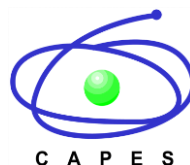




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA – DGEO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**



**CRISTIANE MARQUES DE LIMA TEIXEIRA**  
**A TERMINAÇÃO ORIENTAL DA ZONA DE CISALHAMENTO PERNAMBUCO**  
**LESTE E SEU MAGMATISMO ASSOCIADO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**JULHO/2011**

**CRISTIANE MARQUES DE LIMA TEIXEIRA**  
Geóloga, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A TERMINAÇÃO ORIENTAL DA ZONA DE CISALHAMENTO PERNAMBUCO  
LESTE E SEU MAGMATISMO ASSOCIADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves e coorientada pelo Prof. Dr. Gorki Mariano, como preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de mestre (a) em geociências, na área de concentração “Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal”, defendida no dia 29 de Julho de 2011.

**RECIFE  
2011**

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

T266t      Teixeira, Cristiane Marques de Lima.  
              A terminação oriental da zona de cisalhamento Pernambuco  
              leste e seu magmatismo associado / Cristiane Marques de Lima Teixeira. -  
              2011.  
              202folhas, Il.; e Tab..  
  
              Orientador: Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves.  
              Coorientador: Prof. Dr.. Gorki Mariano.  
  
              Dissertação ( Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
              Programa de Pós-Graduação Geociências, 2011.  
              Inclui Referências e Apêndices.  
  
              1. Geociências. 2.Geologia regional. 3.Geologia local e petrográfica. 4.  
              Aspectos estruturais microestruturais e metamórficos. 5. Litogeoquímica. I.  
              Neves, Sérgio Pacheco. (Orientador). II. Mariano, Gorki .(Coorientador).  
              III.Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-208



Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
Departamento de Geologia - DGEO  
Programa de Pós-Graduação em Geociências

A presente dissertação de mestrado, intitulada “**Terminação Oriental da Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste e seu Magmatismo Associado**”, autoria de **Cristiane Marques de Lima Teixeira**, foi defendida e aprovada no dia 29 de julho de 2011 pela banca examinadora abaixo assinada:

#### **APROVADA**

---

Prof. Dr. José Eduardo Soares – UNB (Universidade de Brasília)

---

Prof. Dr. José Maurício Rangel – UFPE

---

Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves – UFPE

Recife, 29 de julho de 2011



*Dedico esta dissertação à toda minha família, aos meus pais, ao meu marido, às minhas irmãs e a todos aqueles que contribuíram para sua finalização.*

## GRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edvaldo e Djanira, pelo amor, apoio, carinho, incentivo e, acima de tudo, pela confiança que eu seria capaz.

Ao meu marido, Erick Teixeira, pelo companheirismo, ajuda, paciência e apoio em todos os momentos.

Às minhas irmãs pelo carinho, apoio, conversas e incentivos nas horas difíceis.

Aos meus sogros, Neide e Manoel, pela confiança e conversas de descontração que ajudaram bastante para uma maior tranquilidade no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves pela orientação, ajuda, confiança, amizade incondicional, compreensão e apoio pessoal.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Gorki Mariano pelo apoio em todas as etapas deste trabalho e pela amizade em toda jornada acadêmica.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado que auxiliou no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Projeto “ESTUDO GEODINÂMICO DAS BACIAS SEDIMENTARES ONSHORE TIPO *RIFT* DE ALAGOAS, SERGIPE E PERNAMBUCO, E DE SEUS EMBASAMENTOS CRISTALINOS, coordenado pelo Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho, que auxiliou financeiramente com bolsa inicial de mestrado, nas viagens de campo, cursos de extensão, congressos e custeio das análises químicas durante o período de mestrado.

Ao “Contrato - 060/PR/08 - CPRM-UFPE-FADE - FOLHA SURUBIM” pelo apoio financeiro na finalização do mestrado.

Ao “Projeto INSTITUTOS NACIONAIS”, coordenado pelo Professor Reinhardt A. Fuck, que auxiliou financeiramente nas viagens para discussões relacionadas à refração sísmica. Assim como pela utilização do veículo, que foi de grande importância para levantamento dos dados de campo na área de estudo.

Ao Prof. Mário Ferreira de Lima filho pela ajuda financeira para obtenção dos dados e, acima de tudo, pela amizade.

Ao Professor Reinhardt A. Fuck pelo apoio financeiro e logístico e compreensão com as dificuldades devido à distância.

Ao Professor José Eduardo Soares pela ajuda no desenvolvimento do capítulo de geofísica, pelo auxílio didático, e pela compreensão nas dificuldades.

Ao Prof. Marcelo Rocha, que auxiliou na solução de problemas relacionados a software e pelo incentivo.

Ao Doutorando Marcus Vinícius que auxiliou, por várias vezes, na ampliação da parte de geofísica, participando com afinco em todo o desenvolvimento deste item da dissertação.

À mestranda Noelia Mejia que me ajudou com a formatação e modelagem dos dados.

Ao Prof. Jesus Berrocal por ter me concedido a oportunidade de participar do Projeto Institutos Nacionais.

À minha amiga Adele Cabral que, mesmo longe, sempre fez questão de estar presente me incentivando e acreditando em meu trabalho.

Aos funcionários e técnicos Rosa (DGEO), Andréa (DGEO), Janice (DGEO), Fideles (DGEO), Maurílio (DGEO) e Saulo (CPRM), que também fizeram parte deste trabalho, contribuindo de forma direta e indireta para a realização do mesmo.

À Nelia, secretária do Projeto Rift, pelo apoio e amizade ao longo de todo o mestrado.

Aos meus amigos Jonatas e Isaac em especial, pelas etapas de campo companheirismo e amizade.

A todos os meus amigos do DGEO, que prefiro não listar para não correr o risco de esquecer algum em especial.

A todos, o meu muitíssimo obrigada!!!

*“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.*

Theodore Roosevelt

*“Sentir medo é ruim, mas o pior é se acovardar diante dele. O crucial é encara-lo e, a partir daí, conhecer os seus limites”.*

Cristiane Teixeira

## RESUMO

A zona de cisalhamento Pernambuco Leste (ZCPE) separa os domínios Central e Pernambuco-Alagoas da Província Borborema. Esta dissertação de mestrado está relacionada a uma pesquisa em detalhe em sua porção oriental, entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Gravatá (PE). O objetivo foi fazer um levantamento dos seus aspectos litológicos, geométricos, estruturais e magmáticos e, a partir de um perfil de refração sísmica, investigar o comportamento em escala crustal. Para tanto foram visitados 185 afloramentos, estudadas aproximadamente 80 seções delgadas, analisadas 35 amostras para elementos maiores, traços e terras raras, e realizado um perfil de refração sísmica com cerca de 150 km de comprimento na direção NW-SE, entre Vertentes e Sirinhanhém (PE), que cortou a transversalmente a ZCPE. A área estudada consiste de um embasamento ortognáissico granítico, com variedades dioríticas a quartzo sieníticas; rochas supracrustais representadas por metassedimentos gnáissicos, xistosos e quartzíticos; granitos sin- a tardi-tectônicos; milonitos diversos; e uma ocorrência de basalto pós-tectônico. A foliação nas rochas regionais apresenta mergulhos moderados a altos devido à influência da ZCPE. Dobramentos relacionados com a dinâmica da ZCPE também são observados. Na área estudada, a ZCPE é segmentada em dois cinturões miloníticos, com geometria de recobrimento à direita, separados de aproximadamente 3 km. O processo deformacional gerou proto- a ultramilonitos e um gradiente deformacional, com rochas mais deformadas na porção central das faixas miloníticas. A foliação milonítica tem direção ENE e mergulho forte para SE, com lineações mineral e de estiramento associadas com caimento baixo entre ENE e ESSE. Critérios de cisalhamento em várias escalas de observação indicam uma cinemática dextral. As rochas foram classificadas geoquimicamente em dois grupos: graníticas e pobres em  $\text{SiO}_2$ . As rochas graníticas são sub-alcálinas e peraluminosas e as mais máficas são subalcalinas a alcalinas, metaluminosas e caem no limite entre os campos cálcio-alcálico e toleítico. As características das amostras graníticas, tanto de ortognaisses quanto de plútons, sugerem uma afinidade com granitos do tipo-A. Não são observadas diferenças significativas entre a geoquímica de rochas miloníticas e seus protólitos, sugerindo que a deformação cisalhante não promoveu mobilidade de elementos. O perfil de refração sísmica possibilitou uma modelagem simples, com a verificação apenas de uma interface importante: descontinuidade de Mohorovicic,

variando entre 32,5 e 36 km de profundidade, com espessamento crustal para sudeste. Três camadas foram reconhecidas na crosta superior, sem marcar estruturalmente ZCPE como uma estrutura que separa domínios tectônicos.

## ABSTRACT

The East Pernambuco Shear Zone (EPSZ) separates the Central and Pernambuco-Alagoas domains of the Borborema Province. In this dissertation a detailed research was conducted in its oriental portion, between the cities of Jaboatão dos Guararapes and Gravatá (PE). The objective was to characterize the geometry, structure, lithology and associated magmatism, and, from a seismic refraction profile, investigate its behavior at the crustal scale. 185 outcrops were visited, about 80 thin sections studied, analyzed 35 samples for major, trace and rare earth, and performed a seismic refraction profile about 150 km long in NW-SE direction, between the cities of Vertentes and Sirinhanhém (state of Pernambuco/PE), which cuts across the EPSZ. The study area consists of a granitic gneiss basement, with dioritic to quartz syenitic varieties; supracrustal rocks represented by metasedimentary rocks (paragneiss, schist and quartzite), syn- to late-tectonic granitic plutons, mylonites, and an post-tectonic basalt. The regional foliation has moderate to high dips due to the influence of ZCPE. Folds related to the dynamics of the ZCPE are also observed. In the study area, the ZCPE is divided into two mylonitic belts with right step geometry, approximately 3 km apart. The deformation process generated proto- to ultramylonites and a deformation gradient, with more deformed rocks in the central portion of the mylonitic bands. The mylonitic foliation is steeply dipping to SSE, with associated mineral and stretching lineations plunging gently between ENE and ESE. Shear criteria at various scales of observation indicate dextral kinematics. The rocks are geochemically classified into two groups: granitic and silica-poor. The granitic rocks are sub-alkaline and peraluminous; intermediate rocks are subalkaline to alkaline, metaluminous and fall between the tholeiitic and calc-alkaline fields. The characteristics of the granitic samples from both plutons and orthogneisses suggest an affinity with the A-type granites. There are no significant differences between the geochemistry of the mylonitic rocks and their protoliths, suggesting that shearing did not promote mobility of elements. The seismic refraction profile enabled the modeling of only one important interface: the Mohorovicic discontinuity, ranging between 32.5 and 36 km deep, with crustal thickening to the southeast. Three layers were recognized in the upper crust, without marking the EPSZ as a structure that separates tectonic domains.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1.1 - Esquema de localização da área. (a) Localização aproximada da área de estudo dentro da Província Borborema (Modificado de Neves, 2003). (b) Mapa de localização aproximada na região da ZCPE (Fonte: Neves e Mariano, 1999). (c) Mapa de localização (Fonte: Mapa Geológico de Pernambuco (Gomes, H. A. 2001). .....	31
Figura 1.2 - Mapa de pontos e vias de acesso. ....	32

### CAPÍTULO II

Figura 2.1 - Mapa das principais unidades geológicas, plútons e zonas de cisalhamento da Província da Borborema (modificado de Neves, 2003) .....	36
Figura 2.2 – Mapa simplificado das porções central e nordeste da Província Borborema. AM (Alto Moxotó), AP (Alto Pajeú), GJ (Granjeiro), PB (Piancó/Alto Brígida) e RC (Rio Capibaribe) são Terrenos propostos no setor Central. ZCAI, ZCCG, ZCPa, ZCPE E ZCPW; zonas de cisalhamento Afogados da Ingazeira, Capina Grande, Patos, Pernambuco Leste e Pernambuco Oeste, respectivamente. BCA: Batólito Caruaru-Arcoverde. (Fonte: Neves e Mariano, 2001). .....	38
Figura 2.3 – Mapa esquemático exibindo a geometria de recobrimento à direita para a ZCPE. (Modificado de Neves e Mariano, 1999). ....	42

### CAPÍTULO III

Figura 3.1 - Fotografias ilustrando ortognaisses graníticos de granulação e aspectos diferentes. (A) ZCPE-1, (B) ZCPE-135. ....	46
---	----



Figura 3.2 - (A) Fotografia ilustrando os aspectos petrográficos dos ortognaisses máficos da área (ZCPE-59). (B) Fotografia ilustrando dobramento normal com o plano axial paralelo à foliação milonítica. (ZCPE-34). ..... 46

Figura 3.3 - Fotografias ilustrando; (A) Granada-biotita-xisto com foliação bem definida (ZCPE-138); (B) Granada-biotita xisto com boudinagem dentro da foliação (ZCPE-155); (C) Granada-biotita-xisto (ZCPE-155); (D) Granada-biotita-xisto com dobras verticais e P.A. paralelo à direção da transcorrência; (ZCPE-137). ..... 47

Figura 3.4 - Fotografia ilustrando o protomilonito típico da ZCPE (ZCPE-12). ..... 48

Figura 3.5 - Fotografias ilustrando o aspecto geral dos milonitos em campo (ZCPE-143 e 185). ..... 49

Figura 3.6 - Fotografias ilustrando ultramilonitos de protólito granítico. (A) ZCPE-141. (B) ZCPE-142. ..... 49

Figura 3.7 - Fotografias ilustrando algumas variedades de granitos na área estudada. (A) Granito cinza homogêneo (ZCPE-150); (B) granito porfirítico com algumas variações faciológicas de granulação (ZCPE-17); (C) Granito médio homogêneo (ZCPE-120); (D) Granito cinza homogêneo com lineação magmática (ZCPE-61). ..... 50

Figura 3.8 - Fotografia ilustrando corpo diorítico (ZCPE-113). (A) visão geral. (B) detalhe com os veios graníticos formando uma rede. ..... 51

Figura 3.9 - Fotografias ilustrando dique basáltico cortando a foliação milonítica (ZCPE-22). (A) dique cortando a foliação milonítica. (B) Basalto com vesículas e fraturas preenchidas por calcita. ..... 52

## CAPÍTULO IV

Figura 4.1 - Estereograma de pólos de foliação (P) e lineações (L), da foliação regional. ....	55
Figura 4.2 - Estereogramas de pólos de foliações (P) e lineações de estiramento (L) em milonitos da ZCPE. ....	55
Figura 4.3 - Estereograma de pólos das foliações (P) e das lineações (L) nas rochas graníticas. ....	56
Figura 4.4 - Fotografia ilustrando lineação magmática em granito homogêneo. Lineação definida pela orientação preferencial dos minerais sem apresentar deformação. (Afloramento ZCPE-61). ....	57
Figura 4.5 - Fotografia ilustrando dobramento normal. (ZCPE-137). ....	57
Figura 4.6 - Estereograma de pólos dos planos axiais e eixos das dobras. ....	58
Figura 4.7 – Fotografia afloramento da ZCPE ao longo da BR-232, entre Pombos e Gravatá, mostrando dobras e intenso fraturamento em milonitos e ultramilonitos de protólito granítico. ....	58
Figura 4.8 - Fotografias ilustrando as fraturas que ocorrem na área em diferentes afloramentos. (A) ZCPE-01; (B) ZCPE-04; (C) ZCPE-15; (D) ZCPE-57. ....	59
Figura 4.9 - Estereogramas de pólos de foliações (P) referente às fraturas que cortam a região. ....	60
Figura 4.10 - Fotomicrografia ilustrando microfalhas e microfraturas cortando a foliação milonítica. (Objetiva com aumento de 4X). ....	60

Figura 4.11 - Estereograma de foliação (P) e lineação (L) para pequenas falhas encontradas na região. ....	60
Figura 4.12 - geometria de recobrimento à direita e esquema de gradiente deformacional. ....	61
Figura 4.13 - Fotomicrografias, com nicóis cruzados, representando as rochas protomiloníticas. (A) ZCPE-39. (B) ZCPE-15. (Objetiva com aumento de 4X). ....	62
Figura 4.14 - Fotomicrografias com aspectos deformacionais das rochas miloníticas. (A, B) Afloramento ZCPE-79. (C, D) Afloramento ZCPE-47. (A, C) Nicóis paralelos. (B, D) Nicóis cruzados. (Objetiva com aumento de 4X). ....	63
Figura 4.15 - Fotomicrografias ilustrando os aspectos deformacionais dos ultramilonitos. (A) Afloramento ZCPE-26. Nicóis paralelos. (B) Afloramento ZCPE-41. Nicóis cruzados. (C, D) Afloramento ZCPE-11, em nicóis paralelos (C) e cruzados (D). (Objetiva com aumento de 4X). ....	64
Figura 4.16 – Fotografias ilustrando sigmóides dextrais. (A) Afloramento ZCPE-185. (B) Afloramento ZCPE-49. ....	65
Figura 4.17 – Fotografia ilustrando relação S-C indicando sentido de movimento dextral. (ZCPE-47). ....	65
Figura 4.18 – Fotografia ilustrando <i>Boudins</i> assimétricos indicando sentido de movimento dextral. (ZCPE-155). ....	66
Figura 4.19 - Imagens aerogeofísicas no canal de tório e magnética para as folhas Caruaru e Vitória de Santo Antão (PE). (A) e (B) Imagem no canal de Tório para as folhas Caruaru e Vitória, respectivamente. (C) e (D) Imagens magnéticas para as folhas Caruaru e Vitória, respectivamente. As imagens mostram claramente a ZCPE na direção ENE assim como sua geometria de recobrimento à direita. ....	67

Figura 4.20 - Fotomicrografias representando porfiroclastos de feldspatos dos tipos sigma ( $\sigma$ ) e delta ( $\delta$ ) dextrais de quatro afloramentos diferentes. (A) afloramento ZCPE-13. (B) Afloramento ZCPE-85. (C) Afloramento ZCPE-26. (D) Afloramento ZCPE-41. Todas em nicóis paralelos e objetiva com aumento de 4x. .... 68

Figura 4.21 – Fotomicrografias ilustrando sombra de pressão em torno de um mineral opaco. (ZCPE-24), SB - sombra de pressão; RC - Recristalização dinâmica. A - Nicóis paralelos; B - Nicóis cruzados. Objetiva com aumento de 4X. .... 69

Figura 4.22 - Figura esquemática ilustrando a relação S-C e seu processo de formação. (A) Rocha não deformada. (B) Rocha submetida ao esforço cisalhante gerando a relação S-C que, neste caso, é dextral. .... 69

Figura 4.23- Fotomicrografia ilustrando relação S-C dextral. A e C nicóis paralelos e B e D nicóis cruzados. Objetiva com aumento de 4X. (ZCPE-47). .... 70

Figura 4.24 – Fotomicrografias ilustrando foliação oblíqua em fitas de quartzo indicando sentido de movimento dextral. (A) e (B) são diferentes seções do afloramento ZCPE-41 em nicóis cruzados e objetiva com aumento de 4X. .... 71

Figura 4.25 - Fotomicrografias ilustrando mica-fish dextral em objetiva com aumento de 4X. (A) Nicóis paralelos. (B) Nicóis cruzados. (ZCPE-41). .... 71

Figura 4.26 – Fotomicrografias ilustrando: (A) e (B) kink-band em biotita com plano axial (P.A.) oblíquo em relação à direção de transcorrência (Nicóis paralelos e objetiva com aumento de 4X); (C) Figura esquemática sugerindo o mecanismo de deformação para formação da kink-band; (E) Figura esquemática ilustrando a o P.A. que forma foliação secundária .... 72

Figura 4.27 - Fotomicrografias ilustrando fraturamento sintético. (A) feldspato potássico fraturado, nicóis paralelos, ZCPE-10; (B) feldspato potássico fraturado, nicóis cruzados, ZCPE-10; (C) fraturamento sintético pull apart tipo V em feldspato potássico. Nicóis cruzados; (D) Fraturamento sintético em plagioclásio, nicóis cruzados. (Todas em objetiva com aumento de 4X). ..... 73

Figura 4.28 - Fotomicrografias de um milonito de protólito diorítico. (A) nicóis paralelos e (B) nicóis cruzados. Anf-anfibólio, Bt-biotita, Chl-clorita, Pl-plagioclásio, Ttn-titanita. (ZCPE-03). (Objetiva com aumento de 4X). ..... 74

Figura 4.29 - Fotomicrografias ilustrando algumas microestruturas em seções delgadas de diferentes afloramentos da ZCPE. (A) formação de subgrãos em cristal de quartzo (ZCPE-15); (B) pertita em chamas (ZCPE-17); (C) recristalização dinâmica em feldspato potássico e recristalização dinâmica em um cristal opaco (ZCPE-24); (D) recristalização parcial nas bordas do feldspato potássico e recristalização total de fitas de quartzo que envolvem os porfiroclastos (ZCPE-79); (E) recristalização dinâmica parcial na borda do ortoclásio (ZCPE-41); (F) recristalização dinâmica parcial na borda do ortoclásio em nicóis cruzados (ZCPE-41). A, B, C, D e F em nicóis cruzados e E em nicóis paralelos. Todas fotografadas em objetiva com aumento de 4X. .... 75

Figura 4.30 – Fotomicrografias ilustrando mineralogia. (A) associação Clorita+biotita+epidoto em nicóis paralelos (ZCPE-15); (B) associação clorita+biotita+epidoto em nicóis cruzados (ZCPE-15); (C) associação quartzo+actinolita+epidoto em nicóis paralelos (ZCPE-10); (D) associação quartzo+actinolita+epidoto em nicóis cruzados (ZCPE-10). Act-actinolita, Bt-biotita, Chl-clorita, Ep-epidoto, Kfs-feldspato potássico, Pl-plagioclásio, Qtz-quartzo. Todas em objetiva com aumento de 4X. .... 76

Figura 4.31 - (A) Fotografia ilustrando aspecto em campo de uma ultramilonito com feições cataclástica, (ZCPE-24). (B) Fotomicrografia com nicóis cruzados de um ultramilonito com aspectos cataclásticos ao microscópio (Objetiva com aumento de 4X), (ZCPE-24). .... 82

## CAPÍTULO V

- Figura 5.1 - Fotografias ilustrando equipamentos. (A) britadores, (B) moinho com disco de chumbo. .... 85
- Figura 5.2 - Diagramas binários de variação tipo Harker,  $\text{SiO}_2$  x outros óxidos.  $\text{SiO}_2$  e outros óxidos em %. Apesar de ilustrado,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  encontra-se abaixo do limite de detecção. .... 88
- Figura 5.3 - Distribuição dos elementos traços em diagramas tipo Harker (PPM). .... 89
- Figura 5.4 - Diagrama de classificação para rochas plutônicas de Cox e Bell, 1979. .... 90
- Figura 5.5 - Diagrama de classificação geral de Peccerilo e Taylor, 1976. .... 91
- Figura 5.6 - Diagrama AFM para as rochas de composição granítica e de baixa sílica. Linha que separa os campos T (toleítico) e C (cálcio-alcálico) de Irvine e Baragar (1971). .... 92
- Figura 5.7 - (A) álcalis totais vs.  $\text{SiO}_2$  para todas as amostras analisadas. Linha que delimita campos de Irvine e Baragar (1981). (B) Índice de Shand para todas as amostras analisadas. Diagrama proposto por Maniar e Piccoli (1989). .... 92
- Figura 5.8 - Diagramas discriminantes para rochas graníticas. Syn-COLG - granitos sin-colisionais; WPG - granitos intra-placa; VAG - granitos de arco-vulcânico; ORG - granitos de cadeia oceânica. .... 93
- Figura 5.9 - (A) Fotografia de uma amostra de ortogneiss diorítico. (B) Fotografia de uma amostra de ortogneiss granítico. (C) Diagrama ETR, normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968), para ortogneisses com baixo teor de sílica. (D) Diagrama ETR, normalizado pelo condrito de Haskin *et al.* (1968), para ortogneisses graníticos. (E) Aranhograma dos ortogneisses de baixa sílica normalizado pelo

manto primitivo (McDonough & Sun, 1995), (F) aranhagrama dos ortognaisses graníticos. .... 94

Figura 5.10- Fotografias ilustrando três tipos de milonitos; (A) milonito de granito grosso, ZCPE-88; (B) milonito de granito médio, ZCPE-15; (C) protomilonito de granito fino, ZCPE-12. .... 95

Figura 5.11 - Fotografias ilustrando dois protomilonitos de granito. (A) protomilonito de granito equigranular fino (ZCPE-07); (B) protomilonito de granito equigranular fino (ZCPE-12). .... 96

Figura 5.12 - diagramas ETR (normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968) e aranhagramas (normalizados pelo manto primitivo de McDonough & Sun, 1995) relacionados aos três grupos de milonitos. (A), (B), e (C) ETR; (D), (E) e (F) aranhagramas. .... 96

Figura 5.13 - diagramas ETR normalizados pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968). (A) diagrama ETR para os plútons Gravatá e Jabotão-Moreno; (B) diagrama ETR para o Plúton Gravatá; (C) diagrama ETR para o Plúton Jabotão-Moreno. .... 97

Figura 5.14 - aranhagrama, normalizados pelo manto primitivo de McDonough & Sun (1995), das amostras dos plútons. .... 97

Figura 5.15 - (A) diagrama ETR, normalizados pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968), para basalto; (B) aranhagrama para outros elementos do basalto (normalizados pelo manto primitivo de McDough & Sun (1995). .... 98

Figura 5.16 - fotografias ilustrando diferentes fácies de um mesmo afloramento da ZCPE; (A) ZCPE-1A; (B) ZCPE-1C; (C) ZCPE-1D. .... 99

Figura 5.17 - diagrama ETR, normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.*, 1968, representante do afloramento ZCPE-01. (1A) granito deformado; (1C) Ortognaisse quartzo-diorítico; (1D) ortognaisse de granito porfirítico. .... 99

Figura 5.18 - (A) fotografia ilustrando a interação granito (a) com ortognaisse diorítico (b); (B) assinaturas em diagramas ETR para o granito e o ortognaisse diorítico (normalizados pelo Condrito de Haskin <i>et al.</i> (1968). ....	100
---	-----

## CAPÍTULO VI

Figura 6.1- seção sísmica do ponto de tiro SP-16, próximo ao município de Vertentes-PE. ....	109
--	-----

Figura 6.2 - seção sísmica do ponto de tiro SP-17, próximo ao município de Cumarú-PE. ....	109
--	-----

Figura 6.3 - seção sísmica do ponto de tiro SP-19, no município de Serinhanhém-PE. ....	110
---	-----

Figura 6.4 - (a) leitura das fases na seção sísmica do tiro SP-16; (b) leitura das fases do tiro SP-17; (c) leitura das fases do tiro SP-18. ....	112
---	-----



## **LISTA DE TABELAS**

### **CAPÍTULO II**

Tabela 2.1 - Zonas de cisalhamento limitantes e domínios da Província Borborema. .....	36
---	----

### **CAPÍTULO V**

TABELA 5.1 - Tabela de identificação de amostras e elementos maiores em forma de óxidos. Apesar de ilustrado, o $\text{Cr}_2\text{O}_3$ está abaixo do limite de detecção. ....	87
Tabela 5.2 - variação dos valores dos elementos traços para as rochas de composição granítica e de baixo teor de $\text{SiO}_2$ . ....	90

# SUMÁRIO

<i>Dedicatória</i>	
<i>Agradecimentos</i>	
<i>Resumo</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Lista de Figuras</i>	
<i>Lista de Tabelas</i>	
<i>Sumário</i>	

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Introdução .....	27
1.1. Apresentação .....	28
1.2. Objetivos .....	29
1.3. Métodos .....	29
1.4. Localização e vias de acesso .....	33

## CAPÍTULO II – GEOLOGIA REGIONAL

2. Geologia Regional .....	35
2.1. Introdução .....	35
2.2. Divisão tectônica da Província Borborema .....	36
2.3. Zona de Cisalhamento Pernambuco ou Lineamento Pernambuco e Domínios Adjacentes .....	37
2.3.1. Domínio Central ou Domínio de Zona Transversal .....	37
2.3.1.1. Faixa Pernambuco Leste .....	39
2.3.2. Domínio Sul .....	41
2.3.3. ZCPE .....	41

## CAPÍTULO III – GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA

3. Geologia Local e Petrografia .....	44
3.1. Área estudada .....	44
3.2. Petrografia .....	45
3.2.1. Embasamento .....	45
3.2.2. Rochas Supracrustais .....	46

3.2.3. Protomilonitos, milonitos a ultramilonitos .....	48
3.2.4. Granitóides .....	49
3.2.5. Basalto .....	51

## **CAPÍTULO IV – ASPECTOS ESTRUTURAIS, MICROESTRUTURAIS E METAMÓRFICOS**

4. Estruturas e microestruturas .....	54
4.1. Foliação .....	55
4.2. Lineação .....	56
4.3. Dobras .....	57
4.4. Estruturas rúpteis tardi- a pós-brasilianas .....	59
4.5. Gradiente deformacional e correlações microestruturais .....	61
4.5.1. Protomilonitos .....	61
4.5.2. Milonitos .....	62
4.5.3. Ultramilonitos .....	63
4.6. Análise cinemática .....	64
4.6.1. Estruturas mesoscópicas .....	64
4.6.2. Estruturas macroscópicas .....	66
4.6.3. Microestruturas .....	67
4.7. Metamorfismo .....	73
4.8. Discussão e conclusões .....	76
4.8.1. Geometria .....	76
4.8.2. Gradiente deformacional .....	77
4.8.3. Cinemática dextral .....	79
4.8.4. Condições de metamorfismo .....	79
4.8.5. Deformação rúptil .....	81

## **CAPÍTULO V – LITOGEOQUÍMICA**

5. 1. Introdução .....	84
5.2. Materiais e Métodos .....	85
5.3. Litogeoquímica .....	86
5.3.1. Elementos maiores .....	86
5.3.2. Elementos Traços .....	89
5.3.3. Classificação e série de rochas graníticas .....	90
5.3.4. Ambiente tectônico .....	92
5.3.5. Diagramas de Elementos Terras Raras (ETR) e Outros Elementos .....	93

5.3.5.1. Embasamento .....	93
5.3.5.2. Rochas miloníticas .....	95
5.3.5.3. Granitos <i>sensu-strictu</i> .....	97
5.3.6. Basalto .....	98
5.3.7. Assinaturas litogeoquímicas contrastantes .....	98
5.3.7.1. Afloramento ZCPE-01 .....	98
5.3.7.2. Afloramento ZCPE-120 .....	99
5.4. Discussão e conclusões .....	100

## **CAPÍTULO VI – REFRAÇÃO SÍSMICA**

6.1. Introdução .....	105
6.2. Metodologia .....	106
6.3. Perfil sísmico .....	107
6.3.1. Aquisição dos Dados .....	107
6.3.2. Seções sísmicas - Ondas P .....	108
6.3.3. Processamento dos Dados .....	110
6.3.4 Modelagem 2D .....	111
6.5. Interpretação geológica .....	113
6.6. Conclusões e sugestões .....	116

## **CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES GERAIS**

7. Conclusões Gerais .....	118
----------------------------	-----

## **CAPÍTULO VIII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

8. Referências bibliográficas .....	120
-------------------------------------	-----

## **APÊNDICE I**

APÊNDICE IA – DESCRIÇÃO DE LÂMINAS

APÊNDICE IB – TABELA DE AFLORAMENTOS, COORDENADAS E ESTRUTURAS

## **APÊNDICE II**

APÊNDICE II A – COORDENADAS DOS PONTOS DE TIROS

APÊNDICE II B – PARÂMETROS PARA MODELAGEM r.in

APÊNDICE II C – PARÂMETROS PARA MODELAGEM tx.in

APÊNDICE II D – PARÂMETROS PARA MODELAGEM v.in

### **APÊNDICE III**

APÊNDICE III A – DIAGRAMAS DE PROPAGAÇÃO DE RAIOS AGRUPADOS

APÊNDICE III B – PERFIL SÍSMICO

APÊNDICE III C – DIAGRAMAS DE PROPAGAÇÃO DE RAIOS TIRO 16

APÊNDICE III D – DIAGRAMAS DE PROPAGAÇÃO DE RAIOS TIRO 17

APÊNDICE III E – DIAGRAMAS DE PROPAGAÇÃO DE RAIOS TIRO 19

### **APÊNDICE IV**

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE TIROS

### **APÊNDICE V**

PERFIL REGIONAL

### **APÊNDICE VI**

MAPA GEOLÓGICO ESTRUTURAL DA PORÇÃO ORIENTAL DA ZONA DE  
CISALHAMENTO PENAMBUCO LESTE



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUÇÃO**

## 1. Introdução

### 1.1. Apresentação

A Província Borborema (PB), Nordeste do Brasil, é um amplo cinturão orogênico de aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup>, formado a partir da orogenia Brasileira/Pan-Africana (~600 Ma) e compartimentada em vários domínios separados por amplas zonas de cisalhamento transcorrentes (Figura 1.1a). Através destas zonas, cinco domínios continentais são considerados (Brito Neves et al., 2000): Médio Coreau, Ceará Central, Rio Grande do Norte, Zona Transversal ou Central e Sul ou Sudeste. As principais zonas de cisalhamento que subdividem a PB em domínios são: Sobral-Pedro II ou Lineamento Transbrasiliano; Portalegre ou Jaguaribe ou, ainda, Senador Pompeu; Patos e; Pernambuco.

Dentre as extensas zonas de cisalhamento transcorrentes, a Pernambuco tem sido alvo de pesquisa há aproximadamente duas décadas. Esta ampla estrutura, nas pesquisas iniciais, foi considerada como uma contínua zona de cisalhamento de rejeito direcional dextral de aproximadamente 700 km, com direção leste-oeste, chamada Lineamento Pernambuco. No entanto, em meados da década de 90, alguns autores (Neves *et al.*, 1995; Vauchez e Egydio-Silva, 1992; Neves e Mariano, 1999) deram a esta megaestrutura uma outra conotação. Sugeriram que ela seria segmentada em dois sistemas de zonas de cisalhamento, denominados Leste e Oeste, separados por aproximadamente 100 km (Figura 1.1b). O segmento oriental (Leste) foi alvo desta pesquisa de uma forma mais minuciosa, estudando suas feições em escalas megascópica e microscópica e as características geoquímicas do embasamento, das faixas miloníticas e do magmatismo associado.

O sistema ZCPE, entre os domínios tectônicos Central e Sul, é composto de dois cinturões miloníticos de alta temperatura (alta-T) e vários de baixa temperatura (baixa-T) (Neves e Mariano, 1999). Os milonitos são primariamente derivados de protólitos ígneos. A distinção entre cinturão de baixa e alta temperatura é baseada na preservação (ou não) de fases minerais magmáticas e critérios microestruturais. Os cinturões de alta-T e baixa-T exibem características típicas de deformação sob condições das fácies anfibolito e xisto verde, respectivamente. Os cinturões miloníticos de alta-T estão restritos à borda sul do batólito Caruaru-Arcoverde.

A área de estudo, entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Gravatá (PE) (Figuras 1.1c e 1.2), tem aproximadamente 1356 km<sup>2</sup> e compreende uma parte



da ZCPE com extensão de quase 70 km e largura entre 4 a 5 km. A geologia desta região é caracterizada por um embasamento ortognáissico de composição variada, rochas metassedimentares, plútons graníticos, protomilonitos a ultramilonitos de protólitos principalmente graníticos e um dique basáltico cortando quase perpendicularmente a foliação milonítica.

## **1.2. Objetivos**

Os objetivos desta pesquisa foram: (1) realizar uma cartografia detalhada, na escala de 1:100.000, da terminação oriental da ZCPE, visando verificar a geometria escalonada proposta por Neves e Mariano (1999) e possíveis processos de reativações pós-brasilianos, particularmente relacionados com a abertura do Atlântico; (2) examinar as características estruturais e microestruturais, avaliando seus aspectos deformacionais e a dinâmica durante sua formação; (3) tentar averiguar, a partir de estudos de refração sísmica, a extensão da ZCPE em subsuperfície e se a mesma separa terrenos distintos; (4) fazer a caracterização petrográfica e geoquímica entre as diversas unidades e; (5) fazer a comparação entre a geologia de um lado e outro da zona de cisalhamento.

## **1.3. Métodos**

Os seguintes métodos foram utilizados para a execução da dissertação:

- (a) Levantamento bibliográfico: aquisição de dados através da consulta de livros, artigos, mapas, e outras possíveis fontes de informação (CD-ROM, Internet).
- (b) Fotointerpretação e análise de imagens de satélite e aerogeofísicas utilizando todas as escalas disponíveis. A utilização de imagens aerogeofísicas para as folhas Vitória e Caruaru foi imprescindível na composição do mapa geológico, pois as mesmas auxiliaram na separação das unidades litológicas, bem como na interpretação estrutural e geométrica da ZCPE.
- (c) Mapeamento geológico: trabalho de campo onde foram verificadas litologias, contatos e estruturas. O trabalho de campo foi efetuado com o auxílio das cartas topográficas Gurjaú (SC.25-V-A-II-2-SE), Jaboatão (SC.25-V-A-II-2-NE), Tapacurá (SC.25-V-A-II/2-NOMI-1371/2-NO), Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II-1-NE), Massaranduba (SC.25-V-A-II/2-SOMI-1371/2-SO) e Pacas (SC.25-V-A-II-1-SE), na escala 1:25.000, da folha topográfica Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II), na escala 1:100.000, do mapa geológico Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II), também

na escala 1:100.000 (Rocha, 1985) e da Carta Imagem de Radar da Folha Caruaru (SC.25-V-A-I) também na escala 1:100.000 (RADAMBRASIL, 1984). As etapas de mapeamento geológico foram concluídas com a visita a 185 afloramentos (Figura 1.2, mapa geológico estrutural APÊNDICE VI, e tabelas no APÊNDICE I-B).

(d) Estudos petrográficos (APÊNDICE I-A): identificação das espécies de minerais, relações entre eles, percentuais, microestruturas, etc.

(e) Litogeoquímica de elementos maiores e traços: em campo, foram coletadas amostras representativas de vários tipos de rochas. Estas rochas foram lavadas, fotografadas, britadas e, por fim, pulverizadas para serem analisadas. O processo de análise foi elaborado pelo laboratório ACME. Análises químicas relacionadas ao embasamento ortognáissico, às faixas miloníticas e aos granitóides foram interpretadas para avaliar a correlação entre aspectos deformacionais e composição, as possíveis fontes para rochas ígneas e metaígneas, assim como a correlação com as várias classificações propostas para rochas de composição granítica e granitóides.

(f) Realização e interpretação de perfil de refração sísmica profunda (APÊNDICE IIIA e IIIB). A ZCPE é uma estrutura continental evidente em várias formas de imageamento. Entretanto, ainda são poucas as modelagens geofísicas (gravimetria, sísmica, etc.) de sua geometria em profundidade. Assim, além das várias escalas de observações e pesquisa até hoje utilizadas, neste trabalho foi utilizada uma nova técnica. Um perfil de refração sísmica, de aproximadamente 150 km de comprimento, formando um ângulo de aproximadamente  $130^{\circ}$  com a ZCPE, foi elaborado cortando transversalmente esta estrutura. O intuito foi visualizar se a mesma separa domínios diferentes e qual a geometria da Moho sob a região estudada.

(g) Integração dos dados e elaboração da dissertação. Esta etapa foi realizada através da interpretação de: dados de campo; amostras de mão; aproximadamente 80 seções delgadas (ver anexo IA); 35 análises litogeoquímicas; seções e perfil de refração sísmica (APÊNDICES IIIA, IIIB, IIIC, IIID, IIIE).

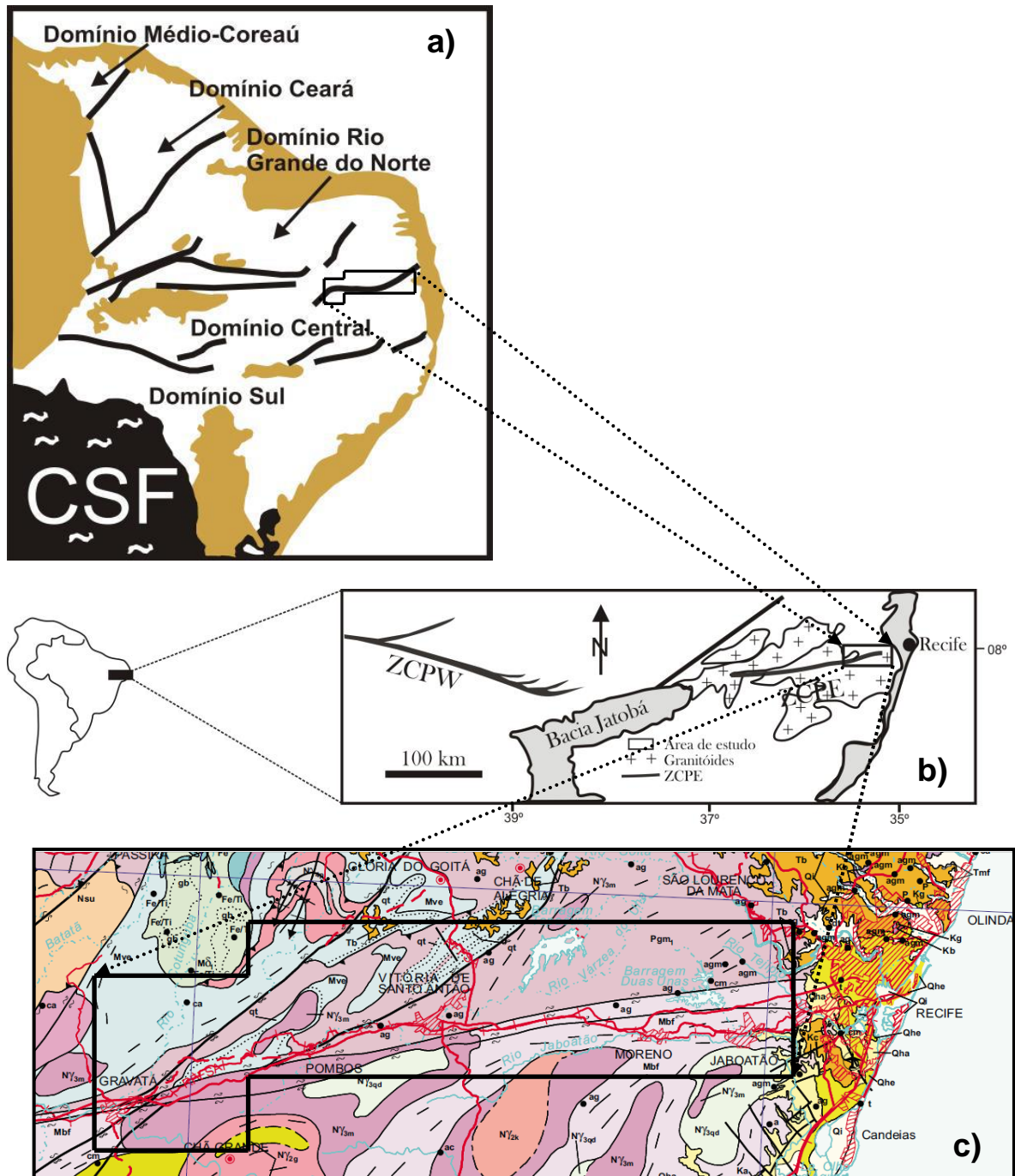


Figura 1.1 - Esquema de localização da área. (a) Localização aproximada da área de estudo dentro da Província Borborema (Modificado de Neves, 2003). (b) Mapa de localização aproximada na região da ZCPE (Fonte: Neves e Mariano, 1999). (c) Mapa de localização (Fonte: Mapa Geológico de Pernambuco (Gomes, H. A. 2001)).

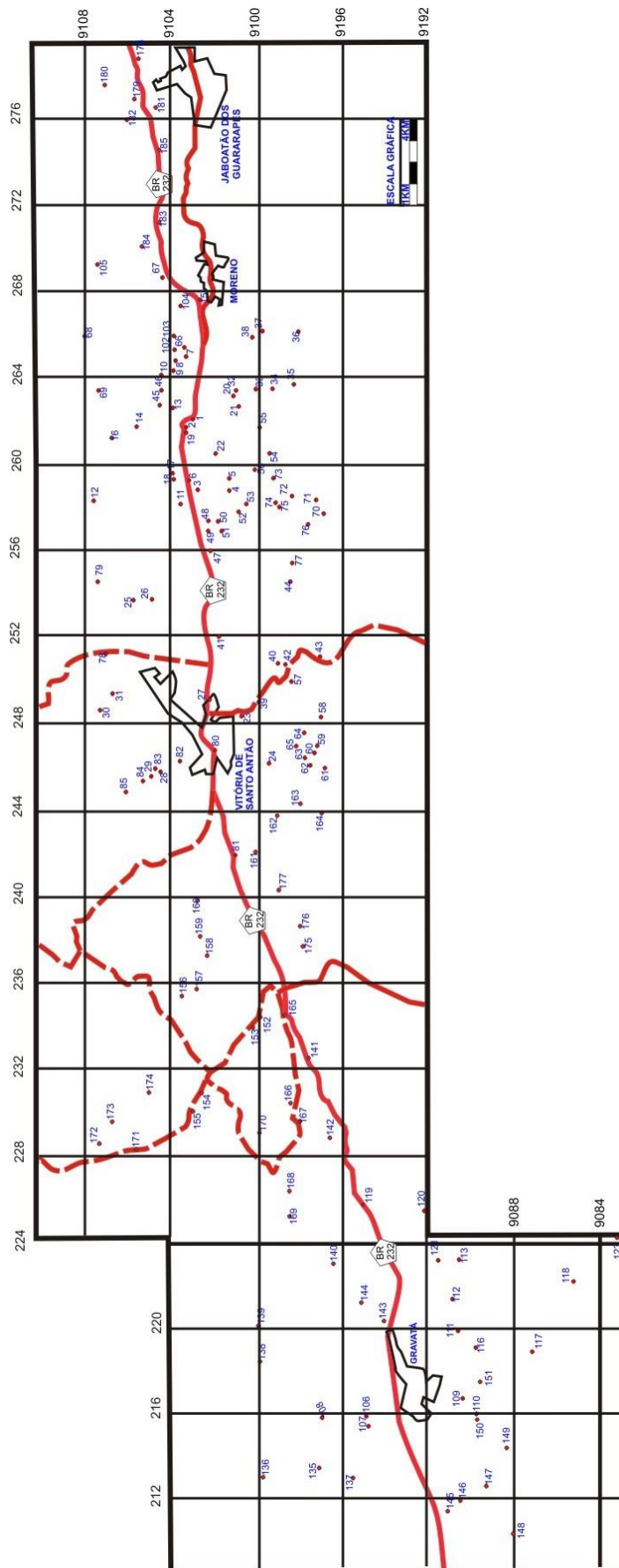


Figura 1.2 - Mapa de pontos e vias de acesso.

#### **1.4. Localização e Vias de Acesso**

A área de estudo localiza-se no estado de Pernambuco, mais precisamente entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes (PE) e Gravatá (PE) (Figuras 1.1c e 1.2). A principal via de acesso é a BR-232 começando em Recife. Os principais perfis foram feitos pela BR-232, como também por vias estaduais (PE-45 e PE-50) e estradas sem pavimentação.

## **CAPÍTULO II**

### **GEOLOGIA REGIONAL**

## 2. Geologia Regional

### 2.1. Introdução

A Província Borborema (PB), Nordeste do Brasil, representa um extenso cinturão orogênico de aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup> gerado durante a orogenia Brasiliana/Pan-Africana (~600 Ma) como resultado da convergência entre os crátons Oeste Africano - São Luiz, Amazônico e São Francisco - Congo na consolidação do Supercontinente Gondwana Ocidental (Almeida *et al.*, 1981; Brito Neves e Cordani, 1991; Jardim de Sá, 1994; Trompette, 1994; Caby *et al.*, 1995; Van Schmus *et al.*, 1995; Vauchez *et al.*, 1995; Dantas, 1998; Brito Neves *et al.*, 2000; Toteu *et al.*, 2001). A PB tem seus limites Norte e leste com o Oceano Atlântico e as bacias costeiras da Plataforma Brasileira, sul com o Cráton São Francisco e oeste com a Bacia do Parnaíba.

A PB tem a ela relacionada importantes eventos tectônicos, magmáticos e térmicos de idades principalmente Paleoproterozóica e Neoproterozóica associados aos ciclos Transamazônico e Brasileiro, respectivamente. Ela é composta por um embasamento gnáissico migmatítico em que o componente gnáissico é o mais expressivo e varia em composição de granítica a quartzo diorítica (Figura 2.1). Associado a este embasamento ocorrem rochas metassedimentares, metaultramáficas, metagabros e anfibolitos. O Ciclo Brasileiro é marcado por cinturões semi-contínuos de rochas supracrustais metamorizadas, por uma rede de zonas de cisalhamento transcorrentes e por numerosas intrusões.

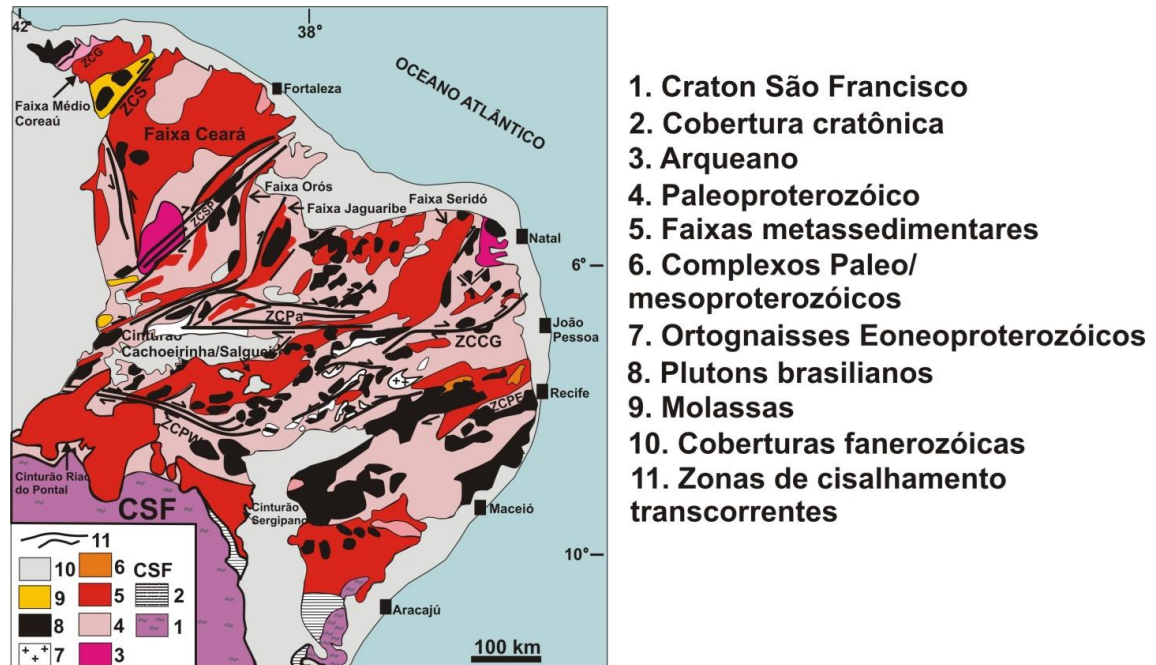


Figura 2.1 - Mapa das principais unidades geológicas, plútons e zonas de cisalhamento da Província Borborema (modificado de Neves, 2003).

## 2.2. Divisão tectônica da Província Borborema

Os principais domínios tectônicos da Província Borborema (PB) são separados por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais aparentemente tardias à evolução tectônica da PB (Tabela 2.1 e Figura 1.1a).

Zonas de Cisalhamento limitantes	Domínios tectônicos limitados
Sobral Pedro II ou Lineamento Transbrasiliano	Médio Coreaú ( <b>DMC</b> ) / Domínio Ceará Central ( <b>DCC</b> )
Portalegre ou Jaguaribe ou, ainda, Senador Pompeu	Ceará Central ( <b>DCC</b> ) / Rio Grande do Norte ( <b>DRN</b> )
Patos	Rio Grande do Norte ( <b>DRN</b> ) / Zona Transversal ( <b>DZT</b> )
Pernambuco ou Lineamento Pernambuco	Zona Transversal ( <b>DZT</b> ) / Domínio Sul ou Sudeste ( <b>DSE</b> )

Tabela 2.1 - Zonas de cisalhamento limitantes e domínios da Província Borborema.



### **2.3. Zona de cisalhamento Pernambuco ou Lineamento Pernambuco e domínios adjacentes**

O Lineamento Pernambuco ou Zona de Cisalhamento Pernambuco está geologicamente localizado entre dois domínios: Central ou Zona Transversal e Sul ou Sudeste (Figura 1.1a).

#### **2.3.1. Domínio Central ou Domínio de Zona Transversal**

A geologia do Domínio Central, em torno da região estudada, compreende ortognaisses de composição variada, predominantemente de idade Paleoproterozóica, sequências metassedimentares, rochas intrusivas e milonitos desenvolvidos ao longo de zonas de cisalhamento dextrais que recortam a região. Há ainda em caráter secundário zonas de cisalhamento sinistrais que obedecem a orientação NNE-SSW a NE-SW (Vauchez e Egydio-Silva, 1992; Neves e Vauchez, 1995; Neves e Mariano, 1999).

Na Zona Transversal, mergulhos suaves a moderados com direção NE-SW caracterizam o comportamento de uma foliação gnáissica de rochas do embasamento e supracrustais, as quais posteriormente foram retrabalhadas por zonas de cisalhamento dextrais e sinistrais.

Algumas divisões foram propostas para a Zona Transversal contendo diversas regiões ou elementos litotectônicos, como cinturões dobrados Piancó-Alto Brígida a oeste e Pajeú-Paraíba a leste (Brito Neves, 1983), sendo o primeiro também chamado de Cinturão Cachoeirinha-Salgueiro (Sial, 1997). Três terrenos principais foram propostos por Santos (1996) e Santos et al., (1997) para a área leste a central do Domínio Transversal, designados como: Terreno Rio Capibaribe (RCT), marcado por sequências de rochas supracrustais de idades Neoproterozóicas e plútons provenientes do ciclo Brasileiro; Terreno Alto Pajeú (APT), que consiste em rochas supracrustais e ortognaisses; Terreno Alto Moxotó (AMT), caracterizado por constantes exposições do embasamento transamazônico retrabalhado, e pequenos plútons Brasileiros espaçados.

Outra proposta, sem vínculo com terrenos tectônicos, sugere que as áreas com dominância de rochas supracrustais continuem a ser designadas como *faixas* e não *terrenos* (Neves e Mariano, 2001). Assim, no setor central da PB, o “terreno” Alto Pajeú deveria ser referido como faixa Pajeú-Paraíba e as supracrustais que

dominam no leste e que são incluídas em parte dos “terrenos” Rio Capibaribe e Alto Moxotó, como faixa Pernambuco Leste (Neves e Mariano, 2001) (Figura 2.2).

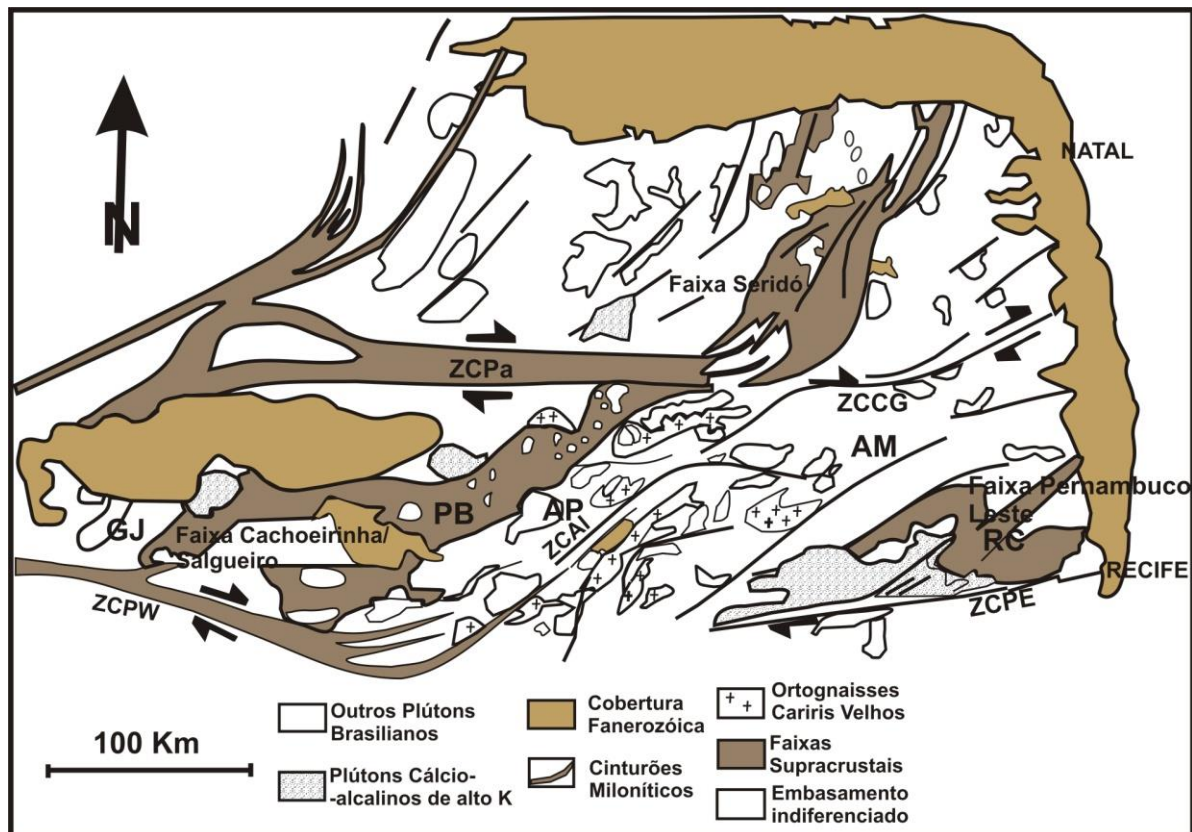


Figura 2.2 – Mapa simplificado das porções central e nordeste da Província Borborema. AM (Alto Moxotó), AP (Alto Pajeú), GJ (Granjeiro), PB (Piancó/Alto Brígida) e RC (Rio Capibaribe) são Terrenos propostos no setor Central. ZCAI, ZCCG, ZCPa, ZCPE E ZCPW; zonas de cisalhamento Afogados da Ingazeira, Capina Grande, Patos, Pernambuco Leste e Pernambuco Oeste, respectivamente. BCA: Batólito Caruaru-Arcoverde. (Fonte: Neves e Mariano, 2001).

Plútons cedo- a sintectônicos localmente associados a zonas de cisalhamento ocorrem no período de 590-570 Ma, com base em datação de zircão pelos métodos U-Pb e Pb-Pb (Guimarães e Da Silva Filho, 1998; Almeida *et al.*, 2002a,b; Guimarães *et al.*, 2004; Neves *et al.*, 2004). Já o método  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  fornece idade de 585 Ma para o esfriamento regional para cerca de 500°C, na porção oriental do Domínio Central. Tais temperaturas só passaram a cair para 300°C a partir de 545-533 Ma (Neves *et al.*, 2000).

Ortognaisses datados em zircão pelo método U-Pb mostram idades de 2,2-2,0 Ga (Santos, 1995; Van Schmus *et al.*, 1995; Brito Neves *et al.*, 2001a,b; Neves *et al.*, 2004, 2006), interpretadas como cristalização do protólito durante a orogenia Transamazônica/Eburneana. Este evento é responsável pelo principal período de formação da crosta na Província da Borborema. Posteriormente os ortognaisses e

cinturões supracrustais tiveram suas foliações retrabalhadas por zonas de cisalhamento transcorrentes.

Idades de 1,5 e 1,7 Ga são encontradas em ortognaisses e meta-anortositos, as quais são interpretadas como rochas provenientes de plutons anorogênicos posteriormente metamorfisados (Accioly *et al.*, 2000; Sá *et al.*, 2002).

Há ainda um terceiro grupo de ortognaisses, proveniente principalmente de granitóides, os quais forneceram uma idade de cristalização entre 0.98 e 0.93 Ga (Brito Neves *et al.*, 1995, 2001a; Van Schmus *et al.*, 1995; Kozuch *et al.*, 1997; Leite *et al.*, 2000). Tais rochas são interpretadas por alguns autores como produto de intrusões sintectônicas cedo-neoproterozóicas a partir do evento orogênico Cariris Velhos (Brito Neves *et al.*, 1995). No entanto, outros interpretam o evento Cariris Velhos apenas como uma fase de rifteamento continental. Deste modo, o metamorfismo e deformação responsáveis pela produção dos ortognaisses seriam do Brasileiro (Neves, 2003).

#### **2.3.1.1. Faixa Pernambuco Leste**

A Faixa Pernambuco Leste é essencialmente composta por rochas supracrustais, tais como: mármore, quartzitos paragneisses e micaxistos. Seus limites estruturais são: a sul, a Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste; a norte, a Zona de Cisalhamento Campina Grande; a oeste, a Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste. Suas rochas sofreram metamorfismo na fácies anfibolito e processos de deformação que originaram uma foliação de baixo ângulo. No que se refere ao embasamento, a litologia predominante é ortognáissica com idades entre 1,97 e 2,15 Ga. (Silva *et al.*, 1996; Sá *et al.*, 1997; Santos *et al.*, 1997; Leite *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2000, Neves *et al.*, 2006).

No mapa geológico de Pernambuco (Gomes, 2001), as unidades crustais da Faixa Pernambuco Leste levam os nomes de Complexos Gnáissicos Migmatíticos, Complexo Surubim e Complexo Vertentes. Originalmente descrito por Melo e Siqueira (1971). O Complexo Surubim foi definido como um complexo de biotita xistos e paragneisses, marcados por intercalações de mármore, quartzitos e anfibolitos. Ela possui uma idade máxima de deposição de 665 Ma (Neves *et al.*, 2006).

O Complexo Vertentes seria composto por uma sequência metavulcanosedimentar, a qual teria composição marcada por metapelitos,

metaintermediárias, metamáficas, metadacitos, metavulcanoclásticas e paragneisses, além de quartzitos, metaultramáficas, gnaisses anfibolíticos, granito fino, quartzitos e *sheets* (Santos 2000). No entanto, isto resultou de um equívoco, com rochas do embasamento gnáissico tendo sido erroneamente interpretadas como metavulcânicas (Neves *et al.*, 2006). Em consequência, Brasilino *et al.* (2008) redefiniram o Complexo Vertentes como uma unidade paleoproterozóica composta por ortogneisses bandados e granada-biotita-anfibólio gnaisses

O complexo Gnáissico Migmatítico, segundo o mapa Geológico de Pernambuco (Gomes, 2001), mostra-se orientado segundo faixas alongadas na direção NE-SW. É representado por ortogneisses de composição granítica a tonalítica e em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e diorítica. Pode ser dividido em duas unidades, uma mais homogênea, e outra migmatizada. A primeira unidade definida como Pgm1, corresponde a gnaisses com intercalações anfibolíticas interceptadas por diques de composição ácida e básica. Na porção SE de tal unidade é marcante a presença de biotita-ortogneisses com hornblenda, de composição tonalítica, migmatizados, além de partes graníticas ricas em biotita, enquanto nas regiões central e norte predominam biotita-gnaisses e biotita-hornblenda-gnaisses migmatizados, de composição tonalítica, diorítica e monzonítica, não individualizados. Esta unidade corresponde aproximadamente ao Complexo Vertentes no uso atual.

A segunda unidade (Pgm2) é caracterizada por hornblenda-gnaisses com forte migmatização, localmente cortada por diques de basalto e de andesito-diabásio de até 1m de espessura. Tal bandamento é bem desenvolvido e sua estrutura completa é bem orientada, possuindo intercalações entre bandas máficas e félsicas. Na unidade Pgm2 ocorrem ainda migmatitos, biotita-metatonalitos e biotita metagranitos os quais podem conter mesossomas anfibolítico, diorítico e/ou monzodiorítico. Esta unidade corresponde aproximadamente ao Complexo Salgadinho, definido no Mapa do Brasil ao Milionésimo (Bizzi *et al.*, 2003).

### 2.3.2. Domínio Sul

A geologia do Domínio Sul compreende litologias de composição variada, predominando ortognaisses, rochas metassedimentares de alto grau e granitóides, pertencentes ao Domínio (também chamado de Maciço ou Complexo) Pernambuco-Alagoas (Brito Neves, 1975; Silva Filho 2001, 2002; Neves *et al.*, 2008, 2009) e rochas predominantemente metassedimentares da Faixa Sergipana. O Domínio Pernambuco-Alagoas possui uma área aproximada de 70.000 km<sup>2</sup>. Ele limita-se ao norte pela Zona de Cisalhamento Pernambuco e é geograficamente dividido em duas porções pela Bacia Tucano-Jatobá. As rochas ortognáissicas e supracrustais estão agrupadas, respectivamente, nos complexos Belém de São Francisco e Cabrobó (Medeiros, 1998; Gomes, 2001).

### 2.3.3. ZCPE

O lineamento Pernambuco ou Zona de Cisalhamento Pernambuco é considerado tradicionalmente como uma zona linear, com *trend* preferencial E-W, possuindo extensão em torno de 700 km e rejeito direcional dextral. Ela é interpretada por alguns autores como elemento tectônico fundamental da orogenia Brasileira/Pan-africana, havendo propostas de sua continuação no continente africano como a Falha de Sanaga ou a Falha de Amadoua (Bertrand e Jardim de Sá, 1990; Torquato e Cordani, 1981). Vauchez *et al.* (1995) tratam o lineamento Pernambuco como parte de uma malha de zonas de cisalhamento de escala continental, com uma cinemática consistente, desenvolvida em condições de metamorfismo de alta temperatura e pressão média a baixa. Este sistema foi subdividido em dois domínios: ocidental, com predominância de zonas de cisalhamento dextrais, com direção NE-SW e oriental, com zonas de cisalhamento sinuosas e descontínuas, com direção E-W.

Agrawal (1990), estudando os aspectos microestruturais do lineamento Pernambuco no trecho entre os municípios de Moreno e Gravatá, foi o primeiro a reconhecer que ele foi deformado sob as condições da fácies xisto verde e, portanto, que o lineamento Pernambuco é uma zona de cisalhamento dúctil e não uma falha rúptil. Davison *et al.* (1995) mostraram que o comportamento consistente da foliação e lineação e a ausência de dobras nas intrusões sintectônicas associadas evidenciam que a deformação na zona de cisalhamento Pernambuco foi controlada por fluxo laminar. Vauchez e Egydio-Silva (1992), Vauchez *et al.* (1995) e Neves e

Vaucher (1995) subdividiram a Zona de Cisalhamento Pernambuco nos segmentos leste (ZCPE) e oeste (ZCPW). Foi evidenciado que a fase inicial de funcionamento ocorreu sob altas temperaturas, e posteriormente a deformação concentrou-se em cinturões delgados à medida que a temperatura caía (Vaucher e Egydio-Silva, 1992; Neves e Valchez, 1995; Vaucher *et al.*, 1995; Neves e Mariano, 1999; Silva e Mariano, 2000).

Os cinturões miloníticos de alta temperatura na ZCPE estão localizados na borda sul do batólito Caruaru-Arcoverde, com direção principal E-W, caracterizados por intensa deformação dúctil na fácies anfibolito. As faixas miloníticas de baixa temperatura encontram-se na fácies xisto verde e ocorrem de forma paralela às de alta temperatura e separadas destas por fatias de rochas metamórficas (orto- e para derivadas) pouco deformadas por cisalhamento de rejeito direcional. Neves e Vaucher (1995) comprovaram, também, que as zonas de cisalhamento com direção NE tinham cinemática sinistral e estavam essencialmente restritas ao corpo ígneo, atuando concomitantemente com a zona de cisalhamento dextral de direção E-W. Neves e Mariano (1999) propuseram que os segmentos de baixa-T a leste de Bezerros apresentam uma geometria com recobrimento à direita (Fig. 2.3).

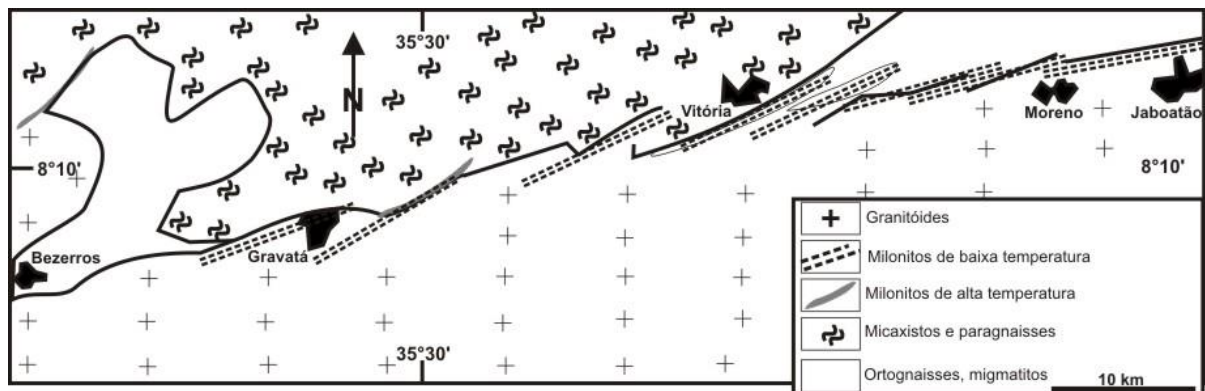


Figura 2.3 – Mapa esquemático exibindo a geometria de recobrimento à direita para a ZCPE. (Modificado de Neves e Mariano, 1999).

Em termos geocronológicos, as idades U-Pb (Guimarães *et al.*, 2004) e Pb-Pb (Neves *et al.*, 2004) em zircão do batólito Caruaru-Arcoverde (583-591 Ma; cedo-tectônico) e U-Pb em zircão (Neves *et al.*, 2008) do Granito Cabanas (573±4 Ma) limitam o principal período de atividade da Zona de cisalhamento Pernambuco Leste.

## **CAPÍTULO III**

### **GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA**

### **3. Geologia Local e Petrografia**

#### **3.1. Área estudada**

A área estudada apresenta quatro unidades principais: embasamento, rochas supracrustais, milonitos e granitóides (ver mapa geológico da área no Anexo VI e descrição de lâminas APÊNDICE IA).

O embasamento é composto por ortognaisses de composição, em geral, granítica, porém com algumas ocorrências de rochas máficas/intermediárias.

Os ortognaisses graníticos afloram principalmente nas porções nordeste, sudeste, todavia é possível encontra-lo na porção noroeste. Têm granulação média, mas podem exibir algumas variedades mais grossas. A coloração varia de cinza clara a cinza rosada. Por vezes exibem bandamentos composicionais irregulares centimétricos. Os ortognaisses máficos/intermediários variam entre dioríticos a quartzo-monzoníticos, e têm granulação média a fina. Ocorrem como pequenos corpos localizados à sudeste da área (ver mapa em anexo). Regionalmente possuem foliação de baixo ângulo. Porém, na área em questão, mostram atitudes entre moderadas a altas devido à influência da ZCPE.

Um outro corpo alongado, de direção NE-SW, localizado principalmente na porção WSW da área é discriminado como enxame de diques de composição variada. Sua composição varia entre félsica e máfica, assim como sua granulação, podendo variar entre fina a grossa. A porção félsica é de granulação grossa, pode apresentar porfiroclastos de feldspatos com uma matriz média composta por biotita, plagioclásio, quartzo e anfibólio. Já a porção máfica tem granulação média e é mais enriquecido em biotita e anfibólio. Também ocorre diques anfibolíticos de granulação fina/média. Sua orientação e foliação é de acordo com a deformação transcorrente, mas tem porções que são, aparentemente localmente preservadas, sem apresentar deformação relacionada ao processo de transcorrência.

As rochas supracrustais, representadas pelas rochas metassedimentares, situam-se principalmente à noroeste da área, com apenas uma pequena porção a sudeste da ZCPE. É composta por paragneisses arcoseanos, granada-biotita-xistos e algumas ocorrências de quartzitos, estes últimos não mapeáveis na escala do mapa.

O enfoque do trabalho foi direcionado, principalmente, às rochas miloníticas. Estas compõem dois cinturões que cortam a área estudada na direção ENE-WSW e



exibem foliações de alto ângulo a sub-verticais. Eles são separados por aproximadamente 2 km, com ramificações para NE, e exibem uma geometria de recobrimento à direita como definido por Neves e Mariano (1999).

As rochas graníticas compõem dois plútons principais, denominados aqui Jaboaão-Moreno e Gravatá, localizados, respectivamente, à sudeste e sudoeste da ZCPE. Mas ainda ocorre um pequeno corpo ao norte da ZCPE, na porção NNW da área, de composição quartzo sienítica, coloração rósea e granulação grossa. Em alguns pontos, destas rochas magmáticas, é possível verificar foliação magmática bem definida relacionada ao processo de transcorrência.

## **3.2. Petrografia**

### **3.2.1. Embasamento**

Ortognaisses ocorrem por quase toda região mapeada, mas são menos frequentes na porção NW, onde predominam rochas supracrustais. Apresentando uma foliação com direção ENE, estas rochas exibem, variações em termos de coloração, granulação e composição. Eles foram separados em dois grupos, os de composição granítica (Figura 3.1) e os de composição diorítica a granodiorítica (Figura 3.2). Os graníticos foram subdivididos em duas classes. Uma tem granulação mais grossa e coloração mais escura, com porfiroclastos de feldspato potássico (Figura 3.1A). A outra é mais félsica, mais rica em quartzo, com uma granulação mais homogênea e alguns exibem veios concordantes com a foliação (Figura 3.1B).

Estruturalmente exibem as mesmas características. Poucos exibem lineação de estiramento associada. A foliação, quando próximas à zona de cisalhamento, apresenta mergulho mais forte, se aproximando da atitude da foliação milonítica. Isto faz com que, muitas vezes, os ortognaisses sejam confundidos com milonitos, e vice-versa, tanto em campo como em escala microscópica. Em um único afloramento (ZCPE-34; Figura 3.2B), foi possível observar dobras em que o plano axial das mesmas é aproximadamente paralelo com a direção da transcorrência.



Figura 3.1 - Fotografias ilustrando ortognaisses graníticos de granulação e aspectos diferentes. (A) ZCPE-1, (B) ZCPE-135.



Figura 3.2 - (A) Fotografia ilustrando os aspectos petrográficos dos ortognaisses máficos da área (ZCPE-59). (B) fotografia ilustrando dobramento normal com o plano axial paralelo à foliação milonítica. (ZCPE-34).

### 3.2.2. Rochas Supracrustais

Este grupo de rochas está concentrado na porção NNW da área e a norte da ZCPE; ocorre ainda em uma pequena porção a leste da área e a sul da ZCPE. É composto por rochas metassedimentares classificadas como paragneisses, xistos e quartzitos.

Os paragneisses são arcoseanos, compostos por: quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita, muscovita e granada, sendo denominados como biotita-paragneisse arcoseano granatífero e pertencentes ao Complexo Surubim. São rochas de granulação média, homogêneas, com foliação de baixo ângulo bem definida com direção ENE, algumas vezes intercaladas com xisto e quartzito. Os cristais de granada têm até 0,5 cm de diâmetro, e ocorrem com distribuição homogênea; os grãos de muscovita aparecem em menor proporção e são menos



proeminentes que as granadas. Algumas vezes estas rochas exibem intercalações de materiais de composição anfibolítica e/ou calcissilicática.

Os xistos são rochas de coloração cinza a amarronzada, compostas essencialmente por biotita, quartzo, feldspato, muscovita e granada. Possuem granulação média e uma foliação bem definida (Figura 3.3A). As granadas são distribuídas homoganeamente também dentro da matriz xistosa (Figura 3.3C). Paralelas à foliação, ocorrem bandas félsicas boudinadas, compostas por quartzo e feldspato (Figura 3.3B). Também se observam dobramentos com plano axial sub-vertical paralelo à direção de transcorrência dextral (Figura 3.3D).

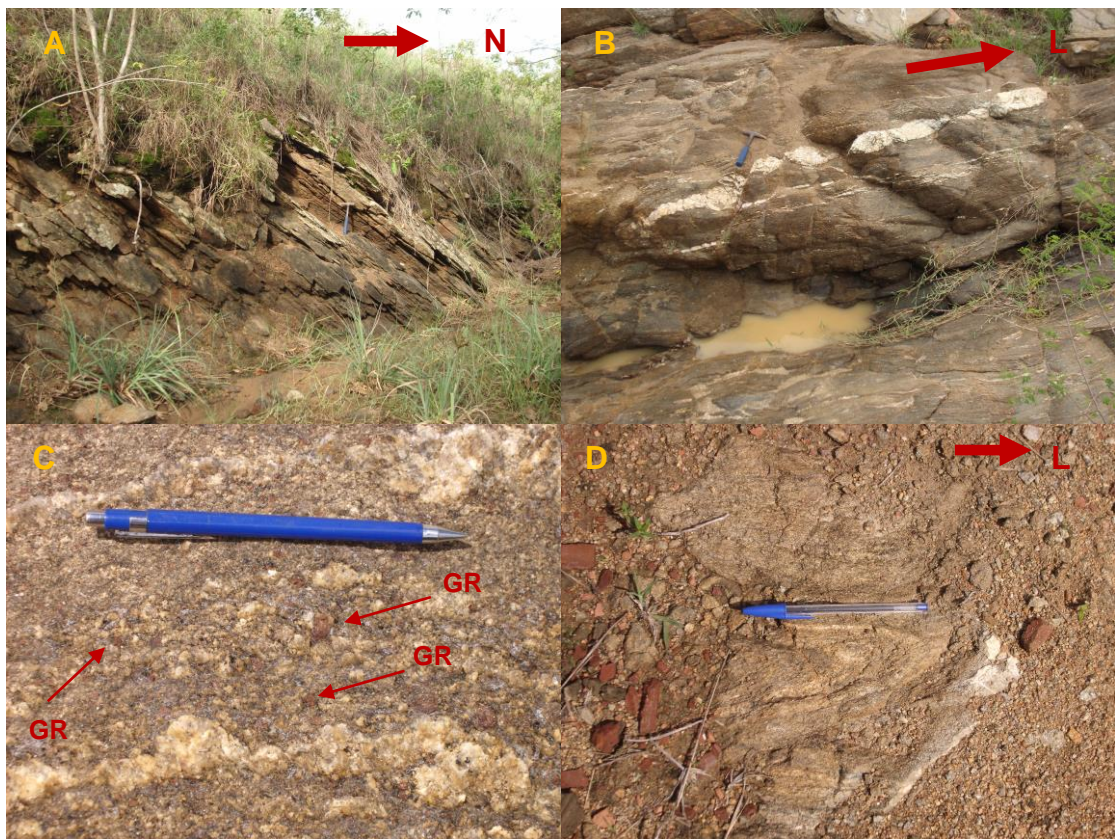


Figura 3.3 - Fotografias ilustrando; (A) Granada-biotita-xisto com foliação bem definida (ZCPE-138); (B) Granada-biotita xisto com boudinagem dentro da foliação (ZCPE-155); (C) Granada-biotita-xisto (ZCPE-155); (D) Granada-biotita-xisto com dobras verticais e P.A. paralelo à direção da transcorrência; (ZCPE-137).

As rochas quartzíticas mostram-se, geralmente, como intercalações nos paragneisses. São compostas essencialmente por quartzo, com muscovita associada, sendo assim definidas como muscovita-quartzito. Exibem, no geral, coloração rósea, devido ao intemperismo, mas também ocorrem variações para

cinza. A granulação é média e homogênea. Ocorrem com foliação bem definida e com mergulho variando de médio a alto.

### 3.2.3. Protomilonitos, milonitos a ultramilonitos

As rochas miloníticas compõem o grupo de maior interesse para este trabalho. São de composição variada, tendo maior frequência as de composição granítica, podendo ocorrer variações entre protólitos de composição diorítica, quartzo-diorítica, quartzo-monzonítica, granodiorítica, quartzo-monzodiorítica, e, mais raramente, metassedimentar. Comumente os milonitos exibem granulação média a fina, que depende do protólito, assim como da intensidade da deformação; a coloração varia mediante seu protólito. Uma das características mais agudas para estas rochas é sua foliação de alto ângulo a verticalizadas, com direção variando entre E, ENE e ESE.

Em escala de mapa, observa-se um gradiente deformacional, configurado por protomilonito, milonito e ultramilonito da borda para o centro da ZCPE. Os protomilonitos em geral são graníticos, mas com variações para baixo teor em sílica, foliação bem definida de alto ângulo, mas com feições deformacionais pouco intensas. Em campo, é possível verificar minerais com suas características de cristalização. Ou seja, o processo de deformação no estado sólido ocorreu, mas não o suficiente para levar a rocha a uma modificação cristalina intensa (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Fotografia ilustrando o protomilonito típico da ZCPE (ZCPE-12).

Os milonitos, do mesmo modo que os protomilonitos, são de composição variada e têm foliação de alto ângulo a verticalizada. Os minerais não preservam sua forma cristalina original, com porfiroclastos de minerais mais resistentes envolvidos por



uma matriz fina foliada (Figura 3.5A). Elas proporcionam, com maior facilidade, critérios cinemáticos que identificam as características da deformação que a rocha foi submetida (Figura 3.5B).

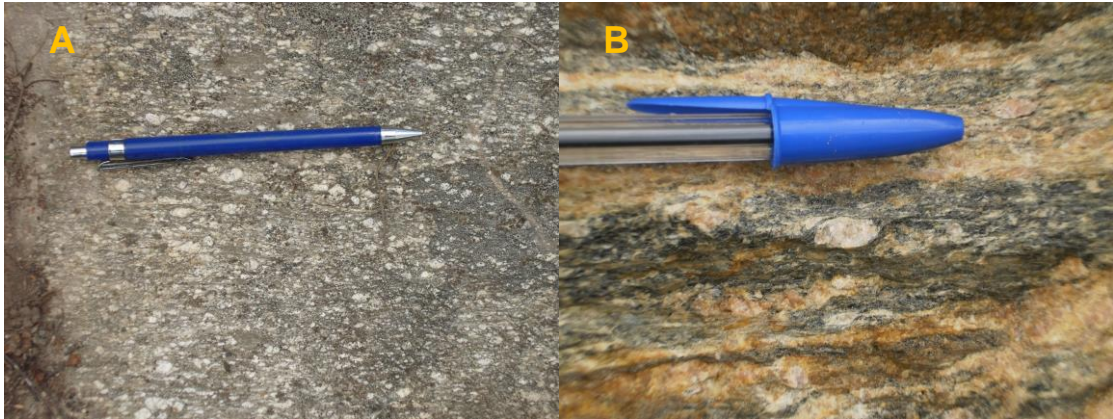


Figura 3.5 - Fotografias ilustrando o aspecto geral dos milonitos em campo (ZCPE- 143 e 185).

Os ultramilonitos ocorrem, principalmente, na área central da ZCPE. Apresentam composição e coloração variadas, granulação fina/média, mas também com algumas poucas variações grossas e foliação bem definida de alto ângulo. Apresentam um aspecto compacto quando são de granulação muito fina, sem exibir critérios cinemáticos claros (Figura. 3.6A e B).

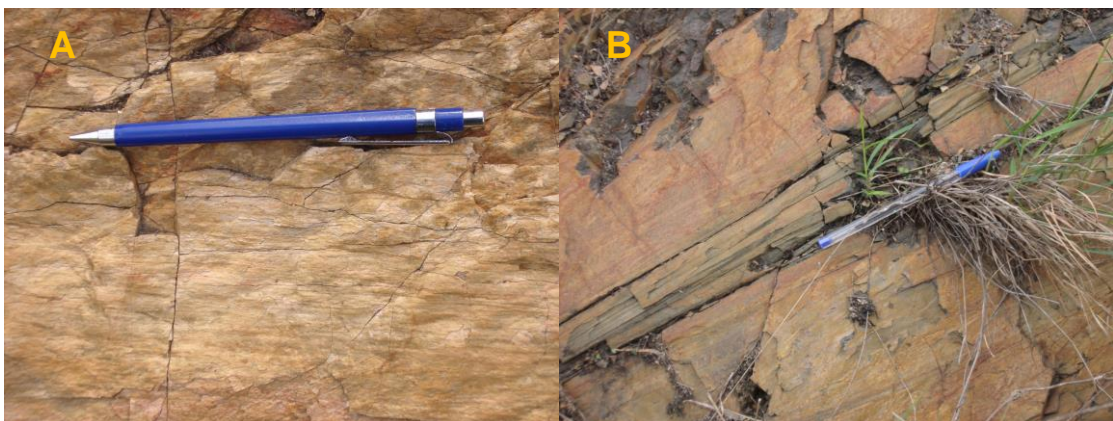


Figura 3.6 - Fotografias ilustrando ultramilonitos de protólito granítico. (A) ZCPE-141. (B) ZCPE-142.

#### 3.2.4. Granitóides

Os granitóides ocorrem concentrados, sobretudo, nas porções SE e SW da área compondo dois plútons principais. Aparecem ainda dois pequenos corpos, um na porção NW e outro na porção centro norte. Os plútons a SE e SW da área foram denominados, respectivamente, Jaboatão - Moreno e Gravatá. Os tipos litológicos

mais abundantes são os granitos *sensu strictu* de granulação variada, as demais variações são: quartzo sienito, quartzo monzonito porfirítico e diorito.

Os granitos *sensu strictu* têm, no geral, granulação média (1 a 5 mm), ocorrendo também variedades grossas a porfiríticas, coloração variando de cinza a rósea, tendo como principais componentes quartzo (40 a 45 %), feldspato potássico e plagioclásio, em percentuais variados. Na maioria, exibem um aspecto homogêneo (3.7A e B). Alguns apresentam variação faciológica causada por mudança na granulação (Figura 3.7C) e/ou composição. Algumas vezes, exibem foliação e lineação magmática influenciadas pela transcorrência (3.7D) e mostram pontualmente deformação no estado sólido. As rochas graníticas de granulação grossa a porfirítica estão localizadas na parte norte do plúton Gravatá.



Figura 3.7 - Fotografias ilustrando algumas variedades de granitos na área estudada. (A) Granito cinza homogêneo (ZCPE-150); (B) granito porfirítico com algumas variações faciológicas de granulação (ZCPE-17); (C) Granito médio homogêneo (ZCPE-120); (D) granito cinza homogêneo com lineação magmática (ZCPE-61).

Os dioritos ocorrem como pequenos corpos, de granulação fina a média (0,1 a 0,5 mm), coloração cinza escura e homogêneos (Figura 3.8). Veios graníticos cortam estas rochas em forma de uma rede entrelaçada (Figura 3.8B).



Uma rocha quartzo monzonítica ocorre como um pequeno corpo na porção SE da área, abaixo da ZCPE. Exibe coloração cinza rosada, granulação grossa a porfirítica (1 a 3 cm) e é composta essencialmente por quartzo (<15%), feldspato potássico e plagioclásio.

A rocha quartzo sienítica que ocorre na porção NW da área, tem coloração rósea acentuada, granulação média/grossa (0,5 a 1,5 cm), e é composta por feldspato potássico, pouco quartzo e plagioclásio.

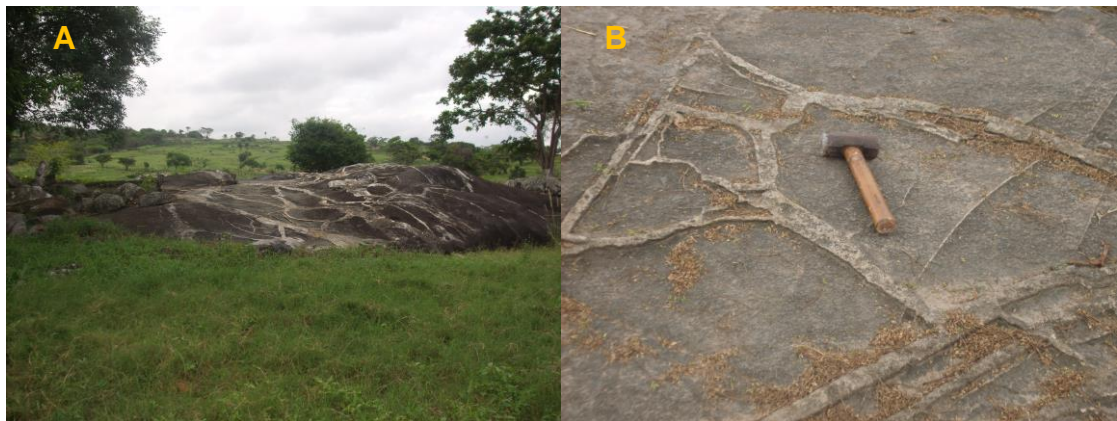


Figura 3.8 - Fotografia ilustrando corpo diorítico (ZCPE-113). (A) visão geral. (B) detalhe com os veios graníticos formando uma rede.

### 3.2.5. Basalto

Esta rocha foi identificada pontualmente, em um único afloramento (ZCPE-22). Ela ocorre truncando, quase que perpendicularmente a foliação milonítica da encaixante (350Az). Esta intrusão, possivelmente deve ter ocorrido próximo à superfície, pois está com muitas vesículas, sugerindo pressão baixa. Tem coloração cinza escura a preta, afanítica. A ação do fraturamento juntamente com forte alteração secundária, em alguns locais, chega a fragmentá-la completamente e suas fraturas, cavidades e vesículas são preenchidas por calcita secundária (Figura 3.9A e B).

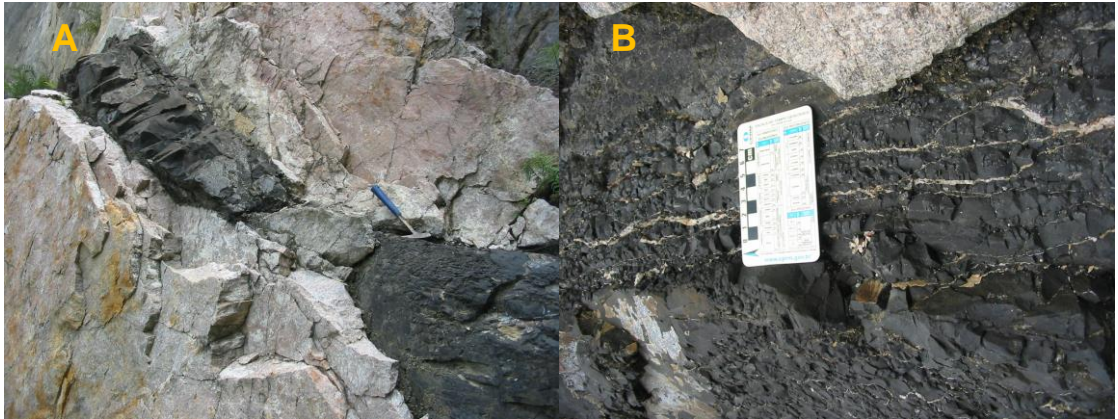


Figura 3.9 - Fotografias ilustrando dique basáltico cortando a foliação milonítica (ZCPE-22). (A) dique cortando a foliação milonítica. (B) Basalto com vesículas e fraturas preenchidas por calcita.



## **CAPÍTULO IV**

### **ASPECTOS ESTRUTURAIS, MICROESTRUTURAIS E METAMÓRFICOS**

#### 4. Estruturas e microestruturas

Estruturalmente, as rochas gnáissicas e metassedimentares, em geral, exibem foliação de ângulo médio com direção ENE mergulhando para SE, ocorrendo apenas algumas variações e também lineações de estiramento mineral associadas. Ângulos mais elevados são encontrados próximos à ZCPE. Os milonitos a ultramilonitos exibem foliação de alto ângulo podendo variar para médio. Os granitóides, na maioria, não exibem deformação do estado sólido, exceto quando próximos à ZCPE. Exibem, por vezes, foliação magmática com direção paralela a direção de cisalhamento, indicando que são sin- a tardi-tectônicos. Alguns poucos dobramentos relacionados à transcorrência foram observados, com o plano axial das dobras paralelos à direção da transcorrência e mergulho aproximadamente sub-vertical.

A deformação rúptil, na maioria dos afloramentos, é representada por fraturas sistemáticas com direção N-S a NW-SE e alguns falhamentos com direção N-S. Estas estruturas são, na maioria, sub-verticais com espaçamento decimétrico a métrico e evidenciam algum evento tectônico tardi- a pós-brasiliano, já que as mesmas são consistentes e se sobrepõem a todas as outras estruturas.

As microestruturas observadas configuram bem os tipos litológicos e suas respectivas condições de metamorfismo. Para as rochas metamórficas, em geral, foram observadas sutil foliação, extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização menos acentuada, mas bem definida. Para os milonitos a ultramilonitos as texturas são mais proeminentes, sendo configuradas por foliação acentuada, pertita em chamas, clivagem de crenulação, porfiroclastos rotacionados, kink-bands, microdobramentos, mica-fish, extinção ondulante, formação de subgrãos, recristalização dinâmica intensa, microfalhas, além de microfraturas cortando perpendicularmente a foliação. Foram ainda notadas mirmequita, mas estas estão relacionadas às fases deformacionais anteriores ao processo de transcorrência.

#### 4.1. Foliação

A foliação foi dividida em três grupos: regional, milonítica e magmática (ver tabela no APÊNDICE IB). A foliação regional é de moderado a alto ângulo, tem direção ENE e mergulho predominantemente para SE (Figura 4.1).

A ZCPE corta a área aproximadamente ao meio e trunca a foliação regional. Para todas as rochas, quando próximas a esta megaestrutura, percebe-se que a foliação foi rotacionada e o mergulho intensificado.

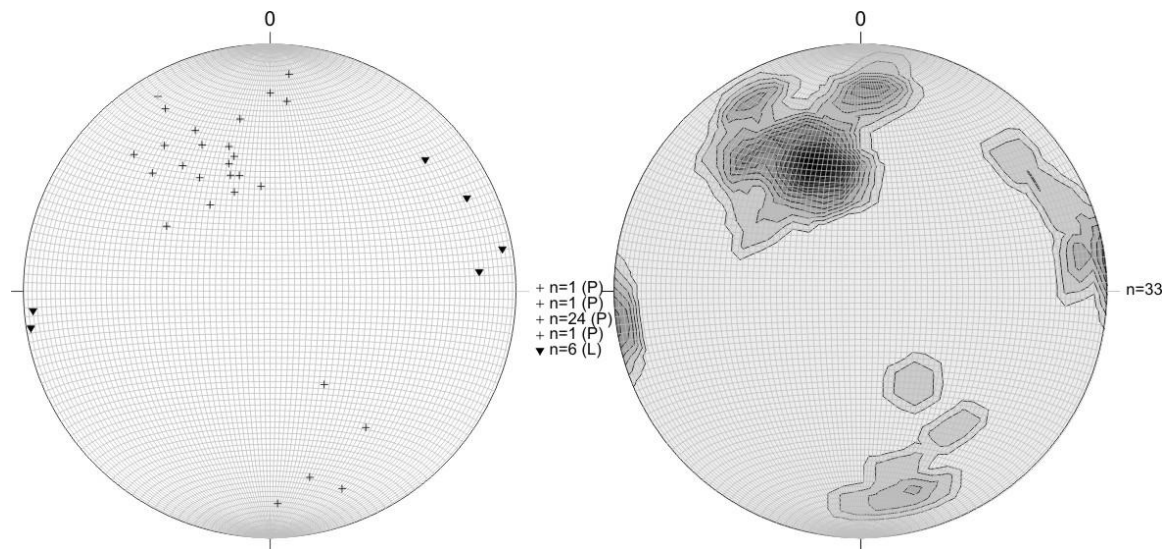


Figura 4.1 - Estereograma de pólos de foliação (P) e lineações (L), da foliação regional.

A foliação milonítica predominante é de alto ângulo a sub-vertical, tem direção ENE e mergulho para SE ou NW (Figura 4.2).

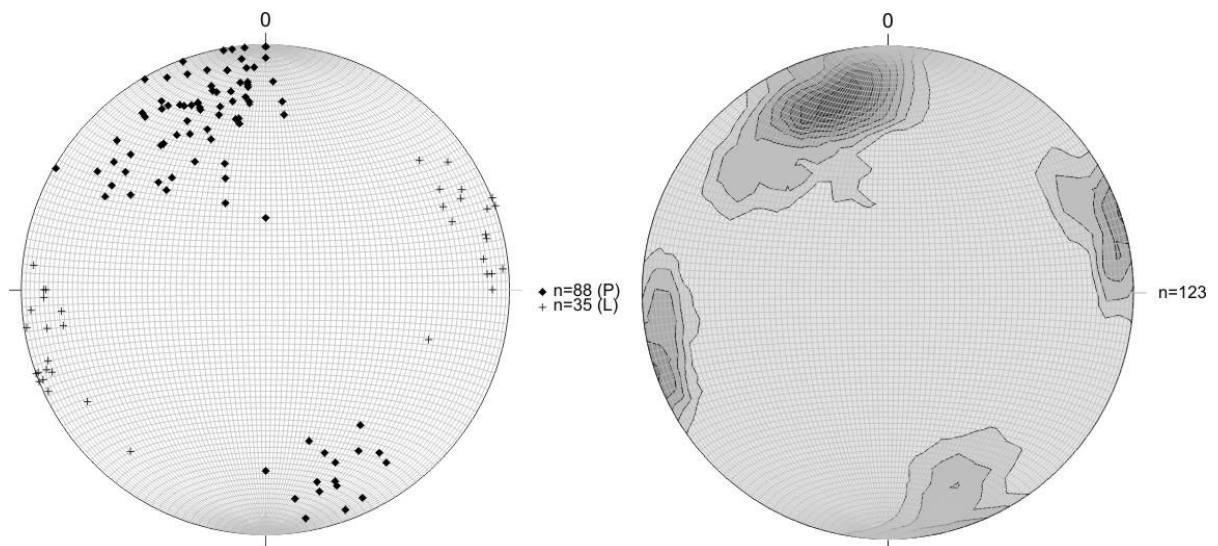


Figura 4.2 - Estereogramas de pólos de foliações (P) e lineações de estiramento (L) em milonitos da ZCPE.

A foliação magmática, sin- a tardi- tectônica, é moldada pela transcorrência, com direção ENE e intensidade de mergulho elevado (Figura 4.3), ou seja, o fluxo magmático aproveitou a dinâmica da tectônica transcorrente e se direcionou paralelamente. Em escala microscópica não é possível observar esta foliação.

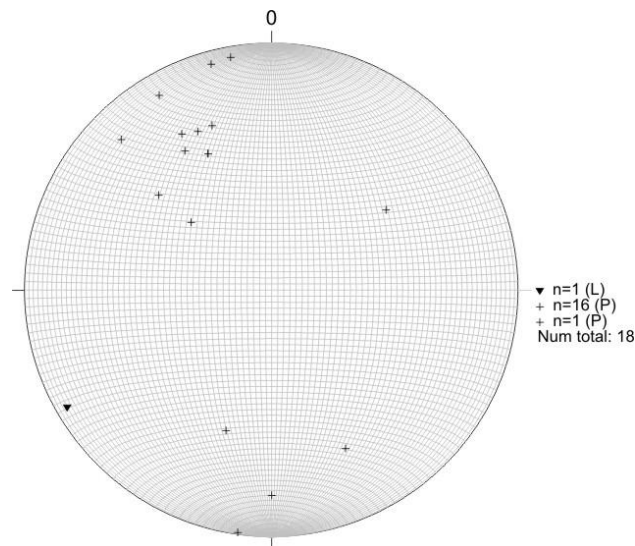


Figura 4.3 - Estereograma de pólos das foliações (P) e das lineações (L) nas rochas graníticas.

## 4.2. Lineação

A lineação associada com a foliação regional ocorre com caimento baixo a moderado, com uma média de  $24^\circ$  para ENE ou WSW (Figura 4.1). Estas lineações são definidas pelo estiramento mineral ou, por vezes, pela orientação preferencial de minerais micáceos (tabela no APÊNDICE IB).

Relacionadas ao regime de transcorrência ocorrem as lineações de baixo ângulo a sub-horizontal (Tabela no APÊNDICE IB). Estas estruturas têm sentido de caimento para ENE ou WSW com intensidade média de  $10^\circ$ , com variações entre  $0^\circ$  e  $20^\circ$  (Figura 4.2). São, geralmente, desenvolvidas pelo estiramento mineral. Estas feições são, comumente, marcadas por cristais de quartzo e feldspatos intensamente estirados.

Os granitóides conservam registros de lineação magmática (tabela no APÊNDICE IB). Estas feições não são muito comuns, porém, quando ocorrem, são definidas por uma orientação preferencial proeminente dos minerais, principalmente

os micáceos e prismáticos. Aparecem com sentido NE e caimento sub-horizontal variando entre 0° e 4° (Figuras 4.3 e 4.4).



Figura 4.4 - Fotografia ilustrando lineação magmática em granito homogêneo. Lineação definida pela orientação preferencial dos minerais sem apresentar deformação. (Afloramento ZCPE-61).

#### 4.3. Dobras

As dobras relacionadas ao processo de transcorrência podem ser verticais ou normais. As verticais têm plano axial paralelo à foliação milonítica e charneira sub-vertical a vertical e dimensões centimétricas a métrica. As dobras verticais sugerem ter surgido mais tardiamente, já ao final do processo tectônico, onde foliações já teriam sido aproximadamente sub-verticalizadas e com a dinâmica do movimento, dobramentos com a própria foliação milonítica eram formados, de maneira que o plano axial destas dobras ficou paralelo à foliação milonítica (Figuras 4.5 e 4.6 e tabela no APÊNDICE IB).



Figura 4.5 - Fotografia ilustrando dobramento normal. (ZCPE-137).

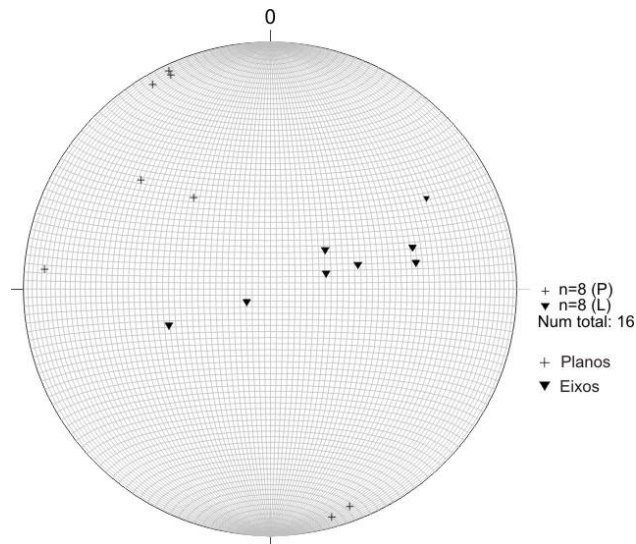


Figura 4.6 - Estereograma de pólos dos planos axiais e eixos das dobras.

O dobramento sinformal apertado é caracterizado por um plano axial paralelo à foliação, eixo sub-horizontal a horizontal e os limbos paralelos a foliação transcorrente e podem ocorrer numa escala de até 10 m (Figura 4.7). Esta dobra pode ter se formado a partir da combinação da transcorrência com um componente compressivo.



Figura 4.7 – Fotografia do afloramento da ZCPE ao longo da BR-232, entre Pombos e Gravatá, mostrando dobras e intenso fraturamento em milonitos e ultramilonitos de protólito granítico.



#### 4.4. Estruturas rúpteis tardi- a pós-brasilianas

A região é, também, marcada pela ocorrência de um fraturamento sistemático (Figura 4.8 e 4.9 e tabela no APÊNDICE IB) e alguns pequenos falhamentos (Figura 4.11 e tabela no APÊNDICE IB). A maioria das fraturas/falhas observadas é N-S, ocorrendo também com direção NW-SE e algumas NE-SW. As fraturas N-S e NW-SE são de alto ângulo, sub-verticais a verticais, as poucas fraturas NE-SW geralmente são de mergulho baixo a sub-horizontal (0 - 40°). Associadas às falhas ocorrem estrias com sentido NNE e caimento baixo, entre 5° e 25°. Fraturas e falhas cortando a foliação milonítica também podem ser observadas em escala microscópica (Figura 4.10). Embora a distribuição destas estruturas seja sistemática e elas ocorram por toda área, a deformação rúptil é limitada. Nenhuma falha maior, com características associadas (cataclasitos, pseudotaquilitos, brecha de falha) foi identificada.



Figura 4.8 - Fotografias ilustrando as fraturas que ocorrem na área em diferentes afloramentos. (A) ZCPE-01; (B) ZCPE-04; (C) ZCPE-15; (D) ZCPE-57.

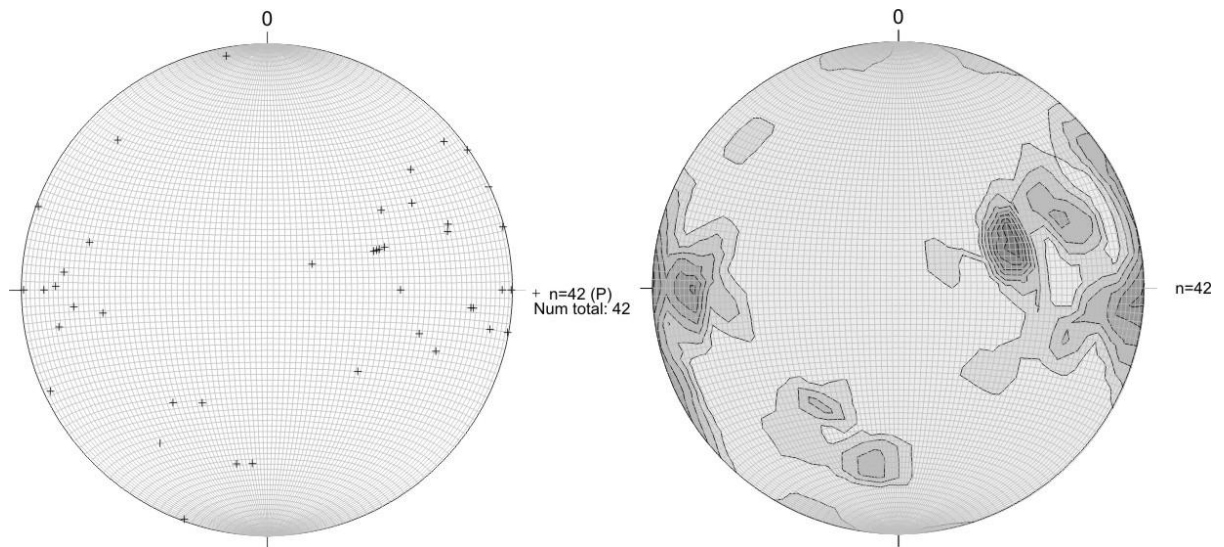


Figura 4.9 - Estereogramas de pólos de foliações (P) referente às fraturas que cortam a região.

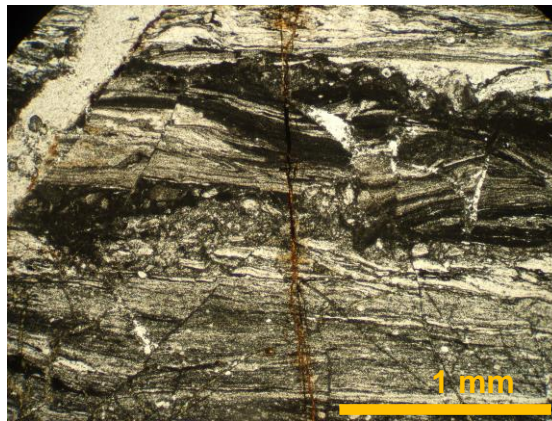


Figura 4.10 - Fotomicrografia ilustrando microfalhas e microfraturas cortando a foliação milonítica. (Objetiva com aumento de 4X)

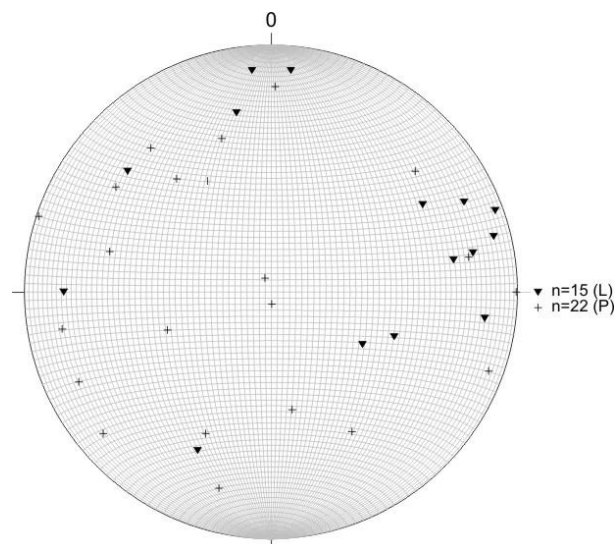


Figura 4.11 - Estereograma de foliação (P) e lineação (L) para pequenas falhas encontradas na região.



#### 4.5. Gradiente deformacional e correlações microestruturais

Ao analisar as estruturas e microestruturas da ZCPE, observou-se um gradiente deformacional, com faixas ultramiloníticas centrais ladeadas por zonas miloníticas e ultramiloníticas, como mostrado na figura esquemática abaixo (Figura 4.12).

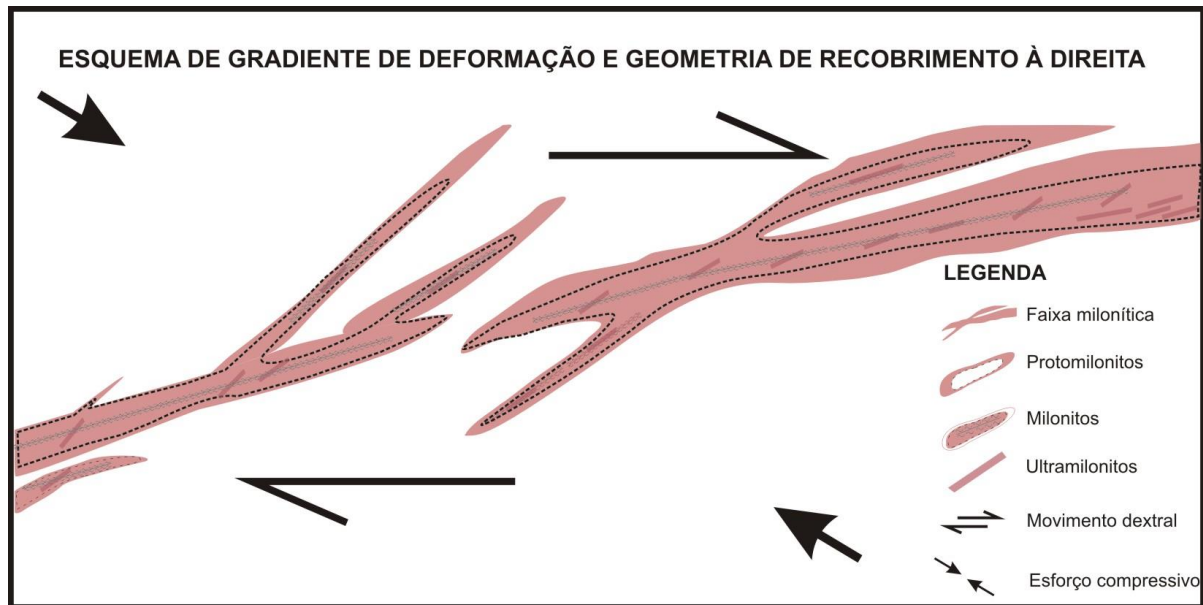


Figura 4.12 - geometria de recobrimento à direita e esquema de gradiente deformacional.

##### 4.5.1. Protomilonitos

A zona protomilonítica é marcada por uma foliação de alto ângulo, porém, localmente com deformação menos intensa. Aparecem mais assiduamente nas bordas do cinturão milonítico. Suas principais características, em campo são: foliação bem definida, minerais estirados, porém podendo apresentar cristais com feições magmáticas preservadas e orientação preferencial. Estes aspectos, contudo, são também reconhecidos nos milonitos. Assim, a distinção é melhor elaborada pela observação dos aspectos microestruturais.

Microestruturalmente, estas rochas apresentam foliação sutil a pouco acentuada (Figura 4.13). Os minerais preservam forma subédrica, porfiroclastos pouco deformados interrompem a foliação desenvolvida, e porfiroclastos com deformação intensa são raros. As texturas observadas com frequência são extinção ondulante no quartzo, formação de subgrãos no quartzo e feldspatos, algumas vezes, recristalização dinâmica e pertita em chamás. Colônias de mimerquita de

uma deformação anterior ainda são preservadas. A mimerquita está aqui associada a uma deformação anterior por ser formada em condições metamórficas mais elevadas que não se enquadra nas condições de deformação da área em questão.

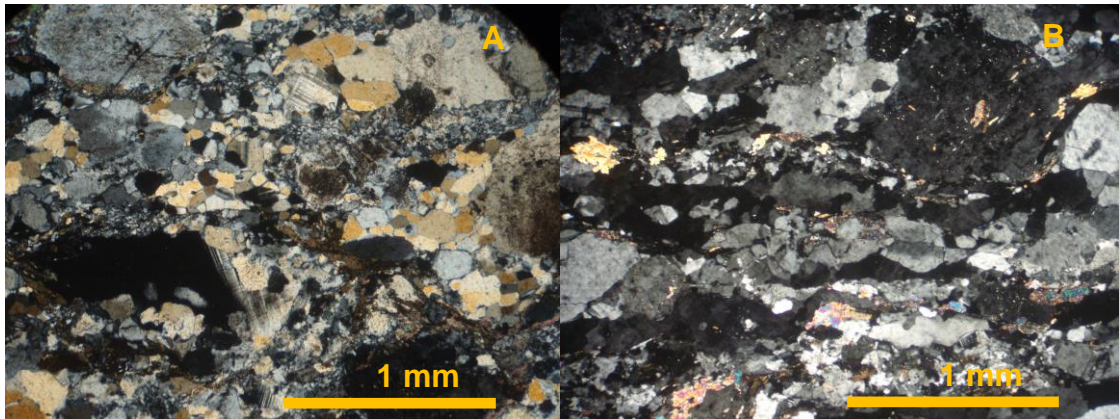


Figura 4.13 - Fotomicrografias, com nicóis cruzados, representando as rochas protomiloníticas. (A) ZCPE-39. (B) ZCPE-15. (Objetiva com aumento de 4X)

#### 4.5.2. Milonitos

Em campo, os milonitos apresentam foliação acentuada e bem definida de alto ângulo, com os cristais rotacionados e estirados em uma única direção.

Em seção delgada são marcados por uma matriz de granulação média englobando alguns porfiroclastos (feldspatos) (Figura 4.14). A foliação é bem definida a partir de cristais micáceos alongados e esgarçados e desenvolvimento parcial de fitas de quartzo (Figura 4.14). Os porfiroclastos são englobados pela foliação e formam sigmóides (porfiroclastos tipo  $\sigma$ ) (Figura 4.14). Extinção ondulante, que seria um estágio aproximadamente inicial da deformação, já não é mais uma feição forte, sendo substituída quase totalmente pela formação de subgrãos e recristalização dinâmica dos bordos até total dos cristais de quartzo, biotita e feldspatos (Figura 4.14). É possível observar pertita em chamas desenvolvida durante o processo de transcorrência e mimerquita ainda preservada representando uma fase de deformação anterior.

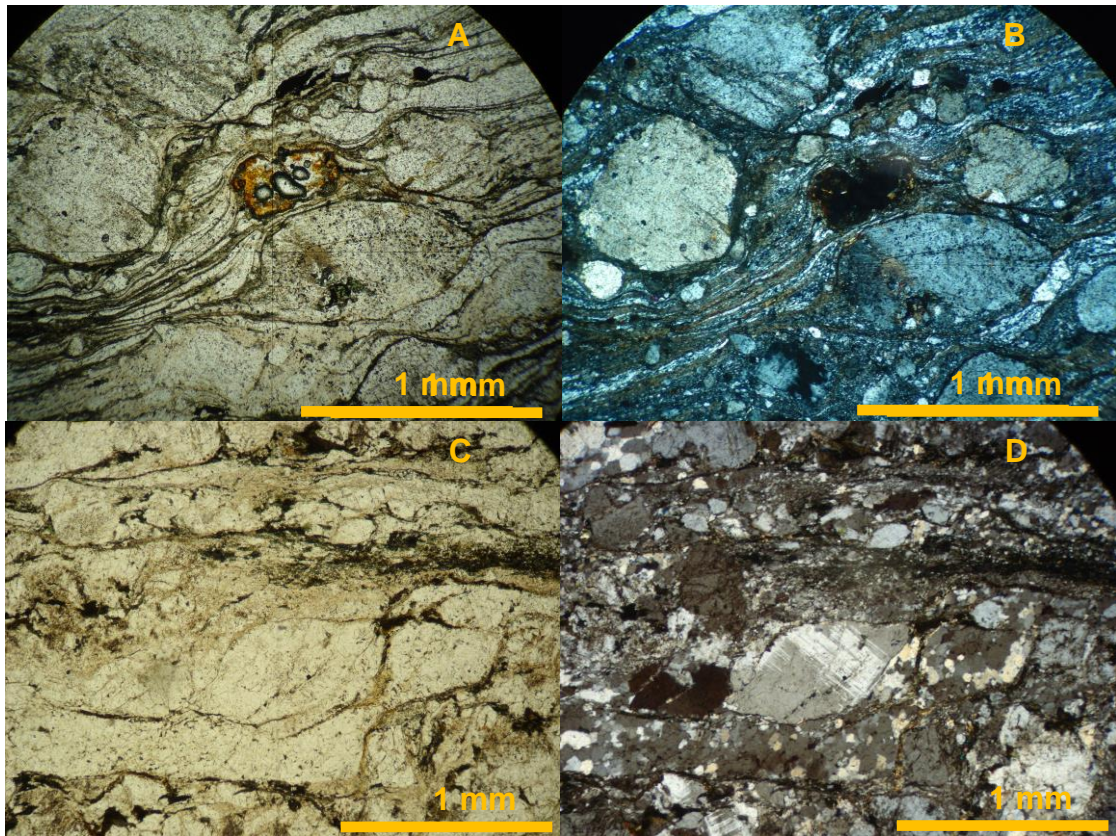


Figura 4.14 - Fotomicrografias com aspectos deformacionais das rochas miloníticas. (A, B) Afloramento ZCPE-79. (C, D) Afloramento ZCPE-47. (A, C) Nicóis paralelos. (B, D) Nicóis cruzados. (Objetiva com aumento de 4X).

#### 4.5.3. Ultramilonitos

Em escala de afloramento exibem uma granulação fina a afanítica, ocorrendo algumas variações entre média/fina. A coloração é mais escura, em torno de cinza escura. A foliação tem mergulho forte a vertical.

Em seção delgada (Figura 4.15), a foliação é marcante, formada a partir do estiramento principalmente dos cristais de quartzo, biotita e feldspatos, e pela formação de fitas de quartzo recristalizadas. Recristalização dinâmica é a estrutura mais proeminente. Pertita em chamuscas e mimerquita ocorrem, mas com menos frequência devido ao processo de recristalização retrabalhar estas texturas. Os porfiroclastos são menores e ocorrem com menor frequência, e são confundidos em meio à matriz foliada.



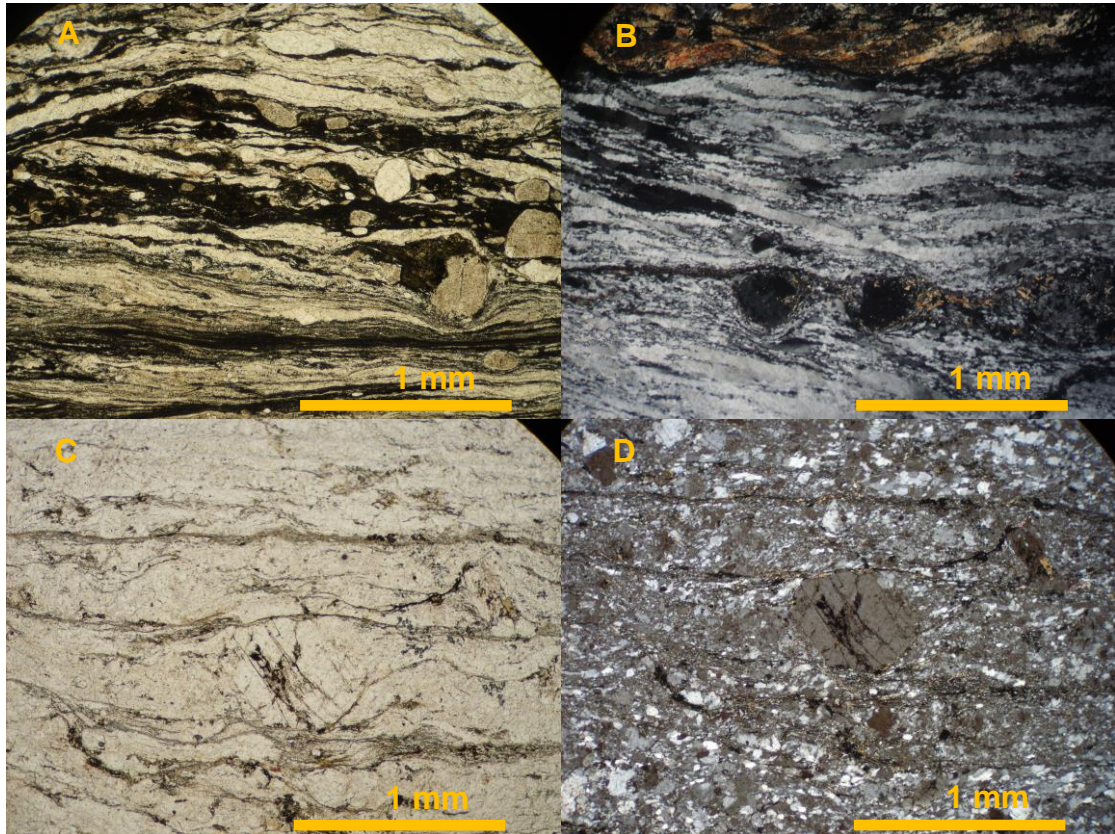


Figura 4.15 - Fotomicrografias ilustrando os aspectos deformacionais dos ultramilonitos. (A) Afloramento ZCPE-26. Nicóis paralelos. (B) Afloramento ZCPE-41. Nicóis cruzados. (C, D) Afloramento ZCPE-11, em nicóis paralelos (C) e cruzados (D). (Objetiva com aumento de 4X).

#### 4.6. Análise cinemática

Crítérios cinemáticos foram observados em escala de mapa (imagens aerogeofísicas), campo e seção delgada e auxiliaram na representação geométrica e na cinemática da formação da ZCPE.

##### 4.6.1. Estruturas mesoscópicas

Crítérios cinemáticos observados nesta escala incluem sigmóides, relações S-C e *boudins* assimétricos. Os sigmóides são estruturas que podem ocorrer em várias escalas, entre milimétricas até dezenas de metros. Na área de estudo os sigmóides encontrados ficaram limitados entre milímetros até no máximo dois centímetros (Figura 4.16A). Todavia, em um único afloramento (ZCPE-49), um sigmóide, com aproximadamente 30 cm, formado a partir da deformação de um veio granítico, foi observado (Figura 4.16B). Estes pequenos sigmóides são geralmente formados por cristais de feldspato potássico que formam porfiroclastos do tipo sigma ( $\sigma$ ), indicam cinemática dextral (Figura 4.16).

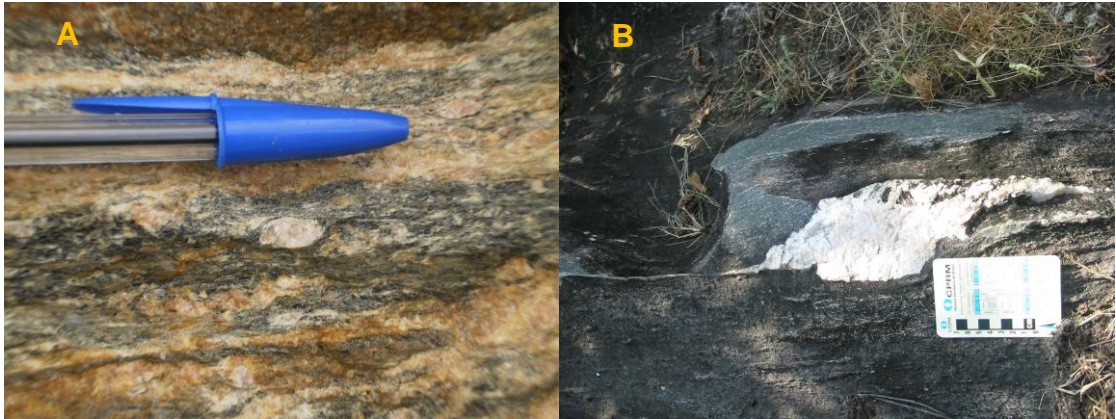


Figura 4.16 – Fotografias ilustrando sigmóides dextrais. (A) Afloramento ZCPE-185. (B) Afloramento ZCPE-49.

Assim como os sigmóides, relações S-C são aspectos estruturais decisivos para análise do sentido de movimento (Figura 4.17). Estas feições não ocorrem em abundância, porém, quando presentes, são bem definidas.



Figura 4.17 – Fotografia ilustrando relação S-C indicando sentido de movimento dextral. (ZCPE-47)

Com menos frequência ocorrem *boudins* assimétricos dextrais (Figura 4.18), com aproximadamente 30 cm de comprimento.





Figura 4.18 – Fotografia ilustrando *Boudins* assimétricos indicando sentido de movimento dextral. (ZCPE-155).

A *boudinagem*, neste caso, ocorre em rochas metassedimentares que foram intrudidas por diques graníticos. Estes diques foram deformados durante o período de transcorrência, gerando assim os *boudins*, marcando o sentido de movimento dextral da ZCPE.

#### 4.6.2. Estruturas macroscópicas

Algumas imagens ampararam a interpretação litológica-estrutural deste trabalho: radar, satélite e aerogeofísicas. Entre elas, a que se destacou foi a aerogeofísica.

Imagens aerogeofísicas (canal de Potássio (K) e Tório (Th), magnética e magnética reduzida ao pólo) mostram, com clareza, o cinturão milonítico e sua geometria de recobrimento à direita. As principais características da ZCPE nestas imagens foram: descontinuidade estrutural definida por uma única cor com direção ENE; segmentada definida por uma única textura com direção ENE. Ambas as estruturas mostram ramificações para NE (Figura 4.19).

Esta característica geométrica com recobrimento à direita para ENE é, também, um indicativo de uma cinemática dextral.

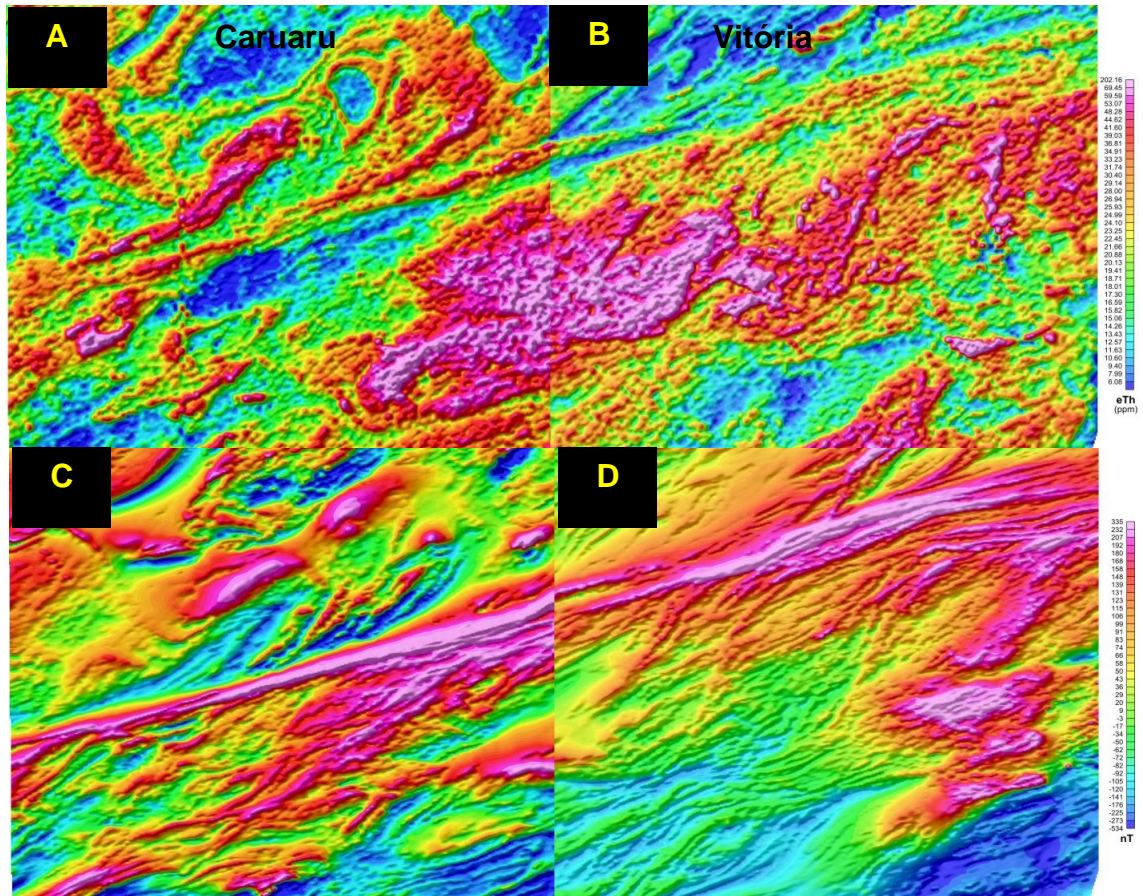


Figura 4.19 - Imagens aerogeofísicas no canal de tório e magnética para as folhas Caruaru e Vitória de Santo Antão (PE). (A) e (B) Imagem no canal de Tório para as folhas Caruaru e Vitória, respectivamente. (C) e (D) Imagens magnéticas para as folhas Caruaru e Vitória, respectivamente. As imagens mostram claramente a ZCPE na direção ENE assim como sua geometria de recobrimento à direita.

#### 4.6.3. Microestruturas

Em escala de seção delgada, o cinturão milonítico registra vários e excelentes critérios microestruturais que confirmam mais uma vez que sua cinemática foi dextral:

##### a) Porfiroclastos assimétricos dextrais: sigma ( $\sigma$ ) e delta ( $\delta$ )

Estas microestruturas são formadas a partir do desenvolvimento de caudas que podem ser formadas pela concentração de minerais fibrosos ou pela recristalização dinâmica em torno dos cristais (Figura 4.20). A orientação das caudas depende do sentido de movimento. Neste caso, os porfiroclastos exibem, sem sombra de dúvida, sentido de movimento dextral.



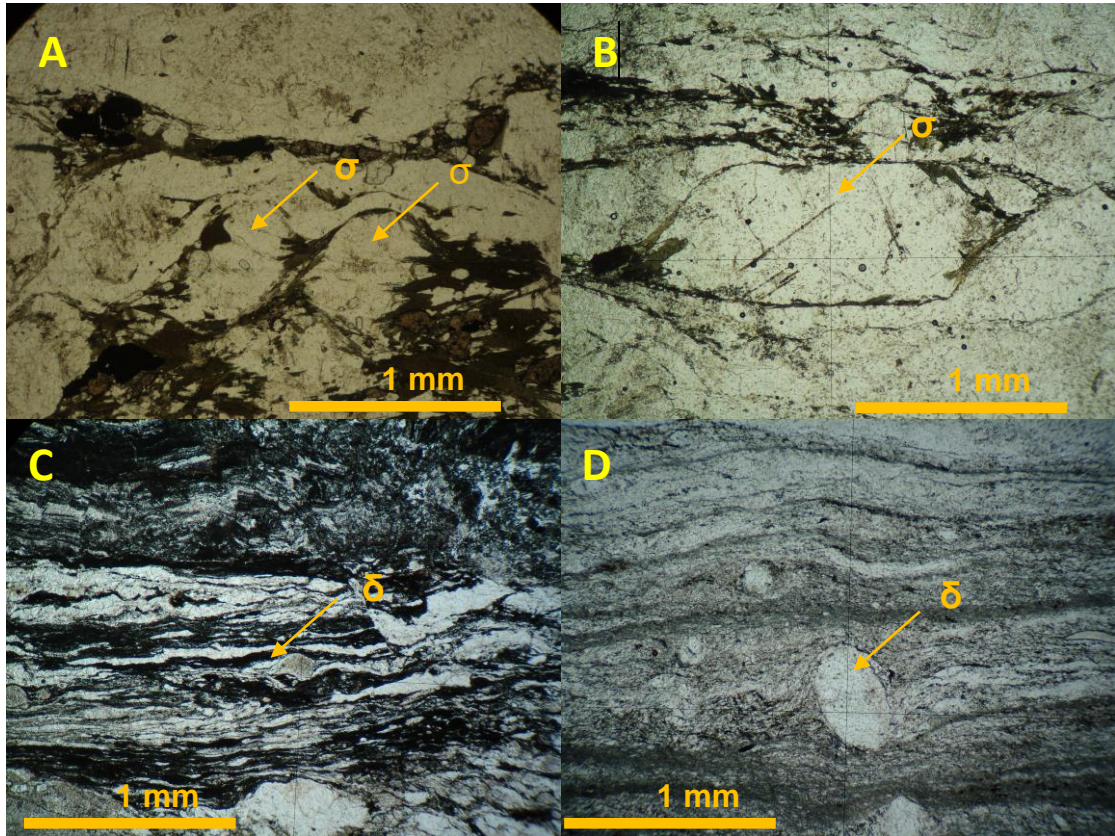


Figura 4.20 - Fotomicrografias representando porfiroclastos de feldspatos dos tipos sigma ( $\sigma$ ) e delta ( $\delta$ ) dextrais de quatro afloramentos diferentes. (A) afloramento ZCPE-13. (B) Afloramento ZCPE-85. (C) Afloramento ZCPE-26. (D) Afloramento ZCPE-41. Todas em nicóis paralelos e objetiva com aumento de 4x.

#### b) Sombras de pressão

Nas análises microestruturais, este tipo de estrutura é mais escasso e, quando ocorre, é muito sutil, necessitando de uma observação um pouco mais acentuada. Neste caso, a sombra de pressão está em volta de um mineral opaco que, por ser mais competente, formou uma barreira em conjunto com a foliação fibrosa protegendo uma parte da matriz, a partir daí neoblastos foram formados (Figura 4.21).



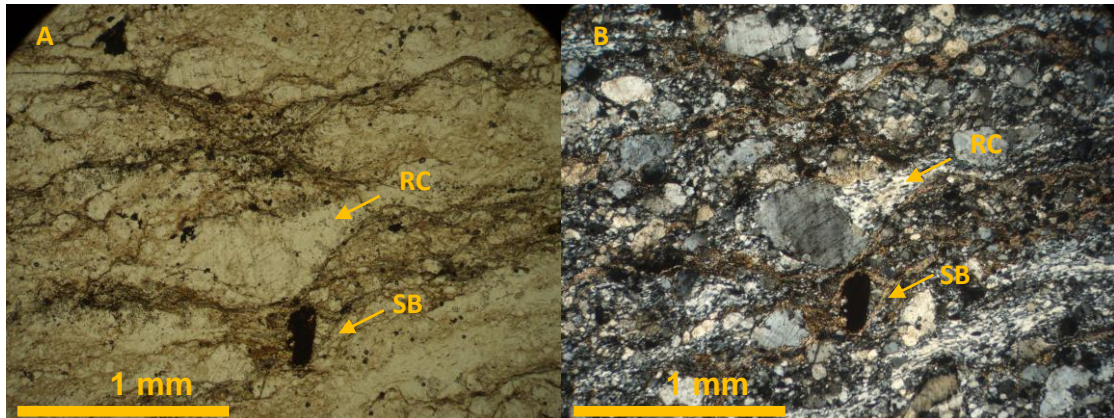


Figura 4.21 – Fotomicrografias ilustrando sombra de pressão em torno de um mineral opaco. (ZCPE-24), SB - sombra de pressão; RC - Recristalização dinâmica. A - Nicóis paralelos; B - Nicóis cruzados. Objetiva com aumento de 4X.

### c) Relação S-C

Rochas não deformadas (Figura 4.22A), quando submetidas a um esforço cisalhante, podem gerar uma trama planar composta por foliações que apresentam ângulos moderados entre elas (Figura 4.22B). Uma das foliações é definida pela forma dos grãos; que é uma trama produzida pelo alinhamento paralelo de grãos deformados e comumente é penetrativa e é denominada de superfície S (Figura 4.22). A segunda trama, chamada C (Figura 4.22), consiste de superfícies de cisalhamento espaçadas marcadas pela redução do tamanho dos grãos. Rochas que possuem foliações S-C são denominadas milonitos S-C, e a relação angular entre elas pode ser usada para determinar o sentido do cisalhamento. A foliação, C, forma-se paralela ao plano de cisalhamento. Ambas as tramas se formam simultaneamente durante a deformação da rocha. A assimetria da foliação S relativa com a superfície C dá o sentido da rotação que indica o sentido do cisalhamento.

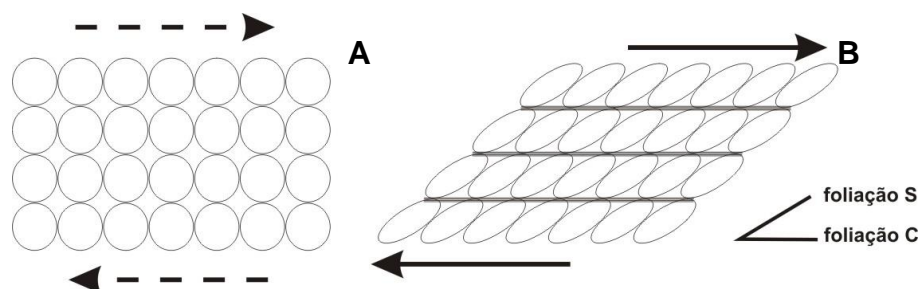


Figura 4.22 - Figura esquemática ilustrando a relação S-C e seu processo de formação. (A) Rocha não deformada. (B) Rocha submetida ao esforço cisalhante gerando a relação S-C que, neste caso, é dextral.

Na ZCPE a relação S-C é bem clara em escala de afloramento e microscópica. Da mesma maneira que o esquema da figura 4.22, esta estrutura indica sentido de movimento dextral (Figura 4.23).

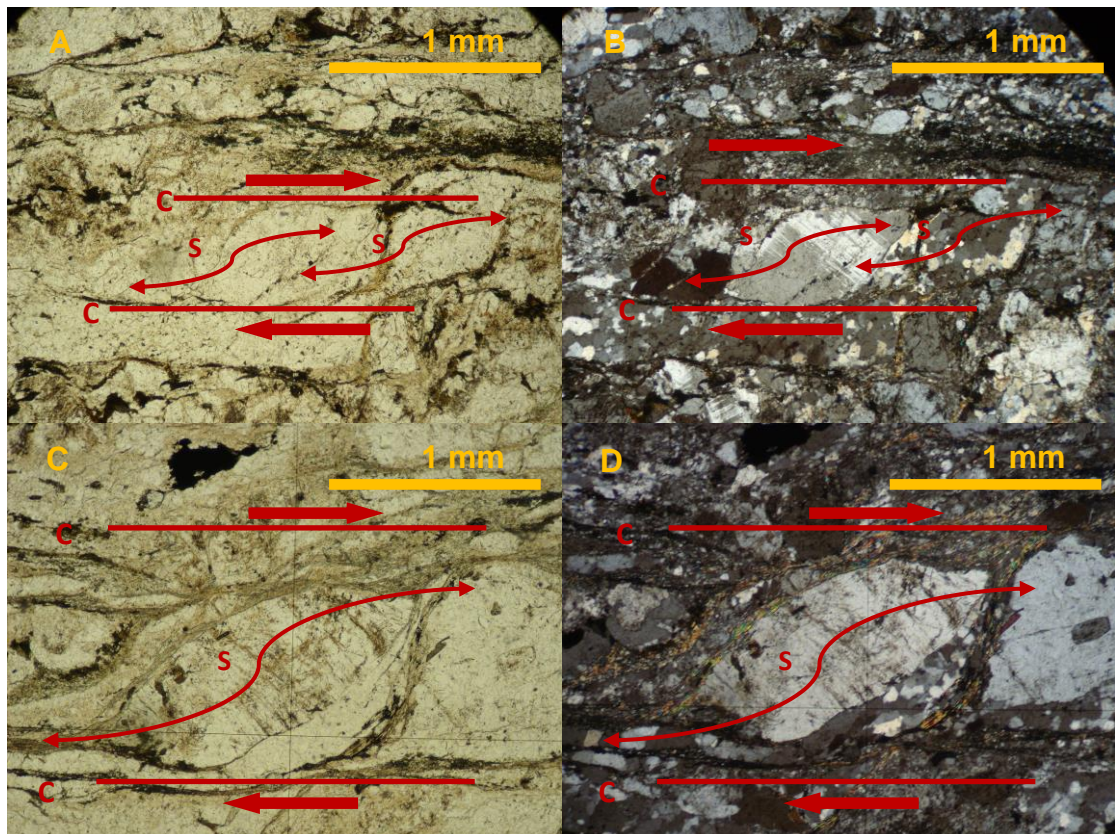


Figura 4.23- Fotomicrografia ilustrando relação S-C dextral. A e C nicóis paralelos e B e D nicóis cruzados. Objetiva com aumento de 4X. (ZCPE-47).

#### d) Foliação oblíqua

A foliação oblíqua é uma das principais características de deformação mais intensa para a ZCPE. Em rochas com alto *strain* os grãos de quartzo são alongados formando fitas. Em alguns casos, as fitas de quartzo são recristalizadas internamente e os neoblastos são oblíquos aos limites da fita, indicando o sentido do movimento, que neste caso é dextral (Figura 4.24).



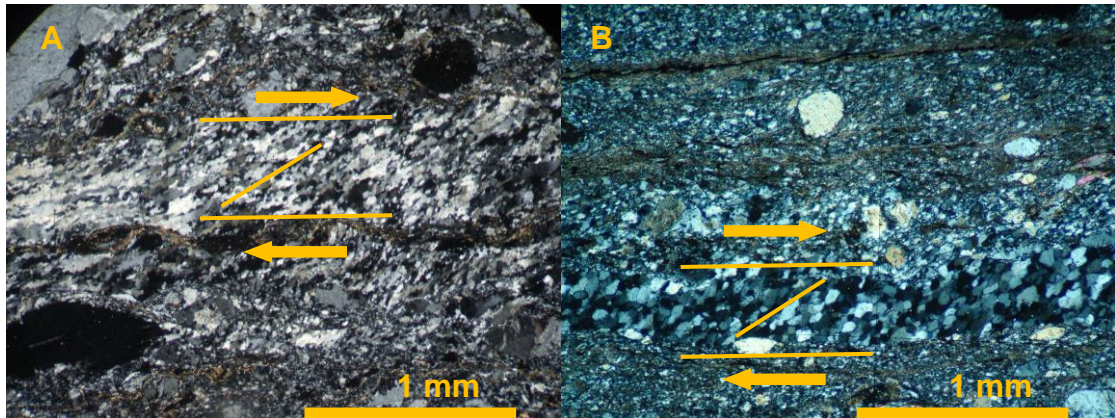


Figura 4.24 – Fotomicrografias ilustrando foliação oblíqua em fitas de quartzo indicando sentido de movimento dextral. (A) e (B) são diferentes seções do afloramento ZCPE-41 em nicóis cruzados e objetiva com aumento de 4X.

#### e) Mica-fish

Esta microestrutura é formada pela deformação de minerais micáceos que, neste caso, é muscovita. Com o processo de transcorrência, o cristal foi resistindo ao esforço sendo estirado nas extremidades formando uma geometria em forma de peixe no sentido dextral (Figura 4.25).

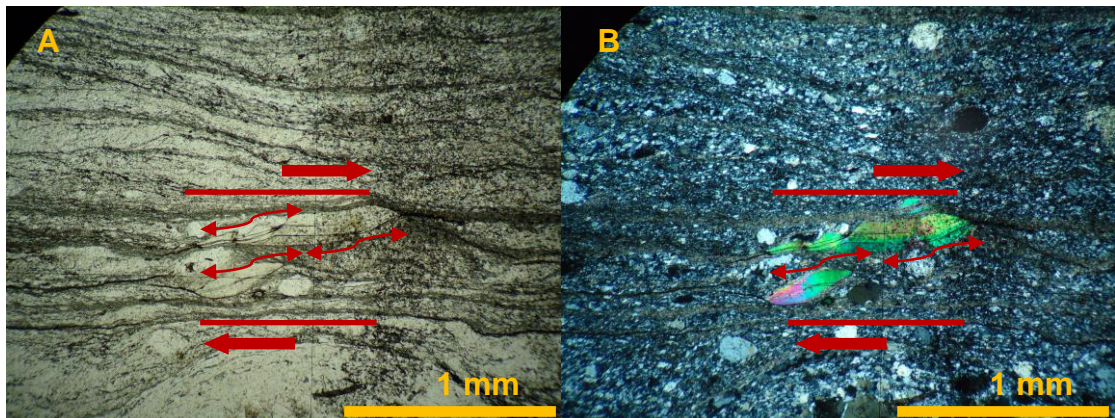


Figura 4.25 - Fotomicrografias ilustrando mica-fish dextral em objetiva com aumento de 4X. (A) Nicóis paralelos. (B) Nicóis cruzados. (ZCPE-41).

#### f) Kink-bands

Neste caso, o fenômeno de kink-band aparece como uma microestrutura formada pela ondulação de biotitas. Esta ondulação ocorre com planos axiais que transpõe a foliação atual formando outra foliação. Talvez esta ondulação tenha sido formada por uma compressão induzida por cristais mais resistentes, quartzo e/ou feldspatos (Figura 4.26).

#### h) Fraturamento sintético

Esta feição pode ser formada em condições de pressão e temperatura relativamente baixas. Fraturamento envolve perda de coesão na escala de grãos e geralmente não gera uma orientação preferencial dos grãos. No entanto, para algumas amostras da ZCPE o fraturamento dos grãos é sintético ao sentido de movimento (Figura 4.27).

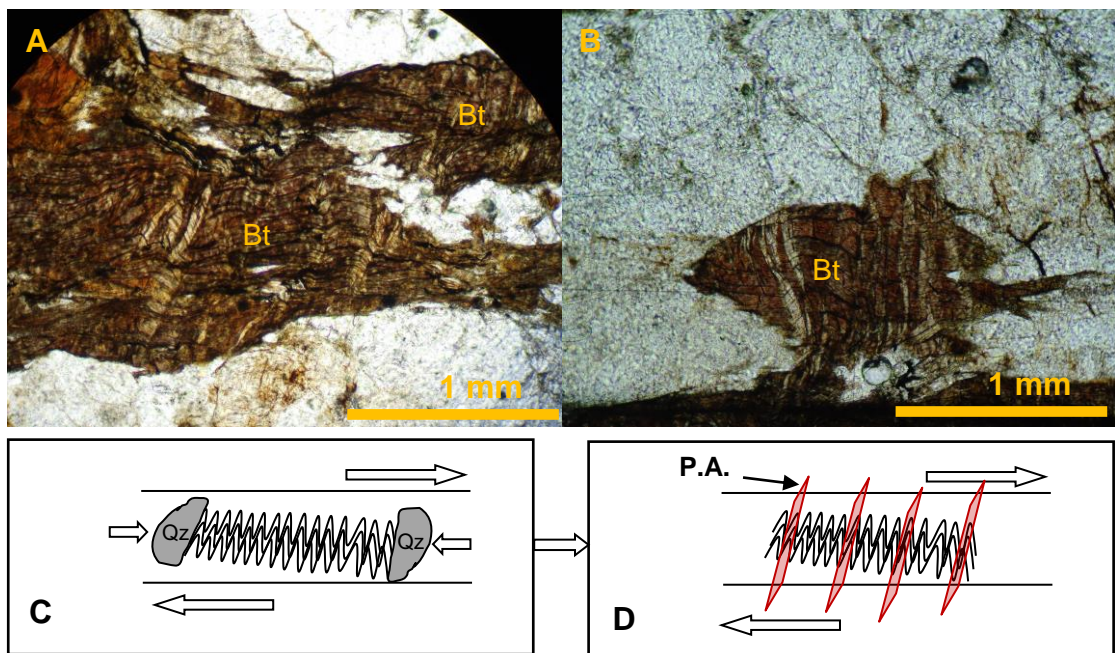


Figura 4.26 - Fotomicrografias ilustrando: (A) e (B) kink-band em biotita com plano axial (P.A.) oblíquo em relação à direção de transcorrência (Nicóis paralelos e objetiva com aumento de 4X); (C) Figura esquemática sugerindo o mecanismo de deformação para formação da kink-band; (E) Figura esquemática ilustrando a o P.A. que forma foliação secundária.



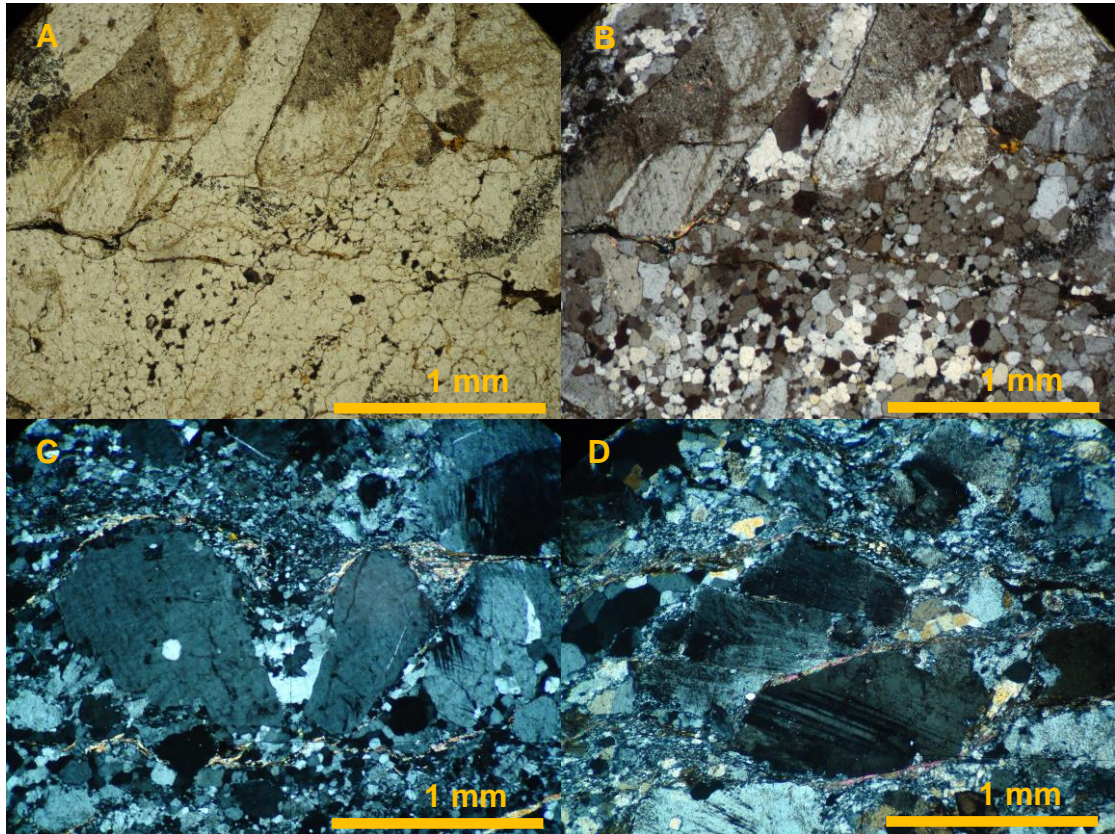


Figura 4.27 - Fotomicrografias ilustrando fraturamento sintético. (A) feldspato potássico fraturado, nicóis paralelos, ZCPE-10; (B) feldspato potássico fraturado, nicóis cruzados, ZCPE-10; (C) fraturamento sintético pull apart tipo V em feldspato potássico em nicóis cruzados; (D) Fraturamento sintético em plagioclásio, nicóis cruzados. (Todas em objetiva com aumento de 4X).

#### 4.7. Metamorfismo

Nas seções delgadas foi observada a seguinte assembleia mineral: quartzo + biotita (verde)  $\pm$  muscovita  $\pm$  epidoto  $\pm$  actinolita  $\pm$  clorita  $\pm$  titanita. Esta assembleia caracteriza condições de pressão e temperatura correspondentes a fácies xisto verde (Figura 4.30). Em termos texturais observa-se com frequência a ocorrência de pertita em chamás, extinção ondulante em quartzo, formação de subgrãos em quartzo, recristalização total de fitas de quartzo e parcial em feldspatos (Figura 4.29). As estruturas observadas são mais proeminentes no quartzo, com os feldspatos sendo parcialmente deformados. Por exemplo, o quartzo ocorre muitas vezes completamente recristalizado (300° a 400° C), já os feldspatos exibem recristalização apenas nas bordas (400 a 500°C) (Figura 4.29) e não exibe formação de subgrãos.

A assembleia mineral que ocorre na porção oriental da ZCPE é limitada a seu protólito que, em toda maioria é granítico. Assim, algumas fases minerais que ocorrem podem levar a uma interpretação de uma fácies de mais alta pressão e temperatura, como por exemplo, anfibolito, que está relacionada a protólitos de alguns diques dioríticos, quartzo-dioríticos a granodioríticos (Figura 4.28). Porém, todo processo deformacional da porção oriental da ZCPE, levando em consideração suas texturas, estruturas e associação mineralógica sugere fácies xisto verde.

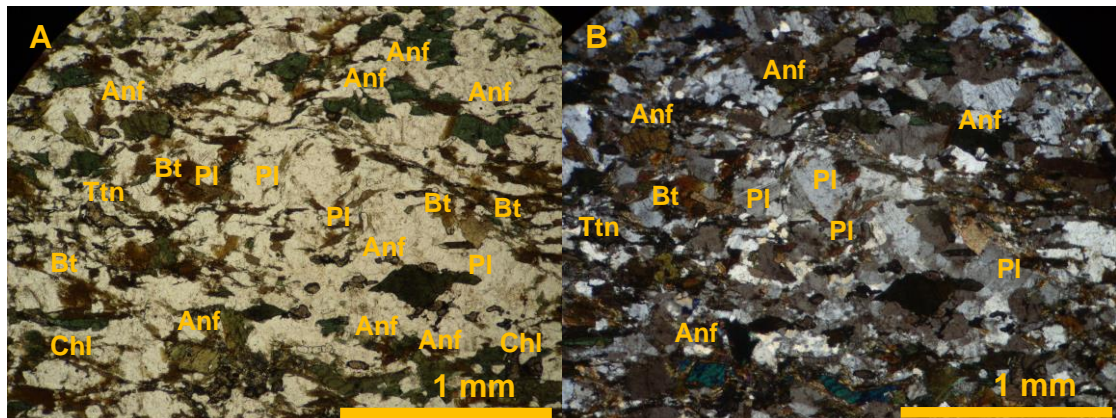


Figura 4.28 - Fotomicrografias de um milonito de protólito diorítico. (A) nicóis paralelos e (B) nicóis cruzados. Anf-anfibólio, Bt-biotita, Chl-clorita, Pl-plagioclásio, Ttn-titanita. (ZCPE-03). (Objetiva com aumento de 4X).



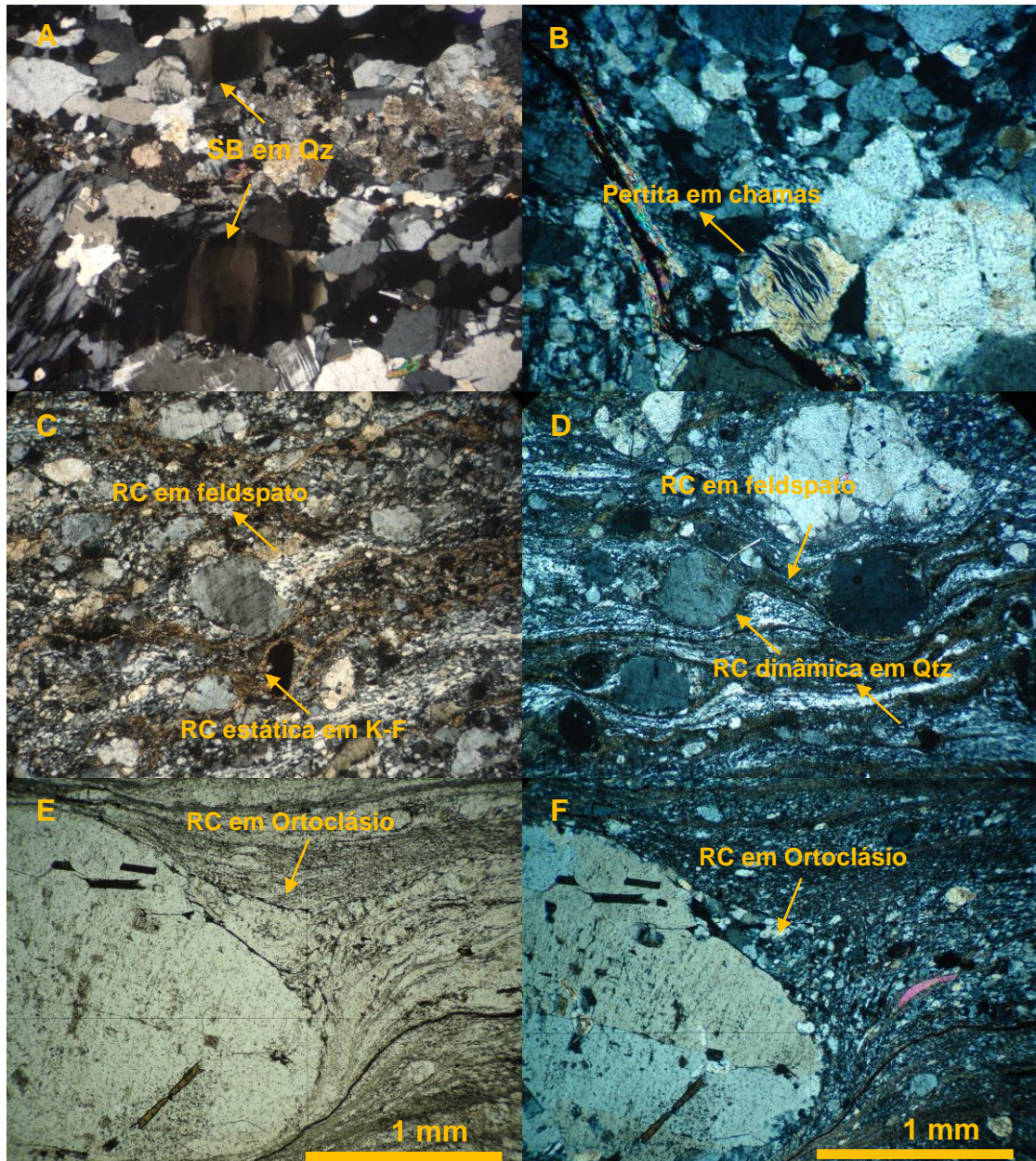


Figura 4.29 - Fotomicrografias ilustrando algumas microestruturas em seções delgadas de diferentes afloramentos da ZCPE. (A) formação de subgrãos em cristal de quartzo (ZCPE-15); (B) pertita em chamas (ZCPE-17); (C) recrystalização dinâmica em feldspato potássico e recrystalização dinâmica em um cristal opaco (ZCPE-24); (D) recrystalização parcial nas bordas do feldspato potássico e recrystalização total de fitas de quartzo que envolvem os porfiroclastos (ZCPE-79); (E) recrystalização dinâmica parcial na borda do ortoclásio (ZCPE-41); (F) recrystalização dinâmica parcial na borda do ortoclásio em nicóis cruzados (ZCPE-41). A, B, C, D e F em nicóis cruzados e E em nicóis paralelos. Todas fotografadas em objetiva com aumento de 4X.



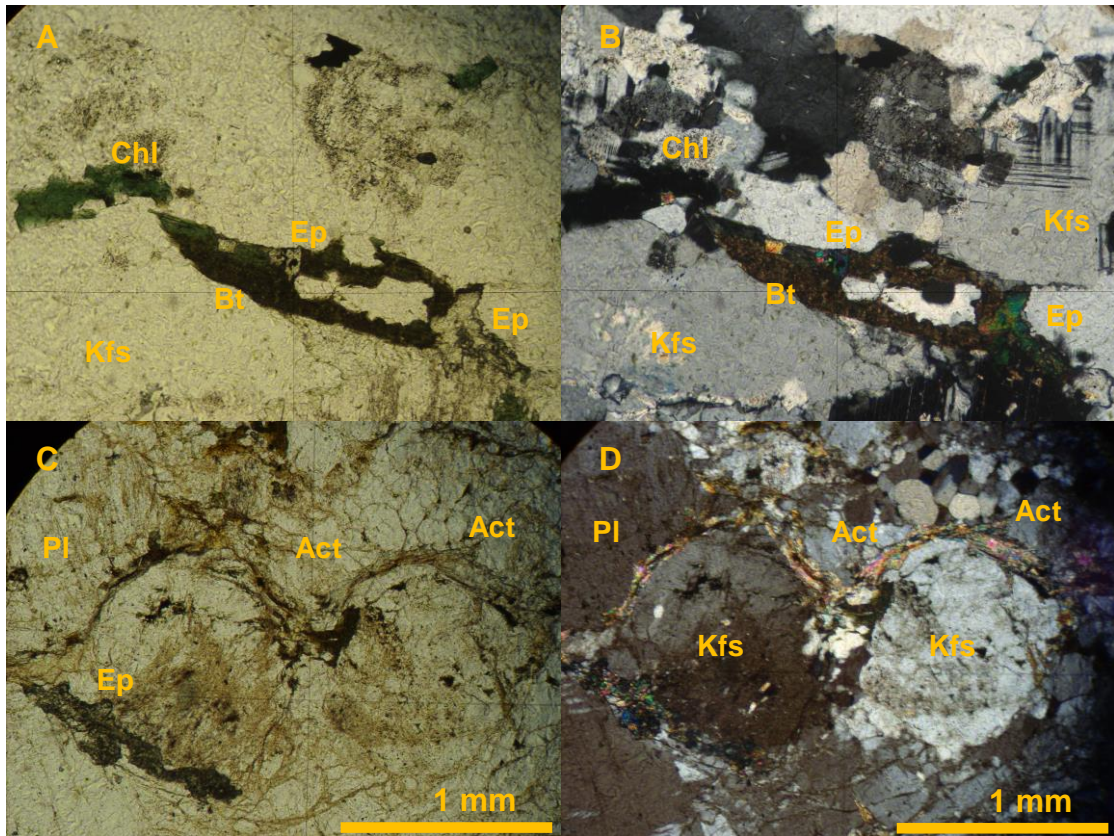


Figura 4.30 – Fotografias ilustrando mineralogia. (A) associação Clorita+biotita+epidoto em nicóis paralelos (ZCPE-15); (B) associação clorita+biotita+epidoto em nicóis cruzados (ZCPE-15); (C) associação quartzo+actinolita+epidoto em nicóis paralelos (ZCPE-10); (D) associação quartzo+actinolita+epidoto em nicóis cruzados (ZCPE-10). Act-actinolita, Bt-biotita, Chl-clorita, Ep-epidoto, Kfs-feldspato potássico, Pl-plagioclásio, Qtz-quartzo. Todas em objetiva com aumento de 4X.

#### 4.8. Discussão e conclusões

Pesquisas anteriores observaram que a ZCPE tem uma geometria de recobrimento à direita, foi deformada sob condições da fácies xisto verde, sendo assim uma falha dúctil e não rúptil e que o lineamento Pernambuco não é uma estrutura contínua. No presente trabalho foi possível avaliar com detalhe a geometria da porção oriental da ZCPE, analisar e registrar seus aspectos estruturais e microestruturais e, avaliar a evolução no processo deformacional levando em consideração metamorfismo com a correlação entre os aspectos macro e microestruturais.

##### 4.8.1. Geometria

Na porção em questão, a ZCPE exibe uma foliação bem definida com direção ENE e ramificações com foliação para NE, como mostra o mapa no (APÊNDICE VI). Tanto em imagens de radar e aerogeofísicas como em campo, a megaestrutura é



proeminente com geometria de recobrimento e percebe-se uma descontinuidade, com espaçamento de aproximadamente 3km, o que é coerente com Neves e Mariano (1999). Nas correlações entre todos os dados obtidos fica clara a sua estrutura em ramificações para direita. Quando analisamos, de uma forma geral, a foliação milonítica percebe-se que para as ramificações a direção das foliações é com predominância para NE, o que auxilia na percepção da geometria de recobrimento para direita. Apesar de a foliação regional ter uma direção ENE isto não influenciou na direção de transcorrência da ZCPE, de tal forma que a mesma trunca e rotaciona foliações pré-existentes.

#### **4.8.2. Gradiente deformacional**

Com o estudo em detalhe, foi possível observar que a deformação que gerou a faixa milonítica deu uma resposta diferente para as rochas que a compõem. Com um minucioso estudo que correlacionou dados de campo e aspectos microscópicos, a faixa milonítica foi subdividida em três tipos principais: protomilonitos, milonitos e ultramilonitos. Essa subdivisão considerou a resposta deformacional de cada litotipo.

Os protomilonitos, localizadas na porção externa da faixa de transcorrência, são rochas menos deformadas, e ainda preservam em campo e ao microscópio algumas feições do seu protólito, assim como texturas mimerquíticas representantes de outra fase de deformação anterior à transcorrência. Por outro lado, exibem texturas da deformação transcorrente, tais como pertita em chamás, extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização dinâmica mais raramente. Com estes aspectos, são rochas que carecem de um maior cuidado para não serem confundidas com granitos deformados. Estas rochas são definidas precisamente com a correlação entre aspectos de campo (foliação com mergulho forte), microestruturas (correspondentes com a transcorrência) e as outras rochas miloníticas.

A classificação dos milonitos foi dada por uma configuração típica de milonitos de outras zonas de cisalhamento. Foliação de mergulho forte a sub-vertical, porfiroclastos rotacionados dentro de uma matriz média/fina e foliada, não exhibe nenhuma forma cristalina de origem, extinção ondulante, formação de subgrãos, pertita em chamás é mais aparente e recristalização começa a ficar mais acentuada. Texturas de deformação anterior já são mais raras. É um estágio da deformação que, aqui, consideramos estar na faixa intermediária da zona de transcorrência.

Os ultramilonitos são completamente deformados. Em campo, nos protólitos de granulação mais grossa, é possível identificar a mineralogia, mas nos de granulação fina/média, não é possível. Entretanto, o que realmente faz a diferença, são os aspectos microscópicos. Com a intensidade da deformação na faixa que, aqui, chamamos central de deformação, a recristalização é intensa e completa nos quartzos, biotitas e feldspatos são parcialmente recristalizados. As pertitas em chamuscas que apareceram a partir do início da transcorrência já não existem mais, foram completamente remobilizadas. A distinção mineral é mais complicada, características individuais podem ser confundidas ou camufladas.

Esta individualização das rochas em termos deformacionais foi relevante ponderando os seguintes aspectos: a) são rochas que, na maioria, têm mesma composição; b) foram submetidas a uma mesma força de compressão (?); c) exibem respostas diferentes para uma mesma intensidade de deformação; d) distribuição da deformação em faixas gradativamente mais deformadas, da borda para o centro, dando um aspecto gradiente deformacional com pico de deformação no centro, como ilustrado no esquema da figura 4.12.

A grande maioria dos milonitos, da área, são derivados de rochas de composição granítica. Tomando como base esta afirmativa, indagamos - Então por que os milonitos exibem gradiente deformacional? A transcorrência ocorre atingindo, principalmente rochas graníticas ou pelo menos de composição granítica. O embasamento mais antigo, provavelmente mais rígido, tem uma resistência maior. Desta forma, estas rochas servem de barreira para a propagação da deformação, provocando a descontinuidade milonítica assim como o aspecto de gradiente. Como isto ocorre? Quando submetidas à transcorrência, a resistência da pressão litostática no embasamento é maior, de tal forma que esta energia é transferida para as rochas graníticas, provavelmente mais jovens e com resistência menor, sendo muito mais vulneráveis à compressão. Como o embasamento funciona como barreira ele deve, em alguns momentos, suavizar a deformação na porção mais externa que são os protomilonitos e, assim, a energia foi sendo gradativamente transferida para porção intermediária e interna da zona milonítica gerando as faixas miloníticas e ultramiloníticas.

#### 4.8.3. Cinemática dextral

Além de essenciais na interpretação do processo deformacional, as estruturas e microestruturas auxiliaram na confirmação da cinemática do movimento. Para os três tipos de milonitos identificados as microestruturas registravam inconfundivelmente o movimento dextral. Em cortes ideais, perpendiculares a foliação e paralelos à lineação, os critérios eram bastante protuberantes. Assim, a correlação entre imagens, campo e microscopia implicou fortemente que o movimento da ZCPE foi dextral.

#### 4.8.4. Condições de metamorfismo

Para caracterizar uma rocha como de origem metamórfica e as condições de sua formação, alguns critérios precisam ser considerados, tais como: reações minerais, que dependem das condições  $P$ - $T$ , que geram a cristalização de novos grãos minerais e as texturas de metamorfismo. Enquanto o estudo das associações minerais em equilíbrio é baseado nas propriedades dos minerais como perfeitos, os estudos texturais requerem uma apreciação das propriedades dos materiais ordinários imperfeitos (Yardley, 1994).

As rochas relacionadas com a faixa milonítica são, na maioria, provenientes de material granítico, com seus protólitos compostos essencialmente por quartzo+feldspatos potássicos+plagioclásio  $\pm$  anfibólio (hornblenda). A variedade mineralógica desta faixa é limitada, ou seja, não exhibe uma vasta gama de minerais. Entretanto, os minerais que lá ocorrem são satisfatórios para registrar as condições de metamorfismo. A assembléia mineral comum para estas rochas foi: quartzo + biotita (verde)  $\pm$  muscovita  $\pm$  epidoto  $\pm$  actinolita  $\pm$  clorita  $\pm$  titanita. Esta assembléia sugere algumas reações para formação de alguns destes minerais: Hornblenda  $\rightarrow$  biotita, hornblenda  $\rightarrow$  actinolita, feldspato  $\rightarrow$  muscovita, biotita  $\rightarrow$  clorita, biotita  $\rightarrow$  epidoto.

A ocorrência, de algumas destas fases, é determinante para compor o campo metamórfico. A actinolita, por exemplo, é uma fase que sugere ter sido formada a partir da hornblenda dentro das novas condições  $P$ - $T$  em que as rochas graníticas foram submetidas. A hornblenda é uma das fases que compõe o grupo dos anfibólios e, fazendo uma analogia com as rochas graníticas da região, hornblenda ocorre nestas rochas. Com as novas condições  $P$ - $T$  juntamente com o movimento cisalhante, uma variação cristalina ocorre, actinolita, fazendo com que uma nova

fase ocorra por rearranjo molecular. A actinolita é também uma fase do grupo dos anfibólios, só que com uma quantidade molecular menor, mesmo os dois sendo clinoanfibólios. Daí uma reação é sugerida:  $\text{Na}_{0-1}\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al})_5\text{Al}_{2-1}\text{Si}_{6-7}\text{O}_{22}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ . Em termos metamórficos, a hornblenda é um mineral da fácies anfibolito. No entanto, neste caso, a hornblenda é de origem ígnea, daí a ocorrência de actinolita, marca condições da fácies xisto-verde. Esta reação é sugerida, mas dificilmente ilustrada visualmente. A actinolita ocorre fibrosa, esgarçada e em pequenas quantidades.

A passagem de hornblenda para actinolita não marca um processo de retrometamorfismo, pois a hornblenda é de origem ígnea e está passando para outra fase mineral pelo rearranjo molecular se estabelecendo às novas condições.

A passagem de hornblenda  $\rightarrow$  biotita ( $\text{Na}_{0-1}\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al})_5\text{Al}_{2-1}\text{Si}_{6-7}\text{O}_{22}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al})_6\text{Al}_{2-3}\text{Si}_{6-5}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$ ) também marca o aparecimento de biotita através de anfibólio, indicando um rearranjo pela adaptação das novas condições *P-T* e à dinâmica da zona de cisalhamento. Esta nova fase ocorreu, possivelmente, pela adição de fluidos e pela substituição de Na e Ca por K.

O aparecimento de clorita, na maioria das seções estudadas, ocorre a partir de biotita. Esta ocorrência marca um estágio de menor grau metamórfico, marcando um processo de retrometamorfismo.  $\text{K}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al})_6\text{Al}_{2-3}\text{Si}_{6-5}\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \rightarrow (\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Al})_{12}(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{16}$ , esta reação é representativa da passagem de Biotita +  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  Clorita, ou seja, retrometamorfismo com inclusão de fluido de água. Outras reações metamórficas também ocorrem, mas as que melhor representam as condições em que a ZCPE foi condicionada são estas sugeridas acima.

Com a transcorrência, as rochas de composição granítica sofreram deformações que são representadas também pelas texturas. Estas características provêm evidências sobre os eventos pelos quais as rochas foram submetidas. As principais texturas observadas foram: pertita em chamuscas, extinção ondulante, formação de subgrãos e recrystalização.

A recrystalização, que é a formação de novos grãos em tamanhos bem menores tendo como fonte um grão de mesma composição preexistente, e pode ocorrer independentemente de quaisquer reações metamórficas convencionais, é uma das principais feições que marcam as condições de metamorfismo para a ZCPE. Esta textura ocorre limitada, principalmente aos grãos de quartzo, ocorrendo

de forma parcial também nas bordas dos feldspatos, assim como algumas vezes nos cristais de biotita.

Extinção ondulante e pertita em chamuscas em feldspatos são as texturas menos abundantes, mas não são menos importantes, assim como a recristalização, marcam defeitos nos cristais em resposta à deformação submetida.

Fazendo uma interação entre associação mineral e texturas pode-se sugerir que, de fato, a ZCPE foi formada sob as condições da fácies xisto-verde, entre 350 e 500° C e de 2 a 8 kbar de pressão, com uma profundidade entre 6 a 30 km.

#### **4.8.5. Deformação rúptil**

A deformação rúptil registrada é representada por fraturas e/ou falhas com mergulhos fortes a sub-verticais com direção N-S e NW-SE. Estas estruturas truncam a foliação milonítica. Apesar de não existir, ainda, estudos mais minuciosos relacionados à estas fraturas, pode-se deduzir que as mesmas surgiram tardi- a pós-tectônica, no que se refere a ZCPE. Isto sugere, no mínimo que estas estruturas são representantes de um evento posterior a sua formação.

Na maioria dos casos, não é possível distinguir se as fraturas observadas são de extensão ou de cisalhamento, seja devido à ausência de deslocamentos perceptíveis ou ao fato do plano de fratura não estar exposto. A maioria das falhas identificadas com segurança é sinistral com direção aproximadamente N-S. O estereograma de pólos de fraturas mostra máximos em torno das direções E-W e NE-SW. É possível especular que o primeiro corresponda a falhas sinistrais N-S e o segundo a fraturas de extensão NW-SE.

Em um único afloramento (ZCPE-24) (Figura 4.30), foi possível observar feições ligadas a uma rocha (aparentemente cataclasito) característica de reativação, mas a mesma não foi uma boa representante que transmitisse segurança para uma interpretação de reativação da ZCPE.

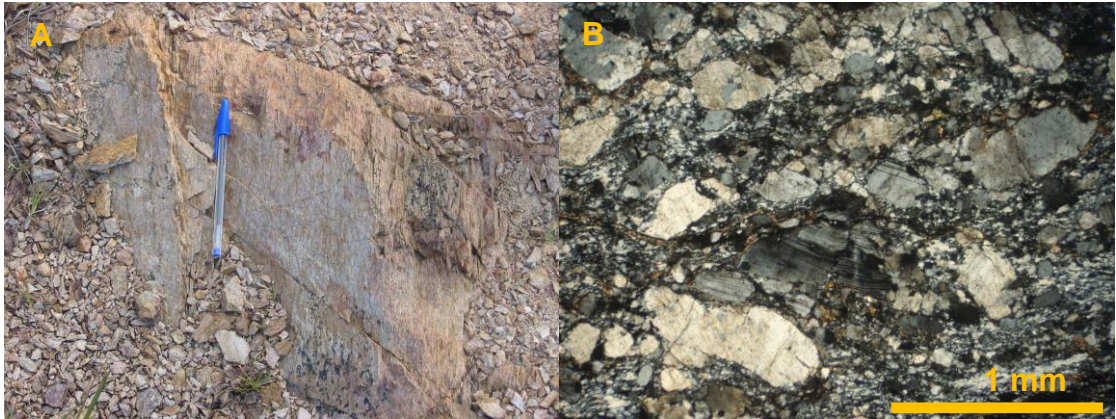


Figura 4.31 - (A) Fotografia ilustrando aspecto em campo de uma ultramilonito com feições cataclástica, (ZCPE-24). (B) Fotomicrografia com nicóis cruzados de um ultramilonito com aspectos cataclásticos ao microscópio (Objetiva com aumento de 4X), (ZCPE-24).

## **CAPÍTULO V**

### **LITOGEOQUÍMICA**

### **5. 1. Introdução**

35 amostras de litotipos variados, que podem auxiliar na interpretação da evolução deformacional da área em questão, foram analisadas para elementos maiores, traços e Terras Raras.



## 5.2. Materiais e Métodos

Para caracterização litogeoquímica foram coletadas 34 amostras de fontes diferentes (ver tabela 5.1 e mapa no APÊNDICE VI). Estas amostras estão relacionadas ao embasamento de composição granítica que, em alguns pontos varia para diorítica a quartzo-monzonítica, rochas metassedimentares, milonitos de granulação e deformação variada, dois plútons nas porções SE e SW da área (Jaboatão-Moreno e Gravatá) e, ainda, uma amostra do basalto que trunca a ZCPE.

Durante a coleta houve o cuidado para que as amostras fossem representativas de cada afloramento e com o mínimo de alteração, tentando minimizar a influência no resultado. Estas amostras foram lavadas, secadas, quebradas, britadas e pulverizadas no laboratório de preparação de amostras (LAPA) do Departamento de Geologia (DGEO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



Figura 5.1 - Fotografias ilustrando equipamentos. (A) britadores, (B) moinho com disco de chumbo.

Durante o processamento das amostras alguns pontos foram considerados: a) lavagem - retirada de qualquer partícula ou superfície contaminante em água corrente; b) quebra - processo de quebra das amostras para deixá-la no tamanho ideal (15 a 30 cm<sup>2</sup>) para serem colocadas no britador (Figura 5.1A) e cuidado para evitar a perda e a mistura de materiais durante este processo; c) britagem - processo que diminui o tamanho dos grãos (fração cascalho) da amostra para serem levadas ao moinho (Figura 5.1B), seguido de limpeza do britador entre o processamento de uma amostra e outra; d) pulverização - processo que deixa a amostra em granulação

tamanho pó e foi elaborada em um moinho com disco de chumbo (Pb), com limpeza do equipamento entre cada amostra .

As amostras selecionadas foram analisadas pelo Laboratório ACME (Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd.), após as rotinas convencionais acima citadas.

### 5.3. Litogeoquímica

#### 5.3.1. Elementos maiores

A separação inicial das rochas foi organizada em dois grupos (Figura 5.2): o de baixo teor em sílica (<65%) e o de teor elevado em sílica (>65%). O grupo com teor de sílica acima de 65% compreende as rochas de composição granítica, que agrupou granitos, ortognaisses graníticos e milonitos de protólito granítico; e o grupo com  $\text{SiO}_2 < 65\%$  inclui ortognaisses dioríticos, quartzo dioríticos a quartzo-monzodioríticos.

O grupo de rochas graníticas exhibe teor de sílica que varia de 66,8 a 75,26% (ver tabela 5.1). Os teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  variam entre 13,4 a 16,1% com correlação negativa com a sílica.  $\text{K}_2\text{O}$  varia entre 4,34 a 7,26%, que são considerados valores altos e não exibem *trends*, ou seja, ocorrem com dispersão. Os valores para  $\text{Na}_2\text{O}$  são médios (2,86 a 4,16%) e dispersos.  $\text{CaO}$  exhibe correlação negativa com sílica e valores considerados baixos (0,65 a 2,39%).  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mostra correlação negativa com  $\text{SiO}_2$  e valores entre baixos a médios (0,6 a 3,52%).  $\text{MgO}$  exhibe valores baixos (0,08 a 1,09%) e uma correlação negativa suave, porém bem definida, com sílica. Os outros elementos maiores exibem valores baixos (<0,6%), com correlações negativas para  $\text{TiO}_2$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  e valores para  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  abaixo do limite de detecção.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>ORTOGNAISSE GRANÍTICO</b>											
ZCPE-1D	68,49	0,49	15,52	2,76	0,76	0,05	2,00	4,16	4,89	0,18	<0,002
ZCPE-38	72,68	0,27	13,68	2,01	0,86	0,03	1,16	3,24	5,36	0,05	<0,002
ZCPE-57	72,72	0,20	14,21	1,58	0,41	0,04	1,32	3,63	5,10	0,08	<0,002
ZCPE-121	70,66	0,32	14,59	2,16	0,45	0,03	1,50	3,45	5,88	0,12	<0,002
<b>ORTOGNAISSE DIORÍTICO</b>											
ZCPE-1C	55,13	1,55	17,84	7,77	2,95	0,14	4,59	5,03	3,53	0,60	<0,002
ZCPE-32	59,55	1,41	15,57	6,70	2,69	0,10	4,64	3,36	3,76	0,62	0,01
<b>ORTOGNAISSE QZ-MONZONÍTICO</b>											
ZCPE-53	61,19	0,76	17,74	4,23	1,38	0,10	3,08	4,80	5,03	0,28	0,00
<b>ORTOGNAISSE QZ-MONZODIORÍTICO</b>											
ZCPE-59	62,13	1,14	15,54	6,79	1,21	0,10	3,07	3,43	5,05	0,32	<0,002
<b>QUARTZO MONZONITO</b>											
ZCPE-110A	63,34	0,82	15,54	4,47	1,65	0,07	2,92	3,82	4,92	0,36	0,01
<b>DIORITO</b>											
ZCPE-120B	56,61	1,42	17,18	8,35	1,51	0,14	3,47	3,51	6,20	0,56	<0,002
<b>MILONITOS</b>											
<b>GROSSOS RICO EM K-F</b>											
ZCPE-21	68,72	0,52	14,98	3,05	0,91	0,05	1,87	3,82	4,66	0,21	0,00
ZCPE-41	72,31	0,22	14,69	1,27	0,45	0,04	1,58	3,95	4,74	0,07	0,00
ZCPE-45	74,94	0,11	13,44	0,93	0,14	0,02	0,65	2,86	6,13	0,04	<0,002
ZCPE-76	72,37	0,34	14,43	1,66	0,53	0,03	1,63	4,00	4,34	0,11	0,00
ZCPE-88	70,59	0,33	14,66	2,20	0,65	0,03	1,60	3,38	5,31	0,13	0,00
<b>MÉDIOS</b>											
ZCPE-15	73,01	0,16	14,09	1,55	0,22	0,07	1,08	3,57	5,36	0,05	<0,002
ZCPE-39	68,36	0,39	15,71	2,15	0,53	0,04	1,49	3,27	6,93	0,09	0,00
ZCPE-47	71,09	0,31	14,65	2,08	0,44	0,04	1,25	3,22	5,73	0,14	<0,002
ZCPE-97	70,04	0,49	14,58	2,62	0,73	0,05	1,69	3,37	5,38	0,11	0,00
<b>FINO</b>											
ZCPE-07	70,71	0,26	14,65	2,01	0,35	0,04	1,07	3,18	6,09	0,09	<0,002
ZCPE-12	69,27	0,27	15,22	1,60	0,34	0,03	0,80	3,08	7,26	0,08	<0,002
<b>GRANITOS</b>											
ZCPE-1A	73,95	0,12	13,93	1,06	0,17	0,03	0,99	3,71	5,40	0,03	<0,002
ZCPE-61	73,79	0,16	13,67	1,41	0,24	0,03	1,03	3,22	5,50	0,06	<0,002
ZCPE-65	70,43	0,43	14,53	2,40	0,56	0,05	1,46	3,11	5,96	0,15	<0,002
ZCPE-77	74,98	0,11	13,51	1,11	0,09	0,03	0,76	3,51	5,48	0,04	<0,002
ZCPE-108B	75,36	0,08	13,67	1,00	0,17	0,06	0,61	2,31	4,84	0,04	<0,002
ZCPE-114	71,32	0,24	14,20	1,73	0,34	0,03	1,24	3,21	5,65	0,11	<0,002
ZCPE-115B	67,92	0,38	15,54	2,11	0,78	0,04	1,89	3,81	5,51	0,16	0,00
ZCPE-117	71,92	0,26	14,18	1,76	0,36	0,03	1,11	3,18	5,43	0,10	<0,002
ZCPE-120A	75,26	0,07	13,71	0,60	0,08	0,03	0,79	3,83	5,01	0,02	<0,002
ZCPE-129	67,03	0,67	15,39	3,33	0,87	0,04	2,33	3,20	6,07	0,25	<0,002
ZCPE-130	58,74	1,51	16,11	7,34	2,12	0,09	4,26	3,50	4,51	0,78	0,00
ZCPE-134	66,80	0,60	16,01	3,52	1,09	0,04	2,39	3,65	4,74	0,35	0,00
<b>BASALTO</b>											
ZCPE-22	45,62	2,79	13,39	11,44	6,78	0,16	6,46	2,69	1,95	0,75	0,02

TABELA 5.1 - Tabela de identificação de amostras e elementos maiores em forma de óxidos. Apesar de ilustrado, o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> está abaixo do limite de detecção.

O grupo das rochas com baixo teor de sílica é marcado por uma variação de SiO<sub>2</sub> entre 55,13-63,34% e, com estes valores, são rochas que podem ser consideradas intermediárias. Os teores mais elevados são de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15,54 - 17,84%), que apresenta forte correlação negativa com sílica; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4,23-8,35%), que também apresenta correlação negativa; Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3,36-5,03%), que mostra dispersão; e CaO (2,92 - 4,59%), com correlação negativa. K<sub>2</sub>O apresenta valores médios (3,53-6,20%) e ocorre disperso, MgO com (1,21-2,95%) exibe um sutil trend negativo. Os demais óxidos apresentam valores baixos.

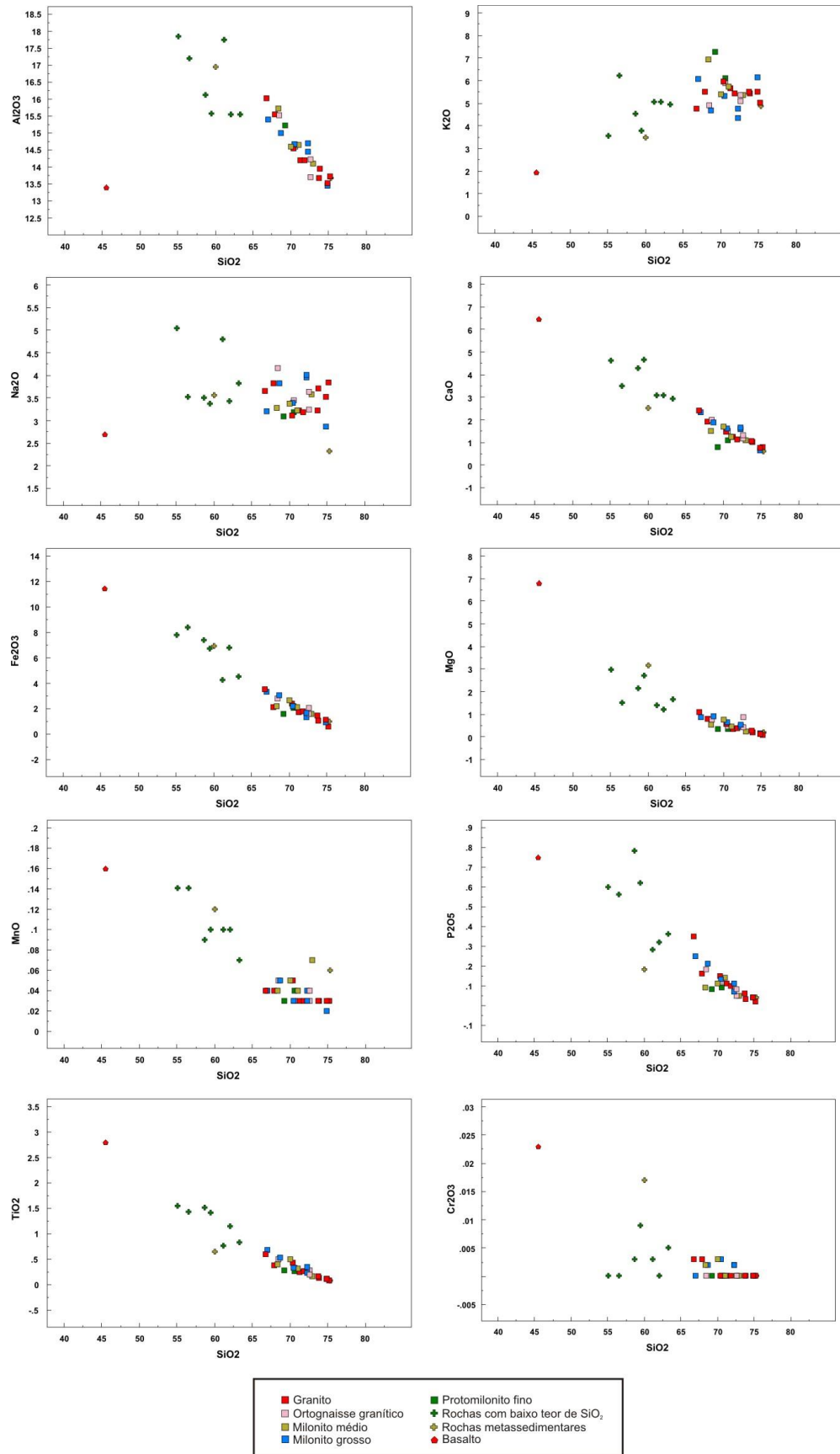


Figura 5.2 - Diagramas binários de variação tipo Harker,  $\text{SiO}_2$  x outros óxidos.  $\text{SiO}_2$  e outros óxidos em %. Apesar de ilustrado,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  encontra-se abaixo do limite de detecção.

### 5.3.2. Elementos Traços

Os diagramas de elementos traços versus sílica (Figura 5.3) para as rochas de composição granítica mostram correlação negativa para Ba, Sr, Zr e, apesar de dispersos, também ocorre correlação levemente negativa para Nb e Y. Para Rb observa-se correlação positiva. O comportamento destes elementos para as rochas com baixo teor de sílica é extremamente disperso, por outro lado seus valores são um pouco mais elevados (ver tabela 5.2), exceto para o Rb que mostra valores mais elevados para as rochas graníticas.

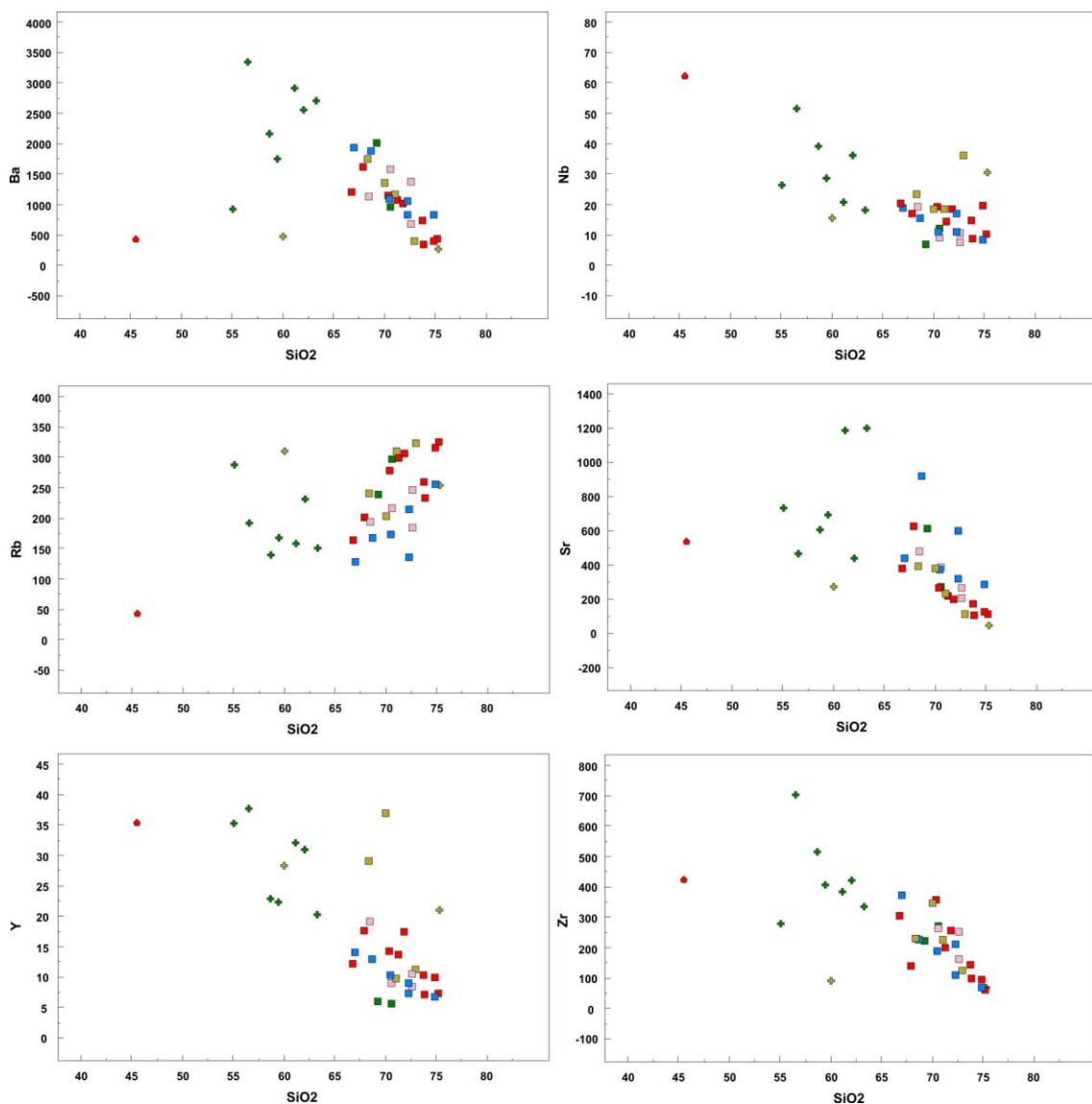


Figura 5.3 - Distribuição dos elementos traços em diagramas tipo Harker (PPM).

Elementos traços	Composição Granítica (ppm)	Composição com ↓SiO <sub>2</sub> (ppm)
Ba	334,0 - 1995,0	914,0 - 3335,0
Nb	6,6 - 36,0	17,8 - 51,4
Rb	126,7 - 324,9	138,1 - 286,0
Sr	107,6 - 917,7	435,8 - 1195,6
Zr	60,9 - 370,8	275,8 - 699,8
Y	5,5 - 36,9	20,20 - 37,6

Tabela 5.2 - variação dos valores dos elementos traços para as rochas de composição granítica e de baixo teor de SiO<sub>2</sub>.

Fazendo uma correlação entre as rochas do embasamento pode-se atribuir que, pelas respostas quantitativas e pelos padrões gráficos, os dois grupos de rochas, graníticas e de baixo teor em SiO<sub>2</sub>, são rochas de fontes distintas para o magmatismo granítico e diorítico a quartzo-monzodiorítico.

Para as rochas de composição granítica, apesar de serem rochas diferentes, que variam entre ortognaisses graníticos e milonitos de granito e granitos *sensu strictu*, os padrões são os mesmos.

### 5.3.3. Classificação e série de rochas graníticas

No diagrama de classificação para rochas plutônicas (Cox e Bell, 1979), as rochas classificadas como de composição granítica plotam exatamente no campo dos granitos (Figura 5.4). Por outro lado, as rochas com baixo teor em sílica são um pouco mais dispersas, mas plotam principalmente no campo do sieno-diorito.

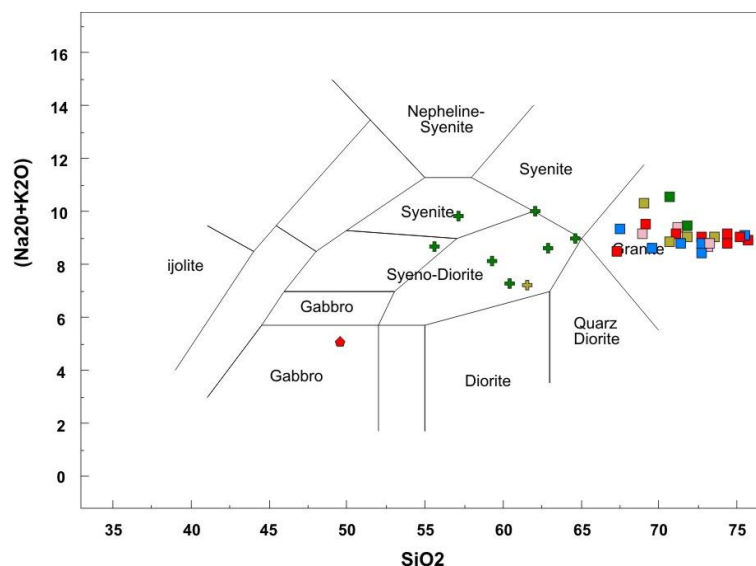


Figura 5.4 - Diagrama de classificação para rochas plutônicas de Cox e Bell, 1979.

A maior parte das amostras analisadas cai no campo da série shoshonítica de alto potássio (Figura 5.5), acima do limite de 4% proposto por Peccerillo e Taylor (1976).

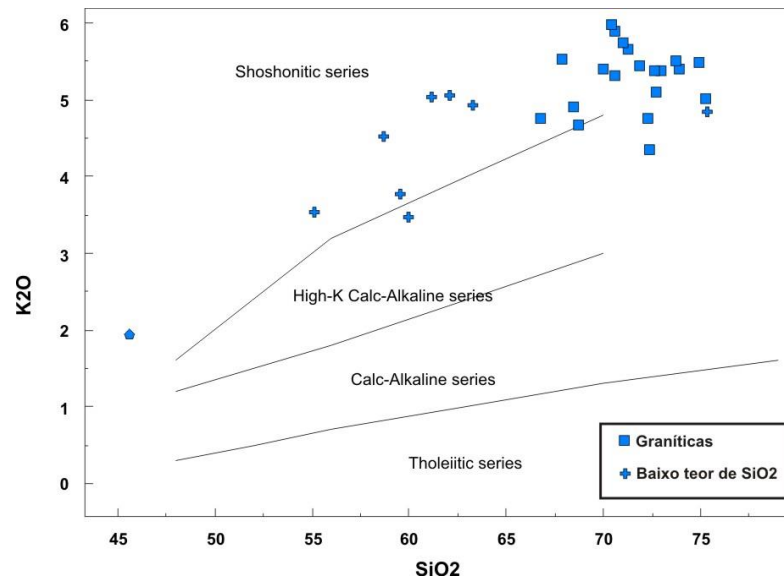


Figura 5.5 - Diagrama de classificação geral de Peccerillo e Taylor, 1976.

No diagrama AFM (Figura 5.6), onde  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  representa ferro total, as amostras analisadas definem um trend abaixo da linha que divide os campos das rochas toleíticas e cálcio-alcálinas, mostrando dispersão, especialmente para as rochas com baixo teor de sílica, na porção à esquerda do diagrama, no limite entre os campos. De qualquer modo está evidente a afinidade das rochas graníticas com o campo cálcio-alcálinos, o que não implica na classificação das mesmas como cálcio-alcálinas.

Nos diagramas para álcalis totais versus  $\text{SiO}_2$  (Figura 5.7A) e para o índice de Shand (Figura 5.7B) ficaram evidentes, mais uma vez, a diferença entre os ortognaisses máficos e os graníticos. As rochas ortognaissicas de baixo  $\text{SiO}_2$  estão no campo da série alcalina e exibem uma suave dispersão. O agrupamento das rochas de composição granítica, independentemente dos processos deformacionais, também está evidente, pois os ortognaisses graníticos, milonitos de granito e os granitos estão bem agrupados na série sub-alcálica e estão mais concentrados neste campo. As rochas de composição granítica mostram uma tendência peraluminosa, ao passo que os ortognaisses de baixa sílica estão no campo das rochas metaluminosas.

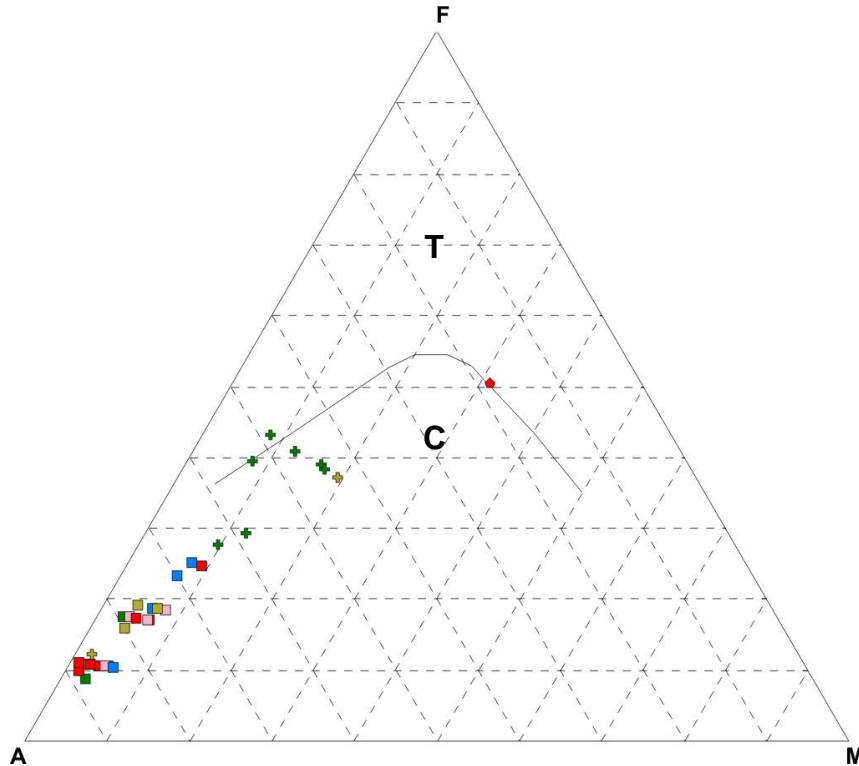


Figura 5.6 - Diagrama AFM para as rochas de composição granítica e de baixa sílica. Linha que separa os campos T (toleítico) e C (cálcio-alcálico) de Irvine e Baragar (1971).

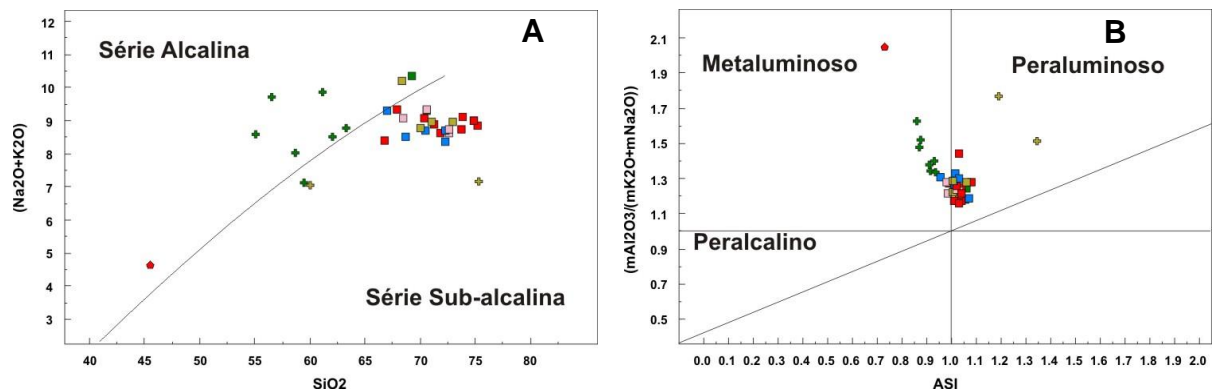


Figura 5.7 - (A) álcalis totais vs.  $\text{SiO}_2$  para todas as amostras analisadas. Linha que delimita campos de Irvine e Baragar (1981). (B) Índice de Shand para todas as amostras analisadas. Diagrama proposto por Maniar e Piccoli (1989).

#### 5.3.4. Ambiente tectônico

Com base nas relações  $[(Y+Nb) \times Rb]$  e  $[Nb \times Y]$  (Pearce *et al.*, 1984), que discrimina diferentes ambientes tectônicos, as rochas analisadas se dispõem, principalmente, em três ambientes. As de composição granítica projetam-se dentro dos campos colisional (Syn-COLG) e arco vulcânico (VAG) e as de baixo teor em sílica em ambiente de intraplaca (WPG) (Figura 5.8).



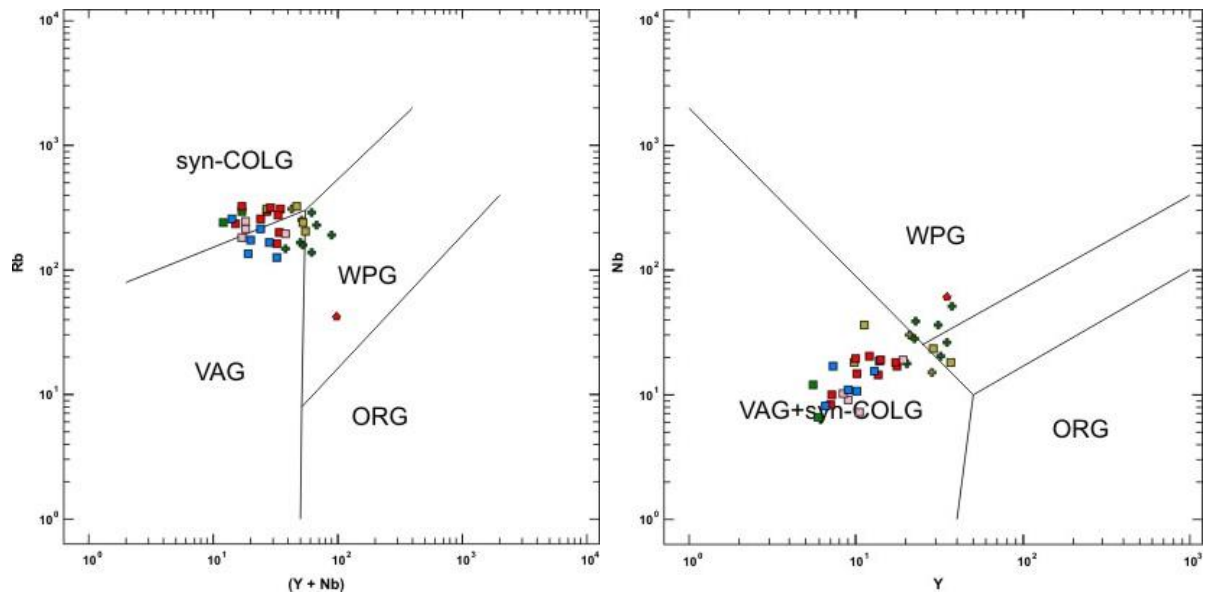


Figura 5.8 - Diagramas discriminantes para rochas graníticas. Syn-COLG - granitos sin-colisionais; WPG - granitos intra-placa; VAG - granitos de arco-vulcânico; ORG - granitos de cadeia oceânica.

### 5.3.5. Diagramas de Elementos Terras Raras (ETR) e Outros Elementos

#### 5.3.5.1. Embasamento

O embasamento é composto, principalmente, por rochas ortognáissicas de composição granítica, no entanto ocorrem algumas variações que correspondem a quartzo-monzonítica, quartzo-monzodiorítica e diorítica. A individualização destas rochas pode ser feita em campo, análise petrográfica e litogeoquímica (Figura 5.9).

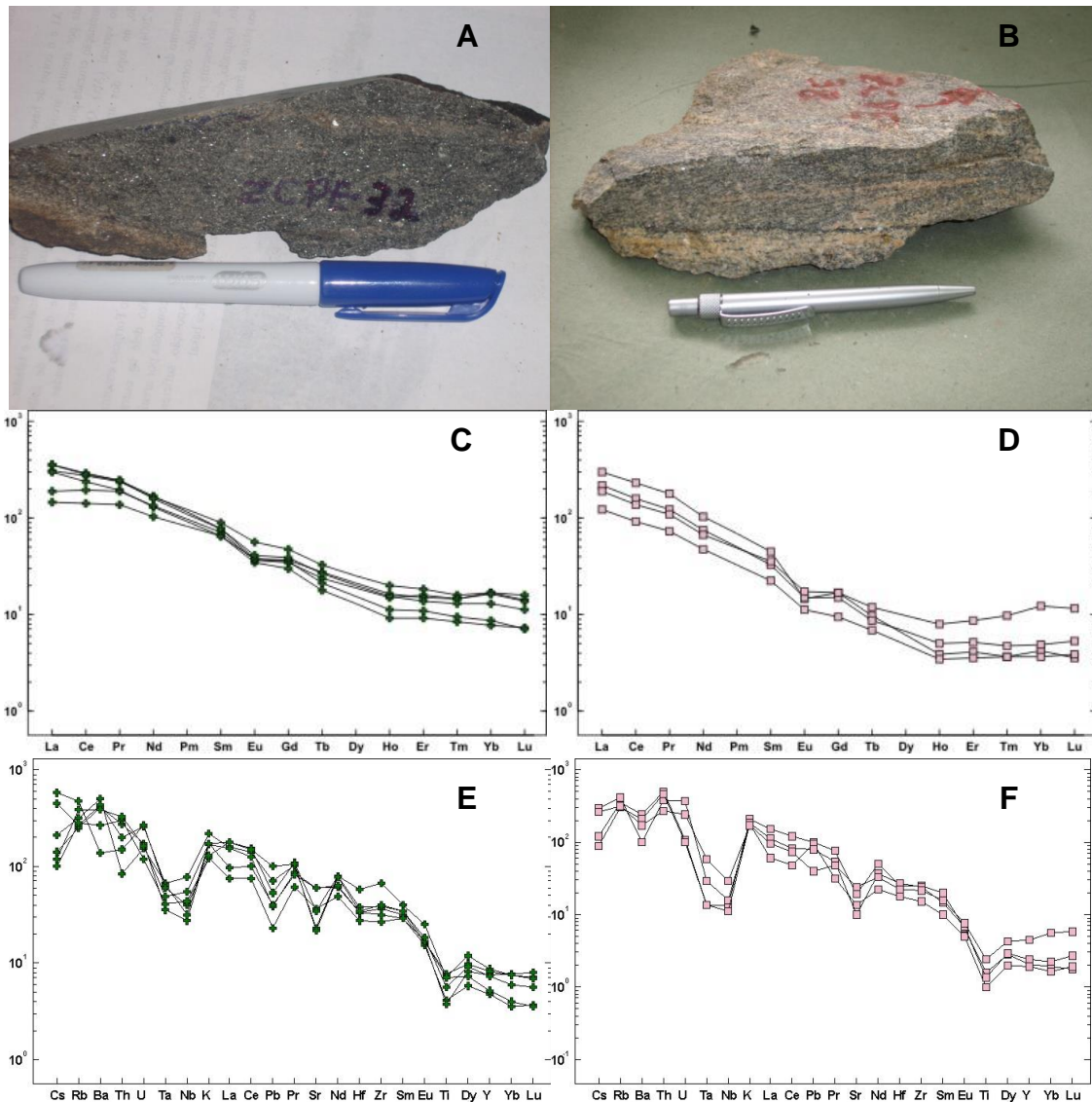


Figura 5.9 - (A) Fotografia de uma amostra de ortogneisse diorítico. (B) Fotografia de uma amostra de ortogneisse granítico. (C) Diagrama ETR, normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968), para ortogneisses com baixo teor de sílica. (D) Diagrama ETR, normalizado pelo condrito de Haskin *et al.* (1968), para ortogneisses graníticos. (E) Aranhograma dos ortogneisses de baixa sílica normalizado pelo manto primitivo (McDonough & Sun, 1995), (F) aranhograma dos ortogneisses graníticos.

Através dos ETR e de aranhogramas de outros elementos, pode-se perceber que os ortogneisses graníticos e de baixa sílica são parecidos, mas exibem algumas pequenas diferenças (Figura 5.9). As rochas de composição mais máfica exibem, moderadamente, uma maior concentração de ETR pesados e a anomalia negativa em Eu nos ortogneisses de composição granítica é mais acentuada. Nos aranhogramas é possível observar anomalias negativas para os ortogneisses máficos em Ta, Nb, Pb, Sr e Ti e uma maior concentração de outros elementos. Nos graníticos observa-se também anomalias negativas em Ba e ausência de anomalia de Pb.

### 5.3.5.2. Rochas miloníticas

Para este grupo de rochas a análise levou em consideração os aspectos deformacionais e a granulação. Três grupos foram individualizados: milonitos de granulação grossa, milonitos de granulação média e milonitos de granulação fina. Isto pode ser observado pela figura 5.10 e pelos diagramas em ETR para os três grupos (Figura 5.12).



Figura 5.10- Fotografia ilustrando três tipos de milonitos; (A) milonito de granito grosso, ZCPE-88; (B) milonito de granito médio, ZCPE-15; (C) protomilonito de granito fino, ZCPE-12.

No diagrama de ETR (Figura 5.12A) para os milonitos de granulação grossa são fracionados, com anomalia negativa em Eu muito suave ou ausente. Nos aranhagramas (Figura 5.12B) ocorrem anomalias negativas fortes em Nb, Ta, Ti e picos elevados para K.

Os milonitos de granito médio exibem anomalia negativa em Eu acentuada, diferentemente dos outros dois grupos (Figura. 5.12C). O aranhagrama (Figura 5.12D) para este grupo é levemente diferente, com quatro picos negativos, que ocorrem em Ba, Ta, Nb, Sr e Ti, porém um comportamento típico de rochas graníticas.

O grupo de milonitos de granitos finos, que é representado por apenas duas amostras, está bem marcado no diagrama ETR (Figura 5.12E) pela ausência de anomalia negativa em Eu, um fracionamento acentuado dos leves para os pesados, gerando uma razão La/Lu alta, porém o aranhagrama (Figura 5.12F) exhibe padrões semelhantes com os milonitos de granitos médios.

Outro ponto importante que deve ser salientado para os diagramas nas figuras 5.11A e B e 5.12E, é que se trata de amostras de lados opostos da ZCPE, ZCPE-07 ao sul e ZCPE-12 ao norte, porém ambas exibem padrões semelhantes. Isto pode sugerir que a ZCPE, de fato, não separa terrenos diferentes, pois deforma rochas em lados opostos da ZCPE com aspectos petrográficos e geoquímicos semelhantes.

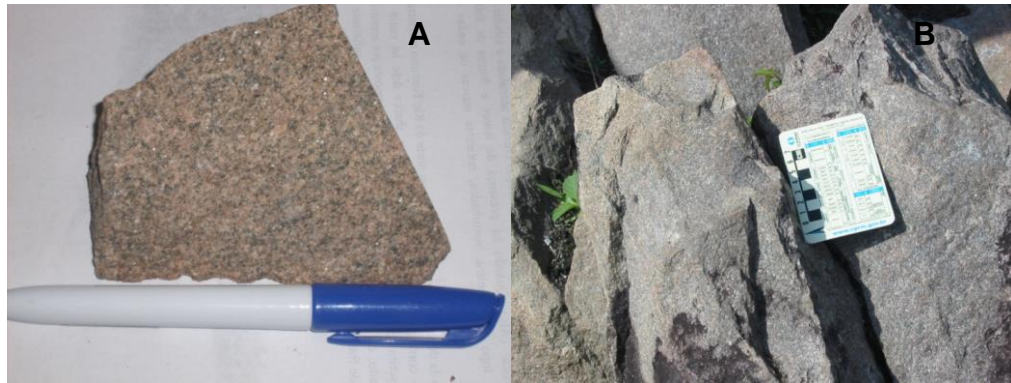


Figura 5.11 - Fotografias ilustrando dois protomilonitos de granito. (A) protomilonito de granito equigranular fino (ZCPE-07); (B) protomilonito de granito equigranular fino (ZCPE-12).

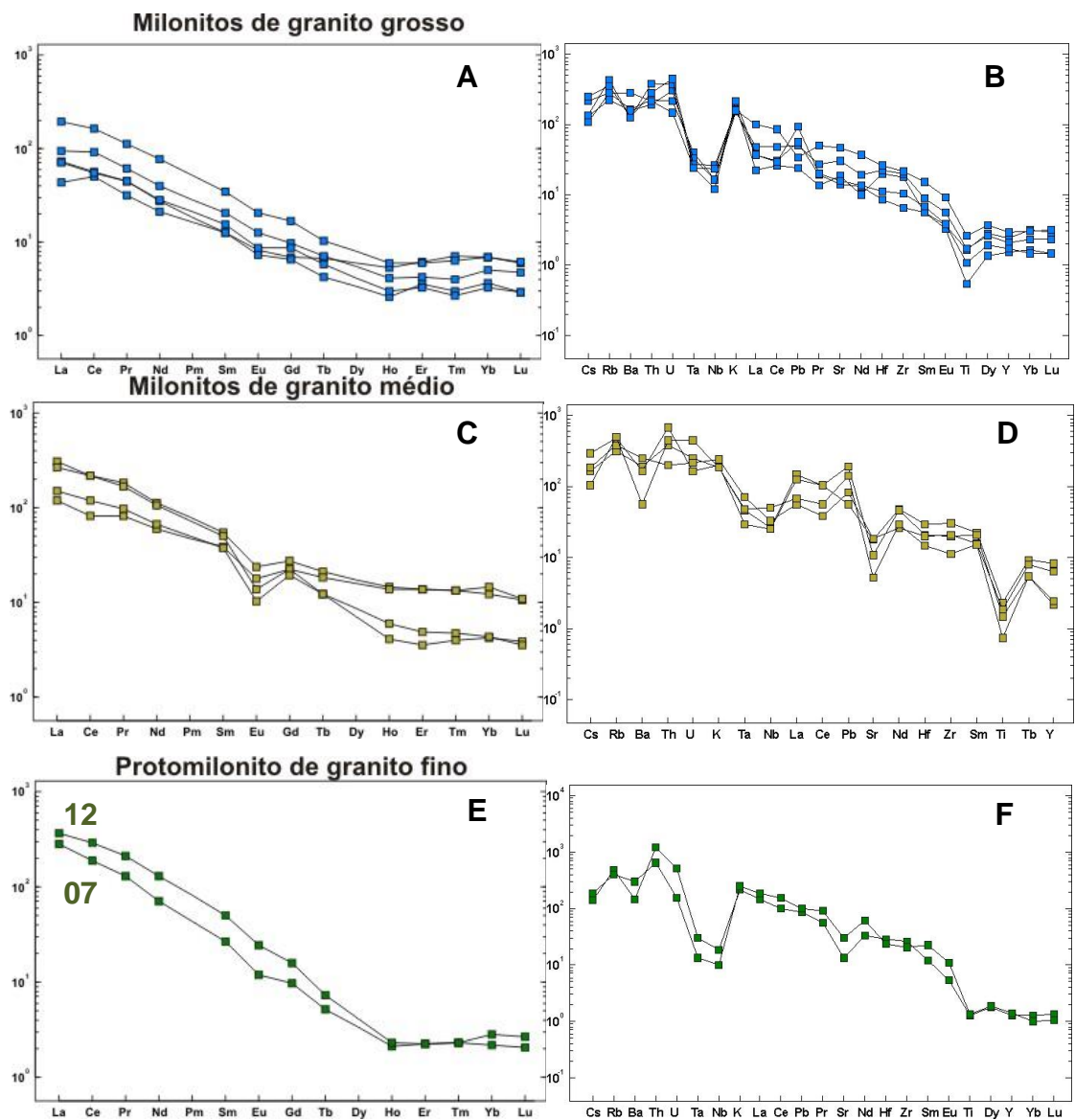


Figura 5.12 - Diagramas ETR (normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968) e aranhagramas (normalizados pelo manto primitivo de McDonough & Sun, 1995) relacionados aos três grupos de milonitos. (A), (B), e (C) ETR; (D), (E) e (F) aranhagramas.



### 5.3.5.3. Granitos *Sensu-Stritu*

Os granitos são representantes de dois plútons, designados neste trabalho Jaboatão-Moreno e Gravatá, situadas a sudeste e sudoeste respectivamente (Ver mapa no APÊNDICE I). A identificação petrográfica individual para estas suítes está inserida na petrografia, no capítulo 3. Para avaliar os aspectos geoquímicos destas rochas individualmente foram elaborados diagramas ETR (Figura 5.13).

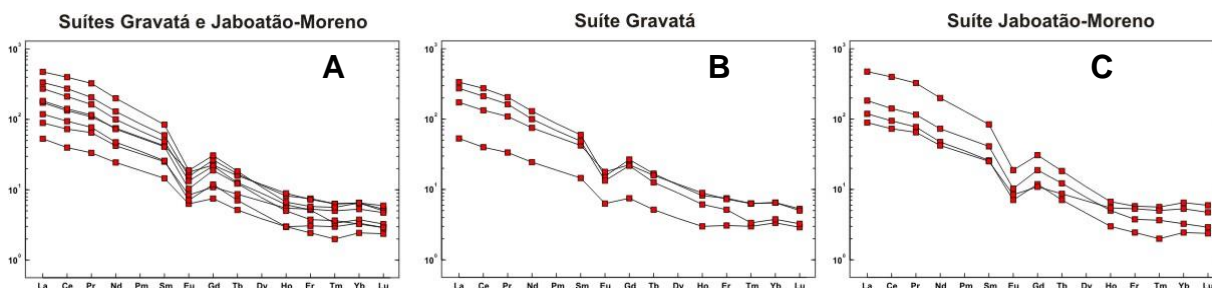


Figura 5.13 - Diagramas ETR normalizados pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968). (A) diagrama ETR para os plútons Gravatá e Jaboatão-Moreno; (B) diagrama ETR para o Plúton Gravatá; (C) diagrama ETR para o Plúton Jaboatão-Moreno.

Avaliando graficamente os plútons de forma individual, percebe-se que os padrões são semelhantes, e quando agrupadas percebe-se esta afirmativa (Figura 5.13A). No diagrama ETR (Figura 5.13) os granitos exibem anomalia negativa em Eu, fracionamento dos ETR leves em relação aos ETR pesados, com uma razão La/Lu média/alta, variando de 182 a 811 ppm. Devido a esta semelhança foi elaborado um único aranhagrama para as rochas dos dois plútons (Figura 5.14). Nele podemos perceber anomalias negativas em Ba, Ta, Nb, Sr e Ti, com uma anomalia suave, mas não acentuada de La e Ce.

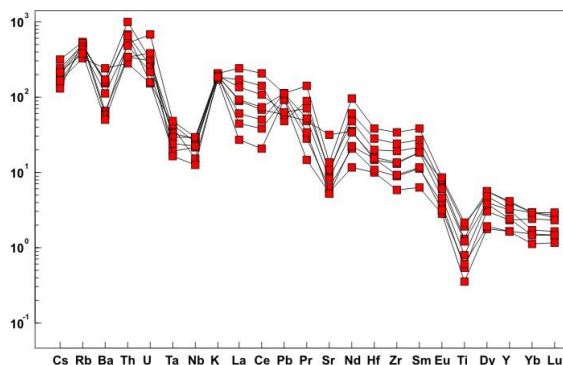


Figura 5.14 - Aranhagrama, normalizados pelo manto primitivo de McDonough & Sun (1995), das amostras dos plútons.

### 5.3.6. Basalto

O basalto, como descrito na seção de petrografia, ocorreu provavelmente ao final do evento de transcorrência ou muito posteriormente, pois trunca a foliação milonítica. Ocorre de coloração preta, afanítico, com vesículas preenchidas por calcita através de alterações secundárias.

De acordo com os diagramas tipo Harker para elementos maiores o basalto é rico em  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$  e pobre em  $Na_2O_5$ ,  $K_2O$  e  $Al_2O_3$ . Para os traços observa-se empobrecimento em Ba, Rb e Sr e enriquecimento em Nb, Y e Zr. Suas características são metaluminosa, alcalina e marca um ambiente de intra-placa (WPG). São pobres em ETR (Figura 5.15A) e exibe forte anomalia em Pb e moderada em Sr (Figura 5.15B).

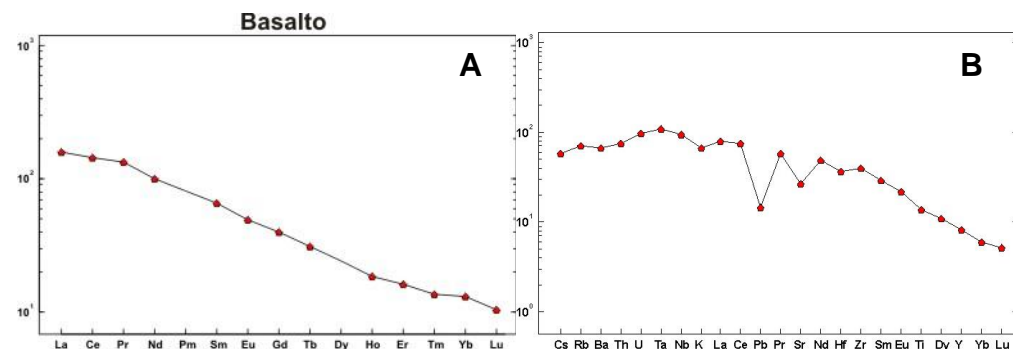


Figura 5.15 - (A) Diagrama ETR, normalizados pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968), para basalto; (B) aranhograma para outros elementos do basalto (normalizados pelo manto primitivo de McDougall & Sun (1995)).

### 5.3.7. Assinaturas litogeoquímicas contrastantes

#### 5.3.7.1. Afloramento ZCPE-01

Dentro da zona milonítica um aspecto interessante foi observado. Em um mesmo afloramento três fácies diferentes foram observadas. Como as três fácies representavam aspectos petrográficos e estruturais diferentes achamos interessante analisar três amostras representativas de cada fácies (Figura 5.16). Não surpreendentemente, as amostras exibiram padrões diferentes para cada fácies (Figura 5.17).



Figura 5.16 - Fotografias ilustrando diferentes fácies de um mesmo afloramento da ZCPE; (A) ZCPE-1A; (B) ZCPE-1C; (C) ZCPE-1D.

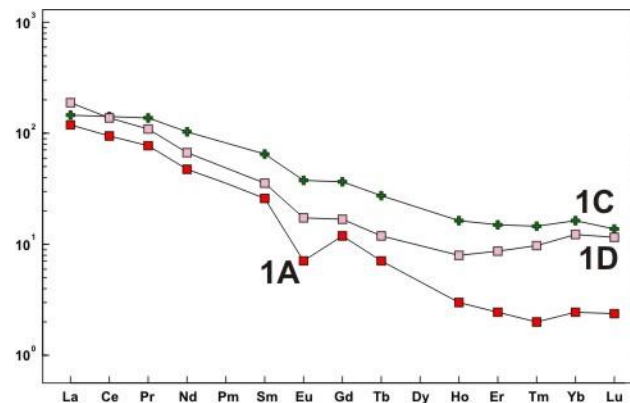


Figura 5.17 - Diagrama ETR, normalizado pelo Condrito de Haskin *et al.*, 1968, representante do afloramento ZCPE-01. (1A) Granito deformado; (1C) Ortognaisse quartzo-diorítico; (1D) Ortognaisse de granito porfirítico.

A interpretação sugerida aqui é o ortognaisse granítico como embasamento com uma fácies de pulso magmático máfico associado e o pulso granítico mais jovem, relacionado ao final do processo de transcorrência, intrudindo estes ortognaisses.

### 5.3.7.2. Afloramento ZCPE-120

Associado ao plúton Gravatá foi possível também perceber a ocorrência de xenólitos de ortognaisses dioríticos dentro do corpo granítico principal. A fácies granítica exibe um aspecto equigranular homogêneo de coloração rósea. O xenólito é homogêneo de coloração cinza escura com um aspecto levemente bandado/foliado e ocorre como fragmentos angulosos que não reagiram com o líquido granítico (Figura 5.18A). O diagrama ETR (Figura 5.18B) mostra bem as diferenças entre as duas fácies. A amostra de composição diorítica exibe maior enriquecimento de ETR e ausência de anomalia em Eu. Já a amostra de composição granítica exibe bem menor enriquecimento em ETR e anomalia negativa em Eu acentuada.



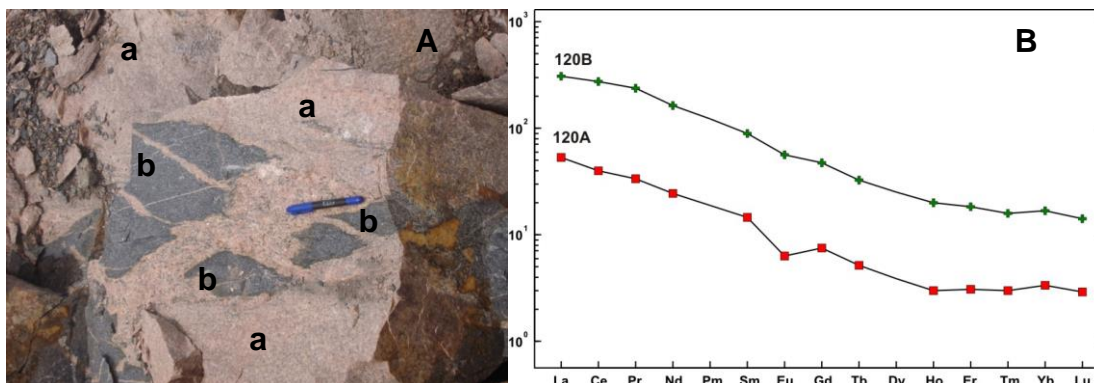


Figura 5.18 - (A) Fotografia ilustrando a interação granito (a) com ortogneisse diorítico (b); (B) assinaturas em diagramas ETR para o granito e o ortogneisse diorítico (normalizados pelo Condrito de Haskin *et al.* (1968)).

#### 5.4. Discussão e conclusões

As rochas de composição granítica, sob seus vários aspectos, foram classificadas inicialmente por diagramas tipo Harker para elementos maiores, com um percentual de sílica mínimo em 66,8% e máximo em 75,26%. Os diagramas tipo Harker para traços não exibem muita dispersão e mostram correlação positiva para Rb e correlação negativa para Ba, Sr, Zr e, mesmo um pouco dispersos, também negativos para Nb e Y. O mesmo feito para as rochas de composição intermediária, que mostraram valores mínimos de SiO<sub>2</sub> em 55,13% e máximo em 63,34%. Os teores de óxidos dos elementos maiores em relação às rochas graníticas são bem maiores, com exceção para K<sub>2</sub>O e Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que ficaram abaixo do limite de detecção. Relação SiO<sub>2</sub> x traços exibem dispersão, mas é possível observar correlação negativa em Nb, Rb, Y e Zr e valores mais elevados que as rochas graníticas para Ba, Sr, Nb, Y, Zr, exceto para Rb que é aproximadamente igual. Estas características podem ser consideradas como um forte indício de fontes magmáticas diferentes para os dois grupos de rochas.

A separação destes dois grupos também ficou bem clara pelo diagrama de classificação de rochas plutônicas, na figura 5.4. Para esta classificação, não se obteve nenhuma amostra granítica fora de seu campo, e as rochas intermediárias ficaram distribuídas dentro de um campo mais amplo entre sienito e sieno-diorito. O teor de potássio para as rochas graníticas é bem mais elevado que o das rochas com baixo teor em SiO<sub>2</sub>, porém os dois grupos caem no campo da série shoshonítica de alto potássio. Esta característica é comum nas rochas da Província Borborema, podendo não ser um determinante na classificação destas rochas.

Apenas uma amostra do grupo dos ortognaisses de baixa sílica cai no campo da série cálcio-alcaina alto potássio.

A classificação das amostras utilizando diagrama ternário A-F-M de Irvine e Baragar (1971), em que  $A = Na_2+K_2O$ ,  $F = Fe_2O_5$  e  $M = MgO$ , caem no campo das rochas cálcio-alcainas. Sugere-se que isto pode ser explicado geoquimicamente pelo maior teor de  $K_2O$  e petrograficamente pelo maior percentual de feldspato potássico nas rochas. As rochas máficas, com teores mais baixos em  $K_2O$  e mais altos em  $Na_2O$  em relação às rochas graníticas, mostram um leve trend para cálcio-alcainas, porém estão concentradas entre os limites toleítico/cálcio-alcaino.

As rochas graníticas, na grande maioria, foram classificadas como sub-alcainas, com apenas duas amostras no campo alcaino. Apesar de serem ricas em  $K_2O$  o seu teor não foi suficiente para compensar o baixo teor em  $Na_2O$  e atrair as rochas para o campo alcaino. Ao contrário das rochas graníticas, a maior parte das rochas máficas caem no campo das rochas alcainas, com um teor de  $K_2O+Na_2O$  mais elevado. Isto pode ser explicado pelo alto teor de plagioclásio das amostras analisadas e ocorrência de anfibólio.

Em termos do índice de saturação em alumina (ASI) versus  $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)_{molar}$ , a maioria das rochas graníticas tiveram afinidade no campo das rochas peraluminosas, com o  $ASI > 1$  e as rochas máficas no campo das metaluminosas com  $ASI < 1$  e uma maior razão em  $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)_{molar}$ . Para as rochas graníticas a peraluminosidade pode ser explicada pela ocorrência de feldspatos potássicos, muscovita e maior concentração em quartzo. E para as rochas máficas pela ocorrência de plagioclásio em maior concentração que quartzo.

Os diagramas discriminantes de ambientes tectônicos tanto para  $Rbx(Y+Nb)$  quanto para  $NbxY$ , ambos de Pearce *et al.* (1984), sugerem para as rochas graníticas ambiente de arco-vulcânico (VAG) e para as rochas máficas sugerem ambiente intra-placa (WPG). No entanto, os milonitos e granitos são sin- a tardi transcorrentes e, desta maneira não podem ser associados a ambientes colisionais ou de zona de subducção.

Para as amostras dos plútons a média dos valores de  $SiO_2$  foi de 72,44%. Para os ortognaisses graníticos a média foi de 71,14% e para os milonitos uma média de 70,8%. Apesar desta sutil diferença, estes valores sugerem mas não asseguram uma individualização em termos do tipo de granito. Granitos tipo-A exibem análises químicas caracterizadas por altos conteúdos de  $SiO_2$  (~73,8%,

Whalen *et al.*, 1987),  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ , Fe/Mg, F, Zr, Nb, Ga, Sn, Y, e ETR (exceto Eu) e baixos de CaO, Ba, e Sr (Loiselle e Wones 1979; Collins *et al.* 1982; White e Chappell 1983) e geralmente não exibem evidências de serem fortemente diferenciados, e dentro de suítes individuais podem mostrar transição de variedades fortemente alcalinas para subalcalinas (Joseph B. Whalen *et al.*, 1987). Os dados de todas as amostras graníticas exibiram teores altos de  $\text{SiO}_2$ , foram classificados dentro do campo sub-alcalino com algumas amostras transitando para alcalinos, pelo diagrama A-F-M exibem alto percentual em  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  limitando-se dentro do campo das rochas cálcio-alcalinas, são peraluminosas, exibem anomalia negativa em Eu e ainda exibem valores baixos de Sr, CaO, Ba. Assim, estas características são sugestivas de granitos tipo A.

Os aranhagramas também mostraram semelhanças em seus padrões. Apresentaram anomalias negativas em Ta-Nb, Sr, Ti, Ba, apenas o milonito de granito grosso, rico em feldspato potássico, não se observou anomalias negativas em Sr e Ba.

Devido à semelhança nas respostas de todos os diagramas aqui apresentados, pode-se notar apenas algumas poucas diferenças pelos diagramas ETR e aranhagramas, no entanto isto não implica na separação, por exemplo entre ortognaisses, milonitos e granitos, e também é possível notar que a separação entre um grupo e outro se dá pela granulação, por uma variação composicional, mas tudo dentro do campo das rochas graníticas, sem uma mobilidade significativa de algum elemento mais importante devido a algum evento de deformação.

Com os dados acima abordados pode-se sugerir que: a) a separação dos dois grupos de rochas através dos diagramas tipo Harker em graníticas com  $\text{SiO}_2$  acima de 70% e as com baixo teor em  $\text{SiO}_2$  com valores abaixo de 63,34% foi coerente e satisfatória; b) os dois tipos de ortognaisses foram de fontes magmáticas distintas; c) todas as rochas se enquadram na classificação da série shoshonítica de alto K; d) as rochas graníticas são sub-alcalinas, com duas amostras no campo das alcalinas e as rochas máficas são alcalinas e caem no limite dos campos cálcio-alcalino e toleítico; e) as rochas de composição granítica são peraluminosas e as de composição máfica são metaluminosas; f) os ambientes para as rochas graníticas, de acordo com os diagramas discriminantes de ambientes, variam entre arco-vulcânico e granitos sin-colisionais, todavia as rochas graníticas e miloníticas estão associadas à ambiente de transcorrência e, desta maneira, não podem estar

geneticamente associadas a ambientes colisionais ou de zona de subducção; As rochas máficas são correlacionadas com ambiente de intra-placa; h) apesar das diferenças em termos deformacionais todas as rochas graníticas se enquadram nas características de granitos tipo A, o que não implica dizer que esta classificação seja segura; i) mesmo com as pequenas diferenças litogeoquímicas e texturais, as rochas miloníticas e ortognáissicas exibem as mesmas características que os granitos sensu-strictu, indicando deformação sem mobilidade de elementos.

## **CAPÍTULO VI**

### **REFRAÇÃO SÍSMICA**

## 6.1. Introdução

A Província Borborema, NE do Brasil, é um dos principais objetos de pesquisas geológicas nos últimos anos. Métodos geofísicos têm sido aplicados para o entendimento de sua complexidade geológico estrutural. Neste trabalho foi utilizado o método geofísico de sísmica de refração, com interpretação das velocidades de propagação das ondas elásticas P, com o objetivo de modelar a Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste e modelar uma pequena porção da litosfera, identificando suas possíveis variações verticais e laterais.

A sísmica de refração permite interpretar e inferir camadas no interior da Terra de forma indireta e com segurança e acurácia. Parâmetros elásticos são constantes que definem as propriedades elásticas da matéria (Duarte, 1997). Estes parâmetros podem ser obtidos a partir de relações matemáticas relacionadas com a distribuição de velocidades das ondas sísmicas primárias e secundárias,  $V_p$  e  $V_s$  respectivamente, e com as densidades ( $\rho$ ) (Turcotte & Schubert, 2002). Com a utilização das relações e cálculos dos parâmetros elásticos é possível inferir, em profundidade, propriedades físicas da rocha, composição, espessura de camadas, assim como sua estruturação.

Esta parte deste trabalho foi elaborada pelo projeto de pesquisa “Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia”, financiado pelo CNPq, que elaborou o levantamento geofísico de refração sísmica profunda no final do ano de 2008 na Província Borborema, que foi denominado Linha NW-SE da Borborema. Dentro desta linha, a parte que compete a esta dissertação foi direcionada para interpretação da estrutura da crosta continental através da modelagem da  $V_p$  entre Vertentes e Sirinhaém (PE) (ver mapa de localização geral no APÊNDICE IV), dando ênfase à uma possível expressão sísmica da Zona de cisalhamento Pernambuco Leste. Para tanto, foi elaborada uma sequência de procedimentos: 1) leitura e marcação das fases em programas específicos, 2) vetorização das fases marcadas, 3) formação do banco de dados para modelagem, 4) modelagem a partir do banco de dados (APÊNDICES IIA, IIB, IIC, IID).

## 6.2. Metodologia

A técnica de refração sísmica profunda é uma ferramenta da geofísica que se baseia na propagação de ondas elásticas. Experimentos com esta técnica podem assinalar as diferenças entre crosta e manto litosférico pela observação da geometria das descontinuidades e da distribuição de velocidades das ondas sísmicas primárias ( $V_p$ ) e secundárias ( $V_s$ ).

O experimento da refração utiliza o tempo de propagação das ondas diretas, refletidas de alto ângulo e refratadas para determinar a distribuição de velocidades das ondas sísmicas e a profundidade das descontinuidades mais expressivas da litosfera, além de permitir deduções relacionadas com a composição das rochas mais profundas (e.g., Ventura, 2010). Este método consiste da distribuição de equipamentos (sensores, geofones ou estação sismográfica) em linha, com extensão até dez vezes maior que a profundidade a ser mapeada, e em fontes controladas de energia (marteladas, detonações, etc) separadas regularmente ao longo do mesmo perfil. A finalidade para este arranjo é identificar as variações verticais e laterais do meio a partir do tempo de propagação das ondas elásticas geradas por fontes controladas de energia.

A propagação das ondas sísmicas é regida pela Lei de Snell, que descreve o comportamento da trajetória da onda quando ocorre mudança do meio físico:  $\text{Sen } \theta_1 / V_1 = \text{Sen } \theta_2 / V_2$ , onde  $\theta_1$  é o ângulo de incidência,  $\theta_2$  é o ângulo de refração,  $V_1$  é a velocidade de propagação na camada 1 e  $V_2$  é a velocidade de propagação na camada 2, subjacente a camada 1.

Em ocasiões em que a camada subjacente possui velocidade maior que a sobrejacente ( $V_2 > V_1$ ), parte da energia sísmica atravessa a interface entre as duas camadas, afastando-se da normal e aproximando-se da interface ( $\theta_2 > \theta_1$ ). Quando  $\theta_2 = 90^\circ$ , o ângulo de incidência ( $\theta_i$ ) se torna crítico ( $\theta_c$ ) e ocorre o fenômeno da refração. Quanto maior a velocidade abaixo da interface refratora, menor é o ângulo crítico. Na incidência crítica, o raio é transmitido paralelamente à interface entre as camadas ( $\theta_2 = 90^\circ$ ) e a energia sísmica retorna à superfície em forma de uma frente de onda plana designada *head waves* – em português, ondas refratadas. No ângulo crítico, os sensores registram retorno máximo de energia refletida, gerando fases de grande amplitude.

Em sismogramas compostos as primeiras chegadas e reflexões próximas ao ângulo crítico são as fases mais proeminentes. A onda direta, as refrações da crosta



superior e da Mohorovicic (Moho) são representadas pelas primeiras chegadas; já as reflexões assinalam todas as discontinuidades internas da crosta e, principalmente, a Moho. A refração da crosta inferior, como regra geral, não aparece como primeira chegada nos sismogramas, sendo identificada nas porções de reflexão crítica (e.g. Ventura, 2010).

As ondas diretas, refletidas e refratadas representam meios homogêneos e isotrópicos e são definidas pelas seguintes equações (Giese 1976, Sheriff & Geldart 1982, Meissner 1986):

$$\text{Onda Direta} \quad t = \frac{X}{V_1}$$

$$\text{Onda Refratada} \quad t = \frac{X}{V_2} + \frac{2h \cos \theta_c}{V_1}$$

$$\text{Onda Refletida} \quad t^2 = \frac{X^2}{V^2} + \frac{(2h)^2 \cos^2 \theta_c}{V^2}$$

Onde  $t$  é o tempo de percurso da onda,  $x$  é a distância entre os geofones e o ponto de tiro,  $V_1$  é a velocidade na camada 1 e  $V_2$  é a velocidade na camada 2,  $h$  a profundidade do refletor/refrator,  $\theta_c$  o ângulo crítico e  $V$  a velocidade média acima do refletor.

### 6.3. Perfil sísmico

#### 6.3.1. Aquisição dos Dados

O experimento de refração sísmica profunda foi realizado em Novembro/2008 na Província Borborema, em um perfil de aproximadamente 880 km com direção NW-SE, entre os municípios de Granja-CE e Sirinhaém-PE. O levantamento conteve cerca de 400 estações de registros (sismógrafos Texan 125A com sismômetros de componente vertical - L4A e sismógrafos DAS130 com sismômetros triaxiais - L4C-3D) distribuídas aproximadamente a cada 2.2 km, e 19 pontos de tiros distribuídos a cada 50 km.

Para o carregamento dos pontos de tiros - poços de 45m de profundidade e com 10" de diâmetro - foi utilizado uma emulsão em forma de gel com velocidade de

explosão de 5,2 km/s, denominada IBEMUX. O explosivo preencheu os dois terços inferiores do furo e o terço superior foi tamponado com brita de granulometria fina (brita zero).

Ao longo do perfil houve variação da carga detonada, os pontos de tiros extremos tiveram carga de 4,0 toneladas ao passo que os outros posicionados entre eles tiveram carga de 1,4 toneladas.

### 6.3.2. Seções sísmicas - Ondas P

As seções sísmicas de onda P (Figuras 6.1, 6.2 e 6.3) foram montadas com o programa SAC (*Seismic Analysis Code*) desenvolvido pelo *Lawrence Livermore National Laboratory* da Universidade da Califórnia, Estados Unidos, (Tapley e Tull, 1991), disponível para os membros do IRIS (*Incorporated Research Institutions for Seismology*). Este programa caracteriza as seções sísmicas a serem geradas a partir da definição de um conjunto de dados de entrada, tais como tamanho da janela dos traços (redução do traço em um intervalo que contenha informações), eliminação de traços mudos, tamanho das janelas de distância (extensão do eixo x -  $DW$ ) e tempo (extensão do eixo y -  $TW$ ), ganho do sinal, além da definição do filtro e da velocidade de redução ( $V_{red}$ ).

Para este estudo, os registros foram cortados em janelas de 8 segundos e as seções sísmicas foram montadas com janelas de distância de aproximadamente 150 km, dependendo do arranjo dos sensores e da energia gerada pelos pontos de tiros. A janela de tempo foi definida em 8 segundos, tempo ideal para captar os dados, e a determinação do ganho do sinal foi visual e objetivou ressaltar as fases de interesse.

A velocidade de redução ( $V_{red}$ ) é um parâmetro utilizado para ampliar as seções sísmicas e marca uma referência de velocidade. Assim, se a velocidade do meio for igual à  $V_{red}$ , o alinhamento das fases lidas na seção sísmica apresentará inclinação zero. Caso a velocidade do meio seja inferior à  $V_{red}$ , a inclinação das fases será positiva; caso contrário - velocidade do meio superior à  $V_{red}$  - a inclinação será negativa. Como o objetivo do trabalho se reteve a identificar as camadas mais rasas da crosta continental e a descontinuidade da Moho, utilizou-se  $V_{red} = 6.0$  km/s. A atenuação de ruídos e melhor identificação das fases foram resolvidas com a utilização de filtros de frequência passa-banda de 1-10 Hz. No entanto, para uma melhor visualização das fases, em seções sísmicas lidas e imagens do programa rayinvr, foi utilizada uma  $V_{red}$  de 8.0km/s, mas apenas por uma questão visual.

## Seção Sísmica SP-16 / Vertentes-PE

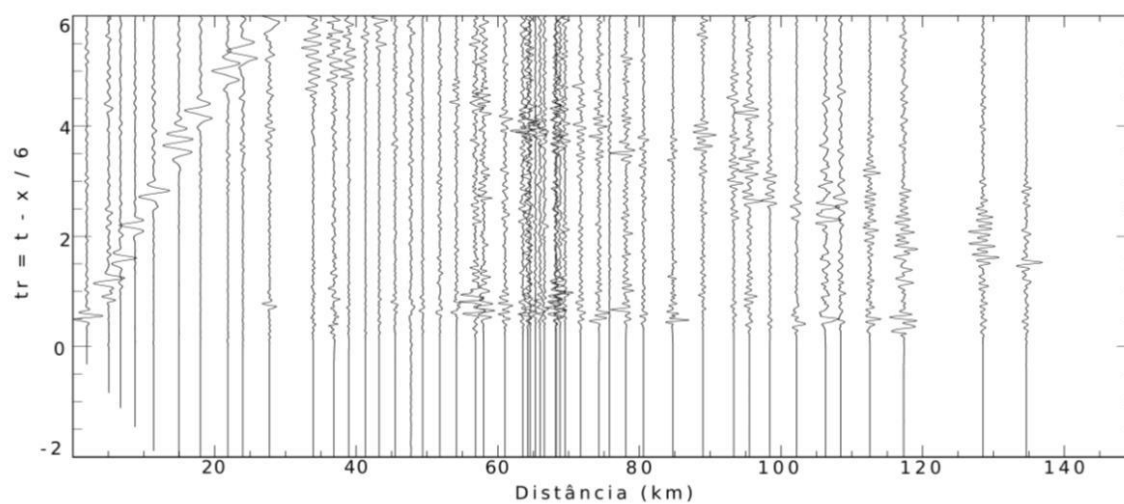


Figura 6.1- seção sísmica do ponto de tiro SP-16, próximo ao município de Vertentes-PE.

## Seção Sísmica SP-17

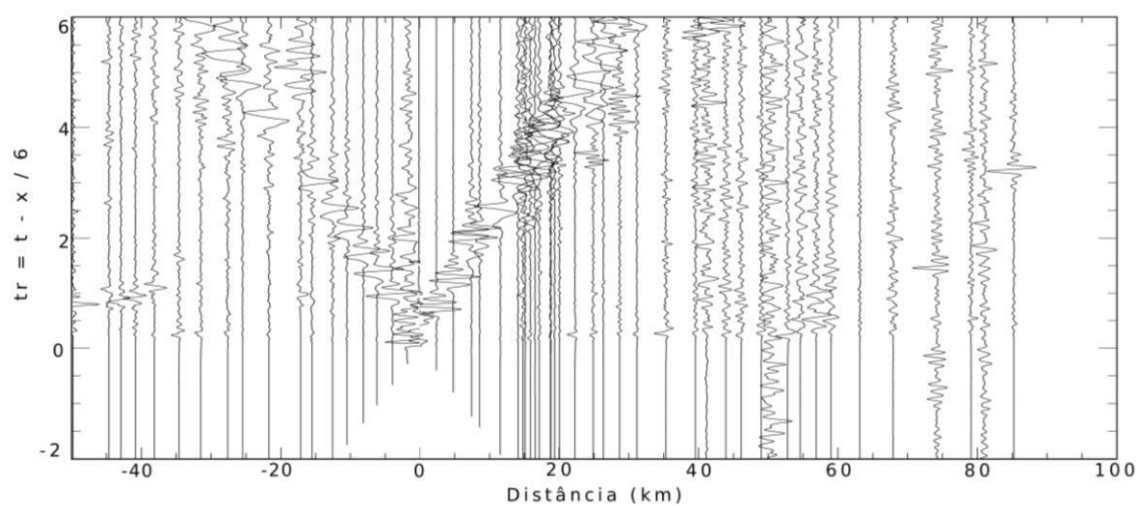


Figura 6.2 - seção sísmica do ponto de tiro SP-17, próximo ao município de Cumarú-PE.

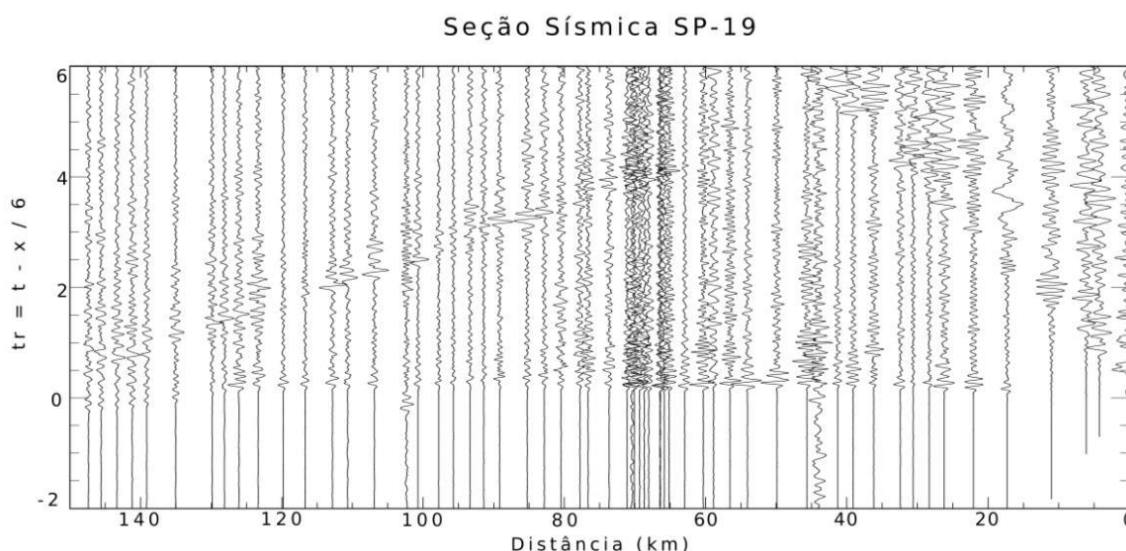


Figura 6.3 - seção sísmica do ponto de tiro SP-19, no município de Serinhanhém-PE.

### 6.3.3. Processamento dos Dados

Os alinhamentos primários e secundários de fases foram classificados em onda direta (Pg), refletida (PmP) e refratada (P1P e P2P) de acordo com o comportamento das amplitudes e do tempo de curso de cada uma (Figura 6.4a, b e c).

As velocidades aparentes e profundidades das discontinuidades foram determinadas utilizando os métodos do tempo de interseção e  $X^2-T^2$  (Giese, 1976; Sheriff e Geldart, 1982; Meissner, 1986), de acordo com as expressões citadas (expressões das ondas diretas, refletidas e refratadas).

O método do tempo de interseção utiliza o coeficiente angular da onda direta para obtenção da velocidade da primeira camada e das ondas refratadas para a velocidade das camadas subsequentes, enquanto que o coeficiente linear determina a profundidade dos refratores.

O método  $X^2-T^2$  lineariza o alinhamento das reflexões, que originalmente se comportam como hipérboles, em gráfico que considera a distância (X) e o tempo (t) ao quadrado. Neste caso o coeficiente angular é utilizado para obter a velocidade média do meio, e o coeficiente linear para determinar a profundidade do refletor.

Os modelos adquiridos pelos métodos citados acima, foram aprimorados através de modelagem direta 1D, que posteriormente foram combinados para a formação de modelo 2D. Neste caso, já considerando um meio com

descontinuidades laterais, não homogêneo, e velocidades variando tanto na horizontal como na vertical.

Após a extração e pré-processamento elaborados pela Universidade de Brasília (UNB) e Universidade de São Paulo (USP), foi elaborado o processamento de dados obtidos para formar arquivos no formato de leitura para a modelagem. Os dados, após processados, são montados no SAC como seções sísmicas e levadas para o GIMP (programa gráfico compatível com o CorelDraw) que funciona no sistema operacional LINUX UBUNTO e lá as fases foram marcadas (Figuras 6.4A, B e C) e, posteriormente, exportadas como vetores; em seguida estes vetores são copiados do GIMP como vetores para a formação de um banco de dados com parâmetros respeitados para poder rodar em dois programas: Rayinvr (Zelt, 1999) e Vmed (interface gráfica do Rayinvr).

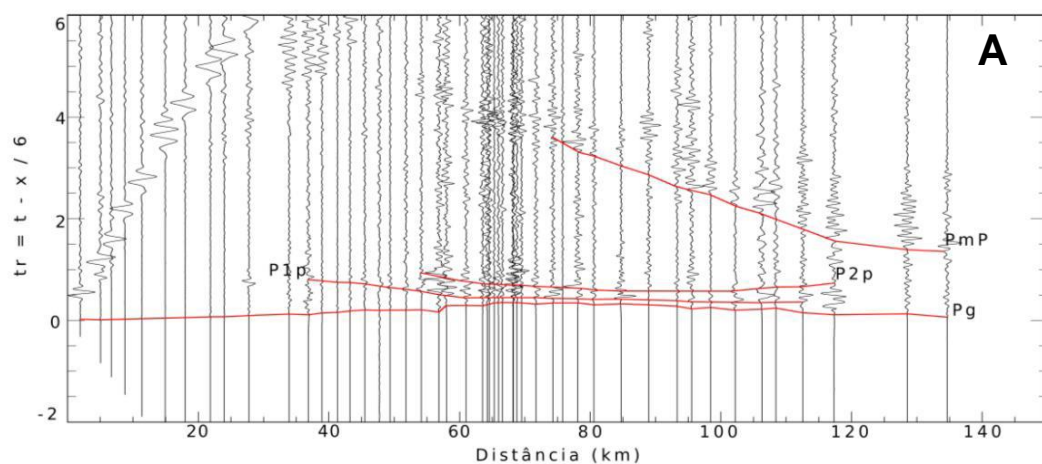
#### 6.3.4 Modelagem 2D

A modelagem 2D foi realizada a partir da utilização do programa Rayinvr, programa de traçado de raios, que utiliza o conjunto de dados de entrada da modelagem 1D. Para esta modelagem foram utilizados três arquivos (APÊNDICES IIA, IIB, IIC, IID): **tx.in** - arquivo de entrada que comporta os dados de leitura das fases identificadas nas seções sísmicas; **r.in** - arquivo que contém todos os parâmetros para traçado de raios; e **v.in** - arquivo de saída gerado pelo programa VMED. Os diagramas de traçado dos raios ilustram claramente o caminho de propagação das ondas para cada tiro (APÊNDICES IIIA, IIIC, IIID, IIIE).

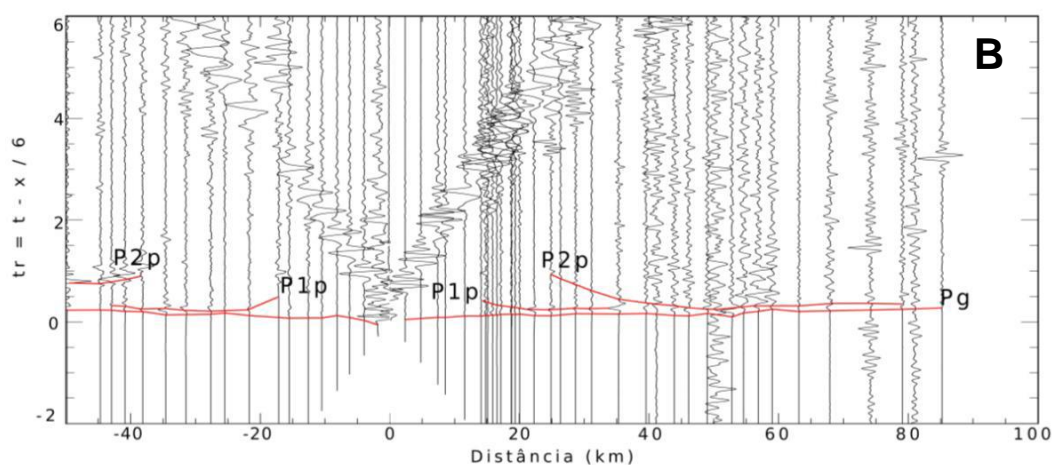
A modelagem também é preparada pelo ajuste entre as curvas teóricas e as fases de referência; entretanto, considera-se um meio não homogêneo, com descontinuidades laterais, e velocidades variando tanto na horizontal como na vertical (ver APÊNDICE IIIB).

Os dados acima foram a base para uma modelagem que verificou se os dados preliminares foram coerentes. Esta modelagem foi realizada com a utilização de dois programas, rayinvr (modelo de velocidades) e o vmed que interpreta e interage com o rayinvr. O rayinvr é um programa que traça o modelo dos raios e ajusta as fases das ondas em um gráfico tempo x distância e o vmed ajusta os dados do rayinvr pelo ajuste das camadas levando em consideração espessura e velocidade das camadas, assim como inclinação e estruturas (falhas, zonas de cisalhamento, etc.).

## Seção Sísmica SP-16 / Vertentes-PE



## Seção Sísmica SP-17 / Cumaru-PE



## Seção Sísmica SP-19 / Serinhanhém-PE

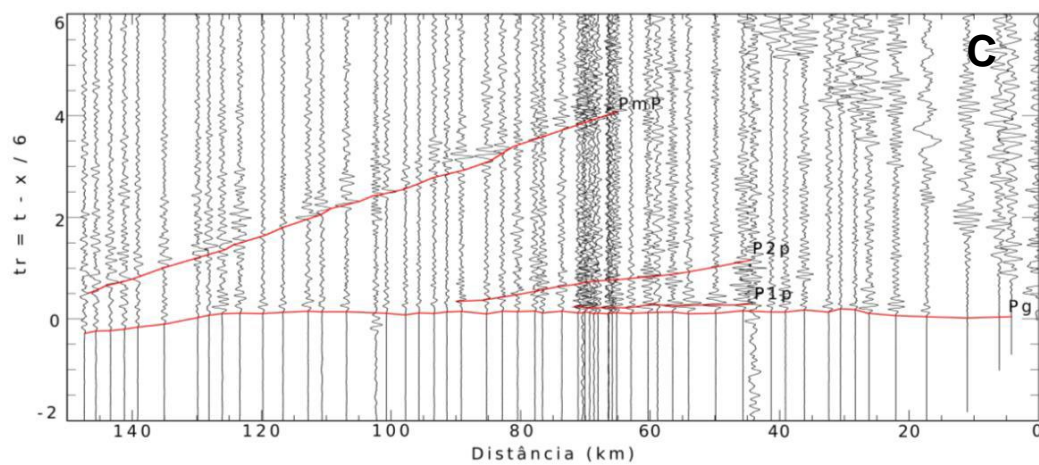


Figura 6.4 - (a) leitura das fases na seção sísmica do tiro SP-16; (b) leitura das fases do tiro SP-17; (c) leitura das fases do tiro SP-18.



## 6.5. Interpretação geológica

O enfoque principal desta parte da dissertação foi uma avaliação local, relacionada à geometria vertical da ZCPE e a influência que a mesma exerce sobre as rochas subjacentes.

A crosta continental consiste de rochas variadas (sedimentares, ígneas e metamórficas), com densidades menores que  $3,1\text{g/cm}^3$  e estrutura e distribuição de velocidades das ondas sísmicas complexas. A descontinuidade de Conrad, que pode ser encontrada em muitas regiões, divide a crosta continental em:

- Crosta Superior: possui ~20km de espessura, podendo ter pequenas variações para mais ou para menos; velocidades da onda P variando de 4,0 a 5,9 km/s na porção mais superficial, geralmente de mais baixo grau de metamorfismo, e 5,9 a 6,5 km/s abaixo dessa porção.
- Crosta inferior: apresenta normalmente velocidades das ondas P entre 6,5 e 7,2 km/s e composição provável de rochas intermediária a básica, com metamorfismo do fácies anfibolito a granulito e densidades.

O manto, delimitado pelas descontinuidades de Mohorovicic (crosta-manto) e de wiechert-Gutenberg (Manto-núcleo externo). É caracterizado por velocidades de onda P maiores que 7,6km/s (comumente maiores que 8,0km/s) que aumentam até 13,6km/s e velocidades de onda S crescentes de 4,6 até 7,3km/s.

De acordo com as leituras das fases nas seções sísmicas, pode-se observar claramente a ocorrência de quatro camadas (ver modelo proposto no anexo IIIB). No Estas foram determinadas a partir das leituras das fases, que foram classificadas como P1 ou Pg (fase direta que se propaga direto para o registrador), P2 ou P1p (refração da primeira camada), P3 ou P2p (refração da segunda camada), P4 (reflexão da segunda camada) e P5 ou PmP (reflexão da Moho) nos diagramas de propagação de raios (APÊNDICE IIIA). As duas primeiras camadas são bem rasas, com interfaces irregulares.

A primeira camada exibe uma variação de espessura entre 0,35 a 2,5 km, com a menor espessura situada a NW do perfil. Observa-se gradientes de velocidade laterais bem definidos. Estes gradientes separam quatro blocos. O primeiro bloco, a NW, com uma extensão de aproximadamente 28 km, tem velocidade de 5,86 km/s e uma diferença de velocidade topo/base de 0.01 km/s. O segundo bloco, com extensão de 37 km, tem velocidade de 5,88 km/s e uma diferença de velocidade topo/base de 0.03 km/s. O terceiro bloco, de

aproximadamente 26 km, exibe uma velocidade de 5.92 km/s e uma diferença topo/base de 0.07km/s. O quarto bloco, com cerca de 54 km, tem a mesma velocidade do primeiro bloco assim como a mesma diferença de velocidade topo/base.

A segunda camada, mais espessa que a primeira, mostra uma variação de espessura entre 0,35 a 7,0 km, com a maior espessura para NW e também está compartimentada em quatro blocos através de variação de velocidade lateral. O primeiro bloco mostra uma velocidade interna de 5,97 km/s e uma diferença topo/base de 0,09 km/s. O segundo tem uma velocidade em torno de 5,97 km/s, no entanto com uma diferença de velocidade topo/base de 0.08 km/s, mesmo assim muito próximo do primeiro bloco. O terceiro bloco é configurado por uma velocidade interna variando entre 5,93 a 5,97 km/s, com uma diferença topo/base de 0,04 km/s. O quarto bloco tem uma velocidade interna que varia entre 5,91 a 5,97 e uma diferença de 0,06km/s.

A terceira camada, que varia entre a crosta média e a base da crosta inferior, está subdividida em dois blocos. Um bloco que pode variar entre 6,0 a 6,7 km/s com uma diferença topo/base de 0,07 km/s e o outro com velocidade interna variando entre 6,2 a 6,7 km/s. A camada exibe uma espessura média de 20 km, com sua base em torno de 25 e 27 km, mas sem parâmetros comprobatórios para limitação da interface de Conrad.

Fazendo uma análise geral do perfil sísmico, levando em consideração o gradiente de velocidade vertical percebe-se, sutilmente, uma separação dentro da terceira camada, em torno de 25 km com um gradiente entre 6,4 a 6,5 km/s que poderia identificar a interface crosta média/crosta inferior, mostrando a descontinuidade de Conrad. No entanto a extensão do perfil não permite esta interpretação, deixando nula esta interpretação.

A quarta camada foi configurada pela interface crosta inferior/manto, que particulariza a descontinuidade de Mohorovicic (MOHO).

De uma forma geral o perfil sísmico (Anexo IIIB), levando em consideração a geologia regional (ver perfil regional simplificado no Anexo V) e local, pode ser interpretado da seguinte forma:

- Primeira camada muito fina foi separada em quatro blocos, onde os dois primeiros blocos, apesar de uma pequena variação lateral de velocidade, foram interpretados como um único bloco. Esta variação lateral ocorre devido a heterogeneidades

litológicas, sendo assim a interpretação mais coerente um único pacote médio correspondendo às rochas metassedimentares.

- O terceiro bloco, dentro da faixa Pernambuco Leste, deve estar relacionado com rochas do embasamento, que tem uma velocidade inferior a segunda camada, mas isto pode ser explicado pela influência das outras rochas que atenua a propagação das ondas.
- Quarto bloco, de acordo com as velocidades encontradas, deve estar relacionado à granitogênese no final do Brasileiro.
- Para a segunda camada sugerimos estar relacionada com o embasamento ortognáissico. À medida que a profundidade aumenta, as camadas tendem a ficar mais homogêneas devido à pressão e temperatura crescentes, e com consequente diminuição no gradiente vertical de velocidade (Antunes, J.A., 2002).
- Na terceira camada, crosta média, não foi possível muitas interpretações internas detalhadas em termos de variações laterais, subdividida apenas em dois blocos que pode corresponder a composições distintas. Porém, em termos de variações na vertical, foi possível perceber no perfil, a partir de uma profundidade de 25 km, outra interface que foi marcada por uma variação de velocidade entre 6,4 e 6,5 km/s. Esta variação inicialmente poderia indicar a identificação da interface de Conrad, porém para esta detecção seria necessário outras configurações no perfil. Deste modo, se observa diferenciações, mas sem comprovações de correlação com a Conrad.

A ZCPE, uma feição importante na separação de domínios tectônicos, não foi estruturalmente definida no perfil sísmico. Ela encontra-se localizada em meio ao terceiro bloco, que corresponde ao embasamento da região. Os milonitos, por serem uma faixa de aproximadamente 4 km, provavelmente, influenciaram pouco dentro deste bloco. A mesma, de acordo com o perfil, aparentemente não separa domínios tectônicos com histórias geológicas distintas. Além de uma outra problemática, o perfil não corta perpendicularmente a ZCPE, isso também dificulta a visualização da mesma.

Outra geometria marcante foi encontrada neste perfil. A Moho foi marcada inclinada e fica mais espessa para SE, ou seja, para borda do continente, onde se espera o afinamento. Durante a modelagem tentou-se vários modos para adequar as curvas de propagação das ondas de forma que não gerasse esta inclinação ou espessamento para a costa, mas apenas a inclinação da interface crosta/manto, levando a um espessamento da crosta para SE, se ajustou à modelagem.

## 6.6. Conclusões e sugestões

Os dados até agora obtidos nos deu algumas respostas: a) a crosta superior exhibe três camadas com espessuras diferentes e com velocidades muito próximas e com separação entre blocos laterais por variação de velocidade lateral; b) a velocidade média da crosta continental, na parte do perfil que compete a este trabalho, é de aproximadamente 6,01 km/s; c) Pelas seções sísmicas até agora analisadas, sugerimos que a ZCPE parece ser uma estrutura limitada, sem influencias na separação de blocos distintos e também não possui influencias crustais. d) A Moho, interface crosta manto, foi inferida pela sua reflexão com uma profundidade entre aproximadamente 32,5 a 36 km e com uma velocidade de aproximadamente 6,7 km/s na base da crosta, com seu espessamento para SE.

Ainda para uma melhor análise e interpretação destes dados, acreditamos ser necessário a utilização da modelagem gravimétrica para sobrepor ao modelamento de refração e ainda uma outra análise através da razão de Poisson ( $V_p/V_s$ ), na qual pode-se observar a relação entre as diferenças composicionais que ajudaria na separação entre camadas e blocos e em seguida na interpretação geral.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSÕES GERAIS**

## 7. Conclusões Gerais

A porção da zona de cisalhamento Pernambuco Leste, localizada entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Gravatá (PE), está inserida num embasamento ortognáissico de composição granítica, com poucas variações máficas de quartzo sienítica a diorítica. Também corta sequência de rochas supracrustais composta por rochas metassedimentares. Sua composição é essencialmente granítica, com pouquíssimas ocorrências de composição com baixa sílica. Ainda associados a ZCPE ocorrem plútons graníticos sin- a tardi-tectônicos. Um dique basáltico pontual, truncando a ZCPE, marca um processo de vulcanismo tardi-tectônico.

Estruturalmente a ZCPE tem foliação de alto ângulo a sub-vertical e influência nas foliações das rochas preexistentes, fazendo com que as mesmas mostrem atitudes moderadas a altas, assim como condiciona o fluxo magmático, representado por foliações e lineações magmáticas paralelos à sua direção de transporte. Exibe uma geometria de recobrimento à direita, como determinada por Neves e Mariano (1999), assinalada por ramificações de rochas miloníticas com direção para NE. Ocorre descontínua, com uma intermitência em torno de 3 km, marcado pelo embasamento. Estruturas e microestruturas caracterizam uma cinemática dextral.

Mesmo com uma composição homogênea, as rochas do cinturão milonítico exibem gradiente deformacional. Comparação com os dados geoquímicos mostrou que esta heterogeneidade deformacional ficou limitada aos aspectos macro e microestruturais, já que todas as amostras miloníticas tiveram assinaturas litogeoquímicas semelhantes.

A condição de metamorfismo, para esta parte da ZCPE, como proposta por outros autores, foi sugerida na fácies xisto-verde baseada na petrogênese e aspectos microestruturais.

O embasamento também foi classificado em dois grupos através de diagramas do tipo Harker e ETR, o que levou a sugestão de rochas de fontes magmáticas distintas. Todas as rochas estão associadas a série shoshonítica de alto K, contudo as rochas de composição granítica são peraluminosas e sub-alcalinas, já as máficas metaluminosas e alcalinas e transitam no limite dos campos cálcio-alcalino e toleítico. As rochas graníticas e miloníticas são associadas a ambiente de zona de transcorrência e não podem estar associadas a ambientes colisionais ou de



zona de subducção como mostra os diagramas discriminantes de ambientes tectônicos. As rochas máficas são correlacionadas com ambiente de intra-placa. As rochas de composição granítica, apesar de terem características deformacionais distintas, foram correlacionadas com granitos tipo A e as que foram atingidas por deformação no estado sólido mostram as mesmas propriedades litogeoquímicas que os granitos *sensu strictu*, indicando que a deformação foi isoquímica.

Na interpretação de modelo geofísico pelo método de refração sísmica, a ZCPE não mostrou interferência nas rochas subjacentes, assim como não representou a separação entre domínios com histórias geológicas diferentes. Porém, estas considerações são limitadas, pois a posição e o tamanho do perfil pode não ter favorecido nas respostas sísmicas. Não obstante, foi possível aproveitar este perfil para uma diferenciação litosférica: crosta superior com duas camadas e a Moho, interface crosta/manto, marcando a separação entre crosta e o manto, com profundidades variando entre 32,5 a 36 Km e com espessamento para SE. Mesmo não sendo conclusiva, esta parte do trabalho foi de grande relevância para o conhecimento da obtenção de dados, metodologia e interação entre a geologia e os métodos indiretos que auxiliam nas interpretações das camadas e estruturas mais internas da Terra.

## CAPÍTULO VIII

### 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accioly, A.C.A. et al., 2000. The Passira meta-anorthositic complex and its tectonic implication, Borborema Province, Brazil, 31 International Geological Congress. International Union of Geological Sciences, Rio de Janeiro.
- Agrawal, V. N., 1990. Microstructure of granitic mylonites of the Pernambuco Lineament Zone: Evidence for deformation at the brittle-ductile transition. 36<sup>o</sup> *Congresso Brasileiro de Geologia, Natal-RN, pp. 2185-2187.*
- Almeida, F.F.M., Hasuy, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Sci. Rev.* 17, 1-21.
- Almeida, C.N., Guimarães, I.P. and Da Silva Filho, A.F., 2002. Petrogênese de rochas plutônicas félsicas e máficas na Província Borborema, NE do Brasil: o complexo cálcio-alcálico de alto-K de Campina Grande. *Revista Brasileira de Geociências* 32, 205-216.
- Almeida, C.N., Guimarães, I.P. and Da Silva Filho, A.F., 2002. A-type post-collisional granites in the Borborema province - NE Brazil: the Queimadas pluton. *Gondwana Research* 5, 667-681.
- Antunes, J. A. Estruturação da Crosta Superior na Região de Minaçu (GO), Utilizando o Método de Refração Sísmica. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Dep. De Geofísica, São Paulo, 2002.
- Bertrand, J.M., Jardim de Sá, E.F., 1990. Where are the Eburnean-Transamazonian collisional belts? *Can. J. Earth Sci.* 27, 1382-1393.

- Bizzi, Luiz A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R. M., e Gonçalves, J.H., 2003. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Texto, Mapa & SIG.
- Brasilino, R. G., Miranda, A. W.A., Medeiros, V.C, 2008. Reavaliação litoestratigráfica do Complexo Vertentes entre as cidades de Vertentes e Santa Cruz do Capibaribe (PE). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44. 26-31. Out. 2008, Curitiba, PR, Anais SBG.
- Brito Neves, B.B. (1975). Regionalização Tectônica do Precambriano Nordeste. Thesi, Universidade de São Paulo, São Paulo, 198p.
- Brito Neves, B.B., 1983. O mapa geológico do Nordeste oriental do Brasil, Escala 1:100.000. PhD thesis, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Brito Neves B.B. e Cordani, U.G. (1991). Tectonic Evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, 53(112): 23-40
- Brito Neves, B.B., Van Schmus, W.R., Santos, E.J., Campos Neto, M.C. and Kozuch, M., 1995. O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências* 25, 279-296.
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J. and Van Schmus, W.R., 2000. Tectonic history of the Borborema province. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho and D.A. Campos (Editors), *Tectonic evolution of South America*. 31° International Geological Congress, Rio de Janeiro, pp. 151-182.
- Brito Neves, B.B., Campos Neto, M.C., Van Schmus, W.R., Fernandez, T.M.G., Souza, S.L, 2001. O Terreno Alto Moxotó no Leste da Paraíba ("Maciço Caldas Brandão"). *Revista Brasileira de Geociências* 31, 185-194.
- Brito Neves, B.B., Campos Neto, M.C., Van Schmus, W.R. and Santos, E.J., 2001. O Sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São José do Campestre no leste da Borborema. *Revista Brasileira de Geociências* 31, 173-184.

- Caby, R., Arthaud, M.H., Archanjo, C.J., 1995. Lithostratigraphy and petrostructural characterization of supracrustal units in the Brasiliano belt of Northeast Brazil: geodynamic implications. *J. South Am. Earth Sci.* 8, 235-246.
- Collins, W.J.; Beans, S.D.; White, A.J.R.; and Chappell, B.W., 1982, Nature and Origin of A-type granites with particular reference to south-eastern Australia: *Contrib. Mineral. Petrol.*, v. 80, p. 189-200.
- Costa A.P.L; Nogueira Neto, J.A; Caiaty, AA.; Lima, M.A.B.; Torquato, M.F.P; Verríssimo, C.U.V. 2000. Granulitos de Chorozinho (NE, do estado do Ceará): caracterização tecnológica de alguns litotipos, voltada ao aproveitamento como rochas ornamentais. In XVIII SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE. Resumos. Boletim N° 16, Sociedade Brasileira de Geologia Núcleo Nordeste, Recife - PE, 2000. Página 155.
- Cox, K. J., J. D. Bell, and R. J. Pankhurst (1979), *The Interpretation of Igneous Rocks*, 450 pp, Allen and Unwin, St Leonards, NSW, Australia.
- Dantas, E.L., Hackspacher, P.C., Van Schmus, W.R. and Neves, B.B.B., 1998. Archean accretion in the São José do Campeste Massif, Borborema Province, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 28(2), 221-228.
- Davison, I. e McCarthy, M. 1995. Laminar flow in shear zones: the Pernambuco Shear Zone, NE-Brazil. *Journal of Structural Geology*, Vol. 17, No. 2, pp. 149 to 161.
- Duarte O.de O. 1997. Dicionário enciclopédico inglês-português de geofísica e geologia. PETROBRAS, Rio de Janeiro, 304pp.
- Giese P., 1976. Depth Calculation. In: Giese P., Prodehl C., Stein A (Edits). *Explosion Seismology in central Europe*. Springer-Verlag, Berlin, p.146-161.
- Gomes, H. A. 2001. *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco*. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 127 p.

- Guimarães, I.P. and Da Silva Filho, A.F., 1998. Caracterização isotópica do Complexo Granítico Pajeú, Terreno Alto Pajeú - Pernambuco. In: S.N. Minas (Editor), 40 Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, pp. 501.
- Guimarães, I.P., Da Silva Filho, A.F., Almeida, C.N., Van Schmus, W.R., Araújo, J.M.M., Melo, S.C., Melo, E.B., 2004. Brasileiro (Pan-African) granite magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, Northeast Brazil: an isotopic and geochronological approach. *Precambrian Research* 135, 23-53.
- Haskin, L. A., M. A. Haskin, F. A. Frey, and T. R. Wildman (1968), Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths, in *Origin and Distribution of the Elements*, vol. 1, edited by L. H. Ahrens, pp. 889–911, Elsevier, New York.
- Irvine, T. N., and Baragar, W. R. A., 1971, A guide to the chemical classification of common volcanic rocks: *Canadian Journal of Earth Science*, v. 8, p. 523–548.
- Jardim de Sá, E. F., A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana, tese de Ph.D, Universidade de Brasília, Brasil, 1994.
- Joseph B. Whalen, Kenneth L. Currie, and Bruce W. Chappell, 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contrib. Mineral Petrol*, 95:407-419.
- Kozuch, M., Bittar, S.M.B., Van Schmus, S.M. and Brito Neves, B.B., 1997. Late Mesoproterozoic and middle Neoproterozoic magmatism in the Zona Transversal of the Borborema Province, Brazil. In: S.N. Nordeste (Editor), 17 Simpósio de Geologia do Nordeste, Fortaleza, pp. 47-50.
- Leite, P.R.B., J.M. Bertrand, E.S. Lima, and J. Leterrier, Timing of granitic magmatism in the northern Borborema province, Brazil: A U-Pb study of granitoids from the terrain, *J. South Am, Earth Sci.*, 13, 549-559, 2000.

- Loiselle MC, Wones D.R., (1979) Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geol Soc Am Abst Prog* 11: 468.
- Maniar, P.D & Picolli, P.M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin* 101, 635-643.
- McDonough, W.F., Sun, S.-S., 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology* 120, 223–253.
- Medeiros, V.C., 1998. Folha Garanhuns (SC.24-Y-B); integração geológica. CPRM, Recife, unpublished internal report, 22p.
- Meissner R. 1986. The continental crust: a geophysical approach. Academic Press Inc, Orlando, 426pp.
- Melo, A. A. de; Siqueira, L. P. Novas considerações sobre a geologia do pré-cambriano de Pernambuco Oriental. *Revista Trimestral da Associação dos Geólogos de Pernambuco, Recife*, v.1, n.2, p.32 - 41, jul./set. 1971.
- Melo S.C., S.P. Neves, J.M.R. Silva, and C. Moura, Geocronologia Pb-Pb do batólito Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Nordeste do Brasil, paper presented at XVIII Simpósio de Geologia do Nordeste, Soc. Bras. De Geol., Recife, Brazil, 2000.
- Neves, S.P., Vauchez, A., 1995. Magma emplacement and shear zone nucleation and development in northeast Brazil (Fazenda Nova and Pernambuco shear zones; state of Pernambuco). *Journal of South American Earth Sciences* 8, 289-298.
- Neves, S.P. e Mariano G. 1999. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil. *Journal of Structural Geology* 21, 1369-1383.
- Neves, S.P., Vauchez, A., Feraud, G., 2000. Tectono-thermal evolution, magma emplacement, and shear zone development in the Caruaru area (Borborema Province, NE Brazil). *Precambrian Research* 99, 1-32.



- Neves, S.P., and G. Mariano, 2001. Província Borborema: Orógeno acrescionário ou intracontinental? *Estud. Geol. Dep. Geol. Univ. Fed. Pernambuco*, 11, 26-36.
- Neves, S.P., 2003. Proterozoic history of the Borborema province (NE Brazil): correlations with neighboring cratons and Pan-African belts, and implications for the evolution of Western Gondwana. *Tectonics*, 22, doi: 10.1029/2001TC001352.
- Neves, S.P. and Mariano, G., 2004. Heat-producing elements-enriched continental mantle lithosphere and Proterozoic intracontinental orogens: insights from Brasiliano/Pan-African belts. *Gondwana Research* 7, 427-436.
- Neves, S.P. Bruguier, O., Vauchez, A., Bosch, D., Silva, J.M.R. and Mariano, G., 2006. Timing of crust formation, deposition of supracrustal sequences, and Transamazonian and Brasiliano metamorphism in the East Pernambuco belt (Borborema Province, NE Brazil): Implications for western Gondwana assembly. *Precambrian Research* 149, 197-216.
- Neves S.P., Bruguier, O., Bosch, D., Silva, J.M.R., Mariano, G., 2008. U–Pb ages of plutonic and metaplutonic rocks in southern Borborema Province (NE Brazil): Timing of Brasiliano deformation and magmatism. *Journal of South American Earth Sciences* 25, 285-297.
- Neves, S.P. et al., 2009. The age distributions of detrital zircons in metasedimentary sequences in eastern Borborema Province (NE Brazil): Evidence for intracontinental sedimentation and orogenesis? *Precambrian Research* 175, 187-205.
- Passchier, C.W. and Simpson, C. 1986. "Porphyroclast systems as kinematic indicators." *Journal of Structural. Geology*, v. 8, 831–843.
- Passchier, C. and Trouw, R.A.J. 1996. *Microtectonics*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 289 p.

- Pearce, J. A.; Harris, N. B. W. e Tindle, A. G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks *Journ. Petrol.*, 25:956-983.
- Peccerillo, A. & Taylor, S. R., 1976 Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamanu area, northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58: 63-81.
- Sá, J.M., Bertrand, J.-M. and Leterrier, J., 1997. Geocronologia U-Pb e geoquímica de ortognaisses Paleo- e Mesoproterozóicos da região de Taquaritinga - PE. In: S.N. Nordeste (Editor), 17 Simp. Geol; Nordeste, Fortaleza, pp. 108-112.
- Sá, J.M., Bertrand, J.M., Leterrier, J. and Macedo, M.H.F., 2002. Geochemistry and geochronology of pre-Brasiliano rocks from the Transversal Zone, Borborema Province, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 14, 851-866.
- Santos, E.J., 1995. O complexo granítico de Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (PE), Província Borborema. Tese PhD, Universidade de São Paulo.
- Santos, E.J., 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. In: S.N. Bahai-Sergipe (Editor), 39 Congr. Bras. Geol., Salvador, pp. 47-50.
- Santos, E.J., Oliveira, R.G. and Paiva, I.P., 1997. Terrenos no Domínio Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do lineamento Patos. In: S.N. Nordeste (Editor), 17 Simp. Geol. Nordeste, Fortaleza, pp. 141-144.
- Santos, E.J., Brito Neves, B.B., Van Schmus, W.R., Oliveira, R.G., Medeiros, V.C., 2000. An overall view on the displaced terrane arrangement of the Borborema Province, NE-Brazil. In: 31st International Geological Congress, International Union of Geological Sciences, Rio de Janeiro.

- Sheriff R.E. & Geldart L.P. 1982. Exploration seismology> history, theory & data acquisition. Cambridge University Press, EUA, volume 1, 253 pp.
- Sial, A. N., Ferreira, V. P., Brasilino, R. G., Pessoa, R. P., Torres, H. H. & Cruz, M. J. M., 1997. Hornblende and epidote chemistries and the emplacement of K-calc-alkalic plutons in the Alto Pajeú terrane, NE Brazil, V Cong. Bras. Geog., *atas...*, Salvador.
- Silva, J.M.R., Lima, E.S., Sales, A.O., Moura, C.A.V. and Scheller, T., 1996. Datação pelo método de evaporação de Pb de granitos cinza foliados da infra-estrutura da Faixa Pajeú-Paraíba, Afogados da Ingazeira (PE). In: S.N. Bahia-sergipe (Editor), 39 Congr. Bras. Geol., Salvador, pp. 519-521.
- Silva, J.M.R. and Mariano, G., 2000. Geometry and kinematics of the Afogados da Ingazeira shear zone, Northeast Brazil. *International Geology Review* 42, 86-95.
- Silva Filho 2001, Silva Filho, A F; Guimarães, I.P; Van Schmus, W.R. 2001; Neoproterozoic lithospheric granite systems in the Pernambuco-Alagoas Complex, and their significance for evolution of the NE Brazil. The Geological Society of America, GSA Annual Meeting, Abstract ID: 26204.
- Silva Filho, A.F., Guimaraes, I.P., Van Schmus, W.R., 2002. Crustal evolution of the Pernambuco-Alagoas complex, Borborema Province, NE Brazil: Nd isotopic data from Neoproterozoic granitoids. *Gondwana Research* 5, 409–422.
- Tapley, W.C. & Tull, J.E., 1991. SAC -Seismic Analysis Code - User Manual. University of California, Lawrence Livermore National Laboratory - Mail Stop L-205, Livermore, CA 94550-USA.
- Torquato, J.R. and Cordani, U.G., 1981. Brazil-Africa geological links. *Earth-Science Reviews* 17, 155-176.
- Toteu, S.F., Van Schmus, W.R., Penaye, J. and Michard, A., 2001. New U–Pb and Sm–Nd data from north-central Cameroon and its bearing on the pre-Pan African history of central Africa. *Precambrian Research* 108, 45-73.

- Trompette, R. (1994) *Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma)* Balkema, Rotterdam, 350p.
- Turcotte D.L. & Schubert G. 2002. *Geodynamics – second edition* -. Cambridge University Press, EUA, 456pp.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P. and Babinski, M., 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South America Earth Sciences* 8, 267-288.
- Vaucher, A. and Egydio-Silva, M., 1992. Termination of a continental-scale strike-slip fault in partially melted crust: the West Pernambuco shear zone, northeast Brazil. *Geology* 20, 1007-1010.
- Vaucher, A. et al., 1995. The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 8(3/4), 247-266.
- Ventura, D. B. R., 2010. Parâmetros elásticos da crosta sob a linha de refração sísmica profunda de Porangatu (GO). *Dissertação de Mestrado nº 8 / UNB / Instituto de Geociências/ Lab. de estudos tectônicos*. Brasília-DF.
- Whalen, J.B., Carrie, K.L. and Chappell, B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 95, 407-419.
- White, A. J.R., and Chappell, B.W., 1983, Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southeastern Australia: *Geol. Soc.America Mem.* 159, p. 21-34.
- Yardley, Bruce W.D., 1994. *Introdução à petrografia Metamórfica*. Traduzido por Reinhardt A. Fuk \_Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Zelt, C. (1999), Modelling strategies and model assessment for wide-angle seismic traveltimes data, *Geophys. J. Int.*, 139., 183–204

## **APÊNDICE I**

ANEXO I A – DESCRIÇÃO DE LÂMINAS

ANEXO I B – TABELAS DE AFLORAMENTOS E DADOS

## **APÊNDICE I A**

### **DESCRIÇÃO DE LÂMINAS**

Aspectos gerais, mineralogia, texturas, estruturas e características individuais dos minerais.

**As descrições das seções delgadas seguem a seguinte ordem:**

**1- Embasamento: Ortognaisses de composição variada;**

**2- Metassedimentos variados: paragneisse, xistos e quartzitos**

**3- Rochas do cinturão milonítico;**

**4- Granitóides de composição variada**

**5- Basalto**



**1 - EMBASAMENTO:** Ortognaisses de composição variada.

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.: ZCPE-1C**

**AFLOR. Nº 1**

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação fina/média (até 0,6mm), equigranular e homogênea; composta por quartzo, bastante plagioclásio, feldspato potássico, biotita, bastante epidoto, anfibólio, titanita, apatita, opacos e zircão. A maioria dos minerais é subédrica e a amostra exibe deformação do estado sólido marcada por foliação e orientação preferencial de cristais placosos. Em termos texturais, se observa mirmequita, pertita em chamás. Retrometamorfismo foi observado e marcado por biotita passando para clorita.

#### **Características mineralógicas individuais**

**Quartzo** – subédrico, incolor, deformações tais como: extinção ondulante. Exibe algumas inclusões de apatita, titanita e opacos.

**Plagioclásio** – ocorre em abundância; incolor, subédrico, com o comprimento aproximadamente igual à largura, com geminação polissintética típica, não foi observado registro de deformação.

**Ortoclásio** – ocorre em pouca proporção, incolor, subédrico, com o comprimento aproximadamente igual à largura, com algumas inclusões de apatita, um cristal exibe geminação do tipo carlsbar.

**Biotita** – placosa, subédrica, coloração amarela a verde, pleocróica e com birrefringência alta, prismática e alongada, com o comprimento em torno de duas a três vezes a sua largura, com textura picotada em olhos de peixe.

**Clorita** – coloração verde clara, ocorre a partir da biotita, placosa, birrefringência de primeira ordem e alongada.

**Anfibólio** – coloração verde musgo forte, subédrico, alguns exibem clivagem a 120°, birrefringência de segunda ordem.

**Epidoto** – coloração amarela clara amarronzada, subédrica, birrefringência alta de terceira ordem, sempre associado às biotitas, comprimento geralmente duas vezes a largura.

**Titanita** – coloração marrom, euédrico, alguns com geminação paralela polissintética, com o comprimento em torno de duas vezes a largura, birrefringência de primeira ordem, sempre associado às biotitas.

**Apatita** – prismáticas, alongadas, relevo alto, euédrica, incolor e birrefringência de primeira ordem em cinza, também ocorrem como inclusões nos feldspatos, quartzo e biotita.

**Opacos** – subédricos a euédricos, com tamanhos variados (até 0.6mm) e sempre associados aos máficos.

**Zircão** – marrom claro, bem pequeno, << 0,5mm, euédrico, birrefringência alta de terceira ordem.

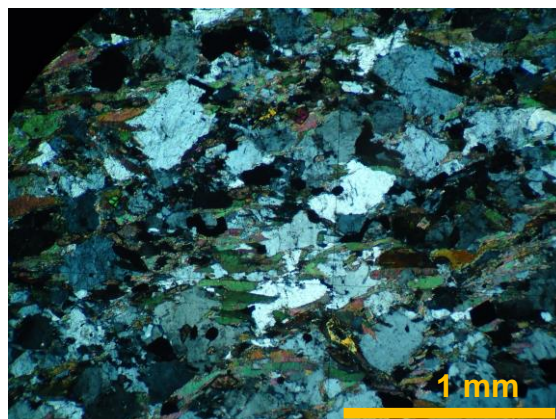
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ortognaisse Qz-diorítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	10	Titanita	3
Plagioclásio	35	Apatita	3
Ortoclásio	10	Opacos	2
Biotita	25	Zircão	<1
Anfibólio	6		
Epidoto	5		



Fotomicrografias ilustrando os aspectos gerais e composicionais. (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-1D**

**AFLOR. Nº 1**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média e inequidimensional, xenomórfica, composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, plagioclásio, biotita, anfibólio, titanita, epidoto, apatita e opacos. Observa-se que os minerais de maior tamanho são os feldspatos-K e os plagioclásios, o quartzo possui um tamanho menor e exibem junção tríplice entre si. Ocorre mirmequita. Exibe deformação com orientação preferencial dos cristais e estiramento. Contatos lobados também foram observados.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem como cristais incolores, subhédricos a anédricos e com deformação marcada por recristalização e formação de subgrãos, grãos inequidimensionais. Em alguns pontos, exibem junção tríplice entre si.

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, anhédricos a subhédricos, sem deformação, tamanhos variados, e em sua superfície observa-se inclusões de epidoto, titanita e apatita. Exibem sua característica típica de geminação polissintética. Também se percebe que alguns exibem alguns contatos lobados, caracterizando reação com o magma.

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e em tamanhos variados, com inclusões de epidoto. Com aspecto pulverulento na superfície, com bordas com aspecto de corrosão, como se tivesse ocorrido corrosão (reação do sólido com o líquido).

**Biotita** – Ocorrem como cristais subhédricos, placosos, de tamanhos variados, de coloração amarelada, com birrefringência elevada de segunda ordem, com textura de olhos de peixe.

**Epidoto** – ocorrem como cristais subhédricos, de coloração verde clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas e epidoto. Ocorrem em pequenos tamanhos distribuídos ao longo de toda a lâmina.

**Titanita** – ocorre subhédrico a euédrico, alguns exibem zonação, associados com anfibólio, epidoto e biotita, com birrefringência baixa de primeira ordem. Observa-se que alguns com núcleo de epidoto, como se tivesse cristalizado englobando o epidoto.

**Anfibólio** – Ocorrem de coloração verde lodo, birrefringência de primeira ordem, não exhibe claramente sua clivagem típica, anédricos, sempre associados às biotitas.

**Microclina** – Ocorrem em pequena proporção, incolor, subhédrica, como inclusões nos feldspatos-K e plagioclásios e com seu aspecto em xadrez típico.

**Apatita** – Ocorre incolor, subhédrico, em cortes basais e como inclusões.

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são subhédricos a anédricos. Ocorrem associados às biotitas, anfibólios e titanitas.

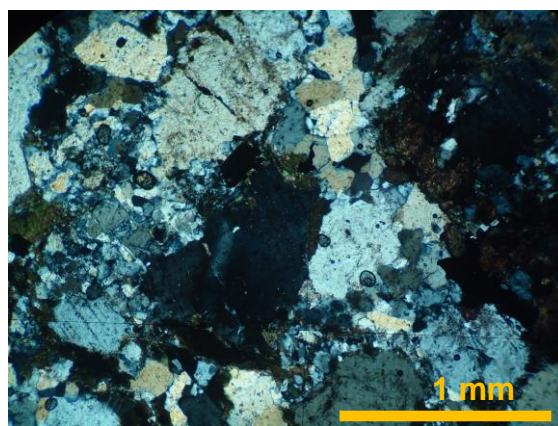
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ortogneisse Granítico Porfíritico

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	25	Anfibólio	8
Feldspato potássico	20	Titanita	7
Plagioclásio	20	Apatita	2
Biotita	10	Microclina	1
Epidoto	5	Opacos e acessórios	2



Fotomicrografias ilustrando os aspectos gerais e composicionais. (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-34

**AFLORE:** 34

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média a fina, composta por quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina, biotita, muscovita, actinolita, epidoto, um pouco de clorita (<<1%), zircão e opacos. Exibe uma sutil foliação, pela orientação preferencial dos cristais, mas não é muito clara; com uma textura mimerquítica muito intensa espalhada por toda a seção; extinção ondulante em todo quartzo é bem definida e ainda o limite dos grãos são irregulares pela sua migração (foto); algumas texturas de pertita e pertita em chamas. Pontualmente observa-se formação de subgrãos seguido de recristalização (foto). Também ocorre processo de sericitização.

Observa-se, em uma porção da seção, um microfalhamento (sinistral?) paralelo à foliação, onde o mesmo foi preenchido por algum material que não foi preservado na amostra. Nas bordas deste microfalhamento percebe-se que a granulação é mais fina devido a processo de recristalização dinâmica e que a ocorrência de actinolita é mais intensa. Percebe-se que as biotitas são rompidas bruscamente, o que indica que este microfalhamento é tardio com relação à foliação.

#### Característica mineralógica individual

**Quartzo** – incolor, anédricos, deformados, com extinção ondulante, formação de subgrãos, recristalização, e com os limites dos grãos irregulares;

**Plagioclásio** – Anédricos a subédricos, com geminação polissintética, com seu comprimento de no máximo duas vezes a largura, alguns com sericitização superficial;

**Feldspato potássico** – ocorrem anédricos, com sericitização superficial, com mimerquitas nas bordas bem mais frequentes que nos plagioclásios;

**Microclina** – ocorrem em pouca proporção, anédricas, incolores e com geminação cruzada em tabuleiro de xadrez;

**Biotita** – alongadas, placosas, coloração de amarela a marrom, pleocróica, com o comprimento de duas a três vezes a largura, com uma sutil orientação preferencial;

**Muscovita** – coloração branca, placosa, birrefringência alta, ocorrendo em pequena quantidade e sempre associada às biotitas.

**Actinolita** – fibrosa, branca, birrefringência alta, extinção inclinada, menor que as muscovitas e também associada às biotitas;

**Epidoto** – ocorrem anédricos, coloração verde bem clara, birrefringência alta, muitas vezes associados

aos opacos e quando isso ocorre exibem uma birrefringência forte só que mais amarelada alaranjada e de segunda ordem;

**Clorita** – ocorre em pouca proporção (<<1%), anédrica, de coloração verde típica, formada a partir da biotita, com birrefringência baixa;

**Zircão** – em pequena proporção (<<1%), subédrico, coloração clara e birrefringência altíssima, com o formato típico de zircão.

**Opacos** – ocorrem subédricos a anédricos, associados às micas e aos epidotos

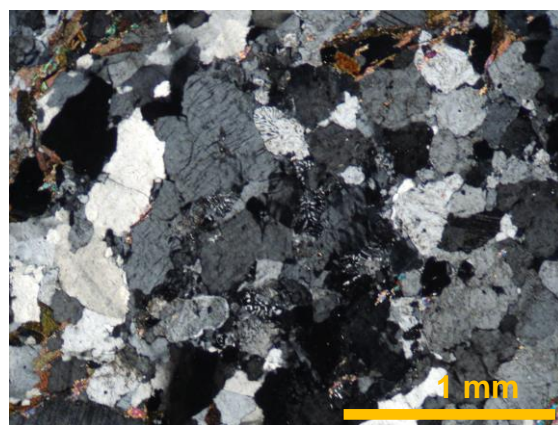
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica/ **Rocha:** ortogneisse granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	30	Actinolita	3
Plagioclá- sio	20	Epidoto	3
Feldspato Potássico	25	Clorita	<<1
Microclina	4	Zircão	<<1
Biotita	10	Opacos	1
Muscovita	2		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada. (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-53

**AFLOR. Nº** 53

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folhas Vitória e Caruaru

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:**  
Ortognaisse Quartzo-Monzonítico Porfirítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

**Características Microscópicas** – rocha de granulação grossa (>5mm), com textura gráfica, pertítica, e mimerquítica, composta predominantemente por ortoclásio, microclina, plagioclásio e quartzo, e ainda ocorre biotita, anfibólio, titanita, epidoto, clorita secundária, apatita, opacos. Exibe algumas características de deformação, tais como: sericitização, extinção ondulante no quartzo e formação de subgrãos; formação de clorita a partir da biotita e, ainda, pertita em chamas, as quais configuram deformação do estado sólido.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – euédricos, arredondados, incolores, alguns exibem extinção ondulante, mas no geral são subédricos, e uniaxial positivo; exibem claramente formação de subgrãos.

**Ortoclásio** – ocorrem como fenocristais subédricos (>5mm), exibem geminação carlsbar a dois indivíduos, alguns ocorrem com inclusão de plagioclásio, mimerquita nos bordos, exibem texturas gráfica e pertítica.

**Plagioclásio** – ocorrem subédricos, com geminação polissintética, são fenocristais em torno de 5mm e incolores;

**Microclina** – geminação em tabuleiro de xadrez, fenocristais > 5mm, incolores e exibem texturas gráfica e pertítica;

**Biotita** – verde, placosa, textura em olhos de pássaro, euédricas, algumas alongadas com o comprimento em torno de 2 vezes a largura, birrefringência verde a rósea de segunda ordem, pleocroísmo de verde a marrom;

**Anfibólio** – coloração verde escura, birrefringência verde de segunda ordem, pleocroísmo de verde claro a escuro, clivagem a 120° e subédrico;

**Titanita** – marrom, euédrica, alongada, com o comprimento em torno de duas a três vezes a largura, algumas ocorrem fragmentadas, birrefringência variando entre de primeira e segunda ordem;

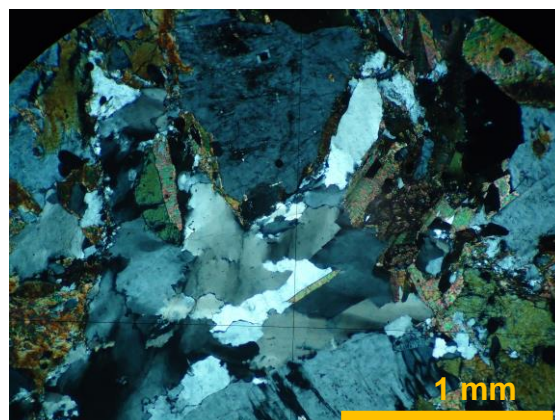
**Epidoto** – marrom claro, subédrico, relevo alto, birrefringência alta de terceira ordem;

**Clorita** – verde clara, birrefringência cinza de primeira ordem, placosa, secundária, proveniente da biotita;

**Apatita** – relevo alto, em cortes basais são totalmente extintas, não pleocróica, e birrefringência cinza de primeira ordem;

**Opacos** – subédricos a euédricos, sempre associados aos minerais máficos.

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	10	Titanita	4
Ortoclásio	25	Epidoto	3
Microclina	10	Clorita	3
Plagioclásio	25	Apatita	3
Biotita	10	Opacos	3
Anfibólio	4		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-58**

**AFLOR. Nº 58**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folhas Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média/grossa, sem foliação perceptível; composta por microclina, ortoclásio, plagioclásio, biotita, muscovita a partir da biotita, titanita, alanita, clorita, apatita e opacos. Em aspectos texturais se observa pertita em chamás e mimerquita; em termos de alterações, observa-se sericitização nos plagioclásios. Localmente se observa extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização dinâmica no quartzo.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – incolor, subédrico a anédrico, em alguns cristais observa-se deformações;

**Plagioclásio** – subédrico, incolor, com geminação polissintética típica e sericitização;

**Ortoclásio** – com inclusões de plagioclásio, dois cristais exibem geminação carlsbar, biaxial negativo e com alterações superficiais;

**Microclina** – incolor, anédrica, geminação em tabuleiro de xadrez;

**Biotita** – placosa, pleocroísmo de amarelo claro a marrom, birrefringência de segunda ordem e textura picotada em olhos de peixe; alongada com o comprimento em torno de 2 vezes a sua largura;

**Muscovita** – secundária, ocorre a partir da biotita, coloração branca, placosa e birrefringência elevada de terceira ordem;

**Titanita** – marrom, subédrica a euédrica, birrefringência elevada de segunda ordem e não pleocróica;

**Alanita** – subédrica, amarela alaranjada, birrefringência de primeira ordem;

**Clorita** – coloração verde, placosa, birrefringência cinza de primeira ordem e ocorre a partir da biotita;

**Apatita** – incolor, relevo alto, em forma prismática e em cortes basais, uniaxial positivo;

**Opacos** – subédricos a anédricos e associados, geralmente, aos máficos;

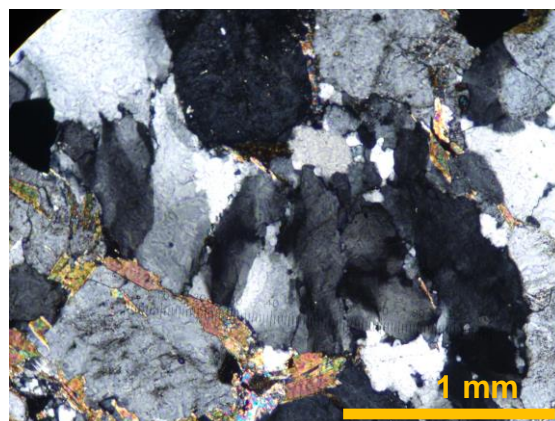
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ortogneisse granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	30	Titanita	3
Plagioclásio	20	Alanita	3
Ortoclásio	8	Clorita	3
Microclina	15	Apatita	3
Biotita	10	Opacos	2
Muscovita	3		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-59

**AFLOR. Nº** 59

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – amostra de granulação fina/média (até 3mm), com uma leve foliação cortada por algumas fraturas; composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, anfibólio, epidoto, alanita, biotita, titanita, apatita e opacos. Em termos texturais observa-se quartzo com contatos lobados, extinção ondulante, formação de subgrãos, pertita em chamuscas e um pouco de recristalização nos bordos de alguns grãos menores de quartzo e plagioclásio, o que caracteriza deformação do estado sólido; também é possível observar, em menor proporção, ocorrência de mimerquita. Observa-se inclusões de plagioclásio no feldspato potássico.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem incolores, subédricos a anédricos, com extinção ondulante, formação de subgrãos e um pouco de recristalização nos bordos; exibem um sutil alongamento que forma a foliação da amostra;

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, subédricos a anédricos, de tamanhos variados, e em sua superfície observa-se inclusões de epidoto, alanita e apatita. Exibem sua característica típica de geminação polissintética e a mesma, às vezes, se apresenta curvada devido ao esforço que foi submetido;

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e em tamanhos variados, com inclusões de epidoto, quartzo e plagioclásio, com aspecto pulverulento na superfície e são biaxiais negativos;

**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos a euédricos, placosos, de tamanhos variados, de coloração amarela esverdeada, com birrefringência elevada de segunda ordem, com textura picotada em olhos de peixe, e comprimento em torno de duas vezes a largura;

**Anfibólio** – Ocorrem de coloração verde lodo forte, anédricos, birrefringência de primeira ordem, não exibe claramente sua clivagem típica, sempre associados às biotitas;

**Epidoto** – ocorrem como cristais subédricos a anédricos, de coloração verde clara a marrom bem clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas e anfibólios. Ocorrem distribuídos por toda seção;

**Alanita** – variação do epidoto, coloração amarela alaranjada, subédrica a anédrica, relevo alto, sempre associada ao epidoto e anfibólio;

**Titanita** – ocorrem subédricos, de coloração marrom forte, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados aos epidotos e anfibólios;

**Apatita** – Ocorre incolor, relevo alto, subédrico, prismáticos em cortes basais e como inclusões;

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são anédricos e granulação menor. Ocorrem associados às biotitas, anfibólios e epidotos.

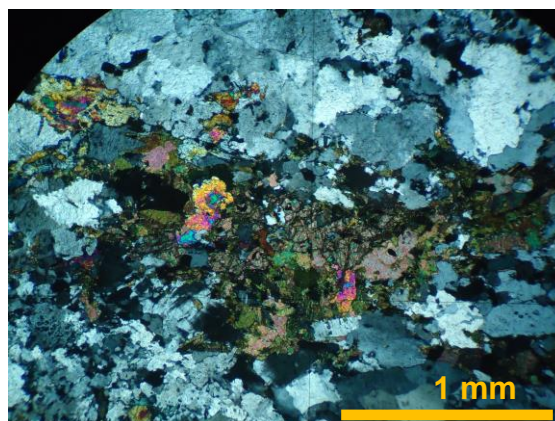
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica **ROCHA:** Ortognaisse Qz-Monzodiorítico

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	15	Alanita	2
Feldspato potássico	15	Anfibólio	10
Plagioclásio	30	Titanita	5
Biotita	8	Apatita	2
Epidoto	10	Opacos e acessórios	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



## **2 - ROCHAS ETASSEDIMENTARES**

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.: ZCPE-75**

**AFLOR. Nº 75**

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folhas Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha bem foliada, composta principalmente por quartzo, biotita, e plagioclásio, tendo como acessórios titanita, alanita, epidoto, clorita secundária, opacos. Cortada por fraturas preenchidas principalmente por epidoto e pouca clorita. É uma rocha metassedimentar derivada de um protólito arcoseano, pois a mesma é rica em plagioclásio. Observa-se a ocorrência de mimerquitas. No geral, a granulação da amostra é média. Pertita em chamas também ocorre e sericitização nos plagioclásios.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – incolor, anédrico, alongado, com extinção ondulante e compondo a foliação da rocha;

**Plagioclásio** – subédrico a euédrico, com geminação polissintética, sericitização na superfície;

**Biotita** – placosa, alongada, com o comprimento de aproximadamente duas vezes a largura, pleocroísmo de amarelo claro a marrom e com textura picotada em olhos de pássaro;

**Alanita** – subédrica a anédrica, coloração alaranjada, birrefringência de primeira ordem, não pleocróica;

**Epidoto** – marrom claro, anédrico, birrefringência alta de terceira ordem;

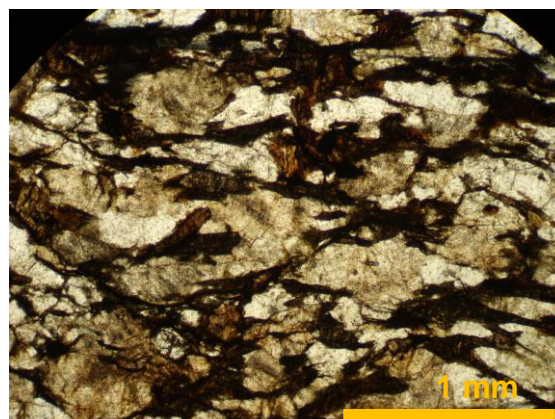
**Clorita** – placosa, ocorre a partir da biotita, coloração verde clara e birrefringência baixa de primeira ordem;

**Titanita** – marrom escura, subédrica a anédrica, birrefringência alta de terceira ordem e sem pleocroísmo;

**Apatita** – incolor, relevo alto, sem pleocroísmo, subédrica, e birrefringência de primeira ordem;

**Opacos** – anédricos a subédricos, espalhados por toda seção e associados, principalmente, aos minerais máficos.

MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	40	Clorita	3
Plagioclásio	20	Titanita	3
Biotita	23	Apatita	2
Alanita	3	Opacos	3
Epidoto	3	Epidoto + clorita + quartzo	80 + 5 + 15 (fratura)



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Paragneisse de protólito arcoseano

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-107  
**AFLOR. Nº** 107  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira  
**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação fina, bem foliada, lepidoblástica, composta por bastante quartzo, bastante biotita, plagioclásio, feldspato potássico, plagioclásio, muscovita, titanita, epidoto, e um pouco de alanita e apatita. Observa-se microdobramentos formando clivagem de crenulação nas micas, assim uma segunda foliação foi gerada paralela ao plano axial destas microdobras. Esta clivagem de crenulação aparenta ser formada a partir do momento em que esbarra com os cristais mais competentes, como se os mesmos formassem barreira, de maneira que comprimiu os filossilicatos formando microdobras e, assim, a clivagem de crenulação. Com o processo deformacional sigmoides assimétricos foram se desenvolvendo em meio a foliação, sendo assim um indicador cinemático, sugerindo sentido de movimento dextral. Estes sigmoides são formados pelo K-F, quartzo e plagioclásio e microclina. Além da deformação dúctil, observa-se que a amostra está bastante fraturada. Ocorre também extinção ondulante e formação de subgrãos em alguns cristais de quartzo.

#### Característica mineralógica individual

**Quartzo** – Cristais incolores, anédricos e com deformação intensa, inequidimensionais rotacionados e fraturados. Alguns ocorrem com extinção ondulante e formação de subgrãos.

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, anédricos, de tamanhos variados, fraturados e em sua superfície, em alguns cristais, observa-se inclusões de epidoto, titanita e apatita. Exibem sua característica típica de geminação polissintética. Sua superfície exibe um aspecto pulverulento. Exibem também forma de sigmoides.

**Ortoclásio** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e em tamanhos variados, com inclusões de epidoto. Com aspecto pulverulento na superfície, também exibem forma em sigmoides.

**Microclina** – Ocorre em pequena quantidade, anédrica, incolor, com aspecto sujo na superfície, alguns cristais em forma de sigmoides. Exibe sua geminação em xadrez típica.

**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos, placosos, de tamanhos variados, de coloração amarelada, com birrefringência baixa de primeira ordem, com textura de olhos de peixe, alongadas, formando a foliação principal da seção e também com clivagem de crenulação.

**Muscovita** – Ocorrem em pequena quantidade, branca, birrefringência de segunda ordem, placosa e sempre associada à biotita.

**Epidoto** – ocorrem como cristais subédricos a anédricos, de coloração verde clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas. Ocorrem em pequenos tamanhos e em pouca quantidade.

**Apatita** – Ocorre incolor, subédrico, em cortes basais e prismáticas como inclusões.

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são anédricos. Ocorrem associados às biotitas.

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Protomilonito a milonito de Xisto

#### COMPOSIÇÃO MODAL

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	30	Epidoto	2
Feldspato potássico	10	Muscovita	3
Plagioclásio	10	Apatita	2
Microclina	5	Opacos	1
Biotita	35	Alanita e Titanita	2



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-109  
**AFLOR. Nº** 109  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira  
**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação fina (até 2mm) e, devido a granulação, não dá para definir muitos aspectos texturais. Exibe uma matriz fina composta por biotita, muscovita, actinolita e, talvez, clorita; espalhado dentro da matriz observa-se plagioclásio em tamanhos maiores, feldspatos e quartzo em menor tamanho, e também opacos; também é possível se observar epidoto e alanita preenchendo fraturas. Mesmo a amostra sendo muito fina, observa-se uma foliação, onde a mesma é cortada por fraturas. Os fenocristais são bem arredondados, porém com tamanhos variados. Observa-se níveis de fitas de quartzo bem finas. Pela orientação preferencial dos grãos e inclinação dos mesmos dentro da matriz, pode-se sugerir movimento dextral para este ultramilonito.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – anédricos, incolores, completamente arredondados e imersos numa matriz bastante fina;

**Plagioclásio** – anédricos, incolores, arredondados, com tamanhos variados com geminação polissintética típica e imersos numa matriz bastante fina;

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e arredondados em tamanhos variados, imersos numa matriz bastante fina;

**Biotita** – coloração verde amarelada, granulação fina ( $<1\text{mm}$ ), birrefringência de segunda ordem, pulverulenta a fibrosa e compõe a matriz da rocha;

**Muscovita** – coloração branca, birrefringência amarela de segunda ordem, placosa e de pouquíssima proporção;

**Actinolita** – ocorre de coloração amarelada, pulverulenta a fibrosa, granulação  $<1\text{mm}$ , com birrefringência de segunda ordem; preenchem fraturas e também compõem a foliação e a matriz da rocha.

**Clorita** – coloração verde, birrefringência baixa de primeira ordem, pulverulenta a placosa;

**Alanita** – coloração amarela alaranjada a avermelhada; anédrica e preenche fraturas; ocorre em pequena proporção;

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são anédricos. Ocorrem associados às muscovitas, alanita e granada.

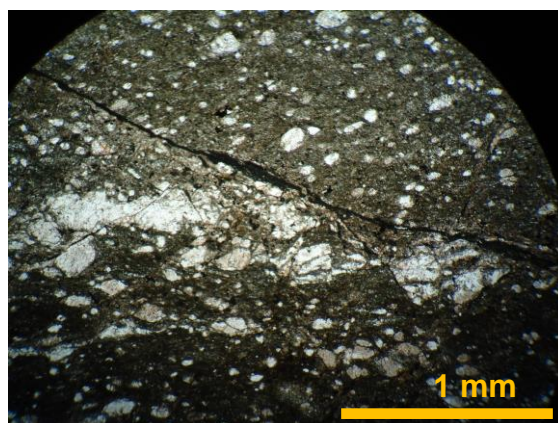
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica **ROCHA:** Milonito de protólito metassedimentar

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	10	Muscovita	3
Feldspato potássico	5	Clorita	3
Plagioclásio	15	Alanita	3
Biotita	20	Opacos	2
Actinolita	15		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

### **3- CINTURÃO MILONÍTICO:**

Protomilonitos, milonitos e  
ultramilonitos



**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-03**

**AFLOR. Nº 03**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média, inequidimensional, exibindo uma foliação se aproximando da textura lepdoblástica pela orientação preferencial das micas, composta por pouquíssimo quartzo e bastante plagioclásio, bastante biotita e anfibólio, bastante epidoto em comparação outras amostras, feldspato potássico, fragmentos de titanita, apatita e opacos. Observa-se um pouco de sericitização no plagioclásio, e que alguns estão fragmentados segundo a orientação das biotitas. Os poucos cristais de quartzo, quando observados, exibem extinção ondulante e formação de subgrãos. Percebe-se que os plagioclásios estão alongados segundo a orientação preferencial e que a geminação polissintética é paralela a esta foliação. Devido às suas características esta rocha foi submetida a processos deformacionais. Ocorrem também carbonatos secundários preenchendo as fraturas. Podemos considerar a associação mineralógica: hornblenda+epidoto+titanita+biotita.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem como cristais incolores, subédricos a anédricos, em pouquíssima proporção. Quando ocorrem, exibem extinção ondulante e formação de subgrãos. Nesta seção não são destacáveis.

**Plagioclásio** – Ocorrem anédricos a subédricos, incolores, alongados, alguns fragmentados e com processo de sericitização. A geminação polissintética, na maioria, está paralela à foliação.

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos, com inclusões de epidoto, em pequena proporção, alongados, inequidimensionais.

**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos, placosos, alongados, tamanhos variados, de coloração amarelada, com birrefringência elevada de segunda ordem, com textura de olhos de peixe.

**Epidoto** – ocorrem como cristais subédricos a euédricos, de coloração verde clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas e anfibólios. Ocorrem em pequenos tamanhos distribuídos ao longo de toda a lâmina.

**Titanita** – ocorrem como minerais fragmentados, anédricos, estão distribuídos homogeneamente por toda seção, associados com anfibólio, epidoto e biotita, com birrefringência baixa de primeira ordem.

**Anfibólio** – Ocorrem de coloração verde lodo, birrefringência de segunda ordem, exhibe claramente sua clivagem típica, subédricos a anédricos,

sempre associados às biotitas. Alguns estão pseudomorfizados como biotita.

**Apatita** – Ocorre incolor, subédrico a euédrica, em cortes basais e prismáticas e não apenas como inclusões.

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são subédricos a anédricos. Ocorrem associados às biotitas, anfibólios e titanitas.

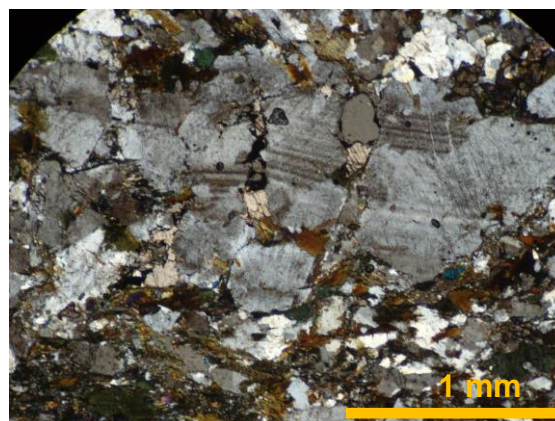
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Protomilonito de protólito diorítico

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	5	Anfibólio	20
Feldspato potássico	10	Titanita	10
Plagioclásio	25	Apatita	3
Biotita	20	Opacos e acessórios	2
Epidoto	5		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-04**

**AFLOR. Nº 4B**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação fina a média, inequidimensional, com foliação bem definida pela orientação preferencial dos minerais placosos e pelo estiramento do quartzo. Em termos composicionais observa-se quartzo, plagioclásio, oligoclásio, biotita, epidoto, alanita, muscovita, clorita, microclina, apatita e opacos. Observa-se que a clorita ocorre em toda a seção delgada e que a mesma foi formada a partir da composição da biotita pré-existente, de tal forma que se observa a gradação da biotita para a clorita. Ocorre mimerquita, talvez como uma textura de conservação, observa-se ainda pertita em chamás. De uma forma geral, a amostra aparenta ser de baixa temperatura e ainda com processo de retrometamorfismo pelo aparecimento da clorita.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem como cristais incolores, subédricos a anédricos, pouco deformados, alongados e inequidimensionais e com extinção ondulante.

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, subédricos a anédricos, tamanhos variados, e em sua superfície observa-se inclusões de apatita. Exibem sua característica típica de geminação polissintética, onde as mesmas estão, na maioria, paralelas com a foliação.

**Ortoclásio** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e em tamanhos variados, com inclusões de epidoto. Com aspecto pulverulento na superfície e suavemente alongados.

**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos, placosos, de tamanhos variados, de coloração amarelada, com birrefringência elevada de segunda ordem, com textura picotada em forma de olhos de peixe e com orientação preferencial.

**Clorita** – ocorrem, na maioria, como cristais placosos mas também ocorrem em massa não uniforme, de coloração verde clara, birrefringência baixa de primeira ordem

**Muscovita** – ocorrem de coloração branca amarelada, placosa e reliquiar, sempre associada à biotita, birrefringência elevada de terceira ordem.

**Epidoto** – ocorrem como cristais anédrico, de coloração verde clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas. Ocorrem em pequenos tamanhos distribuídos ao longo de toda a lâmina.

**Alanita** – Ocorre de coloração amarela a avermelhada, anédrica e como uma massa, como uma solução sólida do grupo do epidoto, associada

à biotita, relevo médio, birrefringência de primeira ordem.

**Microclina** – Ocorrem incolor, subédrica e espalhada por toda seção, e com seu aspecto típico em tabuleiro de xadrez típico.

**Apatita** – Ocorre incolor, subédrico a euédrica, relevo moderado e positivo, prismática e em cortes basais e como inclusões.

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são subédricos a anédricos. Ocorrem associados às biotitas, anfibólios e titanitas.

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica **ROCHA:** Protomilonito de baixa T de protólito granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	25	Muscovita	3
Ortoclásio	15	Clorita	5
Plagioclá- sio	20	Epidoto	5
Microclina	10	Apatita	2
Biotita	10	Opacos	5



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-10**

**AFLOR. Nº 10**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Amostra é composta por: quartzo, muscovita, biotita, plagioclásio, feldspato potássico, epidoto, alanita, microclina e opacos; rocha foliada, com alguns cristais formando  $\sigma$  (sigmas) indicando sentido de movimento dextral; observa-se textura granoleptoblástica, mimerquita, pertita em chamuscas espalhada por toda seção, porfiroclastos de feldspatos-k e plagioclásio fraturados e imbricados pelo processo de cisalhamento e com recristalização intensa e avançada; Ocorre também processo de sericitização na superfície dos feldspatos. Observa-se bandas de quartzo fitadas, completamente recristalizadas. Alguns cristais exibem fraturas Pull apart tipo V sintéticas. Este fraturamento observado nos cristais de feldspato aparenta estar relacionado com o processo deformacional de transcorrência e não como uma deformação rúptil posterior, já que os mesmos estão imbricados dentro da foliação principal e ainda indicam sentido de movimento dextral. Ocorre também textura gráfica

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – incolor, anédrico, fitado, completamente recristalizado, em alguns cristais substitui fraturas e forma subgrãos nas mesmas, com extinção ondulante em alguns cristais;

**Feldspato potássico** – subédricos a anédricos, incolores, fraturados, parcialmente recristalizados, e fraturados, com mimerquita e pertitas em chamuscas e textura gráfica; alguns com sericitização;

**Plagioclásio** – subédricos a anédricos, incolores, fraturados, com geminação polissintética típica também, fraturados, alguns imbricados dentro da foliação;

**Microclina** – ocorre incolor, subédrica a anédrica, com geminação tabuleiro de xadrez, em pouca quantidade, circundada por quartzo recristalizados;

**Biotita** – ocorre com pleocroísmo verde a amarelado, birrefringência elevada, algumas placosas, mas a maioria encontra-se fibrosa e esgarçada, com orientação preferencial de acordo com a direção de transcorrência;

**Muscovita** – placosa a fibrosa, esgarçada, branca, subédrica, birrefringência elevada de terceira ordem, ocorre em conjunto com a biotita.

**Epidoto** – coloração verde clara, subédricos a anédricos, birrefringência elevada de segunda ordem, sempre associados às micas;

**Apatita** – ocorre em pequena proporção, subédrica, incolores, prismáticas, relevo elevado;

**Alanita** – ocorre como um cristal subédrico a euédrico, coloração alaranjada, associada ao epidoto por fazer parte da solução sólida, com o comprimento de duas a três vezes a largura;

**Opacos** – ocorrem subédricos a anédricos, espalhados por toda seção, associados principalmente às biotitas;

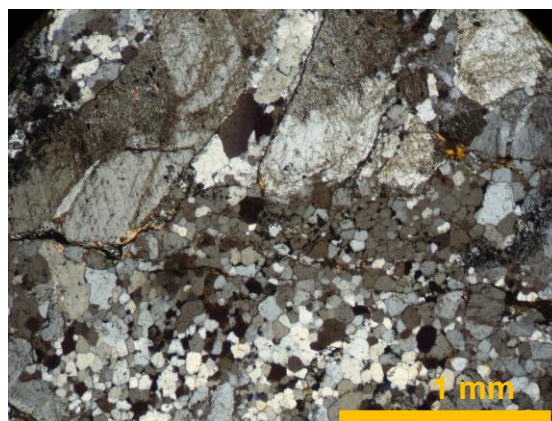
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito de granito

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	33	Epidoto	2
Feldspato potássico	17	Alanita	1
Plagioclásio	15	Muscovita	3
Microclina	10	Apatita	2
Biotita	14	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-11

**AFLOR. Nº** 11

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação fina/média, inequidimensional, exibindo uma foliação que é formada por bandas de minerais recristalizados, principalmente quartzo e feldspato potássico, biotita esgarçada. Composta por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, microclina, biotita, muscovita e epidoto. A amostra está completamente deformada; exibe um intenso estiramento mineral, recristalização avançada, formação de subgrãos, pertita em chamuscas e reliquias de mimerquita, indicando uma temperatura mais elevada. A recristalização não está limitada ao quartzo, pois ocorre também nas bordas dos feldspatos. É interessante salientar que as bordas de alguns feldspatos estão lobadas, como se tivesse ocorrido uma corrosão e/ou reação; nas fitas de quartzo é possível observar foliação oblíqua e relação s-c, coerente com o sentido de movimento dextral. A mimerquita citada acima está relacionada ao protólito da rocha e não ao processo de transcorrência.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem como cristais incolores, anédricos em tamanhos diminutos, com recristalização intensa desenvolvida ao longo da foliação que circunda os cristais reliquias de feldspato potássico e plagioclásio;

**Plagioclásio** – Ocorrem como cristais reliquias anédricos, deformados de acordo com a orientação da deformação; incolores, com processo de sericitização, circundados por quartzo e biotita;

**Feldspato potássico** – Ocorrem incolores, alongados na direção da foliação e com bordas irregulares, além do desenvolvimento de kink bands e recristalização nas bordas;

**Microclina** – ocorrem em pequena proporção, anédricas, transparentes, com geminação em tabuleiro de xadrez;

**Biotita** – Ocorrem como cristais placosos esgarçados, alongados, coloração amarelada, com birrefringência elevada de segunda ordem e compõem a foliação.

**Muscovita** – ocorrem placosas a fibrosas, brancas, birrefringência elevada, compõem a foliação e está sempre associada às biotitas;

**Epidoto** – ocorrem em pequena quantidade, anédricos, relevo alto, coloração verde bem clara; como principal característica sua birrefringência elevada e terceira ordem que dá destaque ao seu aparecimento e sempre associados às biotitas;

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são anédricos. Ocorrem associados às biotitas;

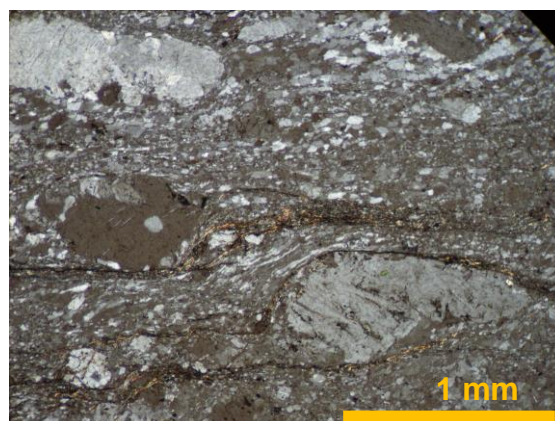
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ultramilonito de protólito granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Biotita	15
Feldspato potássico	25	Epidoto	2
Plagioclásio	10	Opacos e acessórios	3
Microclina	10		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-13

**AFLOR.:** 13

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média (2-5 mm), com foliação bem desenvolvida, formada pela orientação preferencial das biotitas que envolvem outros minerais. Composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, bastante biotita, bastante titanita, microclina, epidoto, pouca clorita, pouca actinolita, apatita e opacos. É uma amostra que exibe uma textura milonítica em que os cristais de feldspatos estão circundados pelas biotitas; com extinção ondulante no quartzo; presença de mimerquita com frequência, mas como textura preservada; quartzo com formação de subgrãos. Observa-se que os limites dos grãos de feldspatos são irregulares; recristalização dinâmica nos bordos dos feldspatos é observável. Alguns porfiroclastos de feldspato estão em forma de sigmas indicando sentido de movimento dextral e também estão com um aspecto de boudinage. Observa-se também a ocorrência de fitas de quartzo com recristalização dinâmica. Percebe-se a ocorrência de sericitização nas superfícies dos cristais de feldspatos.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem anédricos e em forma de fitas preferencialmente orientadas. Nas fitas ocorrem contatos tríplices devido a recristalização dinâmica. Também se observa com extinção ondulante.

**Plagioclásio** – Ocorrem subédricos, biaxial negativo, alguns com sua geminação polissintética típica inclinada dentro da foliação, a maioria dos cristais com os limites dos grãos irregulares, às vezes circundados por biotita.

**Feldspato potássico** – incolores, anédricos, com limites dos grãos irregulares, biaxial negativo, com sericitização superficial (por infiltração de fluidos ou retrometamorfismo). Rotacionados formando sigmóides dextrais.

**Microclina** – ocorrem em pouca quantidade, com geminação em tabuleiro de xadrez e anédricos.

**Biotita** – ocorrem placosas a fibrosas, de coloração verde, com pleocroísmo de verde amarronzado a amarelo claro, birrefringência de segunda ordem, com textura picotada em olhos de peixe, com o comprimento de aproximadamente três vezes sua largura e orientada preferencialmente segundo à transcorrência.

**Epidoto** – ocorrem anédricos, de coloração branca esverdeada bem clara, birrefringência alta de segunda ordem; com tamanhos bem pequenos, em torno de no máximo 2 mm. Estão sempre associados às biotitas e às titanitas.

**Titanita** – são subédricas a euédricas, de coloração marrom, levemente pleocróica, extinção inclinada (~15°), birrefringência de segunda ordem, comprimento de aproximadamente 2 vezes a largura, biaxial positivo. Alguns cristais exibem geminação polissintética. Estão orientados de acordo com a deformação transcorrente.

**Clorita** – ocorrem a partir da biotita, são verdes, anédricas, birrefringência baixa cinza de primeira ordem; ocorrem em pouca quantidade com aspecto de massa.

**Actinolita** – ocorrem de coloração clara (branca), fibrosa, birrefringência elevada rosa de segunda ordem, e em pouca quantidade.

**Apatita** – incolor, em cortes basais e prismáticas, como inclusões nos feldspato e titanita e com relevo alto;

**Opacos** – subédricos a anédricos, associados aos máficos, principalmente biotita.

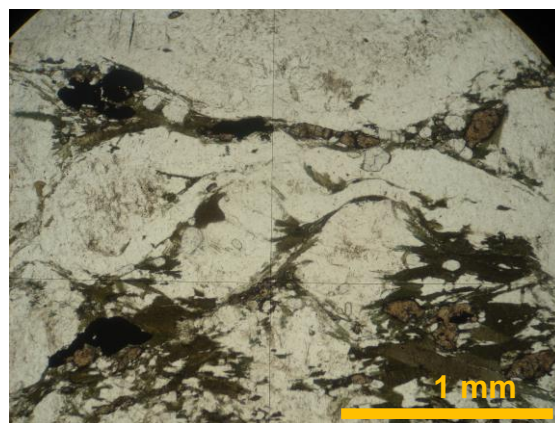
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito de baixa temperatura de composição granítica

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

Qz - 25%; Kf-30%; Pl-5%; Bt-20%; Tit-5%; Cl-3%; Ep-3%; Ap-2%; Op + Acess.-5%; Act- 2%



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva 4X e Nicóis paralelos).

Qz = quartzo; Kf = feldspato potássico; Pl = plagioclásio; Bt = biotita; Tit = titanita; Cl = clorita; Ep = epidoto; Ap = apatita; Act = actinolita; Op = opacos; Acess = acessórios.

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-15A**

**AFLOR.: 15**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha equigranular média, composta por bastante quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, microclina, epidoto, pouca alanita, muscovita, biotita, clorita, apatita, zircão e opacos. A amostra exhibe, muito sutilmente, uma foliação que é marcada pela orientação preferencial dos cristais. Também se percebe processos deformacionais, tais como: extinção ondulante, formação de subgrãos, fitas de quartzo, contatos lobados. A maior parte dos minerais é anédrica, alguns são subédricos. Os feldspatos exibem processo de sericitização. Observa-se, em pouca quantidade, a presença de mimerquita, mas como uma textura de preservação da fase fluida. Carbonato secundário também ocorre, mas em pouquíssima proporção. Ocorre o processo de retrometamorfismo pela transformação de biotita em clorita.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem anédricos, em fitas, com extinção ondulante típica e também recristalização, típica bem definida, formação de subgrãos, e contatos lobados. Todas essas características são concordantes com a deformação transcorrente;

**Plagioclásio** – Ocorrem subédricos a anédricos, incolores, com geminação polissintética típica, e suas bordas são irregulares e com sericitização;

**Feldspato** – anédricos a subédricos, incolores, deformados e inseridos dentro da foliação. Processo de sericitização menos intensa que nos plagioclásios;

**Microclina** – ocorrem em menor proporção, subédricos a anédricos, incolores, com geminação cruzada em tabuleiro de xadrez;

**Biotita** – ocorre em pequena proporção, coloração marrom, placosa, com o comprimento em torno de duas a três vezes a largura.

**Muscovita** – branca, placosa, birrefringência alta, com o comprimento de duas a três vezes a largura;

**Clorita** – Coloração verde, algumas são placosas outras com um aspecto aglomerado, birrefringência cinza de primeira ordem, ocorre como produto secundário a partir de retrometamorfismo da biotita;

**Epidoto** – ocorre marrom bem claro, alguns são subédricos, mas a maioria é anédrica, com birrefringência alta de 2ª ordem;

**Alanita** – avermelhada a alaranjada, com birrefringência alta amarelada, e aspecto aglomerado, completamente anédrica;

**Apatita** – prismáticas, euédricas, incolores e com o comprimento de duas a três vezes a largura;

**Zircão** – subédricos a euédricos, bem pequenos, birrefringência altíssima;

**Opacos** – subédricos a anédricos sempre associados aos epidotos e micas.

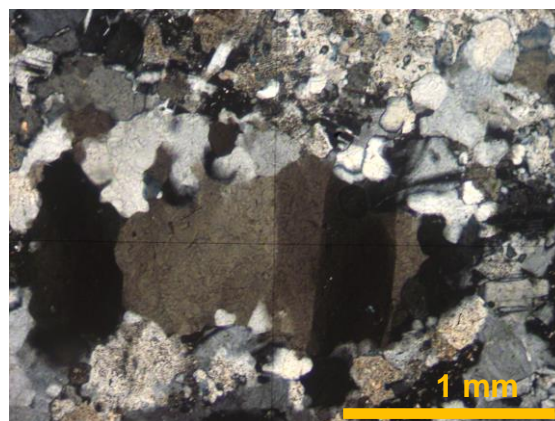
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Protomilonito granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	35	Clorita	3
Feldspato	25	Epidoto	3
Plagioclásio	15	Alanita	1
Microclina	5	Apatita	2
Biotita	5	Zircão	<<1
Muscovita	2	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-18**

**AFLOR.: 18**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média, com até 5mm, foliação bem definida; composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita, muscovita, clorita, actinolita, epidoto, alanita, apatita e opacos. Os minerais não preservam sua forma original e são subédricos a anédricos.

Os aspectos deformacionais observados foram quartzos fitados com recristalização intensa, feldspatos com recristalização nas bordas, biotitas alongadas e esgarçadas; porfiroclastos de feldspatos com microfraturas antitéticas à foliação e as mesmas estão preenchidas por quartzo recristalizado; pertita em chamuscas e intensa sericitização. Mimerquita ocorre, porém como uma textura preservada do protólito da rocha. Observa-se claramente a passagem de biotita para clorita.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem incolores, anédricos, alongados, em fitas, alguns com extinção ondulante, com recristalização intensa; devido à recristalização o tamanho da maioria do quartzo está reduzido;

**Feldspato-K (ortoclásio)** – ocorrem incolores, anédricos, alongados com o comprimento em torno de 3 vezes a largura e fraturados, oblíquos à foliação, incolores, com intenso processo de sericitização na superfície, recristalização nas bordas, alguns com pertita;

**Feldspato-K (Microclina)** – subédrica, alongada e fraturada, com geminação cruzada em tabuleiro de xadrez e com recristalização nas bordas e comprimento em torno de duas vezes a largura;

**Plagioclásio** – ocorrem incolores, anédricos, arredondados a alongados com o comprimento em torno de 2 vezes a largura, com geminação polissintética, com processo de sericitização, e alguns são oblíquos à foliação no sentido do movimento, porém alguns são opostos ao movimento;

**Biotita** – ocorre pouca proporção e em granulação mais fina, esgarçada, coloração marrom avermelhada, alongada, placosa, exibe orientação preferencial formando a foliação em conjunto com as fitas de quartzo e circunda alguns porfiroclastos.

**Clorita** – coloração verde, birrefringência baixa cinza de primeira ordem, placosa e alongada, ocorre a partir da biotita;

**Muscovita** – brancas, birrefringência alta, tamanho maior que o da actinolita, placosa e em pouca quantidade;

**Epidoto** – coloração verde bem clara, anédricos, birrefringência muito alta de terceira ordem;

**Alanita** – solução sólida do epidoto, ocorre anédrica, coloração amarela alaranjada forte, não pleocróica;

**Actinolita** – ocorre em pouca quantidade, bem pequenas, brancas, com birrefringência alta, extinção inclinada, sempre associada à biotita e fibrosas;

**Apatita** – ocorrem incolores, relevo alto, como inclusões nas alanitas, subédricas prismática, tamanho menor que 0,02 mm;

**Opacos** – a maioria é anédrica, associados principalmente às biotitas e epidotos e estirados.

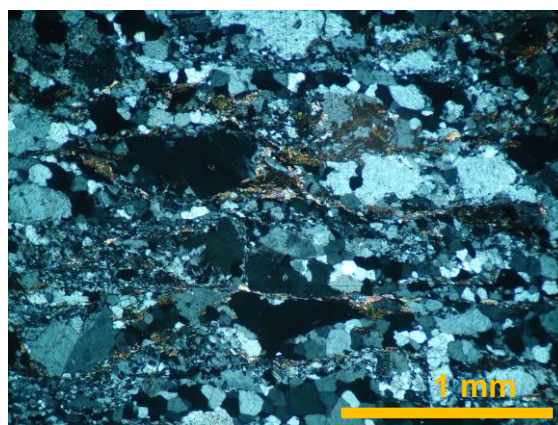
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito de composição granítica

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	17	Actinolita	2
Ortoclásio	30	Clorita	2
Microclina	3	Epidoto	4
Plagioclásio	23	Alanita	2
Biotita	10	Apatita	2
Muscovita	2	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada. (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-22A

**AFLOR.:** 22

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média (até 5mm), composta por quartzo, plagioclásio, bastante biotita, anfibólio (hornblenda), carbonato (calcita), titanita, epidoto, apatita e opacos. A amostra tem uma foliação crenulada interessante e bem definida. Observa-se que o anfibólio tem muitas inclusões, principalmente de apatita e estão alongados segundo a foliação. A ocorrência dos carbonatos, provavelmente, deve-se a inclusão de fluidos. Em alguns pontos da seção percebe-se a existência de recristalização, também observa-se relação s-c dextral.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – em pouca proporção, com extinção ondulante, anédrico, com formação de subgrãos e recristalização.

**Plagioclásio** – em tamanhos pequenos (até 2mm), alongados, boa parte com geminação polissintética, subédricos a anédricos

**Feldspato-k** – em pequena proporção (<5%), incolores, anédricos e em tamanhos bem pequenos;

**Anfibólio** – coloração verde cana, pleocroísmo de verde cana a verde amarelado, alguns exibem clivagem a 120°, estão alongados e com orientação de acordo com a foliação, birrefringência alta e exibem muitas inclusões brancas, principalmente de apatita;

**Biotita** – são verdes, subédricas, com pleocroísmo de verde a amarelo, alongadas, compõem a foliação da amostra, exibem textura picotada em olhos de peixe e birrefringência alta, exibem curvas relacionadas à crenulação;

**Epidoto** – ocorrem subédricos a euédricos, em tamanhos pequenos (<<1mm), alguns com zonação devido a solução sólida, cor amarela bem clara, birrefringência alta;

**Carbonatos (calcita)** – no geral, ocorrem concentrados em alguns pontos da seção, granulares, são subédricos a euédricos, sem deformação, cor marrom bem clara, birrefringência alta e com geminação típica dos carbonatos;

**Titanita** – subédricas a euédricas, correm espalhadas por toda seção, exibem sua forma típica, birrefringência baixa, cor marrom escura e tamanhos menores que 1mm;

**Apatita** – ocorrem subédricas a euédricas, prismáticas, incolores, relevo alto, bem pequenas (<<1mm) espalhadas por toda seção e também como inclusões nos anfibólios;

**Opacos** – em pouca proporção, anédricos e espalhados por toda seção e bem pequenos (<<1mm).

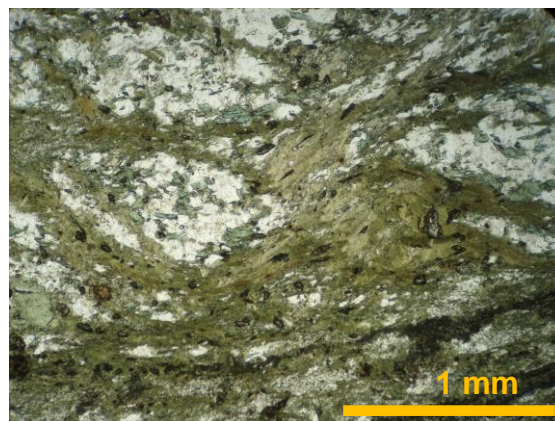
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito/Filonito

COMPOSIÇÃO MODAL

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	<<5	Carbonatos	10
Plagioclásio	20	Titanita	5
Feldspato-k	<2	Apatita	3
Anfibólio	15	Opacos	2
Biotita	30		
Epidoto	8		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais das seções delgadas. (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-22B  
**AFLOR.:** 22  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane Marque de Lima  
**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – amostra com foliação bem definida, granulação fina (<2mm), composta por bastante plagioclásio, anfibólio, biotita, pouquíssimo quartzo, epidoto, alanita, titanita, apatita e opacos. Em termos microtexturais ocorrem sigmóides dextrais, finas fitas de quartzo recristalizados como também de plagioclásio, formação de subgrãos nos poucos cristais de quartzo, relação S-C definida por uma foliação oblíqua consistente; plagioclásio com extinção ondulante e alongado segundo a orientação preferencial da amostra.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – em pouquíssima proporção, anédrico, com extinção ondulante, com formação de subgrãos e recristalização dinâmica.

**Plagioclásio** – em tamanhos pequenos (até 2mm), alongados, com geminação polissintética típica, subédricos a anédricos, com extinção ondulante e também ocorrem em sigmóides;

**Anfibólio** – coloração verde cana forte, pleocroísmo de verde cana escuro a cana mais claro, alguns poucos exibem clivagem a 120°, estão alongados e com orientação de acordo com a foliação, birrefringência, formam contato reto com as biotitas;

**Biotita** – amarelas amarronzadas e também com um tom esverdeado, subédricas, placosas, com pleocroísmo variando entre as cores indicadas acima, alongadas, compõem a foliação da amostra, exibem textura picotada em olhos de peixe e birrefringência alta;

**Epidoto** – ocorrem subédricos, alguns zonados devido a solução sólida, cor amarela bem clara, birrefringência alta e em tamanhos pequenos (<<1mm);

**Alanita** – coloração amarela alaranjada, geralmente subédrica e zonada, tamanho <<1mm;

**Titanita** – subédricas a anédricas, coloração marrom, correm espalhadas por toda seção, algumas exibem sua forma típica, birrefringência baixa, cor marrom escura e tamanhos menores que 1mm;

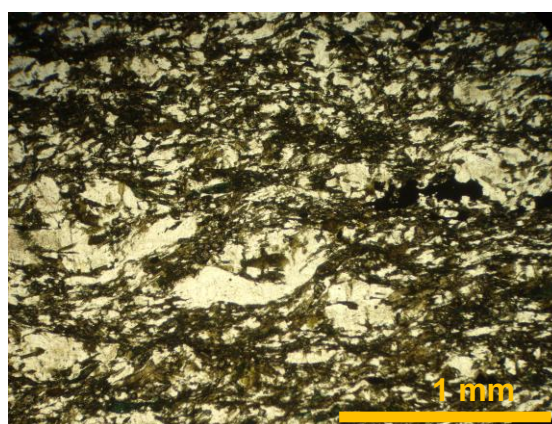
**Apatita** – ocorrem subédricas a euédricas, prismáticas, incolores, relevo alto, bem pequenas (<<1mm) espalhadas por toda seção e também como inclusões nos anfibólios;

**Opacos** – em pouca proporção, anédricos, alongados e espalhados por toda seção e bem pequenos (<<1mm).

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito de Quartzo-Diorito

**COMPOSIÇÃO MODAL**  
 ESTIMADA = SIM  
 CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	<<5	Epidoto	5
Plagioclásio	30	Titanita	5
Anfibólio	15	Apatita	2
Biotita	35	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais das seções delgadas (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-24

**AFLOR.:** 24

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – amostra com foliação bem desenvolvida, com deformação intensa, composta por quartzo, plagioclásio, ortoclásio, actinolita, biotita, alanita e opacos. Em termos deformacionais, observa-se que a amostra exibe um processo de recristalização intensa no quartzo, sem exibir a variação de extinção ondulante para formação de subgrãos; os cristais de feldspatos exibem extinção ondulante e recristalização nos bordos, porfiroclastos rotacionados em forma de sigmas e com sombras de pressão indicam sentido de movimento dextral; a amostra também exibe sutilmente uma relação s-c dextral, onde o C é a matriz mais fina (quartzo e actinolita e biotita) e o S são os fenocristais.

É relevante salientar que esta amostra tem um aspecto muito fraturado a quebradiço, muito parecido com cataclase.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem completamente deformados; devido a intensa deformação, já não exibem a transição da extinção ondulante para formação de subgrãos até a recristalização completa, só exibem a intensa recristalização e, por isso, a granulação é muito fina;

**Plagioclásio** – ocorrem com extinção ondulante, curvados, alongados segundo a orientação preferencial da amostra, exibem geminação polissintética típica concordante com a foliação, muito fraturados e alguns estão com fraturas sintéticas e antitéticas ao movimento; também exibem processo de recristalização nas bordas;

**Ortoclásio** – ocorrem arredondados a alongados, alguns fraturados, em uma proporção pequena, incolores, biaxiais negativo, com recristalização nos bordos e diferencia-se do plagioclásio por não apresentar a geminação polissintética;

**Biotita** – ocorre em pequena quantidade, esgarçada, amarelada, fibrosa, em uma pequena proporção, com textura picotada e seguindo uma orientação preferencial compondo a foliação C.

**Actinolita** – ocorrem fibrosas, esgarçadas, branca e com birrefringência alta, circundam os cristais maiores e compõem a foliação principal da amostra;

**Alanita** – ocorrem, geralmente, associadas aos opacos, alongadas, anédrica, de cor amarela alaranjada, não pleocróica e com tamanhos bem pequenos;

**Opacos** – alguns poucos são subédricos e truncam a foliação mas, a maioria é anédrica e são

circundados pelos quartzos e actinolitas, estão fraturados.

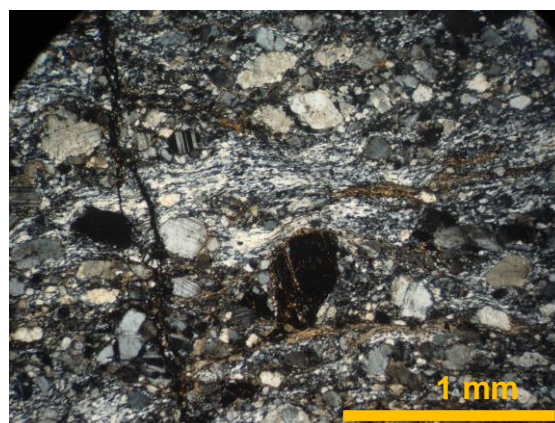
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ultramilonito a cataclasito de granito

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Biotita	3
Plagioclásio	25	Alanita	2
Ortoclásio	15	Opacos	5
Actinolita	15		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-26A**

**AFLOR. Nº 26 Monte das Tabocas**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação fina, bastante foliada, composta por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, epidoto, biotita, titanita, bastante clorita, microclina, opacos, pertita em chamas. Exibe foliação bem definida. Exibe extinção ondulante, recristalização e formação de subgrãos no quartzo. Recristalização ocorre mais intensamente ao longo das fitas de quartzo e nas bordas destes cristais. Os cristais de plagioclásio durante o processo de cisalhamento ficaram truncados dentro da foliação sendo deformados, rotacionados e alguns foram quebrados pelo cisalhamento. Fazendo uma análise geral da amostra, observa-se um movimento dextral, determinada pelo racionamento e dobramentos dos grãos. Posterior ao processo de cisalhamento, ocorreu um processo cataclástico, onde este truncou e fraturou os minerais e a foliação já formada. Este fraturamento foi preenchido por epidoto. Observa-se não apenas fraturas, mas também falhamento sinistral. Em resumo, é um milonito típico de baixa temperatura.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – cristais incolores, anédricos e deformados, arredondados, estirados, quebradiços e recristalizados e tamanhos variados. Eles também ocorrem preenchendo fraturas. Exibem extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização. Esta última ocorre nas fitas de quartzo e nas bordas dos cristais.

**Plagioclásio** – incolores, anédricos e alongados segundo uma orientação preferencial, também fraturados, com tamanhos variados, muitos estão quebrados pela foliação cisalhante, alguns com processo de recristalização nas bordas e em sua superfície ocorrem cristais de micas e clorita. Exibem sua característica típica de geminação polissintética.

**Feldspato potássico** – incolores, anédricos e em tamanhos variados, fraturados e também exibem recristalização em suas bordas. Exibe uma leve extinção ondulante, mas isso não ocorre em todos os cristais. Mas a maioria deles estão estirados segundo uma orientação preferencial.

**Biotita** – Ocorrem como cristais anédricos, fibrosos ou placosos, esgarçados, com um tamanho bem reduzido, e em pequena proporção.

**Epidoto** – cristais anédricos a subédricos, de coloração verde clara, associados à clorita. Ocorrem presos dentro da foliação principal da rocha, arredondados e rotacionados e, também

preenchendo o fraturamento secundário. Exibem birrefringência elevada. Em pequenos tamanhos distribuídos ao longo de toda a lâmina. Alguns ocorrem como fitas, estirados ao longo da foliação cisalhante.

**Alanita** – cristais anédricos, de coloração vermelha, em pouca quantidade, também preenchem algumas fraturas, birrefringência média.

**Titanita** – de baixa proporção, euédrico a subédrico, zonado, associado à clorita, com birrefringência baixa. Sua forma nesta amostra está muito parecida com o zircão.

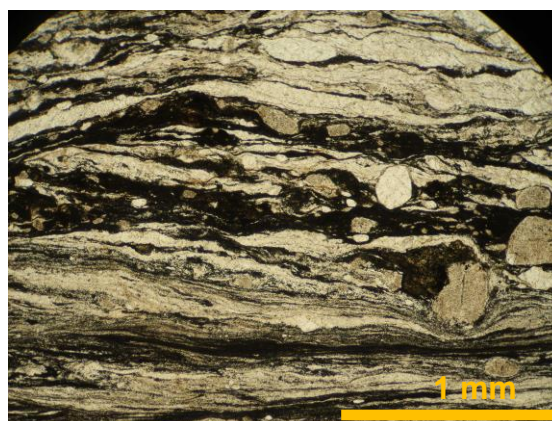
**Clorita** – Ocorre espalhada em toda a amostra em pequena fração, de cor verde, de aspecto placoso, fibroso mas, às vezes, em aglomerados, com birrefringência baixa, preenchendo fraturas em conjunto com o epidoto.

**Microclina** – Ocorrem em pequena proporção, incolor, subédrica a anédrica, fraturada, alongada segundo a direção preferencial da foliação, com geminação em tabuleiro de xadrez típico.

**Opacos** – Estes, na maioria, são subédricos a anédricos. Uma estrutura interessante ocorre nesta amostra, os opacos estão pseudomorfizados em anfibólio, ou seja, aproveitaram a forma cristalina do anfibólio e o substituíram.

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ultramilonito de Baixa Temperatura.

**COMPOSIÇÃO MODAL ESTIMADA=** Qz-25%; K-F-20%; Pl-20%; Bt-10%; Cl-10%; Ep-5%; Tit-5%; Al-3%; Op-2%



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais das seções delgadas (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-41A**

**AFLOR. Nº 41**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação fina a média (0,1 a 3 mm), bem foliada, composta por quartzo, ortoclásio, microclina, plagioclásio, biotita, clorita, epidoto, apatita, actinolita, carbonatos e opacos. A amostra exibe uma deformação plástica intensa, caracterizada por extinção ondulante, seguida de formação de subgrãos e uma recristalização e tudo associado ao estiramento mineral. Porfiroclastos de feldspatos estão rotacionados formando sigmóides com sentido de movimento dextral. A seção envolve porções mais ricas em quartzo, que apresenta uma deformação mais intensa; e uma porção mais rica em feldspatos, onde na mesma observa-se a presença de actinolita, clorita, epidoto e carbonatos. Percebe-se ainda o processo de sericitização.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – incolor, anédrico, alongados em fitas, com extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização intensa.

**Ortoclásio** – anédricos, incolores, com a maioria de suas bordas irregulares por processo de recristalização; biaxial negativo, alguns com sericitização nas superfícies dos grãos;

**Microclina** – incolor, com geminação cruzada em tabuleiro de xadrez, e em pequena proporção na seção;

**Plagioclásio** – incolor, com geminação polissintética, com recristalização nos bordos e alguns têm sombras de pressão e formam sigmóides;

**Biotita** – subédrica, placosa, alongada, algumas ocorrem esgarçadas, com textura picotada, birrefringência alta, coloração marrom amarelada a verde, pleocroísmo de marrom esverdeado a marrom amarelado e exibe alterações para clorita;

**Clorita** – ocorre de coloração verde a partir da biotita, placosa, alongada, secundária e com birrefringência baixa;

**Epidoto** – subédricos a anédricos, coloração amarela bem clara, birrefringência elevada, espalhados apenas na porção com mais feldspatos e máficos;

**Alanita** – subédricas, amareladas, com comprimento em torno de duas vezes a largura e birrefringência de segunda ordem e sempre associadas às biotitas;

**Apatita** – relevo médio a alto, subédrica, incolor, birrefringência cinza de primeira ordem, ocorre espalhada por toda seção e como inclusões, uniaxial positivo.

**Actinolita** – coloração branca a bege bem clara, não pleocróica, birrefringência alta, placosa a fibrosa;

**Carbonatos** – aparece como uma mineralogia secundária, coloração bege bem clara, com um aspecto de geminação paralela, não pleocróica e birrefringência alta;

**Opacos** – subédricos a anédricos, geralmente associados aos máficos e ocorrem espalhados principalmente na porção com mais feldspatos e máficos, com o comprimento em torno de duas vezes a largura.

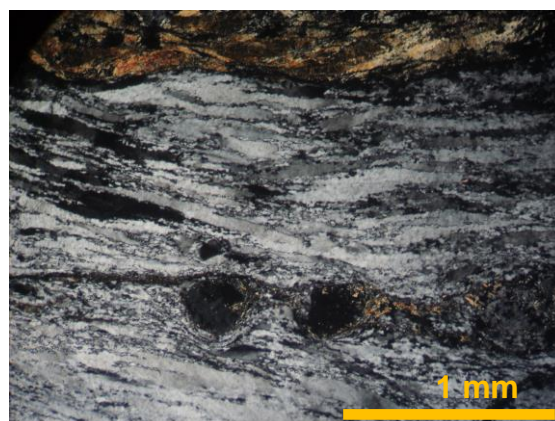
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica **ROCHA:** Ultramilonito de granito ↓T

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Epidoto	3
Ortoclásio	15	Alanita	2
Microclina	5	Actinolita	8
Plagioclásio	10	Apatita	3
Biotita	8	Carbonatos	2
Clorita	6	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais das seções delgadas (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-45**

**AFLOR. Nº 45**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folhas Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação fina a média, bem foliada, composta por bastante quartzo, feldspato potássico, muito plagioclásio, pouca biotita, pouco anfibólio, pouco epidoto e alanita, clorita, apatita, microclina e ainda um pouco de muscovita. Observa-se a presença de sericitização. Em termos texturais e estruturais a amostra compõe-se de recristalização intensa, caracterizada pela forte diminuição na granulação dos cristais de quartzo e pelos contatos triplícies entre si; o feldspato potássico e o plagioclásio estão fraturados, e com fraturas do tipo V sintéticas (foto) e com sombras de pressão; extinção ondulante e formação de subgrãos no quartzo; mimerquita e pertita em chamas. Está muito claro na lâmina que a rocha foi submetida a um processo rúptil dúctil, pois a rocha está com a maioria dos feldspatos fraturados e alguns ocorrem com fraturas Pull apart tipo V sintética. As fraturas estão preenchidas por quartzo recristalizado e formação de subgrãos.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – Com intensa deformação, alongado ou em fitas, com extinção ondulante, com formação de subgrãos e completamente recristalizado.

**Feldspato Potássico** – incolor, completamente fraturado, e com processo de sericitização, e alguns com inclusões de plagioclásio e com pertita em chamas.

**Plagioclásio** – incolor, com geminação polissintética, alguns ocorrem fraturados, com recristalização nos bordos e sombras de pressão, e formam sigmóides;

**Biotita** – ocorrem em pequena quantidade, placosa e alongada, verde amarelada e birrefringência de segunda ordem;

**Epidoto** – De coloração verde bem clara, subédricos a anédricos, relevo médio, sempre associado às biotitas e muscovitas, birrefringência alta de terceira ordem;

**Alanita** – grupo do epidoto, ocorre amarela avermelhada, de anédrica a subédrica, birrefringência de segunda ordem;

**Microclina** – incolor, com geminação em forma de tabuleiro de xadrez, e em pequena proporção na seção;

**Anfibólio** – Coloração verde escura, birrefringência de segunda ordem, em pouca proporção, anédrico;

**Titanita** – subédrica a anédrica, coloração marrom, birrefringência baixa, e em pouquíssima quantidade;

**Clorita** – ocorre em pequena quantidade, coloração verde, em grãos muito pequenos, placosa e com birrefringência baixa de primeira ordem.

**Muscovita** – Placosa, alongada, branca, birrefringência alta de terceira ordem;

**Opacos** – negros, subédricos a anédricos, sempre associados aos minerais máficos.

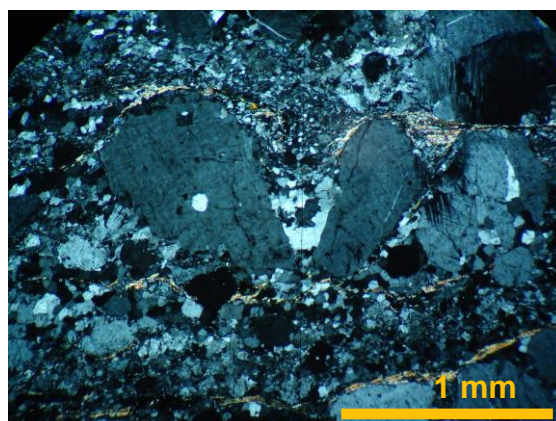
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Milonito de protólito granítico

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	25	Microclina	2
K-feldspato	30	Anfibólio	4
Plagioclásio	15	Muscovita	2
Biotita	7	Opacos	3
Epidoto	4	Clorita	3
Alanita	3	Titanita	2



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais das seções delgadas (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados)



**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-46A**

**AFLOR. Nº 46**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folhas Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média/grossa, inequigranular, com foliação definida por estiramento e orientação preferencial dos cristais; composta essencialmente por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, biotita, epidoto, alanita, anfibólio, apatita e opacos.

Alguns critérios cinemáticos ocorrem, tais como: sigmas dextrais e sutil relação s-c dextral. Ainda pertita em chamas típica de baixa temperatura. Recristalização dinâmica do quartzo também é observada.

Nota-se ainda duas texturas relacionadas ao protólito ígneo: uma textura de grão, poiquilítica, onde um porfiroblasto de feldspato potássico engloba quartzo, plagioclásio e biotita; outra é a mimerquita, mas esta última está relacionada ao protólito.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – alongados e com recristalização dinâmica, alguns extinção ondulante;

**Feldspato Potássico** – ocorrem, algumas vezes, como fenocristais relacionados com a matriz, fraturados e deformados, e alguns formam sigmóides dextrais e com recristalização dinâmica nos bordos;

**Plagioclásio** – incolores, alongados, com geminação polissintética e com recristalização dinâmica nos bordos;

**Biotita** – alongada a esgarçada, amarelada, placosa, e muitas vezes circundam outros minerais e formam a foliação da rocha;

**Epidoto** – subédricos, amarelados, em pouca proporção e birrefringência elevada de segunda ordem;

**Alanita** – amarelada a alaranjada, esgarçada e formam, em conjunto com a biotita, a foliação da seção;

**Anfibólio** – coloração verde, anédricos, birrefringência de primeira ordem e ausência da clivagem a 120°;

**Apatita** – subédrica a euédrica, relevo alto, ocorrem espalhadas na seção e também como inclusões;

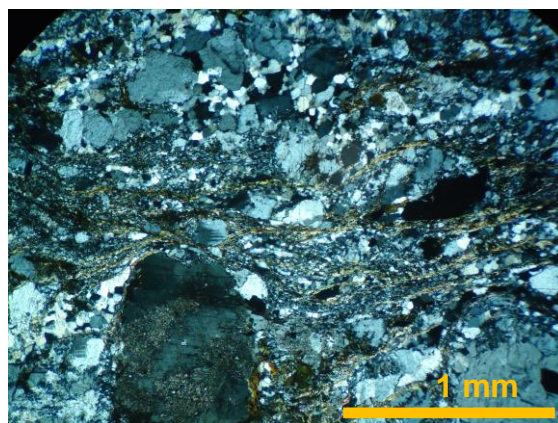
**Opacos** – subédricos a anédricos e espalhados por toda seção.

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica **ROCHA:** Milonito de protólito ígneo

**COMPOSIÇÃO MODAL**  
ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	40	Alanita	2
Feldspato -K	20	Anfibólio	3
Plagioclásio	15	Apatita	2
Biotita	10	Opacos	5
Epidoto	3		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada. (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-79**

**AFLOR. Nº 79**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folhas Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação grossa, com foliação bem desenvolvida composta por fitas de quartzo e minerais micáceos completamente esgarçados; composta por bastante quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, micas, actinolita, sericita, alanita e opacos. Exibe recristalização intensa nas fitas de quartzo, recristalização nas bordas dos feldspatos. A rocha exibe uma textura porfiroblástica. É uma rocha com critérios cinemáticos muito fortes. Porfiroclastos em forma de sigmas dextrais e imbricados para direita, relação s-c bem definida e, ainda fraturamento antitético ao sentido de movimento. Observa-se também sombras de pressão.

**Característica mineralógica individual -**

**Quartzo** – incolor, anédrico, alongados em fitas, com extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização intensa.

**Ortoclásio** – anédricos, em forma de sigmóides, incolores, com a maioria de suas bordas irregulares por processo de recristalização; alguns com sericitização nas superfícies dos grãos e com sombras de pressão.

**Microclina** – incolor, com geminação cruzada em xadrez, mas em pequena proporção na seção;

**Plagioclásio** – incolor, com geminação polissintética, com recristalização nos bordos e alguns têm sombras de pressão e formam sigmóides dextrais;

**Biotita** – subédrica, placosa, alongada, algumas ocorrem esgarçadas, com textura picotada, birrefringência alta, coloração marrom amarelada a verde, pleocróismo de marrom esverdeado a marrom amarelado e exibe alterações para clorita;

**Clorita** – ocorre de coloração verde a partir da biotita, placosa, alongada, secundária e com birrefringência baixa;

**Epidoto** – subédricos a anédricos, coloração amarela bem clara, birrefringência elevada, espalhados apenas na porção com mais feldspatos e máficos;

**Alanita** – subédricas, amareladas, com comprimento em torno de duas vezes a largura e birrefringência de segunda ordem e sempre associadas às biotitas;

**Apatita** – relevo médio a alto, subédrica, incolor, birrefringência cinza de primeira ordem, ocorre espalhada por toda seção e como inclusões, uniaxial positivo.

**Actinolita** – coloração branca a bege bem clara, não pleocróica, birrefringência alta, placosa a fibrosa;

**Opacos** – subédricos a anédricos, geralmente associados aos máficos e ocorrem espalhados principalmente na porção com mais feldspatos e máficos, com o comprimento em torno de duas vezes a largura.

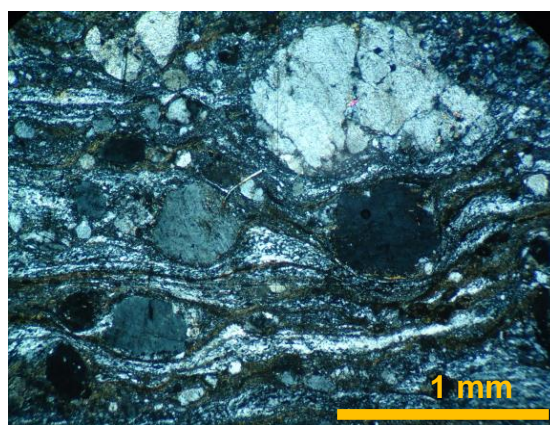
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Ultramilonito de paragneisse arcoseano

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	40	Actinolita	5
Feldspato Potássico	20	Clorita	3
Plagioclásio	15	Alanita	2
Biotita	10	Titanita	1
Epidoto	2	Apatita	2



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto: Dissertação de Mestrado**

**PREF.: ZCPE-108B**

**AFLOR. Nº 108**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média, foliada, porfiroblástica; composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, muscovita, actinolita, alanita, granada e opacos. As características principais da amostra são seus aspectos deformacionais do estado sólido, tais como: estiramento em todos minerais e fraturamento em alguns; formação de subgrãos no quartzo, recristalização intensa no quartzo e feldspatos; quartzo fitado, formação de sigmóides dextrais; fraturamento antitético em dominó em quartzo, plagioclásio; kink bands em biotita e plagioclásio; pertita em chamas como uma textura. A granada está presente e fraturada e as fraturas estão preenchidas por actinolita. Observa-se também mica-fish dextral. Camada granítica intrudida e deformada dentro de rochas metassedimentares (granada-biotita-xisto)

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – anédrico, incolor, completamente estirado e fitado, com recristalização intensa e formando a foliação principal da rocha.

**Plagioclásio** – anédricos, incolores, e alguns exibem sua geminação polissintética típica. Ocorrem também fraturados, curvados ou dobrados (kink bands).

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos e em tamanhos variados. Exibem extinção ondulante e seu tamanho é, em geral, duas vezes a largura. Ocorrem muitas vezes fraturados e alongados e como sigmóides.

**Muscovita** – ocorrem de coloração branca; placosas; alongadas, com o comprimento em torno de duas a três vezes a largura; exibem muitas vezes forma de mica-fish; birrefringência alta rosa de terceira ordem; compõem, em conjunto com o quartzo, a foliação da rocha;

**Actinolita** – ocorrem de coloração amareladas, alongadas e fibrosas, com birrefringência de segunda ordem; preenchem fraturas e também compõem a foliação da rocha.

**Alanita** – coloração amarela alaranjada a avermelhada; anédrica e fraturada; ocorre em pequena proporção;

**Granada** – coloração marrom clara, completamente extinta ao cruzamento dos nicóis; anédricas e fraturadas; fraturamento preenchido por actinolita; algumas estão fraturadas em dominó antitéticas à foliação e outras estão fragmentadas ao longo da foliação;

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são anédricos. Ocorrem associados às muscovitas, alanita e granada.

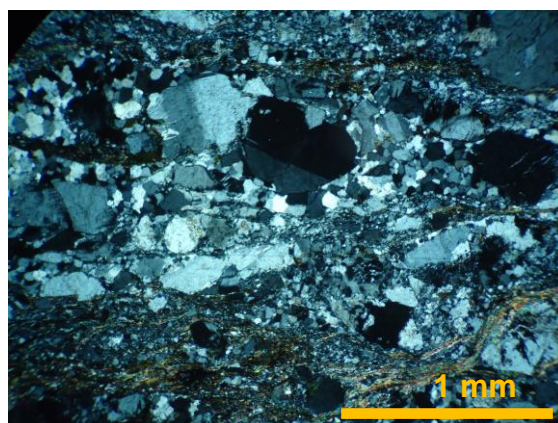
**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica / **ROCHA:** Sheet de granito deformado

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Quartzo	40	Actinolita	5
Feldspato potássico	20	Alanita	2
Plagioclásio	15	Granada	2
Muscovita	15	Opacos	1



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

## 4- Granitóides



**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-1A

**AFLOR. Nº** 1

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média, inequigranular, com foliação magmática definida pela orientação preferencial dos minerais; composta por quartzo, feldspato potássico, pouca microclina, pouco plagioclásio, biotita, epidoto, alanita em pouca quantidade e algumas estão corroídas, apatita e opacos. Em termos deformacionais, observa-se que o quartzo está alongado e também em fitas com agregado poligonal, com extinção ondulante; ocorre extinção ondulante no feldspato e bandas de deformação e recristalização dinâmica nas bordas e, ainda, alguns estão fraturados. As texturas presentes são pertita em chamas (frequente), pertita, mimerquita (frequente). Apesar de percebido algumas deformações, esta amostra ainda é considerada um granito deformado.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem anédricos e em fitas, com extinção ondulante e recristalização dinâmica;

**Feldspato potássico** – anédricos a subédricos, alguns com extinção ondulante e recristalização nas bordas, alguns fraturados e muito poucos com preenchimento em sílica;

**Microclina** – anédrica, com geminação cruzada em tabuleiro de xadrez e incolor;

**Plagioclásio** – ocorrem anédricos, com limites irregulares, em pouca proporção, incolores, com geminação polissintética típica e com sericitização;

**Epidoto** – ocorre de coloração clara amarronzada a amarelada, anédricos, com um aspecto aglomerado, com birrefringência alta, a maioria associada aos minerais máficos e aos opacos;

**Biotita** – verde amarronzada, placosa a esgaçada, circundam os porfiroclastos de feldspatos e exibem birrefringência alta e textura picotada em olhos de peixe;

**Clorita** – ocorrem associadas às biotitas, são verdes, birrefringência de cor cinza de primeira ordem, placosas e alongadas;

**Alanita** – subédricas a anédricas, coloração amarela, corrosão em alguns cristais, birrefringência amarela de segunda ordem;

**Apatita** – relevo alto, incolor, prismáticas e uniaxial negativa;

**Opacos** – anédricos e sempre associados aos máficos

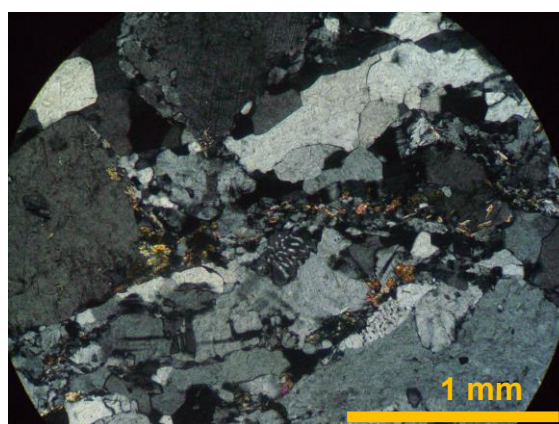
**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Granito deformado

COMPOSIÇÃO MODAL

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Epidoto	3
Feldspato potássico	25	Alanita	2
Plagioclásio	15	Actinolita	3
Microclina	7	Apatita	2
Biotita	5	Opacos	2
Clorita	1		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-20

**AFLOR.:** 20

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha com aspecto granular médio, inequigranular, com texturas de intercrescimento como: gráfica, pertita em chamas e mimerquítica. A amostra é composta por quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina, biotita e uma variação para muscovita, um pouco de anfibólio, epidoto e alanita; apatita e opacos. Observa-se extinção ondulante e formação de subgrãos nos cristais de quartzo, o que pode ser um indicio de processo de deformação.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – subédrico, incolor, alguns deformados exibindo extinção ondulante migrando para formação de subgrãos;

**Ortoclásio** – incolor subédrico, alguns com intercrescimento gráfico, com inclusões de apatita, com tamanho em torno de 5mm, biaxial negativo, alguns também exibem fraturamento irregular;

**Microclina** – Geminação cruzada, ocorre em pouca proporção, anédrica a subédrica;

**Plagioclásio** – ocorrem em pequena quantidade, com geminação polissintética típica, incolor, com tamanhos variados até 0,5mm;

**Biotita** – coloração marrom, pleocroísmo variando de marrom claro para marrom escuro, placosa, alongada, birrefringência alta, textura picotada;

**Muscovita** – branca, placosa, associada sempre às biotitas, birrefringência alta, em pouca proporção;

**Epidoto** – marrom claro, birrefringência alta, subédricos e ocorrem em pouca proporção;

**Alanita** – coloração alaranjada, subédrica, ocorre sempre associada às biotitas, não pleocróica, birrefringência alaranjada de primeira ordem;

**Anfibólio** – coloração verde, birrefringência de segunda ordem, subédrico, e ocorre em pequena proporção (<<2%), não se observa clivagem a 120° típica;

**Zircão** – Marrom, birrefringência alta, tamanho menor que 0,5mm, zonada e ocorrem em pouca proporção;

**Apatita** – incolor, relevo alto, euédrica, bem pequenas espalhadas pela seção ou como inclusões;

**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Granito a alkali granito deformado

COMPOSIÇÃO MODAL

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	25	Epidoto	3
Plagioclásio	10	Alanita	3
Ortoclásio	35	Anfibólio	2
Microclina	5	Apatita	2
Biotita	10	Zircão	1
Muscovita	<<1	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**PREF.: ZCPE - 60**

**AFLOR. Nº 60**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média homogênea, com deformações algumas deformações no estado sólido, tais como: extinção ondulante, formação de subgrãos e recristalização em quartzo e plagioclásio. Foliação a partir da orientação preferencial; mimerquita; composta por bastante plagioclásio, anfibólio, biotita marrom escura e pouquíssimo quartzo, tendo como fases acessórias titanita, epidoto e apatita. Em termos texturais exibe foliação e processo de sericitização como alteração.

#### **Característica mineralógica individual**

**Plagioclásio** – euédrico, alongado, com geminação polissintética típica e é o principal componente da amostra;

**Anfibólio** – subédrico, coloração verde escura, clivagem a 120°, birrefringência de segunda ordem, e segundo principal componente da amostra;

**Biotita** – placosa; coloração marrom escura, provavelmente rica em ferro; pleocroísmo de marrom avermelhado a marrom escuro, birrefringência de primeira ordem e textura picotada em olhos de pássaro e extinção reta;

**Quartzo** – incolor, pouquíssimo, anédrico, biaxial positivo;

**Titanita** – marrom escura, birrefringência elevada, com inclusões de apatita e subédricos a anédricos;

**Epidoto** – marro bem claro, birrefringência de terceira ordem e anédrico;

**Apatita** – incolor, euédrica, espalhada na seção como inclusões e uniaxial positiva.

**Opacos** – na maioria anédricos e associados aos minerais máficos.

**CLASSIFICAÇÃO:** Metamórfica  
Ortognaisse diorítico

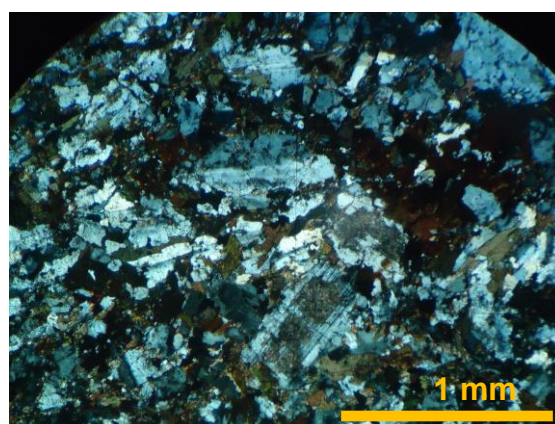
**ROCHA:**

COMPOSIÇÃO MODAL

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENT AGEM (%)
Plagioclá- sio	40	Titanita	4
Anfibólio	20	Epidoto	3
Biotita	25	Apatita	3
Quartzo	2	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-65  
**AFLOR. Nº** 65  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira  
**Mapa:** Folhas Vitória e Caruaru

**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Granito

**COMPOSIÇÃO MODAL**  
 ESTIMADA = SIM  
 CALCULADA = NÃO

**Características Microscópicas** – rocha de granulação média, composta por quartzo, ortoclásio, microclina, plagioclásio, biotita, epidoto, alanita, clorita, muscovita, apatita e opacos. A rocha exibe alguns aspectos de deformação, mas pouco relevantes. A forma dos cristais está preservada, deformação está limitada ao quartzo e isto ocorre pouco. A maioria dos minerais é anédrica. Observa-se textura poiquilítica.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – ocorrem, em geral, subédricos, às vezes com extinção ondulante;

**Ortoclásio** – ocorrem como fenocristais, exibem geminação carlsbar a dois indivíduos;

**Plagioclásio** – ocorrem em menor proporção e exibem geminação polissintética e estão espalhados na matriz média;

**Microclina** – geminação em tabuleiro de xadrez, ocorrem em menor proporção que o ortoclásio;

**Biotita** – coloração amarelada, birrefringência rósea de segunda terceira ordem, placosas e com textura em olhos de peixe;

**Epidoto** – verde claro a marrom, subédricos, algumas vezes zonados, e associados à clorita e aos máficos;

**Alanita** – coloração amarelada, anédricos, birrefringência de primeira ordem e com aspecto de reação;

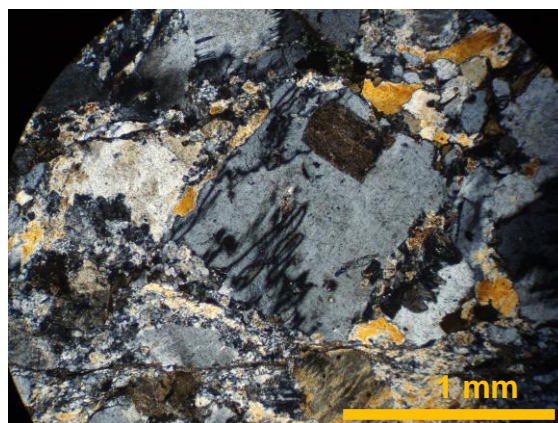
**Clorita** – coloração verde clara a mais forte, birrefringência cinza de primeira ordem;

**Muscovita** – branca, placosa, alongada, em pequena proporção, birrefringência rósea de terceira ordem;

**Apatita** – incolor, relevo alto, prismáticas e ocorre geralmente como inclusões alguns minerais de uma forma espaçada;

**Opacos** – subédricos a anédricos e associados aos máficos.

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Clorita	2
Ortoclásio	12	Actinolita	4
Microclina	5	Epidoto	3
Plagioclásio	17	Titanita	2
Biotita	10	Apatita	2
Anfibólio	5	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**PREF.: ZCPE - 77**

**AFLOR. Nº 77**

**PETRÓGRAFO: Cristiane M. L. Teixeira**

**Mapa: Folha Vitória e Caruaru**

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média, inequigranular homogênea, composta por quartzo, ortoclásio, plagioclásio, microclina, pouca biotita, epidoto e alanita, pouquíssimo anfibólio. Exibe texturas tais como mimerquita, pertita em chamas e gráfica. Holocristalina, subfanerítica, hipidiomórfica, e com contatos irregulares entre si.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – Cristais incolores, euédricos arredondados, inequidimensionais, alguns poucos exibem extinção ondulante.

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, subédricos a anédricos, de tamanhos variados. Exibem sua característica típica de geminação polissintética. São abundantes nesta amostra.

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, subédricos, com inclusões de apatita, alguns exibem um aspecto pulverulento na superfície, como algum tipo de alteração, figura de interferência biaxial negativa.

**Microclina** – Incolor, subédrica, geminação cruzada típica, não é muito abundante na amostra.

**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos, placosas e alongadas, com o tamanho em torno de duas a três vezes a largura, coloração amarela, com birrefringência elevada de segunda ordem, com textura de olhos de peixe.

**Epidoto** – ocorrem como cristais subédricos a euédricos, de coloração amarela bem clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas e anfibólio, o comprimento chega a duas vezes a largura.

**Alanita** – coloração alaranjada a avermelhada, birrefringência de segunda ordem, subédrica a anédrica, sempre associada às biotitas e opacos.

**Anfibólio** – Ocorrem de coloração verde, alguns exibem sua clivagem característica a 120°, birrefringência de primeira ordem, subédricos, sempre associados às biotitas.

**Apatita** – Ocorre incolor, subédrico, em cortes basais e como inclusões nos quartzos, feldspatos e anfibólio.

**Opacos** – subédricos a anédricos, associados principalmente às biotitas.

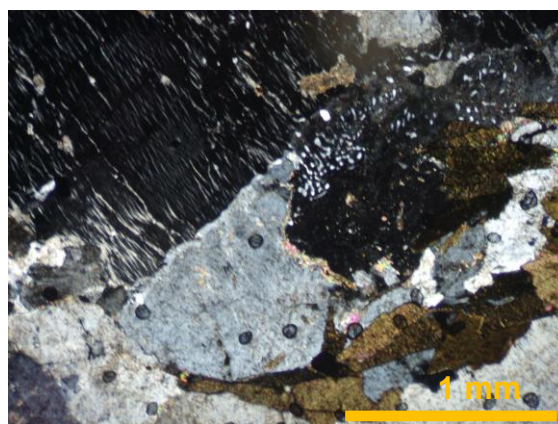
**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Granito

**COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	35	Anfibólio	3
Ortoclásio	20	Epidoto	2
Plagioclásio	18	Alanita	3
Microclina	5	Apatita	3
Biotita	8	Opacos	3



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-120A  
**AFLOR. Nº** 120  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira  
**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Granito

**COMPOSIÇÃO MODAL**  
 ESTIMADA = SIM  
 CALCULADA = NÃO

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média, composta por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, biotita, alanita (pouca) e epidoto. Holocristalina, inequigranular, e contatos tríplices entre si em alguns minerais. Não exibem deformação. Observa-se levemente uma orientação preferencial pelo arranjo dos minerais alongados em uma única direção. Ocorre mimerquita (textura de intercrescimento).

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – Cristais incolores, subédricos a anédricos e sem deformação, inequidimensionais. Formam junção tríplice entre si.

**Plagioclásio** – Ocorrem como minerais incolores, anédricos, de tamanhos variados. Exibem sua característica típica de geminação polissintética. Sua superfície exibe um aspecto pulverulento e com inclusões de epidoto. Textura mimerquítica.

**Feldspato potássico** – Estes minerais ocorrem incolores, anédricos, com aspecto pulverulento na superfície.

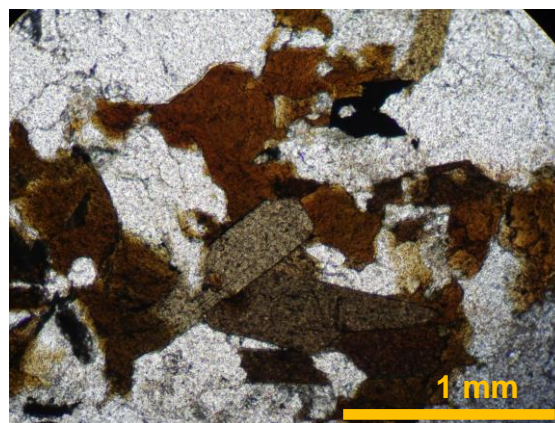
**Biotita** – Ocorrem como cristais subédricos, placosos, de tamanhos variados, de coloração amarelada, com birrefringência de primeira ordem, com textura de olhos de peixe.

**Epidoto** – ocorrem como cristais subédricos a anédricos, de coloração verde clara, birrefringência elevada de terceira ordem, relevo alto, sempre associados às biotitas. Ocorrem em pequenos tamanhos e em pouca quantidade.

**Alanita** – ocorrem anédrica, de cor vermelha, birrefringência de primeira ordem, associadas às biotitas.

**Opacos** – Os minerais opacos, na maioria são subédricos a anédricos. Ocorrem associados às biotitas, anfibólios.

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	30	Alanita	5
Feldspato potássico	20	Epidoto	2
Plagioclásio	25	Opacos e acessórios	3
Biotita	15		



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).



**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-129

**AFLOR. Nº** 129

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – Rocha de granulação média, composta por quartzo, biotita, plagioclásio, feldspato potássico, apatita, anfibólio, epidoto, zircão e opacos.

Aspecto geral – Os cristais estão bem formados e preservados, suas características típicas são observáveis facilmente; ocorre mimerquita, que é característica de alta temperatura, mais frequentemente nas bordas dos plagioclásios e feldspatos potássicos. Minerais exibem contatos tripliques entre si; não se observa processos de deformação. Fora da área mapeada.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – Subédrico a euédrico, substituindo os vazios, incolor, sem deformação;

**Plagioclásio** – Ocorre subédrico a euédrico, com geminação polissintética típica, inequidimensionais e incolor.

**Anfibólio** – Ocorre de cor verde, subédrico, com clivagem paralela, birrefringência média.

**Biotita** – Ocorre de coloração amarela esverdeada, placosa, com seu comprimento aproximadamente duas vezes a sua largura, birrefringência baixa, com textura em olhos de peixe,

**Feldspato Potássico** – ocorre em tamanhos grandes, é o componente em maior proporção na amostra, é subédrico a euédrico.

**Epidoto** – Ocorrem em pouquíssima quantidade, são subédricos a euédricos, de coloração verde bem clara, com birrefringência elevada de terceira ordem, às vezes com contato reto com biotita.

**Apatita** – Ocorre como inclusões, cortes basais e prismáticas, subédricas, incolores de birrefringência baixa e relevo elevado.

**Alanita** – vermelha alaranjada, subédrica a anédrica, associada à biotita, com contato reto com biotita, birrefringência baixa de primeira ordem. Parece com a biotita, mas diferencia-se por não ser placosa, birrefringência mais baixa e também sem a textura de olho de peixe.

**Zircão** – ocorre euédrico, vítreo, coloração marrom e birrefringência alta de segunda ordem;

**Opacos** – Subédricos a anédricos, sempre associados às biotitas.

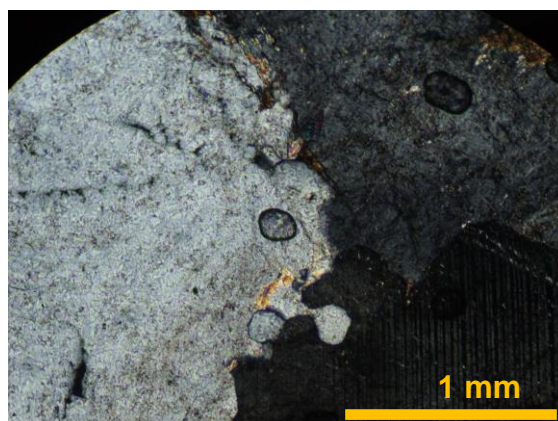
**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea plutônica / **ROCHA:** Álcali-feldspato granito

#### **COMPOSIÇÃO MODAL**

ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	25	Anfibólio	3
Feldspato potássico	45	Plagioclásio	7
Biotita	8	Opacos e acessórios	7
Alanita	3	Epidoto	2



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**Projeto:** Dissertação de Mestrado  
**PREF.:** ZCPE-130  
**AFLOR. Nº** 130  
**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira  
**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea / **ROCHA:** Quartzo-diorito

**COMPOSIÇÃO MODAL**  
 ESTIMADA = SIM  
 CALCULADA = NÃO

**Características Microscópicas** – rocha equigranular fina/média; textura xenomórfica, com a maioria dos cristais euedrais. A distribuição dos minerais é homogênea; a composição principal é plagioclásio, biotita, anfibólio, pouco quartzo, pouquíssimo feldspato potássico, pouco epidoto, apatita e opacos distribuídos homogeneamente. Não se observa texturas deformacionais relevantes. Fora as área mapeada.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – subédricos a euédricos, incolores, pontualmente alguns poucos exibem extinção ondulante a formação de subgrãos, porém sem relevância deformacional do estado sólido;

**Plagioclásio** – ocorrem aproximadamente do mesmo tamanho, incolor, subédrica a euédrica, com geminação polissintética típica, e ocorre em abundância na amostra;

**Feldspato potássico** – ocorre em pouquíssima proporção, incolor, biaxial negativo, com um aspecto mais sujo;

**Biotita** – coloração amarela, euédrica, pleocróica variando de amarela a marrom, placosa; alongada, com o comprimento em torno de duas vezes a largura; textura picotada em olhos de peixe; birrefringência de segunda ordem;

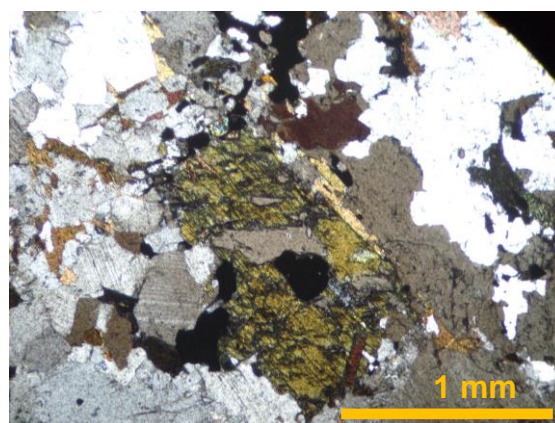
**Anfibólio** – coloração variando entre amarela a verde escura, birrefringência de segunda ordem, alguns exibem clivagem a 120°, subédricos e exibem contato reto com a biotita;

**Epidoto** – coloração amarela clara, birrefringência alta de segunda ordem, subédrico e ocorre em pouquíssima proporção;

**Apatita** – Incolor, relevo alto, euédrica, birrefringência baixa cinza de primeira ordem e ocorre espalhada por toda seção;

**Opacos** – ocorrem subédricos, espalhados por toda seção e sempre associados aos máficos.

MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERAL OGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	8	Anfibólio	10
Plagioclásio	35	Epidoto	5
Feldspato Potássico	8	Apatita	7
Biotita	20	Opacos	7



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).



**5 - VUCÂNICA:** basalto

**Projeto:** Dissertação de Mestrado

**PREF.:** ZCPE-22

**AFLOR.:** 22

**PETRÓGRAFO:** Cristiane M. L. Teixeira

**Mapa:** Folha Vitória e Caruaru

**Características Microscópicas** – rocha de granulação fina ( $\ll 1\text{mm}$ ), composta mineralogicamente por: quartzo, plagioclásio em formas de espículas e com distribuição radial, clorita, alanita e calcita secundária em forma de nódulos ou preenchendo fraturas, e opacos. No geral tem uma matriz equigranular radial muito fina.

#### **Característica mineralógica individual**

**Quartzo** – em pouca proporção, incolor, e pouco aparente;

**Plagioclásio** – incolor, alongado, em forma de espículas e com distribuição radial e exibe, em alguns cristais, geminação polissintética;

**Clorita** – coloração verde clara, birrefringência cinza de primeira ordem e ocorrem em nódulos radiais;

**Alanita** – coloração alaranjada, anédrica a subédrica e com distribuição radial e homogênea;

**Carbonatos** – coloração branca, subédricos, birrefringência elevada de terceira ordem;

**Opacos** – anédricos e distribuídos homogeneamente por toda seção.

**CLASSIFICAÇÃO:** Ígnea vulcânica / **ROCHA:**

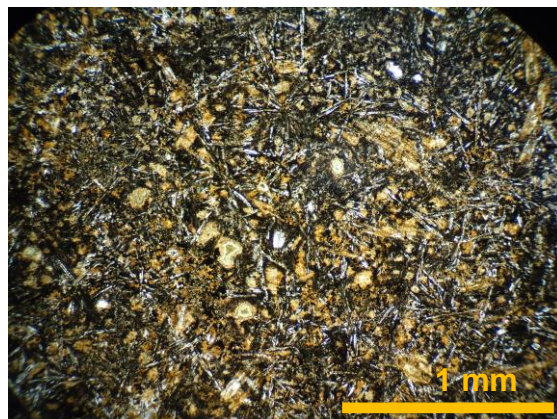
*Basalto*

COMPOSIÇÃO MODAL

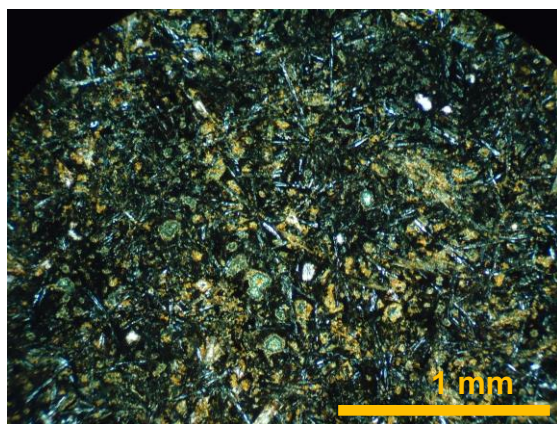
ESTIMADA = SIM

CALCULADA = NÃO

MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)	MINERALOGIA	PORCENTAGEM (%)
Quartzo	8	Alanita	17
Plagioclásio	40	Carbonatos	10
Clorita	20	Opacos	5



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis paralelos).



Fotomicrografia ilustrando os aspectos gerais da seção delgada (Objetiva de 4X e Nicóis cruzados).

**APÊNDICE I B**

**TABELAS DE AFLORAMENTOS E DADOS**

## APÊNDICE I B - TABELAS DE AFLORAMENTOS E DADOS

Afloramento	Zona	Coord. E	Coord. N	Litologia
ZCPE 001	25 L	262203	9103076	Protomilonito a milonito de enxame de diques
ZCPE 002	25 L	261746	9103424	Milonito a Ultramilonito de granito equigranular e milonito bandado
ZCPE 003	25 L	258847	9102768	Protomilonito diorítico foliado com veio de quartzo estirado
ZCPE 004	25 L	258715	9101274	Protomilonito de anfibólio granito equigranular
ZCPE 005	25 L	259340	9101210	Milonito de granito equigranular
ZCPE 006	25 L	259315	9103196	Protomilonito a milonito de granito inequigranular
ZCPE 007	25 L	264915	9103278	Protomilonito de granito equigranular
ZCPE 008	25 L	264725	9103726	Milonito de anfibólio granito médio/grosso
ZCPE 009	25 L	264495	9103964	Protomilonito de granito médio/grosso
ZCPE 010	25 L	264170	9104478	Milonito de granito equigranular
ZCPE 011	25 L	258104	9103500	Milonito a Ultramilonito de granito equigranular
ZCPE 012	25 L	258332	9107614	Protomilonito de granito equigranular
ZCPE 013	25 L	262671	9103922	Ultramilonito
ZCPE 014	25 L	261787	9105602	Ortognaisse granítico com pequeno dique pegmatítico
ZCPE 015	25 L	267784	9102752	Protomilonito de composição granítica
ZCPE 016	25 L	261222	9106716	Milonito a ultramilonito de granito equigranular
ZCPE 017	25 L	259698	9103880	Milonito a ultramilonito de granito fino com porfiroclastos
ZCPE 018	25 L	259697	9103880	Milonito a ultramilonito de granito fino com porfiroclastos
ZCPE 019	25 L	261682	9103226	Milonito de granito equigranular com porfiroclastos
ZCPE 020	25 L	263268	9101072	Granito equigranular (protomilonito)
ZCPE 021	25 L	263191	9100824	Granito deformado
ZCPE 022	25 L	260465	9101824	Ortognaisse bandado milonitizado
ZCPE 023	25 L	248463	9100762	Milonito indiscriminado
ZCPE 024	25 L	246302	9099430	Milonito a ultramilonito de leucogranito
ZCPE 025	25 L	253894	9105758	Granito <i>sensu strictu</i>
ZCPE 026	25 L	253854	9104866	Milonito de composição granítica

<b>ZCPE 027</b>	25 L	249025	9102322	Milonito composição granítica
<b>ZCPE 028</b>	25 L	245746	9104688	Granito homogêneo
<b>ZCPE 029</b>	25 L	245560	9104928	Quartzito
<b>ZCPE 030</b>	25 L	248627	9107436	Paragnaisse
<b>ZCPE 031</b>	25 L	249327	9106872	Paragnaisse
<b>ZCPE 032</b>	25 L	263463	9101034	Ortognaisse diorítico a granodiorítico
<b>ZCPE 033</b>	25 L	263546	9100120	Granito
<b>ZCPE 034</b>	25 L	263466	9099290	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 035</b>	25 L	263707	9098248	Granito
<b>ZCPE 036</b>	25 L	266194	9098036	Granito
<b>ZCPE 037</b>	25 L	266136	9099644	Granito
<b>ZCPE 038</b>	25 L	365947	9100106	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 039</b>	25 L	249093	9100016	Protomilonito de granito médio
<b>ZCPE 040</b>	25 L	250823	9099000	Ortognaisse composição granítica
<b>ZCPE 041</b>	25 L	252059	9101714	Milonito a ultramilonito máfico e félsico
<b>ZCPE 042</b>	25 L	250697	9098734	Ortognaisse de granito equigranular
<b>ZCPE 043</b>	25 L	250973	9097070	Granito
<b>ZCPE 044</b>	25 L	254490	9098406	Granito
<b>ZCPE 045</b>	25 L	262775	9104590	Milonito de granito
<b>ZCPE 046</b>	25 L	263434	9104454	Milonito de diorito
<b>ZCPE 047</b>	25 L	256006	9102136	Milonito de granito
<b>ZCPE 048</b>	25 L	257371	9102296	Milonito
<b>ZCPE 049</b>	25 L	256972	9102374	Protomilonito de diorito
<b>ZCPE 050</b>	25 L	257449	9101866	Milonito de granito
<b>ZCPE 051</b>	25 L	257023	9101664	Protomilonito
<b>ZCPE 052</b>	25 L	257246	9100812	Milonito de granito equigranular
<b>ZCPE 053</b>	25 L	258162	9100536	Ortognaisse de quartzo monzonito equigranular
<b>ZCPE 054</b>	25 L	260639	9099415	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 055</b>	25 L	260797	9099986	Granito

<b>ZCPE 056</b>	25 L	259894	9100080	Granito
<b>ZCPE 057</b>	25 L	249838	9098474	Ortognaisse
<b>ZCPE 058</b>	25 L	248379	9097092	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 059</b>	25 L	246934	9097196	Ortognaisse diorítico a granodiorítico
<b>ZCPE 060</b>	25 L	246605	9097222	Ortognaisse diorítico a granodiorítico
<b>ZCPE 061</b>	25 L	246079	9096860	Granito
<b>ZCPE 062</b>	25 L	246181	9097510	Granito
<b>ZCPE 063</b>	25 L	246388	9097710	Granito
<b>ZCPE 064</b>	25 L	247533	9097816	Ortognaisse diorítico
<b>ZCPE 065</b>	25 L	247086	9098288	Granito com foliação magmática
<b>ZCPE 066</b>	25 L	265339	9103824	Milonito de composição granítica
<b>ZCPE 067</b>	25 L	268605	9104480	Milonito a ultramilonito
<b>ZCPE 068</b>	25 L	265986	9108078	Milonito
<b>ZCPE 069</b>	25 L	263503	9107324	Ultramilonito
<b>ZCPE 070</b>	25 L	257749	9096806	Granito
<b>ZCPE 071</b>	25 L	258342	9097190	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 072</b>	25 L	258597	9098296	Paragnaisse
<b>ZCPE 073</b>	25 L	259499	9099220	Paragnaisse arcoseano
<b>ZCPE 074</b>	25 L	258233	9099122	Paragnaisse arcoseano
<b>ZCPE 075</b>	25 L	258083	9099000	Paragnaisse
<b>ZCPE 076</b>	25 L	257220	9097614	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE 077</b>	25 L	255544	9098468	Granito sensu strictu
<b>ZCPE 078</b>	25 L	251356	9107062	Paragnaisse
<b>ZCPE 079</b>	25 L	254621	9107484	Milonito de metassedimento
<b>ZCPE 080</b>	25 L	246817	9102026	Protomilonito de composição granítica
<b>ZCPE 081</b>	25 L	241970	9101092	Milonito de granito
<b>ZCPE 082</b>	25 L	246321	9103606	Paragnaisse
<b>ZCPE 083</b>	25 L	245887	9104628	Paragnaisse, quartzito e pegmatito
<b>ZCPE 084</b>	25 L	245350	9105338	Paragnaisse e pegmatito



<b>ZCPE 085</b>	25 L	244828	9106158	Paragneisse, quartzito e pegmatito
<b>ZCPE 086</b>	25 L	278759	9105506	Milonito a ultramilonito de granito equigranular
<b>ZCPE 087</b>	25 L	276832	9105666	Milonito a ultramilonito de granito equigranular
<b>ZCPE 088</b>	25 L	272197	9104732	Milonito de granito médio/grosso
<b>ZCPE 089</b>	25 L	272084	9105034	Protomilonito a milonito bandado
<b>ZCPE 090</b>	25 L	270829	9104522	Milonito bandado
<b>ZCPE 091</b>	25 L	273875	9104370	Milonito de granito equigranular
<b>ZCPE 092</b>	25 L	274297	9104440	Tectonito L-S de granito grosso
<b>ZCPE 093</b>	25 L	274594	9104510	Milonito de granito grosso
<b>ZCPE 094</b>	25 L	277647	9105248	Milonito de granito médio/grosso
<b>ZCPE 095</b>	25 L	273823	9104720	Rocha calcissilicática e xisto protomiloníticos
<b>ZCPE 096</b>	25 L	272282	9104482	Milonito a ultramilonito de leucogranito
<b>ZCPE 097</b>	25 L	271887	9104994	Ortognaisse bandado milonitizado
<b>ZCPE 098</b>	25 L	271121	9104576	Milonito bandado
<b>ZCPE 099</b>	25 L	270717	9104894	Milonito de granito grosso
<b>ZCPE 100</b>	25 L	271986	9106998	Milonito a ultramilonito de granito equigranular
<b>ZCPE 101</b>	25 L	249854	9098508	Milonito bandado
<b>ZCPE 102</b>	25 L	265357	9103820	Protomilonito a milonito
<b>ZCPE 103</b>	25 L	265965	9103838	Milonito
<b>ZCPE 104</b>	25 L	267349	9103532	Milonito s-c de granito equigranular
<b>ZCPE 105</b>	25 L	269285	9107466	Milonito de granito róseo
<b>ZCPE 106</b>	25 L	269032	9105076	Ortognaisse
<b>ZCPE 107</b>	25 L	266273	9108230	Muscovita Biotita Xisto milonitizado
<b>ZCPE 108</b>	25 L	268135	9105138	Biotita xisto milonitizado
<b>ZCPE 109</b>	25 L	272128	9106216	Milonito
<b>ZCPE 110</b>	25 L	271376	9106640	Granito
<b>ZCPE-111</b>	25L	220050	9090542	Granito
<b>ZCPE-112</b>	25L	221584	9090802	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE-113</b>	25L	223392	9090586	Diorito

<b>ZCPE-114</b>	25L	224534	9088988	Granito sensu stritu
<b>ZCPE-115</b>	25L	225525	9088130	Granito porfirítico
<b>ZCPE-116</b>	25L	219339	9089598	Granito porfirítico
<b>ZCPE-117</b>	25L	220042	9087864	Muscovita-granito cinza
<b>ZCPE-118</b>	25L	222586	9085164	Granito cinza
<b>ZCPE-119</b>	25L	225945	9094952	Proto a milonito de granito
<b>ZCPE-120</b>	25L	225595	9092224	Granito com xenólitos dioríticos
<b>ZCPE-121</b>	25L	228132	9089650	Ortognaisse granítico cinza
<b>ZCPE-122</b>	25L	229882	9087168	Muscovita Granito Isotrópico
<b>ZCPE-123</b>	25L	230809	9083228	Muscovita Granito
<b>ZCPE-124</b>	25L	236672	9077632	Granito grosso
<b>ZCPE-125</b>	25L	240361	9076398	Granito cinza a amarelo
<b>ZCPE-126</b>	25L	243508	9073202	Ortognaisse Cinza
<b>ZCPE-127</b>	25L	245388	9071310	Granito Róseo médio
<b>ZCPE-128</b>	25L	246363	9069566	Dique de pegmatítico de aproximadamente 50m de largura
<b>ZCPE-129</b>	25L	268461	9047644	Álcali-Feldspato Granito
<b>ZCPE-130</b>	25L	266741	9047270	Álcali-Feldspato Granito
<b>ZCPE-131</b>	25L	258026	9057546	Granito grosso cinza rosado
<b>ZCPE-132</b>	25L	257990	9057918	Granito médio
<b>ZCPE-133</b>	25L	256862	9058694	Granito cinza
<b>ZCPE-134</b>	25L	255788	9058864	Granito porfirítico
<b>ZCPE-135</b>	25L	213650	9098030	Ortognaisse
<b>ZCPE-136</b>	25L	213245	9099632	Quartzo-sienito
<b>ZCPE-137</b>	25L	217327	9095538	Muscovita-biotita-xisto
<b>ZCPE-138</b>	25L	218589	9099724	Muscovita-biotita-xisto
<b>ZCPE-139</b>	25L	220153	9099804	Ortognaisse granodiorítico cinza
<b>ZCPE-140</b>	25L	223105	9096270	Milonito de composição granítica
<b>ZCPE-141</b>	25L	232606	9097514	Ultramilonito fino, coloração alaranjada, composição não definida
<b>ZCPE-142</b>	25L	228904	9096504	Ultramilonito de composição variada, enxame de diques

<b>ZCPE-143</b>	25L	220434	9093888	Ultramilonito S-C, composição variada, enxame de diques
<b>ZCPE-144</b>	25L	221150	9095086	Protomilonito granítico grosso com sigmóides dextrais
<b>ZCPE-145</b>	25L	211635	9091064	Ultramilonito de composição variada, enxame de diques
<b>ZCPE-146</b>	25L	212055	9090458	Milonito S-C de composição granítica
<b>ZCPE-147</b>	25L	212642	9089364	Protomilonito a milonito e composição granítica
<b>ZCPE-148</b>	25L	210503	9088046	Protomilonito a milonito de composição granítica
<b>ZCPE-149</b>	25L	214572	9088372	Granito Porfírico com cristais de feldspato potássico com ~2 cm
<b>ZCPE-150</b>	25L	216220	9089708	Granito com foliação magmática e granulação grossa
<b>ZCPE-151</b>	25L	217629	9069578	Granito com foliação magmática e cortado por dique pegmatítico
<b>ZCPE-152</b>	25L	234583	9099888	Paragnaisse arcoseano de coloração branca
<b>ZCPE-153</b>	25L	233929	9100160	Ultramilonito, composição indeterminada (intemperismo acentuado), mas dentro do contexto metassedimentar, com diques paralelos à foliação
<b>ZCPE-154</b>	25L	231056	9102522	Protomilonito de Paragnaisse com granada
<b>ZCPE-155</b>	25L	230184	9102954	Milonito de protólito metassedimentar (paragnaisse e/ou xisto)
<b>ZCPE-156</b>	25L	234431	9103554	Sequência metassedimentar (Granada-biotita-xisto e paragnaisse)
<b>ZCPE-157</b>	25L	235763	9102904	Paragnaisse milonitizado com diques pegmatíticos concordantes
<b>ZCPE-158</b>	25L	237215	9102342	Milonito de composição de paragnaisse
<b>ZCPE-159</b>	25L	238037	9102718	Milonito de sequência metassedimentar
<b>ZCPE-160</b>	25L	239889	9102740	Muscovita-quartzito deformado pela ZCPE
<b>ZCPE-161</b>	25L	242056	9100094	Protomilonito de composição granítica
<b>ZCPE-162</b>	25L	243718	9099108	Milonito composição não definida, muito intemperizado
<b>ZCPE-163</b>	25L	244268	9098094	Ultramilonito de composição granítica
<b>ZCPE-164</b>	25L	234964	9096950	Milonito de composição variada (porção diorítica)
<b>ZCPE-165</b>	25L	234506	9098720	Milonito de composição granítica
<b>ZCPE-166</b>	25L	230597	9098046	Milonito de protólito granítico
<b>ZCPE-167</b>	25L	229602	9097944	Milonito de protólito granítico
<b>ZCPE-168</b>	25L	226439	9098426	Protomilonito de sequência metassedimentar (paragnaisse)
<b>ZCPE-169</b>	25L	225337	9098512	Milonito de sequência metassedimentar (paragnaisse)

<b>ZCPE-170</b>	25L	226976	9099944	Paragneisse milonitizado
<b>ZCPE-171</b>	25L	228319	9105632	Biotita muscovita xisto deformado pela ZCPE
<b>ZCPE-172</b>	25L	228547	9107392	Biotita muscovita xisto
<b>ZCPE-173</b>	25L	229492	9106848	Granada-biotita-xisto
<b>ZCPE-174</b>	25L	231033	9105140	Granada-biotita-xisto
<b>ZCPE-175</b>	25L	237762	9097936	Milonito intemperizado
<b>ZCPE-176</b>	25L	238748	9098014	Ultramilonito de composição granítica
<b>ZCPE-177</b>	25L	240205	9098030	Ultramilonito de composição granítica
<b>ZCPE-178</b>	25L	278752	9105496	Milonito de composição granítica S-C
<b>ZCPE-179</b>	25L	276825	9105680	Protomilonito de composição granítica
<b>ZCPE-180</b>	25L	276593	9106190	Cobertura sedimentar (dentro do contexto milonítica)
<b>ZCPE-181</b>	25L	276595	9104656	Cobertura sedimentar (dentro do contexto milonítica)
<b>ZCPE-182</b>	25L	275801	9105932	Ultramilonito de composição granítica
<b>ZCPE-183</b>	25L	271223	9104572	Milonito a ultramilonito de granito a diorito
<b>ZCPE-184</b>	25L	269895	9105372	Cobertura sedimentar (dentro do contexto milonítica)
<b>ZCPE-185</b>	25L	274459	9104508	Protomilonito de granito
<b>ZCPE-186</b>	25L	221896	9092870	Granito rico em feldspato potássico, granulação média/grossa
<b>ZCPE-187</b>	25L	220451	9095286	Ortognaisse cinza granulação média deformado
<b>ZCPE-188</b>	25L	211187	9098253	Ortognaisse cinza granulação média
<b>ZCPE-189</b>	25L	210153	9097132	Ortognaisse cinza
<b>ZCPE-190</b>	25L	211875	9103570	Ortognaisse granítico
<b>ZCPE-191</b>	25L	213653	9103258	Ortognaisse cinza médio
<b>ZCPE-192</b>	25L	224637	9097406	Ortognaisse cinza médio deformado

<b>AFLORAMENTO</b>	<b>Foliação</b>	<b>Lineação</b>
<b>ZCPE-001</b>	70Az/70°/160Az; 60Az, 70°/150Az; 72Az, 55°/162	8°/76°, sub-hor/90Az
<b>ZCPE-002</b>	61Az/72°/151Az	08°/77Az
<b>ZCPE-003</b>	70Az/80°/340Az;	0°/68
<b>ZCPE-004</b>	62Az, 74°/152Az	11°/63Az
<b>ZCPE-005</b>	Pouco clara	13°/65Az
<b>ZCPE-006</b>	C - 255Az/70°/165Az, 258Az/55°/168 e S - 244Az/60°/154Az,	2°/245Az (em plano 255Az, 70°/165Az)
<b>ZCPE-007</b>	75Az/84°/165Az	
<b>ZCPE-008</b>	82Az/60°/172Az	11°/82Az
<b>ZCPE-009</b>	76Az/72°/166Az (S), 105Az (C)	
<b>ZCPE-010</b>	85Az/74°/175Az; C:108Az, 78°/198	
<b>ZCPE-011</b>	68Az/70°/158Az	1°/250Az; 68Az/sub-horiz.
<b>ZCPE-012</b>	40Az/50°/130Az	
<b>ZCPE-013</b>	C:270Az/sub-vert.; S: 258Az/70°/168Az	
<b>ZCPE-014</b>	265Az	
<b>ZCPE-015</b>	262Az/sub-vert	05°/82Az
<b>ZCPE-016</b>	60/78°/330Az; 70Az, 72°/340Az	21°/60Az; 5/60Az
<b>ZCPE-017</b>	85Az/72°/175Az	10°/270Az
<b>ZCPE-018</b>	61Az/50°/151Az	
<b>ZCPE-019</b>	72Az/72°/162Az (S), 78Az C	
<b>ZCPE-020</b>	65Az/60°/335Az	
<b>ZCPE-021</b>	75Az/78°/345Az	
<b>ZCPE-022</b>	302Az, 15°/212Az; 65Az/88°/155Az	03°/63Az
<b>ZCPE-023</b>	185Az/75°/95Az	10°/185Az
<b>ZCPE-024</b>	70Az/75°/160Az; 60Az, 59°/150Az; C: 97Az, 60°/07Az	
<b>ZCPE-025</b>	290Az/Sub-vert.	
<b>ZCPE-026</b>	50Az/60°/320Az(S)	

<b>ZCPE-027</b>	90Az/63°/0Az e 85Az/22°/355Az	08°/90Az
<b>ZCPE-029</b>	55Az/52°/145Az	7°/75Az
<b>ZCPE-030</b>	38Az/34°/128Az	
<b>ZCPE-031</b>	85Az/82°/175Az	
<b>ZCPE-032</b>	65Az/57°/335Az	
<b>ZCPE-038</b>	65Az/61°/155Az	
<b>ZCPE-039</b>	250Az/83°/160Az(milonito); 70Az, 54°/160Az (xisto)	7°/250Az
<b>ZCPE-041</b>	265Az/70°/175Az	09°/256Az
<b>ZCPE-042</b>	54Az/62°/144Az	
<b>ZCPE-043</b>	60Az/80°/150Az	
<b>ZCPE-045</b>	75Az/82°/165Az	
<b>ZCPE-046</b>	250Az/74°/140Az	14°/97Az
<b>ZCPE-047</b>	84Az/54°/174Az	10°/260Az
<b>ZCPE-048</b>	65Az/72°/155Az	
<b>ZCPE-049</b>	255Az/80°/165Az	0°/255Az
<b>ZCPE-050</b>	70Az/40°/160Az	
<b>ZCPE-051</b>	72Az/45°/162Az	
<b>ZCPE-052</b>	58Az/45°/148Az	
<b>ZCPE-057</b>	251Az/41°/161Az	
<b>ZCPE-058</b>	234Az	
<b>ZCPE-059</b>	65Az/65°/155Az	
<b>ZCPE-060</b>	60Az/74°/150Az	
<b>ZCPE-061</b>	240Az	
<b>ZCPE-062</b>	65Az/51°/155Az	04°/70Az
<b>ZCPE-065</b>	70Az/60°/160Az	
<b>ZCPE-066</b>	80Az/85°/70Az	
<b>ZCPE-067</b>	255Az/70°/345Az	
<b>ZCPE-068</b>	85Az/sub-vert.	
<b>ZCPE-069</b>	255Az/74°/345Az	



<b>ZCPE-070</b>	230Az	
<b>ZCPE-071</b>	300Az/40°/30Az	
<b>ZCPE-072</b>	Não insitu	
<b>ZCPE-073</b>	90Az/61°/180Az	
<b>ZCPE-075</b>	240Az	
<b>ZCPE-076</b>	225Az/75°/135Az	
<b>ZCPE-077</b>	240Az/62°/130Az	
<b>ZCPE-079</b>	50Az/78°/140	11°/355Az
<b>ZCPE-080</b>	35Az/53°/125Az; 45Az/73°/135; 45Az/53°/135Az	10°/40Az; 15°/220
<b>ZCPE-081</b>	80Az/74°/170Az; 80Az/80°/350Az; 80Az/80°/170Az	50°/90Az
<b>ZCPE-082</b>	Não insitu	
<b>ZCPE-083</b>	235Az/88°/145Az	80°/320Az
<b>ZCPE-084</b>	60Az/50°/150Az	
<b>ZCPE-085</b>	40Az/25°/130Az	
<b>ZCPE-086</b>	84Az/84°/174Az; 95Az, 72°/185Az	17°/264°; 4°/275Az
<b>ZCPE-087</b>	82Az, vertical	
<b>ZCPE-088</b>	80Az, 67°/170Az; C':110Az, 76°/200Az	
<b>ZCPE-089</b>	82Az, 75°/352Az	10°/268Az
<b>ZCPE-090</b>	81Az, 58°/171Az	10°/86Az
<b>ZCPE-091</b>	85Az, 75°/175Az	8°/86Az
<b>ZCPE-092</b>	90Az, 24°/180Az	17°/260Az
<b>ZCPE-093</b>	70Az, 59°/160Az	2°/248Az
<b>ZCPE-094</b>	83Az, 74°//173Az	
<b>ZCPE-095</b>	85AZ, 49°/175Az	
<b>ZCPE-096</b>	92Az, 74°/182Az	11°/270Az
<b>ZCPE-097</b>	95Az, 44°/185Az	4°/264Az
<b>ZCPE-098</b>	75AZ, 73°SE	7°/252Az
<b>ZCPE-099</b>	76Az, 66°/166Az; C':103Az	
<b>ZCPE 100</b>	87Az, 80°/177Az	5°/276Az

<b>ZCPE 101</b>	60Az, 67°/150Az; C:278Az, 67°/188Az	
<b>ZCPE 102</b>	258Az, 66°/168	1°/261Az
<b>ZCPE 103</b>	260Az, 77°/170Az; C:101Az, 72°/11Az	
<b>ZCPE 105</b>	254Az, 54°/344Az; C:264Az, 78°/174Az	
<b>ZCPE 107</b>	65Az, 81°//335Az; 58Az	
<b>ZCPE 108</b>	257Az, 55°/167Az	
<b>ZCPE 109</b>	248Az, 74°/158Az	
<b>ZCPE 110</b>	62Az, 71°/152Az	
<b>ZCPE-111</b>	90, 72°/0Az	
<b>ZCPE-112</b>	82Az, 60°/172Az	
<b>ZCPE-115</b>	80Az, sub-ver	26°/80Az
<b>ZCPE-116</b>	108Az, 50°/ 18Az	
<b>ZCPE-119</b>	68Az, 53°/NW; 80Az, 84°/350Az	3°/248Az; 22°/80Az
<b>ZCPE-121</b>	45Az, 57°/13Az	
<b>ZCPE-122</b>	45Az, 75°/135	
<b>ZCPE-125</b>	58Az, 56°/148Az	
<b>ZCPE-126</b>	85Az, 35°/175Az	
<b>ZCPE-135</b>	32Az, 41°/122Az;	
<b>ZCPE-136</b>	40Az, 63°/130Az; 20Az, 60°/110Az	
<b>ZCPE-137</b>	50Az, 49°/140;	20°/80Az
<b>ZCPE-138</b>	40Az, 43°/130	
<b>ZCPE-139</b>	05Az, 72°/95Az	
<b>ZCPE-140</b>	30Az, 65°/120Az	
<b>ZCPE-141</b>	65Az, 52°/155Az; 70Az, 55°/160Az	25°/70Az; 20°/70Az
<b>ZCPE-142</b>	85Az, 70°/175Az; 40Az, 50°/130Az	32°/255Az
<b>ZCPE-143</b>	55Az, 77°/145Az	10°/55Az
<b>ZCPE-144</b>	45Az, 52°/135Az	19°/160Az
<b>ZCPE-145</b>	80Az, 80°/170Az	
<b>ZCPE-146</b>	70Az, 67°/160Az	

<b>ZCPE-147</b>	70Az, 68°/160Az	
<b>ZCPE-148</b>	65Az, 32°/155Az	
<b>ZCPE-149</b>	60Az	
<b>ZCPE-150</b>	40Az, 35°/130Az	18°/79Az
<b>ZCPE-151</b>	70Az	
<b>ZCPE-153</b>	60Az, sub-vertical; 85Az, 80°/175Az; 65Az, 70°/155Az	
<b>ZCPE-154</b>	50Az, 50°/140Az; 45Az, 42°/135Az	
<b>ZCPE-155</b>	48Az, 60°/138Az; 55Az, 60°/145Az, 62Az, 58°/152	
<b>ZCPE-156</b>	68Az, 65°/ 338	
<b>ZCPE-157</b>	30Az/sub-vert	
<b>ZCPE-158</b>	60Az/SE	
<b>ZCPE-159</b>	65Az/Sub-vertical	
<b>ZCPE-160</b>	55Az, 83°/335Az	
<b>ZCPE-161</b>	75Az	
<b>ZCPE-162</b>	75Az	
<b>ZCPE-163</b>	60Az, 65°/330Az	
<b>ZCPE-164</b>	35Az, 57°/125Az	
<b>ZCPE-165</b>	65Az/Sub-vert; 55Az, 75°/NW;	5°/50Az
<b>ZCPE-166</b>	~65Az	
<b>ZCPE-167</b>	55Az, 70°/325Az	
<b>ZCPE-168</b>	45Az, 48°/35Az	
<b>ZCPE-169</b>	55Az, 75°/145Az	
<b>ZCPE-170</b>	40Az, 64°/130Az	
<b>ZCPE-171</b>	40Az, 70°/130Az	
<b>ZCPE-172</b>	47Az, 30°/137; 22Az, 41° 112Az; 38Az, 35°/128; 32Az, 30°/122Az	29°/ 102Az
<b>ZCPE-173</b>	30Az, 30°/120Az; 40Az, 36°/130Az; 46Az, 32°/136Az; 30Az, 34°/120Az;	
<b>ZCPE-174</b>	35Az, 61°/125Az	
<b>ZCPE-175</b>	70Az	
<b>ZCPE-176</b>	70Az/ sub-vert	

<b>ZCPE-178</b>	85Az, 73°/175; 90Az, 82°/180Az	3°/85Az; 3°/90Az
<b>ZCPE-179</b>	85Az, 66°/175	
<b>ZCPE-182</b>	90Az/sub-vert	
<b>ZCPE-183</b>	85Az, 65°/175Az; 82Az, 60°/172	5°/250Az; 5°/82Az
<b>ZCPE-185</b>	80Az, 50°/350Az; 65, 60°/340	

<b>AFLORAMENTO</b>	<b>Fratura ou falha</b>
<b>ZCPE-001</b>	140Az/76°/230Az; 20/89/110
<b>ZCPE-002</b>	140Az, 86°/50Az; Sinistral
<b>ZCPE-003</b>	60Az/55°/330Az (deslocada pela falha); Sinistral
<b>ZCPE-007</b>	R(?): 172Az/sub-vert. Y(?): 335Az, 87°Ne; Dextral (?)
<b>ZCPE-008</b>	140Az/78°/50Az
<b>ZCPE-009</b>	162Az/66°/252Az
<b>ZCPE-014</b>	130Az/50°/40Az
<b>ZCPE-015</b>	80Az, 85°S
<b>ZCPE-022</b>	185Az sub-vert.
<b>ZCPE-023</b>	330Az/17°/240Az
<b>ZCPE-024</b>	88Az/04°/358Az
<b>ZCPE-025</b>	290Az/89°/20Az
<b>ZCPE-026</b>	342Az/68°/252Az
<b>ZCPE-027</b>	340Az/39°/250Az; 340Az/42°/250Az
<b>ZCPE-029</b>	25Az/80°/295Az
<b>ZCPE-030</b>	5Az/76°/275Az
<b>ZCPE-032</b>	172Az/57°/82Az
<b>ZCPE-039</b>	175Az, 68°/85Az; Sinistral
<b>ZCPE-041</b>	150Az/88°/60Az
<b>ZCPE-046</b>	145Az/80°/55Az
<b>ZCPE-048</b>	355Az/vertical
<b>ZCPE-063</b>	340Az/88°/70Az

<b>ZCPE-066</b>	345Az/sub-vert.
<b>ZCPE-068</b>	05Az/73°/275Az
<b>ZCPE-069</b>	180Az/85°/270Az
<b>ZCPE-075</b>	200Az/62°/290Az e 160az/85°/200Az
<b>ZCPE-076</b>	190Az e 320Az/65°/230Az
<b>ZCPE-077</b>	140AZ/83°/230Az e 320Az/87°/30Az
<b>ZCPE-078</b>	255Az/88°/345Az
<b>ZCPE-079</b>	340Az/37°/70Az
<b>ZCPE-090</b>	345Az, vertical (esp>1m)
<b>ZCPE-091</b>	359Az, 84°/269Az (dm); Dextral (?)
<b>ZCPE-097</b>	318Az, 82°/58Az (dm); 355Az, vertical (>1m)
<b>ZCPE-098</b>	5Az, vertical (>1m)
<b>ZCPE 101</b>	156Az, 51°/246Az (dm); Sinistral inversa
<b>ZCPE 105</b>	180 Az, 80°/90Az; 75°/90Az
<b>ZCPE 109</b>	188Az, 84°/278Az (dm); veios:145Az(logo, as fraturas podem ser de cisalhamento sinistrais)
<b>ZCPE-117</b>	145Az, sub-vert
<b>ZCPE-120</b>	145Az,47°/235Az
<b>ZCPE-122</b>	45Az/horizontal
<b>ZCPE-133</b>	145Az, 69°/235Az
<b>ZCPE-134</b>	75Az, sub-ver; 73Az, 84°/NW; 150Az, Sub-vert/60Az
<b>ZCPE-137</b>	280Az/61°/10Az; 42,41°/312; 06, 54°/286Az
<b>ZCPE-139</b>	290Az/sub-vert
<b>ZCPE-140</b>	100Az/sub-vert; 355Az/sub-vert
<b>ZCPE-142</b>	155Az, 42°/245
<b>ZCPE-145</b>	350Az, 70°/80Az
<b>ZCPE-151</b>	10Az/72°/100Az
<b>ZCPE-153</b>	10Az, 81°/ 280Az
<b>ZCPE-155</b>	95Az, 60°/05; 15Az, 64°/105Az; Sinistral
<b>ZCPE-163</b>	335Az/sub-vert
<b>ZCPE-164</b>	330Az

<b>ZCPE-165</b>	190Az, 89°/280; 125Az, 65°/35Az
<b>ZCPE-167</b>	335Az/subvertical
<b>ZCPE-173</b>	20Az, 57°/110Az
<b>ZCPE-175</b>	290Az; 15Az
<b>ZCPE-176</b>	105Az/sub-vert; 5Az/ sub-vert
<b>ZCPE-185</b>	345Az/Sub-vert

<b>AFLORAMENTO</b>	<b>Falha (estrias ou rejeito claros)</b>	<b>Estrias</b>
<b>ZCPE-001</b>	70Az/84°/60Az (?)	
<b>ZCPE-002</b>	0°, vertical	11°/5Az
<b>ZCPE-003</b>	350Az, 75°/80Az; 260Az, 40°/350Az	15°/65
<b>ZCPE-005</b>	62Az/74°/152Az	
<b>ZCPE-011</b>	185Az/82°/175Az	
<b>ZCPE-026</b>	240Az/72°/330Az	
<b>ZCPE-030</b>	312Az/66°/42Az	
<b>ZCPE-039</b>	335Az/75°/65Az	5°/155Az
<b>ZCPE-046</b>	105Az/71°/15Az	
<b>ZCPE-051</b>	05Az/52°/95Az	
<b>ZCPE-057</b>	0Az/45°/270Az e 300Az/44°/30Az	
<b>ZCPE-059</b>	340Az/sub-vert.	
<b>ZCPE-60</b>	340Az/sub-vert.	
<b>ZCPE-076</b>	190Az; 270Az	
<b>ZCPE-080</b>	115Az/53°/25Az	
<b>ZCPE-083</b>	200Az/83°/290Az	
<b>ZCPE-091</b>	5Az, 85°/275Az	23/190Az
<b>ZCPE 101</b>	1.258Az, 57°/168; 2.278, 67°S	1.10°/90Az
<b>ZCPE 109</b>	315Az, 85°/225Az	
<b>ZCPE-111</b>	50Az, 50°/140Az	
<b>ZCPE-116</b>	18Az, sub-vert	27°/349Az
<b>ZCPE-152</b>	14Az, 57°/104Az	55°/120Az
<b>ZCPE-155</b>	60Az, 43°/150Az; 05Az, Subvertical	46°/110



<b>AFLORAMENTO</b>	<b>Plano axial de dobra</b>	<b>Eixo de dobra</b>
<b>ZCPE-022</b>	60Az/48°/150Az	
<b>ZCPE-023</b>	5Az/81°/95	68°/55Az
<b>ZCPE-033</b>	255/85/345	71°/75
<b>ZCPE-034</b>	250Az/83°/340Az	75°/60Az
<b>ZCPE-078</b>	50Az/40°/140Az; 40Az/58/130Az	28°/60
<b>ZCPE-137</b>		20°/25Az

## **APÊNDICE II**

APÊNDICE II A – COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE TIRO

APÊNDICE II B – PARÂMETROS PARA MODELAGEM: r.in

APÊNDICE II C – PARÂMETROS PARA MODELAGEM: tx.in

APÊNDICE II D – PARÂMETROS PARA MODELAGEM: v.in

**APÊNDICE II A****COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE TIROS**

SP_16 829113	9136293	-7.8031 15 02 467	-36.0163 3472	NOV 20	2008 325 04
SP_17 205169	9104564	-8.0919 00 34 482	-35.6750 3544	NOV 20	2008 325 04
SP_18 242443	9070976	-8.3975 01 45 023	-35.3388 9F74	NOV 20	2008 325 06
SP_19 268415	9047642	-8.6098 03 34 762	-35.1042 9F74	NOV 20	2008 325 03

**APÊNDICE II B****PARÂMETROS PARA MODELAGEM: r.in**

**Arquivo r.in:** arquivo para tratamento de modelagem de dados

```

&pltpar isep=0, itx=1, idata=-1, symht=1., itxbox=1, iplot=0,
        imod=1, iray=2, ibnd=1, isum=2, ivel=0,
        xwindow=250., ywindow=175., vred=6,
        ircol=2, itcol=1,
&end
&axepar xmin=0., xmax=150., xmm=220.,
        zmax=40., zmm=60.,
        tmin=-2., tmax=6., tmm=100.,
        albht=5.0, orig=17.5, sep=7.5,
&end
&trapar imodf=1, ibsmth=1, ifast=1,
        ishot=1,2,-1
        xshot= 0.0,49.410,134.615,
        ray=1.1,1.3,2.3,3.2,
        nray=50,
        nsmax=200, space=1.0,
        aamin=0.01, aamax=89.9,
&end
&invpar invr=0,
&end

```

**APÊNDICE II C**

PARÂMETROS PARA MODELAGEM: tx.in

0.000	1.000	0.000	0
134.706	22.511	0.015	1
128.548	21.551	0.015	1
117.353	19.666	0.015	1
112.518	18.901	0.015	1
108.401	18.306	0.015	1
106.250	17.925	0.015	1
102.201	17.231	0.015	1
98.456	16.661	0.015	1
95.570	16.153	0.015	1
93.254	15.819	0.015	1
88.971	15.132	0.015	1
84.637	14.428	0.015	1
80.597	13.735	0.015	1
78.143	13.365	0.015	1
74.256	12.715	0.015	1
71.746	12.275	0.015	1
68.824	11.818	0.015	1
68.162	11.706	0.015	1
66.599	11.450	0.015	1
65.882	11.325	0.015	1
65.331	11.231	0.015	1
64.559	11.078	0.015	1
64.228	11.013	0.015	1
63.566	10.879	0.015	1
61.048	10.466	0.015	1
57.923	9.940	0.015	1
56.820	9.631	0.015	1
54.136	9.227	0.015	1
51.728	8.820	0.015	1
49.384	8.429	0.015	1
47.688	8.143	0.015	1
45.372	7.764	0.015	1
43.222	7.386	0.015	1
41.195	7.019	0.015	1
38.920	6.630	0.015	1
36.893	6.256	0.015	1
33.833	5.759	0.015	1
27.670	4.703	0.015	1
24.251	4.110	0.015	1
24.030	4.073	0.015	1
23.810	4.037	0.015	1

21.838	3.705	0.015	1
11.167	1.890	0.015	1
4.963	0.835	0.015	1
1.861	0.330	0.015	1
112.721	19.146	0.015	2
108.419	18.424	0.015	2
106.103	18.030	0.015	2

101.526	17.275	0.015	2
98.658	16.802	0.015	2
95.404	16.264	0.015	2
93.092	15.902	0.015	2
84.499	14.500	0.015	2
80.294	13.795	0.015	2
77.978	13.420	0.015	2
73.842	12.740	0.015	2
72.024	12.450	0.015	2
71.336	12.335	0.015	2
70.676	12.225	0.015	2
70.053	12.121	0.015	2
69.472	12.024	0.015	2
69.225	11.983	0.015	2
68.994	11.947	0.015	2
68.763	11.908	0.015	2
68.517	11.867	0.015	2
68.280	11.828	0.015	2
68.051	11.790	0.015	2
67.439	11.687	0.015	2
66.874	11.592	0.015	2
66.403	11.514	0.015	2
66.183	11.477	0.015	2



**APÊNDICE II D**

PARÂMETROS PARA MODELAGEM: v.in

```

1  .00 150.00

0  .00  .00
   0    0
1  .00 49.41 66.85 97.58 134.62 150.00
0  5.85 5.85 5.85 5.85 5.85 5.85
   0    0    0    0    0    0
1  .00 49.41 66.85 97.58 134.62 150.00
0  5.86 5.88 5.92 5.86 5.86 5.86
   0    0    0    0    0    0
2  .00 29.80 59.71 90.00 150.00
0  .38 2.80 2.80 1.00 1.00
   0    0    0    0    0
2  .00 39.68 49.41 65.48 80.00 134.62 150.00
0  5.88 5.88 5.88 5.93 5.93 5.91 5.91
   0    0    0    0    0    0    0
2  .00 39.68 49.41 65.48 80.00 134.62 150.00
0  5.97 5.97 5.97 5.97 5.97 5.97 5.97
   0    0    0    0    0    0    0
3  .00 50.00 65.00 150.00
0  7.00 7.00 5.00 5.00
   0    0    0    0
3  .00 39.68 49.41 80.00 134.62 150.00
0  6.00 6.00 6.00 6.20 6.20 6.20
   0    0    0    0    0    0
3  .00 39.68 49.41 80.00 134.62 150.00
0  6.70 6.70 6.70 6.70 6.70 6.70
   0    0    0    0    0    0
4  .00 76.18 150.00
0  32.50 34.00 36.00
   0    0    0
4  .00 39.68 49.41 80.00 134.62 150.00
0  8.10 8.10 8.10 8.10 8.10 8.10
   0    0    0    0    0    0
4  .00 39.68 49.41 80.00 134.62 150.00
0  8.20 8.20 8.20 8.20 8.20 8.20
   0    0    0    0    0    0
5  .00 150.00
0  40.00 40.00

```

## **APÊNDICE III**

APÊNDICE III A – DIAGRAMAS DOS TRAÇADOS DOS RAIOS AGRUPADOS

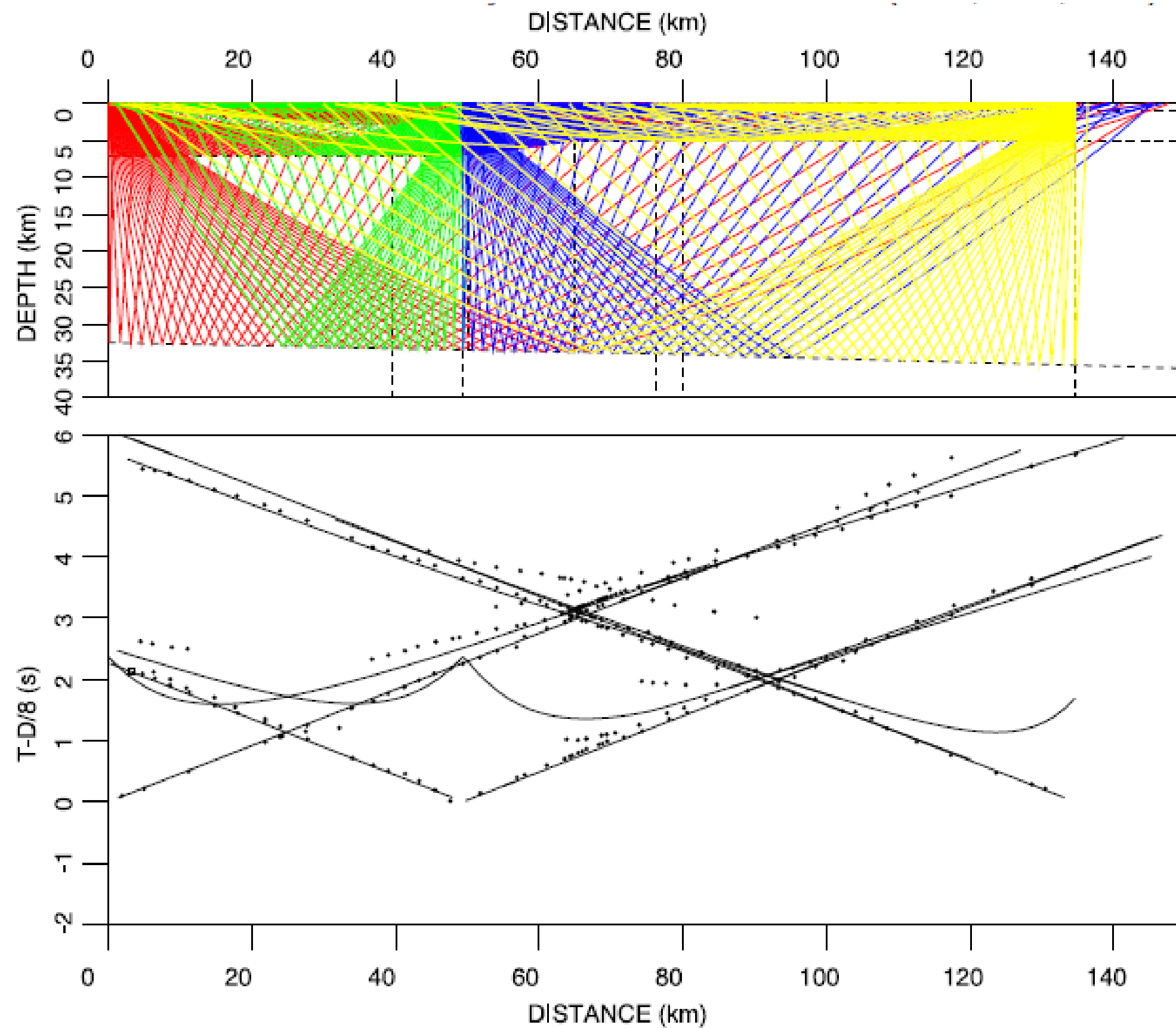
APÊNDICE III B – PERFIL SÍSMICO

APÊNDICE III C – DIAGRAMA DOS TRAÇADOS DOS RAIOS DO TIRO 16

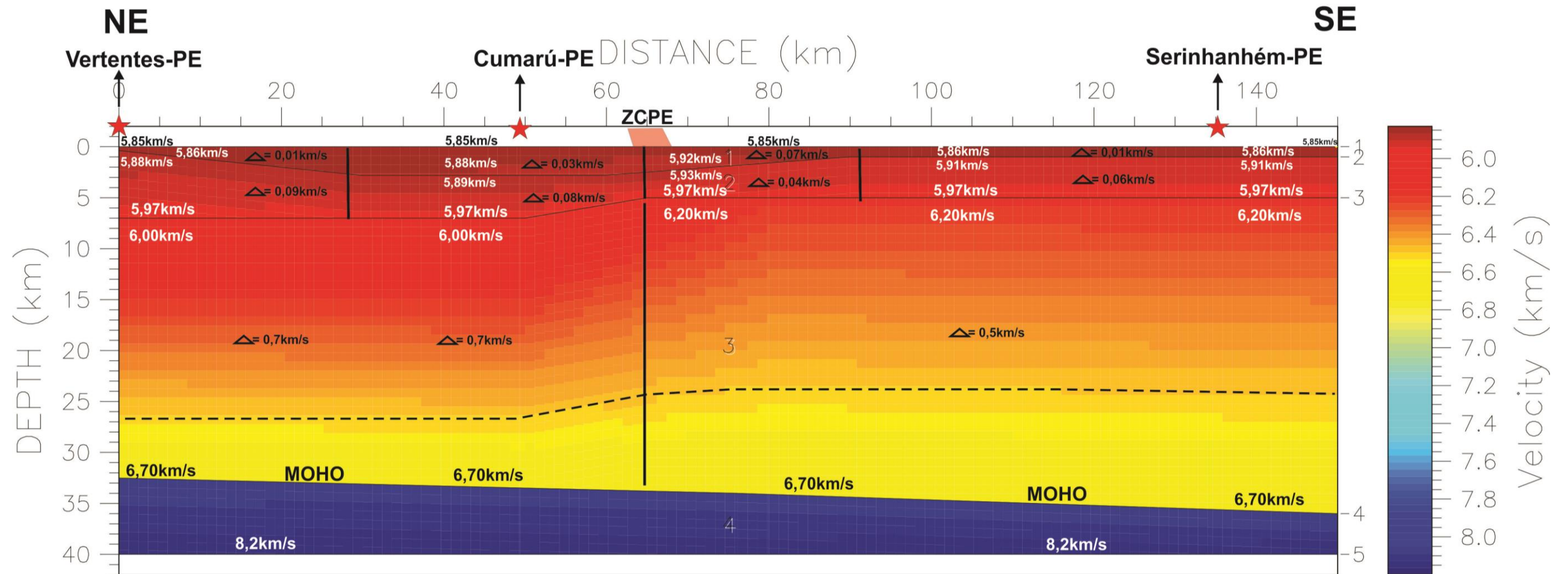
APÊNDICE III D – DIAGRAMA DOS TRAÇADOS DOS RAIOS DO TIRO 17

APÊNDICE III E – DIAGRAMA DOS TRAÇADOS DOS RAIOS DO TIRO 19

APÊNDICE III A – DIAGRAMA DE TRAÇADO DE RAIOS AGRUPADOS (SP-16, SP-17, SP-19)

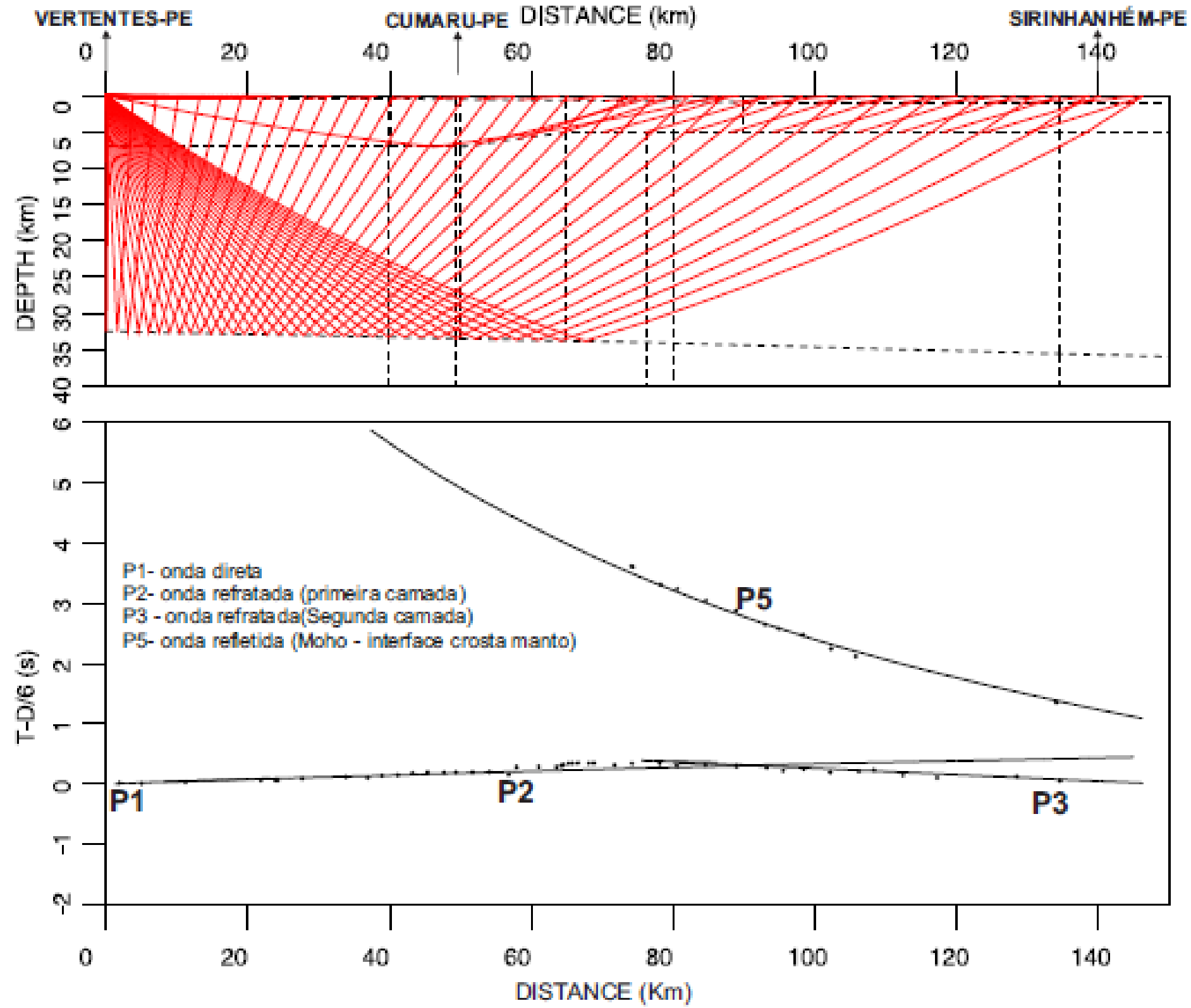


APÊNDICE III B – Perfil de Refração Sísmica NW – SE entre os municípios de Vertentes e Serinhanhém (PE).

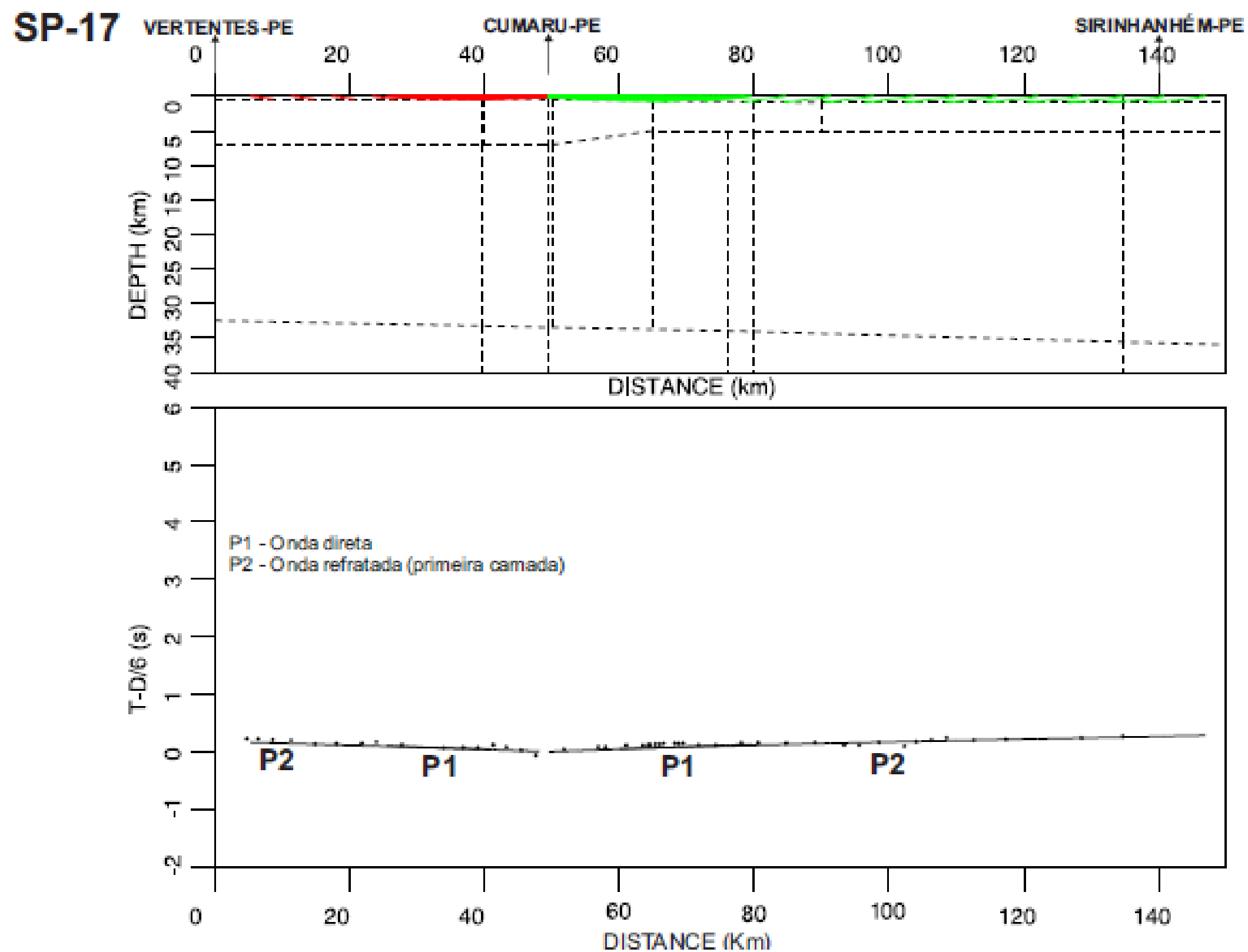


- ★ Pontos de tiro (Shot)
- △ diferença de velocidade dentro dos blocos
- ↑ Indicação do município principal
- / Interface sem parâmetros para definição

APÊNDICE III C – DIAGRAMA DE TRAÇADO DOS RAIOS – TIRO 16



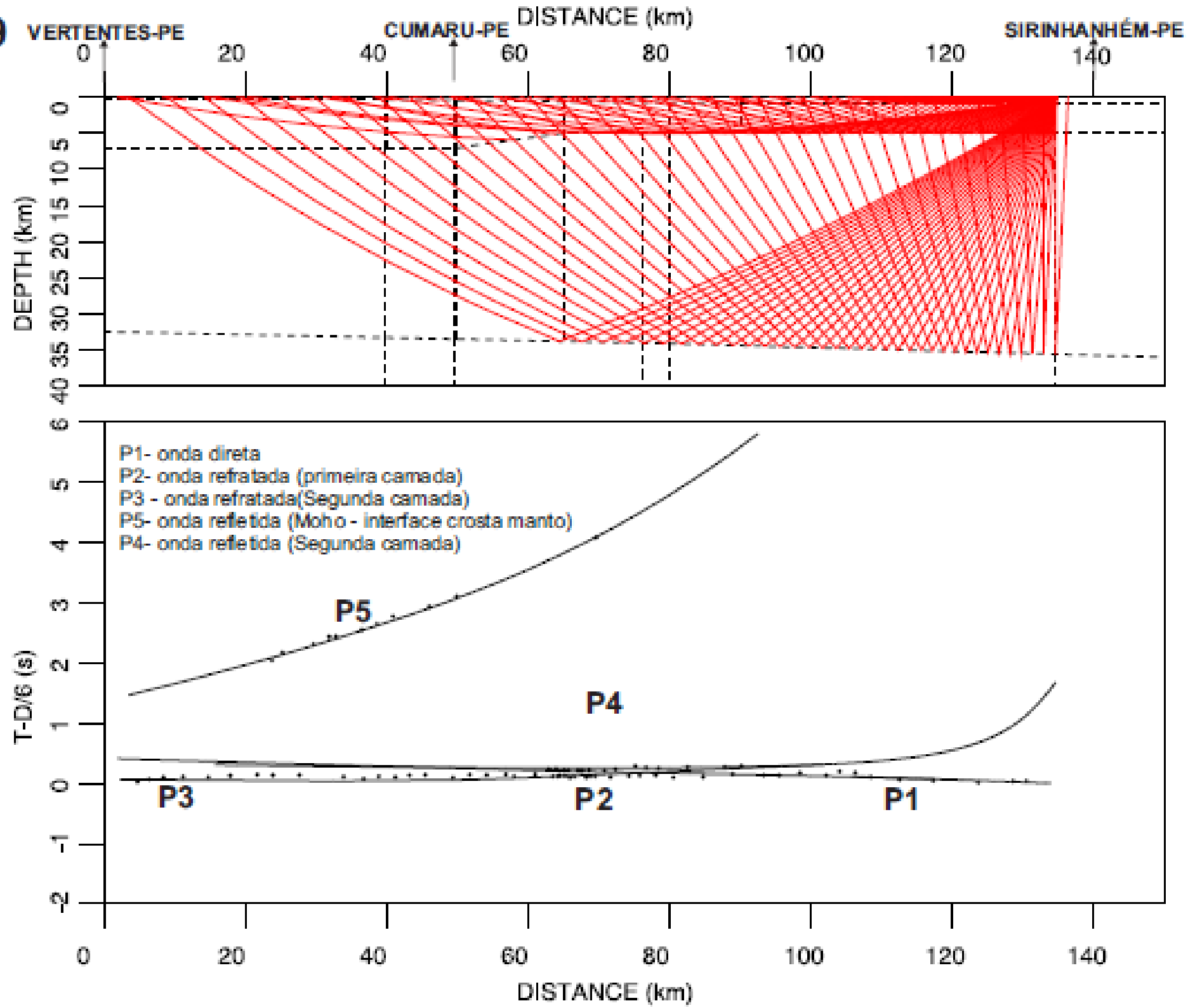
APÊNDICE III E - DIAGRAMA DE TRAÇADO DOS RAIOS – TIRO 17





APÊNDICE III E – DIAGRAMA DE TRAÇADO DE RAIOS – TIRO 19

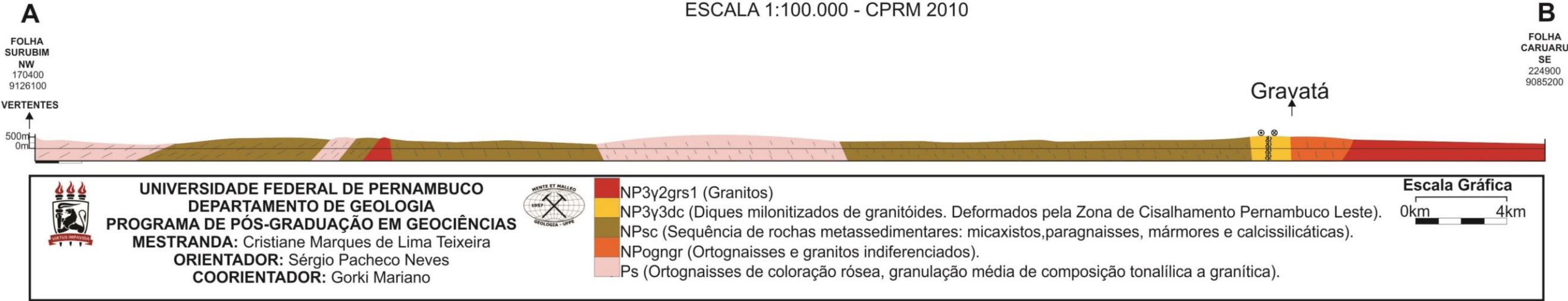
**SP-19**





APÊNDICE V - PERFIL GEOLÓGICO REGIONAL SIMPLIFICADO

PERFIL REGIONAL SIMPLIFICADO NAS FOLHAS SURUBIM E CARUARU  
ENTRE OS MUNICÍPIOS DE VERTENTES E GRAVATÁ (PE)  
MAPA GEOLÓGICO DE SURUBIM SB.25 -Y-C-IV  
ESCALA 1:100.000 - CPRM 2010  
MAPA GEOLÓGICO DE CARUARU SB.25-V-I-A  
ESCALA 1:100.000 - CPRM 2010



## **APÊNDICE VI**

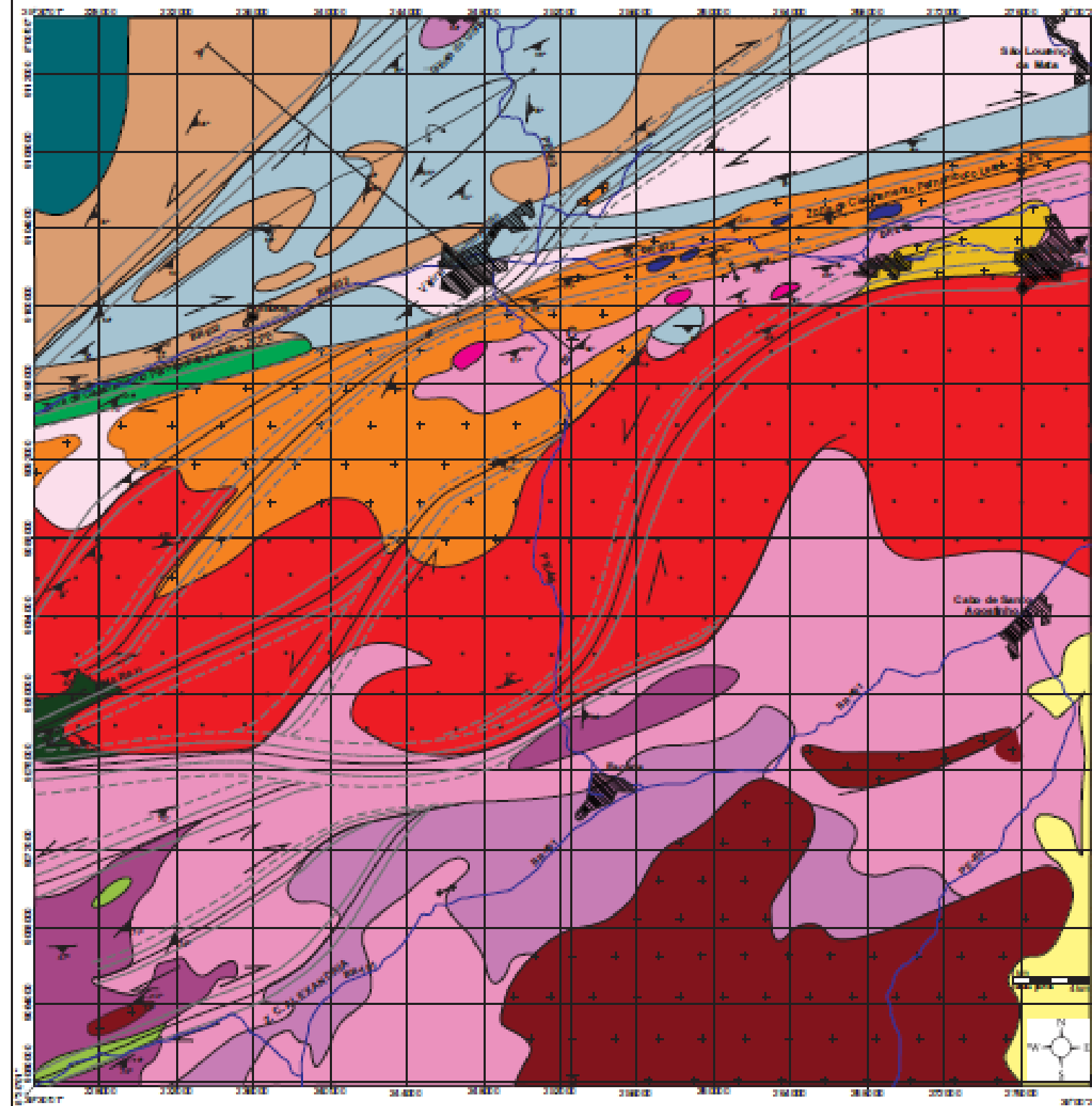
### **MAPA GEOLÓGICO ESTRUTURAL DA PORÇÃO ORIENTAL DA ZONA DE CISALHAMENTO PENAMBUCO LESTE**



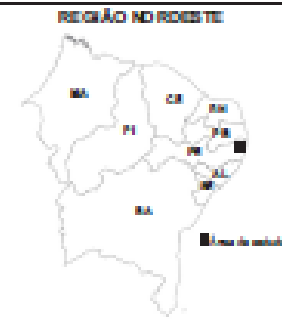
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS



# MAPA GEOLÓGICO-ESTRUTURAL DA FOLHA VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE

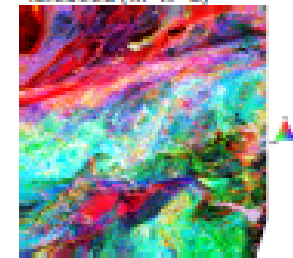


- LEGENDA**
- LITOLÓGICA**
- Cobertura sedimentar Terciária
  - NEOPROTEROZOICO (BACARANHO)**
    - Diapas de basalto
    - Granito de Diapas
    - Pilão Gavetá - 850 Ma (granito com corações miloníticos e metálicos)
    - Pilão Chã Grande - 850 Ma (granito com corações miloníticos)
    - Pilão Guany - 873 Ma
    - Granito no sul da área - 850 Ma (granito granodiorítico)
    - Ortognais Amarelo - 800 Ma (composição granítica)
    - Ortognais Trancidade - 830 Ma (composição granítica)
  - NEOPROTEROZOICO (CROQUIERIANO)**
    - Ortognais Alencara - 845 Ma (composição granítica e diorítica)
    - Ortognais Alfinho - 857 Ma (com pequenas corações miloníticos intermediários)
    - Complexo S. Amélia - 880 - 890 Ma
    - Granada-biotita
    - Paragnaisa quatro-folhas
  - NEOPROTEROZOICO (TONANDI)**
    - Ortognais Coque e Góia do Galo
    - Ortognais graníticas graníticas migmatizadas (- 870 Ma)
  - NEOPROTEROZOICO**
    - Complexo S. Antão toleítico de Passagem
  - NEOPROTEROZOICO (ALCANTARA)**
    - Alcântara - 871 Ma
    - Ortognais graníticas e dioríticas
- Convenções geológicas**
- Direção Falhação/Unificação
  - Faixa milonítica
  - Relevo direcional dorsal
  - Faixa milonítica
  - Relevo direcional sinistral
  - Zona de cisalhamento
  - Zona de cisalhamento inferior
  - Gradiente de deformação
  - Tranco axial de dobra antiforme invertida
  - Contatos
- Convenções cartográficas**
- Rede viária**
- Rodovia nacional
  - Via estadual
- Localidades**
- Município

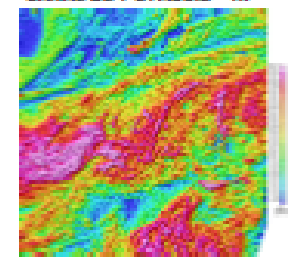


MAPAS AEROGEOFÍSICOS

TERNÁRIO (Th - K - U)



CANAL DE POTÁSSIO - Th



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

85 - 800	800 - 850	850 - 900
800 - 850	850 - 900	900 - 950
900 - 950	950 - 1000	1000 - 1050
1050 - 1100	1100 - 1150	1150 - 1200

Mapa Geológico-Estrutural da  
Folha Vitória de Santo Antão  
Doutoranda: Cristiane Marques de Lima Teixeira  
Orientador: Sérgio Pacheco Neves  
Coorientador: Gerd Mariano  
Recife, julho de 2015

