



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

Mellissa Combas Baiense

**CONDICIONANTES GEOLÓGICOS DA CONFIGURAÇÃO DO
RELEVO NA DEPRESSÃO DOS RIOS POMBA E MURIÁE
(MG/RJ)**

Trabalho Final de Curso (Geologia)

UFRJ

Rio de Janeiro

2011



UFRJ

Mellissa Combas Baiense

**CONDICIONANTES GEOLÓGICOS DA CONFIGURAÇÃO DO RELEVO NA
DEPRESSÃO DOS RIOS POMBA E MURIÁE (MG/RJ)**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau em Geologia.

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Co-orientador:

M.sc. Thiago Pinto da Silva

Rio de Janeiro

Dezembro de 2011

Baiense, Mellissa Combas.

Condicionantes geológicas da configuração do relevo na
Depressão dos rios Pomba e Muriáe (MG/RJ)/Mellissa Combas
Baiense - Rio de Janeiro 2011

74 p.

Orientador: Claudio Limeira Mello; Co-orientador: Thiago
Pinto da Silva.

Trabalho Final de Curso: Graduação em Geologia –
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto de
Geociências, Departamento de Geologia.

1. Geomorfologia 2. Neotectônica

Mellissa Combas Baiense

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS DA CONFIGURAÇÃO DO RELEVO NA
DEPRESSÃO DOS RIOS POMBA E MURIÁE (MG/RJ)

Trabalho Final de Curso de Graduação em
Geologia, Instituto de Geociências, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ, como requisito necessário para
obtenção do grau em Geologia.

Orientador:
Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Co-orientador:
Thiago Pinto da Silva

Aprovada em:

Por:

Orientador: Prof. Dr. Claudio Limeira Mello, IGEO/UFRJ

Co-orientador: M.Sc. Thiago Pinto da Silva, UFF

Prof. Dr. Renata da Silva Schmitt, IGEO/UFRJ

Prof. Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos, MN/UFRJ

Dedico este trabalho à minha mãe,
Selma Quintana Combas, um exemplo
de coragem e determinação, que me
possibilitou chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, professor Claudio Limeira Mello e Thiago Pinto da Silva pelo apoio, dedicação e muita paciência nesses quase três anos de trabalho.

Aos meus pais, Selma Quintana Combas e Francisco de Freitas Baiense, por todo incentivo e por fornecerem condições para que eu pudesse ingressar e me manter na Graduação.

Ao meu amigo e namorado, Thiago Guimarães Briones, pelo amor e companheirismo nos últimos três anos, sempre me apoiando, me divertindo e aceitando minhas “complicações”.

A Leila e Alexandre Briones, pela amizade e incentivo, sempre me recebendo de braços abertos e com boas conversas.

A turma de 2007, em especial Diego Gracioso, Gisele Giseé, Mariana Brando, Marcus Santini, Martha Gutierrez, Raoni Moura, Rômulo Stohler, Stephanie Senderowitz e Thayla Almeida (em ordem alfabética!), pelos momentos inesquecíveis e por toda diversão nesses cinco anos!

Aos companheiros de pesquisa do laboratório J2-023, pela ajuda com as dúvidas e pela ótima companhia durante esse tempo de trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

BAIENSE, Mellissa Combas. Condicionantes geológicas da configuração do relevo na Depressão dos rios Pomba e Muriaé (RJ/MG). Rio de Janeiro, 2011. 74 p. Trabalho Final de Curso (Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a compartimentação geomorfológica da região da Depressão dos rios Pomba e Muriaé (RJ/MG), que constitui uma área deprimida com geometria romboédrica, segmentada por alinhamentos topográficos de orientação NE-SW e, também, WNW-ESE. Localiza-se no médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul, tendo como limite, a norte, a serra da Mantiqueira e, a sul, a Serra do Mar. Está inserida no contexto do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil, mais precisamente abrangendo a porção norte/nordeste do Rife do Paraíba do Sul. Apesar de a sua evolução geomorfológica estar associada à dissecação promovida pelas bacias de drenagem dos rios Pomba e Muriaé, estudos recentes revelaram a existência de importantes estruturas rúpteis afetando a cobertura cenozoica existente na área e a ocorrência de marcantes limites lineares no relevo, sugerindo condicionante tectônico em sua configuração. A metodologia utilizada compreendeu, inicialmente, a realização de uma compartimentação geomorfológica, utilizando para isso a análise hipsométrica e de perfis de varredura. Os compartimentos foram caracterizados com relação à altimetria, limites físicos, principais drenagens e geologia, destacando a correlação entre seus limites e das unidades geológicas principais, indicando importante controle litoestrutural, havendo, porém, incompatibilidades significativas. Foi realizada uma análise de lineamentos estruturais a fim de determinar o padrão de frequência e distribuição espacial dos mesmos, e possíveis relações com o arcabouço geológico e/ou novas estruturas. Esta análise demonstrou a predominância de lineamentos NE-SW, fortemente influenciados por descontinuidades do embasamento, e de lineamentos NW-SE, constituindo possivelmente estruturas neoformadas durante a evolução mesozoica-cenozoica. Por fim, foi realizada uma análise estrutural de fraturas afetando o embasamento alterado e a cobertura sedimentar cenozoica, permitindo a obtenção de campos de paleotensão compatíveis com aqueles de eventos neotectônicos descritos para diversas regiões do Sudeste do Brasil. Tais resultados reforçam a hipótese da influência tectônica na evolução mesozoica-cenozoica da área investigada.

ABSTRACT

BAIENSE, Mellissa Combas. *Geological controls on relief configuration in the Pomba and Muriaé Rivers Topographic Depression (RJ/MG)*. Rio de Janeiro, 2011. 74 p. Trabalho Final de Curso (Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

This study aimed to analyze the geomorphological compartmentation of the Pomba and Muriaé Rivers Topographic Depression (RJ/MG), which is a depressed area with rhombohedral geometry, segmented by NE-SW and WNW-ESE topographic alignments. This area is located in the middle-lower valley of the Paraíba do Sul River, and is limited by the Serra da Mantiqueira, at north, and by Serra do Mar, at south. It is inserted in the Cenozoic Rift System of Southeastern Brazil (SRCBS), associated with the northern to northeastern part of the Paraíba do Sul Rift. Although its geomorphological evolution is associated with denudation promoted by drainage basins of the Pomba and Muriaé rivers, recent studies have revealed major brittle structures affecting the Cenozoic cover, and the occurrence of remarkable linear boundaries in relief, suggesting tectonic controls in its configuration. The methodology consisted, initially, on making a geomorphological subdivision, using hypsometric analysis and projected profiles. The compartments were characterized by altimetry, physical boundaries, major drainage pattern and geology, highlighting the correlation between geomorphological limits and the main geological units, indicating important lithostructural controls, but presenting significant incompatibilities. Lineament analysis were done in order to determine the frequency and spatial distribution, as well as possible relations to the geologic framework and/or new structures. This analysis revealed the predominance of NE-SW lineaments, strongly influenced by discontinuities of the basement, and NW-SE lineaments, possibly representing newly formed structures during the Mesozoic-Cenozoic evolution. Finally, it was performed a structural analysis of fractures that affected the weathered basement and the Cenozoic cover, obtaining pale-stress fields that were consistent with Neotectonics events described in many regions of Southeastern Brazil. These results reinforce the hypothesis of tectonic influence in the Mesozoic-Cenozoic evolution of the investigated area.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo, destacando as principais localidades, rios e vias acesso. Fontes: Divisão estadual e acessos (<http://www.ibge.gov.br>); rede de drenagem (<http://www.ana.org.br>)..... 3

Figura 2: (A) Mapa tectônico da América do Sul (Heilbron et al., 2004). 1- Sistema orogênico andino; 2- Terreno Patagônia; 3- Cobertura fanerozoica da Plataforma Sul-Americana; 4- Escudos da Plataforma Sul-Americana, destacando a Província Mantiqueira (5) e o Cráton do São Francisco (6). (B) Subdivisão do Sistema Orogenico Mantiqueira (Heilbron et al., 2004: 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)..... 4

Figura 3: Mapa geológico simplificado do Orógeno Ribeira, extraído de Heilbron et al. (2004), Legenda: 1- Sedimentos quaternários; 2- Sedimentos terciários; 3- Rochas alcalinas cretáceas/terciárias; (4-8) Granitóides brasileiros sin a pós-colisionais, 4- Biotita granitos pós-colisionais (510-480 Ma, G5), 5- Granitos contemporâneos às zonas de cisalhamentos D3 (535-520 Ma, G4), 6- Granitos e charnockitos tardi-colisionais (ca. 560 Ma, G3), 7- Granitos porfiróides sin-colisionais (590-560 Ma), 8- Leucogranitos e charnockitos tipo S ou híbridos sin-colisionais (ca. 580 Ma, G2); (9-10) Granitóides com idade indeterminada, 9- Hornblenda granito gnaiss, 10- Suítes Anta e São Primo; 11- Arco Magmático Rio Negro (790-620 Ma); (12-17) Terreno Ocidental, (12-14) - Megassequência Andrelândia (12- Sequência Rio do Turvo em fácies granulito de alta P, 13- Sequência Rio do Turvo, 14- Sequência Carrancas), 15- Complexo Mantiqueira, 16- Fácies distais da Megassequência Andrelândia no Domínio Juiz de Fora, 17-Complexo Juiz de Fora; 18- Complexo Embu indiviso; (19-20) Terreno Paraíba do Sul, 19- Grupo Paraíba do Sul, 20- Complexo Quirino; (21-22) Terreno Oriental, 21- Sucessão metassedimentar Italva, 22- Sucessão metassedimentar Costeiro; (23-24) Terreno Cabo Frio, 23- Sucessão Búzios e Palmital, 24-Complexo Região dos Lagos..... 6

Figura 4: Mapa geológico da área de estudo - modificado de Leite et al. (2004) e Silva et al. (2004), a partir das cartas geológicas do Brasil ao milionésimo Rio de Janeiro - SF-23 e Vitória - SF-24 (fonte das cartas: www.cprm.gov.br). Nota explicativa na página a seguir (Figura 5) 9

Figura 5: Nota explicativa modificada da carta geológica do Brasil ao milionésimo, incluindo somente as unidades presentes na área de estudo. Modificado de Leite et al. (2004) e Silva et al. (2004)..... 10

Figura 6: Principais falhas a sul-sudeste do Cráton de São Francisco e a leste do Cráton de La Plata (Sadowski & Campanha, 2004). A- Cobertura Fanerozoica; B- Cinturões de dobramento brasileiros e/ ou áreas de reativação brasileira; C- Cráton ou fragmento cratônico de Luís Alves; D- Nappe de Socorro, E- Nappe de Guaxupé; F- Nappe de Passos; G - Cráton do São Francisco; H- Janela de Cabo Frio. Falhas transcorrentes principais: 1- Além Paraíba; 2- Cubatão; 3- Lancinha; 4- Ribeira; 5- Morro Agudo; 6- Itapirapuã; 7- Taxaquara; 8- Jundiuvira; 9- Jacutinga; 10- Campo do Meio. 11

Figura 7: 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), Afl (flúvio-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. 15

Figura 8: Mapa esquemático dos Domínios e Regiões Morfoestruturais utilizadas como base para a subdivisão das formas de relevo reconhecidas para o Estado do Rio de Janeiro (Silva, 2002). Área de estudo aproximadamente delimitada pelo polígono 16

Figura 9: Distribuição das idades obtidas por traço de fissão em apatita (AFT) e de intemperismo ao longo de diferentes domínios geomorfológicos do SE do Brasil, representada em um modelo digital de terreno (SRTM90, USGS). Círculos brancos: localidades amostradas para análise AFT (valores representam as idades aparentes AFT em Ma). Círculos pretos; Perfis de intemperismo amostrados para geocronologia $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (valores representam as idades mínimas do intemperismo em Ma, obtidas nas porções mais superficiais dos perfis). (b) e (c) Dois perfis topográficos ilustrando as localidades amostradas para AFT e geocronologia de intemperismo. Modificado de Carmo (2005). 18

Figura 10: A – Tentativa de reconstituição da Serra do Mar Cretácea, SMC. B – O sistema de riftes teria se desenvolvido durante o Cenozoico por colapso gravitacional da SMC (Zalán & Oliveira, 2005). 20

Figura 11: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCSB (retirado de Zalán & Oliveira, 2005): (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira e (D) Marítimo. Área de estudo demarcada por polígono vermelho. 21

Figura 12: Mapa topográfico do Sudeste do Brasil com o arcabouço estrutural regional do SRCSB (retirado de Zalán & Oliveira, 2005). Números indicam os grábens dentro dos riftes que compõe o SRCSB: Rife do Paraíba do Sul: (1) São Paulo, (2) Taubaté, (3) Queluz, (4) Resende-Volta Redonda, (5) Baixo Paraíba do Sul. Rife Litorâneo: (6) Barra de São João, (7) Guanabara, (8) Ubatuba, (9) Santos, (10) Ribeira do Iguape, (11) Cananéia, (12) Paranaguá. Rife do Ribeira: (13) Sete Barras, (14) Alto Ribeira. Área de estudo demarcada por polígono vermelho. 21

Figura 13: Eventos tectônicos responsáveis pela formação e deformação do segmento central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), segundo Riccomini (1989). . 23

Figura 14: Quadro de fases tectônicas cenozoicas para o Sudeste do Brasil, segundo diferentes autores e regiões (Ribeiro, 2010) 24

Figura 15: Roseta representando as classes de direção de lineamentos utilizadas neste trabalho. 27

Figura 16: Terminologia para descrição de fraturas secundárias elementares em um contexto de cisalhamento simples, segundo Petit (1987). R – fraturas estriadas, sintéticas, de baixo ângulo; R` – fraturas antitéticas de alto ângulo; T – fraturas sem estria mergulhando no sentido de movimento do bloco ausente; Y – fraturas que desenvolvem-se paralelas à falha principal em alta taxa de deformação; P – fraturas

<i>estriadas, sintéticas, de baixo ângulo, subparalelas à falha principal. σ_1 – eixo de compressão máxima; σ_3 – eixo de compressão mínima.</i>	28
<i>Figura 17: Método dos diedros retos. A) Falha (F) e plano auxiliar (A) delimitando diedros compressivos (P) e distensivos (T); (s): vetor unitário de movimento; e (n): vetor unitário normal. B) Projeções estereográficas dos planos F e A, onde B é a intersecção dos dois, P indica os diedros compressivos e T os distensivos. C) Projeção estereográfica de falha normal e seu plano auxiliar, delimitando os campos compressivo e distensivo. D) Idem à anterior, para uma falha direcional. E) Superposição das projeções estereográficas das falhas representadas em C e D, mostrando áreas 100% compressivas, em cinza, e 100% distensivas, pontilhadas - Angelier (1994).</i>	28
<i>Figura 18: Projeções ciclográficas de planos de falhas conjugados com respectivas estrias e seus blocos diagramas, para: a) regime distensional (falhas normais); b) compressional (falhas reversas) e c) direcional (falhas direcionais) - Angelier (1994).</i>	29
<i>Figura 19: Mapa hipsométrico da área de estudo e localização dos perfis de varredura A e B</i>	31
<i>Figura 20: Mapa geomorfológico da área de estudo.</i>	32
<i>Figura 21: Contorno dos compartimentos geomorfológicos sobre mapa geológico da área de estudo. Legenda do mapa geológico na Figura 5(modificado de Leite et. al. (2004) e Silva et. al. (2004)</i>	33
<i>Figura 22: Perfil de varredura A-A' e trecho do mapa geológico correspondente.</i>	39
<i>Figura 23: Perfil de varredura B-B' e trecho do mapa geológico correspondente.</i>	39
<i>Figura 24: Mapa de lineamentos e roseta de frequência da área de estudo.</i>	41
<i>Figura 25: Mapa de lineamentos e setores limitados pelos feixes NE-SW</i>	42
<i>Figura 26: Rosetas de frequência para os setores A, B, C, D e E.</i>	42
<i>Figura 27: Mapa de lineamentos NE-SW.</i>	43
<i>Figura 28: Mapa de lineamentos NW-SE.</i>	44
<i>Figura 29: Mapa de lineamentos NNW-SSE.</i>	44
<i>Figura 30: Mapa de lineamentos NNE-SSW.</i>	45
<i>Figura 31: Mapa de lineamentos WNW-ESE.</i>	46
<i>Figura 32: Mapa de lineamentos ENE-WSW.</i>	46
<i>Figura 33: Rosetas de frequência para a área toda e cada compartimento geomorfológico.</i>	48
<i>Figura 34: Fotomosaico interpretado do ponto ALP01.</i>	49

Figura 35: *Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas dextrais WNW-ESE e NW-SE, relacionadas a um regime transcorrente dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 50*

Figura 36: *Fotomosaico interpretado do Ponto BPS04-A. 50*

Figura 37: *Detalhe de um dos planos de falha, onde é possível observar estrias indicando movimentação dextral. 51*

Figura 38: *Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: (A) falhas dextrais NW-SE, falhas normais NW-SE e NNW-SSE, e falhas sinistrais NNW-SSE e NNE-WSW, que se relacionam a um regime transcorrente dextral E-W e (B) falhas normais NNW-SSE a NNE-SSW, que se relacionam a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 51*

Figura 39: *Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas sinistrais ENE-WSW relacionadas a um regime de transcorrência sinistral E-W; e (B) falhas dextrais WNW-ESE e NW-SE e normais NW-SE, relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 52*

Figura 40: *Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas normais WNW-ESE e NW-SE e falhas sinistrais NNW-SSE a N-S, que se relacionam a um regime transcorrente dextral E-W e (B) falhas normais NNW-SSE a N-S, que se relacionam a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 53*

Figura 41: *Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados a: (A) falhas normais NNW-SSE e NW-SE e falhas sinistrais NNW-SSE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W e (B) falhas normais NNW-SSE e NNE-SSW relacionadas a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 53*

Figura 42: *Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas dextrais WNW-ESE e NW-SE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos*

distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 54

Figura 43: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associada a: (A) falhas sinistrais ENE-WSW a NE-SW e dextrais ENE-WSW a NNE-SSW que se relacionam a um regime de Transcorrência Sinistral E-W; (B) falhas dextrais WNW-ESE e NW-SE, normais NW-SE e NNW-SSE e sinistrais NW-SE NNW-SSE compatíveis com um regime de Transcorrência Dextral E-W; e (C) falhas normais WNW-ESE e NW-SE relacionadas a um regime de Distensão NW-SE. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 55

Figura 44: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: falhas sinistrais NE-SW relacionadas a um regime de Transcorrência Sinistral E-W (A); e falhas dextrais E-W, WNW-ESE e NW-SE e normais NW-SE que correspondem respectivamente a falhas R e T de um regime de Transcorrência Dextral E-W(B). Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 56

Figura 45: Fotomosaico interpretado do ponto BPS12. 56

Figura 46: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: falhas sinistrais ENE-WSW e falhas dextrais NNW-SSE de um regime transcorrente sinistral E-W(A); e falhas normais NE-SW relacionadas a um regime de Distensão NW-SE (B). Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 57

Figura 47: Fotomosaico imterpretado do ponto BPS20..... 57

Figura 48: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: (A) falha normal NE-SW e falhas dextrais NNE-SSW que correspondem a um regime de Transcorrência Sinistral E-W; e (B) falhas dextrais NW-SE e NNW-SSE, falhas normais NNW-SSE e falhas sinistrais NNW-SSE e NNE-SSW que correspondem a um regime de Transcorrência Dextral E-W (B). Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 58

Figura 49: Padrão de fraturamento observado no ponto BPS20. 58

Figura 50: Detalhe de plano com estrias indicando um movimento normal-dextral. ... 59

Figura 51: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: falhas normais NW-SE compatíveis com um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ;

setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 59

Figura 52: Projeções estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas dextrais NE-SW correspondentes a um regime de Transcorrência Sinistral E-W; e (B) falhas normais NNE-SSW e NE-SW que estão associadas a um regime de Distensão NW-SE. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 60

Figura 53: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas normais NW-SE associadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 61

Figura 54: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas dextrais NW-SE, falhas normais NW-SE e falhas sinistrais NNW-SSE correspondentes a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente. 61

Figura 55: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Transcorrência Sinistral E-W, sobre os compartimentos geomorfológicos Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS-sul e norte. 63

Figura 56: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Transcorrência Dextral E-W, sobre os compartimentos geomorfológicos: Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS- sul e norte. 64

Figura 57: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Distensão E-W/NW-SE, sobre os compartimentos geomorfológicos: Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS-sul e norte. 66

SUMÁRIO

RESUMO	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
SUMÁRIO	xiv
1) INTRODUÇÃO	1
2) OBJETIVOS	2
3) ÁREA DE ESTUDO	2
3.1) Localização	2
3.2) Geologia Regional	4
3.3) Geomorfologia	12
4) TECTÔNICA MESOZOICA-CENOZOICA	19
5) METODOLOGIA	25
5.1) Compartimentação geomorfológica	25
5.1.1) Análise hipsométrica	25
5.1.2) Análise de perfis de varredura	25
5.2) Análise de Lineamentos	26
5.3) Análise estrutural	27
6) RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.1) Compartimentação geomorfológica	30
6.2) Análise dos perfis de varredura	37
6.3) Análise de lineamentos	40
6.4) Análise Estrutural	49
6.4.1) Regimes Tectônicos	62
7) CONCLUSÕES	67
8) BIBLIOGRAFIA	70

1) INTRODUÇÃO

A evolução mesozoica-cenozoica da Plataforma Sul-Americana foi marcada por processos de reativação tectônica associados à ruptura do Gondwana a partir do Jurássico, e a esforços, durante o Cenozoico, decorrentes de fatores como isostasia (Asmus e Ferrari, 1978) e tensões na placa Sul-Americana (Riccomini *et al.*, 2004). Em particular, a região Sudeste do Brasil tem como principal registro das reativações cenozoicas o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989), que compreende regiões deprimidas, com importante registro sedimentar, como, por exemplo, as bacias de Taubaté, Resende, Volta Redonda e Itaboraí, e altos topográficos que limitam essas depressões, representados pelas serras da Mantiqueira e do Mar. Zalán e Oliveira (2005) interpretaram a alternância entre serras e vales/planícies do Sudeste do Brasil como uma sucessão de horstes e grábens escalonados, expandindo a área de abrangência do RCSB para além das regiões com depósitos sedimentares, denominando esse novo conjunto de Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil.

A Depressão dos rios Pomba e Muriaé (RJ/MG) constitui um compartimento geomorfológico localizado na região do médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul, limitado a norte a serra da Mantiqueira e a sul pela Serra do Mar. Se destaca por constituir uma área deprimida com geometria romboédrica, segmentada por alinhamentos topográficos de orientação NE-SW e WNW-ESE (Mello *et al.* 2005). Inserida no contexto do SRCBS, abrange a porção final do Rife do Paraíba do Sul, porém não possui registro sedimentar significativo. A existência de fraturamento afetando a cobertura sedimentar cenozoica (Mello *et al.* 2005) e de marcantes feições lineares no relevo sugerem que a influência da tectônica atuante no mesozoico-cenozoico se estende também para essa região.

Estudos anteriores destacaram principalmente os controles litológicos e estruturais na configuração do relevo dessa região (Meis *et al.*, 1982; Gatto *et al.*, 1983; Silva, 2002), o que motivou a realização do presente estudo, voltado para a discussão de características topográficas que evidenciem a influência de movimentações tectônicas e/ou de variações litoestruturais do embasamento na configuração do relevo, utilizando para isso uma análise integrada da geomorfologia, contexto geológico regional, padrões de lineamentos topográficos e de estruturas rúpteis, buscando contribuir com novos resultados para o quadro de evolução cenozoica do Sudeste do Brasil.

2) OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo geral realizar uma análise da compartimentação geomorfológica da Depressão dos Rios Pomba e Muriaé, discutindo os possíveis controles litoestruturais e/ou tectônicos na configuração do relevo.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Caracterizar os principais compartimentos geomorfológicos;
- Analisar os padrões de lineamentos, visando discutir a relação entre estas feições e a compartimentação geomorfológica da área;
- Caracterizar os padrões de fraturamento neotectônicos, envolvendo a identificação, análise e ordenação cronológica das estruturas neotectônicas (pares de falha/estria) que afetam os depósitos cenozoicos, correlacionando-os com os modelos propostos para outras áreas do sudeste do Brasil.

3) ÁREA DE ESTUDO

3.1) Localização

A área de estudo está localizada na região Sudeste do Brasil, abrangendo parte dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e um pequeno trecho do estado do Espírito Santo (Figura 1). As principais vias de acesso são a BR-393, a BR-116 e a BR-040.

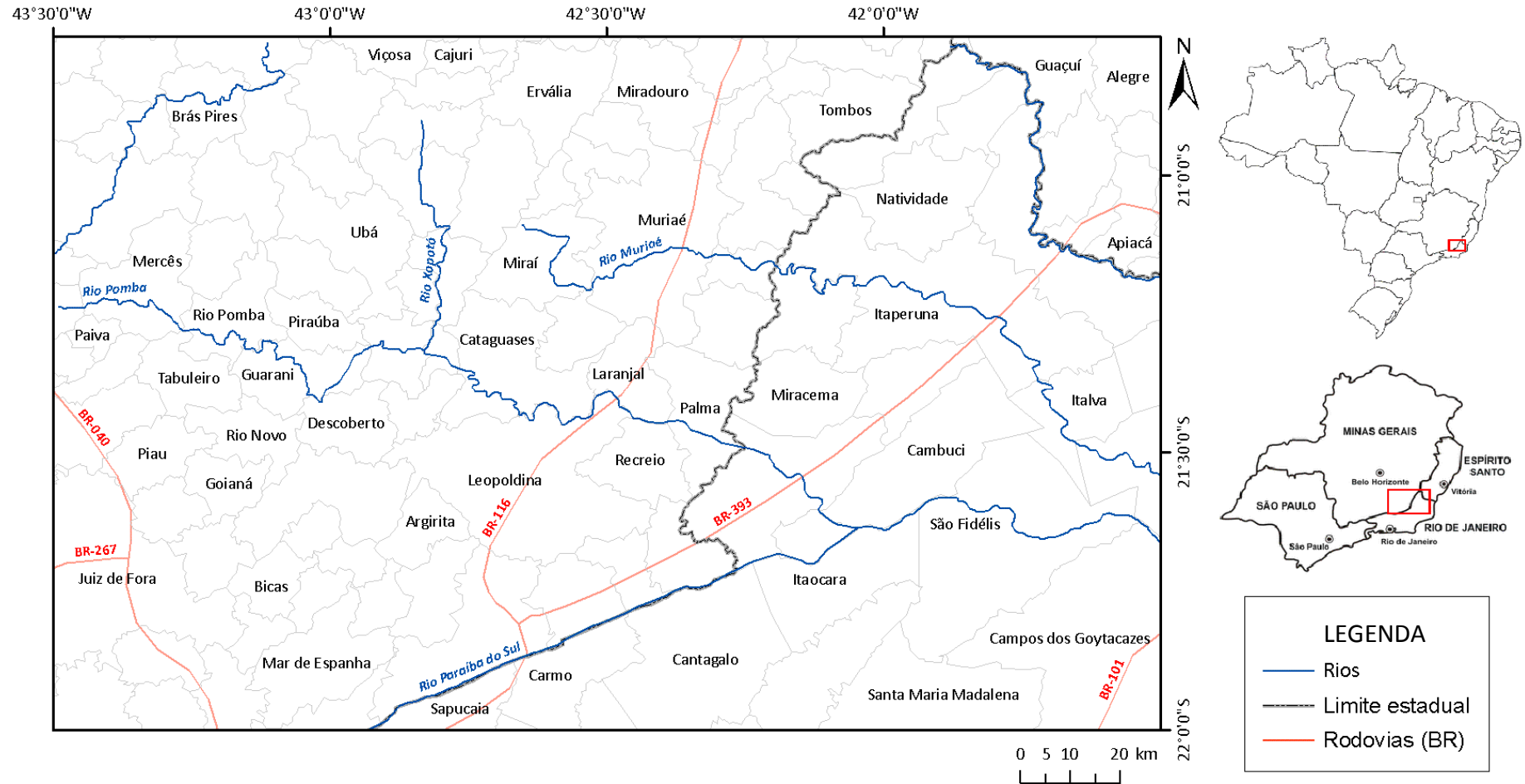


Figura 1: Localização da área de estudo, destacando as principais localidades, rios e vias de acesso. Fontes: Divisão estadual e acessos (<http://www.ibge.gov.br>); rede de drenagem (<http://www.ana.org.br>)

3.2) Geologia Regional

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 (Figura 2-A).

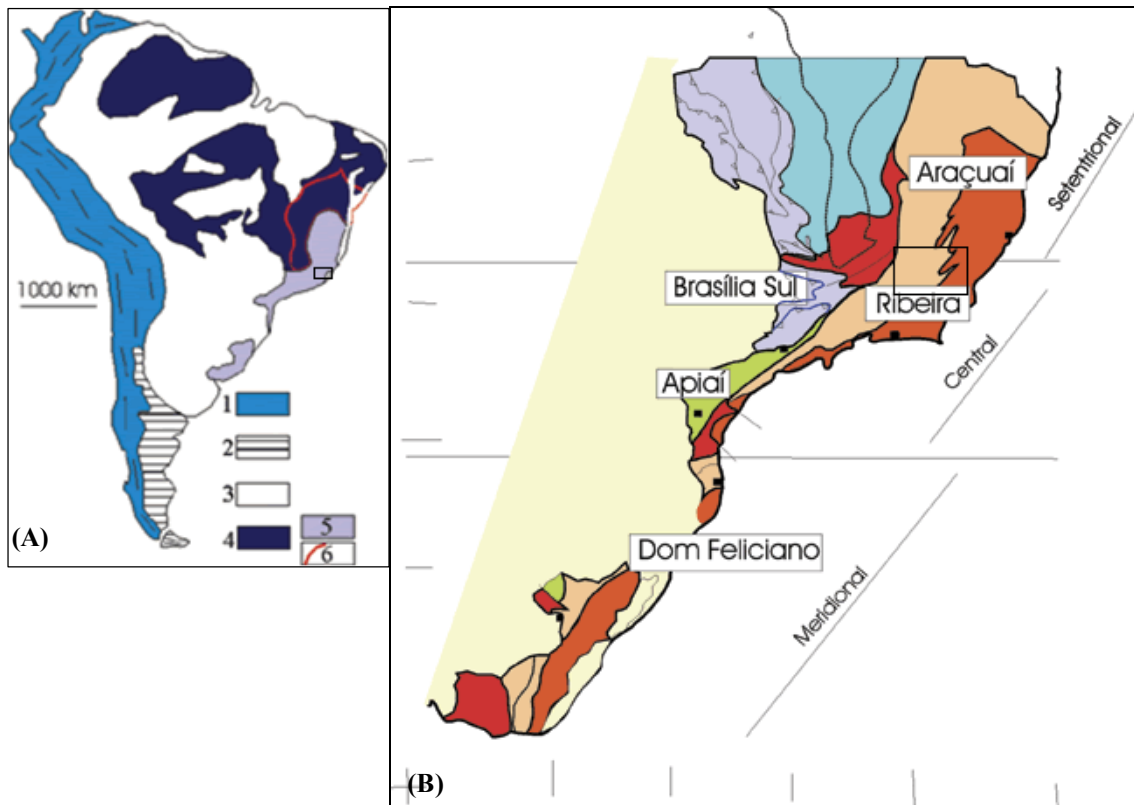


Figura 2: (A) Mapa tectônico da América do Sul (Heilbron et al., 2004). 1- Sistema orogênico andino; 2- Terreno Patagônia; 3- Cobertura fanerozoica da Plataforma Sul-Americana; 4- Escudos da Plataforma Sul-Americana, destacando a Província Mantiqueira (5) e o Cráton do São Francisco (6). (B) Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira (Heilbron et al., 2004: 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 Província Mantiqueira possui uma área de cerca de 700.000 km², entre o sul do estado da Bahia até o Rio Grande do Sul, se estendendo ao longo de uma faixa de direção NE-SW paralela à costa brasileira. Consiste em um sistema de orógenos formados durante o Ciclo Brasileiro, evento colisional caracterizado por diversas colagens continentais entre o Neoproterozoico e o Cambriano, que resultou na amalgamação do paleocontinente Gondwana Ocidental e estruturação do embasamento da Plataforma sul-americana (Brito-Neves et al., 1999 *apud* Heilbron et al., 2004). É subdividida em três segmentos, segundo Heilbron et al. (2004): segmento setentrional, que corresponde ao Orógeno Araçuaí; segmento central, que engloba o Orógeno

Ribeira, a zona de interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira, e os terrenos Apiaí, São Roque e Embu; segmento meridional, que inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel. A área de estudo está situada entre as faixas Araçuaí e Ribeira, que constituem o segmento setentrional e central da Província Mantiqueira, respectivamente (Figura 2-B).

O Orógeno Araçuaí corresponde à porção brasileira do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental, formado pela interação, durante o Evento Brasileiro, entre o Cráton São Francisco e o oeste do Cráton do Congo. Após a abertura do Oceano Atlântico, no Cretáceo, a Faixa Araçuaí herdou mais de dois terços do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental, se estendendo do Cráton do São Francisco ao litoral atlântico, aproximadamente entre os paralelos 15°S e 21°S (Pedrosa-Soares *et al.*, 2007). O Orógeno Araçuaí é subdividido em três compartimentos tectônicos principais: domínio externo, que corresponde à faixa de dobramentos e empurrões a sudeste do Cráton de São Francisco; domínio interno, que constitui o núcleo metamórfico-anatético do orógeno; e inflexão setentrional, que consiste na grande curvatura do Orógeno Araçuaí, onde os traços estruturais brasileiros infletem para leste, apresentando, a norte, características metamórficas do domínio externo e, a sul, do domínio interno

. A transição do Orógeno Araçuaí para o Orógeno Ribeira ocorre na altura do paralelo 21°S e é marcada pela deflexão da estruturação brasileira, que muda da direção NNE, a norte, para NE, a sul. Não se verifica descontinuidade estratigráfica ou metamórfica na zona de fronteira entre estes orógenos (Heilbron *et al.*, 2004).

O Orógeno Ribeira se formou pela interação do Cráton de São Francisco com a porção sudoeste da placa do Congo, além de micropalacas e arcos de ilha, ao longo do Ciclo Brasileiro (470-700 Ma). Como resultado deste evento colisional, houve um empilhamento de terrenos de leste para oeste-noroeste, que, pelo caráter oblíquo da colisão, é representado por zonas com predomínio de encurtamento frontal e zonas com componente transpressivo dextral. Dessa forma, o Orógeno Ribeira foi subdividido em cinco terrenos tectono-estratigráficos separados por falhas de empurrão ou por zonas de cisalhamento oblíquas transpressivas: Ocidental, Paraíba do Sul, Embu, Oriental e Oriental (Figura 3)

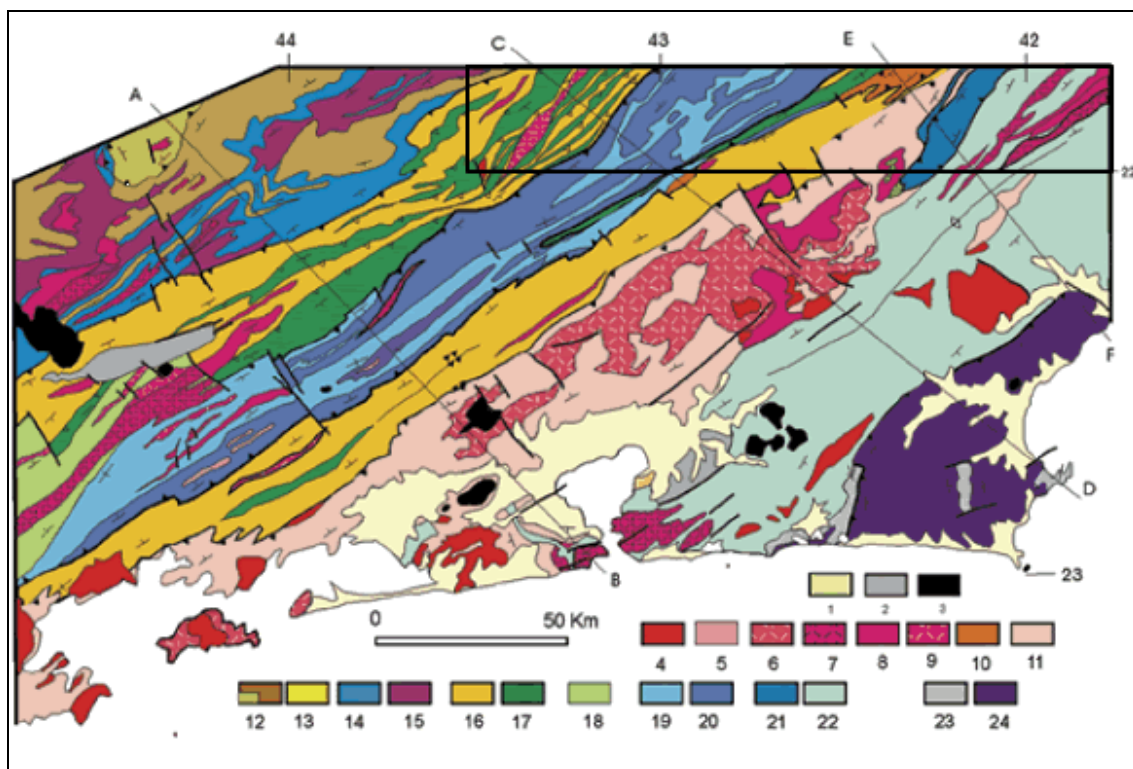


Figura 3: Mapa geológico simplificado do Orógeno Ribeira, extraído de Heilbron *et al.* (2004),
 Legenda: 1- Sedimentos quaternários; 2- Sedimentos terciários; 3- Rochas alcalinas cretáceas/terciárias; (4-8) Granitóides brasileiros sin a pós-colisionais, 4- Biotita granitos pós-colisionais (510-480 Ma, G5), 5- Granitos contemporâneos às zonas de cisalhamentos D3 (535-520 Ma, G4), 6- Granitos e charnockitos tardi-colisionais (ca. 560 Ma, G3), 7- Granitos porfiróides sin-colisionais (590-560 Ma), 8- Leucogranitos e charnockitos tipo S ou híbridos sin-colisionais (ca. 580 Ma, G2); (9-10) Granitóides com idade indeterminada, 9- Hornblenda granito gnaisse, 10- Suítes Anta e São Primo; 11- Arco Magmático Rio Negro (790-620 Ma); (12-17) Terreno Ocidental, (12-14) - Megassequência Andrelândia (12- Sequência Rio do Turvo em fácies granulito de alta P, 13- Sequência Rio do Turvo, 14- Sequência Carrancas), 15-Complexo Mantiqueira, 16- Fácies distais da Megassequência Andrelândia no Domínio Juiz de Fora, 17-Complexo Juiz de Fora; 18- Complexo Embu indiviso; (19-20) Terreno Paraíba do Sul, 19- Grupo Paraíba do Sul, 20- Complexo Quirino; (21-22) Terreno Oriental, 21- Sucessão metassedimentar Italva, 22- Sucessão metassedimentar Costeiro; (23-24) Terreno Cabo Frio, 23- Sucessão Búzios e Palmital, 24-Complexo Região dos Lagos.

A área de estudo compreende unidades correspondentes ao embasamento paleoproterozoico-arqueano das faixas brasileiras, sucessões metassedimentares mesoproterozoicas e granitóides (pré, sin e pós-tectônicos) que ocorrem em diversos domínios das faixas Ribeira e Araçuaí. Estas unidades serão detalhadas a seguir, com base nos trabalhos de Leite *et al.* (2004), Silva *et al.*(2004)-Figura 4- e Heilbron *et al.*(2004).- Figura 3.

- Embasamento paleoproterozoico-arqueano:

- Complexo Quirino (2,19 e 2,17 Ga) - compreende granitóides tonalítico-granodioríticos com enclaves de rochas metaultramáficas, metamáficas e cálcio-silicáticas (ricas em tremolita) que ocorrem no Terreno Paraíba do Sul.

- Complexo Juiz de Fora - corresponde a ortogranulitos, como charnokitos (2,30 Ga) e enderbitos (2,13 Ga), que compõem o embasamento do domínio interno da Faixa Araçuaí e do Terreno Ocidental da Faixa Ribeira.

Sucessões metassedimentares paleo- a mesoproterozoicas:

- Megassequência Andrelândia - xistos, quartzitos e migmatitos que correspondem às fácies distais da Megassequência Andrelândia no Domínio Juiz de Fora, no Terreno Ocidental da Faixa Ribeira.

- Complexo Paraíba do Sul - sucessões de rochas metassedimentares ricas em intercalações de mármore dolomíticos, de idade ainda incerta, que ocorrem no Terreno Paraíba do Sul.

- Corpos intrusivos sin, tardi e pós-tectônicos:

- Arco Magmático Rio Negro (790-620 Ma) - ortognaisses tonalíticos a graníticos, cálcio-alcálicos, com corpos gabróicos associados, alojados em paragnaisses do Domínio Costeiro da Faixa Ribeira, durante o estágio pré-colisional.

- Granitóides tipo S - sin-orogênicos (585-565 Ma), tardi-orogênicos (565 Ma a 535 Ma) a pós-orogênicos (520-490 Ma), do Orógeno Araçuaí;

- Granitóides tipo I - sin, tardi a pós-orogênicos, do Orógeno Araçuaí;

- Charnokitóides sin a tardi-tectônicos.

Além dos segmentos dos orógenos Ribeira e Araçuaí, a área engloba, a oeste, um trecho da porção sudeste do Cráton de São Francisco. Compreende os complexos e *greenstone belts* arqueanos, rochas ortometamórficas paleoproterozoicas e rochas metassedimentares.

- Complexos migmatíticos e *greenstone belts* arqueanos:
 - Complexo Mantiqueira (Mesoarqueano) - complexo gnáissico-migmatítico, representado na área por ortognaisses e anfíbolitos;
 - Grupo Nova Lima (Mesoarqueano) - unidade intermediária do Supergrupo Rio das Velhas (*greenstone belt*), composto por rochas vulcanoclásticas, metaultramáficas/máficas e rochas associadas ao Cinturão Mineiro;
 - Complexo São Bento das Torres - compreende enderbitos e noritos metamorfizados na fácies granulito;
 - Complexo Acaiaca (Neoarqueano) - compreende enderbitos, gnaisses granulíticos e noritos.
- Cinturão Mineiro e corpos ígneos do Paleoproterozoico:
 - Rochas metamáficas e metaultramáficas paleoproterozoicas;
 - Granitóides paleoproterozoicos, incluindo granitos e tonalitos;
 - Cinturão Mineiro (Paleoproterozoico - “Evento Transamazônico”) - representado por metagrabos e metadioritos pré a sin-tectônicos; ortognaisses TTG do Complexo Piedade; Suíte Alto Maranhão, composta por tonalitos a granitos calcioalcalinos metaluminosos (tipo I); e Suíte Brás Pires, com granitos peraluminosos (tipo S).

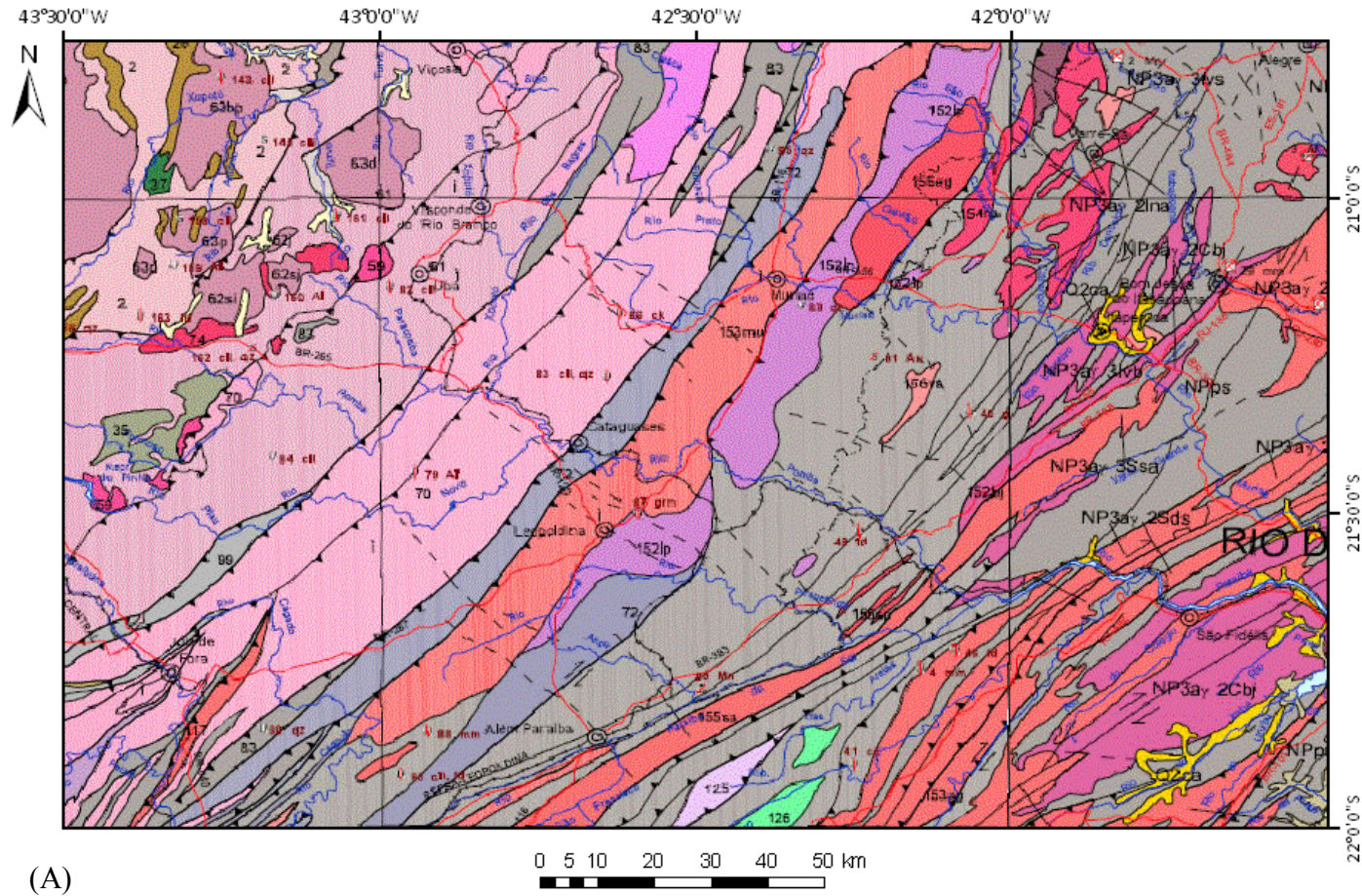


Figura 4: Mapa geológico da área de estudo - modificado de Leite et al. (2004) e Silva et al. (2004), a partir das cartas geológicas do Brasil ao milionésimo Rio de Janeiro - SF-23 e Vitória - SF-24 (fonte das cartas: www.cprm.gov.br). Nota explicativa na página a seguir (Figura 5)

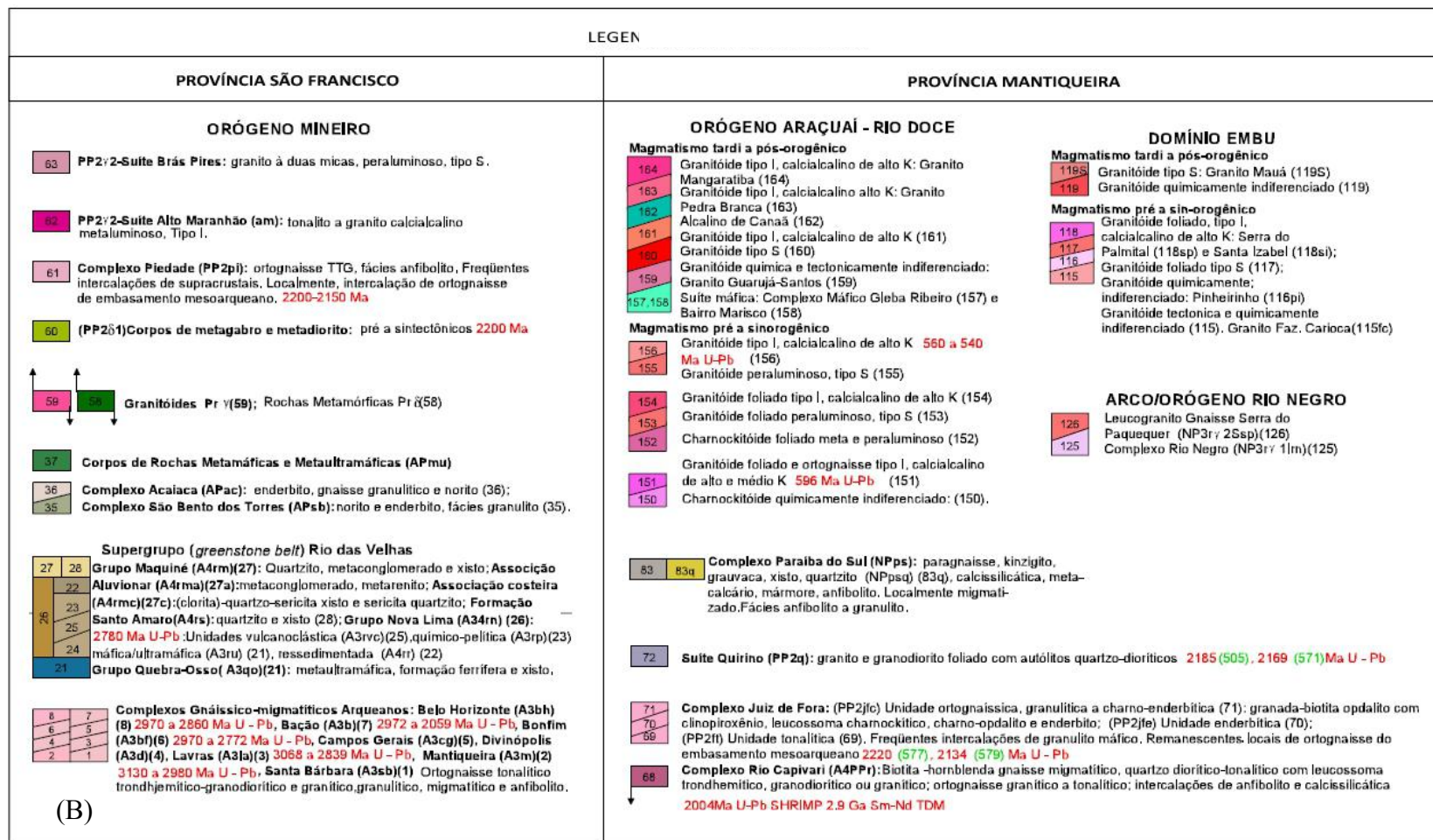


Figura 5: Nota explicativa modificada da carta geológica do Brasil ao milionésimo, incluindo somente as unidades presentes na área de estudo. Modificado de Leite et al. (2004) e Silva et al. (2004).

O arcabouço estrutural da área de estudo é composto basicamente por grandes estruturas de direção NE-SW a NNE-SSW que compõem o Lineamento de Além Paraíba (Almeida *et al.*, 1975) ou Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul - ZCRPS (Dayan & Keller, 1990). A ZCRPS engloba zonas de cisalhamento de movimentação transpressiva dextral, em geral de médio a alto ângulo, associadas a expressivas faixas de milonitos, cujo desenvolvimento permitiu acomodar grande parte dos movimentos relacionados à convergência crustal ocorrida durante a orogênese brasileira (Dehler & Machado, 2002).

A ZCRPS se insere em um sistema maior chamado Megafalha de Cubatão (Sadowski, 1991 *apud* Sadowski & Campanha, 2004), se estendendo desde o norte do Espírito Santo, passando pela costa dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Exerce importante controle sobre o curso do rio Paraíba do Sul, que apresenta uma forma retilínea em toda sua extensão ao longo do estado do Rio de Janeiro (Figura 6).

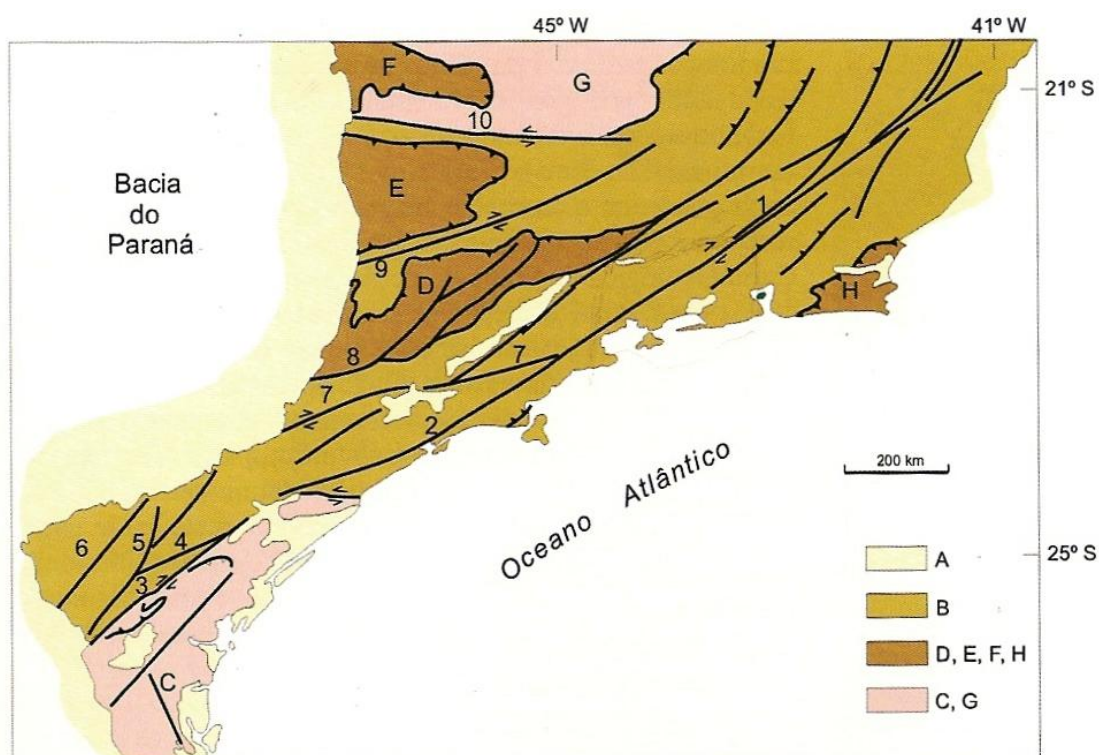


Figura 6: Principais falhas a sul-sudeste do Cráton de São Francisco e a leste do Cráton de La Plata (Sadowski & Campanha, 2004). A- Cobertura Fanerozoica; B- Cinturões de dobramento brasileiros e/ou áreas de reativação brasileira; C- Cráton ou fragmento cratônico de Luís Alves; D- Nappe de Socorro, E- Nappe de Guaxupé; F- Nappe de Passos; G - Cráton do São Francisco; H- Janela de Cabo Frio. Falhas transcorrentes principais: 1- Além Paraíba; 2- Cubatão; 3- Lancinha; 4- Ribeira; 5- Morro Agudo; 6- Itapirapuã; 7- Taxaquara; 8- Jundiuvira; 9- Jacutinga; 10- Campo do Meio.

Segundo Almeida *et al.* (1975), o Lineamento de Além Paraíba apresenta uma evolução polifásica, sendo a principal fase de atividade durante o final do Ciclo Brasileiro, processando-se em nível crustal pouco profundo e originando estruturas cataclásticas nos milonitos.

Correa Neto & Dayan (1996) confirmaram o caráter dextral da ZCRPS proposto anteriormente por Campanha (1980, 1981), através da caracterização de indicadores cinemáticos e pela presença de estruturas-em-flor positivas, com a exposição de segmentos mais profundos da crosta. Mostraram que níveis crustais cada vez mais profundos são expostos, na direção NE, ao longo da ZCRPS.

3.3) Geomorfologia

Geomorfologicamente, a área de estudo é caracterizada por uma depressão escalonada, cercada por domínios serranos de orientação NE-SW e WNW-ESE que lhe conferem uma geometria de formato romboédrico (Mello *et al.*, 2005).

O relevo é marcado principalmente pela presença de colinas, cujas cotas médias variam entre 100m e 400m, além de vales entulhados. Essas colinas são recobertas por depósitos sedimentares de idade supostamente neogênica, limitados na base, sobre o embasamento cristalino profundamente alterado, por linhas de cascalhos (Mello *et al.* 2005).

A área esta inserida na bacia do médio-baixo rio Paraíba do Sul, representada por um trecho desse rio e por seus afluentes Pomba e Muriaé, e subafluentes. 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. A cabeceira do rio Muriaé se localiza nas proximidades da cidade de Mirai (MG) e seu percurso, paralelo ao rio Pomba, chega a cerca de 150 km. Ambos apresentam uma configuração retilínea e orientação predominantemente WNW-ESE.

Gatto *et al.* (1983), em trabalho inserido no Projeto RADAMBRASIL, determinaram a ocorrência de quatro domínios geomorfológicos na região Sudeste: o Domínio do Escudo Exposto, que revela características morfoestruturais de estabilidade, marcado por blocos de relevos alçados, posteriormente atingidos por estágios sucessivos

de erosão; o Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados, caracterizado pelo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual, representado por extensas linhas de falha e escarpas de grande dimensão; o Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas, assinalado por conjuntos de modelados resultantes da exumação de estruturas dobradas ao longo de vários ciclos geotectônicos e onde as marcas do controle estrutural refletem-se através de extensos alinhamentos de cristas, cortados por vale profundos, orientados conforme as disposições preferenciais das rochas; e o Domínio dos Depósitos Sedimentares, marcado por conjuntos sedimentares de origem marinha, fluvial, fluvio-marinha, lacustre, eólica e coluvionar, atribuídos ao Neógeno e Quaternário, encontrados ao longo do litoral.

O Domínio do Escudo Exposto é representado na área de estudo pela Região do Planalto Sul de Minas, Unidade Planalto de Campos das Vertentes (Figura 7). Esta unidade é caracterizada por um elevado compartimentado planáltico, com altitudes entre 400 a 1300m, intensamente dissecado, resultando em uma paisagem típica de “mar de morros”.

O Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados é representado pelas regiões das Escarpas e Reversos da Serra do Mar, do Vale do Paraíba do Sul, da Mantiqueira Setentrional, e Colinas e Maciços Costeiros, que apresentam as seguintes unidades geomorfológicas, respectivamente (Figura 7):

- Unidade Serra dos Órgãos - caracterizada por relevo composto por escarpas escalonadas e festonadas, e pelo seu reverso, sendo este último definido por lineamentos de vales estruturais e cristas serranas. Suas cotas topográficas podem variar de cerca de 600m a mais de 2200m, em locais restritos. A drenagem se desenvolve obedecendo ao controle estrutural;

- Unidade Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul - ocorre no setor médio da bacia do rio Paraíba do Sul. Suas feições refletem o alto controle estrutural, disposto em um feixe de falhas com orientação aproximadamente NE-SW, denominada Lineamento de Além Paraíba (segundo Almeida *et al.*, 1975). O relevo é marcado pela presença de colinas alinhadas e cotas topográficas que variam entre 300 e 900m de altitude. O padrão de drenagem subparalelo acompanha as estruturas de direção NE-SW.

- Unidade Depressão Escalonada dos Rios Pomba-Murié - apresenta um relevo escalonado, com cotas altimétricas que oscilam entre 100 e 700m, à medida que se aproxima da Serra da Mantiqueira. Na sua porção a oeste, os altos vales dos rios Pomba e Murié 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.

- Unidade Serranias da Zona da Mata Mineira - identificada por relevos de formas alongadas, marcados por escarpas adaptadas a falhas, sulcos estruturais, grandes linhas de cumeada e cristas simétricas alinhadas, que ocorrem na parte leste do estado de Minas Gerais. O relevo apresenta forte tendência à orientação estrutural na direção NE-SW, refletindo o *trend* regional.

- Unidade Patamares Escalonados do Sul Capixaba - constitui um relevo com morfologia de aspecto preferencialmente homogêneo, marcada por formas colinosas com topos convexos. É constituída por três compartimentos morfológicos: patamar ocidental, topo do planalto e patamar oriental, sendo este último presente na área de estudo. O patamar oriental apresenta características de um bloco elevado, basculado para leste. É caracterizado pela presença abundante de sulcos estruturais de orientação aproximadamente N-S.

- Unidade Colinas e Maciços Costeiros - é caracterizada por uma área de topografia deprimida, com reduzidos valores altimétricos em relação a outras unidades, e que apresenta distribuição contínua ao longo da faixa costeira. O relevo é constituído por colinas côncavo-côncavas e serras e maciços litorâneos, que constituem um conjunto morfológico mais elevado.

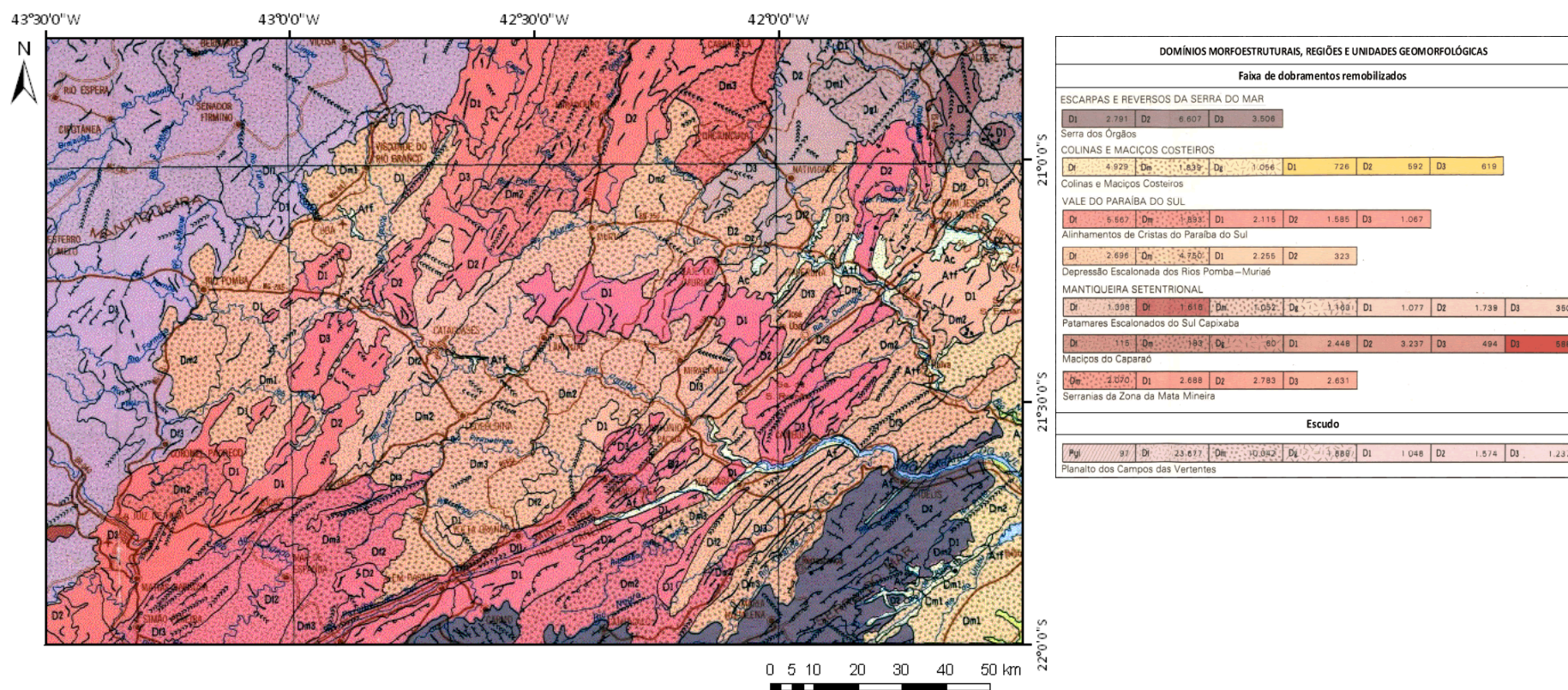


Figura 7: Mapa geomorfológico da área de estudo - modificado da folha RJ-SF-23 do Projeto RADAMBRASIL (Gatto et al., 1983). Legenda incluindo somente as unidades referentes à área de estudo. Tipos de modelado: de Acumulação (A) – Ac (de enxurrada – área plana ou abaciada), Af (fluvial), Atf (terraço fluvial), Afl (flúvio-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): grau de aprofundamento da dissecação definidos pela média da frequência dos níveis medidos em perfis transversais.

Silva (2002), utilizando a metodologia de desnivelamentos altimétricos, realizou um estudo em todo o estado do Rio de Janeiro no qual definiu dois Domínios Morfoestruturais, através da identificação de grandes conjuntos de formas de relevo associados às principais estruturas geológicas regionais: o Domínio Morfoestrutural Planalto Atlântico e o Domínio Morfoestrutural Depressões Tectônicas Cenozóicas. Com base nessa subdivisão, a Depressão dos Rios Pomba e Muriáe se insere no contexto do domínio das Depressões Tectônicas Mesozóicas-Cenozóicas, com destaque para a região da Depressão Interplanáltica Pomba-Muriáe e Unidade Alinhamentos do Paraíba do Sul (Figura 8).

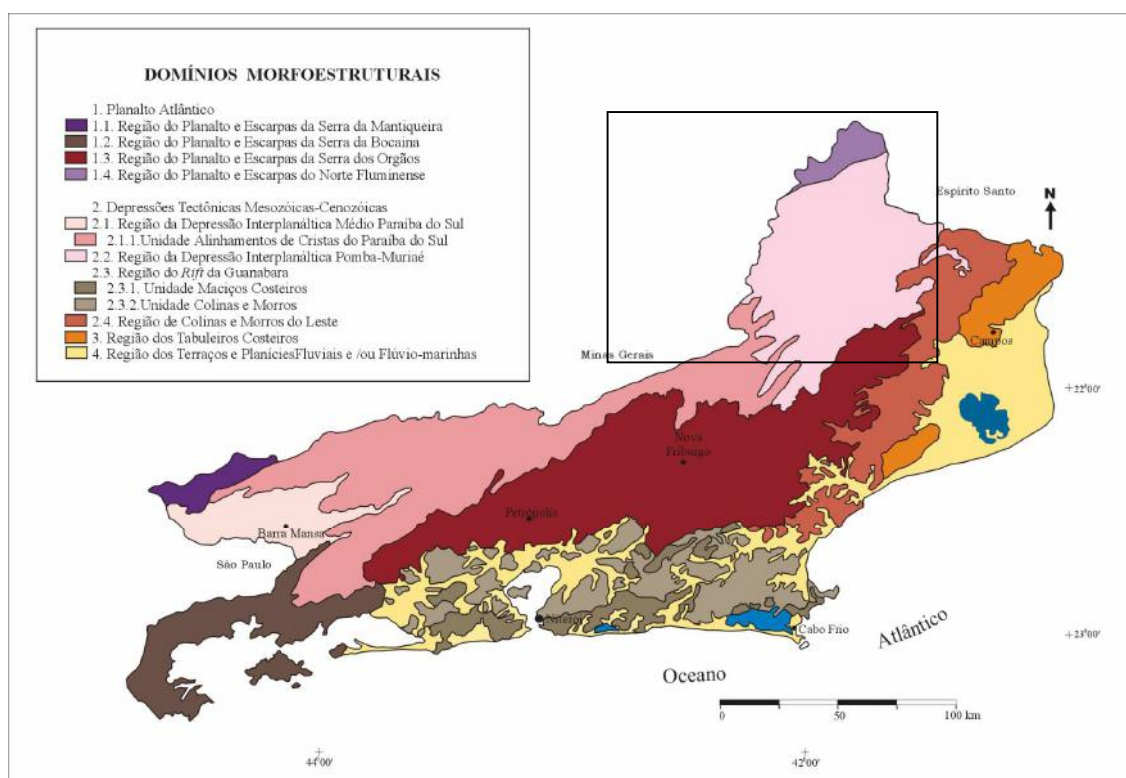


Figura 8: Mapa esquemático dos Domínios e Regiões Morfoestruturais do Estado do Rio de Janeiro (Silva, 2002). Área de estudo está aproximadamente delimitada pelo polígono.

Meis *et al.* (1982) descreveram a compartimentação do relevo na região do médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul utilizando dados de desnivelamentos de altitude obtidos pela confecção de perfis de varredura ao longo dos principais compartimentos topográficos. Estes autores destacaram a importância dos compartimentos colinosos, com maior expressão territorial e por possivelmente representarem superfícies pouco dissecadas, verificando uma diminuição altimétrica de oeste para leste, concordante com a rede de drenagem. Demonstraram nesse estudo que o controle litoestrutural exerce grande importância na configuração das principais feições positivas do relevo, que coincidem com importantes contatos litológicos e estruturas do embasamento, com predominância de degraus de planaltos e /ou serras de direção NE-SW. Porém, esses autores sugeriram a possibilidade de que as feições discordantes da orientação principal do embasamento poderiam indicar um condicionante tectônico atuante durante o Cenozoico.

Carmo (2005), com base em dados de termocronologia por traço de fissão de apatita (AFT), incluindo um perfil que atravessa a área do presente estudo, demonstrou que as idades aparentes aumentam da costa em direção ao continente e sugeriu que a evolução morfotectônica da margem sudeste foi configurada por um evento de reativação no final do Cretáceo/início do Paleógeno (Figura 9).

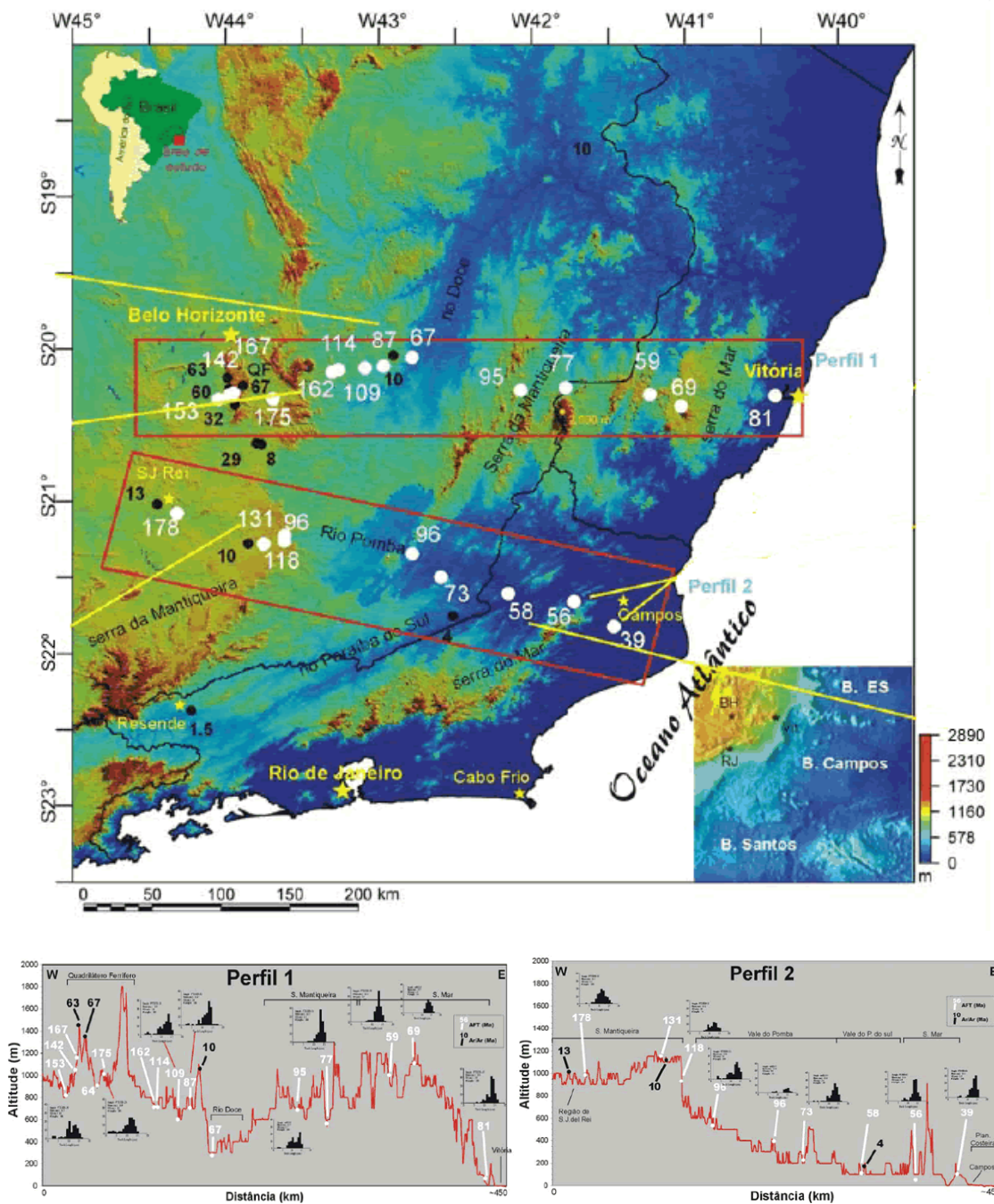


Figura 9: Distribuição das idades obtidas por traço de fissão em apatita (AFT) e de intemperismo ao longo de diferentes domínios geomorfológicos do SE do Brasil, representada em um modelo digital de terreno (SRTM90, USGS) - modificado de Carmo (2005). Círculos brancos: localidades amostradas para análise AFT (valores representam as idades aparentes AFT em Ma). Círculos pretos; Perfis de intemperismo amostrados para geocronologia $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (valores representam as idades mínimas do intemperismo em Ma, obtidas nas porções mais superficiais dos perfis). (b) e (c) Dois perfis topográficos ilustrando as localidades amostradas para AFT e geocronologia de intemperismo.

4) TECTÔNICA MESOZOICA-CENOZOICA

O processo de evolução tectônica mesozoica-cenozoica do Sudeste do Brasil será resumidamente abordado nesse capítulo, a fim de esclarecer os mecanismos que estão associados à evolução da área de estudo, dentro do contexto do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), termo proposto por Zalán & Oliveira (2005).

A Plataforma Sul-Americana esteve sujeita, no final do Jurássico, a um processo de reativação de antigas estruturas do embasamento, denominado Reativação Wealdeniana (Almeida *et al.*, 1967 *apud* Riccomini *et al.*, 2004). A evolução desse processo, culminando com a ruptura continental e abertura do oceano Atlântico Sul, foi denominada Evento Sul-Atlântico por Schobbenhaus *et al.* (1984), tendo seu início marcado pelo vulcanismo basáltico eocretáceo da Formação Serra Geral na bacia do Paraná, incluindo ainda manifestações alcalinas durante o Cretáceo e o Cenozóico. A região Sudeste, em especial, sofreu reativação principalmente de descontinuidades de direção NE a NNE, referentes aos *trends* principais das faixas brasileiras Ribeira e Araçuaí, com movimentação compatível ao regime distensivo instalado, além de geração de novos falhamentos de direção NW-SE e E-W.

Atualmente existe um consenso quanto a relação entre o Evento Sul-Atlântico e a evolução do SRCSB, porém os mecanismos envolvidos ainda não foram esclarecidos - Almeida (1976), Asmus & Ferrari (1978), Almeida & Carneiro (1998), entre outros.

O SRCSB compreende um expressivo conjunto de grábens e vales tectônicos formados durante o Cenozoico e que ocorrem desde o Paraná até o norte do Rio de Janeiro. Zalán & Oliveira (2005) propuseram uma nova análise estrutural e mais abrangente desse sistema, estendendo o modelo para além das áreas com pequenos e restritos depósitos sedimentares residuais. Denominaram como riftes os corredores de vales tectônicos ao longo de falhas normais planares e rotacionais, designando como grábens e sub-grábens compartimentos tectônicos menores dentro dos riftes maiores. O termo bacia foi utilizado para as pequenas e eventuais acumulações sedimentares que ocorrem dentro dos grábens. A alternância entre serras e vales/planícies do Sudeste do Brasil foi interpretada como uma notável sucessão de horstes e grábens escalonados, assimétricos, com bordas falhadas e flexurais, com zonas de acomodação e falhas transferentes segmentando-os em sub-grábens.

A formação do SRCSB estaria associada à presença de uma anomalia térmica, que provocou soerguimento de uma grande área no Neocretáceo, porém sem tectonismo, formando um megaplanalto de cerca de 300.000 km² (Serra do Mar Cretácea – Figura 10). Este teria servido como área fonte de sedimentos para as bacias de Santos, Campos e Paraná e, ao final do Cretáceo, a erosão o teria transformado em uma superfície nivelada em torno dos 2.000 m em relação ao mar atual (Superfície de Aplainamento Japi). Devido à instabilidade isostática, esse megaplanato colapsou, durante o Paleoceno e o Eoceno, formando corredores de grábens paralelos à costa. Como resultado, Zalán & Oliveira (2005) definiram quatro grandes riftes ou corredores de grábens: o Rifte do Paraíba do Sul; o Rifte Litorâneo; o Rifte Ribeira; e o Rifte Marítimo (Figuras 11 e 12). A área de estudo abrange o setor norte do Rifte do Paraíba do Sul e adjacências.

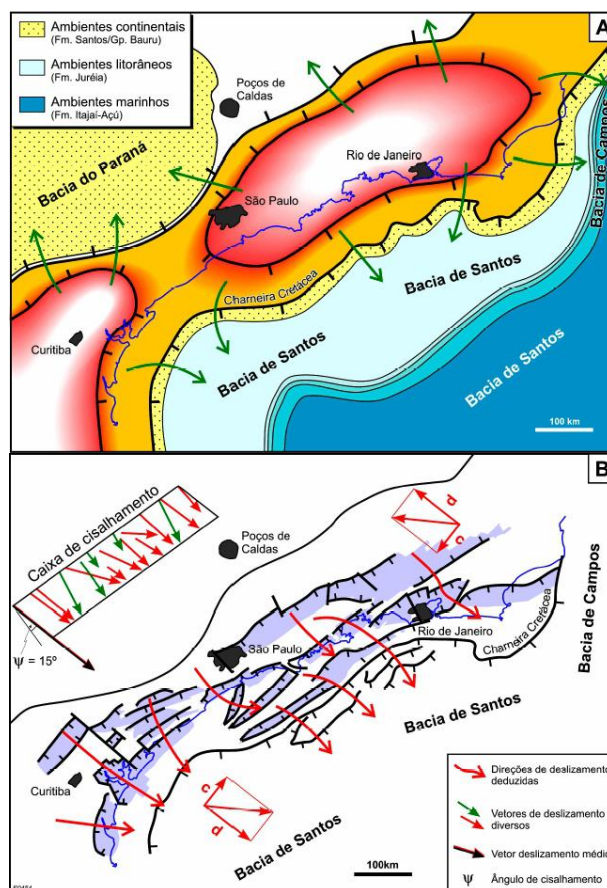


Figura 10: A – Tentativa de reconstituição da Serra do Mar Cretácea, SMC. B – O sistema de riftes teria se desenvolvido durante o Cenozoico por colapso gravitacional da SMC (Zalán & Oliveira, 2005).

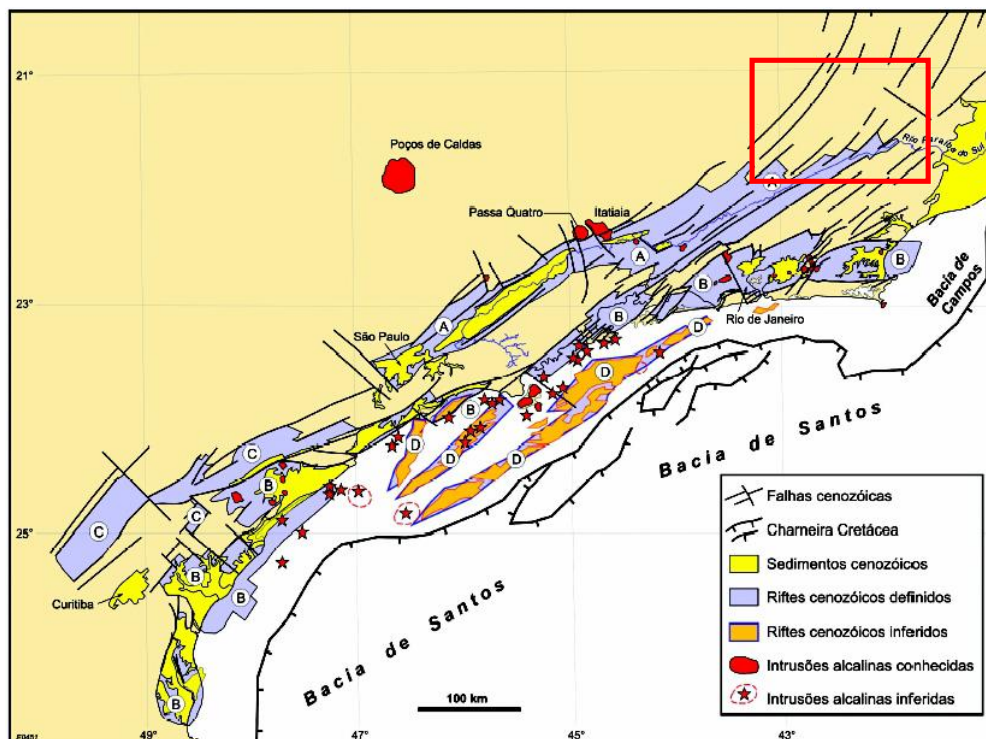


Figura 11: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCBS (retirado de Zalán & Oliveira, 2005): (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira e (D) Marítimo. Área de estudo demarcada por polígono vermelho.

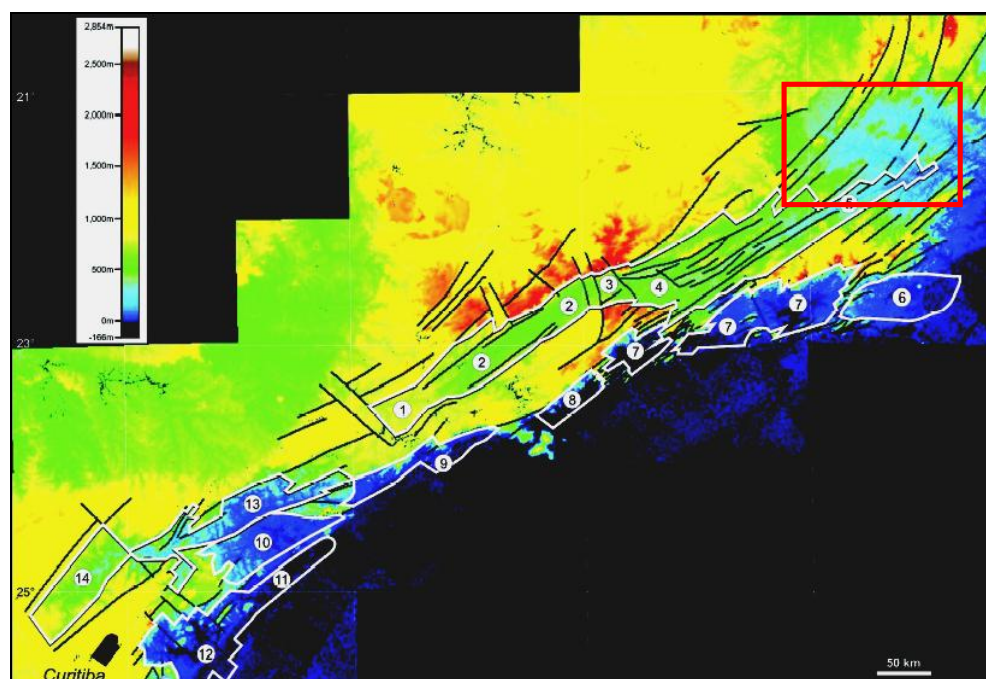


Figura 12: Mapa topográfico do Sudeste do Brasil com o arcabouço estrutural regional do SRCBS (retirado de Zalán & Oliveira, 2005). Números indicam os grábens dentro dos riftes que compõe o SRCBS: Rifte do Paraíba do Sul: (1) São Paulo, (2) Taubaté, (3) Queluz, (4) Resende-Volta Redonda, (5) Baixo Paraíba do Sul. Rifte Litorâneo: (6) Barra de São João, (7) Guanabara, (8) Ubatuba, (9) Santos, (10) Ribeira do Iguape, (11) Cananéia, (12) Paranaguá. Rifte do Ribeira: (13) Sete Barras, (14) Alto Ribeira. Área de estudo demarcada por polígono vermelho.

Riccomini (1989) propôs a designação de *Rift Continental* do Sudeste do Brasil (RCSB) para englobar a área que corresponde a uma depressão alongada e deprimida, com pouco mais de 900 km de comprimento, desenvolvida entre as cidades de Tijucas do Sul (PR) e Barra de São João (RJ). O rifteamento, segundo este autor, seria consequência do basculamento termomecânico da bacia de Santos, e estaria relacionado a um campo de esforços distensionais NNW-SSE. Esses esforços teriam provocado, entre o Eoceno e o Oligoceno, reativações essencialmente normais ao longo das zonas de cisalhamento preexistentes, gerando falhas lítricas com consequente basculamento dos blocos no sentido NNW e formação de hemi-grábens. Riccomini (1989) propôs ainda a existência de uma ligação pretérita, em uma única calha deposicional, das bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, que viriam a ser posteriormente isoladas por regimes neotectônicos deformadores ao longo do Neógeno e Quaternário, que seriam (Figura 13):

- Transcorrência Sinistral E-W (Neógeno) - primeira fase de deformação do RCSB, provavelmente oligocênica a neogênica, com distensão NW-SE e, localmente, compressão NE-SW. Se comprovada a idade neogênica, constituiria a primeira fase de deformação neotectônica.
- Transcorrência Dextral E-W (Pleistoceno/Holoceno): segunda fase de deformação, com compressão NW-SE, tendo sido admitida uma idade pleistocênica a holocênica. Este evento tectônico é muito representativo em todo o Sudeste brasileiro, tendo sido reconhecido por diversos autores (Riccomini, 1989; Saadi, 1990; Salvador, 1994; Salvador & Riccomini, 1995; Mello, 1997; Costa *et al.*, 1998; Pires Neto *et al.*, 1998; Morales *et al.*, 1998; Gontijo, 1999; Ferrari, 2001; Sarges, 2002; Albuquerque, 2004; Sanson, 2006 *apud* Silva, 2006).
- Distensão NW (WNW)-SE (ESE) (Holoceno) - última fase tectônica identificada por Riccomini (1989), correspondendo a um regime distensivo com direção NW(WNW)-SE (ESE), afetando depósitos holocênicos.

Salvador & Riccomini (1995) identificaram uma quinta fase tectônica, associada a esforços compressivos de direção E-W, caracterizados devido à presença de família de juntas conjugadas de direção ENE e WNW.

Segundo Riccomini *et. al.* (2004), as variações nos campos de esforços relacionados aos eventos neotectônicos reconhecidos decorreriam do balanço entre o *ridgepush* e *slab-pull* da Placa Sul Americana, respectivamente em relação às placas Africana e de Nazca. Considerando-se as direções estruturais preferenciais do RCSB, segundo a orientação NE, em relação à trajetória da Placa Sul Americana, para W, ocorreria: transcorrência dextral e compressão (transpressão) quando o *ridge-push* superasse o *slab-pull*; e transcorrência sinistral e distensão (transtração) no caso oposto. Outros fatores, tais como a carga de sedimentos na bacia de Santos, a presença de soerguimentos regionais e a ascensão do nível do mar após a última glaciação pleistocênica, provavelmente também interferiram no balanço dos esforços envolvidos.

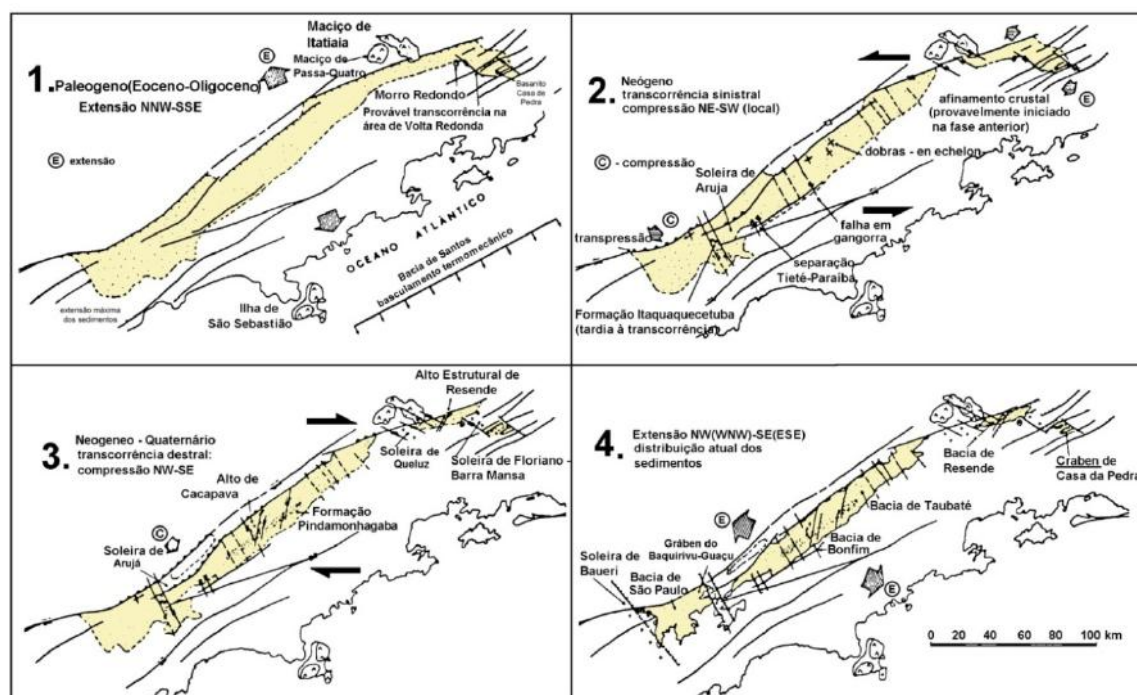


Figura 13: Eventos tectônicos responsáveis pela formação e deformação do segmento central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), segundo Riccomini (1989).

O modelo de evolução tectônica do RCSB de Riccomini (1989) constitui uma referência para o estudo de reativação neotectônica na região sudeste do Brasil. Diversos estudos realizados na região determinaram a ocorrência de regimes neotectônicos correlacionáveis aos obtidos por esse autor, possibilitando a determinação de um quadro regional para o Cenozoico do Sudeste do Brasil (Figura 14).

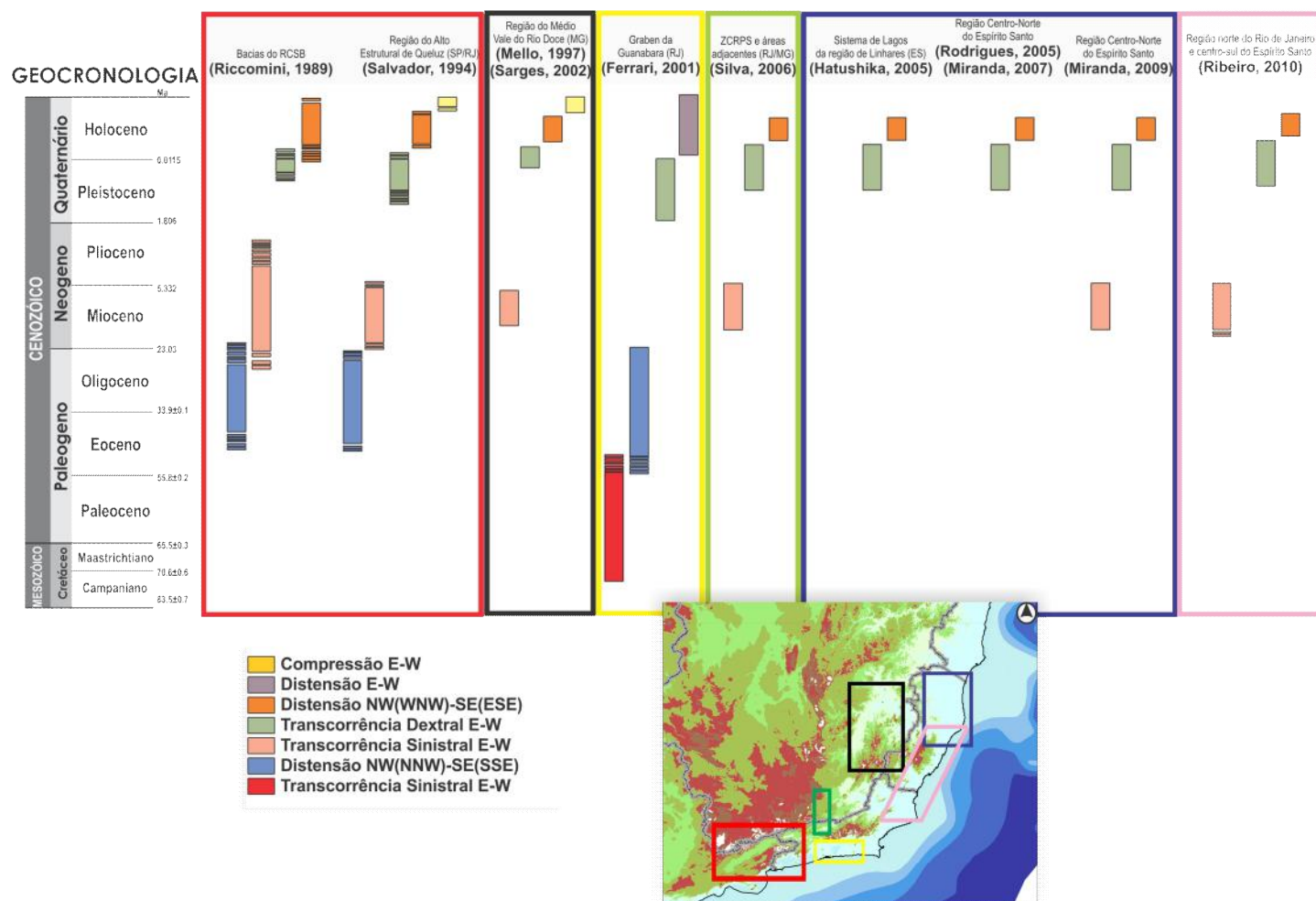


Figura 14: Quadro de fases tectônicas cenozoicas para o Sudeste do Brasil, segundo diferentes autores e regiões (Ribeiro, 2010)

5) METODOLOGIA

5.1) Compartimentação geomorfológica

A configuração diversificada do conjunto das formas de relevo reflete importantes eventos tectono-estruturais, bem como mantém relação direta com os condicionantes litológicos e os fatores paleoclimáticos (Gatto *et al.*,1983).

Utilizando parâmetros como altimetria, limites e orientação do relevo, e tendo como base a classificação proposta por Gatto *et al.* (1983) no trabalho inserido no Projeto RADAMBRASIL, foi elaborado um mapa de compartimentação geomorfológica para a área, na escala 1:1.000.000. Cada compartimento foi caracterizado com relação a altitudes predominantes, limites físicos, principais drenagens e geologia. Para tal, fez-se necessária a análise hipsométrica da área de estudo e confecção de perfis de varredura, em etapas que serão detalhadas a seguir.

5.1.1) Análise hipsométrica

Teve por objetivo destacar áreas deprimidas e elevadas da área, que possivelmente apresentem algum controle geológico (litológico e/ou estrutural) ou tectônico na sua configuração.

Nesta etapa, foi confeccionado um mapa hipsométrico com base em um Modelo Digital de Elevação *SRTM/NASA (Shuttle Radar Topography Mission)*, com resolução espacial de 90 metros (*fonte: <http://srtm.usgs.gov/index.php>*). Para o processamento do MDE, foi utilizado o programa *ArcGis 9.2*, que permitiu a delimitação das principais faixas altimétricas, destacando assim os principais compartimentos topográficos.

5.1.2) Análise de perfis de varredura

A utilização de perfis de varredura permite a detecção das relações entre os diferentes compartimentos topográficos e internamente a estes, além de facilitar a observação da influência litoestrutural e/ou tectônica na configuração dos mesmos

No presente trabalho foram analisados dois perfis de varredura - A-A' e B-B'-os quais foram confeccionados com base na metodologia proposta por Meis *et al.* (1982). Foram delimitadas faixas de largura constante de 20 cm (10 km) sobre cartas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000 e, nas áreas delimitadas, foram extraídas as

altitudes referentes aos pontos de maior elevação do relevo e/ou as curvas de nível mais altas.

Os valores dos topos foram tratados no programa *Excel*, com o qual foram gerados os perfis. Estes foram construídos de forma a detalhar ao máximo os compartimentos topográficos definidos com base no mapa hipsométrico.

O perfil A-A' foi confeccionado com base nas cartas Leopoldina, Cataguases, Palma e Muriaé. O perfil B-B', cedido de Mello *et al.* (2005), foi confeccionado com base nas cartas Viçosa, Ubá, Mirai, Cataguases, Leopoldina, Recreio, Cantagalo, Santa Maria Madalena, Trajano de Moraes e Casemiro de Abreu.

5.2) Análise de Lineamentos

Lineamentos são feições lineares topográficas ou tonais do terreno, imagens e mapas, que podem representar zonas de fraqueza estrutural (Sabins, 1978 *apud* Liu, 1987). Feições do relevo que podem constituir lineamentos são: escarpas, alinhamentos de vales e cristas de serras, trechos de rios ou lagos, depressões alongadas, entre outros. Dessa forma, a análise de lineamentos demonstra-se importante no estudo de estruturas geológicas em escala regional.

Para a análise de lineamentos, foi confeccionado um mapa de lineamentos na escala 1: 250.000, tendo como base o MDE utilizado para o mapa hipsométrico. O processamento da imagem e a confecção do mapa foram realizados com o auxílio do programa *Arcgis 9.2*. Buscando uma melhor visualização de todas as direções de lineamentos, foi feita a iluminação do mapa segundo dois azimutes solares, porém mantendo-se a mesma inclinação de 45°. Foram selecionados os seguintes azimutes: 315°, que ressaltou, preferencialmente, os lineamentos com orientação ENE-WSW, NE-SW e NNE-SSW; e 45°, onde prevaleceu a identificação de lineamentos com orientação WNW-ESE, NW-SE e NNW-SSE.

Com os azimutes determinados, os lineamentos foram agrupados segundo as direções N-S, NNE, NE, ENE, E-W, WNW, NW e NNW conforme a seguinte subdivisão: N0°-20°E; N21°-70°E; N71°-90°E; N0°-20°W; N21°-70°W; e N71°-90°W. Para cada agrupamento de lineamentos foram estabelecidas diferentes cores a fim de facilitar a visualização do mapa e dos principais feixes de lineamentos (Figura 15). Posteriormente a classificação dos lineamentos, a distribuição dos mesmos foi feita com

o auxílio do programa *Rose 1.0*, no qual foram geradas rosetas de frequência para toda a área de estudo e também para os compartimentos delimitados.

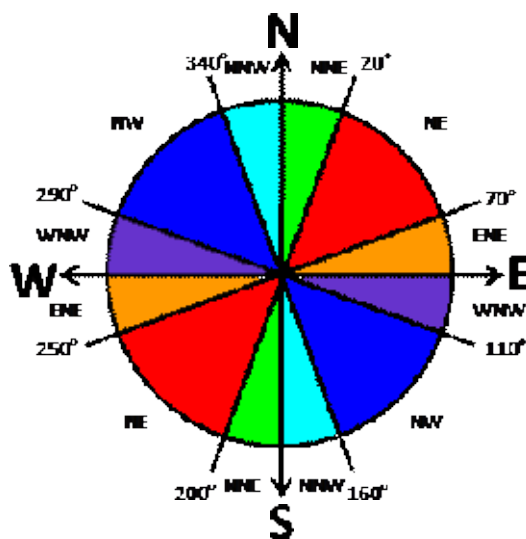


Figura 15: Roseta representando as classes de direção de lineamentos utilizadas neste trabalho.

5.3) Análise estrutural

A metodologia utilizada nesta fase compreendeu:

- Medição em campo de pares falha/estria afetando a cobertura cenozóica e o manto saprolítico (rochas do embasamento profundamente alteradas), com base no levantamento estratigráfico das seções com o auxílio de fotomosaicos;
- Classificação das estruturas rúpteis medidas quanto ao tipo de falha (normal, reversa, sinistral ou dextral), orientação e unidade estratigráfica afetada;
- Agrupamento de estruturas que possivelmente foram geradas ou reativadas pelo mesmo campo de tensão (distensivo, compressivo ou transcorrente). Nessa etapa, foi utilizado o Modelo de Petit (Figura 16) que serve pra classificar fraturas secundárias associadas a cisalhamento simples;
- Tratamento dos dados estruturais para a obtenção dos campos de paleotensões responsáveis pelas estruturas. Utilização do programa *Win-Tensor* (Delvaux, 2009), baseado no Método dos Diedros Retos (proposto por Angelier & Mechler, 1977 *apud* Angelier, 1994) - Figura 17.

A movimentação ocorrida em falhas pode ser determinada a partir da identificação de estrias direcionais contidas nos planos, elementos deslocados e estruturas de arrasto. A superposição de estrias em um mesmo plano de falha e o levantamento estratigráfico das unidades afetadas com o auxílio de fotomosaicos permitiu a determinação da ordem cronológica dos regimes observados.

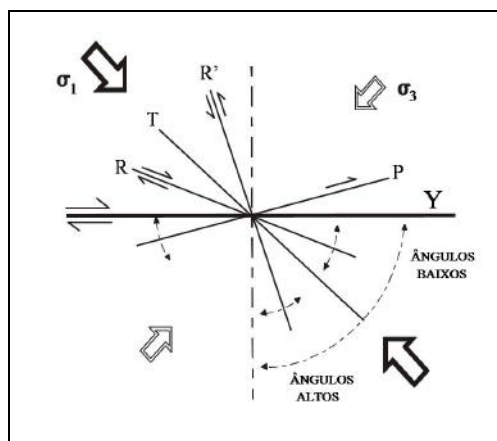


Figura 16: Terminologia para descrição de fraturas secundárias elementares em um contexto de cisalhamento simples, segundo Petit (1987). R – fraturas estriadas, sintéticas, de baixo ângulo; R' – fraturas antitéticas de alto ângulo; T – fraturas sem estria mergulhando no sentido de movimento do bloco ausente; Y – fraturas que desenvolvem-se paralelas à falha principal em alta taxa de deformação; P – fraturas estriadas, sintéticas, de baixo ângulo, subparalelas à falha principal. σ_1 – eixo de compressão máxima; σ_3 – eixo de compressão mínima.

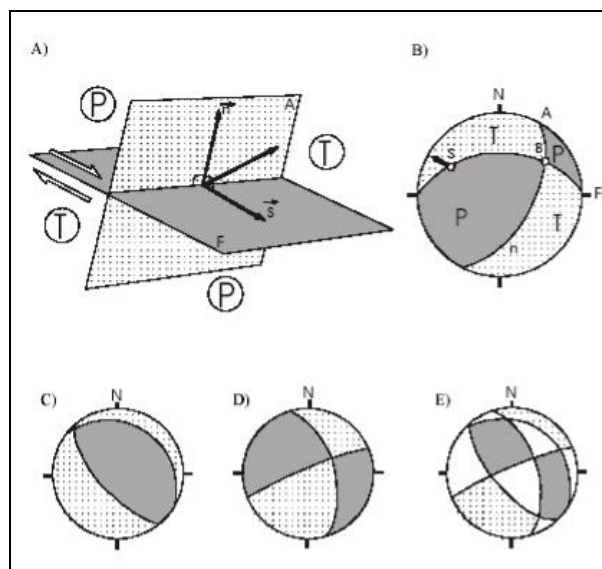


Figura 17: Método dos diedros retos. A) Falha (F) e plano auxiliar (A) delimitando diedros compressivos (P) e distensivos (T); (s): vetor unitário de movimento; e (n): vetor unitário normal. B) Projeções estereográficas dos planos F e A, onde B é a intersecção dos dois, P indica os diedros compressivos e T os distensivos. C) Projeção estereográfica de falha normal e seu plano auxiliar, delimitando os campos compressivo e distensivo. D) Idem à anterior, para uma falha direcional. E) Superposição das projeções estereográficas das falhas representadas em C e D, mostrando áreas 100% compressivas, em cinza, e 100% distensivas, pontilhadas - Angelier (1994).

Os regimes de esforços são determinados de acordo com o posicionamento dos eixos de tensão no espaço. O regime é distensional quando o eixo de compressão máxima (σ_1) encontra-se na vertical; compressional quando o eixo de compressão mínima (σ_3) encontra-se na vertical; e transcorrente quando o eixo de compressão intermediária (σ_2) está na vertical (Figura 18).

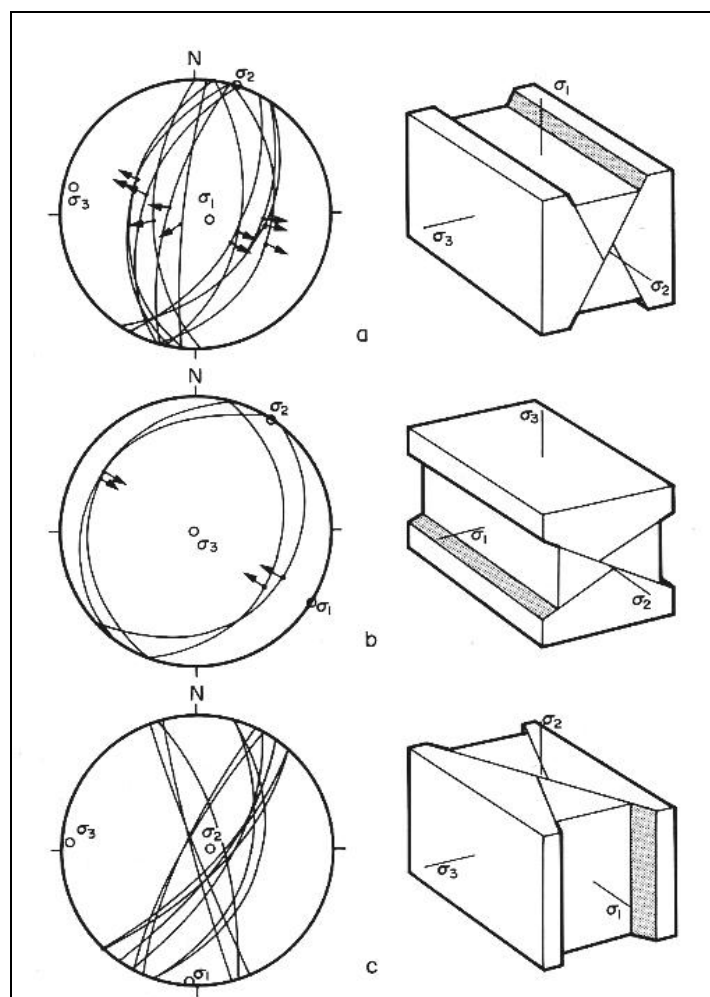


Figura 18: Projeções ciclográficas de planos de falhas conjugados com respectivas estrias e seus blocos diagramas, para: a) regime distensional (falhas normais); b) compressional (falhas reversas) e c) direcional (falhas direcionais) - Angelier (1994).

6) RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1) Compartimentação geomorfológica

O mapa hipsométrico (Figura19) evidenciou as diferentes classes de altitudes existentes na área de estudo. As menores altitudes são representadas pelos intervalos altimétricos de 0m a 100m, observados na porção sudeste da área, próximo à região costeira de Campos dos Goytacazes (RJ). As cotas predominantes variam entre 100m e 400m e correspondem aos vales dos rios Paraíba do Sul, Pomba, Muriaé e seus afluentes. As maiores altitudes chegam a cerca de 1.500m na região da Zona da Mata Mineira e 1.650m na Serra do Mar. Verifica-se uma tendência de diminuição das altitudes de oeste para leste, concordante com a direção geral da rede de drenagem, como foi proposto por Meis *et al.* (1982). A depressão principal corresponde à bacia do rio Pomba e parte da bacia do rio Muriaé e é limitada e segmentada por feições lineares com orientações NE-SW e WNW-ESE.

Utilizando como base o mapa hipsométrico apresentado acima e a classificação geomorfológica proposta por Gatto *et al.* (1983), foi realizada uma compartimentação geomorfológica da área, levando em consideração, principalmente, três fatores para a delimitação desses compartimentos: continuidade de um intervalo altimétrico, limites entre os intervalos altimétricos e orientação do relevo.

O mapa gerado apresenta de oeste para leste, os seguintes compartimentos: Mantiqueira; Ubá; Serranias da Zona da Mata Mineira (SZMM); Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (ACPS); Depressão do Pomba e Muriaé (DPM); Depressão do Baixo-Paraíba do Sul (BPS), Paraíba do Sul (PS); Patamares Escalonados do Sul Capixaba (PSC); Serra do Mar; e Litorâneo (Figura 20). Correspondem a compartimentos serranos: Mantiqueira, SZMM, ACPS, PSC e Serra do Mar; as regiões deprimidas correspondem aos compartimentos Ubá, DPM, PS, BPS e Costeiro. Os compartimentos serão descritos a seguir com relação às características como altitudes, principais drenagens, limites e geologia – esta com base no trabalho de Leite *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2004) (Figura 21).

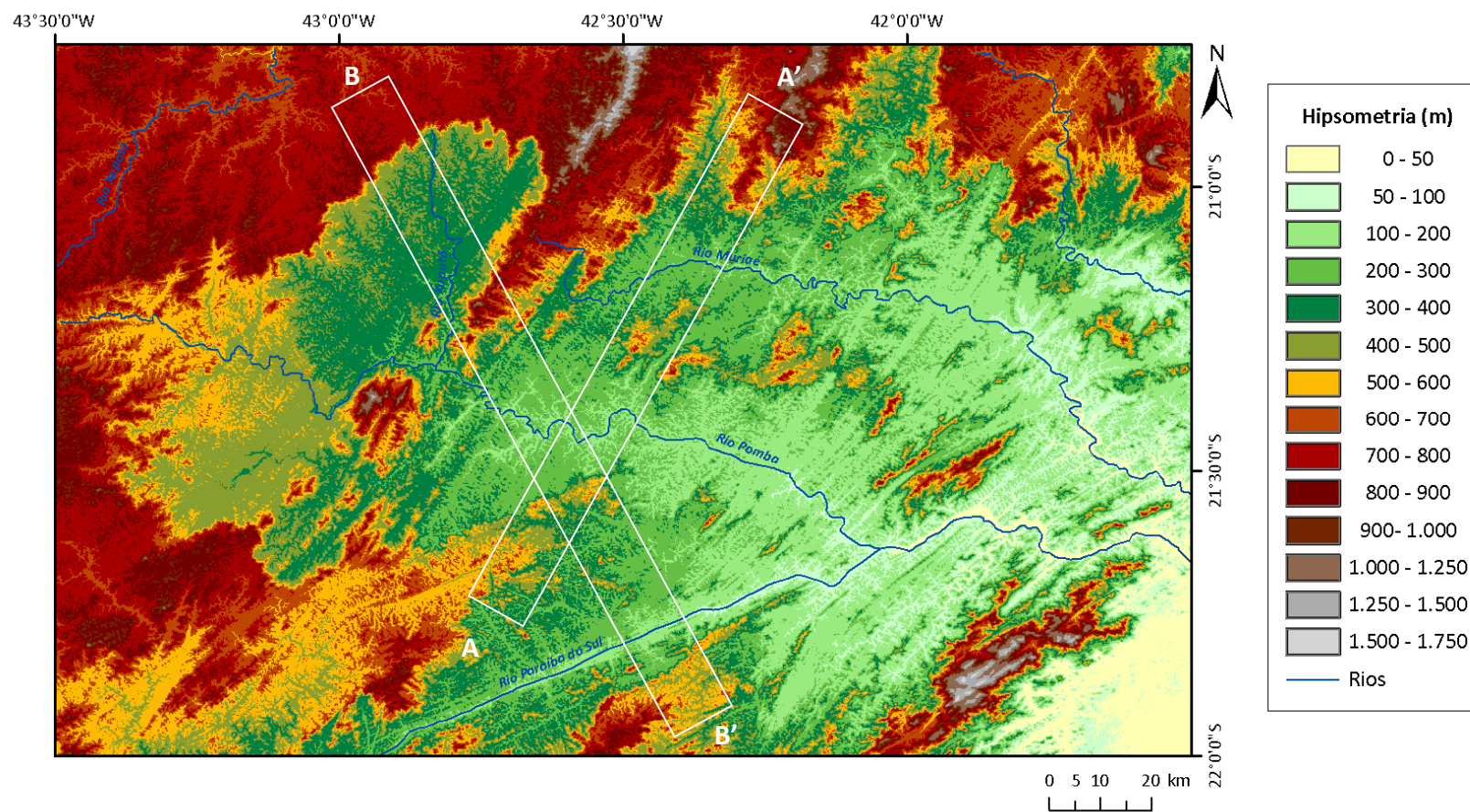


Figura 19: Mapa hipsométrico da área de estudo e localização dos perfis de varredura A e B.

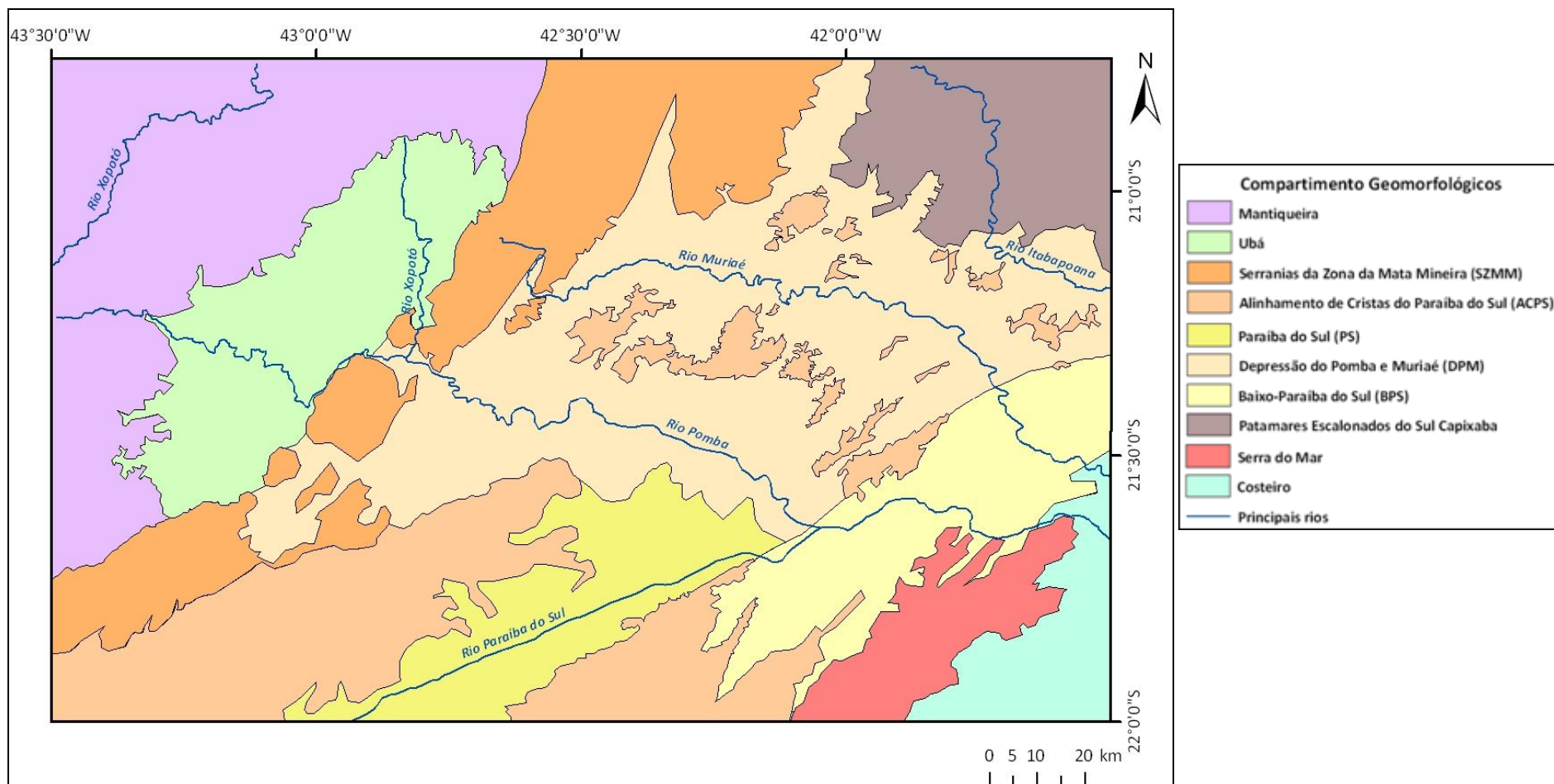


Figura 20: Mapa geomorfológico da área de estudo.

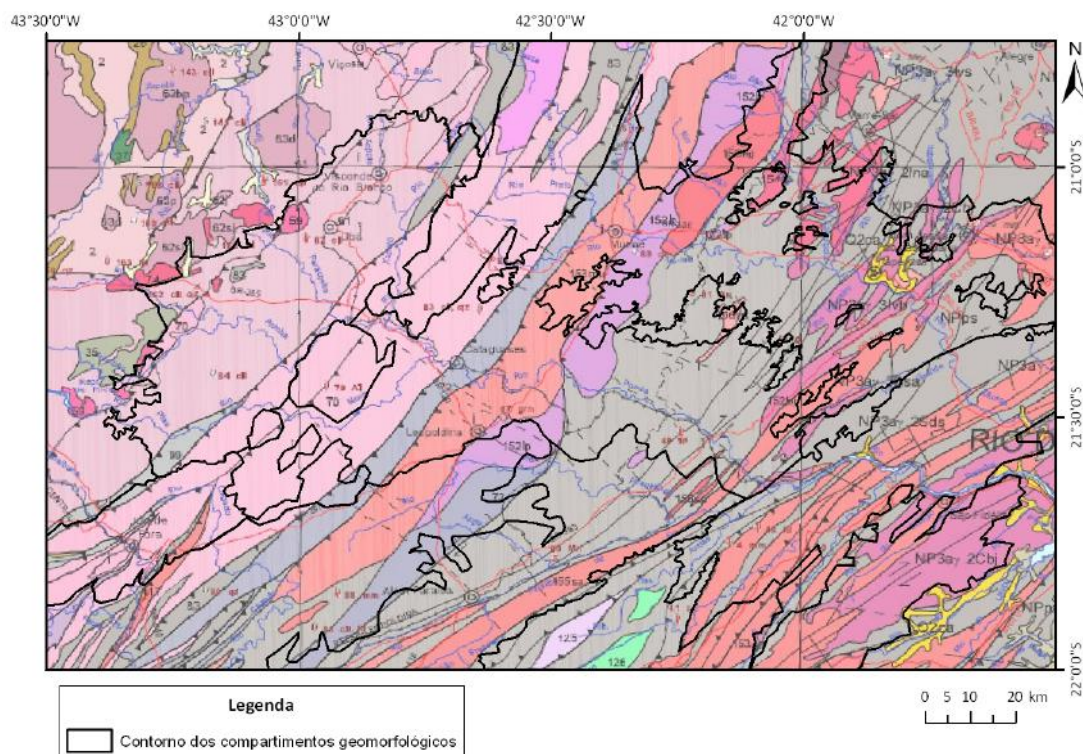


Figura 21: Contorno dos compartimentos geomorfológicos sobre mapa geológico da área de estudo. Legenda do mapa geológico na Figura 5(modificado de Leite et al. (2004) e Silva et al. (2004))

Compartimento Mantiqueira

Limita-se à área de abrangência da Serra da Mantiqueira e seus limites correspondem, no geral, àqueles da unidade geomorfológica Planalto dos Campos das Vertentes, segundo Gatto *et al.* (1983), inserida no Domínio do Escudo Exposto. Apresenta um relevo dominado por cotas entre 600m e 900m, ocorrendo altitudes entre 500m e 600m próximo à cabeceira do rio Pomba. No centro deste compartimento está instalada a depressão de Ubá, que constitui uma marcante feição erosiva relacionada ao recuo da Serra da Mantiqueira. Geologicamente, esse compartimento se insere no contexto do cráton de São Francisco, englobando predominantemente ortognaisses do Complexo Mantiqueira e do Complexo Piedade, além de granitos da Suíte Brás Pires.

Compartimento Serranias da Zona da Mata Mineira (SZMM)

Possui limites similares à unidade geomorfológica homônima segundo Gatto *et al.* (1983). É caracterizado por um expressivo alinhamento serrano de direção NE-SW a NNE-SSW, com limites lineares associados a mudanças altimétricas abruptas e cercados por regiões deprimidas. Apresenta grande variação de altitude, com as cotas mais baixas entre 500m e 600m e mais altas em torno de 1.500m, ocorrendo no norte da área. É sustentado basicamente por rochas do Complexo Juiz de Fora, apresentando limites similares ao dessa unidade. A norte, abrange porções da Suíte Quirino, granitóides e charnokitóides.

Compartimento Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (ACPS)

Corresponde, de forma geral, à unidade homônima segundo Gatto *et al.* (1983). Abrange cotas entre 300m e 800m, com predominância de cotas entre 500m e 600m. Esse compartimento apresenta uma marcante morfologia segmentada que evidencia o forte controle estrutural. Propõe-se uma separação em dois setores principais, denominados setor sul e setor norte:

- Setor Sul: apresenta relevo com orientação NE-SW e distribuição contínua até a depressão principal. É dividido em duas regiões, separadas pelo vale do rio Paraíba do Sul. Engloba rochas da suíte Quirino, do Complexo Paraíba do Sul e granitóides.
- Setor Norte: é caracterizado por alinhamentos isolados de serras que formam, em conjunto, dois altos topográficos de orientação WNW-ESE, responsáveis pela compartimentação interior da depressão principal e que são divisores topográficos das bacias de drenagem dos rios Pomba e Muriaé e Muriaé e Itabapoana, podendo assim ser separados em dois sub-setores. Engloba rochas do Complexo Paraíba do Sul, além de granitóides e charnokitóides, possuindo orientação marcadamente discordante do *trend* regional.

A unidade Depressão Escalonada dos Rios Pomba e Muriaé, proposta por Gatto *et al.*(1983), corresponde à principal região deprimida da área e foi subdividida em quatro compartimentos geomorfológicos no presente trabalho: Ubá, Depressão do Pomba e Muriaé, Paraíba do Sul e Depressão do Baixo Paraíba do Sul. Apresentam como característica principal a correspondência com os vales dos principais rios e seus afluentes, relevo colinoso, e cotas variando entre 50 e 500m.

Compartimento Ubá

É definido por uma região deprimida e alongada na direção NE-SW, com altitudes variando entre 300m e 600m, com predominância de cotas entre 300m e 500m aproximadamente. Estão inseridas em seu domínio, as depressões do alto rio Pomba, abrangendo predominantemente cotas entre 400 e 500m, e do rio Xopotó, com cotas entre 300 e 400m, que correspondem a dois setores deste compartimento, separados por uma marcante limite interno, de direção NW-SE. Como explicado anteriormente, a depressão de Ubá é uma marcante feição erosiva encaixada na serra da Mantiqueira, sendo limitada por esta a oeste, norte e sul; já a leste, é limitada pelas Serranias da Zona da Mata Mineira. Está instalado principalmente sobre rochas do Complexo Piedade, apresentando orientação concordante com o *trend* regional. O limite oeste é compatível com o limite entre a Província Mantiqueira e o Cráton de São Francisco, representado por um contato tectônico entre dois segmentos do Complexo Piedade. O limite leste acompanha aproximadamente o contato entre o Complexo Piedade e o Complexo Juiz de Fora.

Compartimento Depressão do Pomba e Muriaé (DPM)

Equivale ao médio-baixo vale do rio Pomba e médio vale do rio Muriaé, podendo ser subdividido em dois sub-compartimentos principais, Pomba e Muriaé, separados pelo setor norte do compartimento ACPS. Abrange cotas entre 100 e 400m, com predominância de cotas de 100 a 200m. Possui orientação WNW-ESE, discordante do *trend* regional. Compreende ortognaisses do Complexo Juiz de Fora, granitóides da Suíte Quirino e metassedimentos do Complexo Paraíba do Sul, além de granitóides e charnokitóides.

Compartimento Paraíba do Sul (PS)

Corresponde ao vale do Rio Paraíba do Sul em seu principal trecho retilíneo, com orientação NE-SW, e adjacências. Apresenta cotas entre 100 e 400m, com predominância de cotas entre 300m e 400m. Está encaixado no compartimento ACPS-sul e seu limite norte corresponde ao divisor dos rios Pomba e Paraíba do Sul. Está instalado predominantemente sobre o Complexo Paraíba do Sul, ocorrendo também granitóides.

Compartimento Depressão do Baixo-Paraíba do Sul (BPS)

Compreende o baixo vale do rio Paraíba do Sul, apresentando orientação NE-SW e cotas entre 50m e 200m. Possui como limite noroeste os alinhamentos de serras que compõem o compartimento ACPS-norte e como limite sudeste a Serra do Mar. Abrange rochas metassedimentares do Complexo Paraíba do Sul e granitóides.

Compartimento Patamares Escalonados do Sul Capixaba (PSC)

Inserese na unidade homônima de Gatto *et al.* (1983). Ocorre no extremo nordeste da área, abrangendo cotas entre 400m a 1.400m. Apresenta morfologia de aspecto homogêneo, sem orientação marcante do relevo. Compreende predominantemente rochas metassedimentares do Complexo Paraíba do Sul e granitóides, que parecem controlar o limite oeste.

Compartimento Serra do Mar

Encontra-se inserido na unidade Serra dos Órgãos de Gatto *et al.* (1983). É caracterizado por um alinhamento serrano de direção NE-SW, limitado por declives escarpados tanto em sua frente como no seu reverso. Apresenta a maior faixa altimétrica, com cotas de 100m a cerca de 1.600m, e também o maior desnivelamento topográfico da área. É sustentado por granitóides e charnokitóides.

Compartimento Costeiro

Se insere na unidade Colinas e Maciços Costeiros segundo Gatto *et al.* (1983). Apresenta as cotas mais baixas da área, entre 0m e 50m, associadas à baixada litorânea. Compreende predominantemente rochas metassedimentares do Complexo Paraíba do Sul e granitóides, além de depósitos alúvio-coluvionares.

6.2) Análise dos perfis de varredura

O perfil A-A' (Figura 22) foi confeccionado ortogonalmente à principal área deprimida, detalhando principalmente os compartimentos Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS-norte, atravessando ainda segmentos dos compartimentos SZMM e ACPS-sul. A cota máxima do perfil está em torno de 800m, representado pelos compartimentos SZMM, ACPS-norte na Serra dos Patrícios (divisor dos rios Pomba e Muriaé), e ACPS-sul, nas proximidades da Serra do Passatempo. As regiões mais deprimidas correspondem aos vales dos rios Pomba e Muriaé, onde ocorrem cotas de cerca de 250m.

A comparação do perfil de varredura A-A' com o trecho correspondente do mapa geológico (Leite *et al.*, 2004) evidencia a pouca influência da variação litoestrutural do embasamento na configuração do relevo desse trecho da área. Os vales dos rios Pomba e Muriaé, e seu divisor possuem orientação aproximadamente perpendicular aos contatos litológicos, não ocorrendo nenhuma mudança litológica ou estrutural que justifique a presença do escalonamento observado (ver Figura 21). Nas proximidades da Serra do Passatempo, o compartimento ACPS-sul está instalado sobre rochas da Suíte Quirino e granitóides. O restante do perfil está sobre charnokitóides e granitóides, com contatos tectônicos de orientação NE-SW. O limite entre o compartimento ACPS-norte e o sub-compartimento Pomba, marcado por um desnível topográfico, é compatível com o contato entre as unidades litológicas charnokitóide e granitóide, sugerindo o possível controle litoestrutural na variação altimétrica observada. Por outro lado, adjacente à área do perfil de varredura, esse desnível atravessa diversos tipos litológicos, indicando que a variação de altitude pode estar relacionada a uma variação litológica local no caso da região do perfil, podendo ser considerados outros fatores, como controles tectônicos. A partir do vale do rio Pomba, o perfil de varredura é paralelo ao *trend* regional, limitando-se a praticamente a um tipo litológico (granitóides). A variação altimétrica correspondente à presença do divisor (Serra dos Patrícios) e, em sequência, ao vale do rio Muriaé, não parece ser controlada por variação litoestrutural do embasamento, sugerindo um possível controle tectônico.

O perfil B-B' (Figura 23) atravessa os compartimentos Mantiqueira, Ubá, SZMM, Pomba, ACPS-sul e Paraíba do Sul. As cotas mais elevadas são em torno de 1.100m, no compartimento SZMM, e 900m no compartimento Mantiqueira. É possível

observar três depressões - Ubá, rio Pomba e rio Paraíba do Sul – que apresentam cotas entre 500 e 250m e suave inclinação para sudeste. Os limites entre as depressões e as serras são marcados por declives abruptos de 300 a 750m.

Com relação à geologia, é aproximadamente perpendicular ao *trend* regional, atravessando, dessa forma, diversas unidades litológicas e estruturas. A depressão de Ubá, assim como a Serra da Mantiqueira, está instalada sobre ortognaisses TTG que compõem o Complexo Piedade e seus limites com a Serra da Mantiqueira e com o compartimento SZMM são marcados por desníveis de 500m e 750m, respectivamente. Em sequência, o compartimento SZMM representa a mais expressiva serra do perfil, separando as depressões de Ubá e do Rio Pomba, sendo sustentada por rochas do Complexo Juiz de Fora. A boa correlação entre os limites dessa unidade geológica e da serra, sugere um importante controle litoestrutural. A depressão do rio Pomba está instalada sobre granitos e granodioritos da suíte Quirino e granitóides e apresenta cotas em torno de 300m. Apresentando um desnível de cerca de 400m e sustentada por charnokitóides, a Serra do Passatempo corresponde a um trecho do compartimento ACPS-sul e divisor dos rios Pomba e Paraíba do Sul. Assim como no perfil A-A', o desnível topográfico aparentemente está relacionado à presença do contato charnokitóide/granitóide, porém esse resultado seria o esperado, pois os perfis são muito próximos nesse trecho. O compartimento Paraíba do Sul é composto em grande parte por rochas metassedimentares diversas do Complexo Paraíba do Sul. O limite leste da depressão do rio Paraíba do Sul é marcado por um desnível abrupto de cerca de 550m, possivelmente relacionado à presença de uma rocha granitóide no embasamento o que conferiu maior resistência à erosão.

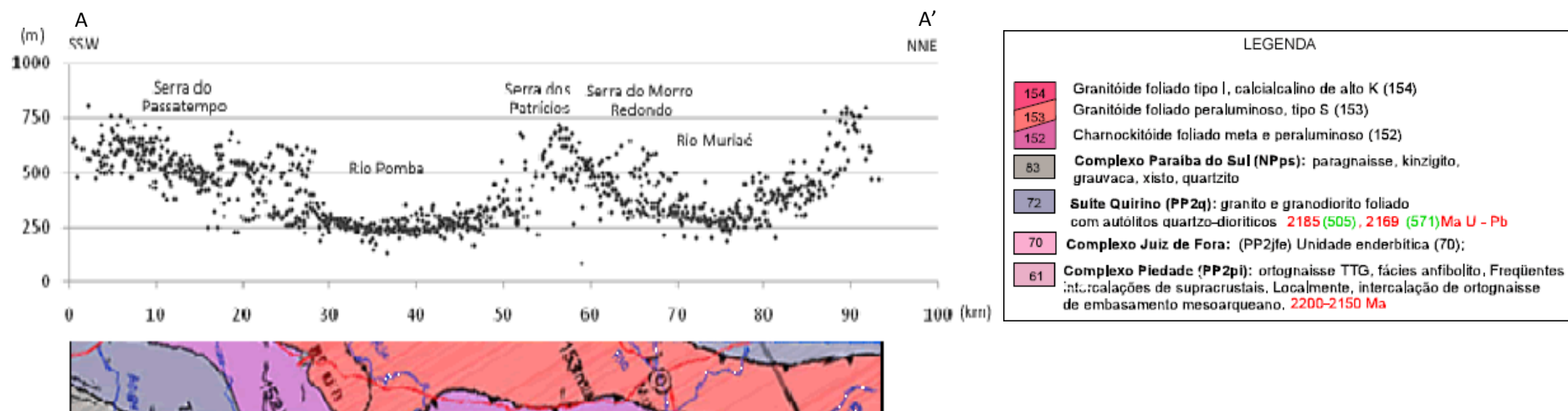


Figura 22: Perfil de varredura A-A' e trecho do mapa geológico correspondente.

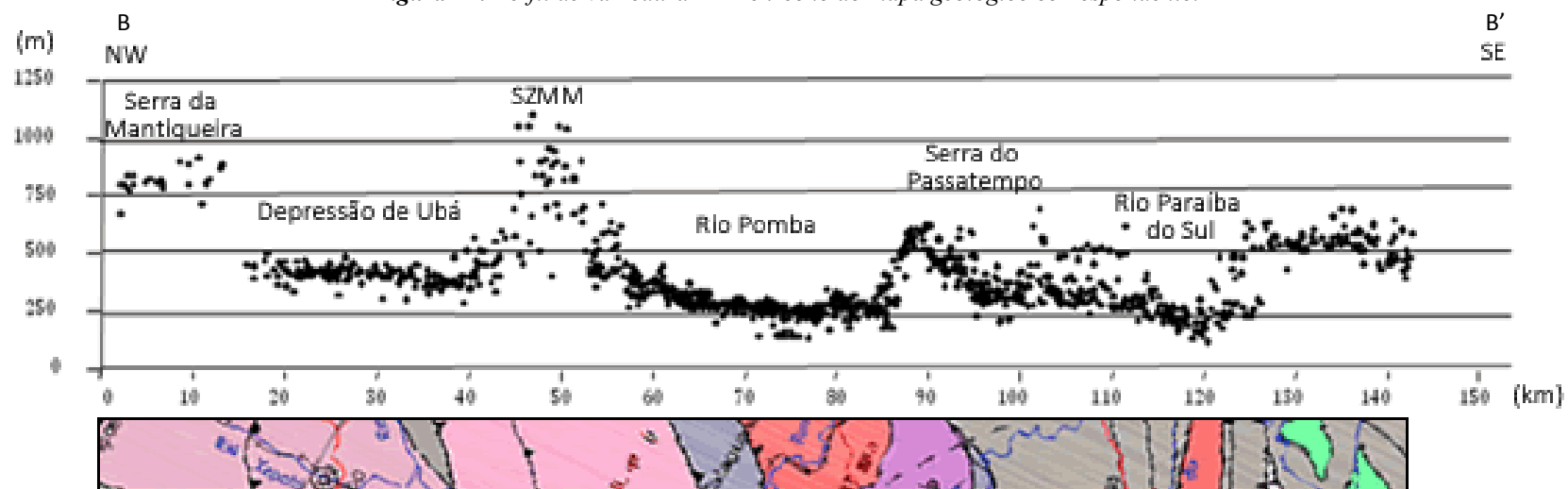


Figura 23: Perfil de varredura B-B' e trecho do mapa geológico correspondente.

6.3) Análise de lineamentos

Em uma avaliação geral do mapa de lineamentos elaborado (Figura 24), a área mostra-se dividida em cinco principais setores, limitados por feixes de lineamentos de direção NE, denominados A,B,C,D e E. (Figura 25). Os lineamentos com esta orientação são os mais abundantes na área e também os que apresentam a maior continuidade entre todas as orientações obtidas. Os feixes serão descritos no mapa individual para os lineamentos de direção NE-SW (Figura 27).

A roseta de frequência para a área total demonstra uma maior abundância de lineamentos de direção NE-SW, com destaque para o intervalo N40-60E. A segunda classe mais abundante é a de direção NW-SE, com destaque para o intervalo N40-60W. Já as classes menos abundantes são NNE-SSW e WNW-ESE, representando cada uma menos de 10% dos lineamentos obtidos. As classes NNW-ESE e ENE-WSW apresentam abundâncias intermediárias, porém os lineamentos se concentram nos intervalos N0-10W e N80-90E, respectivamente. Analisando isoladamente cada intervalo de 10°, o intervalo N0-10W é o mais representativo, seguido por N40-60E, N80-90E e N40-60W. Os intervalos N10-20E e N10-20W são os menos abundantes entre todos os analisados.

Foram confeccionadas rosetas de frequência para os setores limitados pelos principais feixes NE-SW (Figura 26). O setor A é caracterizado por lineamentos de direção NNW-SSE, com destaque para o intervalo N0-10W, com cerca de 46% de todos os lineamentos existentes nesse setor. Secundariamente destaca-se o intervalo N80-90E, inserido na classe ENE. As outras classes estão distribuídas homogêaneamente, porém apresentam pouca representatividade. O setor B possui como lineamentos mais abundantes os de direção NE-SW e NW-SE. As outras classes apresentam praticamente a mesma representatividade, com frequências reduzidas. O setor C possui uma distribuição relativamente homogênea, com destaque para as classes NE-SW, NW-SE e para os intervalos N0-10W, N80-90E, N50-60E. O setor D apresenta maior destaque para os lineamentos NE-SW, com cerca de 42% do total de lineamentos. Os intervalos de maior destaque são N60-70E, N40-60E e N0-10W, com valores próximos. O setor E tem a classe NE-SW como mais representativa, com cerca de 62% de todos os lineamentos do setor, e apresenta como intervalo de maior destaque o N40-50E.

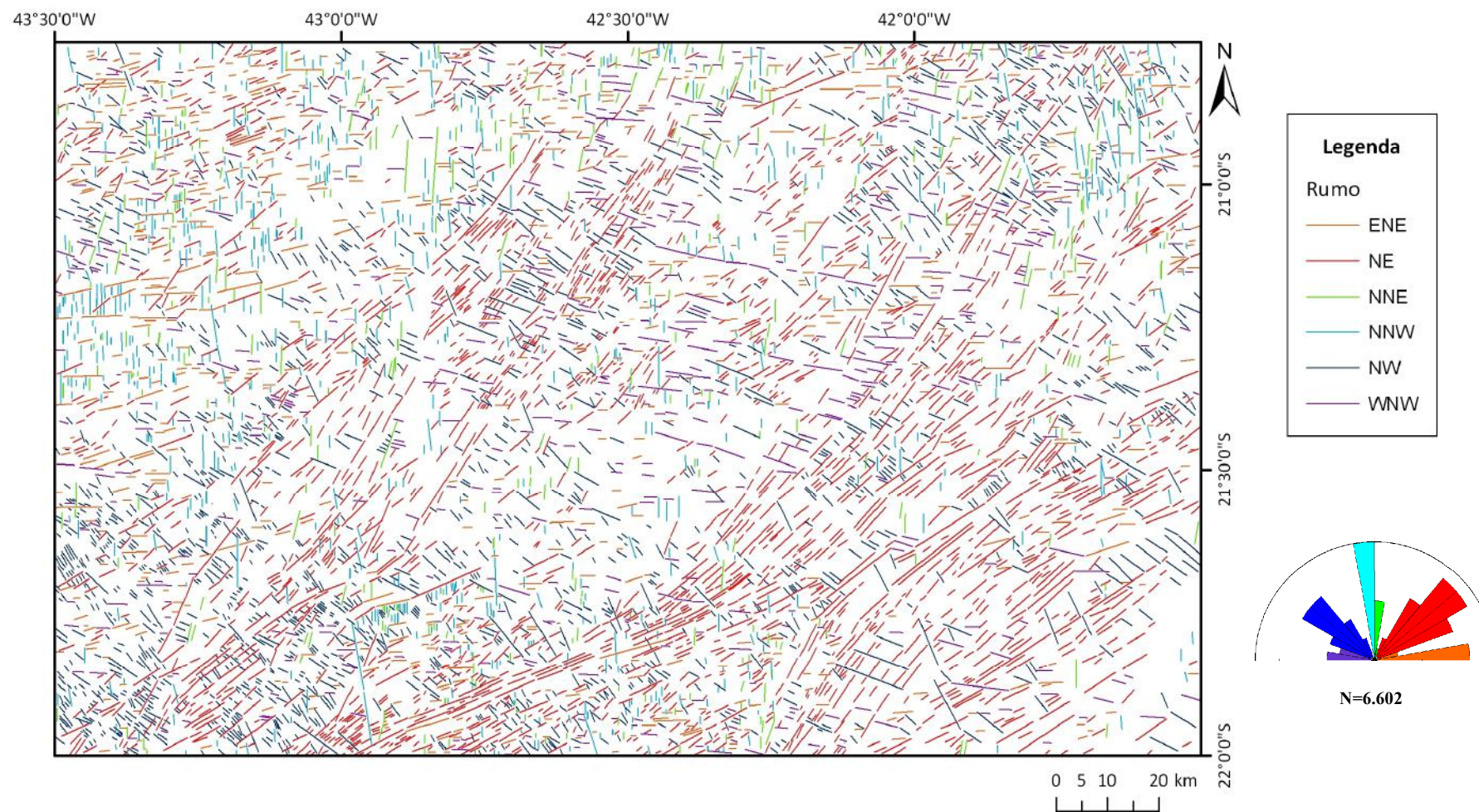


Figura 24: Mapa de lineamentose roseta de frequência da área de estudo.

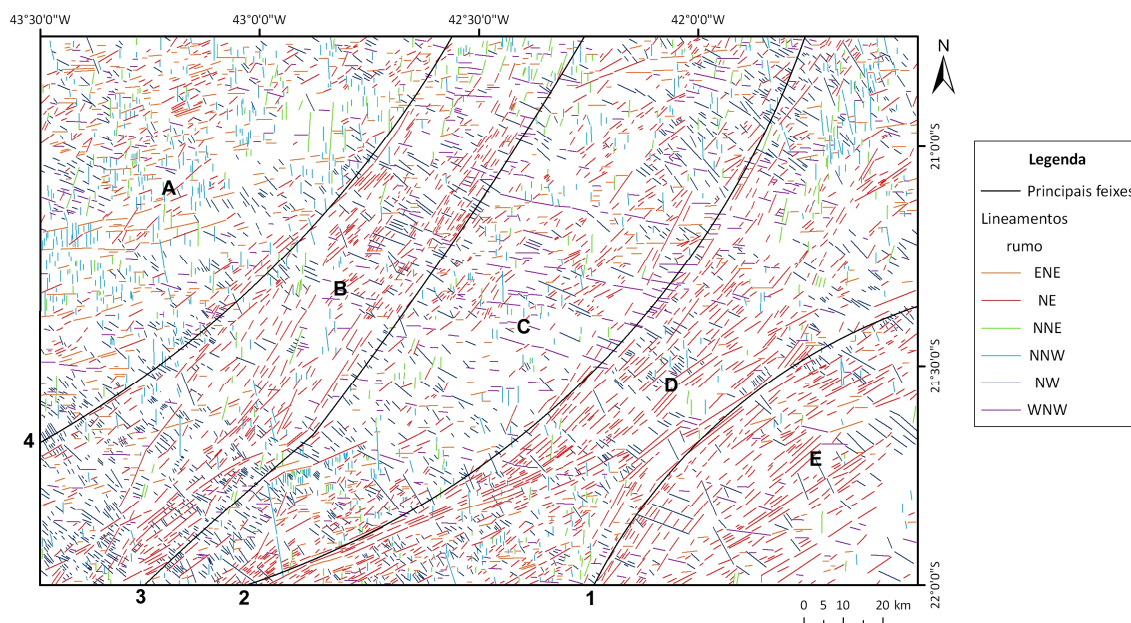


Figura 25: Mapa de lineamentos e setores limitados pelos feixes NE-SW.

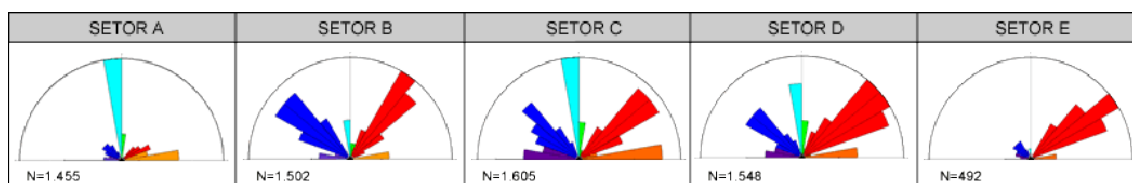


Figura 26: Rosetas de frequência para os setores A, B, C, D e E.

A distribuição espacial dos lineamentos é mais bem avaliada nos mapas individuais de cada orientação, que serão analisados a seguir.

Os lineamentos NE-SW (Figura 27) são os mais abundantes e contínuos dentre todas as classes de lineamentos obtidas. Ocorrem por toda área, destacando-se quatro feixes importantes, que conferem a divisão principal em cinco setores. O primeiro feixe ocorre no extremo SE, caracterizado por um grupo de lineamentos com inflexão para leste, que formam um marcante arco no mapa. Esse feixe atravessa os compartimentos geomorfológicos ACPS-sul e Baixo Paraíba do Sul. O segundo feixe controla o traçado do rio Paraíba do Sul no compartimento Paraíba do Sul, infletindo para norte até o limite da área. Atravessa ainda os compartimentos Depressão dos rios Pomba e Muriaé, Alinhamentos de Cristas do Rio Paraíba do Sul-setor norte e, menos marcadamente, os Patamares Escalonados do Sul Capixaba. O terceiro e o quarto feixes, localizados mais a oeste, são similares em forma e extensão, e não apresentam mudanças expressivas de

orientação, seguindo continuamente desde o limite sul até o limite norte da área, já menos marcante. Esses dois feixes parecem controlar os limites do compartimento Serrasias da Zona da Mata Mineira, mais destacadamente o limite leste. Essa direção é a que melhor apresenta correspondência com o embasamento da área, refletindo o *trend* da Faixa Ribeira e da Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul.

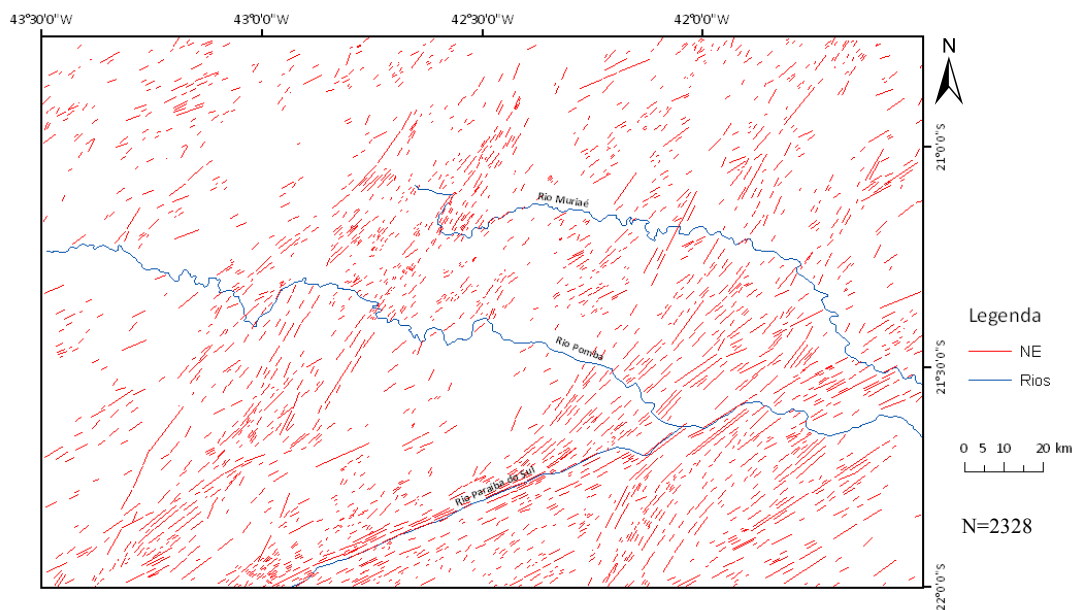


Figura 27: Mapa de lineamentos NE-SW.

Os lineamentos NW-SE (Figura 28) são a segunda classe mais abundante obtida, ainda assim apresentando quase metade da população presente na classe NE-SW. Possuem distribuição relativamente homogênea por toda a área, sendo que as duas principais ocorrências se concentram na porção sudoeste, no compartimento ACPS-sul, e no extremo nordeste da área, no compartimento PSC. Uma terceira ocorrência se localiza no compartimento SZMM, segmentando marcadamente os lineamentos de direção NE-SW.

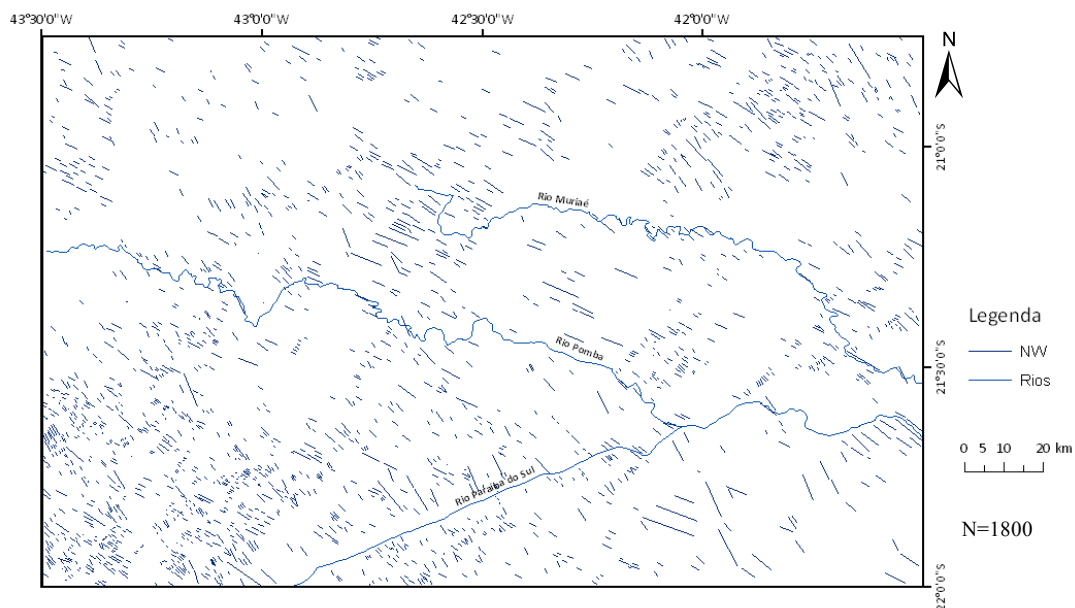


Figura 28: Mapa de lineamentos NW-SE.

Os lineamentos NNW-SSE (Figura 29) apresentam-se concentrados principalmente na porção noroeste da área, correspondente ao compartimento Mantiqueira, principalmente na cabeceira do rio Pomba. Uma segunda concentração se localiza no compartimento PSC, em sua porção mais elevada, na forma de um feixe marcante e contínuo, porém pouco expressivo em extensão.

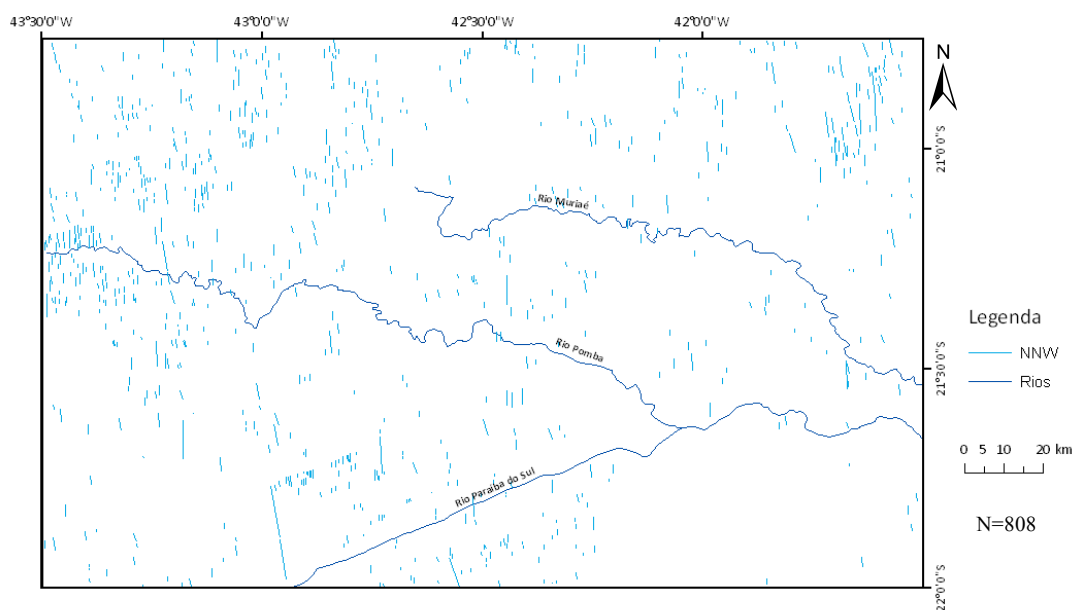


Figura 29: Mapa de lineamentos NNW-SSE.

Os lineamentos NNE-SSW (Figura 30) são os menos representativos entre todas as orientações obtidas e não apresentam nenhum feixe considerado importante, mas ocorrem basicamente na porção norte da área.

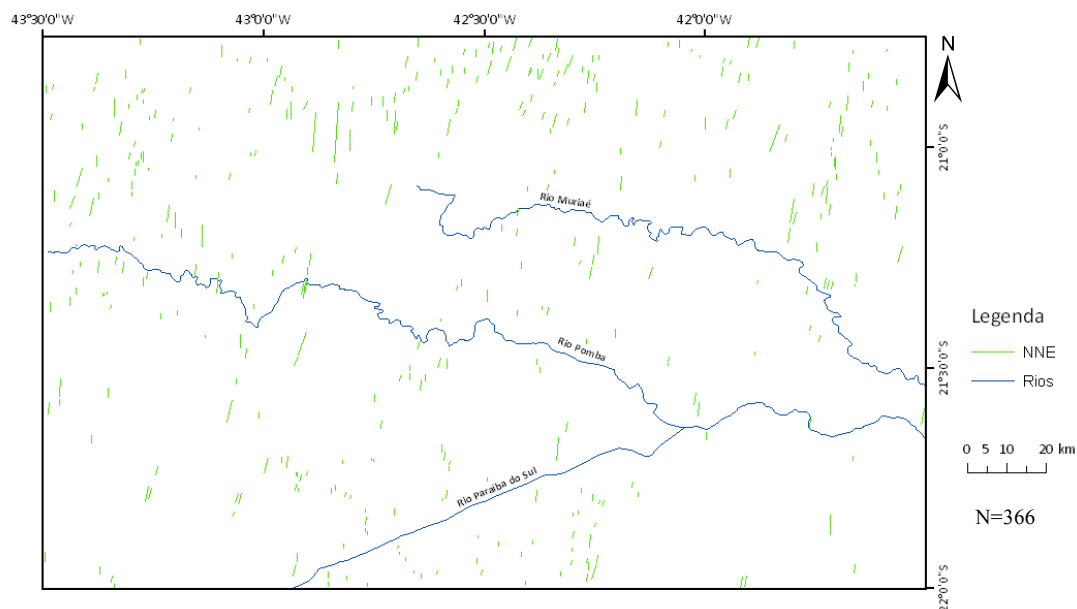


Figura 30: Mapa de lineamentos NNE-SSW.

Os lineamentos WNW-ESE (Figura 31) possuem uma distribuição esparsa e constituem a segunda classe menos abundante. A principal ocorrência se localiza no setor C, na forma de um feixe contínuo que parece acompanhar ou condicionar a estruturação do divisor dos rios Pomba e Muriaé, que por sua vez corresponde a uma porção do compartimento geomorfológico ACPS-norte. Da mesma forma, os rios seguem nessa direção ao longo da maior parte de seu percurso, sugerindo um controle estrutural e/ou tectônico.

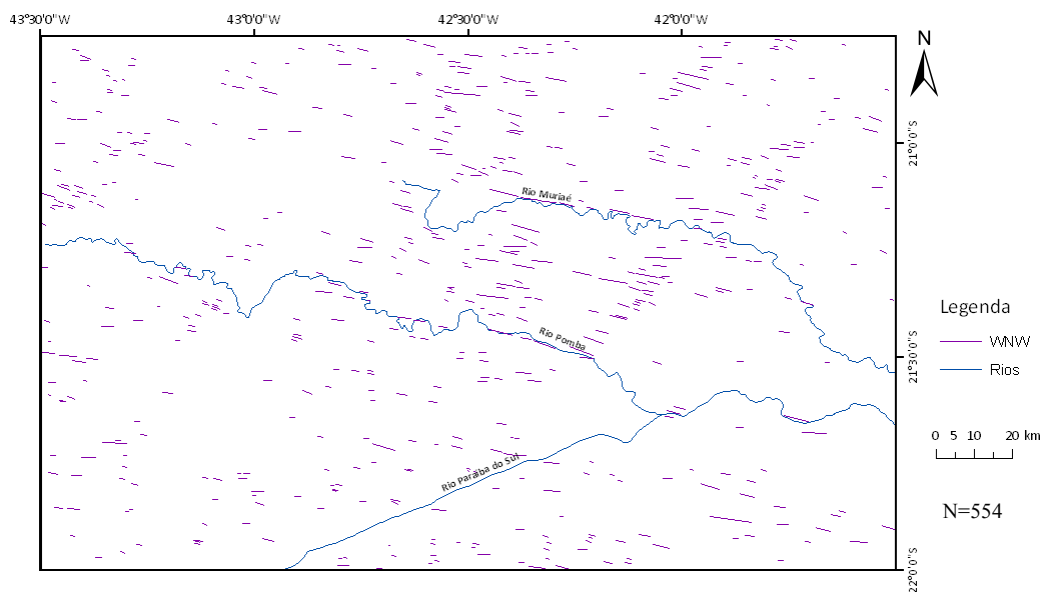


Figura 31: Mapa de lineamentos WNW-ESE.

Os lineamentos ENE-WSW (Figura 32) apresentam distribuição esparsa, e têm como principal ocorrência a porção noroeste da área, na Serra da Mantiqueira.

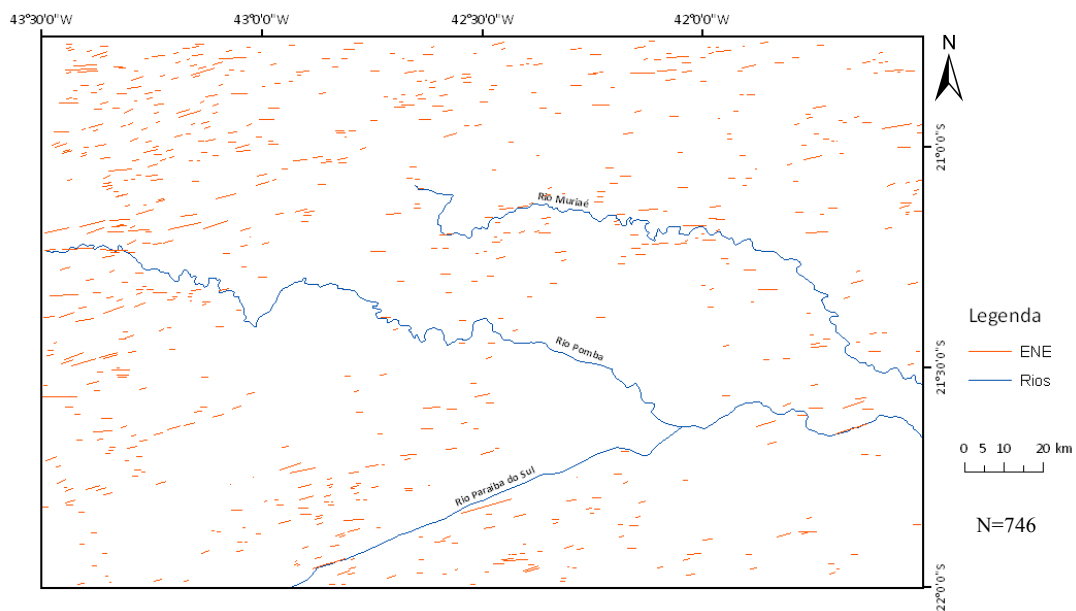


Figura 32: Mapa de lineamentos ENE-WSW.

Os compartimentos geomorfológicos resultantes da primeira etapa do trabalho apresentaram diferentes padrões de lineamentos, que serão analisados a seguir com base nas rosetas de frequência confeccionadas (Figura 33).

O intervalo N40-60E, ou parte dele, apresenta-se como mais abundante nos compartimentos Serranias da Zona da Mata Mineira, Depressão do Pomba e Muriaé, Alinhamentos de Cristas do Rio Paraíba do Sul - setor norte, Depressão do Baixo Paraíba do Sul, Serra do Mar e Costeiro. O intervalo N0-10W, o mais representativo na roseta para a área total, também é o de maior destaque nos compartimentos Mantiqueira, Ubá e Patamares do Sul Capixaba.

Os compartimentos Mantiqueira e Ubá apresentam um padrão de roseta similar, com destaque para as classes N0-10W(NNW-SSE) e N80-90E(ENE-SSW). A representatividade de outras classes é menor no compartimento Mantiqueira, realçando a importância de lineamentos NNW e ENE. O compartimento Ubá, apesar do maior destaque para o intervalo N0-10W, apresenta as classes NW-SE e NE-SW como predominantes.

O compartimento Serranias da Zona da Mata Mineira apresenta as direções NW-SE e NE-SW com praticamente igual representatividade, enquanto as outras direções apresentam valores intermediários. As classes com maior destaque são N30-40E (NE-SW) e N50-60W(NW-SE).

Os compartimentos Depressão dos rios Pomba e Muriaé, Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul, Serra do Mar e Costeiro apresentam padrões de rosetas similares, tendo como direção predominante NE-SW, com destaque para o intervalo N40-60E. As diferenças principais estão na distribuição de outras classes, que variam de baixa a intermediária, porém mantendo um mesmo padrão.

Os compartimentos Alinhamentos de Cristas do Rio Paraíba do Sul – setor sul e setor norte - apresentaram diferenças marcantes. O setor sul é caracterizado por destacada predominância de lineamentos de direção NW-SE, com destaque para o intervalo N40-60W, sendo este o compartimento com maior abundância de lineamentos NW-SE entre todos analisados. Já o setor norte caracteriza-se pela predominância de lineamentos de direção NE-SW, com destaque para o intervalo N40-60E, e por

apresentar a maior concentração de lineamentos de direção WNW-ESE dentre todos os compartimentos.

O compartimento Patamares do Sul Capixaba apresenta um padrão similar àquele dos compartimentos Mantiqueira e Ubá, pois possui como intervalo mais abundante o N0-10W (NNW-SSE). Porém apresenta maior destaque para as direções NW-SE, que constitui a direção predominante, e NE-SW.

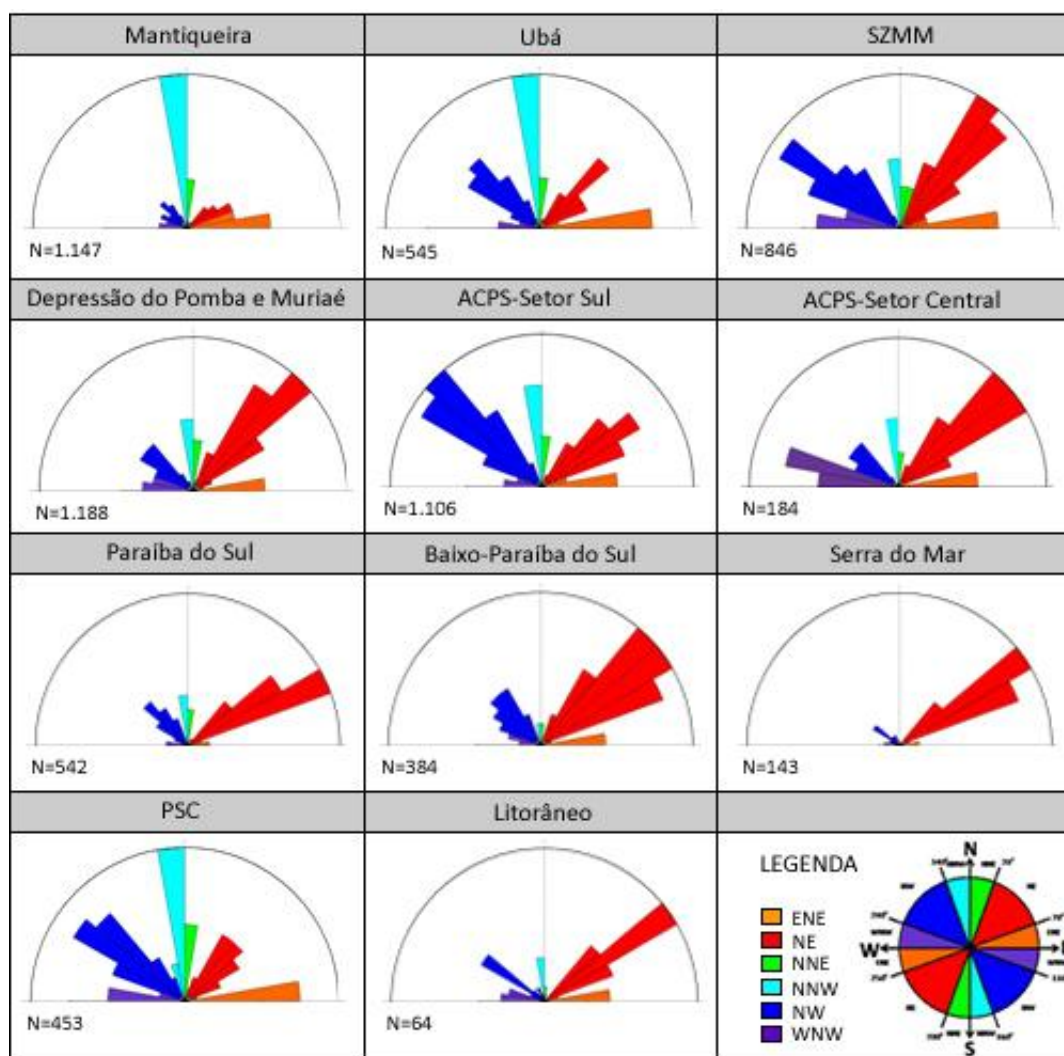


Figura 33: Rosetas de frequência para a área toda e cada compartimento geomorfológico.

6.4) Análise Estrutural

Foram coletados 213 dados estruturais, distribuídos em 14 pontos (ALP01, BPS04A, BPS04B, BPS05, BPS06, BPS08, BPS09, BPS10, BPS12, BPS20, BPS21, MIRA02, MIRA04 e PALMA02). As fraturas foram medidas em depósitos cenozoicos, representados por uma cobertura sedimentar argilo-arenosa de coloração castanho-amarelada marcada na base por linhas de cascalho, e no embasamento, neste caso quando alterado por ação intempérica. A seguir, será apresentada a descrição das estruturas identificadas, unidades afetadas (interpretação de fotomosaicos), classificação segundo o modelo de *Petit* (Figura 16) e campos de tensão associados aos conjuntos de falhas para cada ponto visitado.

PONTO ALP01

Este afloramento se localiza na rodovia BR-116, na cidade de Além Paraíba – MG (UTM: 7580251/ 740659, DATUM: Córrego Alegre). Foram observadas falhas dextrais normais WNW-ESE a NW-SE, normais dextrais NW-SE, e falhas normais NW-SE afetando a cobertura sedimentar cenozoica sobre o embasamento alterado (Figura 34). Estas falhas são interpretadas como estruturas R e T de um regime de Transcorrência Dextral E-W, com leve rotação para WNW-ESE (Figura 35).



Figura 34: Fotomosaico interpretado do ponto ALP01.

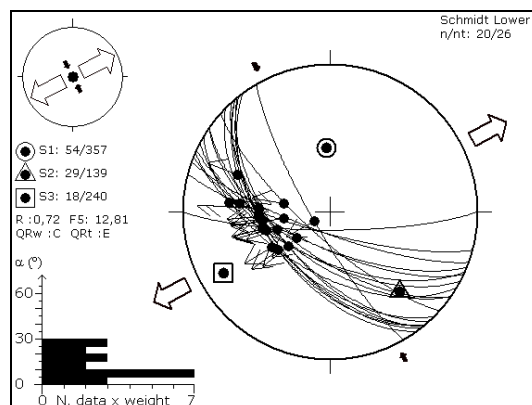


Figura 35: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas dextrais normais WNW-ESE a NW-SE, normais dextrais NW-SE, e falhas normais NW-SE, relacionadas a um regime transcorrente dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS04-A

Este afloramento se localiza na rodovia BR-116, em Leopoldina/MG (UTM: 7618523/ 743597, DATUM: Córrego Alegre). Foram observadas falhas afetando a cobertura sedimentar cenozoica (Figuras 36 e 37). São falhas normais dextrais NW-SE e NNE-SSW, falhas normais NW-SE e NNW-SSE, falha normal sinistral NNW-SSE e sinistral normal NNE-WSW e, relacionadas respectivamente a estruturas R, T e R' de um regime de Transcorrência Dextral E-W (Figura 38-A), e falhas normais NNW-SSE a NNE-SSW, associadas a um regime de Distensão E-W com suave rotação para WNW-ESE (Figura 38-B).

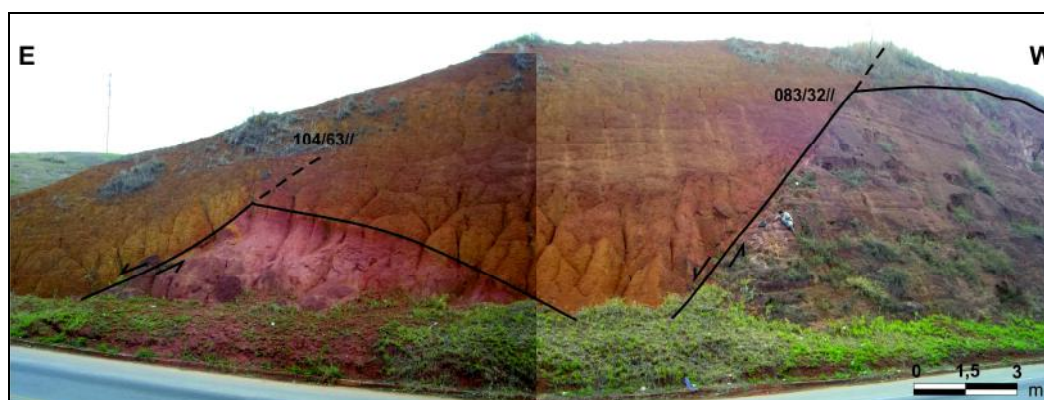


Figura 36: Fotomosaico interpretado do Ponto BPS04-A.



Figura 37: Detalhe de um dos planos de falha, onde é possível observar estrias indicando movimentação dextral.

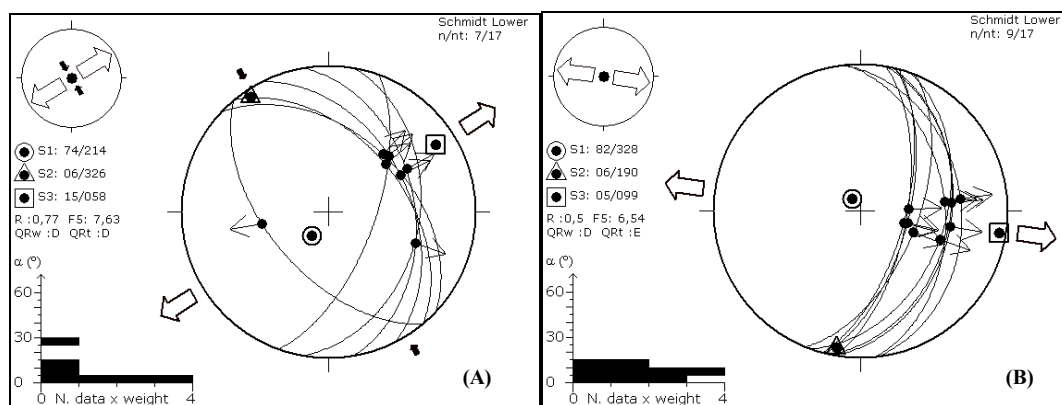


Figura 38: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: **(A)** falhas normais dextrais NW-SE e NNE-SSW, falhas normais NW-SE e NNW-SSE, falha normal sinistral NNW-SSE e sinistral normal NNE-WSW, que se relacionam a um regime transcorrente dextral E-W e **(B)** falhas normais NNW-SSE a NNE-SSW, que se relacionam a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas grandes cheias – eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias – eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente

PONTO BPS04-B

Neste afloramento, que corresponde a uma continuação do afloramento BPS04-A e localiza-se também na rodovia BR-116 em Leopoldina/MG (UTM: 7618523/743597, DATUM: Córrego Alegre), foram identificados dois grupos falhas. O primeiro engloba falhas normais sinistrais e sinistrais normais ENE-WSW que afetam somente o embasamento alterado, e que são compatíveis com estruturas R de um regime de Transcorrência Sinistral E-W (Figura 39-A.). O segundo grupo é composto por falhas que afetam a cobertura sedimentar e que constituem a maior parte das medições, englobando falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE, normais dextrais NW-SE,

falhas normais NW-SE e, falhas sinistras normais aproximadamente N-S, compatíveis com estruturas R, T e R' associadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W (Figura 39-B).

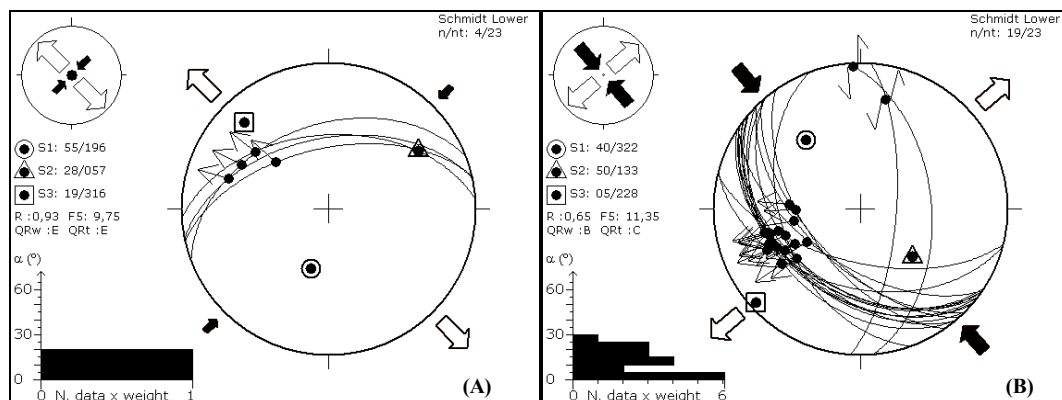


Figura 39: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas sinistras ENE-WSW relacionadas a um regime de transcorrência sinistral E-W; e (B) falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE, normais dextrais NW-SE, falhas normais NW-SE e, falhas sinistras normais aproximadamente N-S, relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas grandes cheias – eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS05

Este afloramento, localizado na rodovia BR-116 em Leopoldina /MG (UTM: 7618553/ 743912, DATUM: Córrego Alegre), foram identificadas falhas afetando a cobertura sedimentar cenozoica. São falhas normais WNW-ESE e NW-SE, falhas normais sinistras e sinistras normais NNW-SSE a N-S e falha normal dextral WNW-ESE, relacionadas respectivamente a estruturas T, R' e R de um regime de Transcorrência Dextral E-W com rotação para ENE-WSW (Figura 40-A), e falhas normais NNW-SSE a N-S, associadas a um regime de Distensão E-W (Figura 40-B).

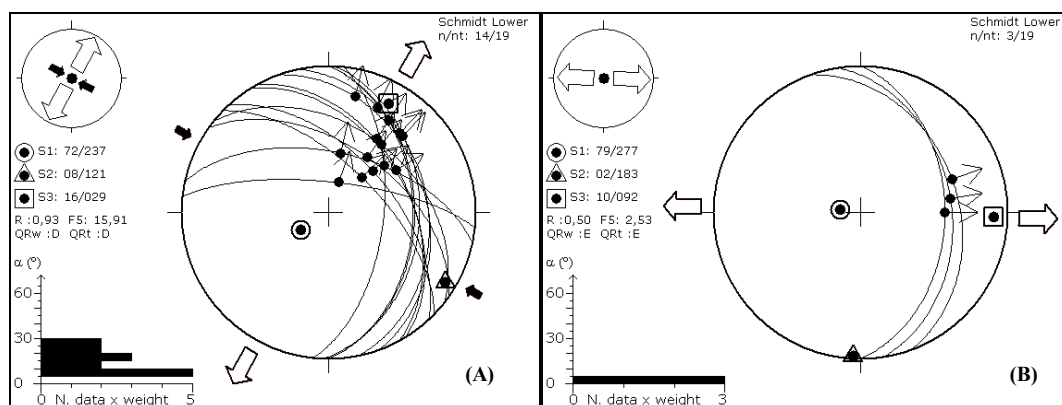


Figura 40: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas normais WNW-ESE e NW-SE, falhas normais sinistrais e sinistrais normais NNW-SSE a N-S e falha normal dextral WNW-ESE, relacionadas a um regime transcorrente dextral E-W e (B) falhas normais NNW-SSE a N-S, relacionadas a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS06

Neste afloramento, localizado na rodovia BR-116, entre as cidades de Leopoldina /MG e Laranjal/MG (UTM: 7621605/ 750486, DATUM: Córrego Alegre), foram observadas falhas normais WNW-ESE a NNW-SSE e falhas sinistrais normais NNW-SSE, relacionadas respectivamente a estruturas T e R' de um regime de Transcorrência Dextral E-W (Figura 41-A), e falhas normais NNW-SSE e NNE-SSW, associadas a um regime de Distensão E-W (Figura 41-B). As falhas observadas afetam a cobertura cenozoica sobre o embasamento alterado.

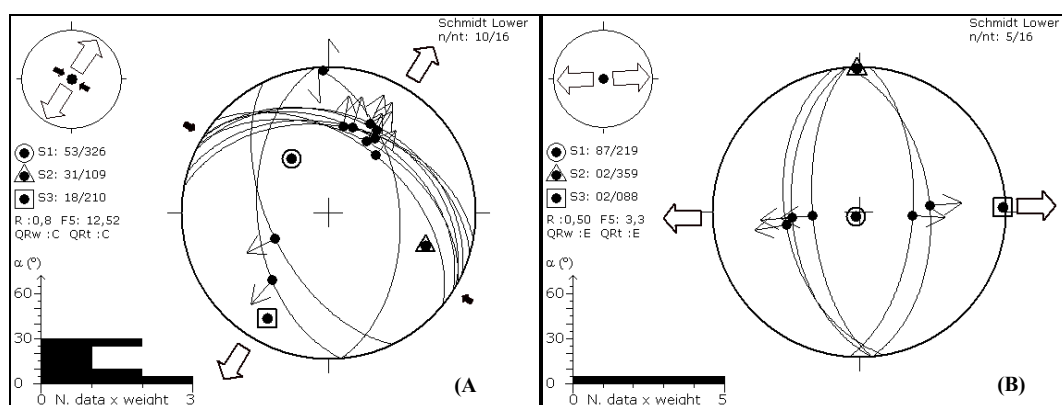


Figura 41: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados a: (A) falhas normais WNW-ESE a NNW-SSE e falhas sinistrais normais NNW-SSE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W e (B) falhas normais NNW-SSE e NNE-SSW relacionadas a um regime de Distensão E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS08

Neste ponto, na rodovia BR-116 entre as cidades de Laranjal /MG e Muriaé / MG (UTM: 7648690/ 770484, DATUM: Córrego Alegre), ocorrem falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE, que correspondem a estruturas R de um regime de Transcorrência Dextral E-W (Figura 42) e afetam a cobertura sedimentar cenozóica.

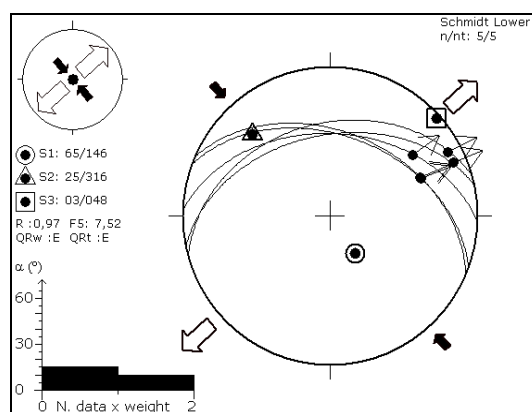


Figura 42: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2/\sigma_1-\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS09

Localizado entre as cidade de Laranjal (MG) e Muriaé (MG), na rodovia BR-116 (UTM: 7649024/ 770611, DATUM: Córrego Alegre), este afloramento é afetado por três grupos de falhas. O primeiro corresponde a falhas sinistrais normais WNW-ESE (estruturas P) e ENE-WSW (estruturas R), falhas normais sinistrais NE-SW (estruturas R), e falhas dextrais normais NE-SW a NNE-SSW (estruturas R'), que foram observadas somente no embasamento (Figura 43-A) e se relacionam a um regime de Transcorrência Sinistral E-W. Um segundo grupo é composto por falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE (estruturas R), ENE-WSW (estruturas P), falha normal NW-SE (estrutura T) e falhas sinistrais normais NW-SE (R'), associadas a um regime transcorrência dextral E-W com leve rotação para ENE-WSW (Figura 43-B). O terceiro grupo corresponde a falhas normais ENE-WSW, NE-SW e WNW-ESE, associadas a

um regime de Distensão NW-SE (Figura 43-C). Os dois últimos grupos de falhas afetam a cobertura sedimentar cenozoica sobre o embasamento alterado.

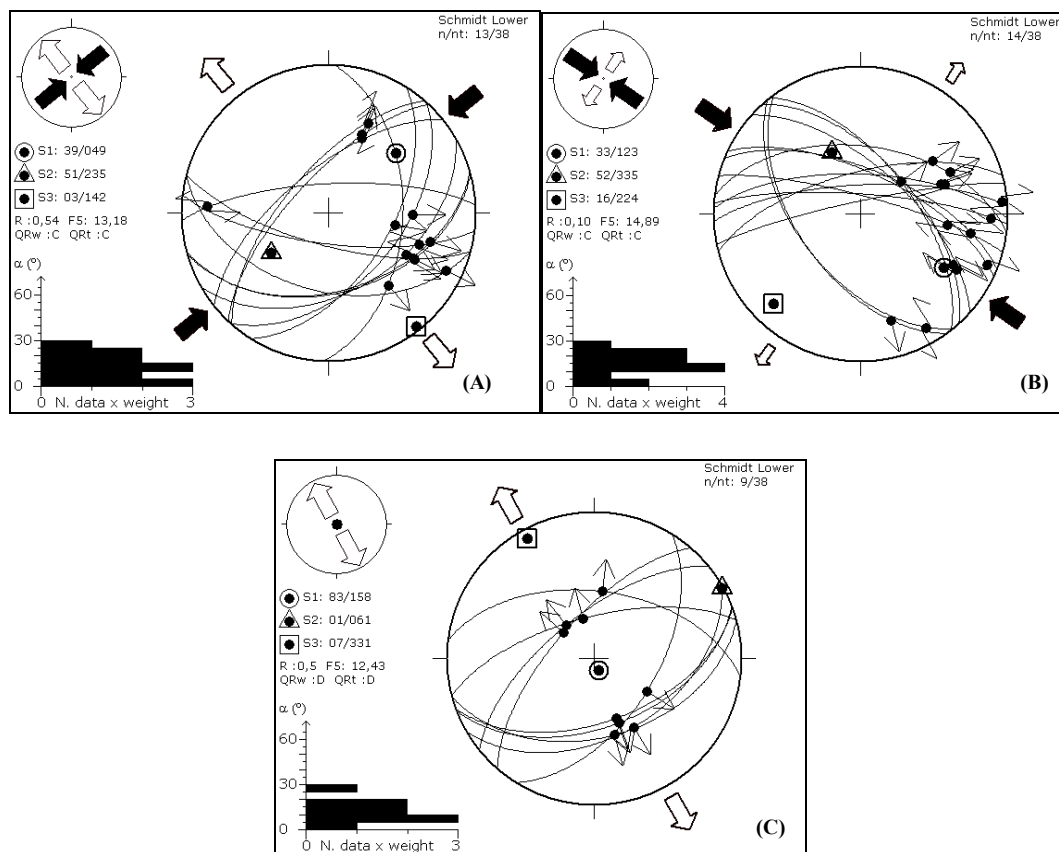


Figura 43: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: (A) falhas sinistras normais WNW-ESE e ENE-WSW, falhas normais sinistras NE-SW, e falhas dextrais normais NE-SW a NNE-SSW relacionados a um regime de Transcorrência Sinistral E-W; (B) falhas dextrais normais WNW-ESE e NW-SE, ENE-WSW, falha normal NW-SE e falhas sinistras normais NW-SE relacionadas a um regime transcorrente dextral E-W; e (C) falhas normais ENE-WSW, NE-SW e WNW-ESE relacionadas a um regime de Distensão NW-SE. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS10

Neste afloramento, localizado na rodovia BR-116, entre as cidades de Laranjal /MG e Muriaé /MG (UTM: 7660459/ 771489, DATUM: Córrego Alegre), ocorrem falhas normais sinistras NE-SW que afetam somente o embasamento, sendo relacionadas a estruturas R de um regime transcorrente sinistral E-W (Figura 44-A), e falhas normais dextrais WNW-ESE, falhas normais dextrais E-W, ENE-WSW e dextrais normais ENE-WSW e NE-SW, além de falhas normais NW-SE, relacionadas respectivamente a estruturas R, P e T de um regime de Transcorrência Dextral E-W

(Figura 44-B). As falhas pertencentes a este último grupo afetam a cobertura sedimentar cenozoica.

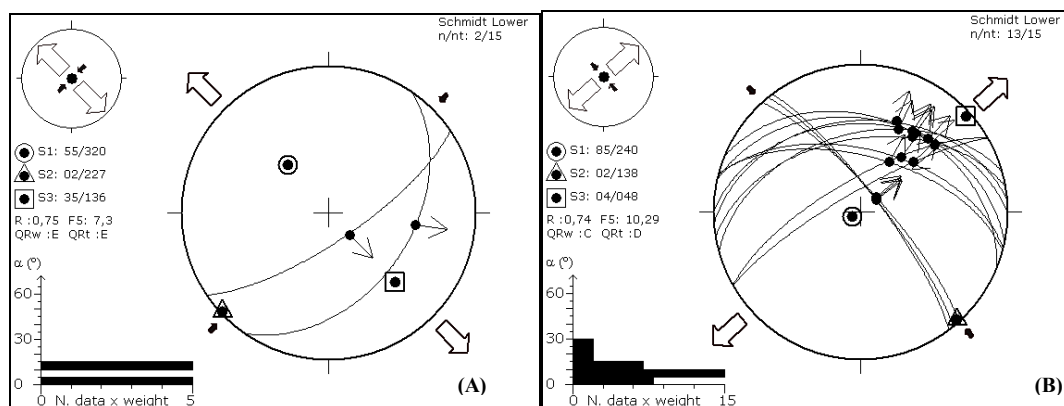


Figura 44: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: (A) falhas normais sinistras NE-SW relacionadas a um regime de Transcorrência Sinistral E-W e (B) falhas normais dextrais WNW-ESE, falhas normais dextrais E-W, ENE-WSW e dextrais normais ENE-WSW e NE-SW, além de falhas normais NW-SE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W(B). Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas grandes cheias – eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS12

Nesta seção, localizada na rodovia BR-116 entre as cidades de Laranjal/MG e Muriaé/MG (UTM: 7667863/ 773465, DATUM: Córrego Alegre), ocorre falha sinistral normal ENE-WSW, falhas dextrais normais NW-SE, NNW-SSE, e falhas normais dextrais NE-SW, relacionadas respectivamente a estruturas R e R' de um regime transcorrente sinistral E-W (Figura 46-A), que ocorrem apenas no embasamento alterado, e falhas normais NE-SW, que afetam a cobertura neogênica, associadas a um regime de Distensão NW-SE (Figura 45 e 46-B).

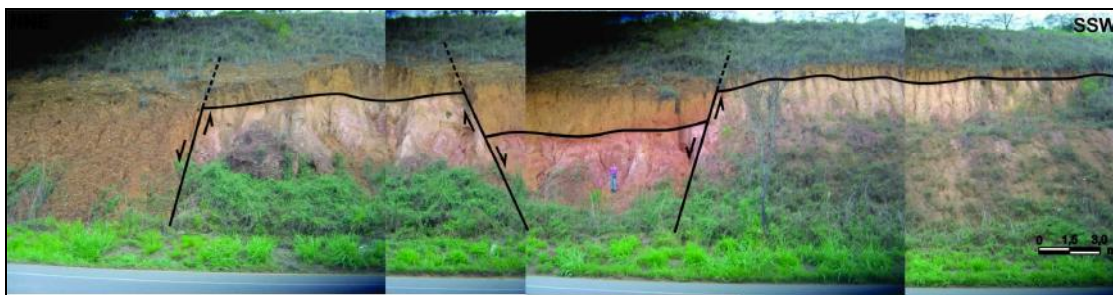


Figura 45: Fotomosaico interpretado do ponto BPS12.

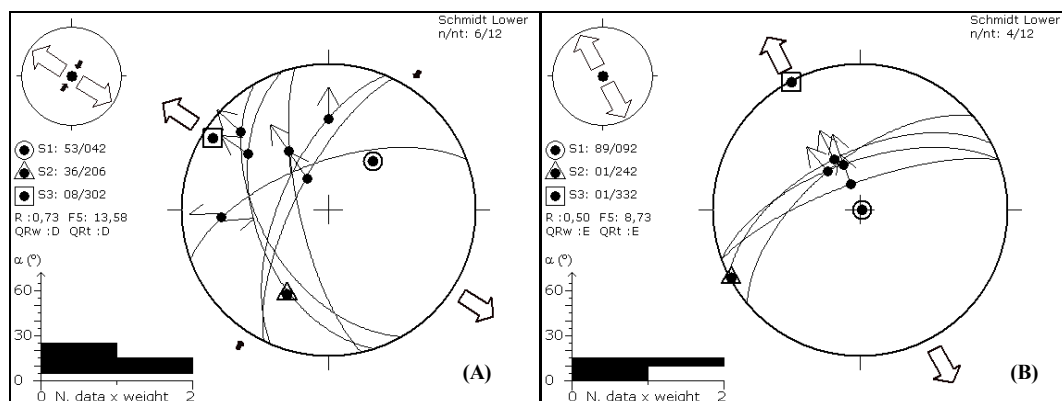


Figura 46: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: **(A)** falha sinistral normal ENE-WSW, falhas dextrais normais NW-SE, NNW-SSE, e falhas normais dextrais NE-SW; e **(B)** falhas normais NE-SW relacionadas a um regime de Distensão NW-SE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas grandes cheias – eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO BPS20

Localizado na rodovia BR-116 na cidade de Leopoldina/MG (UTM: 7617041/742832, DATUM: Córrego Alegre), este afloramento (Figuras 47, 49 e 50) permitiu a identificação de dois grupos de estruturas. O primeiro compreende falha normal NE-SW e falhas dextrais normais NE-SW, relacionadas respectivamente a estruturas T e R' de um regime de Transcorrência Sinistral E-W com rotação para WNW-ESE (Figura 48-A). O segundo é composto por falhas dextrais normais e normais dextrais NW-SE, falhas normais NW-SE e NNW-SSE, e falhas sinistrais normais NNW-SSE e NNE-SSW, relacionadas, na ordem, a estruturas R, T e R' de um regime de Transcorrência Dextral E-W, também com rotação para WNW-ESE (Figura 48-B). O segundo grupo de falhas afeta a cobertura cenozoica, enquanto as falhas do primeiro grupo afetam apenas o embasamento



Figura 47: Fotomosaico interpretado do ponto BPS20.

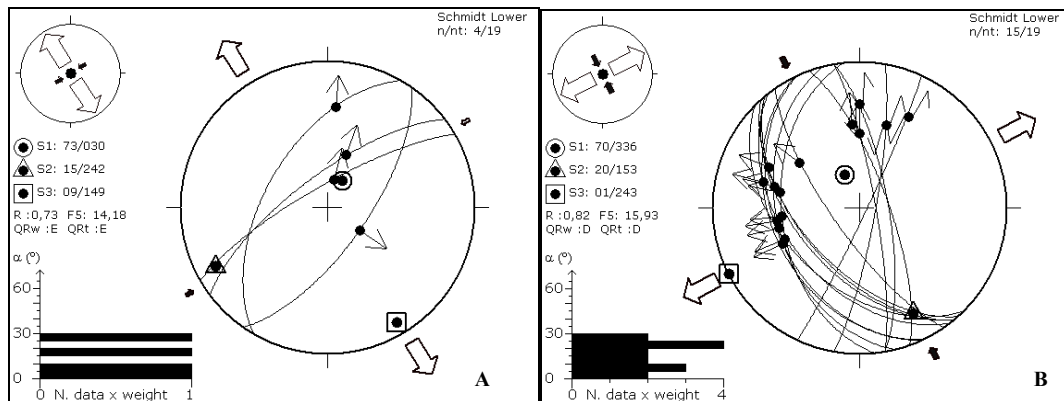


Figura 48: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: (A) falha normal NE-SW e falhas dextrais normais NE-SW relacionadas a um regime de Transcorrência Sinistral E-W; e (B) falhas dextrais normais e normais dextrais NW-SE, falhas normais NW-SE e NNW-SSE, e falhas sinistras normais NNW-SSE e NNE-SSW. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.



Figura 49: Padrão de fraturamento afetando a cobertura cenozóica, observado no ponto BPS20.



Figura 50: Detalhe de plano com estrias indicando um movimento normal-dextral.

PONTO BPS21

Neste afloramento, localizado na Rodovia BR-116, em Leopoldina /MG (UTM: 7624471/ 753159, DATUM: Córrego Alegre), foram obtidas medições de duas falhas normais NW-SE compatíveis com falhas T de um regime transcorrente dextral E-W (Figura 51). As estruturas medidas afetam a cobertura sedimentar cenozoica.

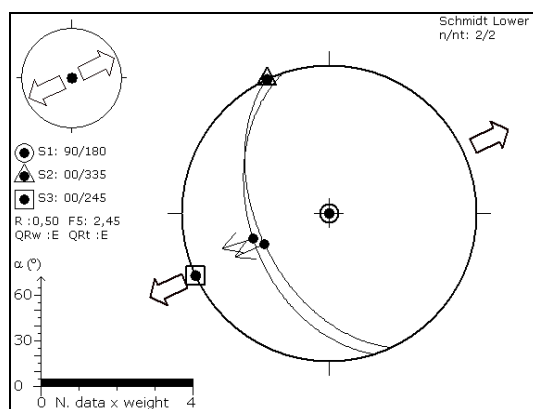


Figura 51: Projeções estereográficas (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a: falhas normais NW-SE compatíveis com um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO PALMA 02

Neste afloramento, localizado na rodovia entre as cidades de Laranjal /MG e Palma /MG (UTM: 7634734/ 776416/DATUM: Córrego Alegre), ocorrem falhas dextrais normais e normais dextrais NE-SW, relacionadas a estruturas R' de um regime de Transcorrência Sinistral E-W com rotação para NW-SE (Figura 52-A), e falhas normais ENE-WSW e NE-SW, associadas a um regime de Distensão NW-SE (Figura 52-B). O segundo grupo de falhas afeta a cobertura cenozoica, enquanto as falhas do primeiro grupo afetam apenas o embasamento alterado.

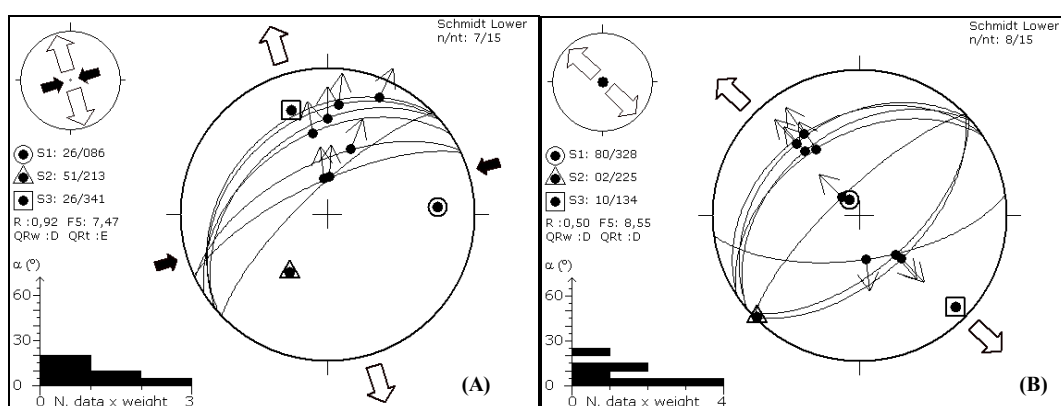


Figura 52: Projeções estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associados a: **(A)** falhas dextrais normais e normais dextrais NE-SW correspondentes a um regime de Transcorrência Sinistral E-W ; e **(B)** falhas normais ENE-WSW e NE-SW que estão associadas a um regime de Distensão NW-SE. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO MIRA02

Neste afloramento, na rodovia entre Palma/MG e Miracema/RJ, a cerca de 10 km da cidade de Palma (UTM: 7631098/ 790416), foram obtidas medições de duas falhas normais NW-SE, compatíveis com estruturas T associadas a um regime transcorrente dextral E-W (Figura 53) e que afetam a cobertura sedimentar cenozóica.

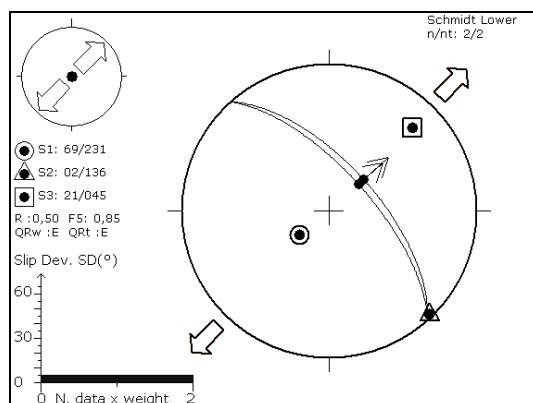


Figura 53: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas normais NW-SE associadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

PONTO MIRA04

Neste afloramento, localizado na rodovia entre as cidades de Palma /MG e Miracema /RJ (UTM: 7632537/786505, DATUM: Córrego Alegre), foram identificadas falhas normais dextrais e dextrais normais NW-SE, falha normal NW-SE e falhas normais sinistras NNW-SSE, associadas respectivamente a estruturas R, T e R' de um regime de Transcorrência Dextral E-W, com rotação para NW-SE (Figura 54). As estruturas medidas afetam a cobertura sedimentar cenozoica sobre o embasamento alterado

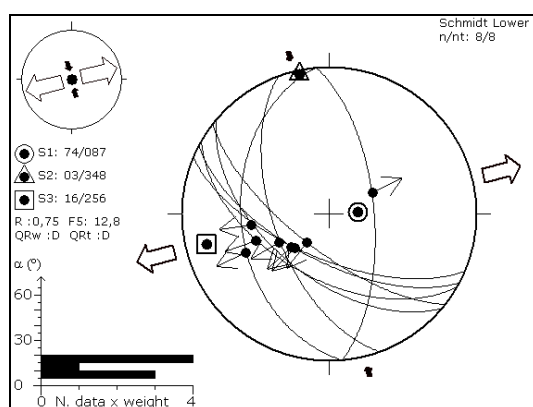


Figura 54: Projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e o campo de tensão associado a falhas normais dextrais e dextrais normais NW-SE, falha normal NW-SE e falhas normais sinistras NNW-SSE relacionadas a um regime de Transcorrência Dextral E-W. Simbologia: círculo - σ_1 ; triângulo - σ_2 ; quadrado - σ_3 ; setas grandes cheias - eixos compressivos horizontais; setas grandes vazias - eixos distensivos horizontais; R - razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); α° (ângulo alfa) - desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

6.4.1) Regimes Tectônicos

Com base nos campos de tensão associados à formação das estruturas rúpteis e presença de superposição de estrias, foram individualizadas três fases tectônicas atuantes durante o Cenozoico na região estudada. Estas fases são correlacionáveis a regimes tectônicos já reconhecidos em outras regiões do Sudeste do Brasil, e serão apresentadas a seguir.

6.4.1.1) Transcorrência Sinistral E-W (TS E-W)

As estruturas que representam essa fase são predominantemente falhas sinistrais ENE-WSW a NE-SW, além de falhas dextrais NE-SW, NNE-SSW e NNW-SSE, e mais raramente falhas normais NE, que foram observadas e medidas afetando somente o embasamento alterado. Com base nos diagramas de paleotensão, foram geradas a partir de esforços de distensão NW-SE e compressão NE-SW, ocorrendo rotações dos campos de esforços em alguns pontos.

Apresenta registro nos pontos BPS04-B, BPS09, BPS10, BPS12, BPS20 e PALMA02, como se observa no mapa de distribuição das estruturas associadas esta fase tectônica (Figura 55).

Este evento é correlacionável à primeira fase de deformação tectônica proposta por Riccomini (1989) e Salvador & Riccomini (1995) para o RCSB, de idade neogênica. Segundo Riccomini *et al.* (2004), a idade desta fase tectônica data do Mioceno. Também foi identificada por Mello (1997) e Sarges (2002) na região do médio vale do rio Doce (MG); por Silva (2006) na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (RJ/MG); e por Miranda (2009) na região centro-norte do Espírito-Santo, que a posicionaram no Mioceno.

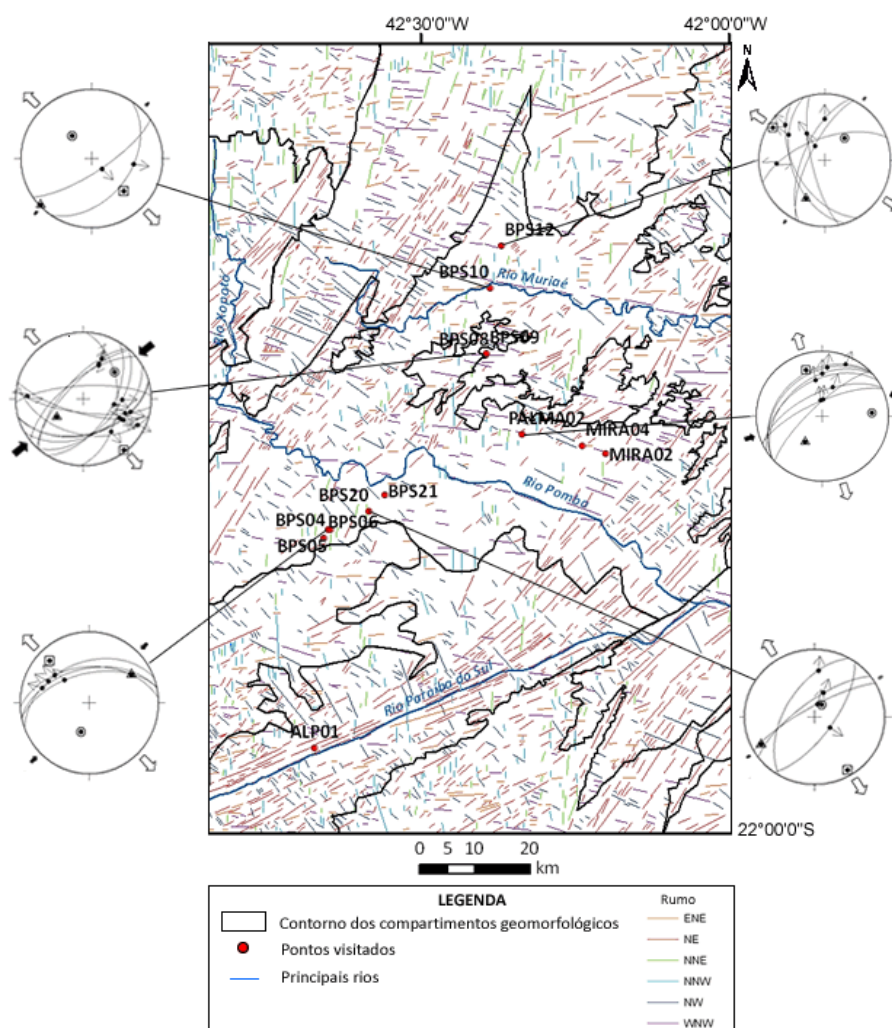


Figura 55: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Transcorrência Sinistral E-W, sobre os compartimentos geomorfológicos Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS-sul e norte.

6.4.1.2) Transcorrência Dextral E-W (TD E-W)

Essa fase é representada predominantemente por falhas dexas WNW-ESE e NW-SE, falhas normais NW-SE e falhas sinistras NNW-SSE a NNE-SSW que afetam a cobertura sedimentar cenozoica. Com base nos diagramas de paleotensão foram geradas a partir de esforços compressivos NW-SE e distensivos NE-SW, pequenas variações locais na orientação dos esforços.

Esse regime apresenta registro nos pontos ALP01, BPS04-A, BPS04-B, BPS05, BPS06, BPS08, BPS09, BPS10, BPS20, MIRA04, constituindo o evento com maior distribuição na área de estudo (Figura 56) A partir da identificação de estrias superpostas em um mesmo plano de falha (ponto BPS09), admite-se que as estruturas

relacionadas ao evento de Transcorrência Dextral E-W sejam mais recentes do que aquelas geradas no evento de Transcorrência Sinistral E-W.

O evento de Transcorrência Dextral E-W é correlacionável à segunda fase de deformação tectônica proposta por Riccomini (1989), Salvador & Riccomini (1995) e Riccomini *et al.* (2004) para o RCSB, de idade pleistocênica. Também foi identificado por Mello (1997) e Sarges (2002) na região do médio vale do rio Doce (MG); por Silva (2006) na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e adjacências (RJ/MG); e por Miranda (2009) na região Centro-Norte do Espírito-Santo, que a posicionaram no Pleistoceno tardio a Holoceno inicial. Ferrari (2001) também identificou essa fase no Gráben da Guanabara (RJ), atribuindo-a uma idade pleistocênica.

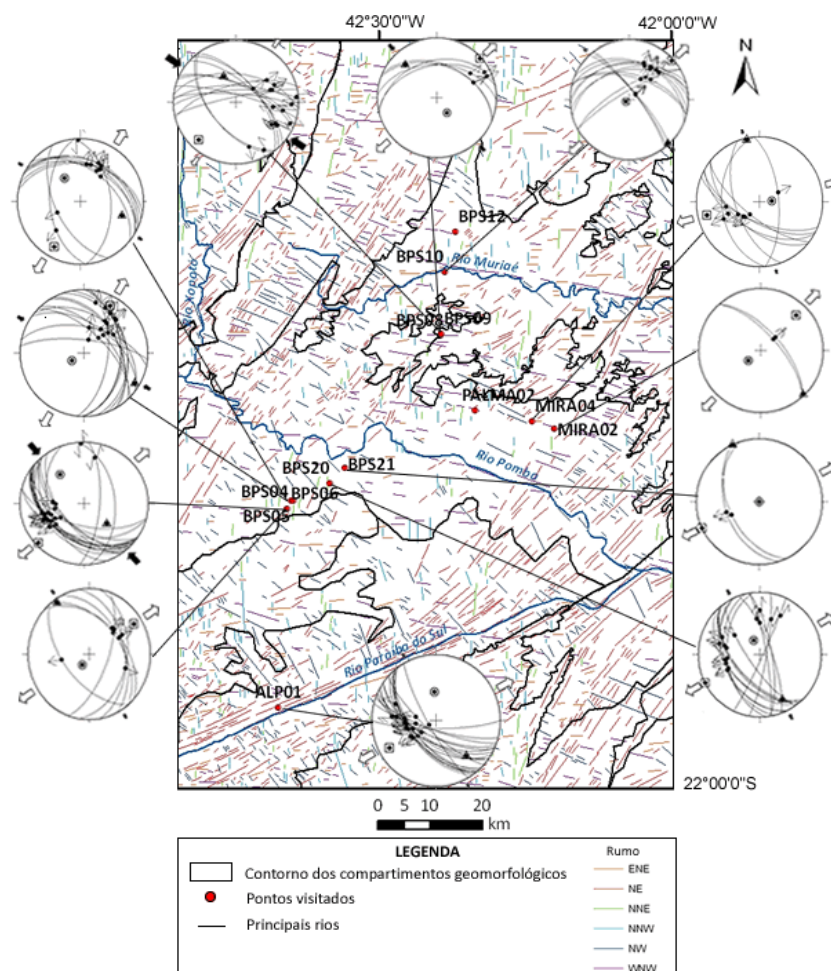


Figura 56: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Transcorrência Dextral E-W, sobre os compartimentos geomorfológicos: Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS- sul e norte.

6.4.1.3) Distensão E-W/NW-SE (DIST E-W/NW-SE)

Essa fase é representada por falhas normais N-S e NE-SW, que afetam a cobertura sedimentar cenozoica. Com base nos diagramas de paleotensão foram geradas a partir de esforços distensivos E-W e NW-SE.

Registros desse evento com orientação E-W ocorrem nos pontos BPS04-A, BPS05 e BPS06. Já com orientação NW-SE, ocorre nos pontos BPS09, BPS12 e PALMA02. A partir da identificação de estrias superpostas em diversos planos associados aos outros eventos (pontos BPS04A, BPS05, BPS06, BPS12, BPS09 e PALMA02), admite-se que o evento Distensão E-W/NW-SE é o mais novo entre os obtidos.

O evento de Distensão NW-SE é correlacionável à terceira fase de deformação tectônica proposta por Riccomini (1989), Salvador & Riccomini (1995) e Riccomini *et al.* (2004) para o RCSB, a que estes autores atribuíram uma idade holocênica. Também foi identificada por Mello (1997) e Sarges (2002) na região do médio vale do rio Doce (MG); por Silva (2006) na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e adjacências (RJ/MG); e por Miranda (2009) na região Centro-Norte do Espírito-Santo que a posicionaram no Holoceno. Ferrari (2001) não identificou a fase de Distensão NW-SE, mas sim uma fase de Distensão E-W, adicionando um novo evento ao quadro de tectônica cenozóica.

A variação na orientação do campo de esforços obtido, ocorrendo tanto esforços distensivos E-W quanto NW-SE, provavelmente deve-se a condicionantes locais. Contudo, por apenas seis pontos dos visitados apresentarem falhas associadas a esse regime, uma avaliação dos possíveis fatores que influenciaram essa variação e a determinação de padrões de distribuição ficam comprometidos. Com os dados obtidos, pode-se observar que falhas normais aproximadamente N-S associadas à Distensão E-W se concentram a sul do divisor dos rios Pomba e Muriaé, no vale do rio Pomba, próximo aos limites do compartimento ACPS-sul, enquanto falhas NE-SW associadas à Distensão NW-SE, ocorrem ao longo do divisor e no vale do rio Muriaé, nas proximidades do compartimento ACPS-norte.

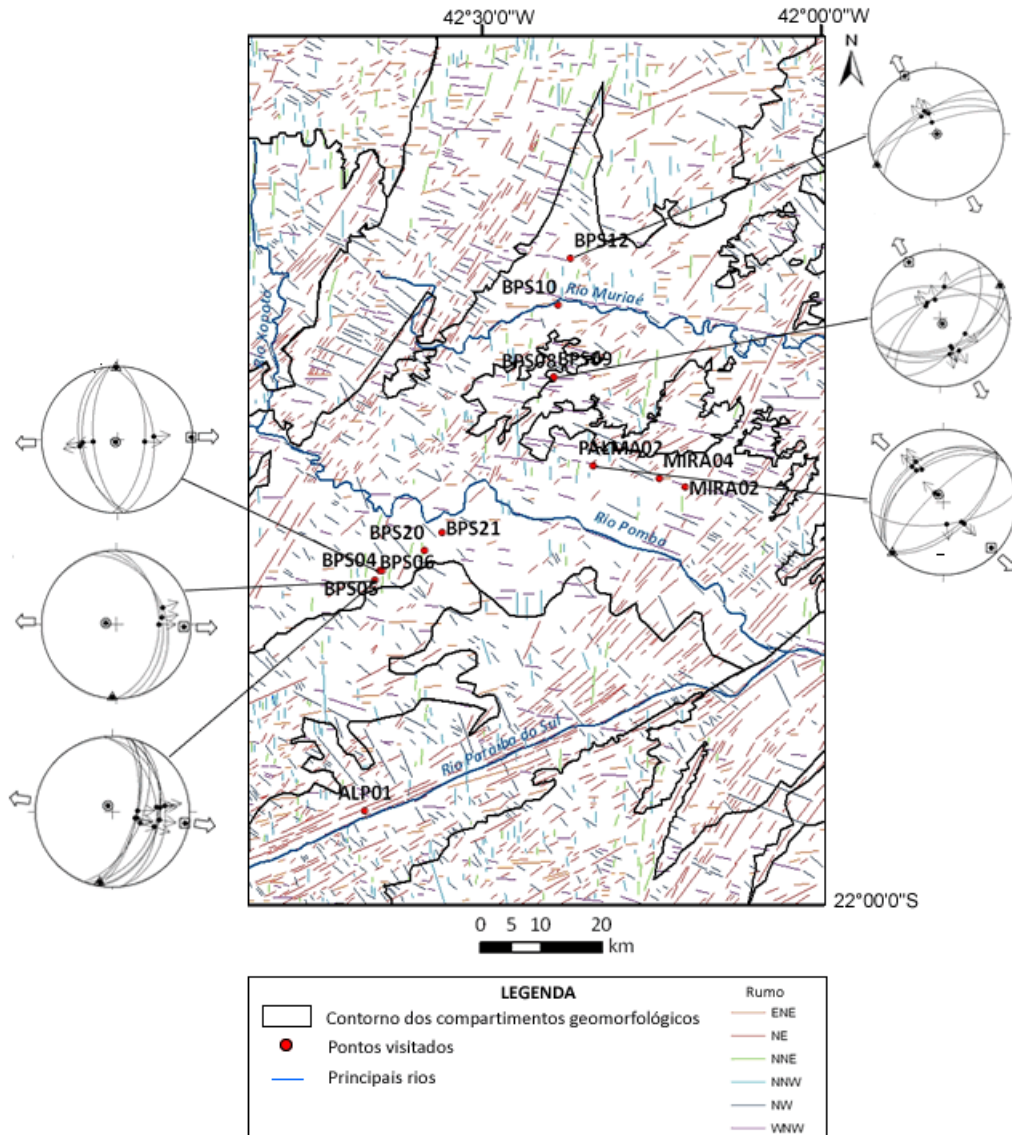


Figura 57: Distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de Distensão E-W/NW-SE, sobre os compartimentos geomorfológicos: Paraíba do Sul, Depressão do Pomba e Muriaé e ACPS-sul e norte.

7) CONCLUSÕES

A compartimentação geomorfológica realizada no presente trabalho reafirmou a importância do escalonamento topográfico interno à Depressão dos rios Pomba e Muriaé, segundo um controle NE-SW, como apresentado por Meis *et al.* (1982) e Gatto *et al.* (1983). Além dessa orientação, deve-se destacar a importância da segmentação transversal a essa orientação principal. Os resultados obtidos no presente estudo permitiram avaliar, preliminarmente, a influência de condicionantes litoestruturais e tectônicos na configuração do relevo desta região.

A boa correlação entre limites de compartimentos geomorfológicos e unidades geológicas, como, por exemplo, entre o Complexo Juiz de Fora e as Serras da Zona da Mata Mineira e as rochas charnokitóides e a Serra do Mar, sugere um maior controle litoestrutural. Por outro lado, a existência de limites lineares e discordantes das unidades geológicas pode indicar maior influência de movimentações tectônicas associadas à evolução mesozoica-cenozoica, em concordância com o que foi proposto por Meis *et al.* (1982). O escalonamento topográfico observado na depressão principal - vales dos rios Pomba e Muriaé e divisor - não tem como principal fator condicionante variações litoestruturais do embasamento.

A análise de lineamentos estruturais destacou uma divisão da área em dois grandes setores: a noroeste, incluindo a depressão de Ubá e a Serra da Mantiqueira, predominam direções NNW-SSE, enquanto que, no restante da área, mesmo com algumas variações, destacam-se as direções NE-SW e NW-SE. Possivelmente, essa variação reflete uma importante mudança no embasamento, correspondente a transição da Província Mantiqueira para o Cráton de São Francisco. A variação geomorfológica e no padrão de lineamentos reflete também a estruturação do Rifte do Paraíba do Sul, condicionada por estruturas de direção NE-SW. Os dados de termocronologia obtidos por Carmo (2005), com redução das idades de denudação rumo à região costeira, são compatíveis com essa hipótese.

A abundância de estruturas NW-SE não tem boa correlação com os mapas geológicos disponíveis, sendo representadas como estruturas inferidas e de ocorrência restrita. Possivelmente esses lineamentos podem refletir estruturas neoformadas na história evolutiva mesozoica-cenozoica.

Os dados estruturais obtidos são compatíveis com três eventos neotectônicos já reconhecidos em outras regiões do Sudeste do Brasil: Transcorrência Sinistral E-W (Mioceno/Plioceno), Transcorrência Dextral E-W (Pleistoceno) e Distensão E-W/NW-SE (Holoceno), permitindo a correlação do quadro neotectônico observado na área de estudo com áreas adjacentes. O evento de Transcorrência Dextral E-W é o mais representativo, tanto em distribuição espacial quanto em quantidade de planos afetando a cobertura cenozoica. Estruturas de direção WNW-ESE e NW-SE, correspondentes a falhas R e T desse regime, são compatíveis com lineamentos observados em grande quantidade.

As estruturas de direção NE-SW também foram reativadas pelos eventos formadores e deformadores do SRCBS. Como proposto por Hasui (1990), estruturas neotectônicas têm forte relação com zonas de fraqueza do embasamento, que seriam preferencialmente reativadas. Partindo desse princípio, as estruturas do embasamento da área, refletidas na abundância de lineamentos de direção NE-SW, poderiam ser reativadas da seguinte maneira nos eventos neotectônicos identificados:

- Transcorrência sinistral E-W: seriam reativadas como falhas normais e normais sinistrais, correspondendo respectivamente a falhas T e R do modelo de Riedel.
- Transcorrência dextral E-W: reativação dessas discontinuidades na forma de falhas normais dextrais, correspondentes a falhas P do modelo de Riedel.
- Distensão NW-SE: reativação das mesmas estruturas como falhas normais.

A junção de características como: a orientação WNW-ESE do divisor e dos vales dos rios Pomba e Muriaé, destoantes dos demais compartimentos e discordante do *trend* regional; o padrão retilíneo dos rios, que reflete possível controle estrutural/tectônico; e a concentração de lineamentos topográficos WNW-ESE nessa porção da área, compatíveis com estruturas R do regime de Transcorrência Dextral E-W, pode indicar a presença de estruturas neoformadas que sugerem maior relevância do condicionante tectônico.

Dessa forma, conclui-se que a tectônica atuante no Sudeste do Brasil a partir do início do Cenozoico, que constitui o mecanismo de origem e deformação do SRCBS, se estende para a área de estudo, podendo ter condicionado ou, no mínimo, influenciado a

configuração do relevo. O controle litológico pode superar o tectônico apenas em alguns pontos, o que não descarta a reativação de limites entre unidades geológicas como zonas de fraqueza que são.

Questões como qual a extensão da influência das reativações tectônicas e qual evento foi mais significativo para a configuração do relevo não puderam ser abordadas no presente trabalho devido às limitações metodológicas. A análise de anomalias e assimetrias de drenagem, que permitem demonstrar a expressão das reativações neotectônicas na configuração da rede de drenagem, pode contribuir para esta discussão, sendo recomendada para trabalhos futuros.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA F. F. M.; HASUI Y.; CARNEIRO C. D. R. O lineamento de Além-Paraíba. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 575, 1975.

ALMEIDA, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.48 (supl.), p. 15-26, 1976.

ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 2, p.135-150, 1998.

ANGELIER, J. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: HANCOCK, P. L. (Ed.). *Continental Deformation*. Oxford: Pergamon Press, 1994. p. 53-100.

ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na Região Sudeste do Brasil. In: Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, Série Projeto REMAC, 4, p. 75-88.

CAMPANHA, G. A. C. O Lineamento de Além-Paraíba na área de Três Rios (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 11, n. 3, p. 159-171, 1981.

CARMO, I.O. *Cronologia do Intemperismo no Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro. 2005. 134f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

CORRÊA NETO, A.V.; DAYAN, H. 1996. Estudo dos indicadores cinemáticos na Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul no trecho entre Três Rios (RJ) e Além Paraíba (MG). XXXIX CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, Salvador, p. 354-356.

DAYAN, H. & KELLER, J.V.A. A Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul nas vizinhanças de Três Rios (RJ): Uma análise da deformação dada por algumas feições estruturais. *Revista Brasileira de Geociências*, v.19, n.4, p. 494-506, 1990.

DEHLER N.M. & MACHADO R. Análise Cinemática da aba sul da estrutura divergente do Rio Paraíba do Sul, na porção ocidental do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 32, n. 4, p.481-490, 2002.

DELVAUX, D. Win-Tensor. Version 1.4.23. 2009. Disponível em: <<http://users.skynet.be/damien.delvaux/tensor/tensor-index.html>>.

FERRARI, A. L. *Evolução Tectônica do Graben da Guanabara*. 2001. 412 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

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. 1983. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL, v.32, Brasília, DNPM. 775p., p.305-384.

HASUI, Y. 1990. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: SBG/MG, WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1, Belo Horizonte, Boletim SBG/MG, 11:11-31.

HATUSHIKA, R. S.; MELLO, C. L.; SILVA, C. G. Evidências de atuação neotectônica na formação do Lago Juparanã – Linhares (ES). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., 2005, Guarapari. Anais eletrônicos... Guarapari: ABEQUA, 2005. 1 CD-ROM.

HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M.C., SILVA, L.C., TROUW, R.A.J., JANASI, V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, CARNEIRO, C.R. & BRITO NEVES, B.B. (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca, p. 203-235.

LEITE, C.A.S, PERROTA, M. M. SILVA, M.A., SILVA, L. C., RAMGRAB, G. E. HEINECK, C.A., SALVADOR, E. D., SILVA, M.G.M., DRUMOND, J. B. V., MALOUF, R. F., LACERDA FILHO, J. V., VALENTE, C. R., GOMES, S. D., SACHS, L. L. B., OLIVEIRA, I. W. B., NETTO, C., JUNQUEIRA, P.A., PAES, V.J.C. 2004. Folha SF.23-Rio de Janeiro. In: SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., SANTOS, J.O.S., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M. , VIDOTTI, R.M., RAMOS, M.A.B., JESUS, J.D.A. de. ,(eds.). Carta

Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM.

LIU, C.C. A geologia estrutural do Estado do Rio de Janeiro vista através de imagens MSS de Landsat. In: SBG, Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, 1, 1987. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1987. p. 164-188.

MEIS, M.R.M.; MIRANDA, L.H.G. & FERNANDES, N.F. Desnívelamento e altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 32, 1982. Salvador. *Anais...* Salvador: CBG, 1982. v. 4, p. 1489-1503.

MELLO, C. L. *Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos*. 1997. 275 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MELLO, C. L.; TOMAZ, E. A.; SILVA, R. C. B. ; RODRIGUES, H. B. . Condicionamento tectônico cenozóico na evolução da Depressão Topográfica dos rios Pomba e Muriaé (MG, RJ). In: X SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 2005, CURITIBA (PR). BOLETIM DE RESUMOS EXPANDIDOS. v. 1. p. 192-194.

MIRANDA, D. J. *Análise de estruturas rúpteis associadas a deformações neotectônicas na região centro-norte do estado do Espírito Santo*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MIRANDA, D. J. *Tensões e fraturamento neotectônico na área emersa da bacia do Espírito Santo*. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PEDROSA-SOARES, A.C., NOCE, C.M., ALKMIM, F.F., SILVA, L.C., BABINSKI, M., CORDANI, U., CASTAÑEDA, C. 2007. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*. v. 15, n. 1, p.1-16, 2007.

PETIT, J. P. 1987. Criteria for sense of movement on faults surfaces in brittle rocks. *J. Struct. Geol.*, 9 (516): 597-608.

RIBEIRO, C. S. *Influência da tectônica pós-deposicional na distribuição da Formação Barreiras entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e o rio Doce (ES)*. 2010. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 1989. 304 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. 2004. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. 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.

SADOWSKI, G.R. & CAMPANHA, G.A.C. 2004. Grandes Falhas no Brasil Continental. 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. 407-421.

RODRIGUES, H. B. *Aspectos Geomorfológicos e Reativação Tectônica Cenozóica na Faixa de Lineamentos Colatina (Espírito Santo)*. 2005. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SALVADOR, E.D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica da região do alto estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, n. 3, p. 151-164.

SARGES, R. R. *Morfologia de Lagos da Região do Médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais, e a sua Relação com a Tectônica Quaternária*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA, M.A., CAMOZZATO, E., PAES, V.J.C., JUNQUEIRA, P.A., RAMGRAB, G. E. 2004. Folha SF.24-Vitoria. In: SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., SANTOS, J.O.S., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M., VIDOTTI, R.M., RAMOS, M.A.B., JESUS, J.D.A. DE. , (eds.). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM.

SILVA, T. M. *A estruturação geomorfológica do estado do Rio de Janeiro*. 2002. 265 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, T.P. *Neotectônica na Região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e Áreas Adjacentes, entre Miguel Pereira e Juiz de Fora (MG)*. 2006. 125f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SCHOBENHAUS C., CAMPOS D.A., DERZE G.R., ASMUS H.E. 1984. *Geologia do Brasil: Texto Explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais*, escala 1:2.500.000. Brasília, MME-DNPM, 501 p.

ZALÁN, P.V.; OLIVEIRA, J.A.B. 2005. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências Petrobras*, v. 13, n. 2, p. 269-300.

Anexo 1

**TABELA DA FALHAS MEDIDAS EM CAMPO E REGIMES TECTÔNICOS
INFERIDOS**

Tabela de Falhas Medidas em Campo e Regimes Tectônicos Inferidos

Legenda

Plano:

* - Plano de falha que apresenta estrias superpostas

Tipo de Falha:

S - Falha sinistral

SN – Falha sinistral normal

NS – Falha normal sinistral

D - Falha dextral

DN – Falha dextral normal

ND – Falha normal dextral

N - Falha normal

Regime Tectônico:

TS – Transcorrência sinistral

TD – Transcorrência dextral

Dist – Distensão

Em vermelho: Planos excluídos dos tensores

ALP01 (UTM:7580251/740659, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	180/80	256/52	E/W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
2	185/80	275/00	N85W	Falha D	-	Depósito cenozoico
3	195/78	275/38	N75W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
4	200/78	262/64	N70W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
5	202/70	274/38	N68W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
6	204/63	275/32	N66W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
7	205/70	232/67	N65W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
8	208/63	254/53	N62W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
9	210/67	300/00	N60W	Falha D	-	-
10	211/56	239/52	N59W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
11	215/62	262/52	N55W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
12	215/65	264/55	N55W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
13	222/76	280/64	N48W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
14	225/55	251/41	N45W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
15	228/60	273/50	N42W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
16	230/54	292/33	N40W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
17	230/54	292/33	N40W	Falha DN	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
18	230/56	265/49	N40W	Falha ND	TD (E-W) / R	Depósito cenozoico
19	231/60	231/60	N39W	Falha N	TD (E-W) / T	Depósito cenozoico
20	232/56	264/51	N38W	Falha ND	TD (E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
21	234/54	234/54	N36W	Falha N	TD (E-W) / T	Depósito cenozoico
22	240/80	240/80	N30W	Falha N	TD (E-W) / T	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
23	250/54	202/44	N20W	Falha NS	-	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
24	262/74	344/26	N08W	Falha DN	-	Depósito cenozoico
25	266/87	350/62	N04W	Falha DN	-	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
26	270/85	354/50	N/S	Falha DN	-	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico

BPS04-A (UTM:7618523/743597, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	028/37	336/25	N62W	Falha SN	-	-
2	043/45	043/45	N47W	Falha N	TD (E – W)/T	Depósito cenozoico
3	050/48	050/48	N40W	Falha N	TD (E – W)/T	Depósito cenozoico
4	230/56	260/52	N40W	Falha ND	TD (E – W)/R	Depósito cenozoico
5	063/44	063/44	N27W	Falha N	TD (E – W)/T	Depósito cenozoico
6	080/41	061/39	N10W	Falha NS	TD (E – W)/R'	Depósito cenozoico
7	083/32	083/32	N07W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
8	084/42	084/42	N06W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
9	*100/38	110/37	N10E	Falha ND	TD (E – W)/R	Depósito cenozoico
10	*100/38	100/38	N10E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Contato de depósito cenozóico com Embasamento
11	100/64	088/63	N10E	Falha NS	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
12	102/39	085/38	N12E	Falha NS	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
13	104/63	104/63	N14E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
14	105/65	105/65	N15E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
15	110/42	110/42	N20E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
16	110/64	037/44	N20E	Falha SN	TD (E – W)/R'	Embasamento
17	112/58	112/58	N22E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
BPS04-B (UTM:7618523/743597, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	194/60	242/48	N76W	Falha DN	TD(E-W)/R	Embasamento
2	195/45	245/31	N75W	Falha DN	TD(E-W)/R	Embasamento
3	213/42	256/33	N57W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
4	214/58	238/55	N56W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
5	215/42	245/38	N55W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
6	215/44	241/41	N55W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
7	217/45	232/44	N53W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
8	218/39	249/34	N52W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico

BPS04-B (UTM:7618523/743597, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)-CONTINUAÇÃO						
9	220/40	250/38	N50W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento
10	221/41	254/36	N49W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento
11	225/58	260/52	N45W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
12	225/40	255/36	N45W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
13	228/60	274/50	N41W	Falha DN	TD(E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
14	230/45	255/42	N40W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento
15	230/36	235/36	N40W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento
16	235/59	268/53	N35W	Falha ND	TD(E-W)/R	Embasamento
17	250/45	250/45	N20W	Falha N	TD(E-W)/T	Embasamento
18	085/50	357/03	N05W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Embasamento
19	094/70	013/24	N04E	Falha SN	TD (E-W)/R'	Embasamento
20	339/42	296/36	N69E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
21	347/56	312/50	N77E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
22	348/50	284/33	N78E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
23	356/48	307/38	N86E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
BPS05 (UTM:7618553/743912, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	006/73	019/73	N84W	Falha ND	TD(E-W)/R	Depósito cenozoico
2	010/70	010/70	N80W	Falha N	-	-
3	012/56	012/56	N78W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
4	035/52	035/52	N55W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
5	038/41	038/41	N52W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
6	044/63	044/63	N46W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
7	045/68	330/30	N45W	Falha SN	-	-
8	047/56	047/56	N43W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
9	058/45	058/45	N32W	Falha N	TD(E-W)/T	Depósito cenozoico
10	061/44	033/40	N29W	Falha NS	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
11	*070/34	001/13	N20W	Falha SN	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
12	*070/34	070/34	N20W	Falha N	DIST(E-W)	Depósito cenozoico

BPS05 (UTM:7618553/743912, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)-CONTINUAÇÃO						
13	078/33	042/29	N12W	Falha NS	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
14	081/38	081/38	N09W	Falha N	DIST(E-W)	Depósito cenozoico
15	*090/42	025/22	N/S	Falha SN	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
16	*090/42	090/42	N/S	Falha N	DIST(E-W)	Depósito cenozoico
17	090/41	033/26	N/S	Falha SN	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
18	092/38	043/29	N02E	Falha SN	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
19	096/59	49/50	N06E	Falha SN	TD(E-W)/R'	Depósito cenozoico
BPS06 (UTM:7621605/750486, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	010/40	010/40	N80W	Falha N	TD (E-W)T	Depósito cenozoico
2	016/39	016/39	N76W	Falha N	TD (E-W)T	Depósito cenozoico
3	025/33	025/33	N65W	Falha N	TD (E-W)T	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
4	028/44	028/44	N62W	Falha N	TD (E-W)T	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
5	030/35	030/35	N60W	Falha N	TD (E-W)T	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
6	032/40	032/40	N58W	Falha N	TD (E-W)T	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
7	039/48	039/48	N51W	Falha N	TD (E-W)T	Embasamento
8	060/50	060/50	N30W	Falha N	—	Embasamento
9	244/57	244/57	N16W	Falha N	TD (E-W)T	Depósito cenozoico
10	260/48	260/48	N10W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
11	*085/50	358/03	N05W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
12	*085/50	085/50	N05W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
13	265/64	265/64	N05W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Depósito cenozoico
14	265/50	220/40	N05W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
15	265/52	265/52	N05W	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
16	094/60	094/60	N04E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico

PALMA02 (UTM:7634734/776416,DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	172/65	172/65	N82E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
2	335/72	354/68	N65E	Falha ND	TS (E-W)/R'	Embasamento
3	334/61	020/58	N64E	Falha ND	TS (E-W)/R'	Embasamento
4	*327/45	327/45	N57E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
5	*327/45	350/43	N57E	Falha ND	TS (E-W)/R'	Embasamento
6	326/33	326/33	N56E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
7	*320/42	005/35	N50E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
8	*320/42	320/42	N50E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
9	*319/35	006/26	N49E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
10	*319/35	319/35	N49E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
11	317/32	023/20	N47E	Falha ND	TS (E-W)/R'	Embasamento
12	*316/76	003/69	N46E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
13	*316/76	316/76	N46E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
14	138/60	138/60	N48E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
15	136/56	136/56	N46E	Falha N	DISTENSÃO E-W	Embasamento
MIRA02 (UTM: 7631098/790416, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	048/68	048/68	N42W	Falha N	TD (E - W) T	Contato de depósito cenozóico com Embasamento
2	048/64	048/64	N42W	Falha N	TD (E - W) T	Contato de depósito cenozóico com Embasamento
MIRA04 (UTM: 7632537/786505, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	203/65	223/61	N67W	Falha ND	TD (E-W)/R	Embasamento
2	208/64	228/62	N62W	Falha ND	TD (E-W)/R	Embasamento
3	210/54	256/52	N60W	Falha ND	TD (E-W)/R	Embasamento
4	218/70	218/70	N52W	Falha N	TD (E - W) T	Embasamento
5	220/55	262/46	N50W	Falha DN	TD (E-W)/R	Embasamento

MIRA04 (UTM: 7632537/786505, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)-CONTINUAÇÃO						
6	250/59	240/58	N20W	Falha NS	TD (E-W)/R'	Contato de depósito cenozóico com Embasamento
7	265/40	245/38	N05W	Falha NS	TD (E-W)/R'	Embasamento
8	085/65	065/62	N05W	Falha NS	TD (E-W)/R'	Embasamento
BPS08 (UTM: 7648690/770484, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	002/44	054/31	N88W	Falha DN	TD (E-W)/R	Embasamento
2	348/45	067/10	N78E	Falha DN	TD (E-W)/P	Embasamento
3	344/38	062/10	N74E	Falha DN	TD (E-W)/P	Embasamento
4	020/45	068/35	N70W	Falha DN	TD (E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
5	023/43	068/35	N67W	Falha DN	TD (E-W)/R	Embasamento com prolongamento para depósito cenozóico
BPS09 (UTM: 7649024/770611, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	*357/74	085/04	N87E	Falha DN	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
2	*357/74	267/21	N87E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento
3	348/83	071/39	N78E	Falha DN	TD (E - W) /P	Depósito cenozoico
4	345/67	054/39	N75E	Falha DN	TD (E-W) / P	Depósito cenozoico
5	345/67	345/67	N75E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
6	*321/66	321/66	N51E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
7	*321/66	024/44	N51E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
8	313/70	023/42	N43E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
9	311/66	022/33	N41E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
10	311/68	311/68	N41E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
11	234/55	162/27	N36W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
12	231/55	149/13	N39W	Falha DN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
13	195/72	118/34	N75W	Falha SN	TS (E-W)/P	Embasamento
14	195/46	115/13	N75W	Falha SN	TS (E-W)/P	Embasamento

BPS09 (UTM: 7649024/770611, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)-CONTINUAÇÃO						
15	187/73	109/35	N83W	Falha SN	TS (E-W)/P	Embasamento
16	*165/45	165/45	N75E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
17	*165/45	118/35	N75E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento
18	164/46	105/30	N74E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento
19	160/54	160/54	N70E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
20	159/51	159/51	N69E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
21	*150/45	150/45	N60E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
22	*150/45	118/40	N60E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
23	132/50	090/44	N42E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
24	125/82	042/44	N35E	Falha SN	-	-
25	*122/55	122/55	N32E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
26	*122/55	100/52	N32E	Falha NS	TS (E - W) T	Embasamento
27	092/48	140/36	N02E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
28	052/61	052/61	N38W	Falha N	TD (E - W) T	Depósito cenozoico
29	048/60	120/30	N42W	Falha DN	TD (E-W)/R	Depósito cenozoico
30	042/64	120/25	N48W	Falha DN	TD (E-W)/R	Depósito cenozoico
31	025/67	112/08	N65W	Falha DN	TD (E-W)/R	Depósito cenozoico
32	022/65	100/25	N68W	Falha DN	TD (E-W)/R	Depósito cenozoico
33	020/46	020/46	N70W	Falha N	-	-
34	015/80	105/41	N75W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
35	*007/52	007/52	N83W	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito cenozoico
36	*007/52	065/33	N83W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
37	004/79	090/12	N86W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
38	002/68	070/41	N88W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico

BPS10 (UTM: 7660459/771489, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)

Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	000/40	033/35	E-W	Falha ND	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
2	012/37	043/33	N78W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
3	014/55	037/52	N76W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
4	015/59	030/58	N75W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
5	022/36	035/35	N68W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
6	051/79	051/79	N51W	Falha N	TD (E - W) T	Depósito cenozoico
7	048/78	048/78	N42W	Falha N	TD (E - W) T	Depósito cenozoico
8	053/79	053/79	N33W	Falha N	TD (E - W) T	Depósito cenozoico
9	125/43	098/40	N35E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
10	146/74	135/74	N56E	Falha NS	TS (E-W)/R	Embasamento
11	330/79	045/49	N60E	Falha DN	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
12	330/72	046/32	N60E	Falha DN	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
13	344/46	023/34	N74E	Falha ND	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
14	350/49	035/38	N80E	Falha DN	TD (E-W) P	Depósito cenozoico
15	355/38	022/34	N85E	Falha ND	TD (E-W) P	Depósito cenozoico

BPS12 (UTM: 7667863/773464, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	240/52	312/21	N30W	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
2	252/48	305/34	N18W	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
3	257/74	326/50	N13W	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
4	293/63	000/38	N23E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
5	296/71	326/69	N26E	Falha ND	TS (E-W)/R'	Embasamento
6	320/62	358/56	N50E	Falha ND	-	-
7	320/62	320/62	N50E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito Cenozoico
8	330/55	004/50	N60E	Falha ND	-	-
9	333/58	333/58	N63E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito Cenozoico
10	*340/63	340/63	N70E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito Cenozoico
11	*340/63	265/29	N70E	Falha SN	TS (E-W)/R	Embasamento
12	340/75	340/75	N70E	Falha N	DISTENSÃO NW-SE	Depósito Cenozoico

BPS20 (UTM: 7617041/742832, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	225/46	247/44	N45W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
2	228/57	281/44	N42W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
3	230/54	284/40	N40W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
4	230/56	292/32	N40W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
5	232/47	260/42	N38W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
6	235/75	306/48	N35W	Falha DN	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
7	244/40	285/33	N26W	Falha ND	TD (E-W) R	Depósito cenozoico
8	245/42	245/42	N25W	Falha N	TD (E-W) T	Depósito cenozoico
9	070/74	355/42	N20W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
10	256/43	256/43	N14W	Falha N	TD (E-W) T	Depósito cenozoico
11	080/74	000/30	N10W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
12	080/81	000/48	N10W	Falha SN	TD (E-W)/R'	Depósito cenozoico
13	264/46	264/46	N06W	Falha N	TD (E-W) T	Embasamento
14	100/81	018/40	N10E	Falha SN	TD (E-W)/R'	Embasamento
15	115/86	028/30	N25E	Falha SN	TD (E-W)/R'	Embasamento
16	300/55	005/32	N30E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
17	125/68	125/68	N35E	Falha N	TS (E-W)/T	Embasamento
18	323/72	018/58	N53E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
19	330/78	040/52	N60E	Falha DN	TS (E-W)/R'	Embasamento
BPS21 (UTM: 7624471/753159, DATUM: Córrego Alegre, Fuso: 23K)						
Nº	Plano	Estria	Orientação	Tipo de estrutura	Regime Tectônico	Unidades afetadas
1	245/50	245/50	N25W	Falha N	TD (E-W) T	Embasamento
2	252/45	252/45	N18W	Falha N	TD (E-W) T	Contato de depósito cenozóico com Embasamento