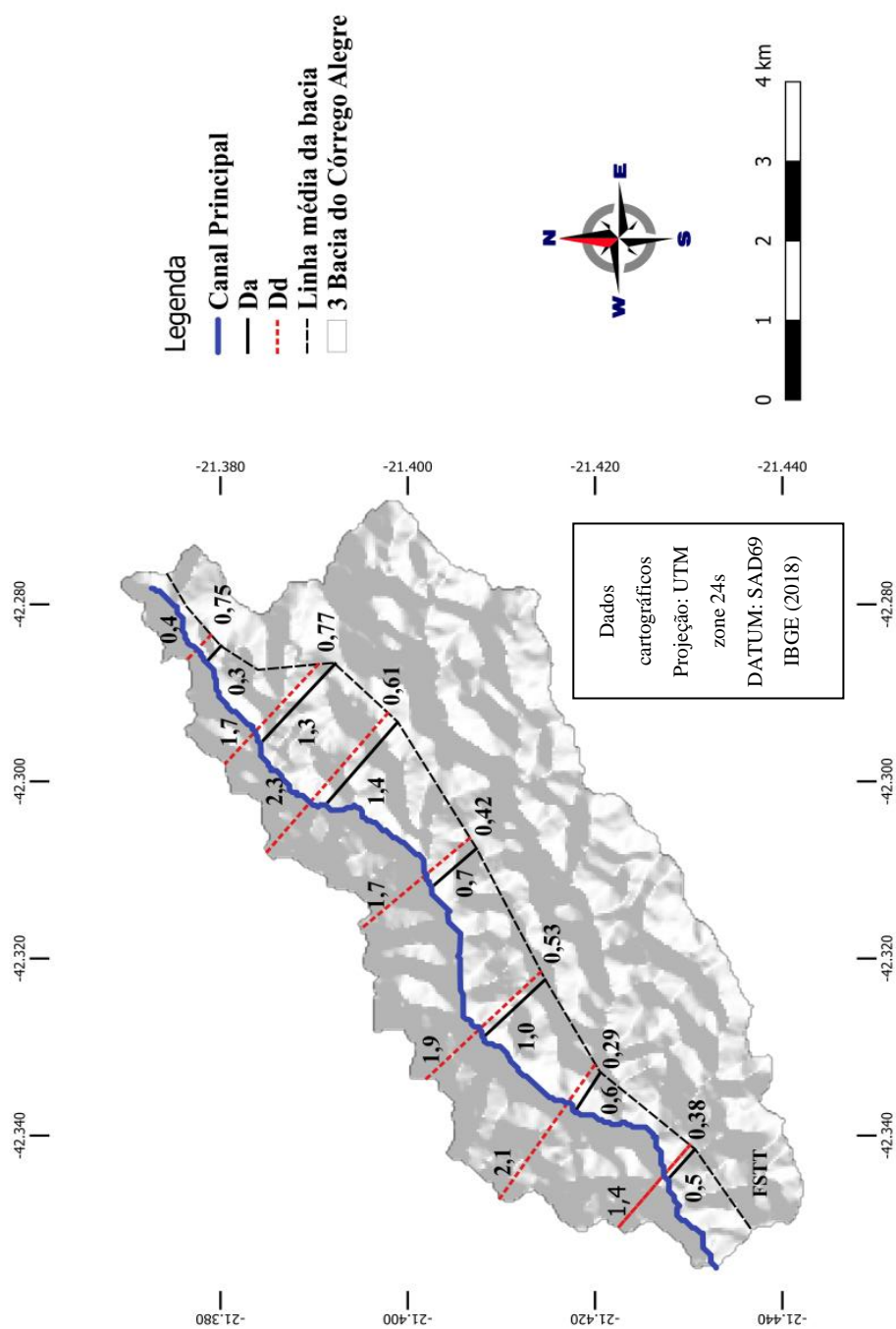


Figura 12: Análise da sub-bacia do Córrego Alegre com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.

No Córrego Boa Vista (Figura 13) o FSTT variou entre 0,18 a 0,29 no limite inferior da sub-bacia, de 0,25 até 0,08 no médio curso, chegando a 0,92 na região da nascente, tendo a sua direção do seu curso na direita e a nascente do lado esquerdo.

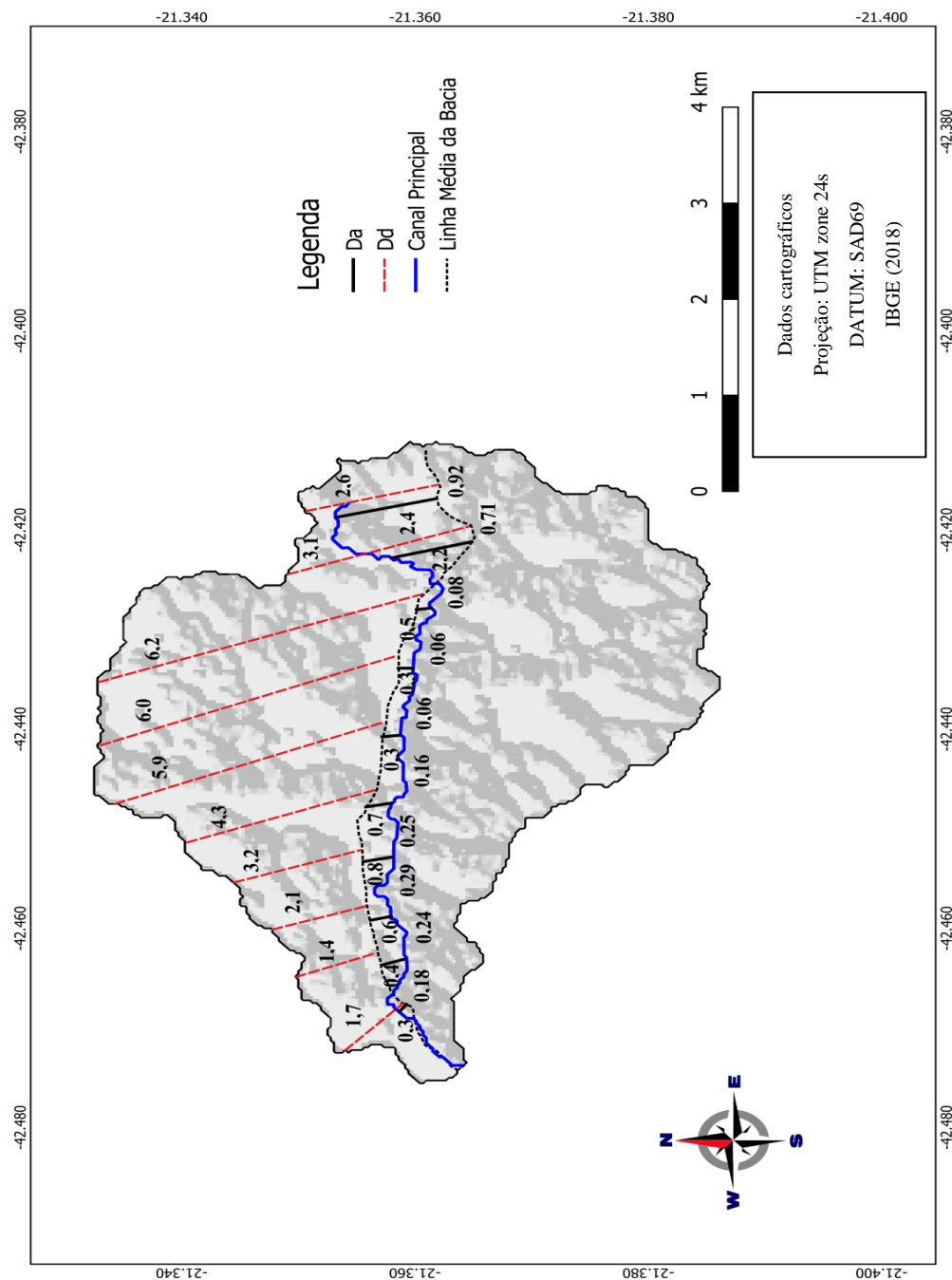


Figura 13: Análise da sub-bacia do Córrego Boa Vista com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.

No Ribeirão São João (Figura 14) o índice foi de 0,24 á 0,30 no exutório da sub-bacia, 0,75 á 0,83 no médio curso e chegando á 0,87 na nascente.

Análise da bacia Córrego Ribeirão São João a partir do FSTI

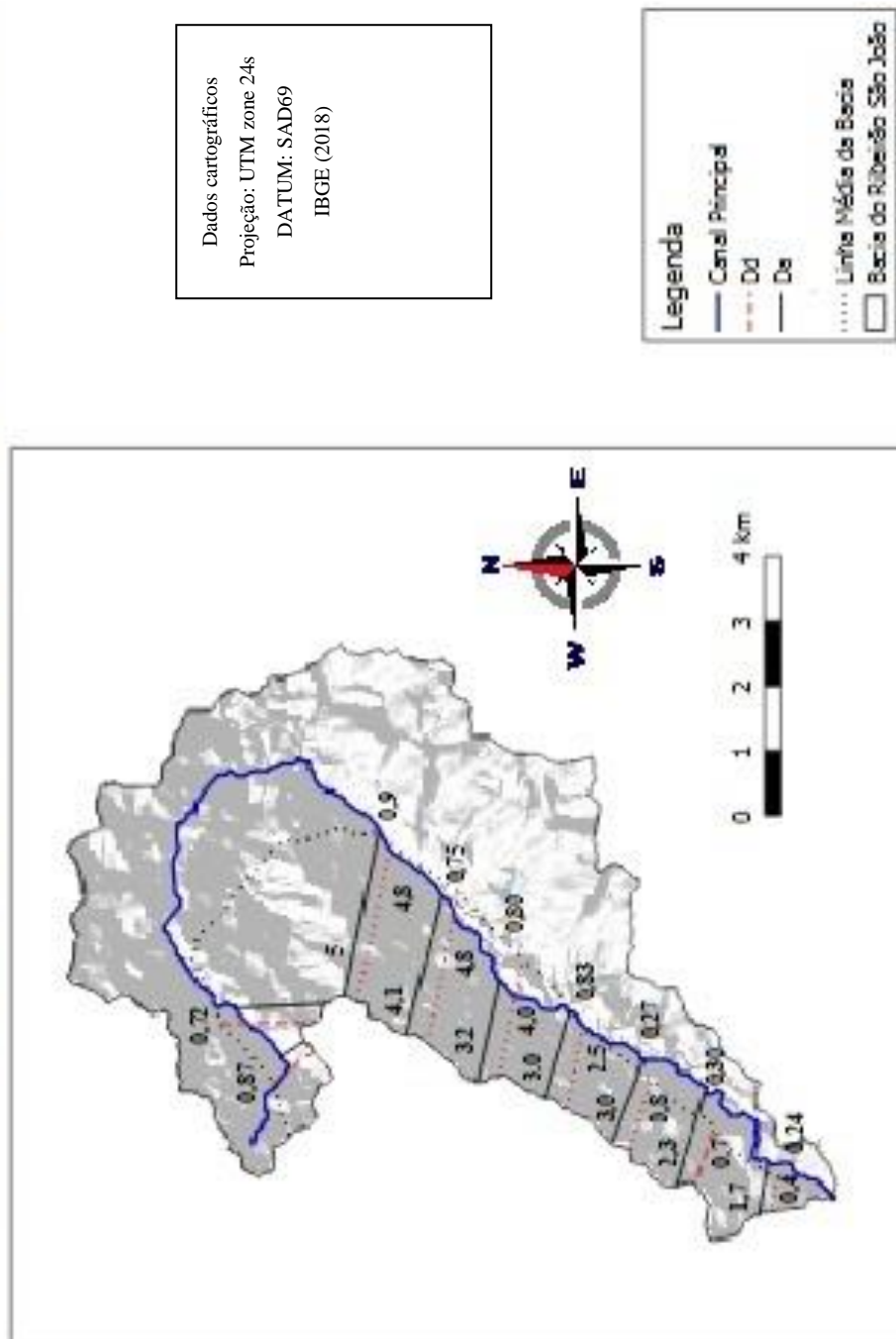


Figura 14: Análise da sub-bacia do Córrego Ribeirão São João com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.

Já na sub-bacia do Ribeirão Capivara (Figura 15) o FSTT foi de 0,41 na nascente, 0,24 á 0,28 no médio curso e de 0,18 á 0,25 no ponto de saída dessa sub-bacia

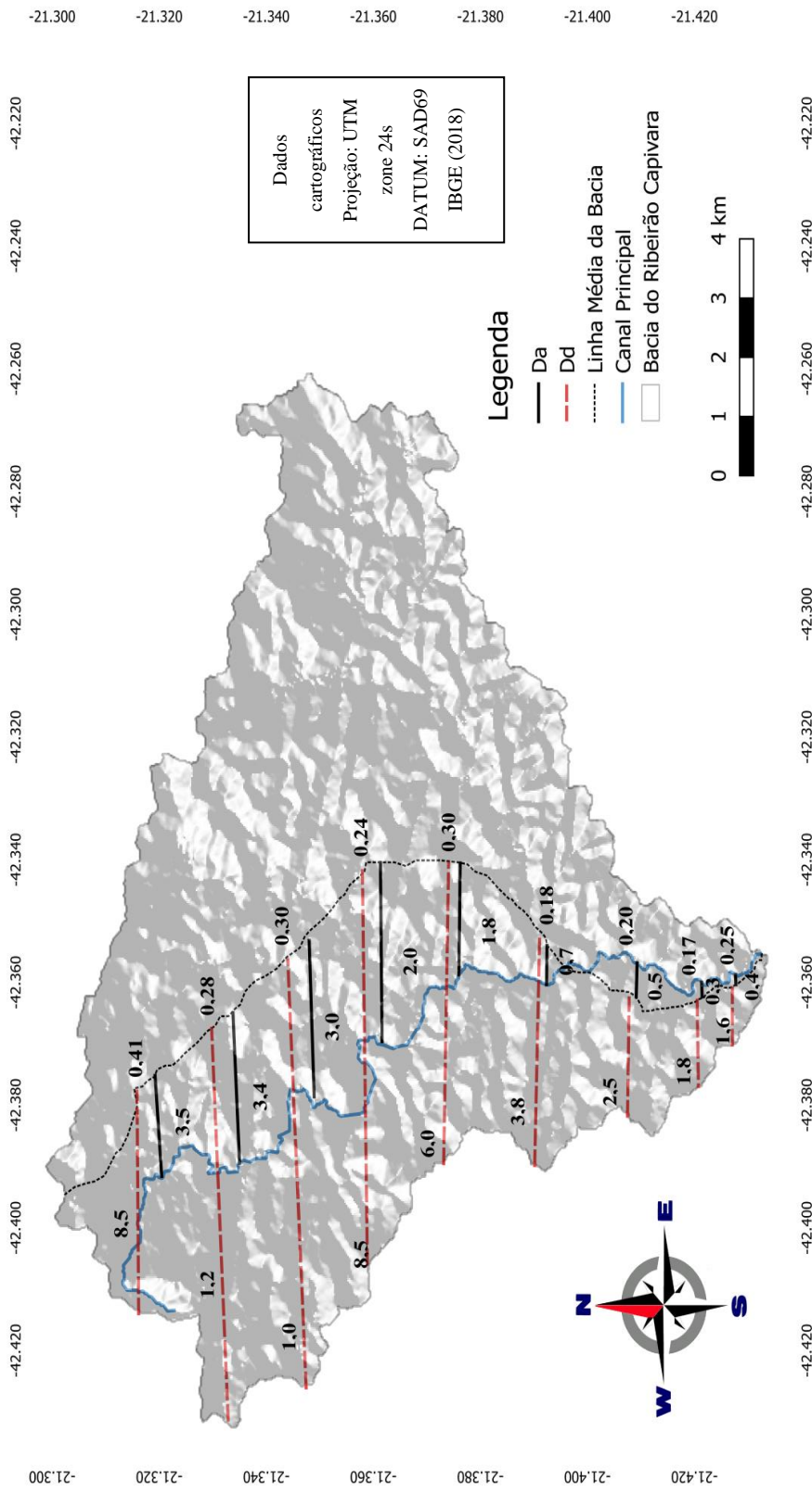


Figura 15: Análise da sub-bacia Ribeirão Capivara com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.



Figura 16: Canal da sub-bacia do Ribeirão São João. Percebe-se, ainda, a depressão topográfica da região e os relevos típicos desta área. Distrito de São João da Sapucaia, Município de Laranjal (MG).

5.3 – Discussões

As condições que foram identificadas no decorrer desta pesquisa apontam uma assimetria das bacias por basculamento de blocos sobre influência da atividade tectônica com a aplicação do Fator de Simetria Topográfica Transversa. Os dados obtidos pela análise de cada bacia indicam uma possibilidade de ter havido basculamento denominado basculamento intermediário e com ocorrência de valores mais elevados no decorrer do fluxo de cada bacia, sendo identificado nas partes montantes das bacias São João (Figura 14) e do Córrego Alegre (Figura 13).

Porém, não se pode desprezar a forte de tração do curso do rio para a direita, na parte mais baixa (Jusante) de algumas bacias, sentido ao rio Pomba, que mostra de forma mais clara a atividade tectônica que modificou o trecho do curso em dois sentidos, sendo a leste no baixo e médio curso e a oeste no alto curso, totalmente diferentes em termos de direção.

É importante ressaltar a direção do relevo da sub-bacia do Ribeirão São João (Figuras 17) e do Córrego Capivara (Figura 18), que apresenta interflúvios com encostas suaves para NW e encostas muito abruptas com sentido SE e destaca-se o quando as duas sub-bacias são íngremes nas margens indo em direção do rio Pomba.

Constata-se que os valores obtidos do Fator de Simetria Topográfica Transversa que são mais altos, estão deslocados para a margem direita de todas as bacias no baixo e médio curso, porém que apenas no alto curso é que o canal está situado para a margem esquerda das bacias.

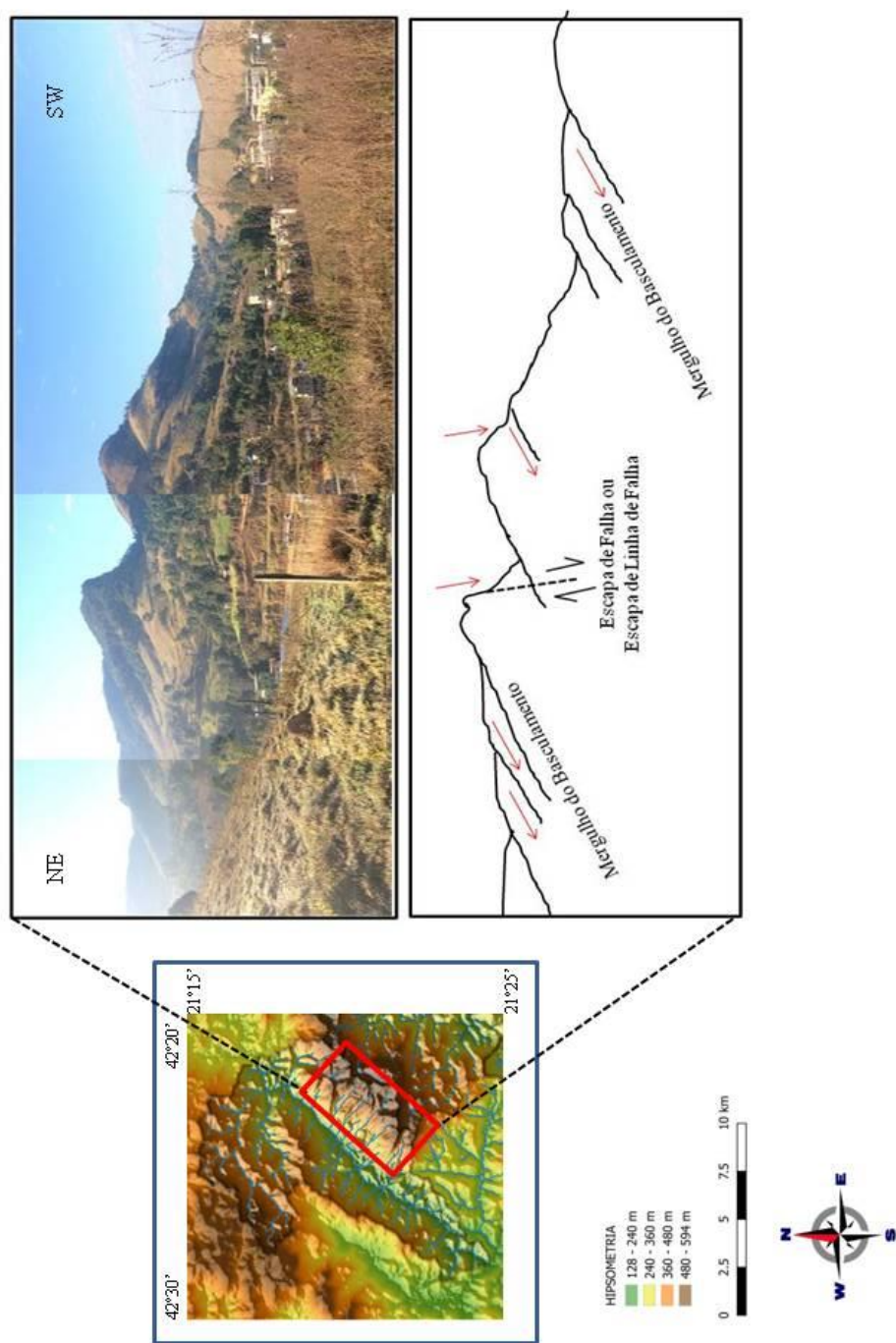


Figura 17: Modelo com interpretação indicando o basculamento de bloco com o relevo associado, destacando a direção da a Escapa de Falha ou Escapa de Linha de Falha e a orientação do relevo. BR- 116 Município de Laranjal (MG).

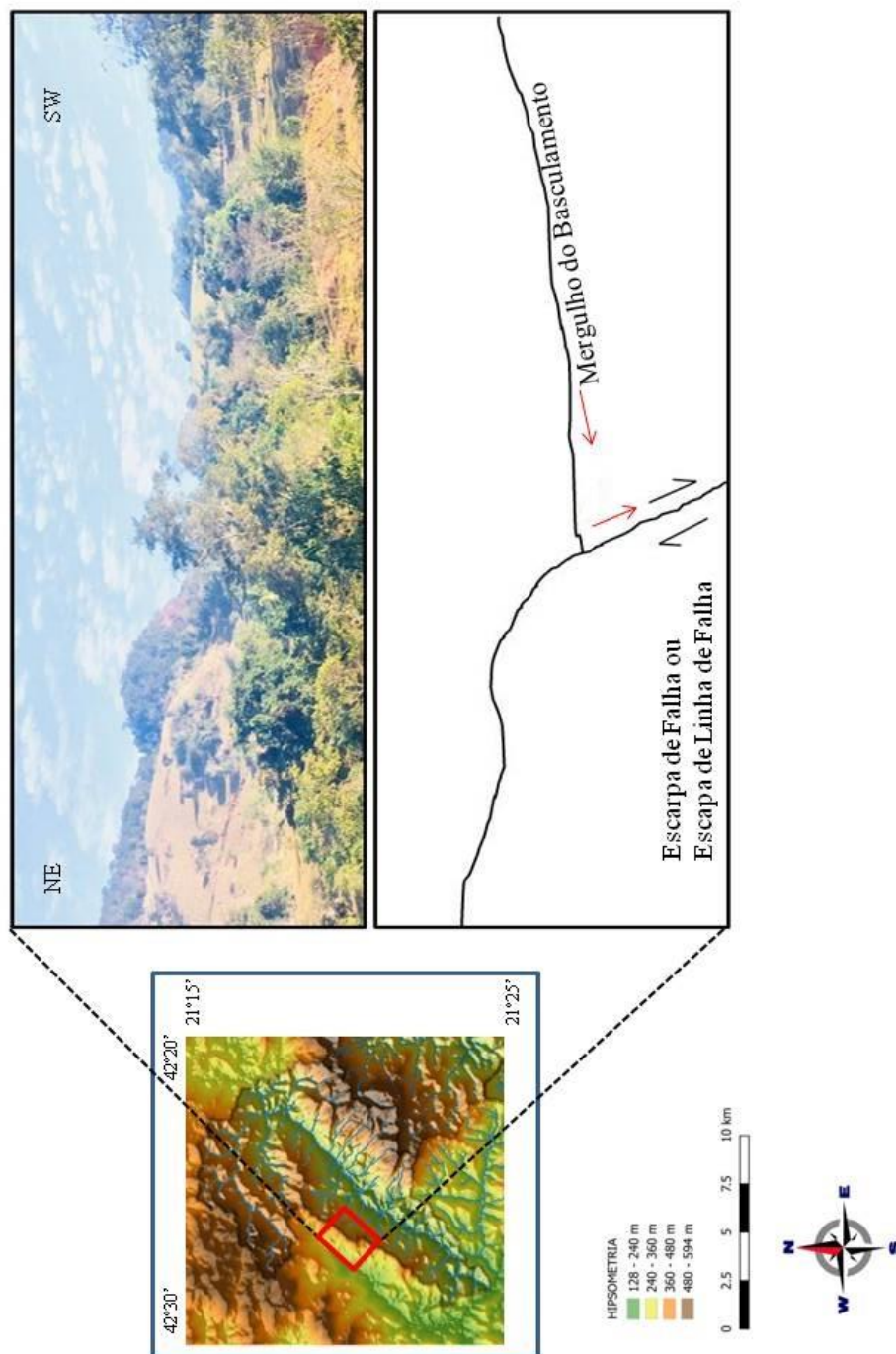


Figura 18: Modelo com interpretação indicando o basculamento de bloco com o relevo associado, destacando a direção da a Escapa de Falha ou Escapa de Linha de Falha e a orientação do relevo. BR- 116 Município de Laranjal (MG).

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo se encontra num contexto de falhas no sentido Nordeste – Sudoeste, que atua um forte controle sobre a drenagem local, evidente na direção de parte do canal do rio Pomba. Esta discussão é fundamentada pelos estudos de Silva (2012), Baiense (2011) e Zalán & Oliveira (2005), que afirmam a existência de falhas com mesmo sentido nesta região, atuando sobre a rede de drenagem. A pesquisa geomorfológica realizada ao longo da carta topográfica de Palma, aponta a importância do escalonamento topográfico interno à área deprimida do Rio Pomba, segundo a um sentido NE-SW. Os resultados obtidos com a pesquisa, auxiliaram a analisar a influência dos condicionantes tectônicos na formação do relevo nesta região. A análise das orientações principais, sendo elas: Nordeste – Sudoeste, com a atuação neotectônica no Sudeste do Brasil, reconhecida por Ricommini (2004) e entre outros, ou seja, as falhas reconhecidas mostram a presença morfotectônica na área estudada. Neste contexto, Ignácio, (2017) relata que essas falhas que controlam a drenagem e atuam na área são de difícil visualização, por isso as conclusões tiradas sobre as mesmas são em hipóteses baseadas na reorganização da rede de drenagem.

Este estudo, baseado em outros trabalhos com intuito de identificação e localização das falhas, pode ocorrer para uma melhor compreensão da área, o trabalho de Baiense (2011) encontrou várias falhas em regiões próximas e também em Palma, sendo mais uma evidência neotectônica que pode ocorrer na região desta pesquisa.

E a partir da análise de Assimetria de drenagem, pode-se permitir a demonstração da expressão das reativações morfotectônicas na configuração da rede de drenagem, presente no local já citado, portanto, o Fator de Simetria Topográfica Transversa pode contribuir para este debate. Os valores obtidos apontam uma influência direta das estruturas na evolução geomorfológica, ou seja, tendo como princípio que a tectônica influencia na evolução da paisagem e mostram que esta área ocorre feições que indicam ocorrência de anomalias, sendo uma delas a captura de drenagem.

Por este motivo, pode-se concluir que a tectônica atuante no Sudeste brasileiro a partir do início da Era Cenozoica, constitui o mecanismo de origem e deformação do SRCSB e se estende até a área do presente estudo, portanto, esse controle parece ter influenciado na formação do relevo local.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIENSE, M.C. 2011. **Condicionantes geológicos da configuração do relevo na Depressão dos rios Pomba e Muriáe (MG/RJ)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 72p.

BISHOP, P. 1995. **Drainage Rearrangement by River Capture, Beheadind and Diversion**. In: Progress in Physical Geography. 19(4). pp.449-473. COX, R. T. 1994. **Analysis of Drainage Basin Symmetry as a Rapid Technique to Identify Areas of Possible Quaternary Tilt – Block Tectonics: An Example of Mississippi Embayment**. Geological Society of America Bulletin, 106: 571-581.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. 2001. Brasília. p.614.

COX, R. T.; ARSDALE, R. B. V.; HARRIS, J. B. 2001. **Identification of possible Quaternary deformation in the northeastern Mississipi Embayment using quantitative geomorphic analysis of drainage-basin asymmetry**. Geological Society of America Bulletin, v. 113, n. 5, p. 615-624, mai.

GATTO, Alcides. RADAMBRASIL. 1983. Folhas SF23/24: Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. MME, Rio de Janeiro, RJ. 32, 780p.

GONTIJO, A.H.F. 1999. **Morfotectônica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: Região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro (SP). 259p.

HEILBRON, Mônica; et al. **Província Mantiqueira. Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. 2004. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, CARNEIRO, C.R. & BRITO NEVES, B.B. (orgs.) São Paulo: Beca, p. 203-235.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.**
<https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 de março de 2018.

IGNÁCIO, B . F. **Investigação morfotectônica com base em anomalias de drenagem em um trecho da bacia do rio Pomba (Santo Antônio de Pádua/RJ).** Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 28p.

MELLO, C.L.; HEES, F.J. MOURA, J.R.S.; METELO, C.M.S. 1999. **Neotectonic control on a river capture system in the Paraíba do Sul middle valley - Bananal (SP).** In: GEOVEG99 - IGU MEETING ON GEOMORPHIC RESPONSES TO ENVIRONMENTAL (VEGETATION) CHANGES, PROBLEMS AND REMEDIAL WORK. Rio de Janeiro, Brasil.

MENDES, Laura Delgado; FERNANDES, Nelson Ferreira; GONTIJO-PASCUTTI, Ambrosina Helena Ferreira. **Morfotectônica da Bacia Hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ.** 2007. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.8, n.1, p.63-77.

AMPA, Palma, de: Relatório técnico de criação da área de proteção ambiental do Capivara, , janeiro de 2014. Palma, Minas Gerais, p. 3 á 63.

RICCOMINI, Claudio; SANT'ANNA, Lucy Gomes; FERRARI, André Luiz. **Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil.** 2004. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R; BRITO NEVES, B.B. (orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano:** evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p.383-405.

SAADI, A. 1990. **Um “rift” neo-cenozóico na região de São Joao del Rei – MG; borda sul do Cráton do São Frasnisco.** In: sbg/mg, workshop sobre neotectônica e sedimentação cenozóica continental no sudeste brasileiro, 1, boletim sbg/mg, 11:63-79

SAADI, A. 1993. **Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares.** Geonomos, 1(1):1-15.

SILVA, T. P. 2006. **Neotectônica na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e áreas adjacentes, entre Miguel Pereira (RJ) e Juiz de Fora (MG)**. 125p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SILVA, T. P. 2012. **Modelo Geológico-Geomorfológico da Evolução da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geologia - Instituto de Geociências. UFRJ. 139p.

SILVA, Thiago Pinto da; MELLO, Cláudio Limeira. **Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil)**. 2011. Geologia USP: Série Científica. Série Científica, v. 11, p. 1-20.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. 1999. São Paulo. Paulo's Comunicações e Artes Gráficas. 366p.

ZALÁN, Pedro Victor; OLIVEIRA, João Alberto Bach de. **Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil**. 2005. Boletim de Geociências Petrobras, v. 13, n. 2, p. 269-300.