



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

Rafael Ferreira Destro

**ANÁLISE ESTRUTURAL DA ÁREA DE DORÂNDIA, PARTE
LESTE DA BACIA DE VOLTA REDONDA, ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

Estágio de Campo IV

**UFRJ
Rio de Janeiro - RJ
2011**



UFRJ

Rafael Ferreira Destro

**ANÁLISE ESTRUTURAL DA ÁREA DE DORÂNDIA, PARTE LESTE DA
BACIA DE VOLTA REDONDA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho final de curso submetido à banca examinadora do departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau de Geólogo.

Área de concentração:
Neotectônica e Estratigrafia

Orientador(es):
Claudio Limeira Mello (IGEO/UFRJ)
André Pires Negrão (PETROBRAS)

Rio de Janeiro - RJ
Outubro de 2011

Destro, Rafael Ferreira

Análise Estrutural da Área de Dorândia, parte leste da bacia de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro/ Rafael Ferreira Destro – Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2011.

xi, 57 p., 45 il., 29,7 cm.

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2011.

Orientador(es): Claudio Limeira Mello

André Pires Negrão

1. Geologia 2. Neotectônica e Estratigrafia– Trabalho Final de Curso (Geologia) I. Claudio Limeira Mello II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia III. Análise Estrutural da Área de Dorândia, parte leste da bacia de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro

Rafael Ferreira Destro

ANÁLISE ESTRUTURAL DA ÁREA DE DORÂNDIA, PARTE LESTE DA BACIA
DE VOLTA REDONDA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

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

Orientador(es):

Claudio Limeira Mello
André Pires Negrão

Aprovada em: 06/10/2011

Por:

Orientador: Prof. *D.Sc.* Claudio Limeira Mello (UFRJ)

Prof. *D. Sc.* Julio Cezar Mendes (UFRJ)

Prof. *D.Sc.* Renato Rodriguez Cabral Ramos (UFRJ)

Rio de Janeiro - RJ
Outubro de 2011

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. ÁREA DE ESTUDO.....	4
3.1 Localização e Acessos.....	4
3.2 Geomorfologia.....	5
3.3 Geologia Regional.....	7
3.4 Estratigrafia e Tectônica Rúptil Cenozóica da Bacia de Volta Redonda	13
3.4.1 Estratigrafia.....	13
3.4.2 Tectônica Rúptil Cenozóica.....	16
4. BASES CONCEITUAIS DE RIFTES.....	18
5. METODOLOGIA.....	22
6. RESULTADOS.....	24
6.1 Mapa de Lineamentos.....	24
6.2 Análise de Estruturas Tectônicas.....	27
6.3 Eventos Tectônicos.....	44
7. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

ANEXO

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Localização geográfica e vias de acesso para a área de estudo. Fonte: GoogleMaps (2010)...</i>	4
<i>Figura 2: Aspecto geral da geomorfologia da área de estudo – vista para sul. Em primeiro plano, visualizam-se colinas suaves compostas por rochas sedimentares paleogênicas, limitadas, em segundo plano, pelo conjunto de colinas de cristas alinhadas com direção NE, compostas por rochas do embasamento pré-cambriano. Ao fundo avista-se o planalto da serra da Bocaina. Extraído de Negrão (2010).....</i>	6
<i>Figura 3: Mapa geológico do segmento central da Faixa Ribeira na região das bacias de Resende e Volta Redonda, apresentando a localização da área do presente estudo (extraído de Sanson, 2006) (Mapa geológico original modificado de Heilbron et al. (2004) sobre MDE/ SRTM adquirido no site: http://seamless.usgs.gov).....</i>	8
<i>Figura 4: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul. Extraído de Zalán & Oliveira (2005).....</i>	9
<i>Figura 5: Fases de evolução tectônica do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989).....</i>	10
<i>Figura 6: Mapa geológico da região da bacia de Volta Redonda (Negrão, 2010), com a localização da área do presente trabalho.....</i>	12
<i>Figura 7: Coluna litoestratigráfica e fases tectônicas da bacia de Volta Redonda. (Fonte: Sanson et al., 2006).....</i>	15
<i>Figura 8: Sistemas de falhas normais, com falhas principais associadas à falhas subsidiárias, e falhas de descolamento de baixo ângulo com blocos de falha imbricados nos blocos altos. (Adaptado de Twiss & Moores (1992) in Destro (2002).....</i>	19
<i>Figura 9: Alternância entre blocos de lapa e de capa através de falhas de transferência. (Adaptado de Lister et al. (1986) in Destro (2002)).....</i>	20
<i>Figura 10: A) Modelo de zona de transferência do tipo conjugada, convergente e com sobreposição, segundo a classificação de Morley et al. (1990); B) separação entre as bacias de Volta Redonda e Resende por uma zona de transferência. Extraído de Sanson (2006).....</i>	21
<i>Figura 11: Modelo evolutivo de tectônica extensional precursora ou incipiente em riftes, onde são gerados grábens contíguos não conectados estruturalmente (Gawthorpe et al., 2000).....</i>	22
<i>Figura 12: Mapa hipsométrico confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA), abrangendo a região da área de Dorândia.....</i>	25
<i>Figura 13: Mapa de lineamentos da área de Dorândia, elaborado a partir de modelo digital de terreno com base em dados do SRTM/NASA, no software ArcGis 9.3, incluindo o diagrama de roseta de frequência dos lineamentos.....</i>	26
<i>Figura 14: Ponto EVR-06 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais, de direção NNE-SSW. Simbologia: círculo – σ_1; triângulo – σ_2; quadrado – σ_3; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....</i>	28
<i>Figura 15: Ponto EVR-06 – Plano de falha sinistral com estrias fortemente direcionais e bioturbações posteriores a este, e bem preservadas.....</i>	28
<i>Figura 16: Ponto EVR-07 – Plano de falha sinistral normal bem formado.....</i>	29

Figura 17: Ponto EVR-07 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.29

Figura 18: Fotomosaico do ponto EVR-09, mostrando as falhas que afetam o colúvio quaternário, as rochas da Fm. Resende e o embasamento, evidenciando as linhas de seixos deslocadas do colúvio pelas falhas.....31

Figura 19: Ponto EVR-09 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normal e dextral, de direção NE-SW e NNW-SSE, respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....31

Figura 20: EVR-12 – Finas lentes de cascalho em meio aos depósitos argilosos da Fm Pinheiral formando drag-folds próximas a um plano de falha.....32

Figura 21: EVR-12 – Plano de falha normal com estrias bem formadas.....32

Figura 22: Ponto EVR-12 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados ao plano com deslocamento normal, de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....32

Figura 23: Ponto EVR-13 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais de direção NNW-SSE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....33

Figura 24: Ponto EVR-14 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistral e dextral, de direção NW-SE e ENE-WSW respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....33

Figura 25: EVR-15 - Plano de falha normal com estrias bem formadas afetando a cobertura conglomerática quaternária. A) Plano visto de perfil, evidenciando a cobertura afetada. B) Plano visto de frente, evidenciando as estrias bem formadas.....34

Figura 26: Ponto EVR-15 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos: a) planos com deslocamentos normais, de direção NE-SW e ENE-WSW; e b) planos com deslocamentos sinistrais de direção ENE-WSW e dextral de direção NW-SE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....35

Figura 27: EVR-19 – Plano de falha normal com estrias bem formadas nos lamitos da Fm. Resende.....36

Figura 28: Ponto EVR-19 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, de direção NW-SE e ENE-WSW respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....36

Figura 29: Ponto EVR-21 – Plano de falha normal com estrias bem formadas.....37

Figura 30: Ponto EVR-21 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....37

Figura 31: Ponto EVR-58 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos dextrais e sinistrais, de direção NE-SW e ENE-WSW, respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.38

Figura 32: Ponto EVR-66 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, de direção NNW-SSE e NW-SE respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....39

Figura 33: Ponto EVR-67. Fotomosaico ilustrando o mergulho aparente do plano de falha normal de orientação NW-SE, afetando os depósitos da Fm. Pinheiral e a cobertura quaternária. Extraído de Negrão (2010).....40

Figura 34: Ponto EVR-67. Fotomosaico ilustrando o mergulho aparente do plano de falha dextral normal de orientação NW-SE, afetando os depósitos da Fm. Pinheiral e a cobertura quaternária. Extraído de Negrão (2010).40

Figura 35: Ponto EVR-67 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, ambas de direção NW-SE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....41

Figura 36: Ponto EVR-68 - Fotomosaico ilustrando os planos de falhas de orientação NNW-SSE afetando o embasamento e a cobertura coluvionar. O conjunto de falhas escalonadas à esquerda corresponde aos planos de falhas normais e normais dextrais. O conjunto à direita corresponde aos planos de falhas sinistrais normais. Extraído de Negrão (2010).....42

Figura 37: Ponto EVR-68 - Fotomosaico ilustrando o plano de falha normal de orientação ENE-WSW afetando o embasamento e a cobertura coluvionar. Extraído de Negrão (2010).....42

Figura 38: Ponto EVR-68 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos: a) planos com deslocamentos sinistrais de direção NNW-SSE; e b) planos com deslocamentos normais de direção ENE-WSW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....42

Figura 39: Ponto EVR-69 - Fotomosaico ilustrando o contato por falha entre embasamento e depósitos fanglomeráticos. a) Falha normal orientada NE-SW no limite entre o embasamento alterado e depósitos fanglomeráticos; b) detalhe das estrias de falho com caimento down-dip; c) aspecto geral dos depósitos fanglomeráticos paleogênicos associados a bordas de falha ativa. Extraído de Negrão (2010).....43

Figura 40: Ponto EVR-69 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.....44

Figura 41: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de transcorrência sinistral E-W (TS).....46

Figura 42: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de transcorrência dextral E-W (TD).....48

Figura 43: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de extensão NW-SE final (E2).....50

Figura 44: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, mostrando a segmentação longitudinal das ocorrências sedimentares da área de estudo em duas partes principais pelo alto estrutural no interior da área, originado pelas estruturas NE-SW e ENE-WSW, geradas e/ou reativadas nos eventos de distensão inicial NW-SE (E1), de transcorrência sinistral E-W (TS) e de distensão final NW-SE (E2), e com orientações compatíveis com os pares conjugados de fraturas gerados por esforços em uma transcorrência sinistral e em uma distensão NW-SE.....52

Figura 45: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, mostrando a compartimentação transversal das ocorrências sedimentares da área de estudo em cinco partes principais pelas estruturas NNW-SSE e NW-SE, geradas no evento de transcorrência dextral E-W (TD) e compatíveis com as orientações dos pares conjugados de fraturas gerados por esforços em uma transcorrência dextral.....53

À minha mãe, Maria da Glória; ao meu pai, Nivaldo; e à minha irmã Sara. Minha querida família, base de tudo que sou como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores: Claudio Limeira Mello, pela sua impecável orientação e pelos conhecimentos passados; e André Pires Negrão, pela indispensável co-orientação, sem a qual a elaboração deste trabalho seria impossível, e pela confiança, humildade e amizade, que foram exemplos para mim.

Aos professores Julio Cezar Mendes e Renato Rodriguez Cabral Ramos, por aceitarem o convite para a banca deste trabalho, pelos conhecimentos geológicos e por serem exemplos de geólogos, assim como pessoas.

Aos meus colegas de classe, em especial àqueles que se tornaram meus amigos: Raoni Moura, Luis Felipe Lopes Dias, Eduardo Gonçalves de Lima, Luiz Guilherme Rodrigues Dias, Frederico Zavam, Gabriel Ribeiro, Marcus Vinícius Santini Tavares, Felipe Santana Büttner e Rodolfo Reis de Paula, por me proporcionarem momentos inesquecíveis nesses anos de convívio, seja no campo, na praia ou na mesa de um bar, e pelas idéias geológicas trocadas, que certamente contribuíram indiretamente para a elaboração deste trabalho. Valeu galera!

Agradeço à UFRJ e ao Departamento de Geologia, que me proporcionaram ensino gratuito e de qualidade para eu me formar como um geólogo.

Por último, agradeço ao Universo, em especial ao Planeta Terra e à Geologia, por consistirem dos mais bonitos objetos de estudo e por me permitirem ver e entender as coisas sob uma ótica diferente.

RESUMO

A bacia sedimentar de Volta Redonda constitui-se de um hemi-gráben preenchido por rochas sedimentares e vulcânicas datadas do Paleógeno, e está inserida no contexto do Rifte Continental do Sudeste do Brasil. O embasamento das bacias inseridas no RCSB é representado pelo segmento central da Faixa Ribeira, composta por rochas proterozóicas e arqueanas, e apresentando densas tramas de zonas de cisalhamento dúcteis, orientadas segundo ENE a E-W. O primeiro modelo para a gênese e a evolução da parte central do RCSB foi elaborado por Riccomini (1989), que identificou a atuação de quatro regimes tectônicos, sendo o primeiro de idade paleogênica, natureza distensiva e orientado na direção NW-SE, gerando falhas normais, o segundo ocorrido no limite Oligoceno/Mioceno, com caráter transcorrente sinistral e direção E-W, o terceiro de idade plio-pleistocênica, com caráter transcorrente dextral de direção E-W, e o quarto de idade holocênica, de regime distensivo NW-SE. Negrão (2010) demonstrou ocorrências de sedimentos paleogênicos limitados por estruturas pré-cambrianas NE-SW fora dos domínios do gráben da Casa de Pedra e do setor norte da bacia de Volta Redonda, em mapeamento geológico a leste e a oeste do gráben da Casa de Pedra. O presente trabalho apresenta uma análise estrutural mais detalhada do domínio da área de Dorândia, a leste do Gráben da Casa de Pedra, feita a partir de medições sistemáticas de estruturas tectônicas rúpteis, como falhas e estrias, obtidas em campo, de reconstituições de fotomosaicos de afloramentos e da análise de lineamentos por sensoriamento remoto, traçados sobre imagens de satélite e fotografias aéreas. Foram reconhecidas, na região, falhas normais sintéticas e antitéticas em relação à borda tectônica a sul, e falhas transcorrentes dextrais e sinistrais, presentes nas rochas do embasamento e nas rochas sedimentares das formações Resende e Pinheiral. Estas estruturas relacionam-se aos três eventos tectônicos de caráter deformacional definidos por Sanson (2006) para a bacia de Volta Redonda: transcorrência sinistral E-W (TS), transcorrência dextral E-W (TD) e distensão final (E2). Os falhamentos gerados e/ou reativados em cada um destes regimes condicionou a estruturação das ocorrências sedimentares da área de estudo, compartimentando-as em manchas individualizadas tanto transversalmente em relação ao eixo NE-SW da bacia, através de estruturas de direção NW-SE, quanto longitudinalmente, na direção do eixo, através principalmente de falhas normais. A individualização da área de Dorândia como uma região de acumulação sedimentar deve-se às falhas de borda que a limitam, geradas na distensão inicial (E1).

Palavras chave: bacia de Volta Redonda, área de Dorândia, tectônica.

ABSTRACT

The sedimentary basin of Volta Redonda is composed of a hemi-graben filled by volcanic and sedimentary rocks dating back to the Paleogene, and fits into the context of the Rifting Continental do Sudeste do Brasil. The basement of the basins included in the RCSB is represented by the central segment of the Ribeira Belt, composed of proterozoic and archaic rocks, and dense plots showing ductile shear zones, oriented as E-W to ENE. The first model for the genesis and evolution of the central part of the RCSB was developed by Riccomini (1989), who identified the actions of four tectonic regimes, the first dating from paleogene, with distensive nature and oriented as NW-SE, with normal faults generating, the second occurring at the edge Oligocene / Miocene, with character of sinistral transcurrent oriented as E-W, the third Plio-Pleistocene age, with character of dextral transcurrent and E-W direction, and the fourth of Holocene age, with distensive nature and oriented as NW-SE. Negrão (2010) demonstrated paleogene occurrences of sediments bounded by Precambrian structures oriented as NE-SW outside the realm of the Casa de Pedra Graben and the northern basin of the Volta Redonda, in geological mapping in the east and west of the Casa de Pedra Graben. This study presents a more detailed structural analysis of the Dorândia area, to the east of the Casa de Pedra Graben, made from systematic measurements of brittle tectonic structures such as faults and slickenlines obtained in the field, from reconstructions of photomosaics of outcrops and from analysis of lineaments by remotely sensed, traced on satellite images and aerial photographs. It was possible to recognize at the region the existence of synthetic and antithetic normal faults in relation to the tectonic border at the south, and dextral and sinistral transcurrent faults, present in the rocks of the basement and sedimentary formations of Resende and Pinheiral. These structures are related to three tectonic deformation events defined by Sanson (2006): sinistral transcurrent E-W (TS), dextral transcurrent E-W (TD) and final distension NW-SE (E2). The faults generated and/or reactivated in each regime conditioned the distribution of sedimentary occurrences of the study area, compartmenting the individual sedimentary spots in both transverse to the axis NE-SW basin, through structures of NW-SE direction, and longitudinally in the axis direction, mainly through normal faults. The individualization of Dorândia area as a region of sedimentary accumulation is due to border faults, generated in the initial distention (E1).

Key-words: Volta Redonda basin, Dorândia area, tectonic.

1. INTRODUÇÃO

A bacia de Volta Redonda localiza-se no sul do estado do Rio de Janeiro, e assim como as bacias de São Paulo, Taubaté e Resende, está inserida no segmento Central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). Ricommini (1989) propôs o nome *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, empregando o termo *rift* no sentido geomorfológico (Gregory, 1896, in Willock 1988), e no gênero singular, por entender que em sua origem a feição teria sido bem mais contínua do que hoje aparenta ser. A sua expressão atual é assinalada basicamente pelas ocorrências sedimentares, que seriam mais propriamente designadas de grábens (Ricommini, 1989).

De idade paleógena, o RCSB é uma depressão tectônica alongada de aproximadamente 900 km, estendendo-se do estado do Paraná ao estado do Rio de Janeiro, e apresenta uma orientação principal ENE-WSW, seguindo a linha de costa atual da qual dista cerca de 70 km em média. O RCSB apresenta a estruturação do seu segmento central desenvolvida sobre o domínio da Faixa Ribeira, cinturão móvel basicamente constituído por rochas metamórficas de idade neoproterozóica. Corpos intrusivos constituídos por rochas ígneas alcalinas com idades que vão do Cretáceo ao Paleógeno são encontrados próximos às bordas de falhas do *rift*. A origem do RCSB está relacionada à reativação de antigas zonas de cisalhamento proterozóicas do embasamento, que estaria vinculada à evolução da margem continental, processo do qual os mecanismos geradores são divergentes. Para esta fase, foram propostos os modelos de deslizamento gravitacional (Almeida, 1976), compensação isostática (Asmus & Ferrari, 1978) ou basculamento termomecânico (Ricommini, 1989), que causariam reativações ao longo das fraquezas pré-existentes, através de falhas normais de direção NE e E-W durante o Paleógeno. (Ricommini, 1989; Ricommini *et al.*, 2004).

O preenchimento sedimentar das bacias inseridas no RCSB teve início no Eoceno e é caracterizado, em seu primeiro estágio, por uma sedimentação fluvial de padrão entrelaçado nas porções internas das bacias, concomitante ao desenvolvimento de sistemas de leques aluviais próximos às bordas de falhas principais. A porção superior da sequência *sin-rift* é datada do Oligoceno, e caracteriza-se por uma deposição em ambientes fluviais meandrantés (Ricommini, 1989; Ricommini *et al.*, 2004).

Com base na análise das estruturas tectônicas (falhas com estrias, juntas e dobras) e suas relações estratigráficas com o preenchimento sedimentar, Ricommini

(1989) elaborou o primeiro modelo para a gênese e a evolução para o segmento central do RCSB, identificando quatro regimes tectônicos, no qual o primeiro representa a formação da bacia e os demais possuem caráter deformador. A primeira fase apresenta idade paleogênica, natureza distensiva e ocorreu orientada segundo NW-SE, com falhas normais. No limite Oligoceno/Mioceno, ocorreu a segunda fase, de caráter transcorrente sinistral e de direção E-W. A terceira fase, de idade plio-pleistocênica, possuiu caráter transcorrente dextral de direção E-W. A quarta fase, de idade holocênica, reativou as estruturas geradas na primeira fase, em regime distensivo.

Melo *et al.* (1983) e Riccomini (1989) reconheceram duas áreas principais de preservação dos depósitos sedimentares cenozóicos na bacia de Volta Redonda. A primeira abrange ocorrências isoladas em topos de elevações a norte e nordeste de Barra Mansa e também em uma faixa de direção NE a sudeste da cidade de Volta Redonda. A segunda, e mais expressiva, situada a sudeste da anterior, é o Gráben de Casa de Pedra, uma depressão tectônica de direção NE, desenvolvida entre as localidades de Casa de Pedra e Pinheiral. Sanson (2006) estudou a tectônica rúptil cenozóica da bacia de Volta Redonda, redefiniu o mapa geológico da área do Gráben da Casa de Pedra e propôs uma revisão estratigráfica, com a existência de três formações de idade paleogênica, interpretadas como sistemas fluviais entrelaçados. Da base para o topo, foram definidas como: Ribeirão dos Quatis, Resende e Pinheiral. Foram ainda incluídas em seu mapa, novas ocorrências do basanita (ankaramito) Casa de Pedra.

Negrão (2010) efetuou um trabalho de mapeamento na bacia de Volta Redonda, apresentando duas áreas de ocorrência de sedimentos paleogênicos não cartografadas, a leste e a oeste do Gráben da Casa de Pedra, nomeadas respectivamente como área de Dorândia e Gráben Colônia Santo Antônio. O estudo resultou ainda no reconhecimento de três associações de fácies sedimentares correlacionáveis àquelas definidas por Sanson (2006) na área do Gráben da Casa de Pedra e ocorrências da borda norte, que por correlação estratigráfica corresponderiam às formações Ribeirão dos Quatis, Resende e Pinheiral. Foi também realizada uma análise estrutural das áreas mapeadas, a partir de dados estruturais de campo e de lineamentos traçados sobre imagens de satélite, o que permitiu relacioná-las geneticamente com os demais domínios da bacia. Na área de Dorândia, este autor identificou quatro compartimentos de maior importância, onde se distribuem as rochas sedimentares paleogênicas, limitadas por altos estruturais do embasamento e pelo rio Paraíba do Sul. Este autor propôs para as

áreas mapeadas, conjugadas aos demais domínios da bacia de Volta Redonda, uma analogia ao modelo evolutivo de tectônica extensional em riftes de Gawthorpe *et al.* (2000), que prevê que nos momentos iniciais da formação de bacias extensionais do tipo rifte, ocorre a geração de pequenos grábens contíguos e não conectados fisicamente, porém, com as redes de drenagens integradas, além de que, quando a tectônica extensional é incipiente, esta condição permanece, sem que evolua para uma grande calha deposicional contínua.

O presente trabalho vem apresentar os resultados de uma análise estrutural mais detalhada da área de Dorândia, a leste do Gráben da Casa de Pedra, obtida a partir de medições sistemáticas de estruturas tectônicas rúpteis, como falhas e estrias, obtidas em campo, de reconstituições de fotomosaicos de afloramentos e da análise de lineamentos por sensoriamento remoto, traçados sobre imagens de satélite e fotografias aéreas. Na região, foi possível o reconhecimento de falhas normais sintéticas e antitéticas em relação à borda tectônica a sul, e falhas transcorrentes dextrais e sinistrais, que aparecem nas rochas do embasamento e nas rochas sedimentares da área de estudo. Tais falhas foram responsáveis pela estruturação das ocorrências sedimentares da área de estudo, ao compartimentá-las em manchas individualizadas tanto transversalmente em relação ao eixo NE-SW da bacia, quanto longitudinalmente, na direção do eixo, além de terem limitado a região da área de Dorândia, caracterizando-a como uma região de acumulação sedimentar no momento de gênese da bacia de Volta Redonda.

2. OBJETIVO

O presente estudo visa fornecer uma análise com enfoque estrutural da região da Área de Dorândia, parte leste da bacia de Volta Redonda, a partir do tratamento de dados estruturais coletados, discriminando e qualificando as estruturas rúpteis e enquadrando-as de acordo com os eventos tectônicos já identificados na região da bacia de Volta Redonda, buscando explicar as consequências da atuação de tais estruturas na compartimentação das ocorrências sedimentares da área em questão.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e Acessos

A área do presente estudo localiza-se no sul do estado do Rio de Janeiro, mais especificamente no médio vale do Rio Paraíba do Sul. Está inserida nos municípios de Pinheiral e Barra do Piraí e é limitada pelas coordenadas $44^{\circ}00'00''$ e $43^{\circ}50'00''$ W, e $22^{\circ}27'00''$ e $22^{\circ}31'00''$ S.

Os principais acessos se dão pelas rodovias Lúcio Meira, no trecho entre Volta Redonda e Barra do Piraí, e RJ-141 a partir do município de Pinheiral (Figura 1).

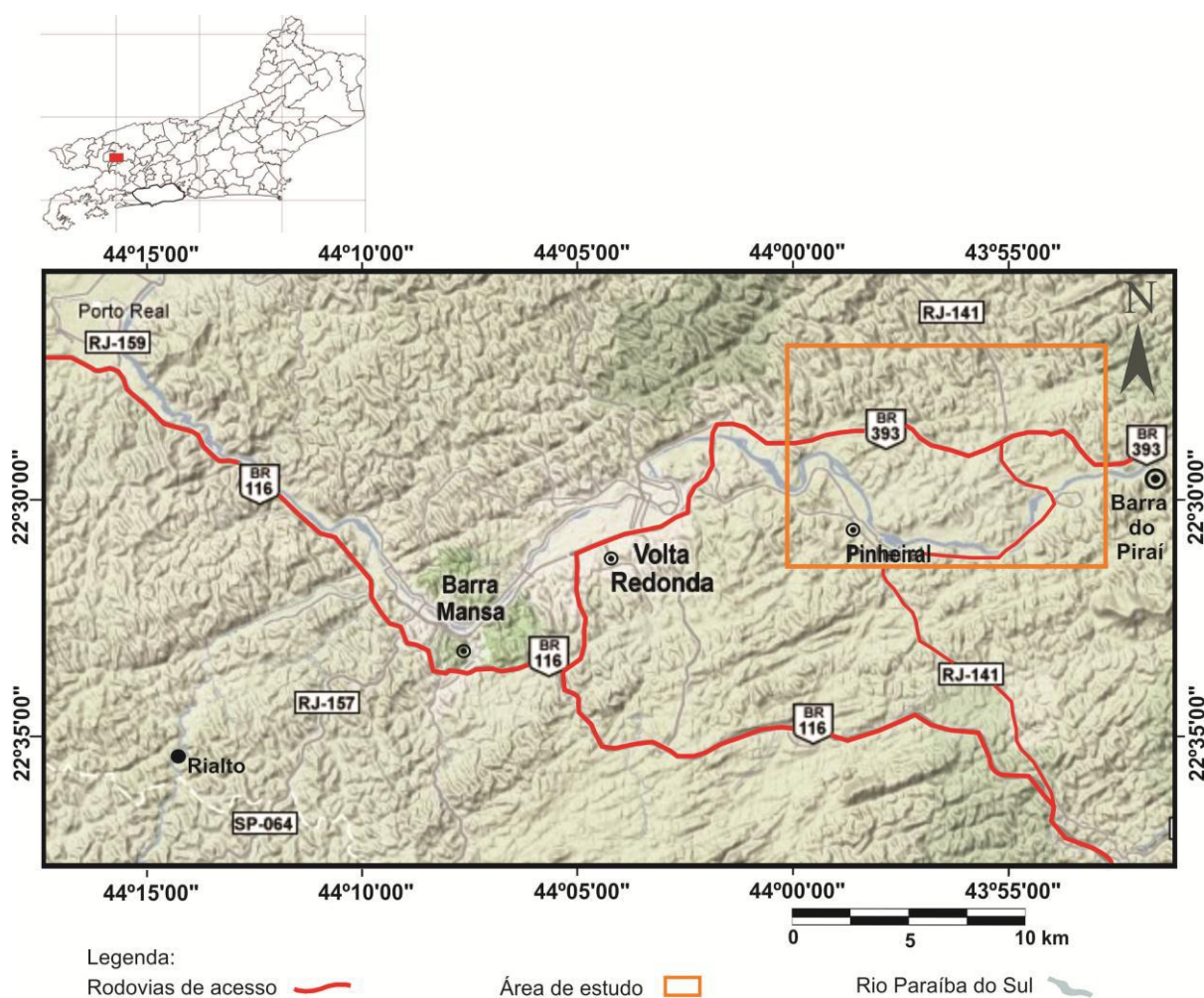


Figura 1: Localização geográfica e vias de acesso para a área de estudo. Fonte: GoogleMaps (2010).

3.2 Geomorfologia

Segundo Gatto *et al.* (1983), as várias formas do relevo observadas na área de estudo estão relacionadas com a evolução tectônica do Sudeste do Brasil e as sucessivas fases erosivas, bem como com os arranjos litológicos. A topografia reflete esses condicionantes geológicos e, em toda a extensão da área, são registrados vales alongados, segmentos de drenagem retilíneos, linhas de cristas paralelas e relevos com moderados desníveis altimétricos. A influência climática é observada no nivelamento e homogeneização das formas em algumas áreas.

Silva (2002), através da integração de aspectos geológicos e geomorfológicos, identificou dois grandes conjuntos de formas do relevo, associados às principais estruturas geológicas regionais, definindo o Domínio Morfoestrutural do Planalto Atlântico e o Domínio Morfoestrutural das Depressões Tectônicas Cenozóicas.

As unidades morfoestruturais identificadas por Silva (2002) que se inserem na região deste estudo correspondem a: a) no Domínio do Planalto Atlântico, as regiões do Planalto e Escarpas da Serra da Mantiqueira e do Planalto e Escarpas da Serra da Bocaina; b) no Domínio das Depressões Tectônicas Cenozóicas, a Região da Depressão Interplanáltica do Médio Paraíba do Sul.

Segundo Silva (2002), a Região do Planalto e Serra da Mantiqueira, localizada na porção oeste do Estado do Rio de Janeiro e nos limites interestaduais com os estados de São Paulo e Minas Gerais, configura-se como um conjunto de degraus escarpados e degraus/serras reafeiçoados, com orientação geral NE-SW, tendo identificado dois segmentos principais:

- a) o primeiro setor destaca-se pelo predomínio de degraus muito escarpados, com altitudes de 1.300 m a 1.800 m, representados por serras orientadas na direção NE-SW. Embutidos nos degraus escarpados, identificam-se degraus reafeiçoados de grande expressão espacial;
- b) o segundo setor, a leste, é representado por grandes compartimentos de degraus reafeiçoados, com altitudes de 700 m a 1.000 m, com pequenos compartimentos de colinas embutidos e degraus escarpados, ambos alinhados segundo uma direção NE-SW, segmentados por linhas NW-SE.

O limite sul da Serra da Mantiqueira é marcado pela região da Depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, que apresenta uma orientação geral E-W. Este trecho está nivelado a altitudes em torno de 600 m a 400 m, rebaixando-se em direção à calha do rio Paraíba do Sul. Ainda de acordo com Silva (2002), este grande compartimento E-W subdivide-se em unidades menores, de orientação NE-SW, a partir da identificação de conjunto de colinas mais dissecadas. Deste modo, Silva (2002) definiu os compartimentos colinosos Bacia de Resende, Bananal/Amparo, Volta Redonda e Piraí, apresentando altitudes entre 440 e 650 m. A área de ocorrência dos depósitos cenozóicos estudados nesta dissertação situa-se no compartimento colinoso Volta Redonda. O limite sul da Depressão Interplanáltica do Médio Paraíba do Sul, com a Região do Planalto e Escarpas da Serra da Bocaina, é definido por um desnível de, aproximadamente, 500 a 600 m.

O Planalto e Escarpas da Serra da Bocaina caracterizam-se pela morfologia de colinas, de topografia suave e topos subnivelados, até terrenos montanhosos, apresentando altitudes até 2100 m. A vertente continental do Planalto da Bocaina é caracterizada por um conjunto de degraus escarpados, com orientação E-W, apresentando segmentos com orientação NE-SW. No sopé desta vertente, encontram-se degraus/serras reafeiçoados com altitudes entre 500 m e 1000 m, que reproduzem o comportamento acima descrito dos degraus escarpados.

A Figura 2 apresenta o aspecto geral da geomorfologia da área de estudo.

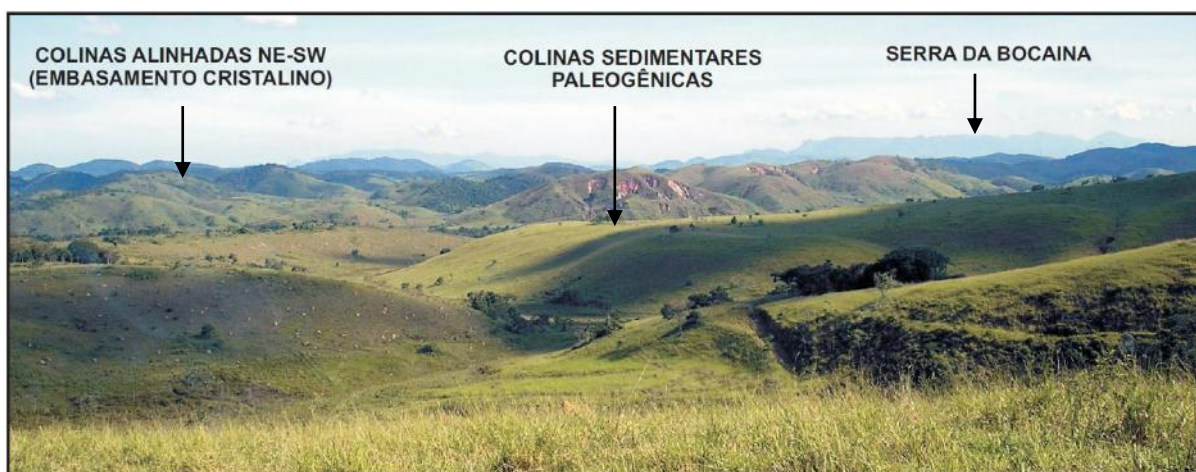


Figura 2: Aspecto geral da geomorfologia da área de estudo – vista para sul. Em primeiro plano, visualizam-se colinas suaves compostas por rochas sedimentares paleogênicas, limitadas, em segundo plano, pelo conjunto de colinas de cristas alinhadas com direção NE, compostas por rochas do embasamento pré-cambriano. Ao fundo avista-se o planalto da serra da Bocaina. Extraído de Negrão (2010).

3.3 Geologia Regional

A bacia de Volta Redonda está inserida no *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), um complexo de vales tectônicos gerados por sistemas de falhas normais, com orientação dominante ENE-WSW, de idade Eoceno-Oligoceno. O embasamento das bacias inseridas no RCSB é representado pelo segmento central da Faixa Ribeira, composta por rochas proterozóicas que foram intensamente remobilizadas e metamorfozadas durante o ciclo Brasileiro (590 – 520 Ma - Hasui *et al.*, 1975).

Heilbron *et al.* (1995) adotou uma subdivisão litotectônica simplificada para o segmento central da Faixa Ribeira, nas seguintes unidades: a) embasamento pré-1,8 Ga (rochas formadas e/ou retrabalhadas no Evento Transamazônico); b) ortognaisses, provavelmente integrantes do conjunto do embasamento; c) cobertura metassedimentar pós-1,8 Ga e d) rochas granitóides geradas da Orogênese Brasileira.

A Faixa Ribeira apresenta notável recorte por densa trama de zonas de cisalhamento dúcteis, orientadas segundo ENE a E-W (Sadowski & Motidome, 1987), ativas até o final do Ciclo Brasileiro, no Cambro-Ordoviciano. São zonas de cisalhamento dextrais subverticais e profundas, que registraram importante componente transpressional durante a evolução do cinturão (Trouw *et al.*, 2000). Este cinturão esteve sujeito a diversas fases orogênicas, resultando em um padrão complexo de unidades geológicas, individualizadas por descontinuidades tectônicas segundo uma direção ENE-WSW (Trouw *et al.*, 2000).

De acordo com o mapa geológico apresentado por Heilbron *et al.* (2004) (Figura 3), os registros sedimentares da bacia de Volta Redonda repousam sobre ortognaisses do Complexo Quirino, metassedimentos do Grupo Paraíba do Sul e granitóides sintectônicos brasileiros.

A origem e a evolução do RCSB, antes denominado por Almeida (1976) como “Sistema de Riftes da Serra do Mar”, estão relacionadas ao contexto da ruptura continental de Gondwana Ocidental e posterior abertura do Oceano Atlântico Sul, iniciada no Jurássico Final/Cretáceo Inicial (Hasui *et al.*, 1978). Segundo Asmus & Ferrari (1978), teria ocorrido uma reativação tectônica de zonas de fraqueza pré-cambrianas no Paleógeno, resultante do soerguimento da área continental adjacente à bacia de Santos, como contrapartida à subsidência da porção oceânica. Este evento teria

gerado condições isostáticas para a formação das serras do Mar e da Mantiqueira e para a geração de um grande volume de sedimentos detríticos, além de manifestações vulcânicas alcalinas.

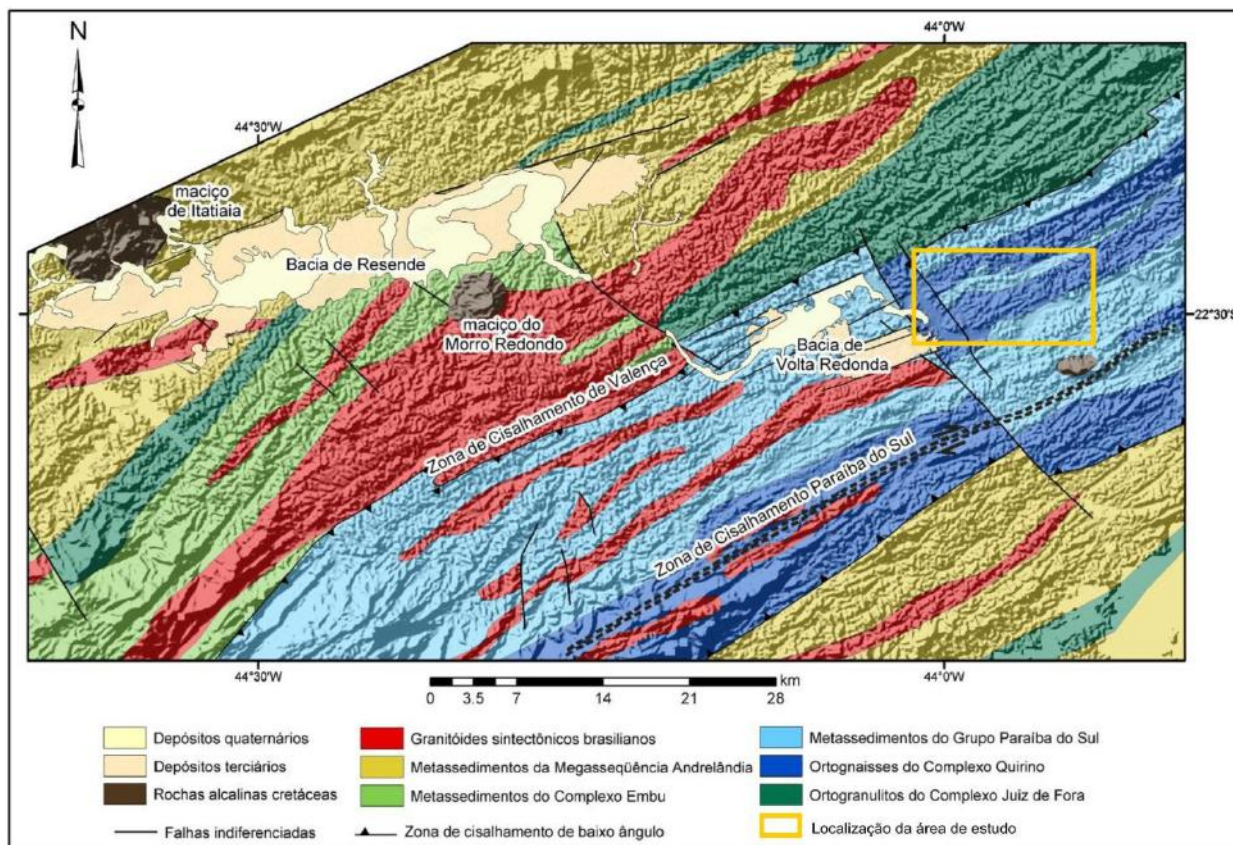


Figura 3: Mapa geológico do segmento central da Faixa Ribeira na região das bacias de Resende e Volta Redonda, apresentando a localização das áreas do presente estudo (extraído de Sanson, 2006). Mapa geológico original modificado de Heilbron et al. (2004) sobre MDE/ SRTM adquirido no site: <http://seamless.usgs.gov>.

Zalán & Oliveira (2005) definiram a associação das serras do Mar/Mantiqueira com os vales tectônicos intervenientes e suas extensões na plataforma continental das bacias de Santos/Campos (até às suas charneiras, a oeste das quais não ocorrem sedimentos cretáceos) como de Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), dividido em quatro riftes principais: Paraíba do Sul, Litorâneo, Ribeira e Marítimo (Figura 4).

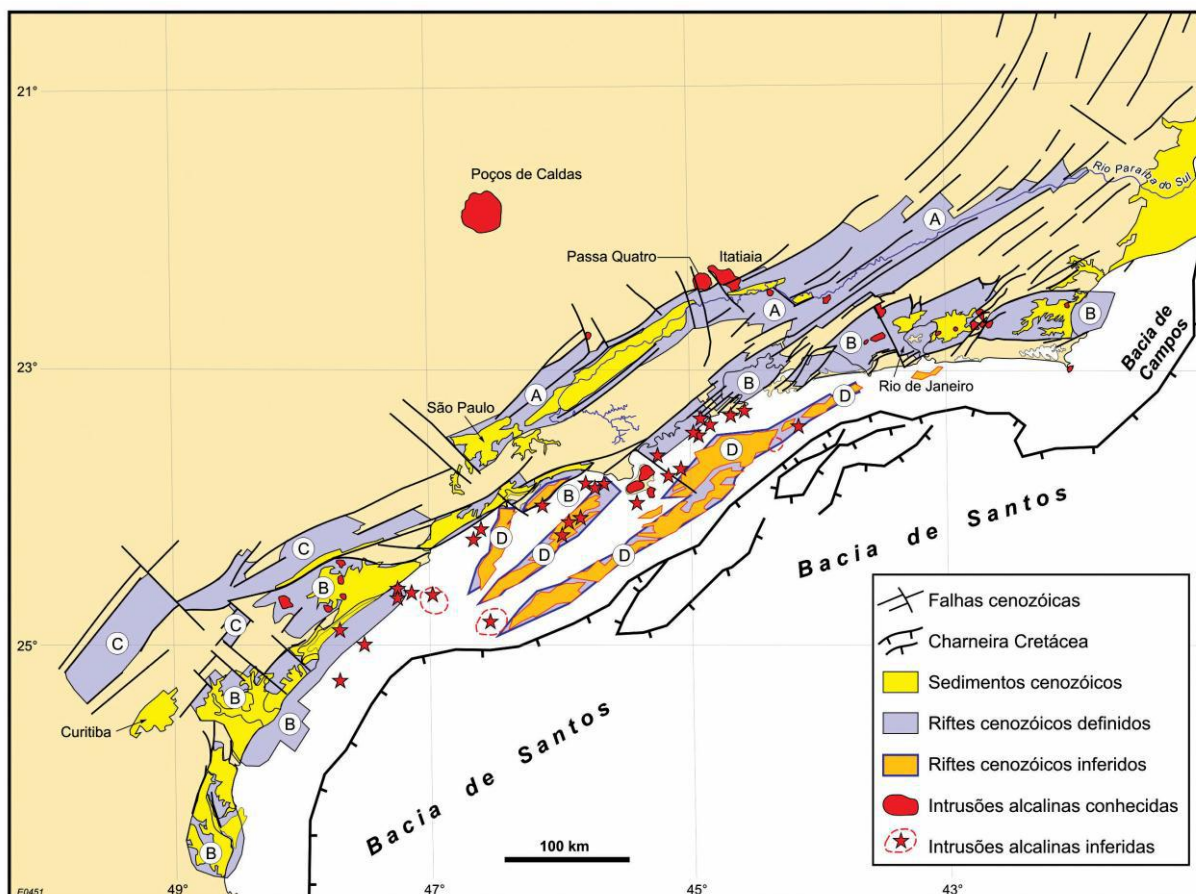


Figura 4: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCBSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul. Extraído de Zalán & Oliveira (2005).

Os sedimentos detríticos paleogênicos que preenchem as bacias do RCSB associam-se principalmente a sistemas de leques aluviais e canais fluviais entrelaçados, e são representados principalmente por depósitos conglomeráticos e areníticos intercalados com depósitos lamíticos (Riccomini *et al.*, 2004). Melo *et al.* (1983) e Riccomini *et al.* (1983; 2004) reconheceram derrames de rocha ultrabásica alcalina entre os sedimentos paleogênicos da bacia de Volta Redonda. Riccomini *et al.* (1983) publicaram dados de datação feitas pelo método K-Ar nestas rochas vulcânicas ankaramíticas, obtendo idades em torno de $43,8 \pm 6,2$ Ma. Posteriormente, Riccomini *et al.* (2004) publicaram idades em torno $48,3 \pm 0,5$ Ma, utilizando o método Ar-Ar, estabelecendo idade paleogênica para o momento de máximo estiramento crustal da bacia. Recentemente, Ramos *et al.* (2008) obtiveram, através do método Ar-Ar, idade em torno de $49,5 \pm 0,4$ Ma pra o ankaramito, posicionando-o temporalmente no Eoceno inicial (Lutetiano). Ressalta-se ainda que os ankaramitos da bacia de Volta Redonda são as únicas manifestações vulcânicas intercaladas aos sedimentos paleogênicos em todo o sistema do RCSB, desta forma estimando a idade mínima destas bacias.

O primeiro modelo para a gênese e a evolução para o segmento central do RCSB foi elaborado por Riccomini (1989), através da análise das estruturas tectônicas (falhas com estrias, juntas e dobras) e suas relações estratigráficas com o preenchimento sedimentar (Figura 5). Este autor identificou a atuação quatro regimes tectônicos, no qual o primeiro representa a formação da bacia e os demais possuem caráter deformador. O primeiro evento apresenta idade paleogênica, natureza distensiva e ocorreu orientado na direção NW-SE, gerando falhas normais. O segundo evento ocorreu no limite Oligoceno/Mioceno, apresenta caráter transcorrente sinistral e direção E-W. O terceiro evento, de idade plio-pleistocênica, possui caráter transcorrente dextral de direção E-W. O quarto evento, de idade holocênica, reativou as estruturas geradas no primeiro evento, em regime distensivo.

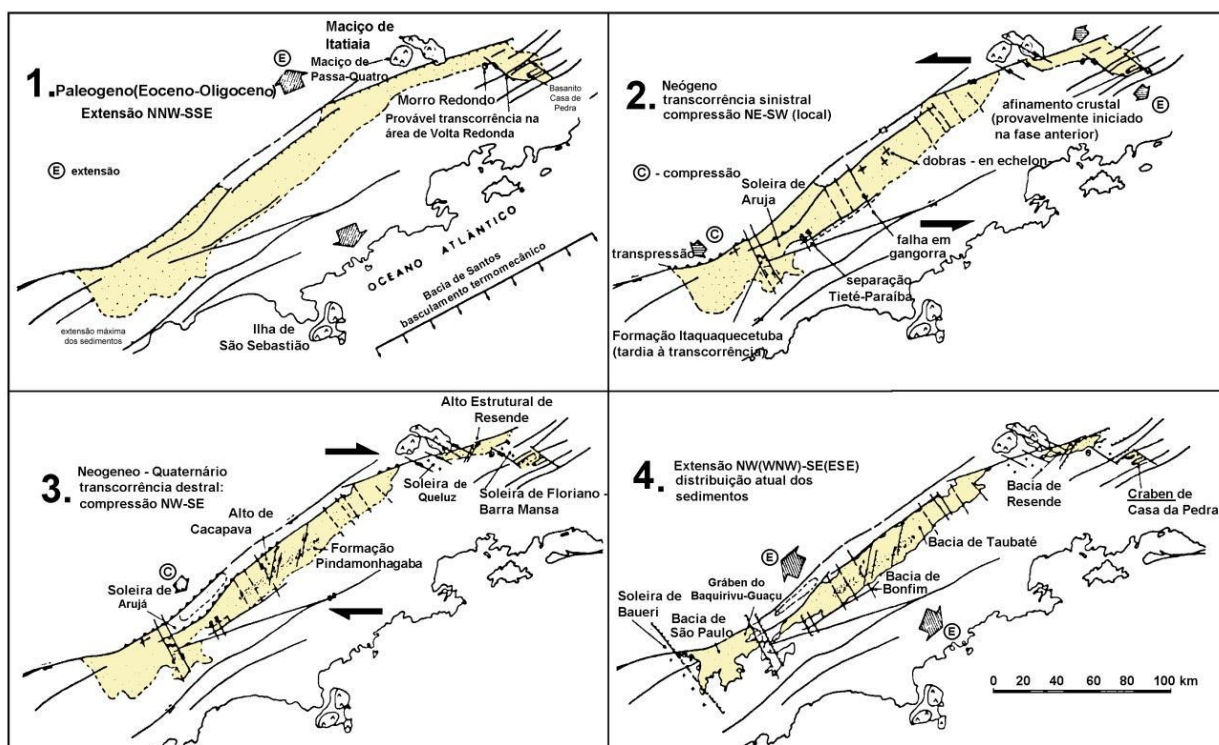


Figura 5: Fases de evolução tectônica do Rifte Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989).

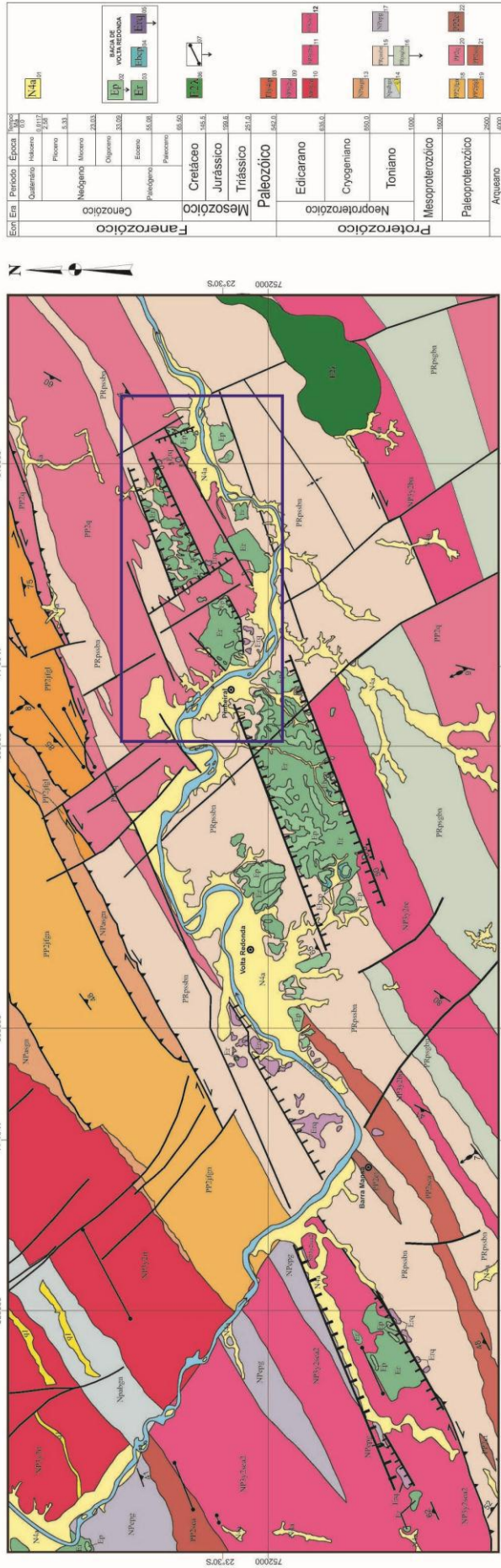
Os trabalhos de Sanson (2006) e Negrão *et al.* (2006) resultaram no mapa geológico da região da bacia de Volta Redonda, onde estão representadas todas as ocorrências paleogênicas mapeadas até aquele momento. Na parte sul-sudeste da bacia encontra-se o Gráben da Casa de Pedra, que representa a principal área de acúmulo sedimentar, limitada por falhas normais em suas bordas norte e sul. Foram verificados neste setor depósitos sedimentares paleogênicos das formações Resende e Pinheiral, predominando a primeira, e derrames de rochas vulcânicas ankaramíticas, limitados à

região oeste e sul da área. O setor central, localizado entre os setores sul-sudeste e norte-noroeste, é caracterizado por ocorrências sedimentares semelhantes às do gráben da Casa de Pedra, apresentando-se, porém sob a forma de manchas descontínuas sobre colinas do embasamento, configurando um alto estrutural da bacia. O setor norte-noroeste é representado basicamente por depósitos conglomeráticos da Formação Ribeirão dos Quatis, que ocorrem na forma de manchas isoladas em desconformidade sobre embasamento. Estão também representados os mais importantes lineamentos estruturais NE-SW, NNW-SSE e NW-SE, originados nas diferentes fases de evolução da bacia e responsáveis pela distribuição dos depósitos sedimentares.

Negrão (2010) apresentou um novo mosaico para a região da bacia de Volta Redonda (Figura 6), com base no mapeamento geológico inédito das ocorrências sedimentares paleogênicas das áreas de Dorândia e do Gráben Colônia Santo Antônio, que incluiu a caracterização das associações de fácies e a identificação de algumas das principais estruturas rúpteis cenozoicas. Com isso, os limites da bacia foram estendidos em aproximadamente quinze quilômetros para oeste e dez quilômetros para leste em relação aos mapas de Sanson (2006) e Negrão *et al.* (2006).

Segundo Sanson (2006), extensos lineamentos de direção NE-SW dispostos sob a forma de feixes contínuos são comumente encontrados na região da bacia de Volta Redonda, e atuam como as principais estruturas limitadoras das bordas norte e sul do gráben da Casa de Pedra. Tais lineamentos associam-se a sistemas de falhas normais paleogênicas, geradas a partir da reativação de antigas zonas de cisalhamento pré-cambrianas, em resposta a um regime tectônico de distensão NW-SE do Eoceno (Riccomini, 1989; Riccomini *et al.*, 2004). Desta forma, Sanson (2006) sugeriu então que estas estruturas estariam associadas à gênese da bacia de Volta Redonda, visto que a principal área de preservação do registro deposicional paleogênico apresenta uma elevada razão entre comprimento sobre a largura, característica tipicamente encontrada em depressões do tipo *rift*. Este autor considerou a rápida variação lateral de fácies sedimentares na depressão tectônica e a distribuição dos depósitos conglomeráticos restrito à borda sul do gráben como informações que sugerem um preenchimento típico de hemi-grábens, feição peculiar em ambientes de rifteamento.

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DA BACIA DE VOLTA REDONDA



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Datum horizontal: WGS84
 Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central -45
 acrescentadas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.

Projeto: 1: 70.000
 Data: Janeiro de 2010

Legenda:

N4a	(1) - Sedimentos aluviais inconsolidados: areias e argilas.
Ep	(2) - Formação Espinho Branco: arenito calcário e argilitos calcários com argilas e areias arenificadas, fragmentado por espessos fratosos, jilcos.
Er	(3) - Formação Ribeirão: arenito calcário arenificado ou maciço em camadas, quartzo-arenítico, micáceo ou argiloso, podendo conter argilas e areias, fragmentado por fratosos, jilcos e fraturas.
Ebsp	(4) - Barreiras: Casa de Piques, detritados de lavas acalculadas (Baturité).
Erq	(5) - Formação Rio Claro: Conglomerado fino e grosso, arenoso com areias, quartzo-arenítico, micáceo ou argiloso, podendo conter argilas e areias, fragmentado por fratosos, jilcos e fraturas.
E2a	(6) - Formação Rio Claro: Conglomerado fino e grosso, arenoso com areias, quartzo-arenítico, micáceo ou argiloso, podendo conter argilas e areias, fragmentado por fratosos, jilcos e fraturas.
E2b	(7) - Formação Rio Claro: Conglomerado fino e grosso, arenoso com areias, quartzo-arenítico, micáceo ou argiloso, podendo conter argilas e areias, fragmentado por fratosos, jilcos e fraturas.
EP01	(8) - Granito Serra de Itaipua: biotita, microclin, perthite, quartzite, calcossilicatos.
EP02	(9) - Granito Itaipua: Muscovita, microclin, biotita, quartzite, calcossilicatos.
EP03	(10) - Subito Rio: Granito biotita granito cordilheira Itaipua.
EP04	(11) - Subito Rio: Granito biotita granito cordilheira Itaipua.
EP05	(12) - Subito Rio: Granito biotita granito cordilheira Itaipua.
EP06	(13) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP07	(14) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP08	(15) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP09	(16) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP10	(17) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP11	(18) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP12	(19) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP13	(20) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.
EP14	(21) - Subito Rio: Granito biotita granito cordilheira Itaipua.
EP15	(22) - Complexo Açúcar de Favela: Ortognaiss com texturas variadas entre granulíticas e gneissicas.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Estruturas

— Foliação	— Contato íctológico
— Liniação de estaimento	— Dique
— Superfície de fluxo magmático	— Falha extensional (normal)
— Antiforme invertido	— Falha nãoisimétrica
— Antiforme normal	— Falha transpressional
— Sinforme invertido	— Falha transpressional dextral
— Sinforme normal	— Falha transpressional sinistral

Área de estudo deste trabalho

Figura 6: Mapa geológico da região da bacia de Volta Redonda (Negrão, 2010), com a localização da área do presente trabalho.

3.4 Estratigrafia e Tectônica Rúptil Cenozóica da Bacia de Volta Redonda

3.4.1 Estratigrafia

Segundo Melo *et al.* (1983), a bacia de Volta Redonda apresenta duas áreas principais de acumulação de sedimentos, o setor norte e o setor sul.

O setor norte representa a área de menor expressão, onde ocorrem predominantemente associações de fácies conglomeráticas sob a forma de manchas isoladas, entre os municípios de Volta Redonda e Barra Mansa (Negrão *et al.*, 2006). Estes depósitos foram interpretados como resultantes de sistemas fluviais de alta energia atuantes em vales encaixados, cuja deposição ocorreu nos estágios precursores da tectônica da bacia. Através de correlação estratigráfica com depósitos semelhantes da bacia de Resende, Sanson (2006) e Sanson *et al.* (2006) denominaram esta associação de fácies como Formação Ribeirão dos Quatis, originalmente caracterizada por Ramos (1997, 2003). Carmo (1996) também verificou um pequeno registro desta associação de fácies na região do Cafundó, próximo a localidade de Rialto, que foi correlacionado por Ramos (1997, 2003) à Formação Ribeirão dos Quatis.

No setor sul encontra-se a área que representa o principal registro sedimentar da bacia, o Gráben da Casa de Pedra, definido por Melo *et al.* (1983), que abrange os municípios de Pinheiral e Volta Redonda. Com área de aproximadamente 24 km², o gráben apresenta dimensões em torno de 8 km de comprimento por 3 km de largura, com seu principal eixo orientado segundo NE-SW.

Através de levantamentos audiomagnetotelúricos realizados no gráben da Casa de Pedra, Padilha & Vitorello (1992) concluíram que as acumulações sedimentares mais espessas estariam nas proximidades de sua borda norte, alcançando cerca de 120 m de profundidade. Entretanto, Sanson (2006), a partir da identificação de ocorrências de depósitos fanglomeráticos próximos às bordas de falha da parte sul e análise estrutural detalhada, concluiu que o Gráben da Casa de Pedra possui uma estrutura em hemigráben com basculamento para sul. Esta conclusão sugere que, no início da gênese da bacia, as acumulações sedimentares mais espessas se encontravam no setor sul do gráben.

De acordo com Sanson (2006), o preenchimento sedimentar do gráben da Casa de Pedra é representado por duas fases principais de sedimentação, referentes a estágios

diferentes de sua evolução tectônica. A primeira e mais importante fase é caracterizada por uma alta taxa de subsidência, com a deposição de ortoconglomerados, arenitos arcoseanos, vaques, lamitos arenosos e pelitos que, em associação, foram interpretados como depósitos de sistemas fluviais entrelaçados. Interdigitados a estes sedimentos são verificados paraconglomerados na região da borda sul, gerados em sistemas de leques aluviais. O registro deposicional desta primeira fase de sedimentação foi denominado como Formação Resende, por correlação estratigráfica com a bacia homônima (Sanson, 2006). Derrames de rochas vulcânicas ankaramíticas denominadas como Basanito Casa de Pedra (Melo *et al.*, 1983) ocorrem diretamente sobre os sedimentos da Formação Resende, representando o momento de máximo estiramento da bacia. Datações radiométricas indicam para estas rochas idades do Eoceno médio (Ricommini *et al.*, 2004) e do Eoceno inicial (Ramos *et al.*, 2008). Após o término da primeira fase houve um período de quiescência tectônica. Na segunda fase, foi predominante uma taxa de subsidência mais baixa em relação à primeira, característica refletida diretamente nos aspectos texturais e composicionais dos sedimentos, além de significativas mudanças nos padrões estratigráficos. Nesta segunda fase de sedimentação não foi verificado o desenvolvimento de sistemas de leques aluviais, e as fácies verificadas são semelhantes as da primeira fase, porém com maior grau de maturidade textural e composicional, além de uma maior proporção de depósitos areníticos e conglomeráticos em relação aos pelíticos. Sanson (2006) denominou a sequência sedimentar da segunda fase como Formação Pinheiral.

Sanson (2006) definiu a última proposta para a estratigrafia dos depósitos sedimentares paleogênicos da bacia de Volta Redonda (Figura 7), que apresenta a seguinte subdivisão:

- **Formação Ribeirão dos Quatis:** depósitos associados à fase pré-rifte da evolução da bacia de Volta Redonda, estão dispostos diretamente sobre o embasamento cristalino pré-cambriano, geralmente não ultrapassando mais do que dez metros de espessura. São constituídos por conglomerados quartzosos médios a grossos, ocorrendo intercalações de arenitos arcoseanos e ainda de forma subordinada, pelitos. Foram interpretados como sistemas fluviais entrelaçados de alta energia.

- **Formação Resende:** depósitos associados à principal fase de sedimentação da bacia de Volta Redonda, dispostos em desconformidade sobre embasamento cristalino pré-

cambriano. São caracterizados essencialmente por intercalações de arenitos arcoseanos estratificados com conglomerados finos, com ocorrência expressiva de lamitos esverdeados e ruditos mal selecionados, em um modelo de leques aluviais interdigitados a sistemas fluviais axiais de padrão entrelaçado.

- **Basanito Casa de Pedra:** consiste em rochas resultantes de derrames vulcânicos, ultramáficas alcalinas, posicionadas entre as formações Resende e Pinheiral. A rocha apresenta textura afanítica contendo microfenocristais, vesículas e amídalas e feições que sugerem pelo menos dois derrames superpostos. Ramos *et al.* (2005) registraram no bairro Vila Rica (Volta Redonda) uma espessura total dos derrames em torno de 11m.

- **Formação Pinheiral:** depósitos que capeiam o preenchimento sedimentar paleogênico da bacia de Volta Redonda, em discordância sobre a Formação Resende e, em alguns locais restritos, sobre o Basanito Casa de Pedra. São caracterizados por conglomerados e arenitos estratificados ou maciços, além de espessos estratos pelíticos associados à planícies de inundação e avulsão de canais fluviais.

As rochas sedimentares mapeadas por Negrão (2010) na área de Dorândia e no Gráben Colônia Santo Antônio são compostas por três associações de fácies, correspondentes às formações Ribeirão dos Quatis, Resende e Pinheiral, como definidas por Sanson (2006) no Gráben da Casa de Pedra e ocorrências da borda norte (Figura 6).

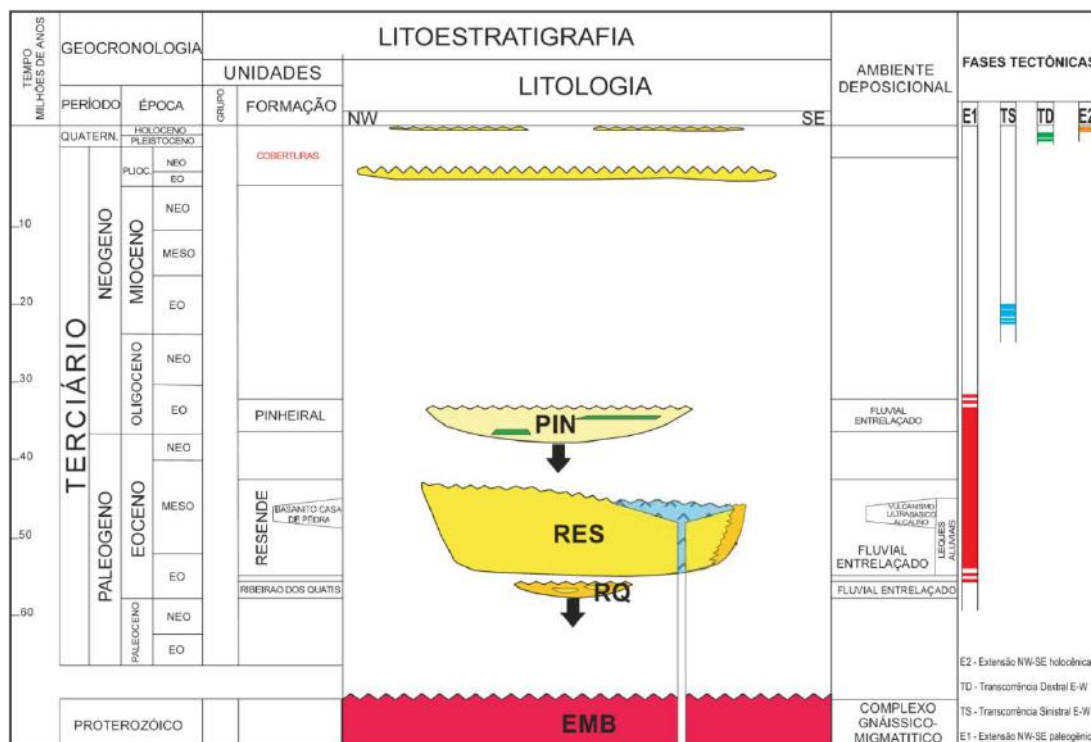


Figura 7: Coluna litoestratigráfica e fases tectônicas da bacia de Volta Redonda. (Fonte: Sanson *et al.*, 2006).

3.4.2 Tectônica Rúptil Cenozoica

Analisando as estruturas tectônicas presentes na bacia de Volta Redonda, Sanson (2006) identificou e classificou quatro fases rúpteis, que foram correlacionadas àquelas propostas por Riccomini *et al.* (2004) para o RCSB (Figuras 5 e 7). A primeira fase (E1) seria responsável pela abertura da bacia. As demais fases (TS, TD e E2) teriam caráter deformador.

A área de Dorândia, localizada a leste do Gráben da Casa de Pedra, foi afetada por pelo menos duas das fases rúpteis de deformação, correlacionadas às fases TD e E2, segundo Negrão (2010). Já no Gráben Colônia Santo Antônio, não foram feitos ainda levantamentos conclusivos sobre as fases tectônicas rúpteis.

A seguir, são apresentadas as quatro fases tectônicas cenozóicas atuantes na bacia de Volta Redonda, de acordo com Sanson (2006).

- Distensão NW-SE inicial (E1)

Segundo Sanson (2006), ocorreu no Paleógeno, mais precisamente entre o Eoceno e o Oligoceno inicial, e teria sido a fase responsável pela abertura e pelo vulcanismo na bacia, com sedimentação associada. Sanson (2006) afirma que não foi possível a obtenção em campo de medidas de estruturas, na região de Volta Redonda, que estariam associadas à tal fase responsável pela abertura das bacias do RCSB, uma vez que os planos das falhas gerados na distensão teriam sido reativados nas fases TS e E2.

- Transcorrência Sinistral E-W (TS)

Segundo Sanson (2006), o sistema de falhas gerado durante a atuação desta fase afeta somente os depósitos de idade paleogênica, não atingindo as coberturas neogênicas e quaternárias. A partir deste fato, sugere-se que a idade desta fase tectônica encontre-se no intervalo entre o Oligoceno final e o Mioceno.

Os campos de tensão obtidos indicam esforços gerados a partir de distensão NW-SE e compressão NE-SW, compatíveis com um regime tectônico de transcorrência sinistral E-W.

Sanson (2006) relacionou a este evento tectônico falhas normais apresentando direções NE-SW e NNE-SSW, falhas sinistrais normais e normais sinistrais NE-SW e NW-SE, e falhas normais dextrais e dextrais normais NNE-SSW e NNW-SSE.

- Transcorrência Dextral E-W (TD)

Segundo Sanson (2006), são afetados por esta fase os depósitos sedimentares paleogênicos e as coberturas neogênicas, de forma que não foi constatada deformação nos depósitos holocênicos fluviais e alúvio-coluviais. Com base nestas relações estratigráficas, este autor admitiu que as estruturas relacionadas a este evento sejam mais recentes em relação ao evento de transcorrência sinistral E-W, de modo que a fase TD teria ocorrido no Pleistoceno. Foram verificadas ainda estrias de arraste em planos de falhas associadas a esta fase tectônica (TD), superpostas às estrias geradas no regime TS (Sanson, 2006).

As estruturas obtidas por Sanson (2006) que representam esta fase são caracterizadas por falhas normais WNW-ESE, NW-SE e NNW-SSE, normais dextrais e dextrais normais NE-SW, ENE-WSW, WNW-ESE e NW-SE, e sinistrais normais NNW-SSE, NNE-SSW e NE-SW.

- Distensão NW-SE Final (E2)

Segundo Sanson (2006), as estruturas geradas por este evento são caracterizadas por falhas normais NNE-SSW, NE-SW e ENE-WSW, que afetam desde os depósitos paleogênicos até os sedimentos holocênicos. Estas estruturas foram geradas por um campo de esforços puramente distensional, de direção NW-SE, caracterizando um regime tectônico de distensão NW-SE (Sanson, 2006).

A partir das relações estratigráficas, esta fase é interpretada por Sanson (2006) como o mais recente evento tectônico atuante na bacia de Volta Redonda, com idade holocênica. Estrias de arraste que pertencem a esta fase encontram-se superpostas às estrias relacionadas ao evento de transcorrência dextral E-W. Expressivos lineamentos situados no domínio da bacia e orientados segundo NE-SW podem relacionar-se a este evento tectônico, apresentando um caráter de reativação de estruturas pretéritas, sendo de grande importância na segmentação do registro paleogênico (Sanson, 2006).

4. BASES CONCEITUAIS DE RIFTES

O termo *rift* (fissura ou afundamento) foi mencionado pela primeira vez por Gregory (1896, in Willock 1988), quando estudava o leste africano, e usou a designação “Grande Vale de Afundamento” (*Great Rift Valley*) para a conhecida feição morfotectônica daquela região. Neste contexto, o termo rifte foi usado para fazer referência à porção relativamente estreita do terreno originada pelo abatimento de blocos entre falhas paralelas. Atualmente, os riftes são definidos como depressões alongadas, limitadas por falhas normais que convergem para o seu centro. São gerados por processos deformacionais que geralmente colocam toda a litosfera sob a ação de esforços distensivos (Neumann & Ramberg, 1978; Burchfiel, 1980).

Existem várias hipóteses que explicam a iniciação e a localização dos riftes. Uma das causas primárias possíveis é o fluxo do manto, causado por correntes de convecção (Morgan, 1972; Van der Pluijm & Marshak, 1997). Outras causas podem ser eventos distensivos em um retroarco associada a uma zona de convergência ou o colapso gravitacional de litosfera espessada em um orógeno.

A orientação regional de um rifte parece ser controlada pela conjugação de dois fatores fundamentais: as estruturas que preexistem ao campo de tensões sin-rifte; e a orientação dos vetores dos esforços distensivos (Van der Pluijm & Marshak 1997).

Quando examinados em seção transversal, os riftes apresentam-se como sistemas de falhas normais nos mais variados arranjos. Arranjos notáveis de falhas normais e estruturas associadas são mostrados na Figura 8. As falhas normais são caracterizadas, em geral, como falhas lítricas. Falhas mostrando traços retilíneos são mais raras. Suas terminações em profundidade ocorrem por articulação a uma superfície de descolamento, por perda de definição em uma zona de cisalhamento dúctil ou, como mais raramente acontece, por articulação ou truncamento em outra falha normal.

Paralelamente às falhas normais principais podem ocorrer falhas menores, que são denominadas falhas sintéticas quando apresentam o mesmo sentido de cisalhamento (Figura 8); caso elas apresentem orientação conjugada, são denominadas falhas antitéticas. Ainda em associação às falhas normais maiores, formam-se grábens, que são blocos rebaixados e bordejados, em ambos os lados, por falhas normais conjugadas

(Figura 8). Em um semigraben o bloco é bordejado em apenas um lado por uma falha normal maior.

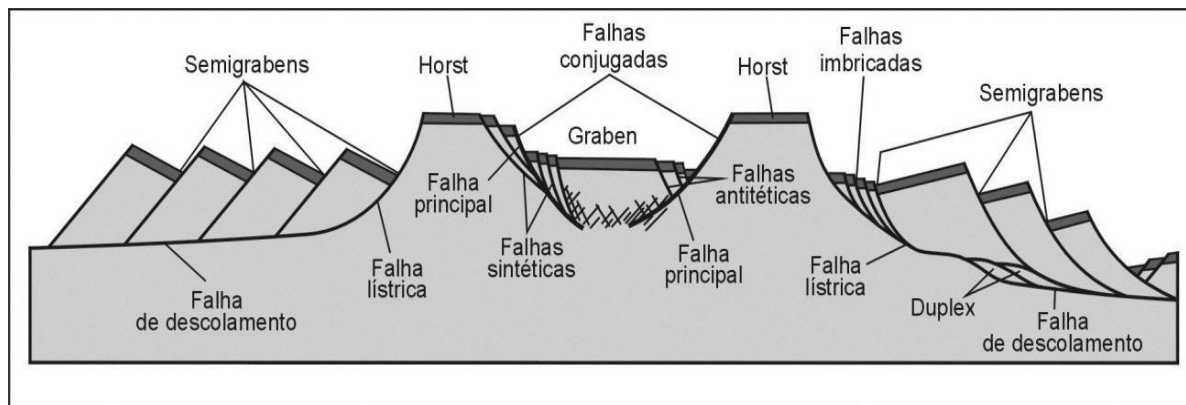


Figura 8: Sistemas de falhas normais, com falhas principais associadas a falhas subsidiárias, e falhas de descolamento de baixo ângulo com blocos de falha imbricados nos blocos altos. (Adaptado de Twiss & Moores (1992) in Destro (2002)).

Os sistemas de falhas normais dos riftes exibem, na maioria dos casos, vergência para as porções interiores da calha. Tais sistemas podem ser simétricos ou assimétricos, segundo a distribuição das falhas de vergências opostas ao longo da seção transversal dos riftes.

Um tipo peculiar de falhas que ocorrem em ambientes de riftes são as falhas transversais, ou falhas de transferência. Atualmente, estas estruturas são entendidas como um caso particular das chamadas estruturas de acomodação. Genericamente, as zonas de transferência, onde ocorrem estas estruturas, podem ser definidas como um sistema ordenado de feições tectônicas que promovem a conservação regional da deformação causada pela distensão (Morley *et al.* 1990).

Sabendo-se que os riftes são, em geral, constituídos de segmentos justapostos de arquiteturas distintas, surgiram modelos de sistemas distensionais associados às falhas de transferência (e.g. Lister *et al.* 1986, Etheridge *et al.* 1987). Nestes casos, as falhas de transferência atravessam as áreas distensionais de margem a margem, delimitando com isso compartimentos ou sub-bacias (Figura 9).

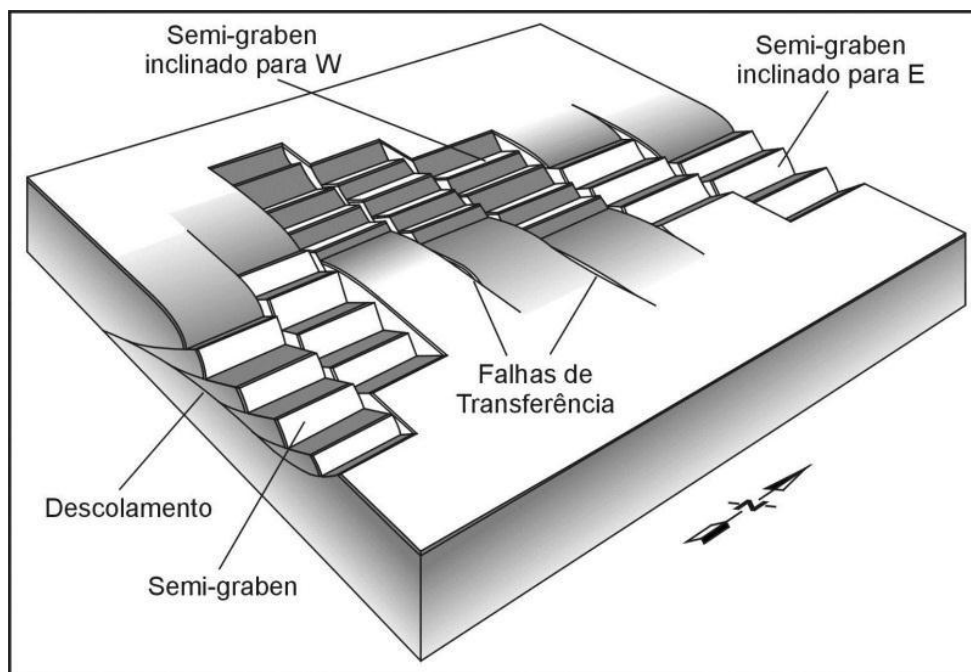


Figura 9: Alternância entre blocos de lapa e de capa através de falhas de transferência. (Adaptado de Lister *et al.* (1986), in Destro (2002)).

Um exemplo de zona de transferência possivelmente ocorre no contexto das bacias de Resende e Volta Redonda. Segundo Sanson (2006), depósitos por fluxos de detritos da Formação Resende são expressivos ao longo da borda sul do Gráben da Casa de Pedra, caracterizando-a como a borda de falha ativa, definindo um hemi-gráben basculado para sul. Porém, na bacia de Resende este tipo de registro sedimentar ocorre bem desenvolvido ao longo de sua borda norte, caracterizada como a sua borda ativa. O fato de os depósitos de fluxos de detritos ocorrerem nas bordas norte e sul, respectivamente nas bacias de Resende e Volta Redonda, evidencia uma inversão da falha principal de uma bacia em relação à outra, o que caracterizaria o estabelecimento de uma zona de transferência. As bacias de Resende e Volta Redonda seriam, assim, separadas por uma zona de transferência que é definida como do tipo conjugada e convergente, com sobreposição, segundo a classificação de Morley *et al.* (1990), sendo essa zona de transferência relacionada à alta concentração de lineamentos de direção NW-SE e NNW-SSE, dispostos em feixes contínuos na região compreendida entre as bacias de Resende e Volta Redonda (Sanson 2006), como mostrado na Figura 10.

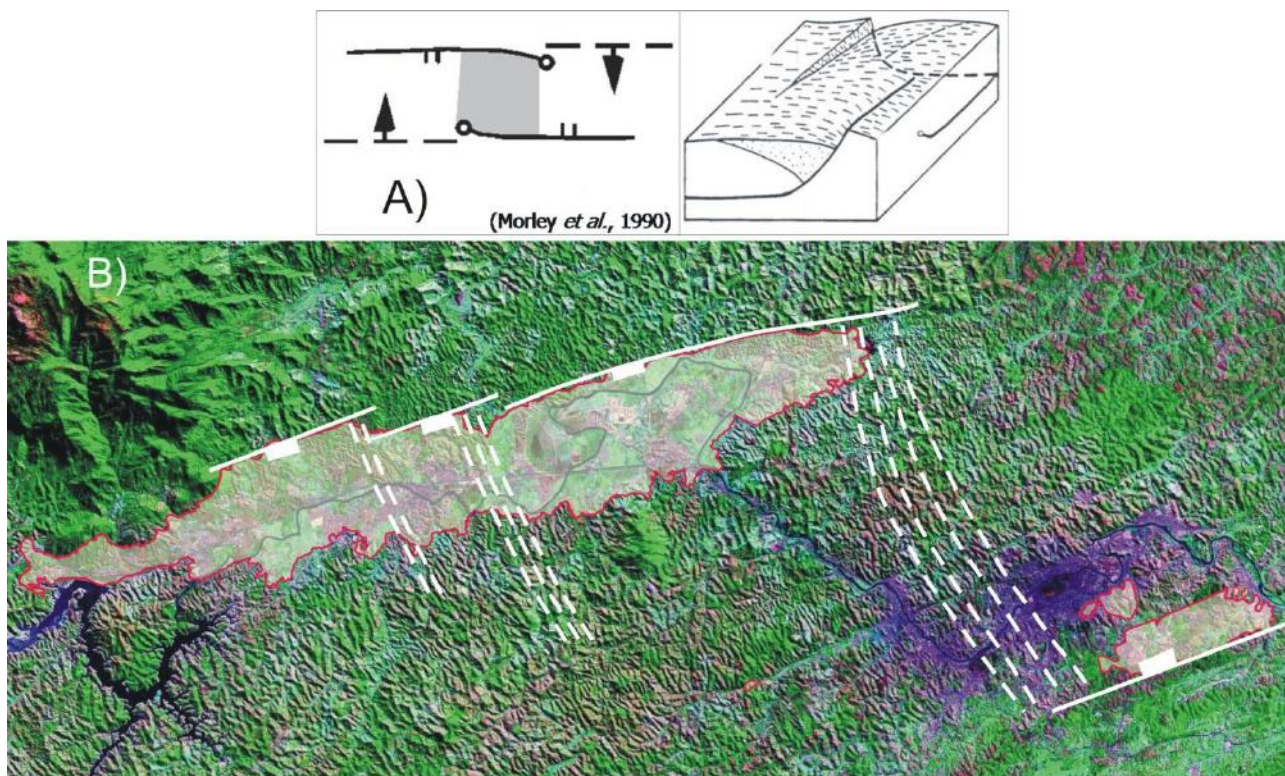


Figura 10: A) Modelo de zona de transferência do tipo conjugada, convergente e com sobreposição, segundo a classificação de Morley et al. (1990); B) separação entre as bacias de Volta Redonda e Resende por uma zona de transferência., Extraído de Sanson (2006).

Negrão (2010) propôs para a região da bacia de Volta Redonda uma analogia ao modelo evolutivo de tectônica distensional em riftes de Gawthorpe *et al.* (2000), mostrado na Figura 11, que prevê a geração de pequenos grábens não conectados fisicamente, entretanto com as redes de drenagens integradas, nos momentos iniciais da formação de uma bacia rifte. Este modelo prevê que quando a tectônica distensional é incipiente e tal condição permanece, a bacia não evolui pra uma grande calha deposicional contínua, situação que ocorreu na bacia de Volta Redonda durante a distensão inicial (E1) no Eoceno e Oligoceno inicial (Sanson, 2006), e que resulta na distância de 12 km que separa o Gráben Colônia Santo Antônio do Gráben da Casa de Pedra, que evoluíram como calhas deposicionais separadas, possivelmente com suas redes hidrográficas conectadas (Negrão, 2010).

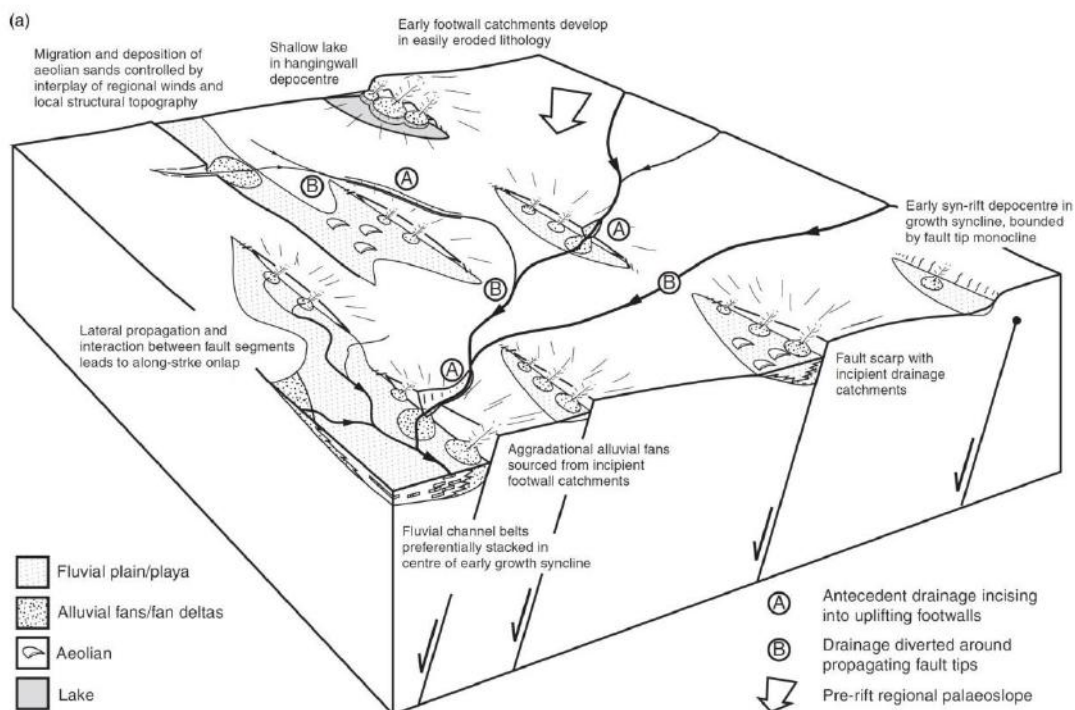


Figura 11: Modelo evolutivo de tectônica distensional precursora ou incipiente em riftes, onde são gerados grábens contíguos não conectados estruturalmente (Gawthorpe et al., 2000).

5. METODOLOGIA

Os procedimentos de campo para a elaboração do presente trabalho incluíram coleta de dados estruturais, que consistiu em medições de estruturas tectônicas rúpteis, essencialmente planos de falhas que apresentassem estrias de arraste e indicadores cinemáticos que evidenciassem o sentido da movimentação dos blocos. Tal etapa foi realizada em afloramentos, selecionados de acordo com suas localizações, preferencialmente próximos a ou inseridos em lineamentos expressivos da área de estudo que pudessem ser relacionados a uma determinada fase tectônica, identificados em uma imagem de levantamento fotogramétrico do IBGE (2006), na escala 1:20.000. Em gabinete foram feitas: elaboração de uma planilha contendo as medidas estruturais coletadas em campo; plotagem dos pares falhas/estrias nas redes estereográficas *Schmidt-Lambert*; identificação dos campos de tensão atuantes na área pela análise das estruturas com base no método dos diedros retos (Angelier & Mechler, 1977); agrupamento dos conjuntos de estruturas geradas em cada campo de tensão relacionado a uma fase tectônica e classificação das mesmas de acordo com o tipo de falha,

orientação, regime tectônico e tipo de fratura no diagrama de *Riedel*; geração de diagramas de *paleostress* utilizando o software Win-Tensor™ (Delvaux, 2011).

Em seguida, sobre o mapa hipsométrico na escala 1:60.000 feito a partir de um modelo digital de elevação (SRTM/NASA) (Figura 12), foi elaborado um mapa de lineamentos da área de estudo, no qual foi possível identificar um comportamento bimodal bem estabelecido entre as classes NE e NW (Figura 13). A interpretação feita teve como o enfoque inicial os lineamentos mais expressivos da área de estudo, observados em uma escala mais regional, e diretamente associados à compartimentação das ocorrências sedimentares paleogênicas mais importantes. Posteriormente, foram traçados os lineamentos secundários, e outros que apesar de expressivos, não apresentam relação direta com a estruturação das rochas sedimentares da área de Dorândia (Figura 13). Um diagrama de roseta de frequência dos lineamentos, feito utilizando-se o software Stereo32© (Röller & Trepmann) foi anexado ao mapa de lineamentos (Figura 13).

Posteriormente foi feita a descrição e análise das estruturas dos pontos onde foram coletados dados estruturais, que incluiu fotografias de planos de falha e de afloramentos e os diagramas de *paleostress* para as falhas estudadas de cada ponto. Alguns dos pontos presentes neste trabalho foram descritos no trabalho de final de curso de Negrão (2010), e foram incluídos aqui por serem pontos que também se localizam na área de estudo do presente trabalho e por possuírem medidas estruturais já coletadas.

A seguir, foi feita a individualização dos eventos tectônicos identificados com base nos campos de tensão associados aos diferentes conjuntos de dados estruturais obtidos.

Por último, foi feita a análise estrutural da área de estudo, relacionando a atuação das estruturas estudadas com a geometria e distribuição das ocorrências sedimentares cenozoicas.

6. RESULTADOS

6.1 Mapa de Lineamentos

Com base na análise dos lineamentos sobre o mapa hipsométrico na escala 1:60.000, feito a partir de um modelo digital de elevação (SRTM/NASA) (Figura 12), foi identificado um comportamento bimodal bem estabelecido entre as classes NE, com 35% do total dos lineamentos, e NW, com 65% do total das mesmas estruturas (Figura 13), também identificado por Sanson (2006) na área da bacia de Volta Redonda como um todo.

Os principais *trends* estruturais identificados na análise de lineamentos foram:

- **N60-80E** – apresentam a forma de feixes longos e contínuos. Generalizando, os lineamentos dessa classe estão representados por conjuntos de colinas de cristas alinhadas de rochas do embasamento pré-cambriano. Tais estruturas possuem fundamental importância no controle das ocorrências sedimentares da área de estudo, visto que representam as bordas norte e sul destas, ou seja, podem constituir a borda flexural e a borda tectônica das mesmas. Aparentemente, apresentam-se também sob a forma de altos estruturais no interior das áreas com depósitos sedimentares, podendo expor ou não as rochas do embasamento.
- **N20-50W** – apresentam-se geralmente na forma de traços curtos se comparados aos de direção NE-SW, porém alguns lineamentos bem expressivos, contínuos e longos também são encontrados. São os mais numerosos, e são frequentemente segmentados pelas estruturas NE-SW. Configuram os limites leste e oeste das ocorrências sedimentares paleogênicas da área de estudo, além de aparentemente ocorrerem sob a forma de altos estruturais que compartimentam transversalmente as manchas sedimentares, podendo ou não expor as rochas do embasamento pré-cambriano.



Figura 12: Mapa hipsométrico confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA), abrangendo a área de Dorândia. Os contornos das ocorrências sedimentares cenozoicas estão diferenciados em relação aos do mapa da região da bacia de Volta Redonda de Negrão (2010) - Figura 6, pois este autor apresentará, em seu trabalho de mestrado inédito, novos contornos das ocorrências.

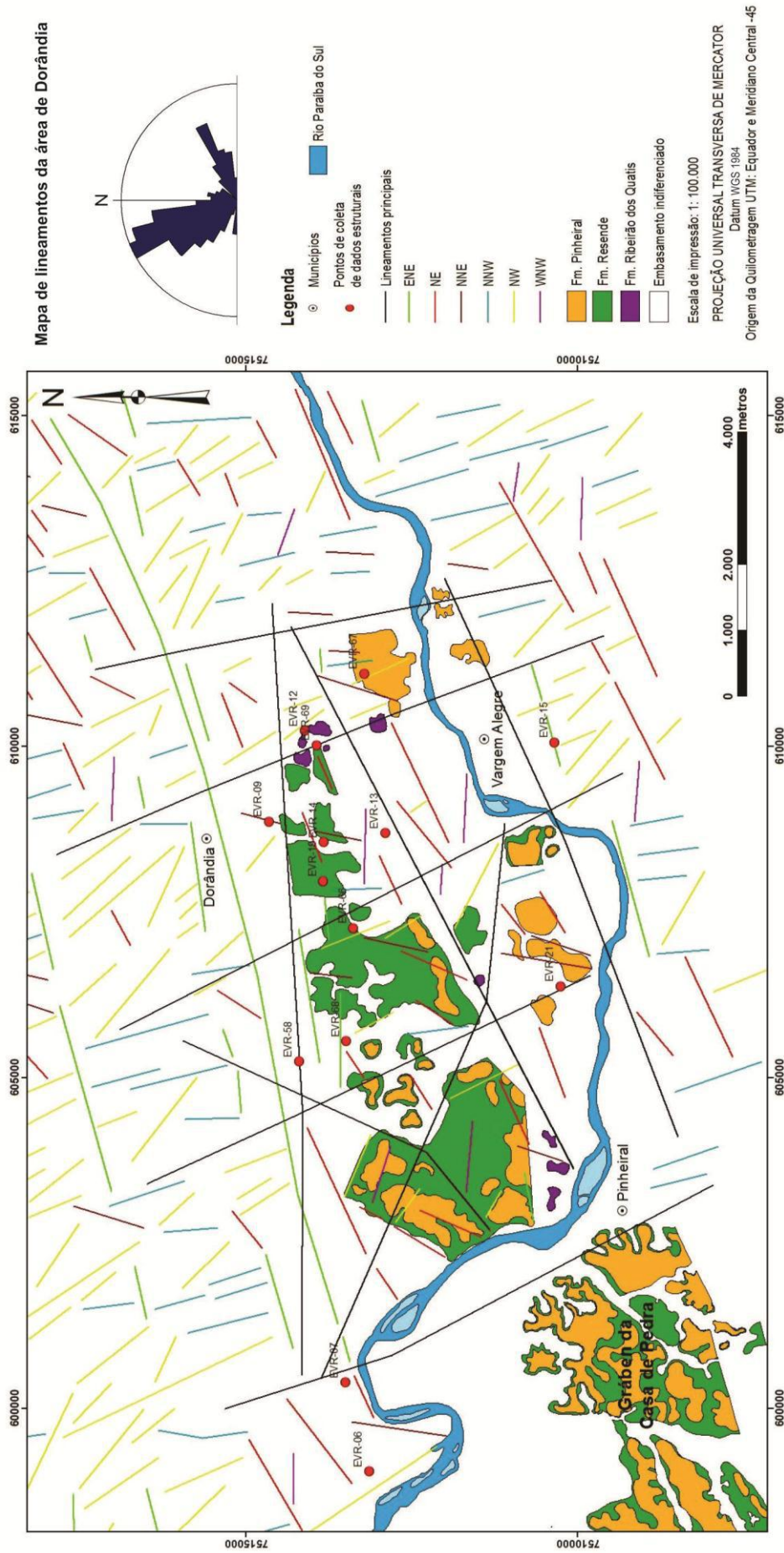


Figura 13. Mapa de lineamentos da área de Dorândia, elaborado a partir de modelo digital de terreno com base em dados do SRTM/NASA, no software ArcGis 9.3, incluindo o diagrama de roseta de frequência dos lineamentos. Os contornos das ocorrências sedimentares cenozoicas estão diferenciados em relação aos do mapa da região da bacia de Volta Redonda de Negrão (2010) - Figura 6, pois o autor apresentará, em seu trabalho de mestrado inédito, novos contornos das ocorrências. Os contornos dos sedimentos quaternários não foram incluídos com o intuito de tornar o mapa mais “limpo”.

6.2 Análise de Estruturas Tectônicas

Foram medidos 54 (cinquenta e quatro) planos de falhas, distribuídos em 14 (quatorze) pontos ao longo da área de estudo, presentes na Figura 13. As medidas foram coletadas principalmente em rochas gnáissicas do embasamento pré-cambriano saprolitizado, mas também há dados obtidos em rochas sedimentares cenozoicas.

A seguir, serão descritos os pontos que apresentam as estruturas identificadas, com ênfase para os planos de falha analisados e os campos de tensão interpretados para os conjuntos individualizados das estruturas tectônicas, tratados no software Win-Tensor™ (Delvaux, 2011).

A nomenclatura dos pontos – EVR – vem de **E**strutural **V**olta **R**edonda.

O *datum* adotado para as coordenadas UTM foi o WGS 1984.

- **Ponto EVR-06**

Localizado no Bairro Califórnia, na cidade de Barra do Piraí, ao lado do Rio Paraíba do Sul, próximo à borda NW da área de estudo (UTM: 0599051/7513143). Este ponto é caracterizado por rochas saprolitizadas do embasamento, biotita-xisto granitífero com lentes de mármore intercaladas, apresentando foliação Sn: 350/50.

O conjunto rochoso é afetado por um grupo de falhas sinistrais normais, de direção NNE-SSW, originadas a partir de esforços distensionais NE-SW e esforços compressionais NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 14).

Foram analisados planos de falhas bem formados, com estrias direcionais bem marcadas. Uma situação interessante ocorre no plano de falha apresentado na Figura 15, onde o plano estriado apresenta bioturbações posteriores a este, e bem preservadas.

- **Ponto EVR-07**

Localizado à beira do Rio Paraíba do Sul, dentro de uma propriedade rural no município de Barra do Piraí (UTM: 0600395/7513506), próximo ao ponto EVR-06.

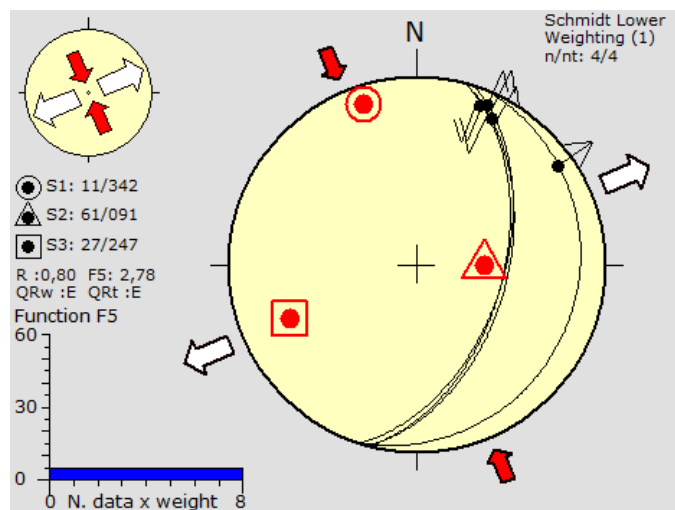


Figura 14: Ponto EVR-06 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais, de direção NNE-SSW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.



Figura 15: Ponto EVR-06 – Plano de falha sinistral com estrias fortemente direcionais e bioturbações posteriores a este, e bem preservadas.

Este ponto é caracterizado por rochas saprolitizadas do embasamento, biotita-xistos intrudidos por um dique de traquito-fonolito.

Foram verificadas, em uma determinada parte do afloramento (Figura 16), falhas sinistrais normais de direção NE-SW, originadas a partir de esforços distensionais NW-SE e esforços compressoriais NE-SW, compatíveis com um regime de transcorrência sinistral E-W (Figura 17).

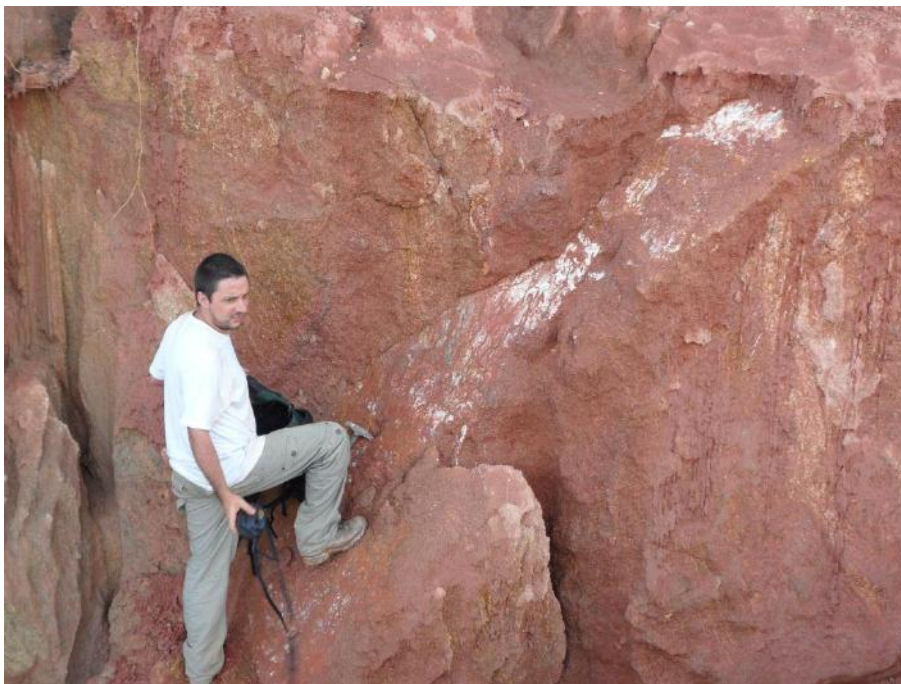


Figura 16: Ponto EVR-07 – Plano de falha sinistral normal bem formado.

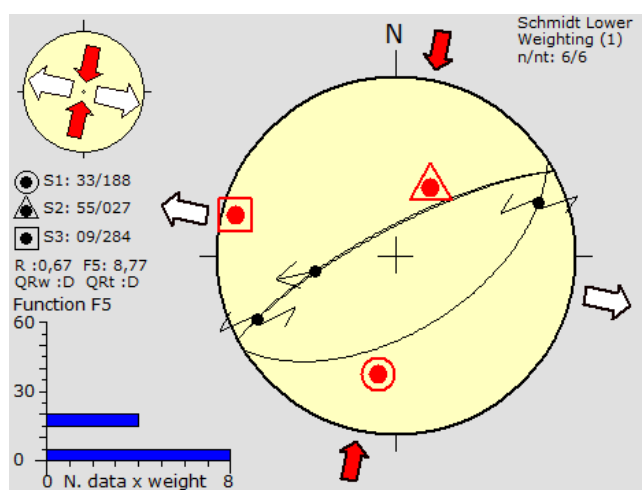


Figura 17: Ponto EVR-07 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensionais horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2/\sigma_3/\sigma_1 - \sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-09**

Localizado na entrada da cidade de Dorândia, na borda NE da área de Dorândia (UTM: 0608869/7514656).

O ponto é caracterizado por depósitos coluvionares quaternários sobre as rochas da Formação Resende, que por sua vez estão em contato com rochas gnáissicas saprolitizadas do embasamento. (Figura 18).

O conjunto descrito é afetado por falhas que deslocam claramente as linhas de seixos do colúvio quaternário (Figura 18), sendo elas falhas normais NE-SW e falhas normais dextrais e dextrais normais NNW-SSE, compatíveis com um regime de distensão NW-SE (Figura 19), apesar de as falhas com rejeito direcional não apresentarem a mesma direção das falhas normais características da fase tectônica citada, com aquelas podendo representar fraquezas pré-existentes do embasamento de direção NW-SE que foram reativadas na fase distensional.

- **Ponto EVR-12**

Afloramento localizado na beira da rodovia BR-393, sentido leste, no município de Barra do Piraí – RJ, em uma curva que dista aproximadamente 2 km do pedágio do km 265 da mesma rodovia. (UTM: 0610237/7514119). Encontra-se na extremidade NE da área de Dorândia.

O ponto é caracterizado por depósitos falhados da Formação Pinheiral, com cobertura coluvionar quaternária sobreposta, além de rochas saprolitizadas do embasamento. Os depósitos são argilosos e apresentam finas lentes de cascalho, que formam *drag-folds* próximos aos planos de falha (Figura 20).

Falhas normais NE-SW com estrias de deslocamento bem marcadas (Figura 21), compatíveis com um regime de distensão NW-SE (Figura 22) afetam o conjunto como um todo.

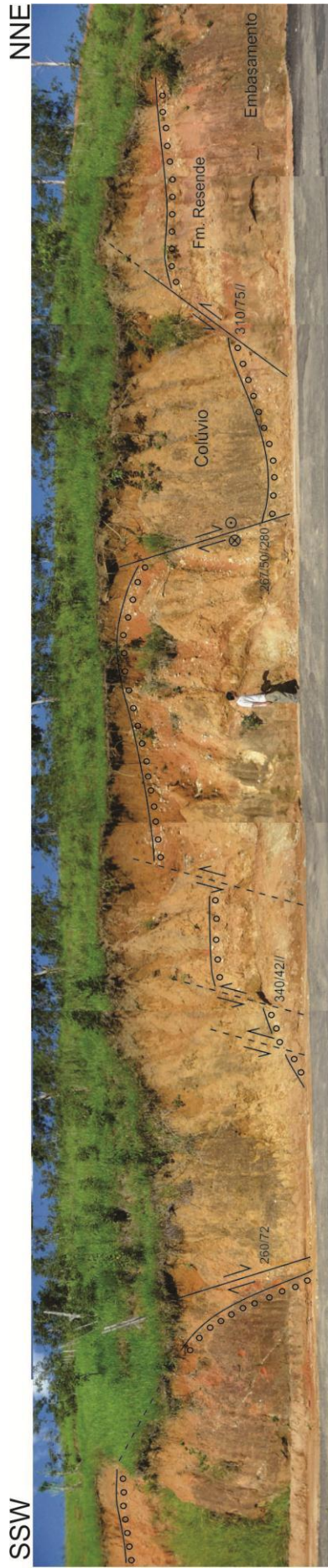


Figura 18: Fotomosaico do ponto EVR-09, mostrando as falhas que afetam o colúvio quaternário, as rochas da Fm. Resende e o embasamento, evidenciando as linhas de seixos do colúvio deslocadas pelas falhas.

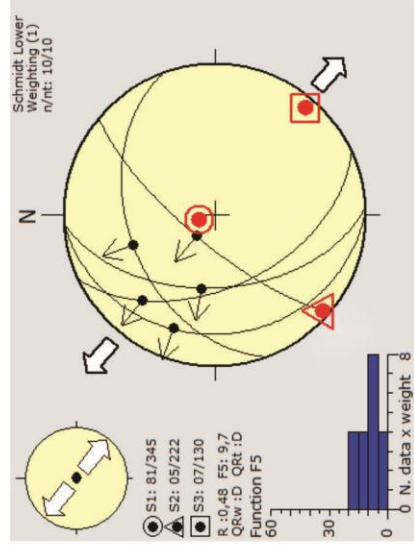


Figura 19: Ponto EVR-09 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normal e dextral, de direção NE-SW e NNW-SSE, respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

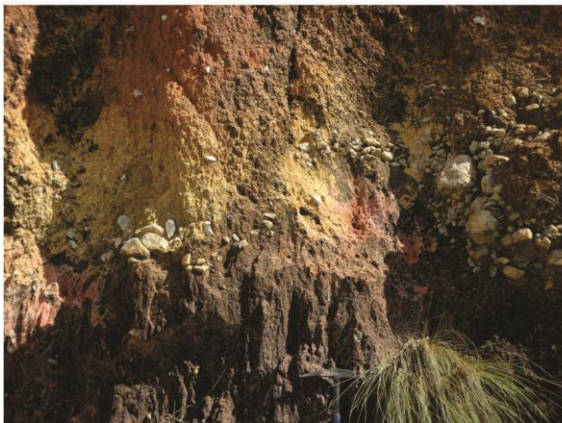


Figura 20: EVR-12 – Finas lentes de cascalho em meio aos depósitos argilosos da Fm Pinheiral formando drag-folds próximo a um plano de falha.



Figura 21: EVR-12 – Plano de falha normal com estrias bem formadas.

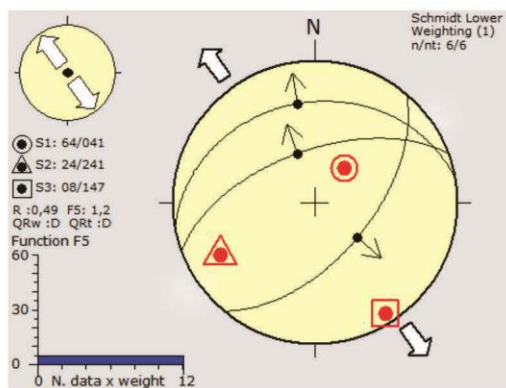


Figura 22: Ponto EVR-12 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados ao plano com deslocamento normal, de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

• Ponto EVR-13

Este ponto localiza-se na estrada entre as cidades de Dorândia e Vargem Alegre, na parte centro-leste da área de Dorândia (UTM: 0608692/7512899).

O afloramento é caracterizado por rochas saprolitizadas do embasamento, com colúvios quaternários sobrepostos.

Foram medidos planos de falhas sinistrais normais de direção NNW-SSE, originados a partir de esforços distensionais NE-SW e esforços compressionais NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 23).

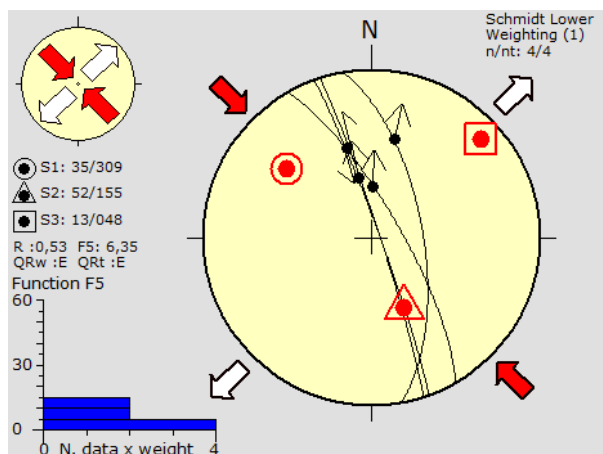


Figura 23: Ponto EVR-13 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistrais de direção NNW-SSE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-14**

Localizado na estrada entre as cidades de Dorândia e Vargem Alegre, próximo ao trevo de Dorândia, ao lado da borda norte da área de estudo (UTM: 0608553/7513828).

O afloramento é bem similar ao do ponto EVR-13, com colúvios quaternários sobrepondo-se a rochas alteradas do embasamento.

Foram medidos: um plano de falha sinistral normal de direção NW-SE, e um plano de falha dextral normal de direção ENE-WSW, originadas a partir de esforços distensionais NE-SW e esforços compressionais NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 24).

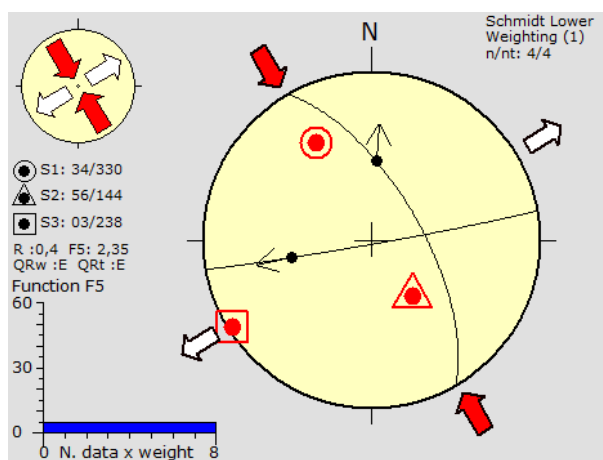


Figura 24: Ponto EVR-14 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos sinistral e dextral, de direção NW-SE e ENE-WSW respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-15**

O ponto está localizado numa voçoroca ao lado de uma pedreira a sul da cidade de Vargem Alegre e do Rio Paraíba do Sul, ao lado da borda sul da área de Dorândia (UTM: 0610130/7510494).

As rochas do embasamento encontram-se frescas e muito fraturadas na pedreira, e constituem-se basicamente de biotita-gnaisses com foliação Sn: 160/80.

As medidas dos planos de falhas foram coletadas em rochas do embasamento intemperizado, dentro da voçoroca, que também apresentava cobertura conglomerática quaternária. Foi constatada a existência de falhas normais com estrias bem formadas de direção NE-SW e ENE-WSW que afetavam a cobertura (Figura 25), o que é compatível com um regime de distensão NW-SE (Figura 26-A). Também foram medidas falhas normais sinistras e sinistras normais orientadas segundo ENE-WSW, e uma falha dextral normal de direção NW-SE, que não afetavam a cobertura quaternária, originadas a partir de esforços distensionais NW-SE e esforços compressoriais NE-SW, compatíveis com um regime de transcorrência sinistral E-W (Figura 26-B).

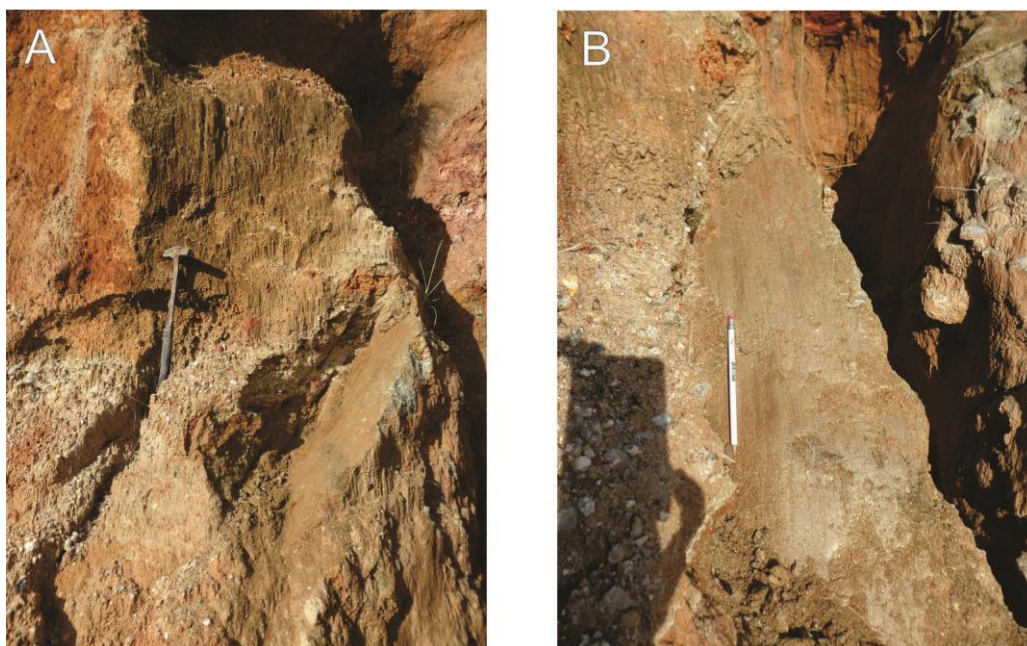


Figura 25: EVR-15 - Plano de falha normal com estrias bem formadas afetando a cobertura conglomerática quaternária. A) Plano visto de perfil, evidenciando a cobertura afetada. B) Plano visto de frente, evidenciando as estrias bem formadas.

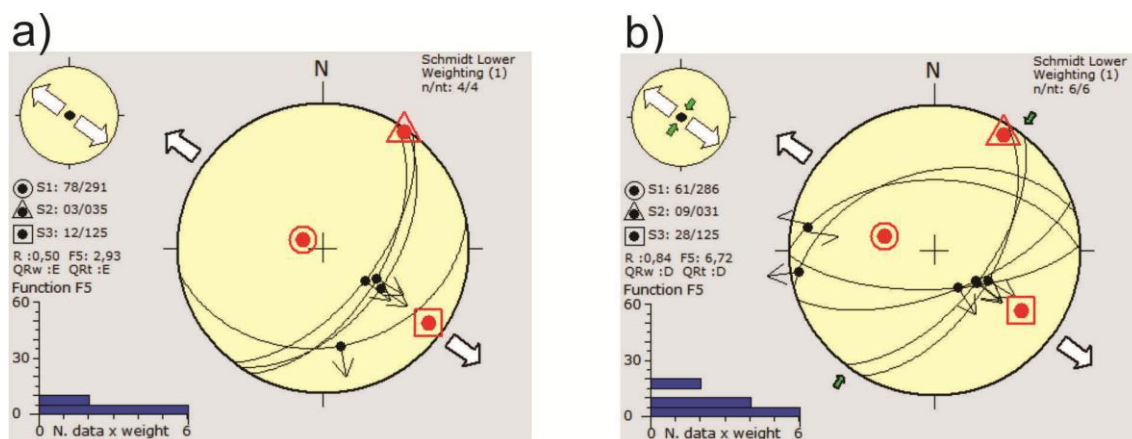


Figura 26: Ponto EVR-15 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos: a) planos com deslocamentos normais, de direção NE-SW e ENE-WSW; e b) planos com deslocamentos sinistrais de direção ENE-WSW e dextral de direção NW-SE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

• Ponto EVR-19

Localiza-se na beira da rodovia BR-393 sentido leste, entre dois e três quilômetros após o Águas Quentes Country Club, próximo à borda norte da área de Dorândia (UTM: 0607968/7513837).

O afloramento é caracterizado por lamitos e arenitos da Fm. Resende, apresentando cobertura cascalhosa quaternária sobreposta.

Foi possível a medição de um plano de falha normal de direção NW-SE (Figura 27) e de um plano dextral normal de direção ENE-WSW, originadas a partir de esforços distensionais NE-SW e esforços compressionais NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 28).



Figura 27: EVR-19 – Plano de falha normal com estrias bem formadas nos lamitos da Fm. Resende.

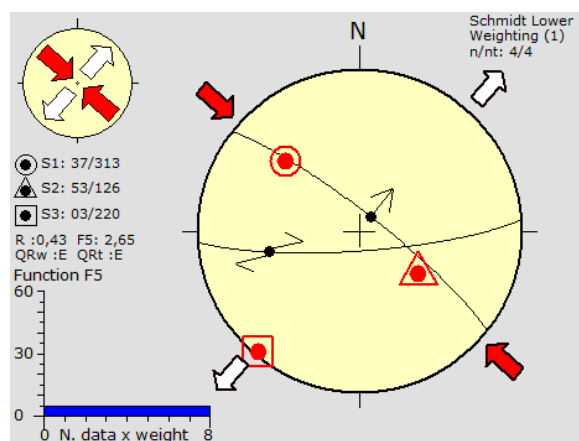


Figura 28: Ponto EVR-19 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, de direção NW-SE e ENE-WSW respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-21**

O ponto localiza-se na Fazenda da Espuma, próximo ao limite com a Fazenda da Rica, na parte sul da área de Dorândia (UTM: 0606378/7510256).

O afloramento encontra-se em um leito de drenagem, e constitui-se de rochas saprolitizadas do embasamento com cascalheiras pleistocênicas sobrepostas.

Foram medidos, nas rochas do embasamento intemperizado, planos de falhas normais de direção NE-SW (Figura 29), com algumas afetando a cascalheira quaternária, compatíveis com um regime de distensão NW-SE (Figura 30).



Figura 29: Ponto EVR-21 – Plano de falha normal com estrias bem formadas.

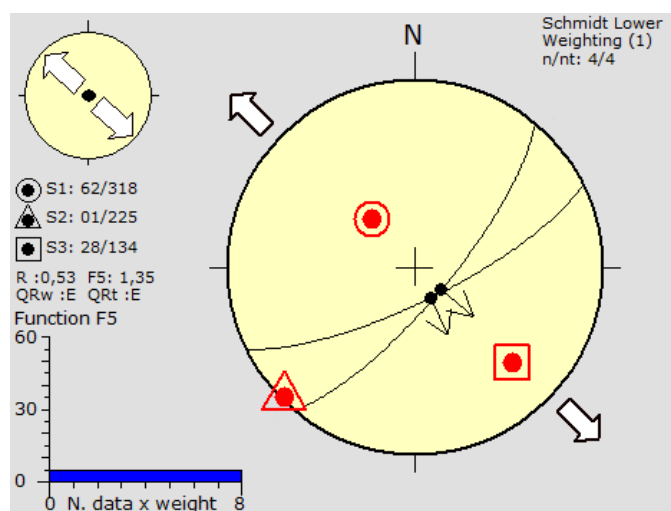


Figura 30: Ponto EVR-21 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-58**

Localizado na zona rural do município de Barra do Piraí, no lado esquerdo da estrada, sentido norte, a aproximadamente dois quilômetros antes do Águas Quentes Country Club, a norte da área de Dorândia, próximo à sua borda norte (UTM: 0605243/7514205).

O afloramento é caracterizado por rochas saprolitizadas do embasamento, basicamente biotita-gnaisses migmatíticos com foliação S_n : 344/58, com injeções pegmatíticas. Todo o conjunto encontra-se afetado por falhas.

Foram medidos planos de falhas dextrais normais de direção NE-SW um plano de falha sinistral normal de direção ENE-WSW, originadas a partir de esforços distensionais NW-SE e esforços compressoriais NE-SW, compatíveis com um regime de transcorrência sinistral E-W (Figura 31).

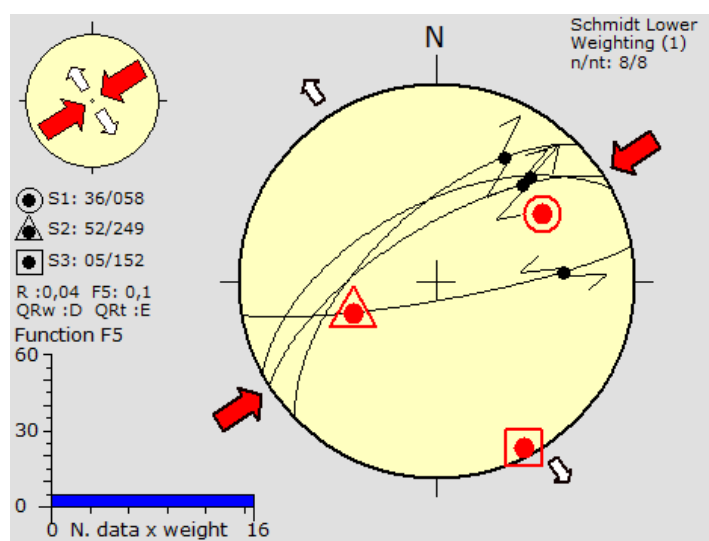


Figura 31: Ponto EVR-58 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos dextrais e sinistrais, de direção NE-SW e ENE-WSW, respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

Os pontos apresentados a partir de agora foram descritos no trabalho de final de curso de Negrão (2010), e foram incluídos aqui por serem pontos que também se localizam na área de estudo do presente trabalho e por possuírem medidas estruturais já coletadas.

- **Ponto EVR-66**

Equivale ao ponto A-03-L de Negrão (2010). Localiza-se no interior da área de Dorândia (UTM: 0607260/7513385). É caracterizado por depósitos lamosos e arenosos da Formação Resende, sobrepostos em discordância ao embasamento.

Foram medidos: um plano normal dextral de direção NW-SE e um plano normal de direção NNW-SSE, originadas a partir de esforços distensionais NE-SW e esforços compressoriais NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 32).

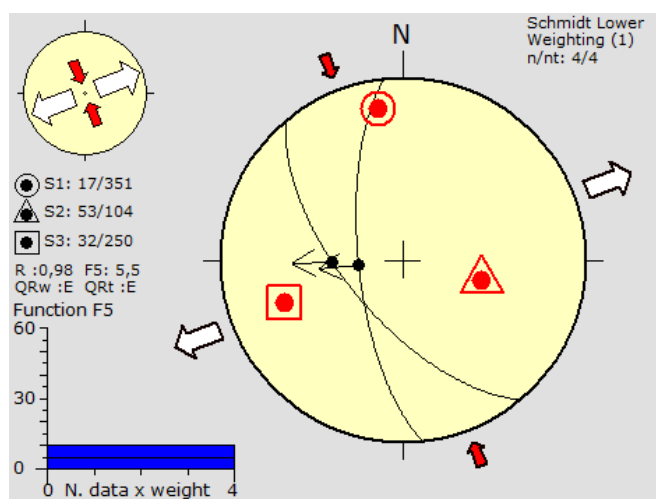


Figura 32: Ponto EVR-66 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, de direção NNW-SSE e NW-SE respectivamente. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensionais horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-67**

Equivale ao ponto A-08-L de Negrão (2010). Localiza-se no extremo leste da área de Dorândia e é constituído pela intercalação de camadas pelíticas areníticas e conglomeráticas da Formação Pinheiral (UTM: 0611100/7513217). Acima destes depósitos são verificados também níveis conglomeráticos quaternários.

Foram verificadas falhas afetando todos os depósitos sedimentares, que consistem em: uma falha normal (Figura 33), e uma falha dextral normal (Figura 34), ambas de direção NW-SE, originadas a partir de esforços distensionais NE-SW e compressivos NW-SE, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 35).

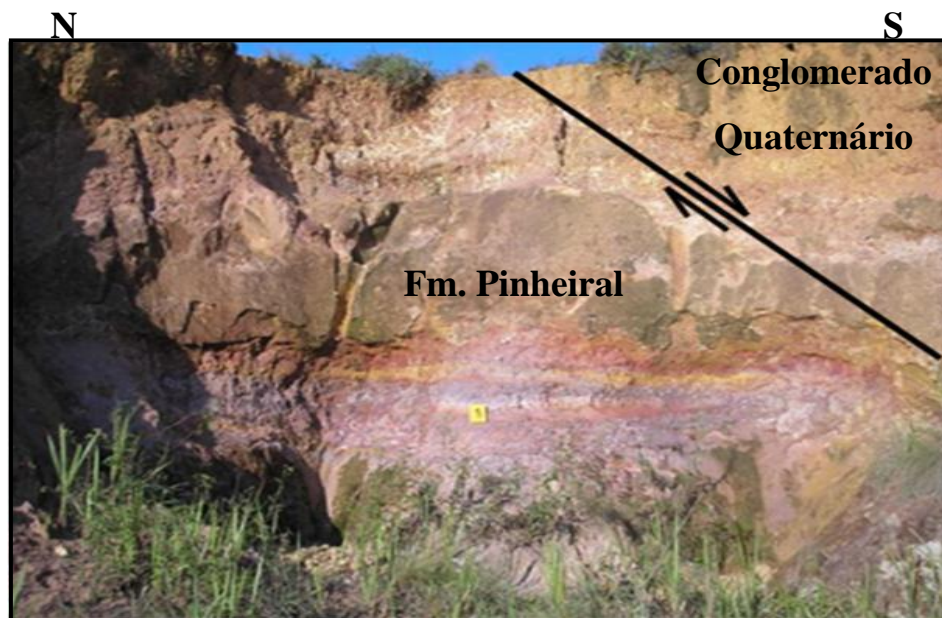


Figura 33: Ponto EVR-67. Fotomosaico ilustrando o mergulho aparente do plano de falha normal de orientação NW-SE, afetando os depósitos da Fm. Pinheiral e a cobertura quaternária. Extraído de Negrão (2010).

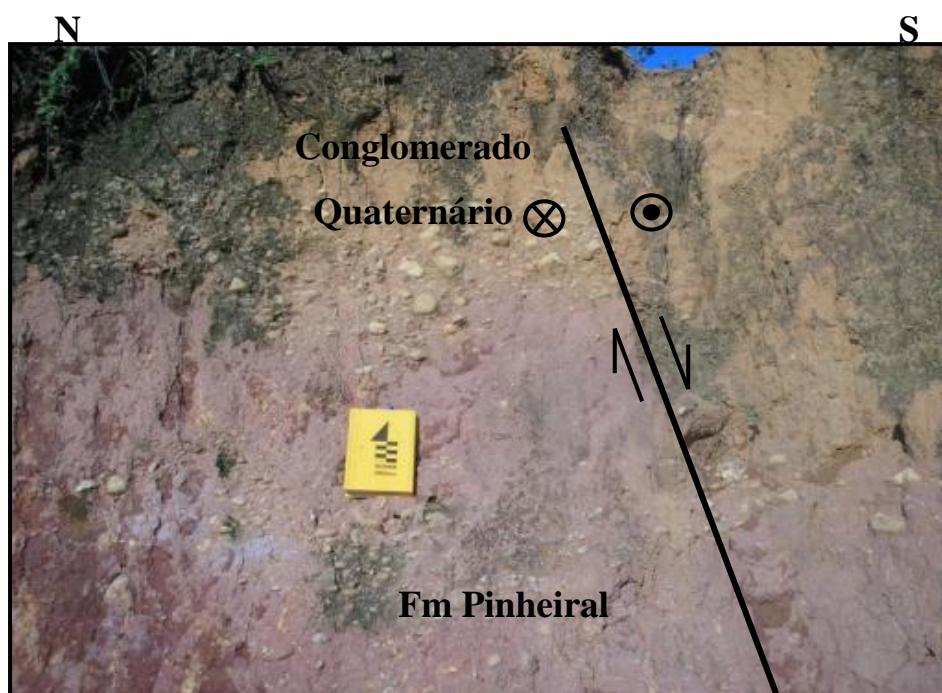


Figura 34: Ponto EVR-67. Fotomosaico ilustrando o mergulho aparente do plano de falha dextral normal de orientação NW-SE, afetando os depósitos da Fm. Pinheiral e a cobertura quaternária. Extraído de Negrão (2010).

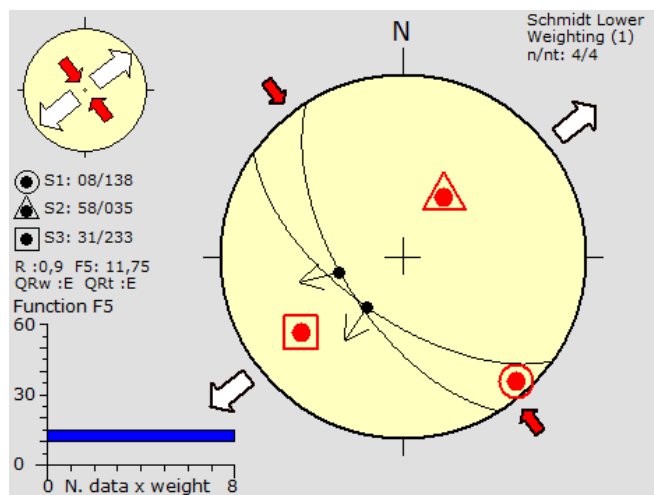


Figura 35: Ponto EVR-67 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamento normal e dextral, ambas de direção NW-SE. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-68**

Equivale aos pontos A-06-L e A-07-L de Negrão (2010), aqui tratados como um só devido à distância de apenas 300 (trezentos) metros entre eles.

Localiza-se próximo ao limite norte da área de Dorândia, é constituído por rochas intemperizadas do embasamento encobertas por mantos coluvionares (UTM: 0605550/7513491).

Foram medidas falhas normais, dextrais normais e sinistrais normais, todas de direção NNW-SSE, que afetam todo o conjunto descrito (Figura 36). As falhas sinistrais foram originadas a partir de esforços compressivos NW-SE e esforços distensivos NE-SW, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Figura 38-a).

Falhas normais de direção ENE-WSW também foram verificadas, afetando todo o conjunto descrito (Figura 37). São compatíveis com um regime de distensão NW-SE (Figura 38-b).

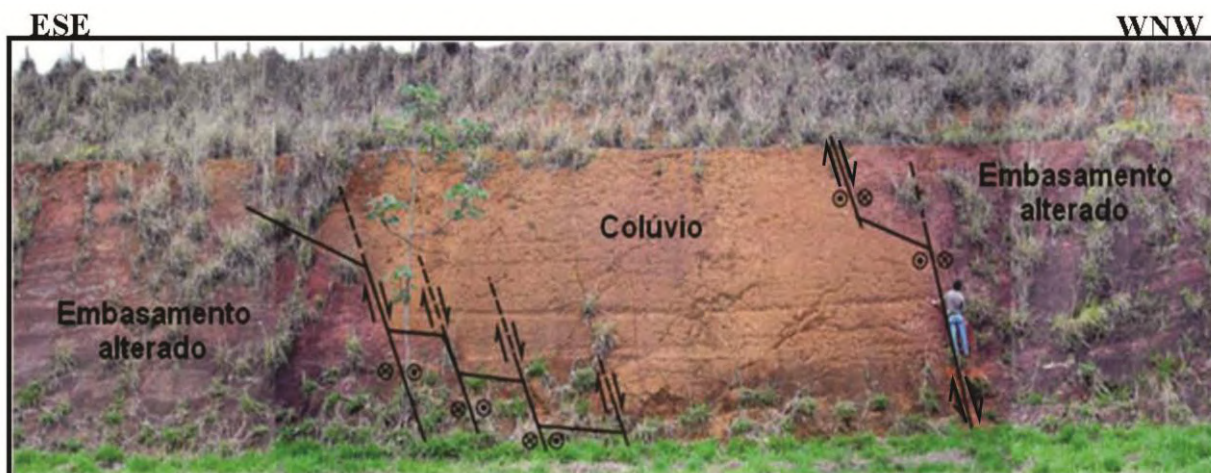


Figura 36: Ponto EVR-68 - Fotomosaico ilustrando os planos de falhas de orientação NNW-SSE afetando o embasamento e a cobertura coluvionar. O conjunto de falhas escalonadas à esquerda corresponde aos planos de falhas normais e normais dextrais. O conjunto à direita corresponde aos planos de falhas sinistrais normais. Extraído de Negrão (2010).

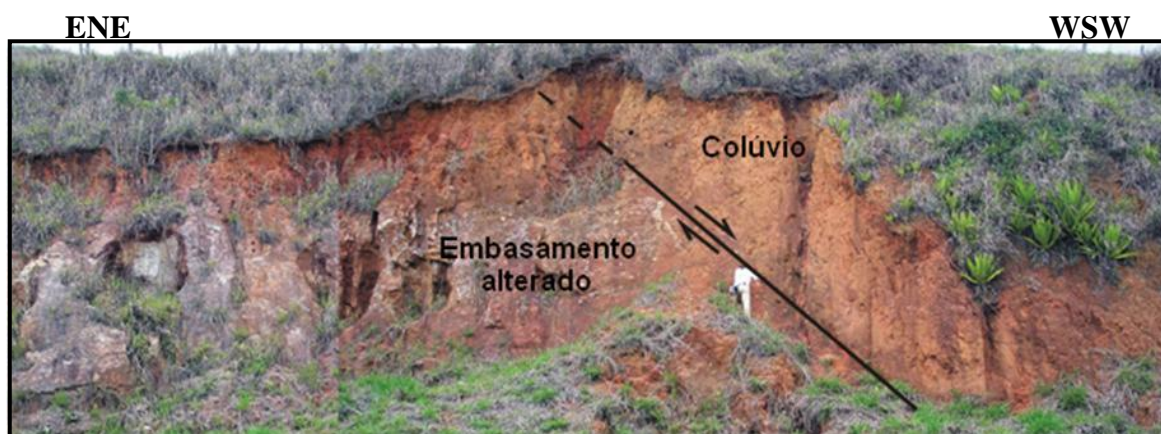


Figura 37: Ponto EVR-68 - Fotomosaico ilustrando o plano de falha normal de orientação ENE-WSW afetando o embasamento e a cobertura coluvionar. Extraído de Negrão (2010).

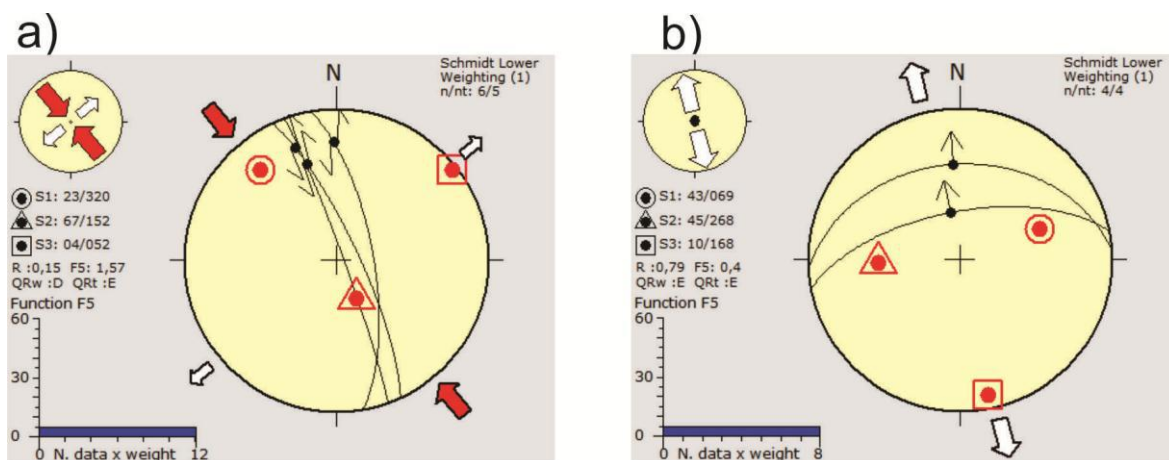


Figura 38: Ponto EVR-68 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos: a) planos com deslocamentos sinistrais de direção NNW-SSE; e b) planos com deslocamentos normais de direção ENE-WSW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

- **Ponto EVR-69**

Equivale ao ponto A-09-L de Negrão (2010). Está localizado no limite nordeste da área de Dorândia (UTM: 0610017/7513939).

O ponto é caracterizado pela ocorrência do contato por falha normal entre o embasamento e depósitos fanglomeráticos paleogênicos associados a bordas de falha (Figura 39).

Foram medidas falhas normais de direção NE-SW, originada a partir de esforços distensionais NW-SE, compatíveis com um regime de distensão NW-SE (Figura 40).

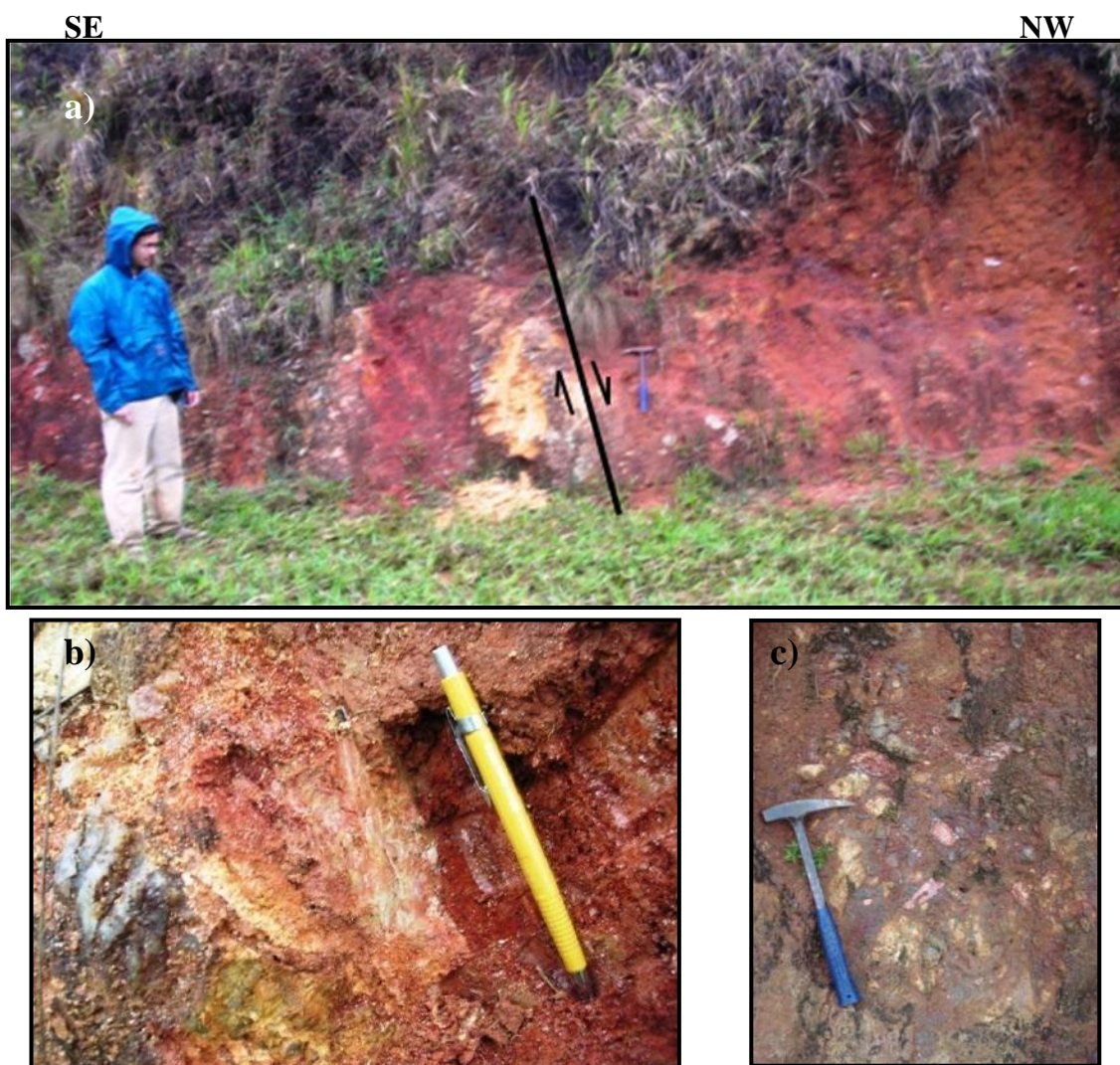


Figura 39: Ponto EVR-69 - Fotomosaico ilustrando o contato por falha entre embasamento e depósitos fanglomeráticos. a) Falha normal orientada NE-SW no limite entre o embasamento alterado e depósitos fanglomeráticos; b) detalhe das estrias de falho com caimento down-dip; c) aspecto geral dos depósitos fanglomeráticos paleogênicos associados a bordas de falha ativa. Extraído de Negrão (2010).

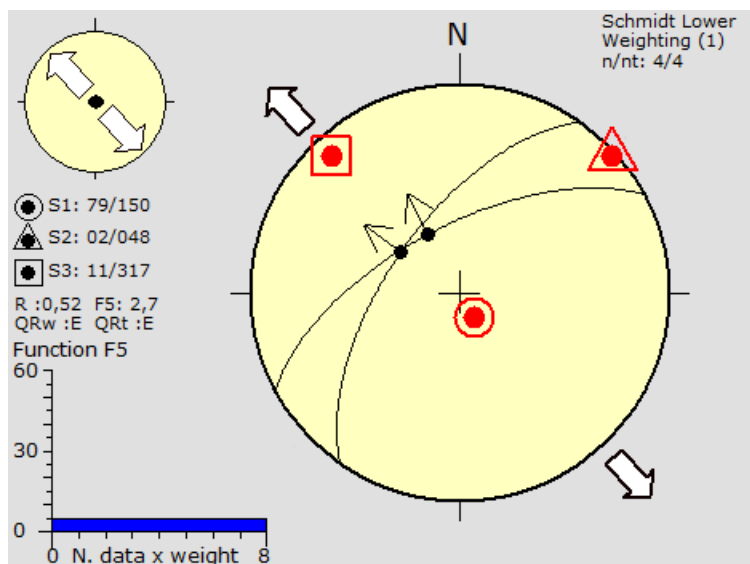


Figura 40: Ponto EVR-69 – projeção estereográfica (Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) e os campos de tensão associados aos planos com deslocamentos normais de direção NE-SW. Simbologia: círculo – σ_1 ; triângulo – σ_2 ; quadrado – σ_3 ; setas cheias – eixos compressivos horizontais; setas vazias – eixos distensivos horizontais; R – razão de esforços ($\sigma_2\text{-}\sigma_3/\sigma_1\text{-}\sigma_3$); Function F5 – desvio médio entre as estrias medidas e as calculadas teoricamente.

6.3 Eventos Tectônicos

A partir da determinação dos campos de tensão associados aos diferentes conjuntos de dados estruturais obtidos na área de Dorândia e apresentados no item anterior, e das relações estratigráficas identificadas, foi possível individualizar os três eventos tectônicos, de caráter deformacional, atuantes durante o Cenozóico e correlacionados aos que foram definidos por Sanson (2006) para a área da bacia de Volta Redonda.

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

As falhas relacionadas a este evento tectônico foram geradas a partir de esforços de distensão NW-SE e compressão NE-SW. São falhas sinistrais normais de direções NE-SW, ENE-WSW e E-W, falhas normais sinistrais de direção ENE-WSW e falhas dextrais normais de direção NE-SW, bem caracterizadas nos pontos EVR-07, EVR-15 e EVR-58, de acordo com o mapa de distribuição dos tensores associados à fase tectônica em questão (Figura 41).

Os pontos mencionados estão localizados ao longo ou bem próximos de feixes de lineamentos de direção NE-SW e ENE-WSW bem expressivos, vizinhos às bordas norte e sul da área de Dorândia. Tal fato sugere que as estruturas relacionadas a este evento de transcorrência sinistral foram importantes na segmentação longitudinal das ocorrências sedimentares da Área de Dorândia, e que parte das falhas associadas a esta fase tectônica são resultantes de reativações de falhas NE-SW pretéritas, geradas no evento de distensão NW-SE inicial (E1) de Riccomini *et al.* (2004) e Sanson (2006).

Este evento corresponde à primeira fase de deformação tectônica, proposta por Riccomini *et al.* (2004) para o RCSB, a que estes autores atribuíram uma idade neogênica, e por Sanson (2006) para a bacia de Volta Redonda.

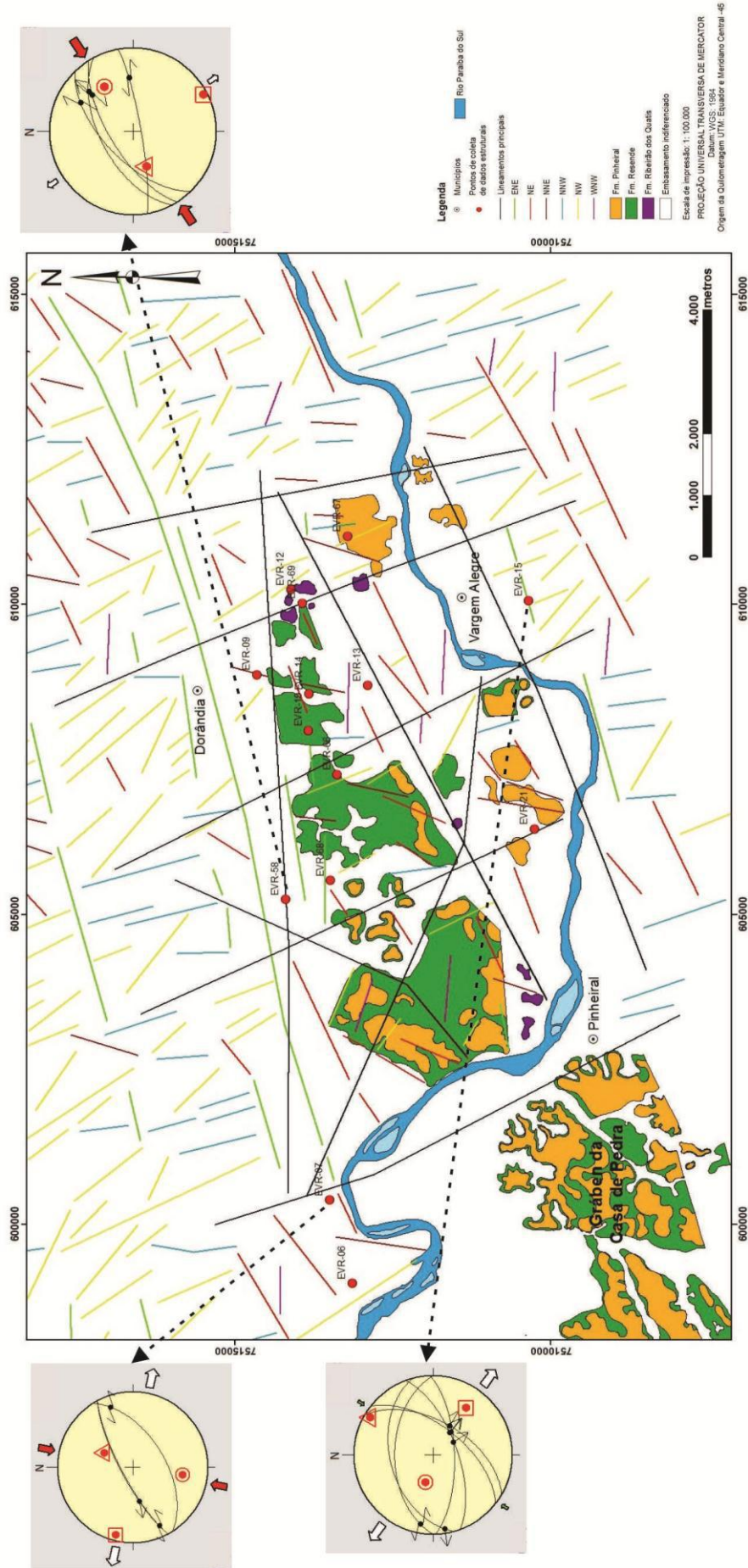


Figura 41: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de transcorrência sinistral E-W (TS).

- **Transcorrência Dextral E-W (TD)**

As falhas relacionadas a este evento tectônico foram geradas a partir de esforços de distensão NE-SW e compressão NW-SE. São falhas sinistrais normais de direções NNE-SSW, NNW-SSE, falhas dextrais normais de direção ENE-WSW, falhas normais dextrais de direção NW-SE, e falhas normais de direções NW-SE e NNW-SSE, bem caracterizadas nos pontos EVR-06, EVR-13, EVR-14, EVR-19, EVR-66, EVR-67 e EVR-68, de acordo com o mapa de distribuição dos tensores associados à fase tectônica em questão (Figura 42).

Os pontos onde foram identificadas as estruturas associadas a esta fase tectônica encontram-se, predominantemente, ao longo ou próximos aos lineamentos de direção NNW-SSE e NW-SE, que são os mais numerosos da área de estudo (Figura 42), e estão inseridos em altos estruturais, também de direção NNW-SSE e NW-SE, que compartimentam transversalmente as ocorrências sedimentares cenozoicas da área de estudo. Somando-se a estes fatos, a análise da distribuição dos tensores indicativos da fase de transcorrência dextral na Figura 42 demonstra que este evento encontra-se bem representado na área de Dorândia.

Esta fase tectônica corresponde ao segundo evento deformador do RCSB proposto por Riccomini *et al.* (2004), cuja idade foi atribuída ao final do Pleistoceno, e por Sanson (2006) para a bacia de Volta Redonda.

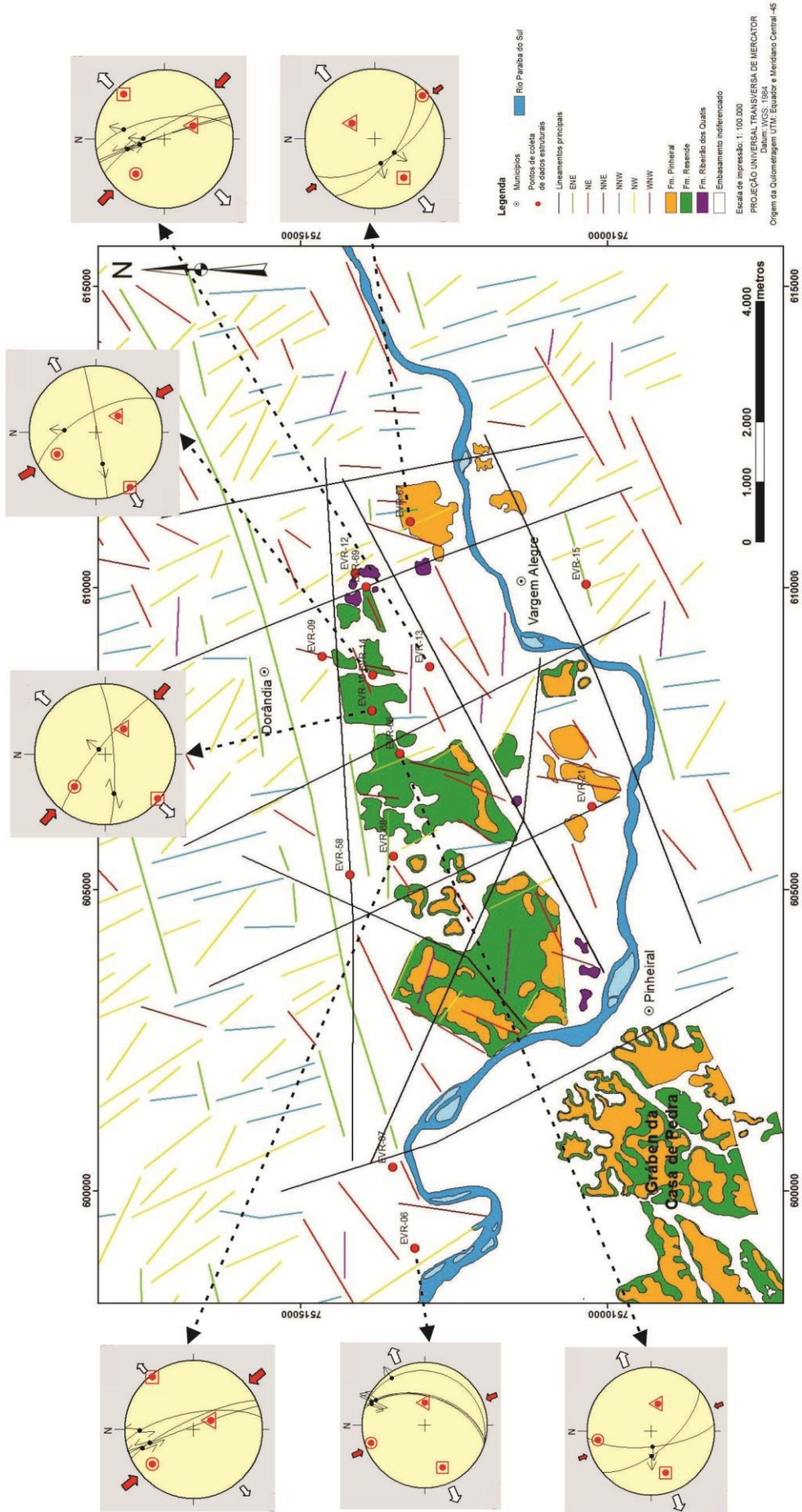


Figura 42: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de transcorrência dextral E-W (TD).

- **Distensão NW-SE Final (E2)**

Falhas normais de direções NE-SW e ENE-WSW, que afetam desde os depósitos paleogênicos até os sedimentos quaternários, são bem caracterizadas nos pontos EVR-09, EVR-12, EVR-15, EVR-21, EVR-68 e EVR-69 (Figura 43), e foram geradas por um campo de esforços puramente distensionais, de direção NW-SE, caracterizando um regime tectônico de distensão NW-SE. Particularmente, falhas normais dextrais e uma falha dextral normal medidas no ponto EVR-15 também são compatíveis com o evento em questão.

Os pontos mencionados estão localizados ao longo ou bem próximos de feixes de lineamentos NE-SW e ENE-WSW bem expressivos, principalmente próximos às bordas norte e sul da área de Dorândia. As estruturas relacionadas a este evento têm caráter de reativação de estruturas pretéritas geradas na distensão NW-SE inicial (E1) de Riccomini *et al.* (2004) e Sanson (2006), sendo importantes na segmentação longitudinal das ocorrências sedimentares paleogênicas da área de Dorândia.

Corresponde ao evento de distensão holocênica NW-SE proposto por Riccomini *et al.* (2004) para o segmento central do RCSB, e por Sanson (2006) para a bacia de Volta Redonda.

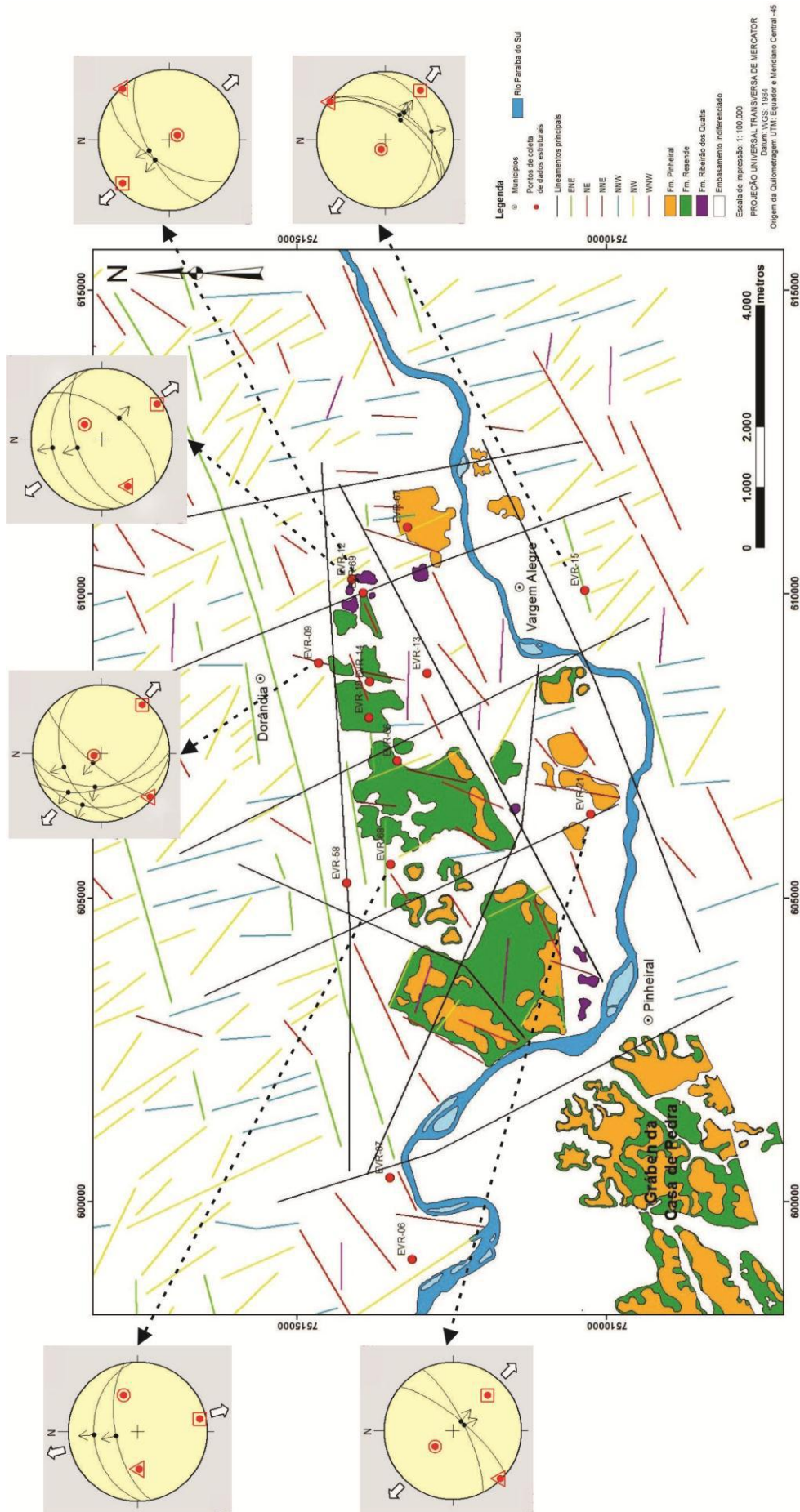


Figura 43: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, com a distribuição dos pontos de coleta de dados estruturais relacionados à fase de extensão NW-SE final (E2).

7. CONCLUSÕES

As análises das estruturas rúpteis e da geometria e distribuição das rochas sedimentares da área de Dorândia permitiram algumas conclusões sobre a evolução tectônica desta região durante o cenozoico.

Ao longo de expressivos lineamentos de direções NE-SW e ENE-WSW, foram identificadas falhas geradas e/ou reativadas nos eventos de transcorrência sinistral E-W (TS) e de distensão final NW-SE (E2), que correspondem ao primeiro e terceiro eventos deformadores identificados, e cujas idades são atribuídas ao Mioceno e Holoceno por Sanson (2006), respectivamente. Dois destes marcantes lineamentos coincidem com os limites norte e sul da área de Dorândia, e um deles ocorre no interior da mesma região (Figura 44). Suas orientações são compatíveis com os pares conjugados de fraturas geradas por esforços em uma transcorrência sinistral (Figura 44), porém é possível que algumas das estruturas deste evento sejam resultantes de reativações de falhas NE-SW préteritas, geradas no evento de extensão NW-SE inicial (E1) do Eoceno (Sanson, 2006), pois a direção dos esforços distensivos dos dois eventos são similares, orientados segundo NW-SE. Analisando-se as informações citadas, conclui-se que os lineamentos e falhas de direções NE-SW e ENE-WSW em questão podem associar-se a três distintos eventos tectônicos definidos por Sanson (2006) e que atuaram durante o Cenozoico na região, são elas: distensão inicial NW-SE (E1), com geração de estruturas; transcorrência sinistral E-W (TS), com geração e reativação de estruturas; e distensão NW-SE (E2), com reativação de estruturas (Figura 44).

Ao longo do lineamento de direção NE-SW que aparece no interior da Área de Dorândia, ocorrem depósitos isolados da Formação Ribeirão dos Quatis. De acordo com Ramos (2003), o registro sedimentar fluvial desta unidade formou-se em depressões rasas e descontínuas em meio a colinas do embasamento, anteriormente ao evento tectônico principal de geração das bacias cenozoicas. Somando-se a estas informações o fato de que tais depósitos encontram-se entre expressivas ocorrências sedimentares das formações Resende e Pinheiral, e de que a Formação Ribeirão dos Quatis é a mais antiga de todas as unidades sedimentares da bacia de Volta Redonda, conclui-se que o lineamento citado representa um alto estrutural de direção NE-SW, formado durante o evento de distensão que originou as bacias cenozoicas do RCSB (Figura 44). Observa-se que esta feição tectônica é a responsável pela segmentação longitudinal das ocorrências sedimentares da área de Dorândia em duas partes principais (Figura 44), o

que leva à conclusão de que no momento da gênese desta região de acumulação sedimentar ocorreu a formação de dois pequenos grábens distintos, não conectados fisicamente, que evoluíram para calhas deposicionais vizinhas e separadas pelo alto estrutural, porém com as redes de drenagem integradas, situação análoga ao modelo evolutivo de tectônica extensional em riftes de Gawthorpe *et al.* (2000), conforme proposta de Negrão (2010) para a bacia de Volta Redonda.

Comparando-se a natureza das ocorrências sedimentares localizadas a norte e a sul do alto estrutural, percebe-se que a norte deste a área dos depósitos é maior do que na parte sul, além de serem mais numerosos. Além disso, na parte norte predominam depósitos da Formação Resende, que constitui o principal registro sedimentar das bacias do RCSB (Sanson, 2006), enquanto ao sul são predominantes os depósitos da Formação Pinheiral, o que permite afirmar que o gráben norte evoluiu para uma calha deposicional mais expressiva do que o gráben sul (Figura 44).

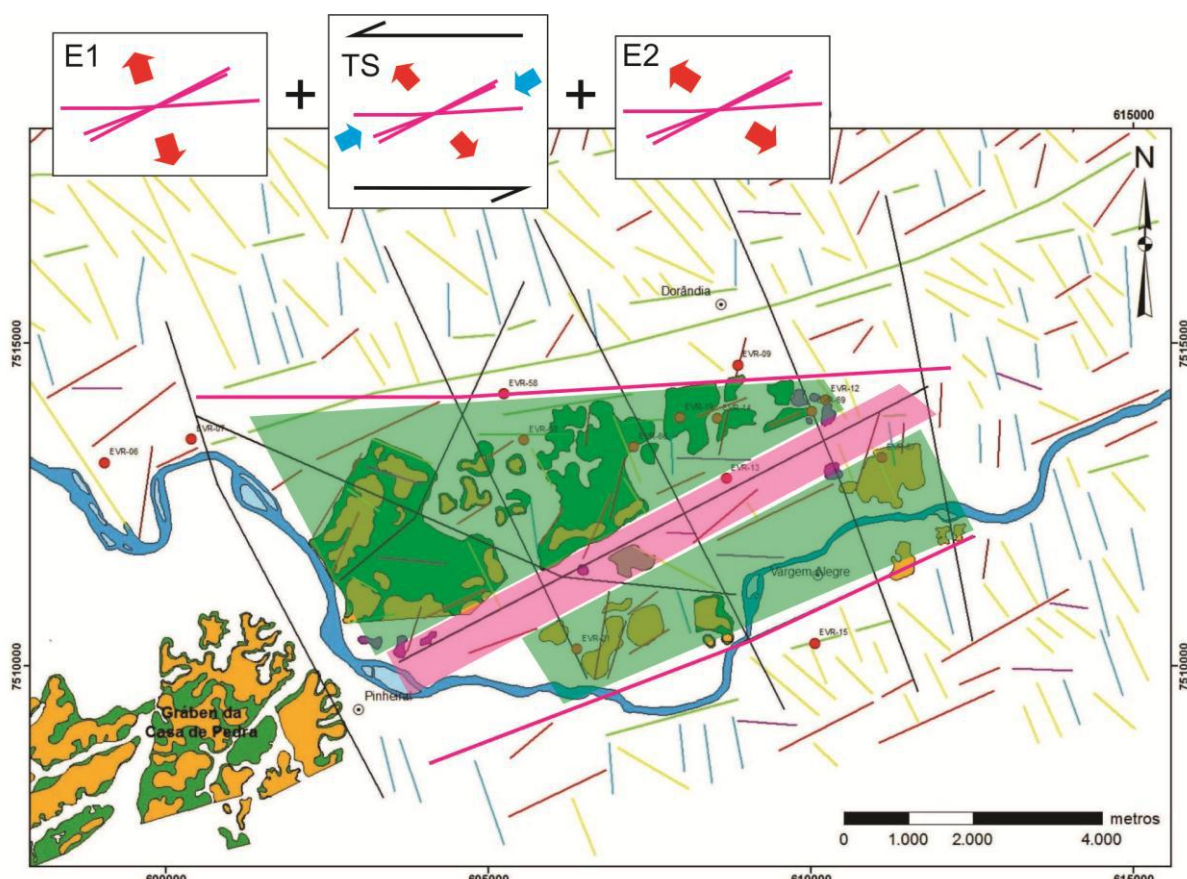


Figura 44: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, mostrando a segmentação longitudinal das ocorrências sedimentares da área de estudo em duas partes principais pelo alto estrutural no interior da área, originado pelas estruturas NE-SW e ENE-WSW, geradas e/ou reativadas nos eventos de distensão inicial NW-SE (E1), de transcorrência sinistral E-W (TS) e de distensão final NW-SE (E2), e com orientações compatíveis com os pares conjugados de fraturas gerados por esforços em uma transcorrência sinistral e em uma distensão NW-SE.

As estruturas relacionadas ao evento de transcorrência dextral E-W (TD) direcionadas segundo NNW-SSE e NW-SE foram identificadas em lineamentos dispostos nas mesmas direções, que compartimentam transversalmente as ocorrências sedimentares cenozoicas da área de estudo em cinco partes principais e limitam a área de Dorândia em suas bordas leste e oeste, além de separá-la fisicamente do Gráben da Casa de Pedra (Figura 45). Tais estruturas apresentam orientações compatíveis com os pares conjugados de fraturas originados em uma transcorrência dextral (Figura 45). Este regime tectônico é bem representado na área de estudo, fato que se reflete na grande quantidade de lineamentos e falhamentos associados a ele (Figura 42). Apesar do fato das estruturas citadas estarem em alto ângulo com as bordas limitantes da área de Dorândia, aquelas não são definidas como falhas de transferência, pois não foram originadas durante a tectônica formadora do RCSB com intuito de promover a conservação regional da deformação causada pela distensão. Tratam-se de estruturas neotectônicas, formadas posteriormente à geração da bacia de Volta Redonda e responsáveis por parte da deformação rúptil das rochas da mesma bacia.



Figura 45: Mapa de lineamentos confeccionado a partir de modelo digital de elevação (SRTM/NASA) na escala 1:60.000, mostrando a compartimentação transversal das ocorrências sedimentares da área de estudo em cinco partes principais pelas estruturas NNW-SSE e NW-SE, geradas no evento de transcorrência dextral E-W (TD) e compatíveis com as orientações dos pares conjugados de fraturas gerados por esforços em uma transcorrência dextral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 48: 15 - 26.
- Angelier, J. & Mechler, P. 1977. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en seismologie: la méthode des diédres droits. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 7:1309-1318.
- 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, p. 75 - 88. (Série Projeto REMAC 4).
- Burchfiel B. C. 1980. Tectonics of non-collisional regimes - the modern Andes and the Mesozoic Cordilleran orogen of the western United States. *In: B. C. Burchfiel (ed.) Continental Tectonics*. National Academy of Sciences, Washington, D. C., 65-72.
- Carmo, I. O. 1996. *Análise Estratigráfica de Depósitos Pleistocênicos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 141 p.
- Destro, N. (2002). Falhas de Alívio de Transferência: O significado Tectônico e Econômico no Rift do Recôncavo-Tucano-Jatobá, NE Brasil. Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, Dissertação de Doutorado, 173 p.
- Delvaux D. 2011. WinTensor™ Versão 3.0.0.. Fonte da internet: <http://www.damiendelvaux.be/Tensor/tensor-index.html>.
- DRM-RJ. 1982. Folha Pirai (SF-23-Z-A-VI-1). Mapa Geológico.
- Etheridge M. A., Branson J. C., Stuart-Smith P. G. 1987. The Bass, Gipsland and Otway Basins, Southwest Australia: A branched rift system formed by continental extension. *In: C. Beaumont & A. J. Tankard (eds.) Sedimentary basins and basin forming mechanisms*. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 12:147-162.
- 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. 775 p., p.305 - 384.
- Gawthorpe, R. L. & Leeder, M. R. 2000. Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins. *Basin Research*, 12 (3-4): 195 - 218.
- GoogleMaps (2010), <http://maps.google.com.br>
- Hasui, Y.; Carneiro, C. D. R. & Coimbra, A. M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Revista Brasileira Geociências*, 5: 257 - 264.
- Hasui, Y.; Gimenez, A. F. & Melo, M. S. 1978. Sobre as bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 30, Recife, 1978. *Anais*, Recife, SBGeo, v.1, p.382-392.

- Heilbron, M., Pedrosa-Soares, A. C., Campos Neto, M. C., Silva, L. C., Trouw, R. A. J. & Janasi, V. A. 2004. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C. & BRITO NEVES, B. B. (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca, p. 203-235.
- Heilbron, M., Valeriano, C. M., Valladares, C. S., Machado, N. 1995. A Orogênese Brasileira no Segmento Central da Faixa Ribeira, Brasil. In. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(4), p.249-266, dezembro de 1995.
- Lister G. S., Etheridge M. A, Symonds P. A. 1986. Detachment faulting and the evolution of continental margins. *Geology*, 14:246-250.
- Melo, M. S.; Riccomini, C.; Campanha, G. A. C.; Miotto, J. A. ; Almeida, F. F. M.; Hasui, Y.; Ponçano, W. L. & Gimenez, A. F. 1983. *Estudos geológico-tectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro-SP)*. Relatório 17.737, IPT, São Paulo, 124 p.
- Morgan W. J. 1972. Plate motion and deep mantle convection. *Geol. Soc. Am. Mem.*, **137**:7-22.
- Morley C. K. 1988. Variable extension in Lake Tanganyika. *Tectonics*, **10**:3-8.
- Morley, C.K., Nelson, R.A., Patton, T.L., Munn, S.G. 1990. Transfer Zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts. *AAPG Bull.*, 74 (8):1234-1253.
- Negrão, A. P.; Ramos, R. R. C. & Mello, C. L. 2006. Depósitos conglomeráticos pré-Formação Resende na região de Volta Redonda (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43, Aracaju, 2006. Boletim, Aracaju, SBGeo, p. 320.
- Negrão, A. P., Ramos, R. R. C. & Mello, C. L. 2008. Extensão da Bacia Sedimentar de Volta Redonda (Rj, Segmento Central do Rift Continental do Sudeste do Brasil) a Leste do Gráben da Casa de Pedra. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44, Curitiba, 2008. Boletim, Curitiba, SBGeo, p.119.
- Negrão, A.P., Ramos, R. R. C. & Mello, C. L. 2009. Mapeamento de Sedimentos Paleogênicos na Região de Rialto e Colônia Santo Antônio (Barra Mansa, RJ) e sua Relação com a Bacia de Volta Redonda. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 11, São Pedro, 2009. Boletim, São Pedro, SBGeo, p.158.
- Negrão, A. P. 2010. *Extensão dos limites da bacia sedimentar de Volta Redonda (RJ, Segmento central do Rift Continental do Sudeste do Brasil) a leste e a oeste do gráben da Casa de Pedra*. Curso de graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Trabalho Final de Curso (Geologia), 56 p.
- Neumann E. R. & Ramberg I. B. 1978. Paleorifts-concluding remarks. In: E. R. Neumann & I. B. Ramberg (eds.) *Tectonics and Geophysics of Continental Rifts*. Dordrecht, D. Reidel, 409-424.

- Padilha, A. L. & Vitorello, I. 1992. Investigações geolétricas nas bacias de Volta Redonda e Resende. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, São Paulo, 1992. *Resumos Expandidos*, São Paulo, SBGeo, v. 2, p. 403-404.
- PRONAGEO UERJ/CPRM. 2007. Folhas: Volta Redonda (SF-23-Z-A-V), CPRM (2007); Barra do Pirai (SF-23-Z-A-III), CPRM (2007); Santa Rita do Jacutinga (SF-23-Z-A-II), CPRM (2007). Mapas Geológicos.
- Ramos, R.R.C. 1997. *Estratigrafia da Sucessão Sedimentar Terciária da Bacia de Resende, entre Resende e Quatis (RJ), com Ênfase na Caracterização das Litofácies, Ciclicidade e Paleocorrentes*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 208 p.
- Ramos, R. R. C. 2003. *Sistemas Aluviais Terciários da Bacia de Resende, Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Análise de Fácies e Revisão Estratigráfica*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 221 p.
- Ramos, R. R. C.; Mello, C. L. & Sanson, M. S. R. 2005. Bacias Sedimentares Brasileiras - Bacia de Resende. *Phoenix*, 76:1-6.
- Ramos, R. R. C.; Ávila, C. A.; Vasconcelos, P.; Thiede, P.; Vasques, F. S. G. & Rocha, F. M. 2008. Magmatismo meso-cenozóico na região das bacias de Resende e de Volta Redonda. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 44, Curitiba, 2008. *Anais*, Curitiba, SBGeo, p. 559.
- Riccomini, C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 256 p.
- Riccomini, C.; Melo, M. S.; Carneiro, C. D. R.; Almeida, F. F. M.; Mioto, J. A. & Hasui, Y. 1983. Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 4, Rio de Janeiro, 1993. *Boletim Resumos*, Rio de Janeiro, SBG, p. 23-24.
- 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.; DAL RÉ CARNEIRO, C. & BRITO NEVES, B. B. (orgs.) Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca, p.383-405.
- Röller & Trepmann, *Stereo32, Version 1.0.2*. Fonte da internet: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/hardrock/downloads.html>
- Sadowski, G.R. & Motidome, M.J.. 1987. Brazilian megafaults. *Rev. Geol. Chile*, 31: 61-75.
- Sanson, M. S. R. 2006. *Sistemas Depositionais Aluviais e Tectônica Cenozóica na Região de Volta Redonda (RJ) – Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 151 p.
- Sanson, M. S. R.; Ramos, R. R. C. & Mello, C. L. 2006. Bacias Sedimentares Brasileiras – Bacia de Volta Redonda. *Phoenix*, 88: 1 – 6.

- Silva, T. M. 2002. *A Estruturação Geomorfológica do Estado do Rio de Janeiro*. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 264 p.
- Trouw, R. A. J.; Heilbron, M.; Ribeiro, A.; Paciullo, F. V. P.; Valeriano, C. M.; Almeida, J. C. H.; Tupinambá, M. & Andreis, R. R. 2000. The central segment of the Ribeira belt. *In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, E.J.; CAMPOS, D.A. (eds.) Tectonic Evolution of South America*, 31st International Geological Congress, p. 287-310.
- Twiss R. J. & Moores E. M. 1992. *Structural Geology*. New York, W. H. Freeman and Company, 532p.
- Van der Pluijm B. A. & Marshak S. 1997. *Earth Structure: An introduction to structural geology and tectonics*. WCB/McGraw-Hill, 495p.
- Willock C. 1988. *As regiões selvagens do mundo: O Grande Vale da África*. Rio de Janeiro, Time-Life Livros, Editora Cidade Cultural Ltda., 184p.
- Zalán & Oliveira 2005. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *In: Boletim de Geociências da Petrobras – v.13, n° 2, p. 269-300, maio/nov. 2005.*

ANEXO: Tabela de dados estruturais tratados

LEGENDA

N – Falha normal

NS – Falha normal sinistral

SN – Falha sinistral normal

ND – Falha normal dextral

DN – Falha dextral normal

E2 – Regime de distensão final NW-SE

TD – Regime de transcorrência dextral E-W

TS – Regime de transcorrência sinistral E-W

LOCALIDADE (Coord. UTM)	N°	PLANO	ESTRIA	TIPO DE FALHA	ORIENTAÇÃO	REGIME TECTÔNICO	FRATURA RIEDEL	CONTROLE ESTRATIGRÁFICO
EVR-06 BVR, borda NE 0599051/7513143	1	105/52	022/10	SN	N15E	TD (E-W)	R´	Embasamento (bi-gnaïsse)
	2	105/50	026/15	SN	N15E	TD (E-W)	R´	
	3	110/15	055/10	SN	N20E	TD (E-W)	R´	
	4	108/52	024/08	SN	N18E	TD (E-W)	R´	
	5	098/50	186/03	DN	N08E	TS (E-W)	R´	
EVR-07 BVR, borda NE 0600395/7513506	6	280/83	215/75	SN	N10E	TD (E-W)	R´	Embasamento (bi-gnaïsse)
	7	148/55	070/16	SN	N58E	TS (E-W)	R	
	8	332/77	264/51	SN	N62E	TS (E-W)	R	
	9	332/78	245/16	SN	N62E	TS (E-W)	R	
EVR-09 GD, borda NE 0608869/7514656	10	310/75	310/75	N	N40E	E2 (NW-SE)		Embasamento + Fm. Resende + Colúvio
	11	340/42	340/42	N	N70E	E2 (NW-SE)		
	12	268/22	290/21	ND	N02W	E2 (NW-SE)		
	13	267/50	280/49	ND	N03W	E2 (NW-SE)		
	14	245/50	305/22	DN	N25W	E2 (NW-SE)		
EVR-12 GD 0610237/7514119	15	350/30	350/30	N	N80E	E2 (NW-SE)		Embasamento + Fm. Pinheiral + Cobertura Quaternária
	16	340/60	340/60	N	N70E	E2 (NW-SE)		
	17	130/58	130/58	N	N40E	E2 (NW-SE)		
	18	014/48	034/46	ND	N76W	TD (E-W)	R	
	19	316/36	352/30	ND	N46E	TS (E-W)	R´	
EVR-13 GD 0608692/7512899	20	060/76	002/65	SN	N30W	TD (E-W)	R´	Embasamento + Colúvio
	21	070/85	348/60	SN	N20W	TD (E-W)	R´	
	22	072/86	345/44	SN	N18W	TD (E-W)	R´	
	23	180/75	120/62	SN	E-W	TS (E-W)	Y	

EVR-14 GD, borda NE 0608553/7513828	24	060/66	356/55	SN	N30W	TD (E-W)	R'	Embasamento + Colúvio
	25	170/88	256/50	DN	N80E	TD (E-W)	P	
EVR-15 GD, borda SE (pedreira) 0610130/7510494	26	170/32	170/32	N	N80E	E2 (NW-SE)		Embasamento (bi-gnaiss) + Conglomerado Quaternário
	27	120/55	120/55	N	N30E	E2 (NW-SE)		
	28	128/60	128/60	N	N38E	E2 (NW-SE)		
	29	230/60	230/60	N	N40W	TD (E-W)	T	
	30	178/68	148/65	NS	N88E	TS (E-W)	R	
	31	160/65	128/61	NS	N70E	TS (E-W)	R	
	32	345/45	261/06	SN	N75E	TS (E-W)	R	
	33	360/50	280/12	SN	E-W	TS (E-W)	R	
EVR-19 GD, borda Norte	35	176/80	255/42	DN	N84E	TD (E-W)	Y	Fm. Resende + Conglomerado Quaternário
	36	038/81	038/81	N	N52W	TD (E-W)	T	
EVR-21 GD, central 0606378/7510256	37	154/75	154/75	N	N64E	E2 (NW-SE)		Fm. Manso?
	38	130/75	130/75	N	N40E	E2 (NW-SE)		Embasamento + Fm. Pinheiral?
	39	054/45	054/45	N	N36W	TD (E-W)	T	
EVR-58 BVR, borda NE (domínio externo) 0605243/7514205	40	328/68	040/34	DN	N58E	TS (E-W)	R	Embasamento (bi-gnaiss migmatítico)
	41	332/58	042/30	DN	N62E	TS (E-W)	R	
	42	316/62	030/30	DN	N46E	TS (E-W)	R	
	43	170/82	086/36	SN	N80E	TS (E-W)	R	
EVR-66 (A-03-L) GD, borda Norte 0607260/7513385	44	063/48	137/19	DN	N27W	TS (E-W)	R'	Fm. Resende + embasamento
	45	264/70	264/70	N	N06W	TD (E-W)	T	
	46	230/64	268/58	ND	N40W	TD (E-W)	R	
EVR-67 (A-08-L) GD, borda Leste 0611100/7513217	47	215/62	215/62	N	N45W	TD (E-W)	T	Fm. Pinheiral + Conglomerado quaternário
	48	238/62	256/60	ND	N58W	TD (E-W)	T	
EVR-68 (A-06-L e A-07-L) GD, borda Norte 0605550/7513491	49	356/37	356/37	N	N86E	E2 (NW-SE)		Embasamento + Cobertura coluvionar quaternária
	50	349/64	349/64	N	N79E	E2 (NW-SE)		
	51	065/78	340/22	SN	N25W	TD (E-W)	R'	
	52	070/86	343/34	SN	N20W	TD (E-W)	R'	
EVR-69 (A-09-L) GD, borda NE 0610017/7513939	53	332/64	332/64	N	N62E	E2 (NW-SE)		Embasamento + depósitos fanglomeráticos paleogênicos
	54	305/62	305/62	N	N35E	E2 (NW-SE)		