

Diogo Justa de Miranda

**ANÁLISE DE ESTRUTURAS RÚPTEIS ASSOCIADAS A
DEFORMAÇÕES NEOTECTÔNICAS NA REGIÃO CENTRO-NORTE
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia)

**UFRJ
Rio de Janeiro
2007**



UFRJ

Diogo Justa de Miranda

**ANÁLISE DE ESTRUTURAS RÚPTEIS ASSOCIADAS A
DEFORMAÇÕES NEOTECTÔNICAS NA REGIÃO CENTRO-NORTE
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

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

Orientador:

Claudio Limeira Mello

**Rio de Janeiro
Março de 2007**

Miranda, Diogo Justa

Análise de estruturas rúpteis associadas a deformações neotectônicas na região centro-norte do estado do Espírito Santo

xi, il; 58 p.

Monografia (Graduação em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências (IGEO/UFRJ).

1. neotectônica 2. tectônica rúptil 3. bacia do Espírito Santo CDD551.809

Diogo Justa de Miranda

**ANÁLISE DE ESTRUTURAS RÚPTEIS ASSOCIADAS A
DEFORMAÇÕES NEOTECTÔNICAS NA REGIÃO CENTRO-NORTE
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

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

Orientador:

Claudio Limeira Mello

Aprovada em:

Por:

Orientador: Claudio Limeira Mello, IGEO/UFRJ

Rudolph Allard Johannes Trouw, IGEO/UFRJ

André L. Ferrari, LAGEMAR/UFF

Aos meus pais, Marcos e June, pelo amor e por me proporcionar todas as condições possíveis para me dedicar exclusivamente aos meus estudos em uma universidade pública, num país com terríveis problemas sociais. A minha irmã Dione, tios Jennifer e Jefferson e a vovó Mayna (*in memoriam*).

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Claudio Limeira Mello, com quem pude trabalhar nestes últimos dois anos e desenvolver a capacidade de produzir ciência, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho.

Ao geógrafo mais geológico que conheço, o Mestre Thiago Pinto da Silva, e ao geólogo Leonardo Corrêa Gomes, pelas enriquecedoras discussões sobre neotectônica e geologia estrutural em geral.

Agradeço também aos colegas do grupo de pesquisa e amigos Helen Belfort Rodrigues, José Duarte Correia (valeu a torcida no Cálculo III), Lucas Costa, Pablo Medina, Karina Lobato, Marcel Sanson, Renato Ramos, Rennan Santos, Rute Maria Morais, André Negrão, Claudio Marques, Aline dos Santos, Ana Paula Albuquerque, Diogo Borges, Enrico Ferreira, Enzo Appi, Erick Tomaz, Fredy Sant'ana, Ismael Esteves Junior, Ivanilson Moreira, Nick Dourado, Paula Santos, Fernanda Ventura e Raphael Hatushika.

A minha grande amiga e namorada Carolina da Silva Ribeiro, pela sua fundamental ajuda na confecção dos mapas, no uso de *softwares* em geral, pela sua incomensurável paciência comigo e pelo seu apoio em todos os momentos.

Resumo

Miranda, Diogo Justa. Análise de Estruturas Rúpteis Associadas a Deformações Neotectônicas na Região Centro-Norte do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 2007, 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Este trabalho tem por objetivo analisar conjuntos de estruturas rúpteis em depósitos sedimentares cenozóicos na porção emersa da bacia do Espírito Santo, na região centro-norte do Estado do Espírito Santo. Busca-se uma correlação entre eventos neotectônicos e os principais padrões de lineamentos estruturais na região, como forma de contribuir para a compreensão da evolução tectônica cenozóica da margem continental. O arcabouço estrutural da área de estudo é condicionado por um importante conjunto de estruturas de orientação NNW-SSE a NW-SE, de idade proterozóica, correspondente ao Lineamento Vitória-Ecoporanga ou Faixa Colatina. A partir de modelo digital de elevação, foram confeccionados um mapa de lineamentos e um mapa hipsométrico, ambos em escala 1:250.000, como auxílio para a identificação das principais linhas de fraqueza estrutural. Estes mapas orientaram a coleta de dados de estruturas rúpteis (juntas e falhas) afetando os depósitos cenozóicos, priorizando-se, nesta etapa, a coleta de pares falhas/estrias. Os dados estruturais foram classificados quanto ao tipo e orientação das estruturas e unidades estratigráficas afetadas, para a análise dos campos de paleotensões segundo o método dos diedros retos. O principal padrão reconhecido de estruturas tectônicas corresponde a falhas normais, por vezes apresentando componente dextral, com direção preferencial NW-SE a WNW-ESE, afetando depósitos das formações Rio Doce (Eoceno-Mioceno) e Barreiras (Mioceno-Plioceno), e sedimentos supostamente pleistocênicos. Indicam distensão máxima de orientação NE-SW, compatível com evento de transcorrência dextral E-W, de idade pleistocênica. Conjuntos proeminentes de juntas com orientação NW-SE a NNW-SSE afetando as unidades terciárias foram correlacionados ao mesmo evento tectônico. Estas principais estruturas neotectônicas foram interpretadas como fraturas do tipo T de Riedel, em relação a este evento de deformação neotectônica.

Palavras-chave: tectônica rúptil, Neotectônica, bacia do Espírito Santo

Abstract

Miranda, Diogo Justa. Análise de Estruturas Rúpteis Associadas à Deformações Neotectônicas na Região Centro-Norte do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, Ano. 2007, 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Ano.

This study aims to analyze groups of brittle structures in Cenozoic sedimentary deposits in the emerging portion of the Espírito Santo basin, in the mid-northern region of the Espírito Santo State, in the search of a correspondence between neotectonic events and the main structural lineaments in the region, as a way to contribute for the comprehension of Cenozoic tectonic evolution of the continental margin. The structural framework of the studied area is conditioned by an important group of Proterozoic structures with NNW-SSE to NW-SE trend, corresponding to the Vitoria-Ecoporanga Lineament or Colatina Lineament. Based on a digital elevation model, a lineament map and a hypsometric map have been elaborated, both in 1:250.000 scale, as a means to identify the main structural lines of weakness. These maps directed the data collection on brittle structures (joints and faults), affecting the Cenozoic deposits, with focus, at this stage, in the analyzes of fault/striae pairs. The structural data were classified according to their type and the structure orientation as well as the stratigraphic units affected, for the paleostress field analysis as per the straight dieders method. The main recognized pattern of tectonic structures corresponds to normal faults, sometimes presenting a dextral component, with preferential direction NW-SE to WNW-ESE, affecting the deposits of the Rio Doce Formation (Eocene-Miocene) and Barreiras Formation (Miocene-Pliocene) and probably Pleistocene sediments. They indicate a maximum distension of orientation NE-SW, compatible to the event of dextral E-W transurrence with Pleistocene age. Prominent groups of joints with NW-SE to NNW-SSE trend affecting Tertiary units were correlated to same tectonic event. These main neotectonic structures were interpreted as fractures type T Riedel, in relation to this event of neotectonic deformation.

Keywords: brittle tectonic, Neotectonic, Espírito Santo basin

Lista de figuras e tabelas

Figura 1	Mapa de localização da área de estudo no Estado do Espírito Santo e suas principais rodovias de acesso. (www.guianet.com.br).	14
Figura 2	Mapa geológico da área de estudo (modificado da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, www.cprm.gov.br).	17
Figura 3	Coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (modificado de Vieira <i>et al.</i> , 1994).	20
Figura 4	Quadro de fases tectônicas cenozóicas no Sudeste do Brasil segundo diferentes autores e regiões (modificado de Mello & Ferrari, 2003). A região delimitada pelo retângulo em azul corresponde à área do presente trabalho.	24
Figura 5	Elipsóide de deformação, forças e estruturas associadas a uma zona de cisalhamento dextral. Para cisalhamento sinistral, observar imagem especular desta figura (<i>in</i> Zalán, 1986).	27
Figura 6	Método dos diedros retos. (a) Vista em perspectiva do plano de falha (F) e do plano auxiliar (A), delimitando quatro diedros: dois em compressão (P) e dois em extensão (T). (s): vetor unitário de movimento e (n): vetor unitário normal. (b) Projeção estereográfica dos planos A e F, onde B é a interseção dos planos. (c) Superposição de dois planos de falha, mostrando áreas 100 % compressivas (em cinza escuro) e áreas 100% distensivas (em cinza claro) – Angelier (1994).	28
Figura 7	Projeções ciclográficas de planos de falhas conjugados com respectivas estrias e seus blocos diagramas, para: a) regime distensional (falhas normais); b) compressional (falhas reversas); e c) direcional (falhas direcionais) – Angelier (1994).	29
Figura 8	Mapa hipsométrico e de lineamentos estruturais obtidos a partir da interpretação do MDE, ressaltando a localização dos pontos de coleta de dados estruturais discutidos neste estudo.	33
Figura 9	Mapa hipsométrico e de lineamentos estruturais obtidos a partir da interpretação do MDE, com destaque para alinhamento de feixes com orientação E-W (amarelo) que delimitam uma área com concentração de feixes com orientação NW-SE (azul) e poucos lineamentos com orientação NE-SW (vermelho). Em branco, são destacados lineamentos relacionados à Faixa Colatina. Estão assinalados os pontos de coleta de dados estruturais discutidos neste estudo.	34
Figura 10	Visão geral do afloramento estudado no ponto NV 01 e sua interpretação.	36
Figura 11	Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração dos pares de falha/estria com orientação NW-SE identificados no ponto NV01, indicando distensão NE-SW. (☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	37
Figura 12	Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientações de NW-SE a NNW-SSE, identificadas no ponto NV01, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com uma transcorrência dextral E-W. (☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	37

- Figura 13** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração dos pares de falha/estria com orientação NW-SE identificados no ponto NV04, indicando distensão NE-SW. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 38
- Figura 14** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NW-SE, identificadas no ponto NV04, indicando distensão NE-SW associada a leve compressão NW-SE, compatível com transcorrência dextral E-W. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 39
- Figura 15** Projeção ciclográfica de todas as orientações de juntas observadas no ponto NV 03, onde a cor preta representa a orientação NW-SE; a violeta, a orientação NNW-SSE; a amarela, a orientação WNW-ESE; a verde, a orientação NNE-SSW; e a azul, a orientação NE-SW. (nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 40
- Figura 16** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NW-SE e secundárias NNE-SSW, NNW-SSE e WNW-ESE, identificadas no ponto NV03, indicando leve compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 40
- Figura 17** Projeção ciclográfica de juntas com orientação NE-SW observadas no ponto NV 03, provavelmente geradas por esforços distensivos de orientação NW-SE. 41
- Figura 18** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NNW-SSE a NW-SE, identificadas no ponto SM01, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 42
- Figura 19** Visão geral do afloramento estudado no ponto MUC 01, onde é possível observar duas principais direções de fraturas afetando depósitos sedimentares da Formação Rio Doce. 43
- Figura 20** Projeção ciclográfica das juntas observadas no ponto MUC01, onde a cor preta representa a orientação ENE-WSW; a violeta, a orientação NE-SW; a verde, a orientação NNW-SSE; a azul, a orientação N-S; e a vermelha, a orientação NW-SE. (nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 43
- Figura 21** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas com orientação principal ENE-WSW a NE-SW, identificadas no ponto MUC01, indicando esforços de distensão NW-SE e compressão NE-SW, compatíveis com transcorrência sinistral E-W. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 44
- Figura 22** Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas com orientação principal NNW-SSE a NW-SE, identificadas no ponto MUC01, indicando distensão NE-SW e compressão NW-SE, compatível com transcorrência dextral E-W. (☉ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ▣ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma). 44

Figura 23	Visão geral do afloramento estudado no ponto SGP 09 e a sua interpretação (segundo Rodrigues, 2005).	45
Figura 24	Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de falhas normais dextrais com orientação principal NW-SE, identificadas no ponto SGP09, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W (<i>in</i> Rodrigues, 2005). (☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	46
Figura 25	Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de falhas dextrais E-W e sinistrais NNW a NNE, identificadas no ponto LIN 01, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com uma transcorrência dextral E-W (<i>in</i> Hatushika, 2005). (☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	47
Figura 26	Visão geral e interpretação do afloramento estudado no ponto LIN 02 (segundo Rodrigues, 2005).	48
Figura 27	Diagramas ilustrativos dos campos de esforços tectônicos identificados no ponto LIN 02 (<i>in</i> Rodrigues, 2005): (a) associado à geração de falhas normais ENE a NE, indicando distensão NW-SE; e (b) falhas dextrais normais NE-SW, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W. (☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	49
Figura 28	Visão geral e interpretação do afloramento estudado no ponto ARA 01 (segundo Rodrigues, 2005).	50
Figura 29	Diagramas ilustrativos dos campos de esforços tectônicos identificados no ponto ARA 01 (<i>in</i> Rodrigues, 2005): (a) associado à geração de falhas normais NW-SE e dextrais normais NE-SW, indicando distensão NE-SW compatível com o regime de transcorrência dextral E-W; (b) falhas normais NE-SW, indicando distensão NW-SE.(☉ s ₁ : eixo de tensão máxima; ▲ s ₂ : eixo de tensão intermediária; ▣ s ₃ : eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).	51
Figura 30	Diagramas dos campos de tensões neotectônicas obtidos nos pontos estudados.	53
Figura 31	Mapa de lineamentos estruturais ressaltando conjuntos de lineamentos de orientação NW-SE (em azul), compartimentados por lineamentos de orientação E-W (em amarelo). Os lineamentos NW-SE são interpretados como a expressão de fraturas T de Riedel; os lineamentos E-W são interpretados como a expressão de fraturas Y de Riedel. Destaque para a distribuição dos diagramas de análise dos campos de tensões indicativos de transcorrência dextral E-W.	54
Tabela 1	Relação dos pontos de coleta de dados estruturais, com suas respectivas coordenadas UTM (datum WGS 1984, fuso 24 S).	35

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de figuras e tabelas	viii
1 – INTRODUÇÃO	12
2 – OBJETIVO	13
3 – ÁREA DE ESTUDO	14
3.1 Localização e Acessos	14
3.2 Geologia Regional	15
3.2.1 Embasamento.....	15
3.2.2 Sedimentos Cenozóicos	16
3.2.3 Bacia do Espírito Santo	19
3.2.4 Alinhamento Vitória-Ecoporanga	21
4 – EVENTOS NEOTECTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL	23
4.1 Trabalhos anteriores na área de estudo	25
5 – METODOLOGIA	26
5.1 Análise de lineamentos	26
5.2 Análise de estruturas rúpteis	27
6 – RESULTADOS	32
6.1 Análise de lineamentos estruturais	32
6.2 Análise de dados estruturais	35
7 – CONCLUSÕES	52
Referências bibliográficas	56

1 – INTRODUÇÃO

As marcantes feições topográficas que caracterizam a margem continental do Sudeste do Brasil, onde se destacam blocos elevados (serras do Mar e da Mantiqueira) intercalados por importantes depressões topográficas que preservam um considerável registro sedimentar cenozóico de origem continental (depressões do rio Paraíba do Sul e do rio Doce), têm sua origem relacionada à atuação da tectônica mesozóica-cenozóica (Asmus & Ferrari, 1978), com forte registro de reativações neotectônicas (Riccomini *et al.*, 2004).

A maioria dos autores que propuseram definições para o termo Neotectônica concorda que este deva ser utilizado para designar os eventos tectônicos ocorridos durante o Terciário tardio e Quaternário, e que foram responsáveis pela formação da topografia contemporânea (Summerfield, 1987; Saadi, 1993; Stewart & Hancock, 1994). Hasui (1990) considera que, em termos da Neotectônica no Brasil, esta envolva o intervalo de tempo a partir dos processos que culminaram com a deriva do continente sul-americano (depois de meados do Terciário), relacionados à movimentação ainda vigente, com manifestações em ambiente intraplaca. Admite como marcos cronológicos dos eventos neotectônicos no Brasil o início da deposição da Formação Barreiras e do último pacote sedimentar nas bacias costeiras, e o fim das manifestações magmáticas no território brasileiro (em torno de 12 Ma, na região nordeste).

Muitos estudos sobre campos de tensões neotectônicas em uma determinada região têm sido fundamentados em análises morfotectônicas, com destaque para a análise dos lineamentos estruturais expressos no relevo (feições lineares da superfície terrestre, onde todas as suas partes estão alinhadas de modo retilíneo ou levemente encurvado, presumivelmente refletindo fenômenos de subsuperfície - O'Leary *et al.*, 1976). Entretanto, dados de campo são fundamentais para qualquer discussão sobre a natureza das estruturas, relações temporais, etc. Desta forma, a análise de lineamentos pode constituir uma etapa preliminar para a análise tectônica, mas sua interpretação nem sempre é simples e deve sempre ser fundamentada na análise de estruturas rúpteis (falhas e juntas).

2 – OBJETIVO

O estudo aqui apresentado tem por objetivo realizar uma análise das estruturas rúpteis cenozóicas observadas na porção emersa da bacia do Espírito Santo, discutindo a correlação entre essas estruturas neotectônicas e padrões de lineamentos estruturais expressos no relevo desta região.

A partir destas informações, pretende-se estabelecer uma relação entre os padrões de fraturamento identificados, a análise dos campos de tensão e a evolução tectônica cenozóica da margem continental sudeste, podendo resultar em contribuição importante para estudos de modelagem de reservatórios de água subterrânea e hidrocarbonetos.

3- ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e Acessos

A área de estudo situa-se entre as coordenadas 18° 15' 48" e 19° 40' 55" de latitude Sul, e 40° 46' 28" e 39° 52' 43" de longitude Oeste, compreendendo parte da extensão da Faixa Colatina.

Localizada na região centro-norte do estado do Espírito Santo, a área abrange cidades como Pedro Canário, São Mateus, Nova Venécia, Linhares e Colatina. A principal via de acesso é a rodovia BR-101, que corta o estado de norte a sul e o liga aos estados da Bahia e do Rio de Janeiro. Outra importante via de acesso utilizada foi a rodovia ES-381, entre São Mateus e Nova Venécia (Fig. 1).



Figura 1- Mapa de localização da área de estudo no Estado do Espírito Santo e suas principais rodovias de acesso. (www.guianet.com.br)

3.2 Geologia

A região centro-norte do estado do Espírito Santo encontra-se inserida em uma única província geotectônica, a Província Mantiqueira, mais particularmente dentro da Faixa de Dobramentos Araçuaí, marginal em relação ao Cráton do São Francisco e caracterizada por terrenos pré-cambrianos retrabalhados no Ciclo Brasileiro - Fig. 2.

Durante o Mesozóico e o Cenozóico, esta região sofreu reativações relacionadas com a deriva continental Brasil-África e a formação da bacia sedimentar do Espírito Santo. No Cenozóico, houve uma intensa deposição continental, caracterizada pelas formações Rio Doce e Barreiras, de idade terciária, e a deposição de sedimentos quaternários marinhos na faixa costeira, enquanto que no interior do continente depositaram-se sedimentos fluviais e flúvio-lacustres ao longo das principais redes de drenagem.

As principais unidades geológicas serão descritas a seguir, de acordo com o mapeamento geológico realizado pelo projeto RADAMBRASIL, na escala 1:1.000.000 (Silva *et al*, 1987, folha SE 24 Rio Doce).

3.2.1. Embasamento

As rochas mais antigas do embasamento encontradas na região de estudo pertencem ao Complexo Paraíba do Sul. Este complexo apresenta evidências de origem metassedimentar e é caracterizado por metatexitos de composição kinzigítica e lentes de calciossilicatadas. Atribui-se uma idade relacionada ao Ciclo Transamazônico, posteriormente retrabalhado intensamente no Ciclo Brasileiro.

Em torno de 750 a 650 Ma atrás, houve o *emplacement* de granitóides sintectônicos do Complexo Montanha, formados por anatexia das porções basais do Complexo Paraíba do Sul. Posteriormente, por volta de 650 a 600 Ma, formaram-se extensos batólitos de granitóides, representados pelo Complexo Medina e pela Suíte Intrusiva Aimorés, relacionados ao Complexo Paraíba do Sul por processos de anatexia, à semelhança do Complexo Montanha,

porém com diacronismo temporal. Entre 550 e 450 Ma, já em tempos eopaleozóicos, deu-se o *emplacement* de Suíte Intrusiva Guaratinga, de composição granítica a granodiorítica.

Em tempos mesozóicos, processos de convecção do manto teriam provocado uma intumescência crustal, conhecida como Arco de Vitória, em cujas porções superiores colocaram-se corpos básicos sob a forma de diques ou *stocks*, através de falhas profundas que atingiram o manto (Suíte Intrusiva Fundão, composta essencialmente por diques de diabásios e gabros).

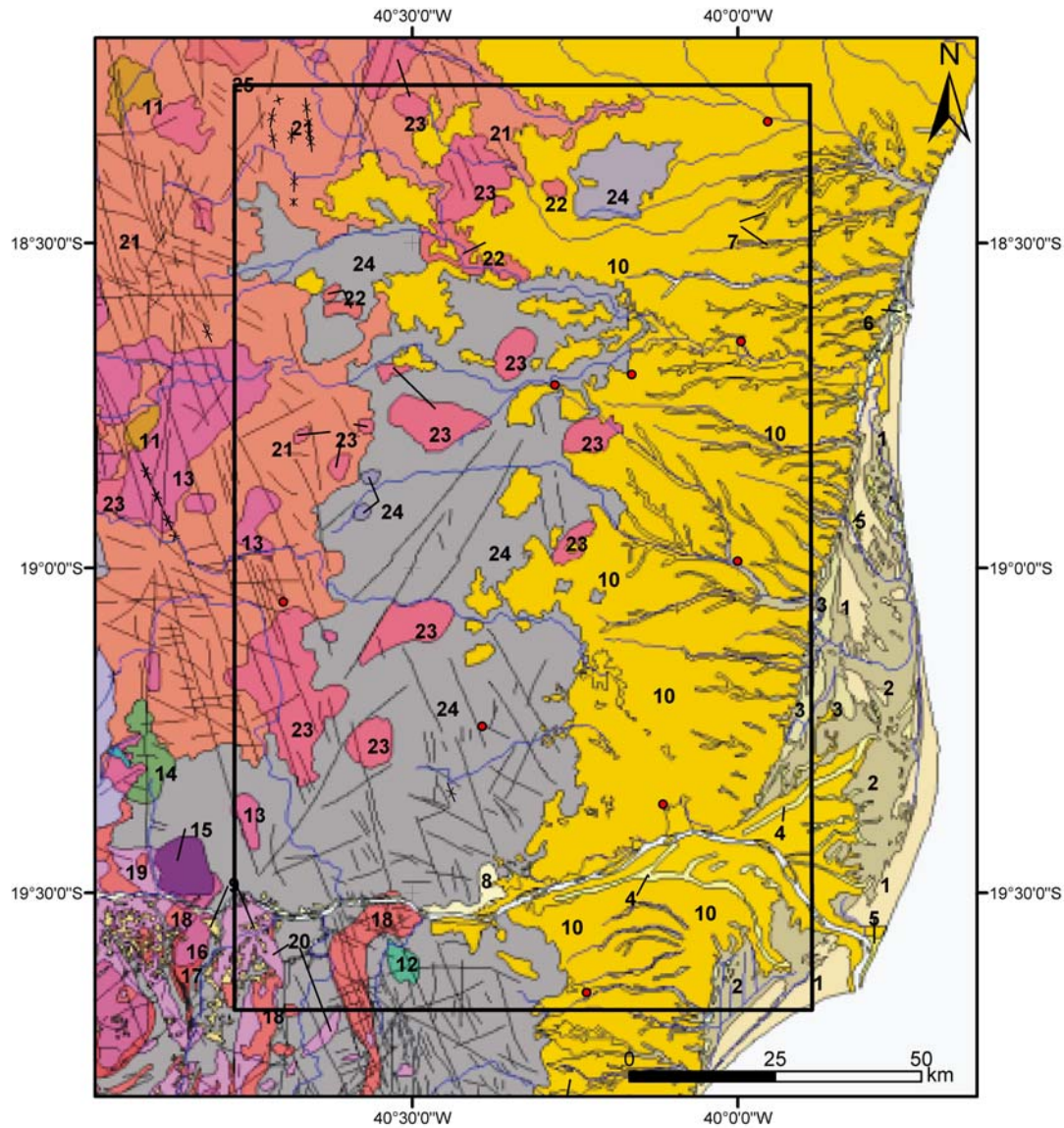
3.2.2 Sedimentos Cenozóicos

Os sedimentos cenozóicos são representados pelas formações Rio Doce e Barreiras, pela unidade denominada Coberturas Detrítico-lateríticas (Silva *et al.*, 1987) e por depósitos quaternários.

- Formação Rio Doce

A Formação Rio Doce constitui uma unidade estratigráfica de idade cenozóica (Eoceno-Mioceno) limitada por discordância erosiva dos depósitos da Formação Barreiras, sobrepostos.

Esta unidade foi definida por Asmus *et al.* (1971), compreendendo sedimentos arenosos, arcossianos, médios a muito grossos, com camadas intercaladas de sedimentos argilosos esverdeados a acinzentados. É interpretada como um sistema deposicional de leques costeiros, ligado a uma fase regressiva iniciada no Eoceno médio (Vieira *et al.*, 1994).

**CENOZÓICO****Depósitos sedimentares quaternários¹**

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Alinhamentos de antigos cordões litorâneos | 5 | Depósitos litorâneos |
| 2 | Depósitos flúvio-lagunares | 6 | Sedimentos indiferenciados |
| 3 | Depósitos de cordões litorâneos | 8 | Depósitos aluvionares |
| 4 | Depósitos colúvio-aluvionares | 9 | Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas |
| 7 | | | |

10

Formação Barreiras

MESOZÓICO

22

Suíte Intrusiva Fundão²**PALEOZÓICO**

11

Suíte Intrusiva Guaratinga²

12

Norito São Gabriel da Baunilha¹**PROTEROZÓICO****Suíte Intrusiva Aimorés²**

13

Padre Paraíso (charnockitos)¹

14

Suíte Intrusiva Aimorés (charnockitos)¹

15

Suíte Várzea Alegre (granitos)¹

16

Suíte Lagoa Preta (charnockitos)¹

17

Corpo Itapina (granitos)¹**Complexo Medina²**

23

Suíte Medina¹**Complexo Montanha²**

21

Leucogranito Carlos Chagas¹

22

Suíte Montanha¹**Demais suítes intrusivas¹**

18

Granitóide Colatina

19

Granulito Mascarenhas

20

Enderbitto Santa Tereza

Complexo Paraíba do Sul²

24

Complexo Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas¹

25

Granito Nanuque¹

¹ Segundo Carta Geológica ao Milionésimo CPRM (Folha SE.24 Rio Doce) 2006.
² Segundo Projeto RADAMBRASIL - IBGE (Folha SE.24 Rio Doce, vol.34) 1987.

Figura 2 - Mapa geológico da área de estudo (modificado da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, www.cprm.gov.br).

- Formação Barreiras

Uma das unidades mais expressivas da faixa litorânea é a Formação Barreiras, que aflora ao longo de toda costa do Espírito Santo, sob a forma de extensos tabuleiros ou falésias de vários metros de altura.

Esse pacote sedimentar é constituído por areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada, e argilas arroxeadas levemente arenosas.

No modelo de evolução paleogeográfica e paleoclimática proposto por Martin *et al.* (1997), a sedimentação Barreiras ocorreu provavelmente durante o Plioceno, quando o clima era semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas torrenciais. Dessa forma, teriam se formado amplas faixas de leques aluviais no sopé das encostas constituídas pelas rochas do embasamento.

- Coberturas Detrítico-Lateríticas

Coberturas detrítico-lateríticas, em geral, apresentam-se associadas a colinas de perfis convexos, suaves, contíguas aos depósitos aluviais ou mesmo afastadas destes, capeando interflúvios. Em outros casos, podem constituir extensas áreas aplainadas em regiões serranas, onde localmente são espessas, envolvendo também solos transportados.

- Depósitos Quaternários

A sedimentação quaternária nesta região está relacionada a depósitos colúvio-aluvionares e depósitos litorâneos, alcançando suas maiores dimensões no vale do rio Doce. Os sedimentos aluvionares são arenosos e argilosos, localmente conglomeráticos, associados à calha de drenagens. Os depósitos coluvionares normalmente têm constituição argilo-arenosa a areno-argilosa, observando-se, às vezes, nas meias encostas de morros do tipo “meia-laranja”, linhas de pedra associadas a solos transportados. Os depósitos litorâneos ocorrem como depósitos de mangue (areno-argilosos), permanentemente sob a influência das marés, e

depósitos praias (sistemas de cordões arenosos subparalelos ao litoral), eólicos, flúvio-marinhos, lagunares e fluviais indiferenciados.

3.2.3 Bacia do Espírito Santo

A bacia do Espírito Santo tem origem comum às demais bacias sedimentares da margem continental leste brasileira, que resultaram da separação dos continentes sul-americano e africano.

Esta bacia localiza-se ao longo do litoral centro-norte do Estado do Espírito Santo, possuindo uma área emersa que compreende uma estreita faixa entre a Vila de Regência até a divisa com a Bahia, estendendo-se no mar até a altura da cidade de Vitória. O limite sul da bacia do Espírito Santo é a feição geológica conhecida como Alto de Vitória, que a separa da bacia de Campos; o limite norte da bacia, separando-a da bacia de Mucuri, não está associado a um limite estrutural significativo, relacionando-se a uma divisão geográfica.

As rochas sedimentares e vulcânicas da bacia do Espírito Santo podem ser organizadas em três fases, em função do estilo tectônico atuante durante sua deposição: *rift*, transição e *drift* (Vieira *et al.*, 1994 - Fig. 3).

- Fase *Rift*: em inconformidade sobre as rochas do embasamento, é representada por ruditos intercalados com folhelhos cinza e coquinas, depositados em um ambiente continental caracterizado por leques aluviais, rios entrelaçados e lagos. Intercaladas nesta seqüência sedimentar, existem rochas vulcânicas. A evolução inicial da bacia do Espírito Santo relacionou-se com a quebra do supercontinente Gondwana, no Cretáceo, sendo o preenchimento nesta fase controlado, assim, por uma tectônica distensional, responsável por falhas normais que seguem a mesma orientação das estruturas do embasamento cristalino pré-cambriano;

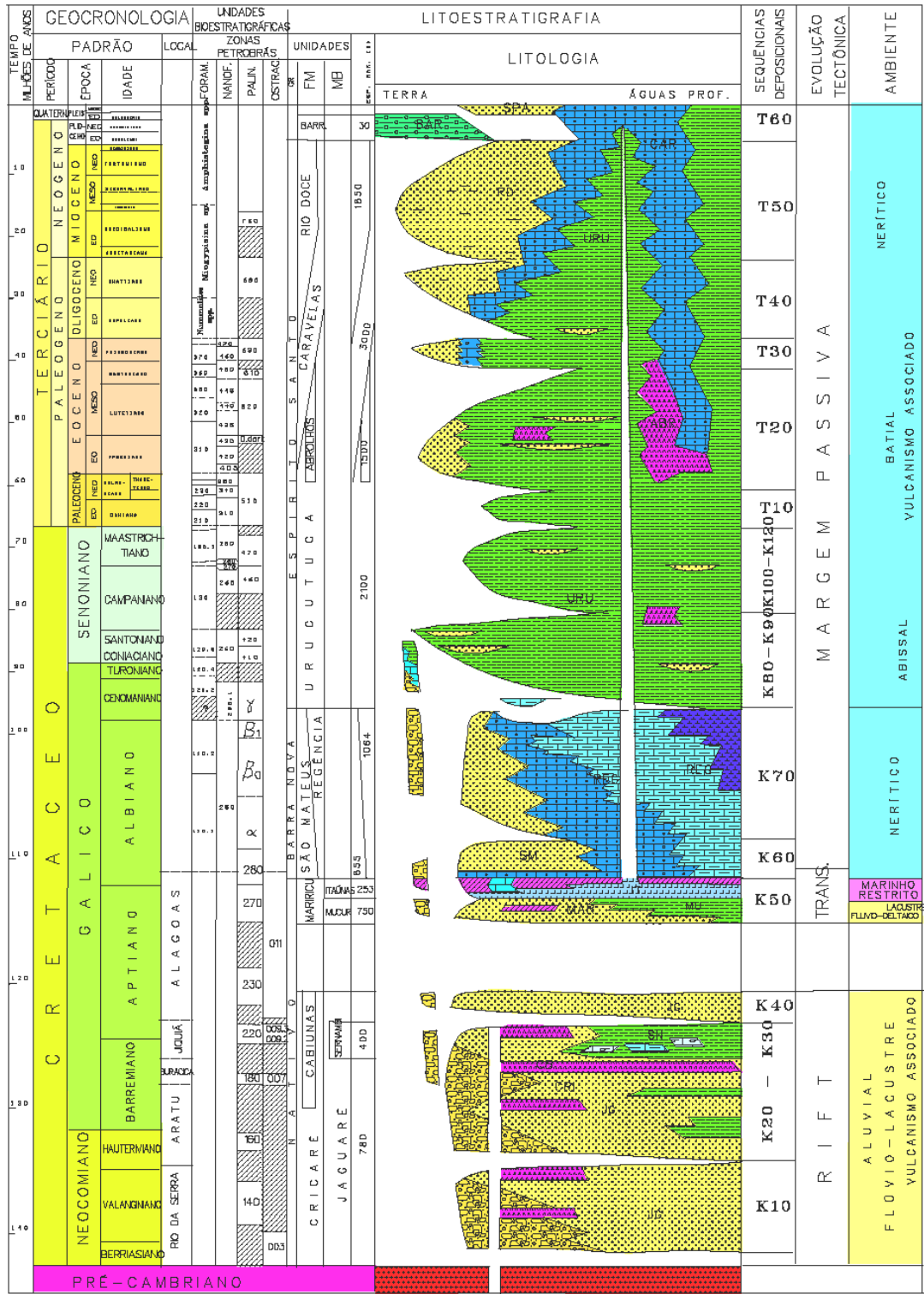


Figura 3 - Coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (modificado de Vieira *et al.*, 1994).

- Fase de Transição: a deposição foi iniciada em ambientes flúvio-deltaico a lacustrino e é caracterizada por sedimentos clásticos grossos intercalados com camadas de folhelho, calcários e anidritos. A parte superior desta seqüência sedimentar é composta por evaporitos depositados sob condições de águas salobras, com idades Aptiano final a Albiano inicial.

- Fase *Drift*: durante a separação continental, sedimentos marinhos começaram a ser depositados, em fases transgressivas e regressivas, entre o Albiano e o Recente, com o registro de sedimentos siliciclásticos e carbonáticos. Importantes depósitos turbidíticos são associados a esta fase, principalmente com o desenvolvimento de cânions na margem da plataforma (paleocânions de Regência e Fazenda Cedro). No Eoceno médio, em uma fase regressiva, foram depositados os arenitos arcossianos da Formação Rio Doce. Os registros em terra de sedimentos clásticos de idade miocênica-pleiocênica (Formação Barreiras) são incluídos no topo da coluna estratigráfica da Bacia do Espírito Santo.

Um importante evento de vulcanismo básico é registrado nesta bacia entre o Santoniano e o Oligoceno, com a principal atividade durante o Eoceno médio. Este evento afetou fortemente a fisiografia da bacia, resultando no Complexo de Abrolhos, em sua porção nordeste. O evento foi provavelmente responsável pelo surgimento de montanhas submarinas, conhecidas como Cadeia Vitória-Trindade, na parte sul da bacia, e perdurou até o Quaternário. A origem deste evento magmático na bacia do Espírito Santo é atribuída à passagem da placa sul-americana sobre um *hot spot*.

3.2.4 Alinhamento Vitória-Ecoporanga

Uma importante feição geológica que é fortemente marcada na área de estudo corresponde ao lineamento Vitória-Ecoporanga (Silva *et al.*, 1987), também conhecida como Faixa Colatina (Novais *et al.*, 2004), compreendendo um conjunto de feições lineares com orientação principal NNW-SSE (N10-25W), alcançando até 250 km de extensão.

Segundo Silva *et al.* (1987), este alinhamento está associado a um processo de deformação dúctil nas rochas do embasamento Proterozóico, junto à borda leste do Cráton do São Francisco. Esta feição tectônica teria se originado no Neoproterozóico e, durante o Eopaleozóico, teria sido reativada, sofrendo movimentos de cisalhamento e intrusão de plútons da Suíte Intrusiva Guaratinga. No Mesozóico (Jurássico), teria ocorrido uma nova reativação com a intrusão de diques básicos da Suíte Intrusiva Fundão encaixados segundo a direção NNW-SSE.

4 – EVENTOS NEOTECTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

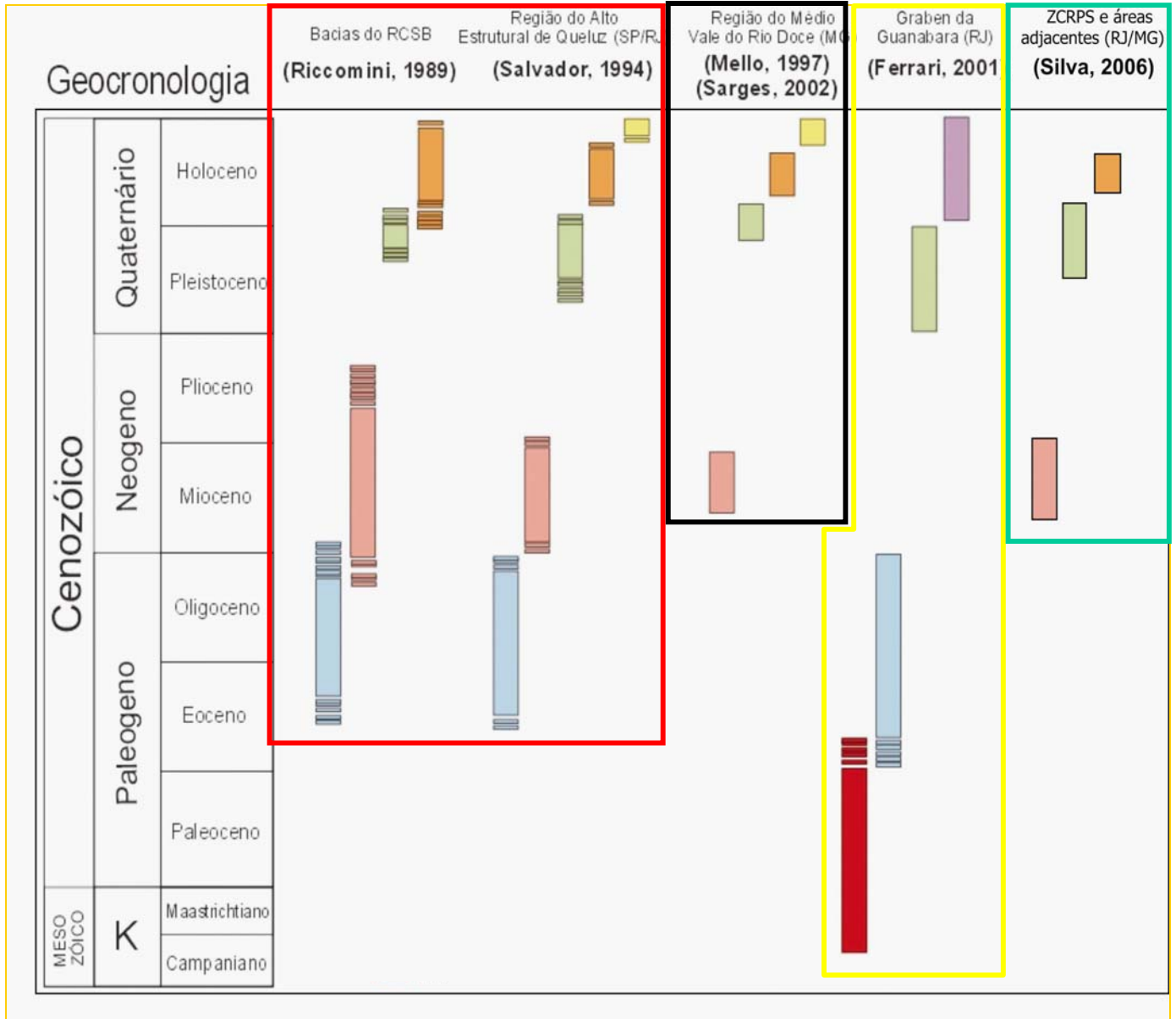
Riccomini (1989), estudando o *Rift* Continental Sudeste do Brasil (RCSB), que representa a mais bem estudada feição geotectônica cenozóica em território brasileiro, reconheceu três eventos neotectônicos: (i) transcorrência sinistral E-W, de idade neogênica; (ii) transcorrência dextral E-W, no intervalo temporal do Pleistoceno final ao Holoceno inicial; e (iii) distensão NW(WNW)-SE(ESE), de idade holocênica (Fig. 4). Salvador (1994) e Salvador & Riccomini (1995) limitaram a atuação do evento de transcorrência dextral E-W ao Pleistoceno, e reconheceram uma fase tectônica ainda mais recente, relacionada a uma compressão E-W, associando-a à compressão atual da placa Sul-Americana (Fig. 4).

Mello (1997) e Mello *et al.* (1999), estudando a região do Médio Vale do Rio Doce (MG), identificaram eventos tectônicos quaternários correlacionáveis aos descritos por Salvador (1994) e Salvador & Riccomini (1995), diferindo no intervalo temporal associado ao evento de transcorrência dextral E-W, posicionando-o no Holoceno inicial. Este resultado foi acompanhado por Sarges (2002), também estudando esta região (Fig. 4).

Ferrari (2001), em sua tese sobre o Gráben da Guanabara, reconheceu dois eventos tectônicos durante o Quaternário: (i) transcorrência dextral E-W, ao qual atribuiu idade pleistocênica; e (ii) distensão E-W, de idade holocênica (Fig. 4).

Silva (2006), em estudo sobre reativações neotectônicas na zona de cisalhamento do rio Paraíba do Sul, também reconheceu dois eventos tectônicos durante o Quaternário: (i) transcorrência dextral E-W, ao qual atribuiu idade pleistocênica; e (ii) uma distensão NW, a qual atribuiu idade holocênica (Fig. 4).

A fase de transcorrência dextral E-W ocorrida durante o Quaternário é reconhecida por todos os autores acima citados, tendo como diferença o tempo de duração do evento. Isto mostra quão abrangente, do ponto de vista espacial, foi este evento no Sudeste do Brasil. Outro evento que tem esta mesma abrangência é a distensão holocênica.



Legenda

- Compressão E-W
- Extensão E-W
- Extensão NW (WNW)- SE(ESE)
- Extensão NW (NNW)-SE(SSE)
- TD E-W
- TS E-W
- TS E-W

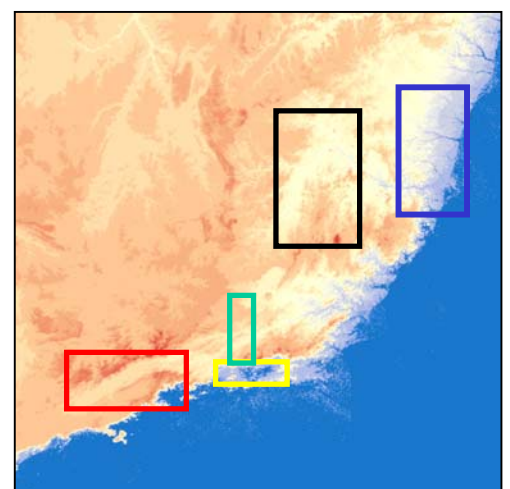


Figura 4 - Quadro de fases tectônicas cenozóicas no Sudeste do Brasil segundo diferentes autores e regiões (modificado de Mello & Ferrari, 2003). A região delimitada pelo retângulo em azul corresponde à área do presente trabalho.

4.1 – Trabalhos anteriores na área de estudo

Gallardo *et al.* (1987) realizaram, na região de Nova Venécia, estudos de caráter neotectônico com base em aspectos geomorfológicos e análise de dados estruturais. Estes autores identificaram esforços com componente compressiva de direção ENE-WSW e componente distensiva de direção NNW-SSE, controlando especialmente a rede de drenagem.

Novais *et al.* (2004), em trabalho sobre dados estruturais obtidos em diques de diabásio mesozóicos, discutiram aspectos relacionados à reativação da Faixa Colatina, associando-a às bacias marginais de Campos e do Espírito Santo. Para estes autores, a reativação de estruturas de orientação NNW-SSE, NW-SE e E-W estaria controlando os processos de migração de hidrocarbonetos e o posicionamento de suas acumulações, assim como os padrões de drenagem regionais e os sistemas de lagos da região de Linhares.

Ambos os autores concordam que a região estaria sob a atuação de uma tectônica reativadora de antigas estruturas, confirmada por dados de microssismos levantados por cientistas da USP e da UnB através de estações sismológicas na região de Nova Venécia, relatados por Gallardo *et al.* (1987) e por informações acerca da dinâmica dos hidrocarbonetos nas bacias de Campos e do Espírito Santo, por Novais *et al.* (2004).

Rodrigues (2005), estudando a porção centro-norte do Espírito Santo, reconheceu dois eventos neotectônicos: um, com atuação no Pleistoceno, caracterizado por uma componente compressiva NW-SE e outra distensiva de direção NE-SW, relacionadas a um regime de trascorrência dextral E-W; outro, holocênico, caracterizado por um regime distensivo NW-SE. Hatshika (2005) discutiu a influência destes eventos neotectônicos na evolução do sistema de lagos da região de Linhares, em especial no lago Juparanã, onde o evento mais antigo teria controlado o contorno deste lago e a migração da antiga drenagem deste “vale” para a borda oeste e o evento mais recente estaria intimamente relacionado aos estrangulamentos e basculamentos que possivelmente foram responsáveis pela barragem do lago Juparanã.

5 – METODOLOGIA

5.1 - Análise de lineamentos

A identificação de lineamentos estruturais na área de estudo foi realizada sobre um modelo digital de elevação elaborado com dados obtidos através do *site* do Serviço Geológico Norte-Americano (*USGS*), referente ao levantamento realizado pela *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-NASA)*, com resolução espacial de 90m. Estes dados são disponibilizados em formato executável em *Arcview* e georreferenciado em sistema de projeção geográfica com *datum* WGS-1984.

Os dados do *SRTM* foram processados com o uso do programa *ArcGis8.3*, sendo classificados segundo intervalos altimétricos, selecionados de modo a ressaltar a compartimentação geomorfológica. Foi dado um maior detalhamento no intervalo entre 25 e 100m e entre 100 e 300m, que correspondem, respectivamente, aos domínios altimétricos associados aos tabuleiros costeiros que se desenvolveram sobre as Formações Rio Doce e Barreiras e de colinas menos dissecadas. Foram atribuídas cores distintas para cada intervalo e utilizou-se o recurso de iluminação artificial para ressaltar os traços estruturais do relevo.

Foram escolhidas duas orientações de iluminação distintas - N45W e N45E (ambas com inclinação de 45°) - que se mostraram suficientes para realçar as direções estruturais presentes. Os lineamentos estruturais foram extraídos em *overlay* sobre a impressão do MDE elaborado. Depois de analisados, os principais lineamentos identificados foram assinalados em ambiente digital, com o uso do programa *ArcGis8.3*.

5.2 – Análise de estruturas rúpteis

Em trabalhos de campo, foram realizadas medidas de juntas e de pares falha/estria afetando os depósitos cenozóicos, em afloramentos selecionados em setores com importantes concentrações de lineamentos estruturais. Estes setores foram identificados através da análise do modelo digital de elevação, discriminando-se as unidades geológicas afetadas.

As estruturas medidas foram classificadas segundo sua orientação, natureza e unidade geológica afetada, e agrupadas de acordo com os possíveis regimes de esforços geradores, determinando conjuntos que poderiam ter sido produzidos por um dado campo de tensão. Como as estruturas geradas por esforços tectônicos de natureza transcorrente são bem representadas na área de estudo, foi dada atenção particular, durante esta etapa de agrupamento das estruturas tectônicas, ao modelo de tectônica transcorrente (Wilcox *et al.*, 1973 – Fig. 5). Para a classificação quanto à orientação, foram adotados os seguintes intervalos: N0-20E; N20-70E; N70-90E; N0-20W; N20-70W; N70-90W.

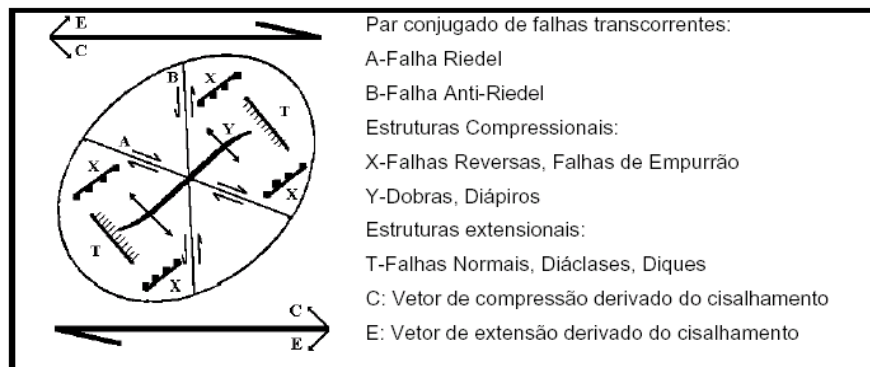


Figura 5 - Elipsóide de deformação, forças e estruturas associadas a uma zona de cisalhamento dextral. Para cisalhamento sinistral, observar imagem especular desta figura (*in* Zalán, 1986).

Após essa etapa, os dados estruturais de planos de falhas e de juntas foram representados em rede estereográfica de Schmidt-Lambert.

Os dados estruturais de pares falha/estria foram analisados segundo o método dos diedros retos (Angelier & Mechler, 1977), o qual pressupõe que, para um determinado campo de tensões, as estruturas distensionais estarão posicionadas no diedro em que se situa o eixo de tensões mínimo (σ_3) e que as compressionais se posicionam no diedro em que se situa o eixo de tensões máximo (σ_1) -Fig. 6. Os diedros são delimitados pelo posicionamento de um plano imaginário, denominado auxiliar, ortogonalmente ao plano de falha e à direção das estrias situadas nesse plano. A superposição das áreas de tensão máxima e mínima, em projeção estereográfica, para diversas falhas, irá indicar a posição dos eixos de tensões principais.

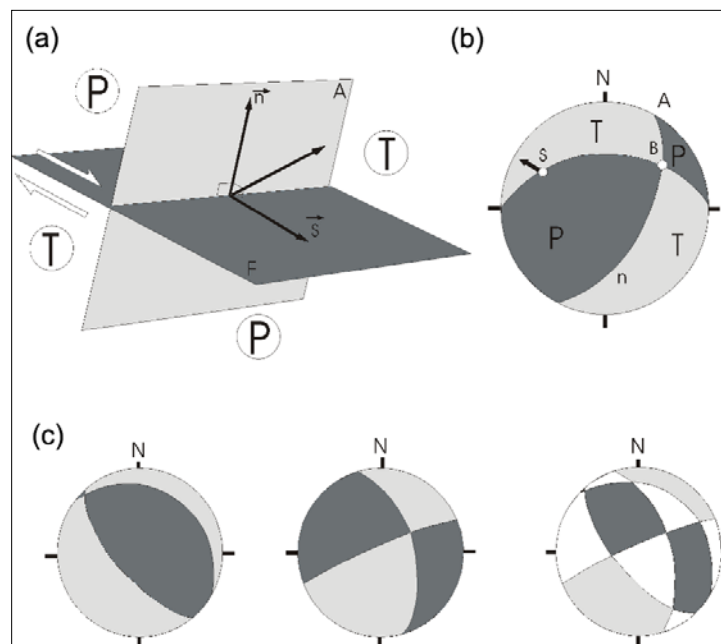


Figura 6 - Método dos diedros retos. (a) Vista em perspectiva do plano de falha (F) e do plano auxiliar (A), delimitando quatro diedros: dois em compressão (P) e dois em extensão (T). (s): vetor unitário de movimento e (n): vetor unitário normal. (b) Projeção estereográfica dos planos A e F, onde B é a interseção dos planos. (c) Superposição de dois planos de falha, mostrando áreas 100 % compressivas (em cinza escuro) e áreas 100% distensivas (em cinza claro) – Angelier (1994).

Admitindo-se que esses eixos (σ_1 e σ_3) são os mesmos para todas as falhas de um mesmo conjunto gerado sob um determinado regime de esforços, a porção de maior coincidência a todos os diedros em compressão terá maior probabilidade em conter σ_1 , e a porção de maior coincidência a todos os diedros em extensão terá maior probabilidade em conter σ_3 . Através deste método, consegue-se determinar os melhores domínios de compatibilidade entre dados de falhas (Mello, 1997; Albuquerque, 2004).

Os regimes de esforços são determinados de acordo com o posicionamento dos eixos de tensão no espaço (Fig. 7). O regime é distensional quando o eixo de compressão máxima (σ_1) encontra-se na vertical; compressional quando o eixo de compressão mínima (σ_3) encontra-se na vertical; e transcorrente quando o eixo de compressão intermediária (σ_2) está na vertical.

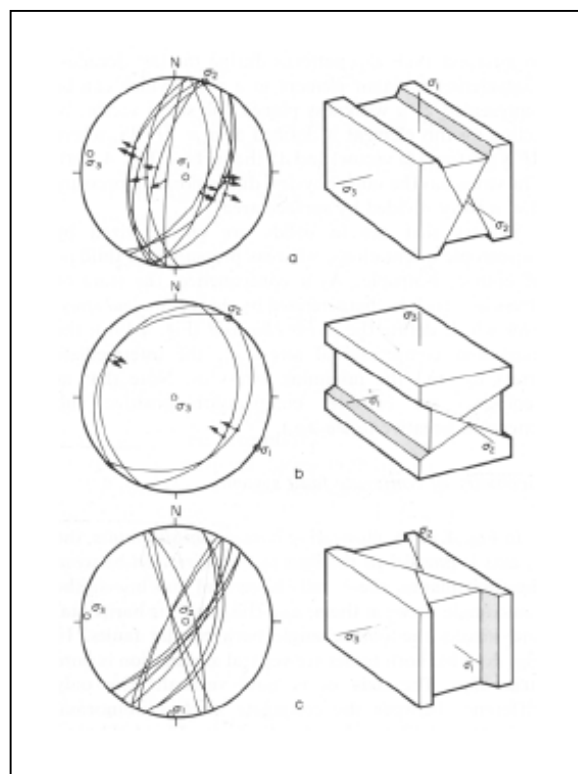


Figura 7 – Projeções ciclográficas de planos de falhas conjugados com respectivas estrias e seus blocos diagramas, para: a) regime distensional (falhas normais); b) compressional (falhas reversas); e c) direcional (falhas direcionais) – Angelier (1994).

Todos os dados estruturais de pares falha/estria e de juntas foram analisados utilizando o programa TENSOR (Delvaux, 1993) para a análise dos possíveis campos de tensões geradores. No caso dos pares falha/estria, o programa se fundamenta no método dos diedros retos proposto por Angelier & Mechler (1977 *apud* Angelier 1994). Para a análise restrita de conjunto de juntas é necessário definir previamente no programa o tipo de juntas que serão utilizadas (p. ex: juntas conjugadas, juntas puramente distensivas, etc).

O programa utiliza o princípio de que a razão de esforços (R), parâmetro definido por Angelier (1989), determina a forma do elipsóide de tensão. Este parâmetro é definido pela razão $(\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)$. Sendo a compressão considerada positiva ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$), então a razão R é dada por um número que pode variar entre 0 e 1 (Angelier, 1994).

Associando a posição dos eixos de tensão ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) à razão de esforços (R), o programa *TENSOR* realiza a seguinte subdivisão dos campos de tensão:

1) Regime distensional (σ_1 na vertical)

Distensão radial = $0 < R < 0,25$

Distensão pura = $0,25 < R < 0,75$

Distensão direcional = $0,75 < R < 1,00$

2) Regime direcional (σ_2 na vertical)

Direcional distensional = $1,00 > R > 0,75$

Direcional puro = $0,75 > R > 0,25$

Direcional compressivo = $0,25 > R > 0$

3) Regime compressivo (σ_3 na vertical)

Compressão direcional = $0 < R < 0,25$

Compressão pura = $0,25 < R < 0,75$

Compressão radial = $0,75 < R < 1,00$

Além disso, o *TENSOR*, utilizando um recurso de otimização rotacional, minimiza o desvio médio entre as estrias medidas sobre o plano de falha e o cisalhamento teórico

computado para um determinado regime tectônico (ângulo a°). Para Angelier (1989), o valor médio máximo de a° , para uma determinada população de falhas, deve ser de 22° . No programa *TENSOR* são aceitos valores individuais de a° até 30° .

6 – RESULTADOS

6.1 – Análise de lineamentos estruturais

Foram identificadas quatro principais orientações de lineamentos estruturais na região. São elas: NNW-SSE, NW-SE, NE-SW e E-W. Em algumas áreas, mais de uma orientação de lineamentos estão bem representadas, assim como foi possível determinar áreas onde uma única direção influencia marcadamente.

A área selecionada para a coleta de dados estruturais concentrou-se a partir do limite da região serrana com os tabuleiros costeiros em direção ao litoral, apresentando valores altimétricos que não superam 400m, exceto em pequena porção no sul e no limite oeste da área.

Nesta área, a expressiva faixa de lineamentos estruturais Vitória-Ecoporanga (ou Colatina), com feições orientadas segundo a direção NNW-SSE, tem maior destaque em sua porção sul (Fig. 8).

Feições de orientação NW-SE são encontradas em grande número sobre os tabuleiros costeiros e apresentam forte controle estrutural sobre a rede de drenagem e o sistema de lagos desenvolvidos na região de Linhares, com mesma orientação. Estas feições são compartimentadas por repetidos, porém esparsos, lineamentos com orientação E-W, que se estendem desde a área serrana até a região litorânea, impondo controle estrutural, entre outros, sobre os rios Doce e São Mateus (Fig. 9).

Das quatro orientações detectadas, a que menos sobressai na área de estudo é a de orientação NE-SW, com maior participação de lineamentos com esta orientação na área do embasamento (Fig. 9). Sobre os tabuleiros costeiros, ocorrem, em geral, como traços curtos. Destaca-se o controle exercido por este padrão no curso do rio Doce na área do sistema de lagos na região de Linhares.

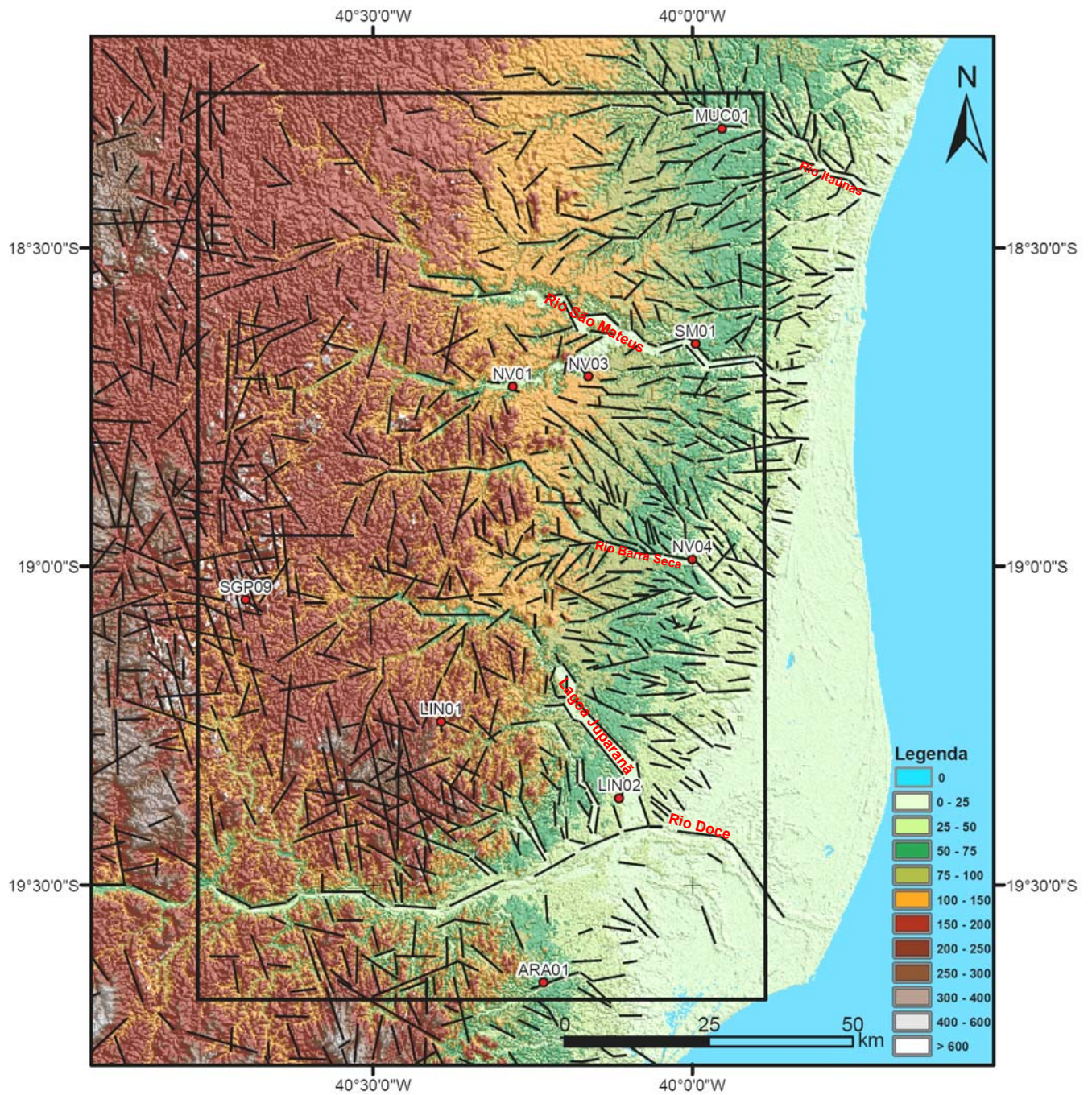


Figura 8 - Mapa hipsométrico e de lineamentos estruturais obtidos a partir da interpretação do MDE, ressaltando a localização dos pontos de coleta de dados estruturais discutidos neste estudo.

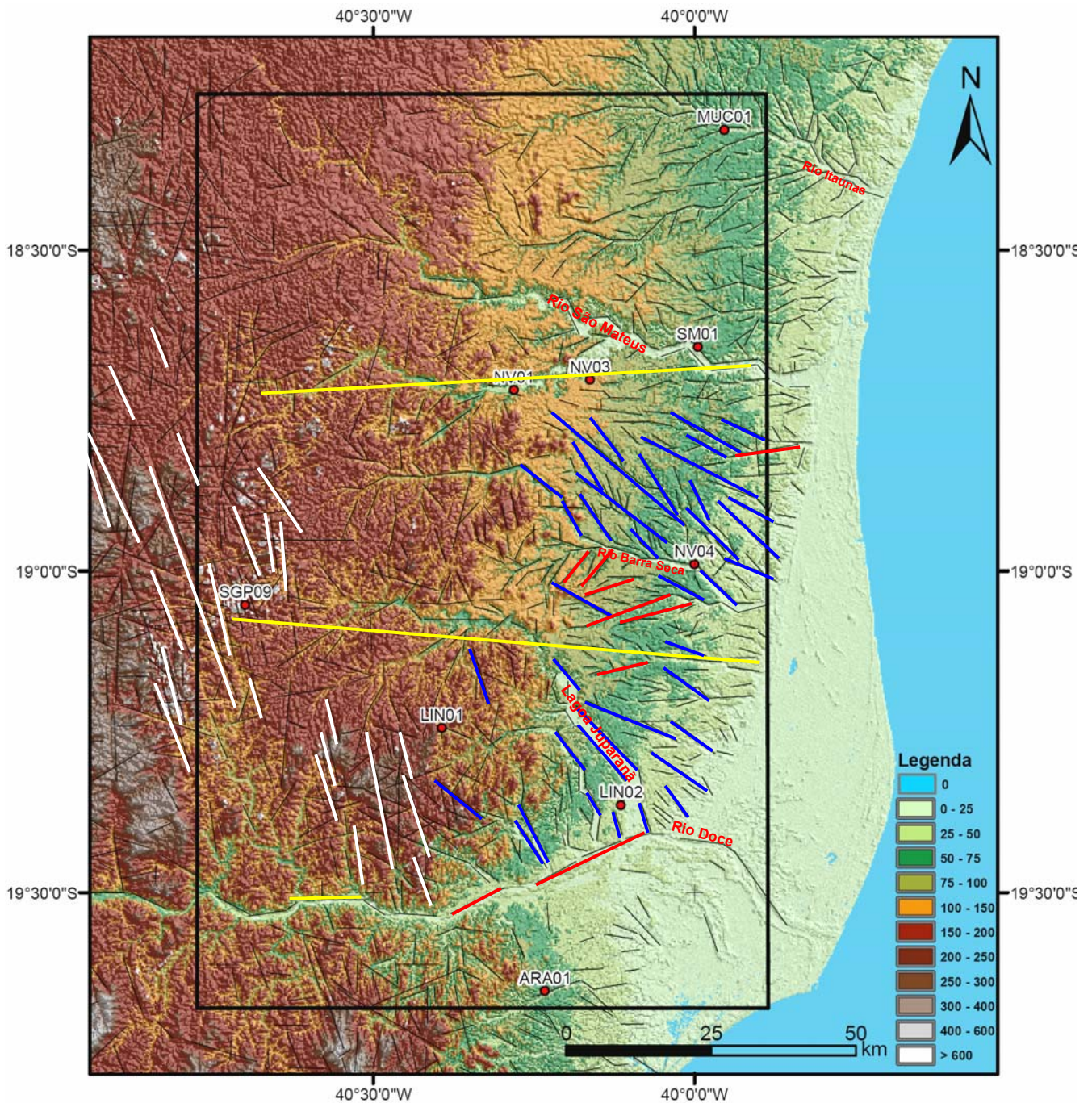


Figura 9- Mapa hipsométrico e de lineamentos estruturais obtidos a partir da interpretação do MDE, com destaque para alinhamento de feixes com orientação E-W (amarelo) que delimitam uma área com concentração de feixes com orientação NW-SE (azul) e poucos lineamentos com orientação NE-SW (vermelho). Em branco, são destacados lineamentos relacionados à Faixa Colatina. Estão assinalados os pontos de coleta de dados estruturais discutidos neste estudo.

6.2 – Análise de dados estruturais

A análise estrutural foi realizada em nove pontos (Tab. 1), sendo que quatro destes pontos (SGP 09, LIN 01, LIN 02, ARA 01) foram descritos e analisados anteriormente por Rodrigues (2005) e/ou por Hatushika (2005), tendo sido englobados no presente estudo por suas relações com as feições reconhecidas no mapa de lineamentos. Todos os pontos localizam-se em cortes de estrada.

Localização	Código	UTMx	UTMy
Nova Venécia	NV01	364943	7929829
Nova Venécia	NV04	394732	7900000
Nova Venécia	NV03	377389	7931706
São Mateus	SM01	395065	7937429
Mucuri	MUC01	399206	7974897
São Gabriel da Palha	SGP09	321248	7892519
Linhares	LIN01	353611	7871603
Linhares	LIN02	382911	7858532
Aracruz	ARA01	370787	7826412

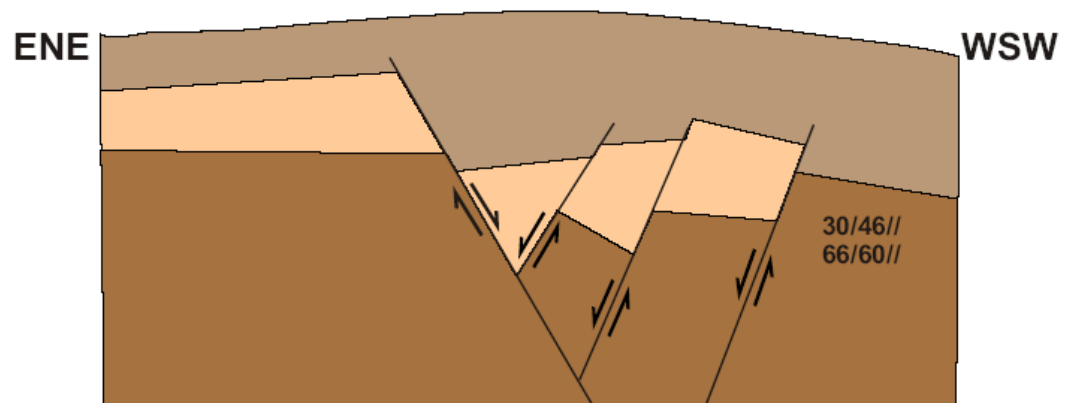
Tabela 1 – Relação dos pontos de coleta de dados estruturais, com suas respectivas coordenadas UTM (datum WGS 1984, fuso 24 S).

A seguir, será apresentada a análise estrutural dos dados coletados em cada ponto.

Nova Venécia 01 (NV01)

Este ponto localiza-se ao longo da rodovia ES-381, que interliga as cidades de Nova Venécia e São Mateus, a cerca de 17 km de Nova Venécia. Em termos do mapa de lineamentos produzido, está situado sobre um feixe bem marcado de orientação NW-SE (Fig. 9). O afloramento estudado exhibe depósitos relacionados à Formação Barreiras (Fig. 10).

Foram observadas falhas com orientação preferencial NW-SE, em sua maioria normais, com algumas apresentando uma leve componente dextral (Fig. 11), e juntas conjugadas com orientação preferencial NW-SE e outra secundária NNW-SSE (Fig. 12). A análise do campo de esforços tectônicos demonstra que estas estruturas foram geradas por esforços de distensão NE-SW e de compressão NW-SE, esta secundária. Este resultado pode ser compatível com um regime transcorrente dextral E-W.



0 2 m

Legenda




-  Sedimento arenoso grosso a conglomerático, de cor avermelhada, mosqueado; níveis de cascalho na base; muito intemperizado
-  Argilitos, lamitos arenosos com grânulos, e arenitos com matriz argilosa
-  Arenitos grossos a conglomeráticos, mosqueados; estratificações cruzadas e níveis de cascalho na base

Figura 10 - Visão geral do afloramento estudado no ponto NV 01 e sua interpretação.

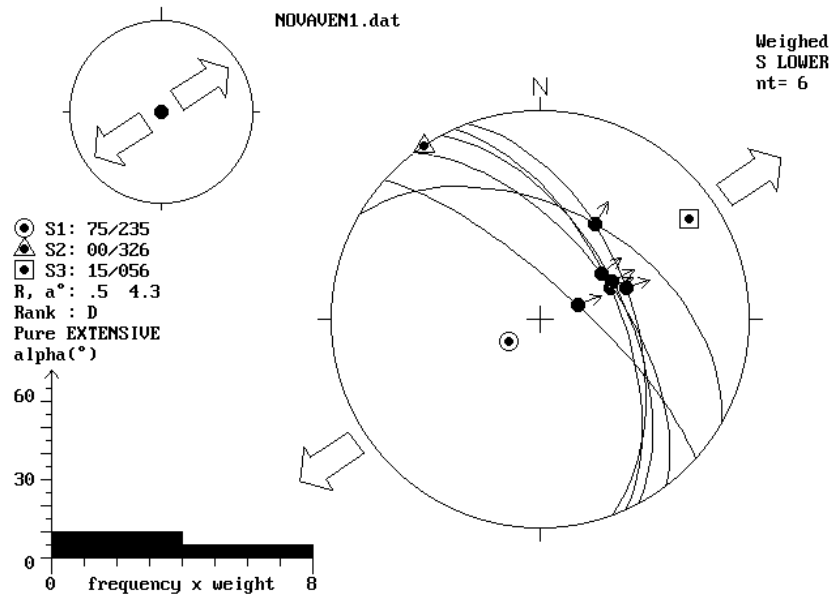


Figura 11 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração dos pares de falha/estria com orientação NW-SE identificados no ponto NV01, indicando distensão NE-SW. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

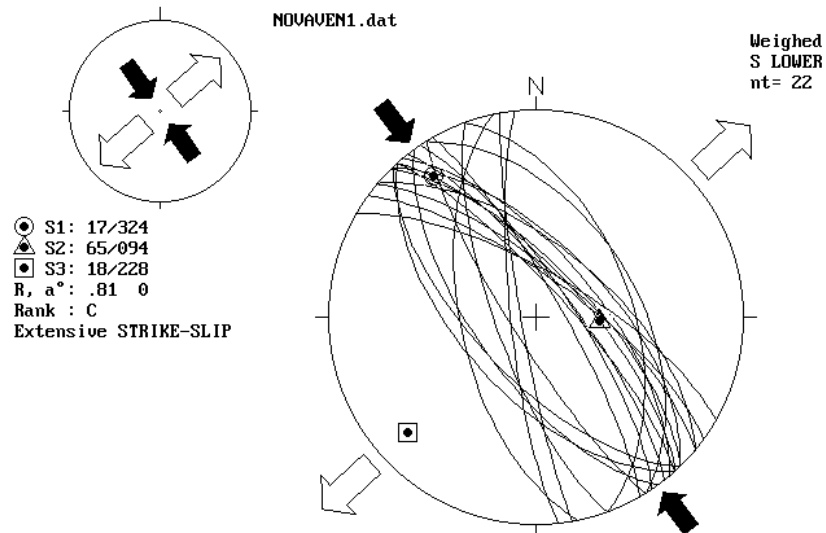


Figura 12 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientações de NW-SE a NNW-SSE, identificadas no ponto NV01, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com uma transcorrência dextral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Nova Venécia 04 (NV04)

Este ponto localiza-se na rodovia BR-101, km 100, na altura da localidade de Barra Seca. Situa-se sobre lineamentos com orientação NW-SE e WNW-ESE (Fig. 9).

Neste afloramento, foram observadas falhas normais e juntas com orientação preferencial NW-SE (Figs. 13 e 14), afetando depósitos sedimentares da Formação Barreiras.

A análise do campo de esforços tectônicos demonstra que estas estruturas foram geradas por esforços de distensão NE-SW, compatíveis com um regime transcorrente dextral E-W.

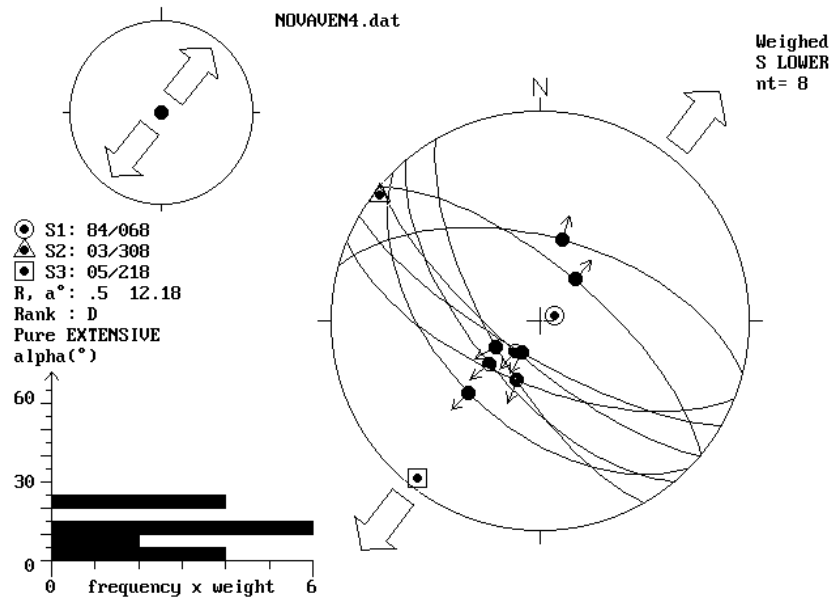


Figura 13 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração dos pares de falha/estria com orientação NW-SE identificados no ponto NV04, indicando distensão NE-SW. (⊙ s1: eixo de tensão máxima; ⊙ s2: eixo de tensão intermediária; ⊙ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

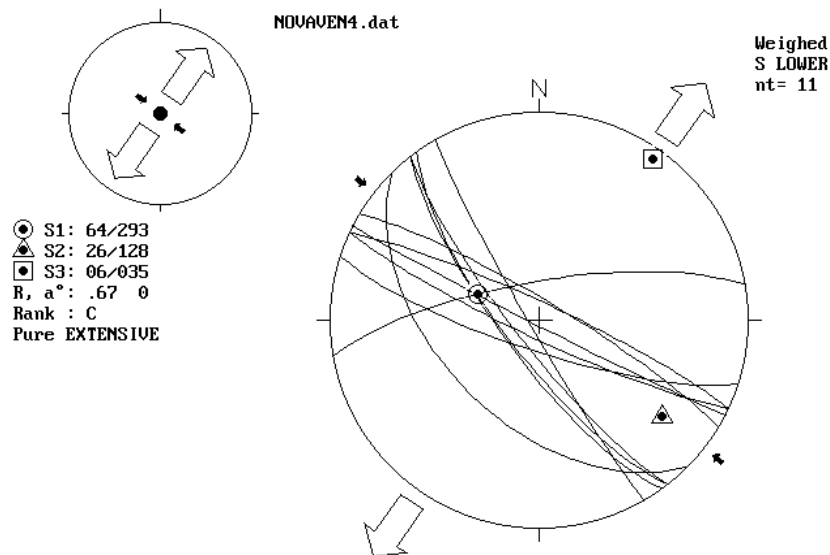


Figura 14 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NW-SE, identificadas no ponto NV04, indicando distensão NE-SW associada a leve compressão NW-SE, compatível com transcorrência dextral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ◻ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Nova Venécia 03 (NV03)

Este ponto corresponde à corte de estrada exibindo depósitos da Formação Rio Doce, na área da Fazenda Taquaruçu, entre São Mateus e Nova Venécia. Situa-se em uma região com presença de lineamentos de orientação NW-SE, E-W e NE-SW (Fig. 9).

Foram observadas juntas com orientação preferencial NW-SE e outras, secundárias, NE-SW, NNE-SSW, NNW-SSE e WNW-ESE (Fig. 15). A análise do campo de esforços tectônicos demonstra que as estruturas de orientação NW-SE, NNE-SSW, NNW-SSE e WNW-ESE podem representar juntas conjugadas, geradas por esforços de distensão NE-SW, compatível com um regime transcorrente dextral E-W. As estruturas de orientação NE-SW podem ter sido geradas por esforços distensivos de orientação NW-SE (Figs. 16 e 17, respectivamente).

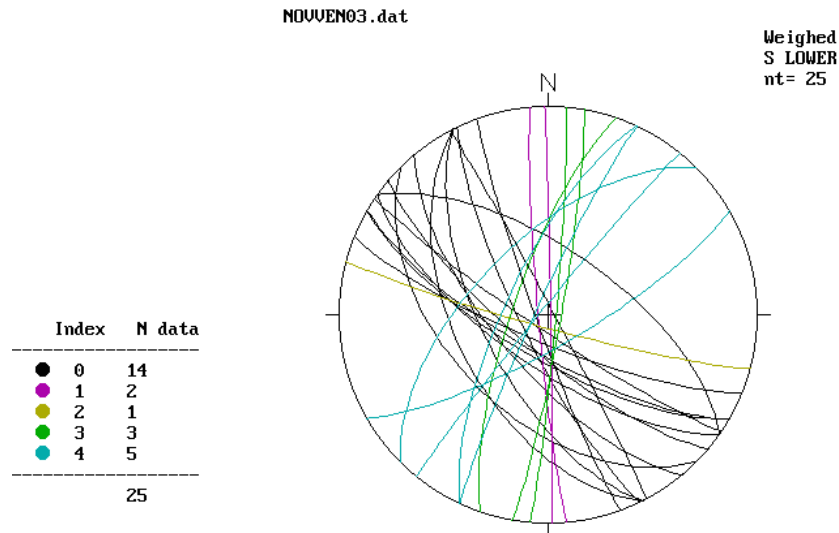


Figura 15 - Projeção ciclográfica de todas as orientações de juntas observadas no ponto NV 03, onde a cor preta representa a orientação NW-SE; a violeta, a orientação NNW-SSE; a amarela, a orientação WNW-ESE; a verde, a orientação NNE-SSW; e a azul, a orientação NE-SW. (nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

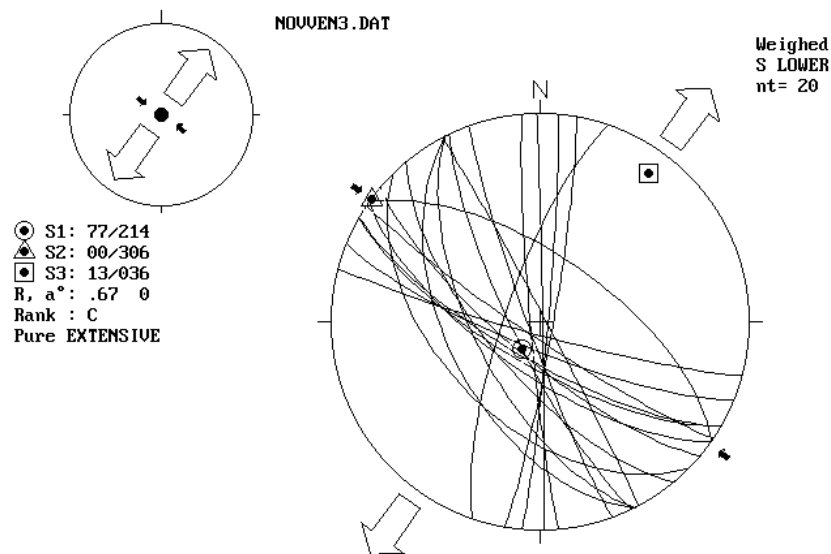


Figura 16 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NW-SE e secundárias NNE-SSW, NNW-SSE e WNW-ESE, identificadas no ponto NV03, indicando leve compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

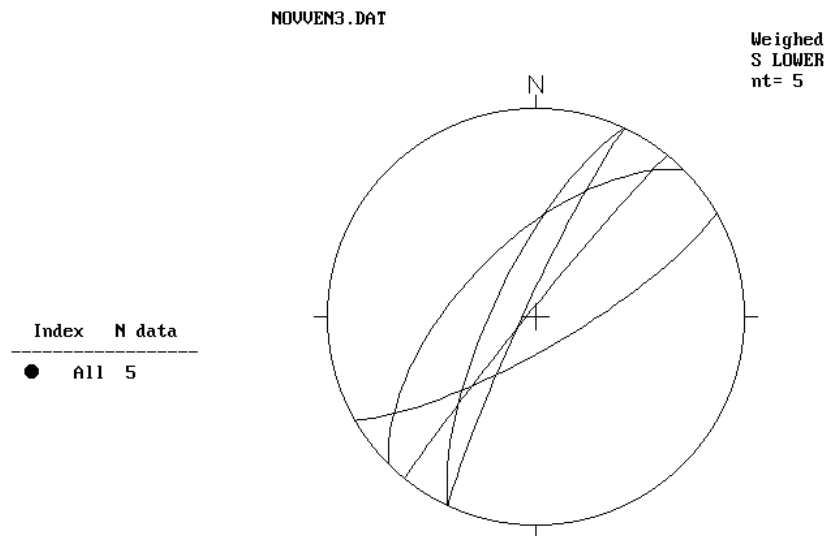


Figura 17 - Projeção ciclográfica de juntas com orientação NE-SW observadas no ponto NV 03, provavelmente geradas por esforços distensivos de orientação NW-SE.

Ponto São Mateus 01 (SM01)

Este ponto localiza-se às margens do rio São Mateus, na área da Fazenda Boa Vista, situando-se sobre lineamentos de orientação NW-SE, NE-SW e E-W (Fig. 9).

Foram observadas juntas com orientação preferencial NNW-SSE e NW-SE, e outras secundárias NNE-SSW, afetando depósitos sedimentares da Formação Rio Doce. A análise do campo de esforços tectônicos demonstra que estas estruturas correspondem a juntas geradas por esforços principais de distensão NE-SW e leve compressão NW-SE, que podem estar associados a um regime transcorrente dextral E-W. (Fig. 18)

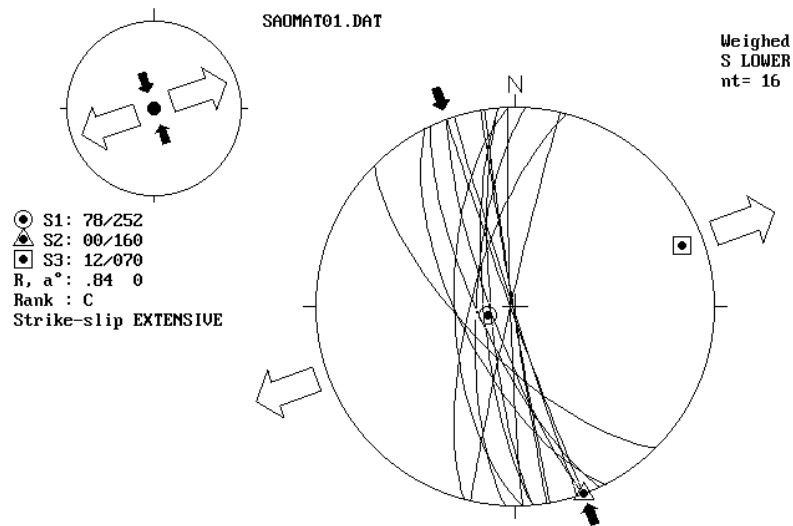


Figura 18 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas, com orientação principal NNW-SSE a NW-SE, identificadas no ponto SM01, indicando distensão NE-SW e leve compressão NW-SE, compatível com transcorrência dextral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Mucuri 01 (MUC 01)

Este ponto localiza-se próximo à cidade de Pedro Canário, no km 18 da BR-101, sentido Bahia-Rio de Janeiro, estando situado sobre lineamentos de orientação NW-SE, mais bem marcada, e também E-W, NE-SW e NNW-SSE (Fig. 9).

Foram observados dois conjuntos de juntas afetando depósitos da Formação Rio Doce (Fig. 19). O primeiro conjunto com orientações preferenciais NE-SW a ENE-WSW e o segundo com orientações preferenciais NW-SE a NNW-SSE (Fig. 20). Através do estudo da relação entre estes dois conjuntos de juntas, foi possível identificar um padrão principal com orientação NE-SW e um padrão menos marcado com orientação NW-SE, que perde sua continuidade ao cruzar as juntas do padrão principal. Esta relação levou à interpretação das juntas NW-SE como mais novas, podendo-se, então, estabelecer dois possíveis eventos tectônicos de idades diferentes: o mais antigo associado a esforços principais de distensão NW-SE, que poderia ser compatível com um evento de transcorrência sinistral E-W (Fig. 21);

e o mais novo associado a esforços principais de distensão NE-SW e leve compressão NW-SE, que poderiam ser compatíveis com uma transcorrência dextral E-W (Fig. 22).



Figura 19 – Visão geral do afloramento estudado no ponto MUC 01, onde é possível observar duas principais direções de fraturas afetando depósitos sedimentares da Formação Rio Doce.

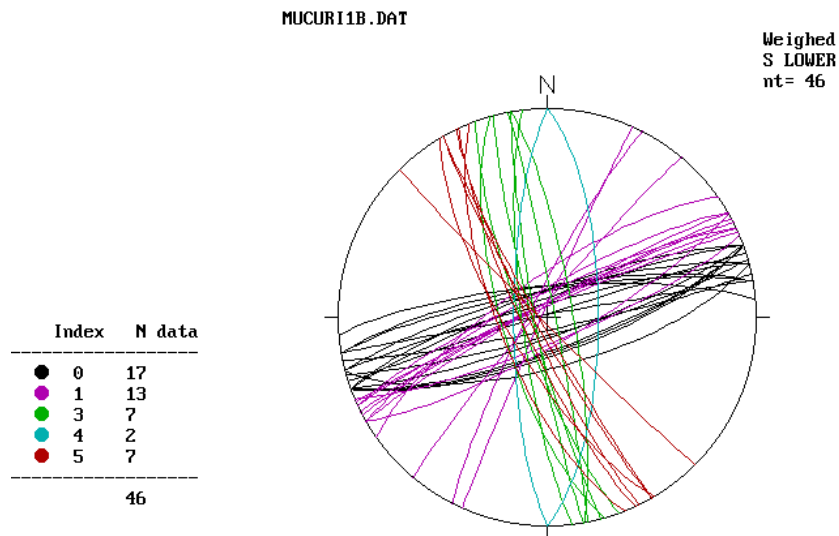


Figura 20 - Projeção ciclográfica das juntas observadas no ponto MUC01, onde a cor preta representa a orientação ENE-WSW; a violeta, a orientação NE-SW; a verde, a orientação NNW-SSE; a azul, a orientação N-S; e a vermelha, a orientação NW-SE. (nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

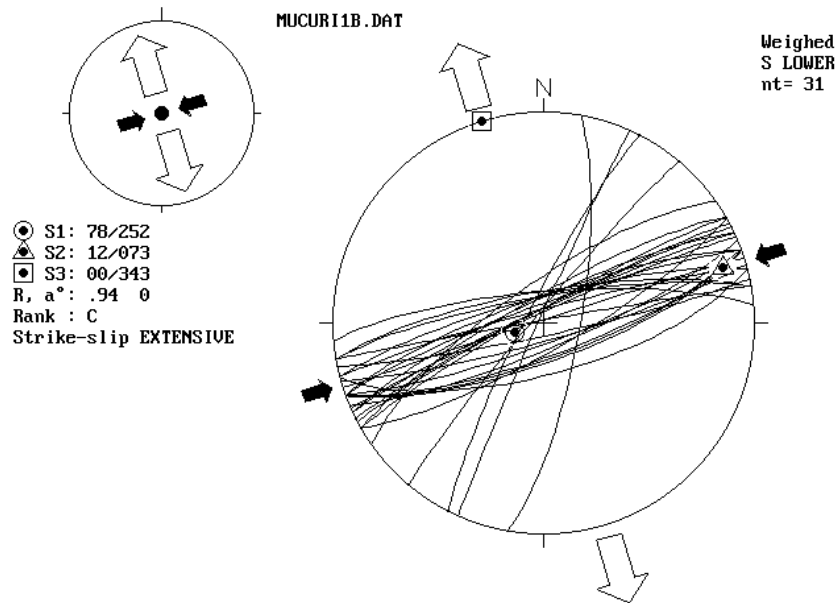


Figura 21 – Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas com orientação principal ENE-WSW a NE-SW, identificadas no ponto MUC01, indicando esforços de distensão NW-SE e compressão NE-SW, compatíveis com transcorrência sinistral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ◻ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

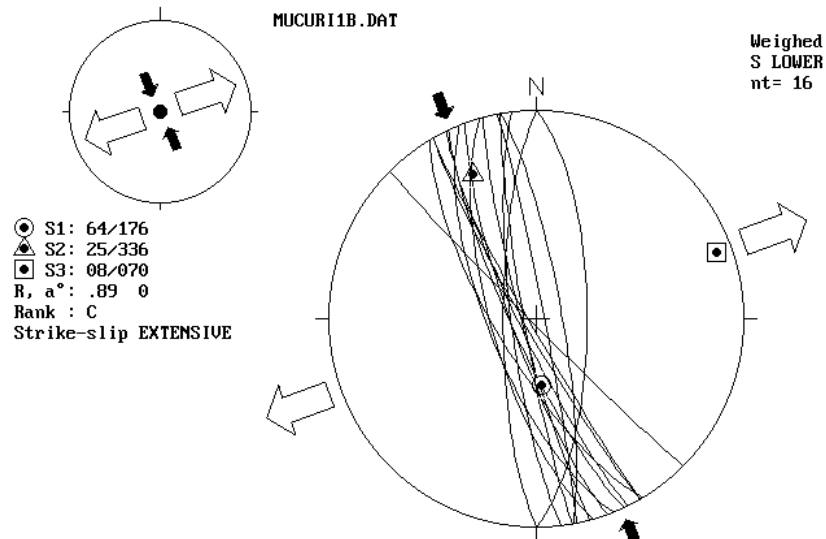


Figura 22 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de juntas conjugadas com orientação principal NNW-SSE a NW-SE, identificadas no ponto MUC01, indicando distensão NE-SW e compressão NW-SE, compatível com transcorrência dextral E-W. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ◻ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Ponto SGP 09

Este ponto localiza-se na rodovia ES-080, entre as cidades de São Domingos do Norte e Água Branca, tendo sido primeiramente descrito no trabalho de Rodrigues (2005). Está situado em uma região com forte presença de feições com orientação NNW-SSE e NW-SE (Faixa Colatina), sobre um importante feixe de lineamentos WNW-ESE (Fig. 9). Na área, ocorrem colinas de topo suavemente arredondado, onde as rochas do embasamento, profundamente alteradas, são recobertas por sedimentos areno-argilosos, castanho amarelados, com grânulos, atribuídos a uma idade neogênica (Fig. 23).

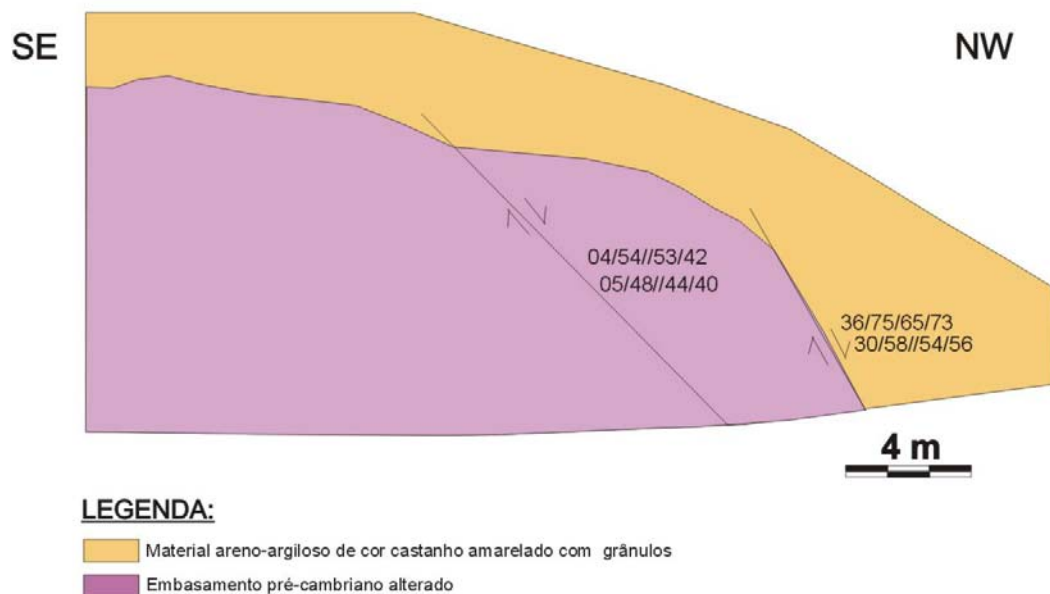


Figura 23 - Visão geral do afloramento estudado no ponto SGP 09 e a sua interpretação (segundo Rodrigues, 2005).

Rodrigues (2005) observou falhas normais dextrais, de orientação NW-SE e E-W. A análise estrutural destes dados resultou na identificação de esforços de compressão NW-SE e distensão NE-SW (Fig. 24), compatível com uma transcorrência dextral (E-W).

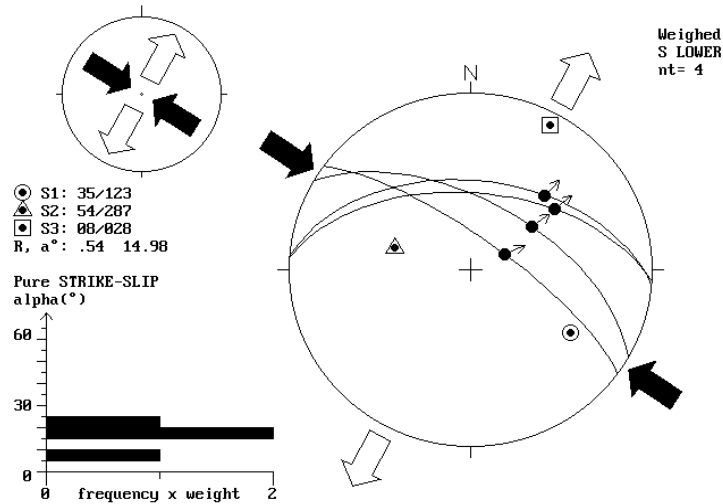


Figura 24 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de falhas normais dextrais com orientação principal NW-SE, identificadas no ponto SGP09, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W (in Rodrigues, 2005). (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ◻ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Ponto LIN 01

Este ponto, descrito anteriormente por Hatushika (2005), localiza-se na estrada que interliga as cidades de Governador Lindenberg e Rio Bananal, a cerca de 12 km de Governador Lindenberg, logo após o cruzamento para Iriri-Timirim, situando-se próximo ao prolongamento de um feixe de orientação E-W, bem marcado sobre os tabuleiros costeiros, em área com uma boa concentração de lineamentos NW (Fig. 9).

Foram observadas falhas dextrais E-W e sinistras NNW (Fig. 25) afetando depósitos supostamente pleistocênicos, constituídos por materiais argilo-arenosos com muitos grânulos, de cor castanho-amarelada a avermelhada e muito bioturbados. Estas estruturas são associadas a esforços compressivos NW e distensivos NE, compatíveis com uma transcorrência dextral E-W.

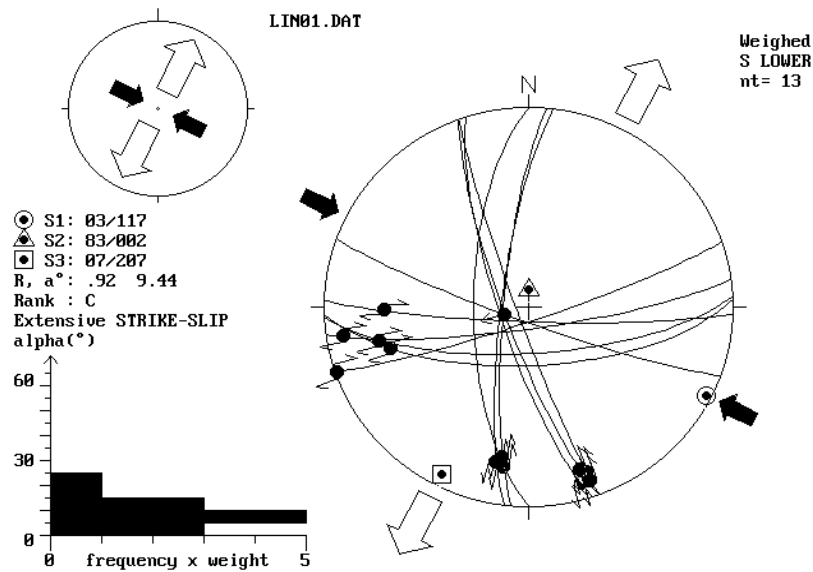
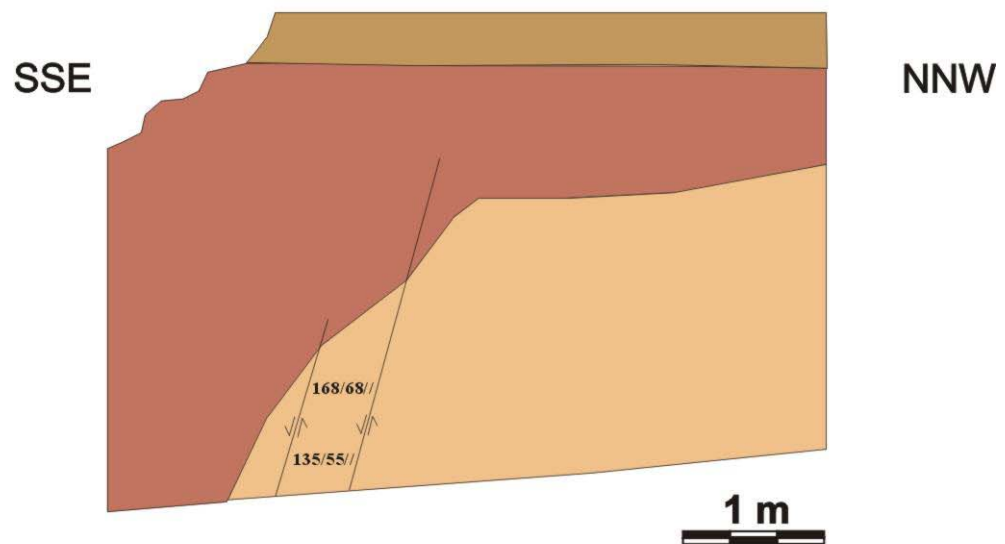


Figura 25 - Diagrama ilustrativo do campo de esforços tectônicos associado à geração de falhas dextrais E-W e sinistras NNW a NNE, identificadas no ponto LIN 01, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com uma transcorrência dextral E-W (*in* Hatushika, 2005). (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Ponto LIN 02

Este ponto foi descrito por Rodrigues (2005) e Hatushika (2005), localizando-se na rodovia entre as cidades de Linhares e Rio Bananal, a cerca de 10km de Linhares. Na área em que o ponto está localizado, as feições identificadas apresentam orientação principal NW-SE (controlando a orientação dos corpos lacustres da região de Linhares) e NE-SW (destaque para o feixe de lineamentos que controla fortemente o curso do rio Doce) - Fig. 9. Este ponto está localizado sobre os tabuleiros da Formação Barreiras (Fig. 26).

Os dados estruturais apresentados por Rodrigues (2005) e Hatushika (2005) correspondem a falhas normais ENE a NE e falhas dextrais normais NE-SW. A análise estrutural do primeiro grupo mostra esforços distensivos NW-SE (Fig. 27a), enquanto que o segundo grupo relaciona-se a esforços de compressão NW-SE (WNW-ESE) e distensão NE-SW(NNE-SSW), compatíveis com uma transcorrência dextral E-W (Figura 27b).



LEGENDA:

- Material arenoso castanho-amarelado (maior grau de pedogênese)
- Material arenoso avermelhado
- Material arenoso acizentado, mosqueado

Figura 26 – Visão geral e interpretação do afloramento estudado no ponto LIN 02 (segundo Rodrigues, 2005).

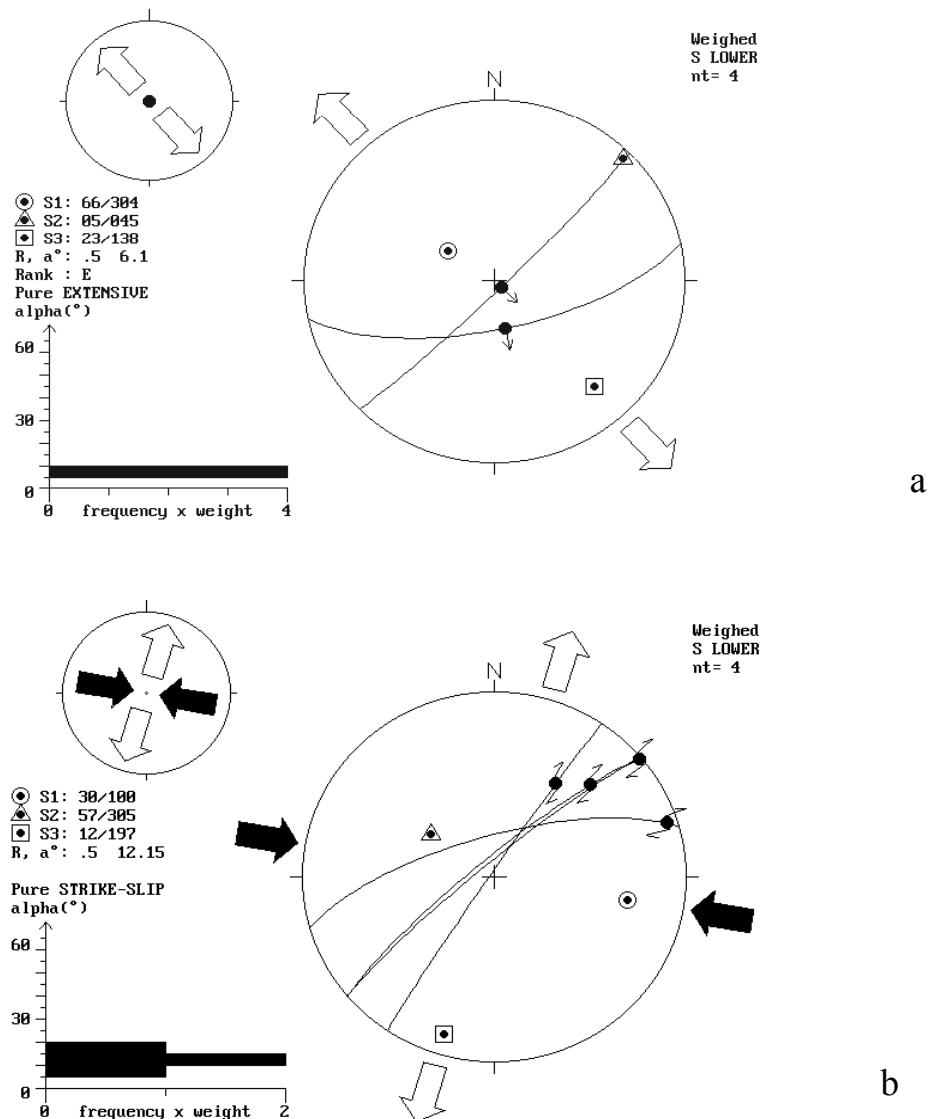


Figura 27 - Diagramas ilustrativos dos campos de esforços tectônicos identificados no ponto LIN 02 (*in* Rodrigues, 2005): (a) associado à geração de falhas normais ENE a NE, indicando distensão NW-SE; e (b) falhas dextrais normais NE-SW, indicando compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com transcorrência dextral E-W. (⊙ s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ◻ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

Segundo esses autores o evento neotectônico mais antigo reconhecido neste ponto está relacionado à transcorrência dextral E-W pleistocênica, e o mais recente à distensão NW de idade holocênica.

Ponto ARA 01

Este ponto foi descrito por Rodrigues (2005), localizando-se na rodovia BR-101, entre as cidades de Linhares e Guaraná, na altura do km 182. As feições identificadas na região onde o ponto se localiza apresentam orientação NW-SE e NE-SW (Fig. 9). Neste ponto, afloram depósitos da Formação Barreiras, recobertos por material areno-argiloso de cor amarelada (Fig. 28).

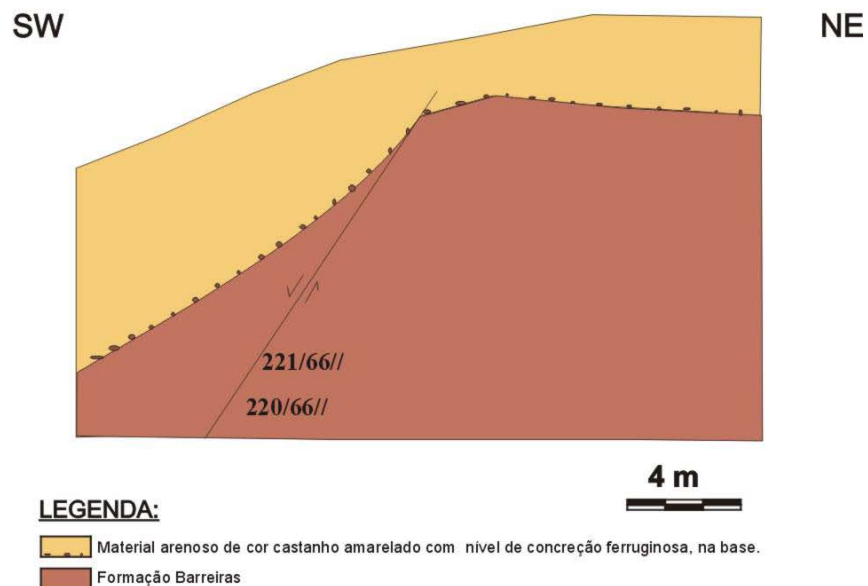


Figura 28 - Visão geral e interpretação do afloramento estudado no ponto ARA 01 (segundo Rodrigues, 2005).

Os dados estruturais recolhidos por Rodrigues (2005) neste afloramento foram organizados em dois grupos principais: (a) falhas normais NW-SE e dextrais normais NE-SW; e (b) falhas normais NE-SW. A análise estrutural realizada para as estruturas do primeiro grupo, considerado mais antigo, demonstra uma componente distensional NE-SW (Fig. 29a), compatível com o regime de transcorrência dextral E-W; para as estruturas do segundo grupo, mais recente, obteve-se a uma componente distensional NW-SE (Fig. 29b).

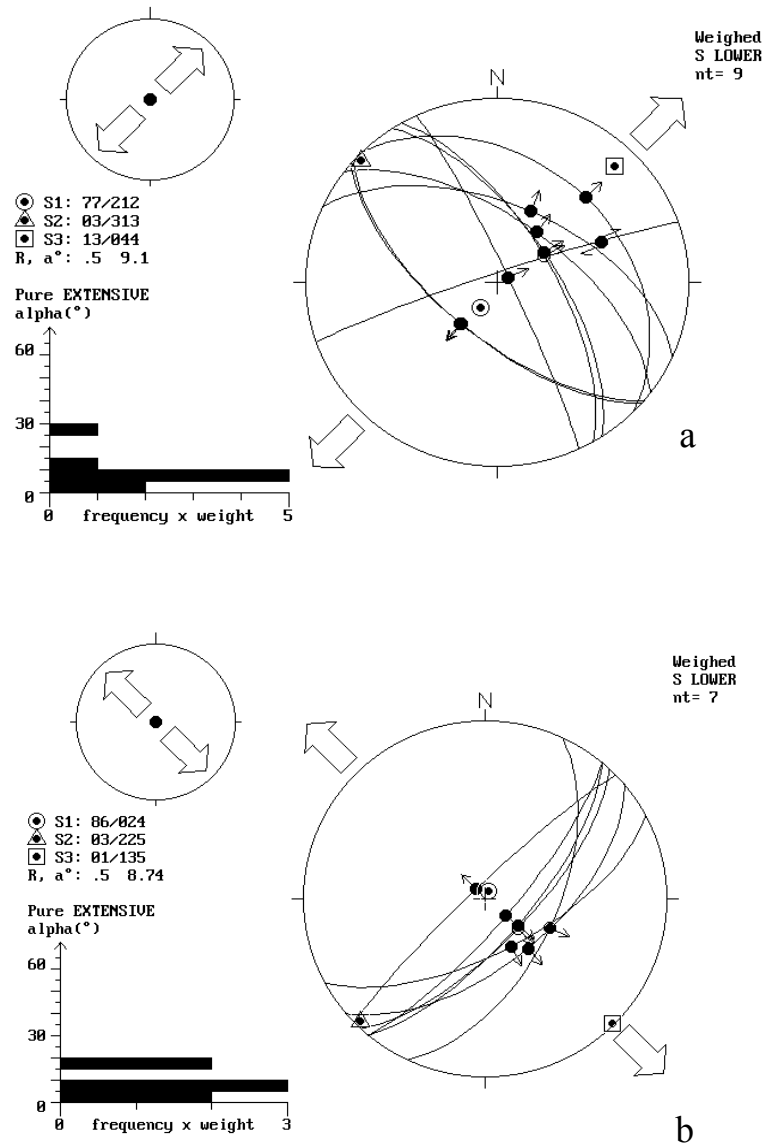


Figura 29 - Diagramas ilustrativos dos campos de esforços tectônicos identificados no ponto ARA 01 (*in* Rodrigues, 2005): (a) associado à geração de falhas normais NW-SE e dextrais normais NE-SW, indicando distensão NE-SW compatível com o regime de transcorrência dextral E-W; (b) falhas normais NE-SW, indicando distensão NW-SE. (● s1: eixo de tensão máxima; ▲ s2: eixo de tensão intermediária; ■ s3: eixo de tensão mínima; nt: número total de medidas utilizadas no estereograma).

7 – CONCLUSÕES

A análise do mapa de lineamentos estruturais ressaltou expressivos conjuntos de lineamentos de orientação NW-SE, compartimentados por conjuntos de orientação E-W.

Ao longo dos feixes de lineamentos NW, foram documentadas falhas normais, algumas vezes apresentando componente dextral, e juntas com esta mesma orientação, afetando a cobertura cenozóica. Estruturas tectônicas medidas nas proximidades de feixes com orientação E-W correspondem a falhas dextrais com esta orientação. A análise estrutural realizada permitiu relacionar estas estruturas tectônicas a esforços de distensão NE-SW e de compressão NW-SE, porém este de menor intensidade, compatíveis com um regime de transcorrência dextral E-W (Fig. 30). Assim, as falhas normais NW-SE corresponderiam a fraturas T do modelo de Riedel e, quando com a componente dextral, fraturas do tipo R (Fig. 31); as falhas dextrais E-W corresponderiam, neste caso, a fraturas do tipo Y.

Este padrão estrutural principal controla fortemente a rede de drenagem regional e os corpos lacustres da região de Linhares, como anteriormente destacado por Novais (2004) e Hatushika (2005), condicionando a presença de vales escavados nos tabuleiros da Formação Barreiras. Esta característica geomorfológica sugere uma idade quaternária para esta reativação tectônica, que seria, então, correlacionável ao regime de transcorrência dextral E-W regionalmente datado do Pleistoceno/Holoceno.

Um outro padrão de lineamentos estruturais ressaltado na área de estudo, porém de maneira secundária, apresenta orientação NE-SW e ocorre de forma dispersa sobre os tabuleiros da Formação Barreiras. Ao longo de feixes de lineamentos NE, foram documentadas falhas normais afetando os depósitos da Formação Barreiras e a cobertura neogênica. Em trabalhos anteriores, realizados por Rodrigues (2005) e Hatushika (2005), estas estruturas foram associadas a um evento de distensão NW-SE de idade holocênica, que, segundo Hatushika (2005) teria sido responsável pela barragem da lagoa Juparanã e demais

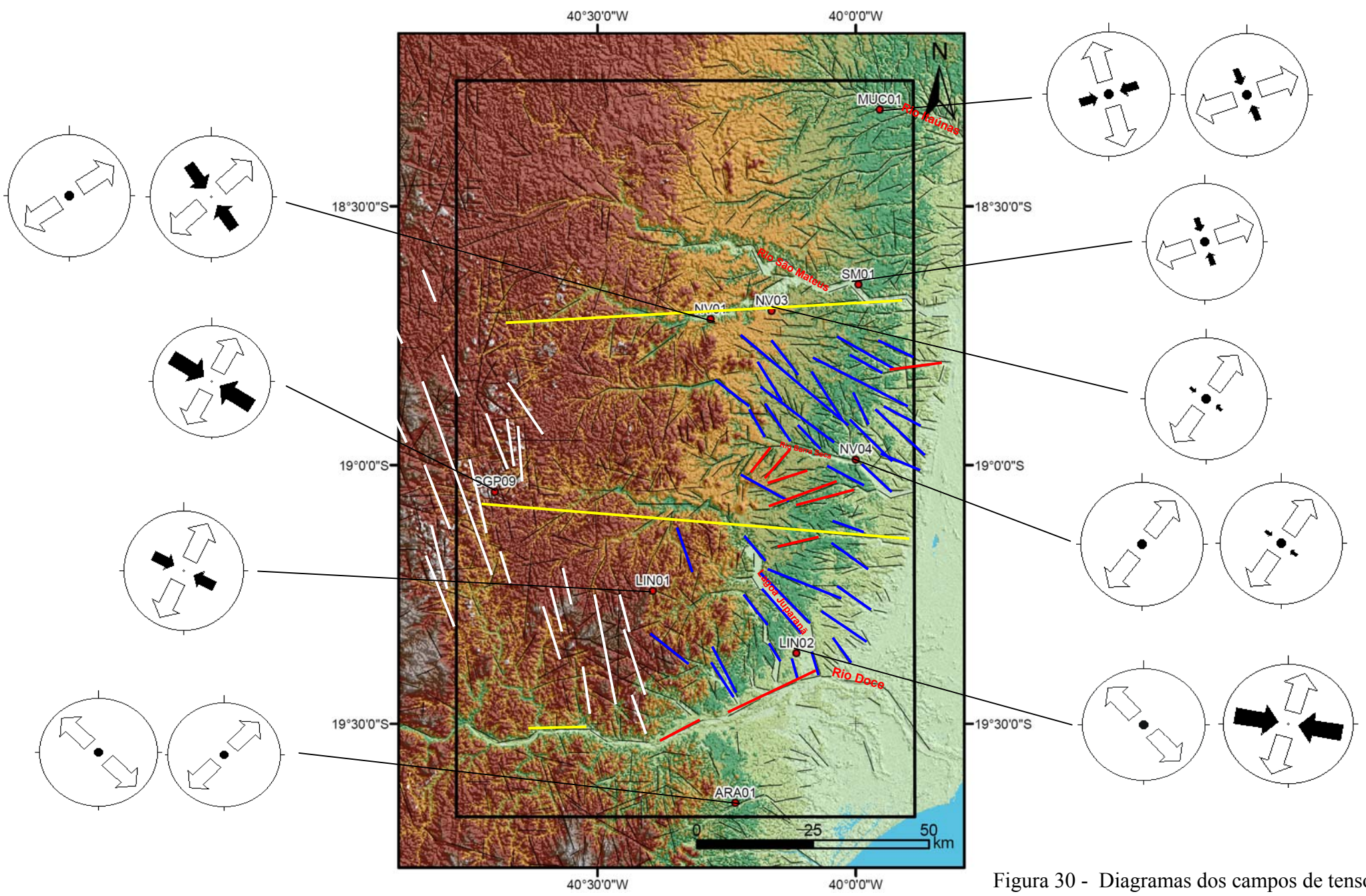


Figura 30 - Diagramas dos campos de tensões neotectônicas obtidos nos pontos estudados.

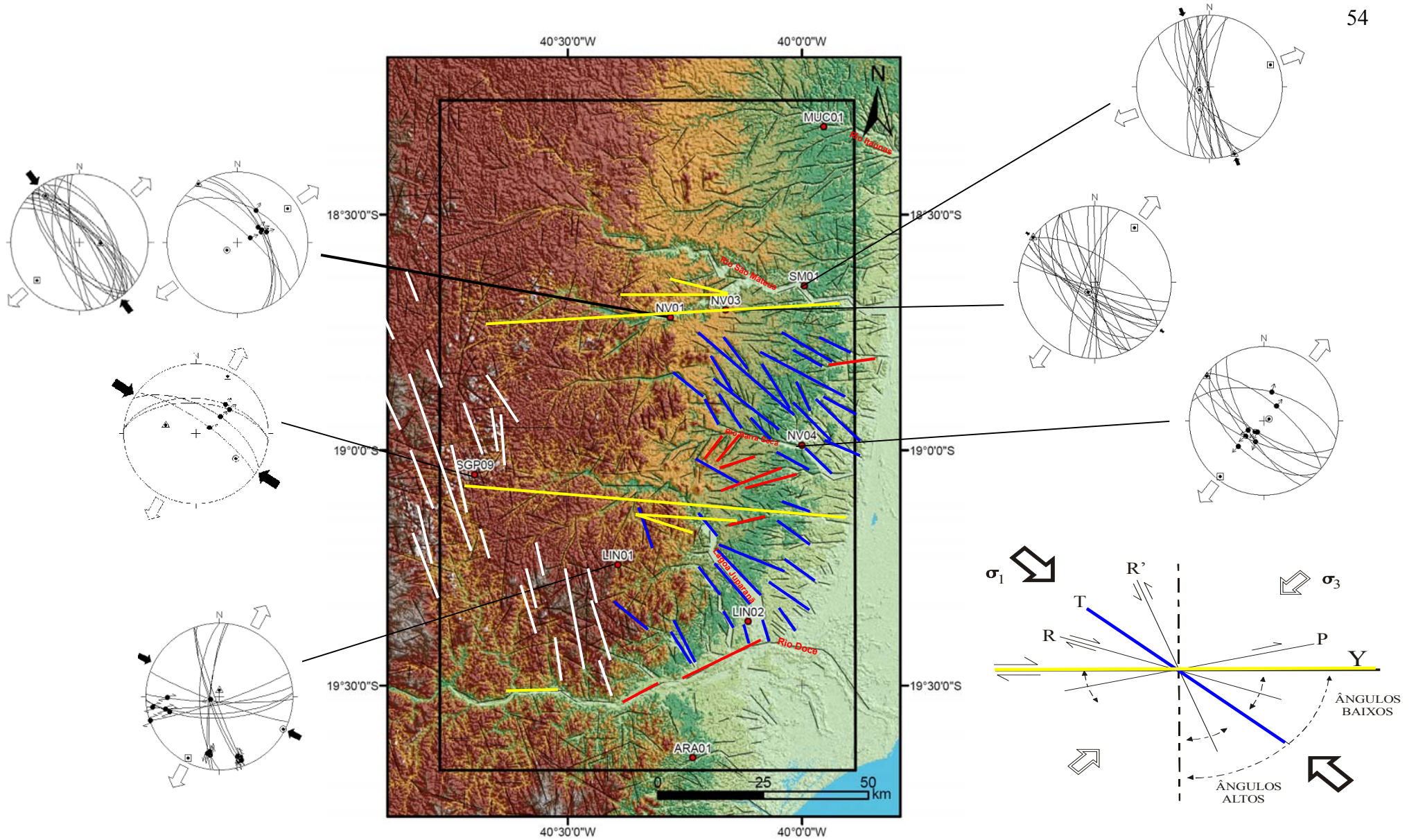


Figura 31 - Mapa de lineamentos estruturais ressaltando conjuntos de lineamentos de orientação NW-SE (em azul), compartimentados por lineamentos de orientação E-W (em amarelo). Os lineamentos NW-SE são interpretados como a expressão de fraturas T de Riedel; os lineamentos E-W são interpretados como a expressão de fraturas Y de Riedel. Destaque para a distribuição dos diagramas de análise dos campos de tensões indicativos de transcorrência dextral E-W.

lagos internos da região de Linhares. No ponto NV03, foi identificado um padrão secundário de juntas de orientação NE-SW que podem ter sido geradas pelo mesmo regime distensivo NW de idade holocênica observado nos pontos LIN02 e ARA 01 por Rodrigues (2005). No ponto MUC01, no entanto, juntas com esta orientação foram associadas a um evento de transcorrência sinistral E-W mais antigo do que a transcorrência dextral E-W, sendo necessário aprofundar a análise estrutural destes padrões de juntas nestes afloramentos.

A área onde foi desenvolvido o presente estudo possui elevada concentração de estruturas rúpteis do tipo juntas, em detrimento de pares falha/estria. Desta forma, considera-se importante que, em estudos posteriores, sejam realizadas análises sistemáticas dos conjuntos de juntas neotectônicas identificados.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, A.P.B. 2004. *Tectônica Deformadora Cenozóica na Bacia Sedimentar de Resende (Rift Continental do Sudeste do Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 126 p.
- Angelier, J. 1989. Orientation to magnitudes in paleostress determinations using fault slip data. *Journal of Structural Geology*, **11** (1), pp. 37-50.
- Angelier, J. 1994. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: P.L., Hancock (ed.). *Continental Deformation*. Oxford: Pergamon Press, p. 53-100.
- Angelier, J. & Mecheler, P. 1977. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en sismologie: la méthode de dièdre droites. *Bull. Soc. Geol. France*, **7**:1309-1318.
- Asmus, H.E., Gomes, J. B., Pereira, A. C. B., 1971, Integração Geológica Regional da Bacia do Espírito Santo, Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo.
- Asmus, H.E. & Ferrari, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudeste do Brasil. In: PETROBRÁS. *Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP. p.75-88 (Série Projeto REMAC, 4).
- Delvaux, D. 1993. The Tensor Program for paleostress reconstruction: examples from the East African and Baikal rift zones. EUGVII Strasburg, France, 4-8 April 1993. Supplement n° 1 to Terra Nova, 5:216 (abstract).
- Ferrari, A. L. 2001. *Evolução Tectônica do Graben da Guanabara*. São Paulo. 412p. (Tese de Doutorado, IGc/USP).
- Gallardo, C.; Serrão, M.; Munis, M. 1987. O intemperismo dos gnaisses do sistema montanhoso do litoral Sudeste: um exemplo de atividade tectônica atual no município de Nova Venécia. Anais do I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, Boletim SBG, p. 210-226.
- Hasui, Y. 1990. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: SBG/MG, Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro, 1, Belo Horizonte, *Boletim SBG/MG*, 11:11-31.
- Hatshika, R.S. 2005. Investigação Sismoestratigráfica do Lago Juparanã – Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Inst. de Geociências, 2005, 84p.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L.; Flezcor, J. M. 1997. Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Belo Horizonte, CPRM. 112 p.: il, mapas.
- Mello, C.L. 1997. *Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas Implicações na Evolução de um Sistema de Lagos*. São Paulo, 275p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP).

- Mello, C.L., Carmo, I.O., Rodrigues, L.F., Metelo, C.M.S., Albuquerque, A.P.B. 1999. Neotectônica e compartimentação geomorfológica da bacia sedimentar de Resende (RJ). In: SBG/UNESP, Simp. Geol. Sudeste, 6, *Bol. Resumo*, p. 101.
- Mello, C.L. & Ferrari, A.L. 2003. Neotectônica. In: SBG, Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 9, *Apostila do curso de Neotectônica*. 35 p.
- Novais, L.C.C.; Teixeira, L.B.; Neves, M.T.; Rodarte, J.B.M.; Almeida, J.C.H.; Valeriano, C.M. 2004. Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina – ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v 12, n.1, p.191-194.
- O’Leary, D.W.; Friedman, J.D.; Pohn, H.A. 1976. Lineament, linear, lineation: some propose a new standards for old terms. *Bulletin of Geological Society of America*, 87:1463-1469.
- Riccomini, C. 1989. O Rift Continental do Sudeste do Brasil. São Paulo. 256p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).
- Riccomini, C.; Sant’anna, L.G.; Ferrari, A.L. 2004. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito Neves, B.B. (orgs.). *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca, p.383-405.
- Rodrigues, H.B. 2005. Aspectos geomorfológicos e reativação tectônica cenozóica na faixa de lineamentos Colatina (Espírito Santo). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Inst. de Geociências, 2005, 52p.
- Saadi, A. 1993. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos*, 1(1):1-15.
- Salvador, E.D. 1994. *Análise tectônica do vale do Rio Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ)*. 157 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).
- Salvador, E.D. & Riccomini, C. 1995. Neotectônica da região do alto estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). *R. bras. Geoc.* 25(3):151-164.
- Sarges, R.R. 2002. *Morfologia de Lagos da Região do Médio Vale do Rio Doce, 81p. Minas Gerais, e a sua Relação com a Tectônica Quaternária. Rio de Janeiro*. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia - Instituto de Geociências – UFRJ).
- Silva, J.M.R.; Lima, M.I.C.; Veronese, V.F.; Ricardo Jr, R.N.; Rocha, R.M., Siga Jr, O. 1987. Folha SE.24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra (Levantamento de recursos naturais). Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, v.34, 548 p.
- Silva, T.P. 2006. *Neotectônica na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e áreas adjacentes, entre Miguel Pereira (RJ) e Juiz de Fora (MG)*. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia - Instituto de Geociências – UFRJ).

- Stewart, I.S. & Hancock, P.L. 1994. Neotectonics. In: P.L., Hancock (ed.). *Continental Deformation*. Oxford: Pergamon Press, p. 370-409.
- Summerfield, M.A. 1987. Neotectonics and Landform Genesis. *Prog. in Phys. Geog.*, **11**: 384-397.
- Vieira, R.A.B.; Mendes, M.P.; Vieira, P.E.; Costa, L.A.R., Tagliari, C.V.; Bacelar, L.AP.; Feijó, F.J. 1994. Bacias do Espírito Santo e Mucuri. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, 8910:191-202.
- Wilcox, R.E., Harding, T.P., Seely, D.R. 1973. Basic wrench tectonics. *AAPG Bull.*, **57**:74-96.
- Zalán, P.V. 1986. A tectônica transcorrente na exploração do petróleo: uma revisão. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, **16**(3):245-257.

www.cprm.gov.br