

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

EDUARDO PASCOAL MARTINS

**ANÁLISES GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA MESO-MICROSCÓPICA
DAS ZONAS DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS E
JACARÉ DOS HOMENS: significância geodinâmica destas
estruturas para a zona de limite entre o Domínio Pernambuco-
Alagoas e a Faixa Sergipana**

Recife

2018

EDUARDO PASCOAL MARTINS

**“ANÁLISES GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA MESO-MICROSCÓPICA DAS ZONAS
DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS E JACARÉ DOS HOMENS:
significância geodinâmica destas estruturas para a zona de limite entre o
Domínio Pernambuco-Alagoas e a Faixa Sergipana”**

Dissertação de mestrado, aplicada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em geociências pelo Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.

Área de concentração: Geologia
Estrutural

Orientador: Prof.^o Dr. José Maurício
Rangel da Silva

Recife

2018

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

M379a Martins, Eduardo Pascoal.

Análises geométrica e cinemática meso-microscópica das zonas de cisalhamento Palmeira dos Índios e Jacaré dos Homens: significância geodinâmica destas estruturas para a zona de limite entre o domínio Pernambuco Alagoas e a Faixa Sergipana. - 2018.

153folhas, Il. e Tab.

Orientador: Prof.º Dr. José Maurício Rangel da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, 2018.

Inclui Referências, e Apêndices.

1. Geociências. 2. Geologia estrutural. 3. Domínio Pernambuco-Alagoas. 4. Faixa Sergipana. 5. Zona de cisalhamento Palmeira dos Índios. 6. Zona de cisalhamento Jacaré dos Homens. I. Silva, José Maurício Rangel da.(Orientador). II.Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-192

EDUARDO PASCOAL MARTINS

**ANÁLISES GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA MESO-MICROSCÓPICA DAS ZONAS
DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS E JACARÉ DOS HOMENS:
significância geodinâmica destas estruturas para a zona de limite entre o
Domínio Pernambuco-Alagoas e a Faixa Sergipana**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geociências da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Geociências.

Aprovada em: 01/09/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Maurício Rangel da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Sérgio Pacheco Neves (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dr.^a Maria de Fátima Lyra de Brito (Examinadora Externa)
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Recife

Aos meus pais, Pascoal Martins e Marileide Martins, que continuam sendo os principais responsáveis pelos avanços em cada nova etapa.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo amor, carinho, paciência, valores, suporte e confiança ao longo de todos estes anos.

A minha irmã Brisa, por toda a confiança depositada e por todas as gargalhadas que sempre alegam meus dias. Aos meus irmãos Pedro e Fernando, por todas as brincadeiras e momentos de pura alegria.

À Ira, minha namorada, pelo amor, carinho, companheirismo e respeito mútuo ao longo de nossas vidas, além da paciência e compreensão ao longo de mais esta jornada. Sem sua ajuda, não teria logrado este êxito.

A todos os meus familiares que, mesmo distantes fisicamente, sempre me incentivaram e acreditaram em mim.

Ao professor Maurício, pela paciência, compreensão e todos os ensinamentos. Sua orientação e apoio constantes foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos membros da banca por terem aceitado o convite para participar da mesma.

A todos os colegas que tive o prazer de conhecer e conviver durante minha vida acadêmica nesta instituição e que logo se tornaram grandes amigos.

Ao CNPq pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de mestrado.

Ao Laboratório de Estudos Metalogenéticos Aplicados da UFPE, em nome do Prof. Dr. Hartmut Beurlen.

RESUMO

A Zona de Cisalhamento Palmeira dos Índios (ZCPI) e a Zona de Cisalhamento Jacaré dos Homens (ZCJH) localizam-se próximo das cidades homônimas no estado de Alagoas, nordeste do Brasil. Estão associadas ao contexto de transição entre o Domínio Pernambuco Alagoas (PEAL) e a Faixa Sergipana (FS). O sentido de mergulho para quadrantes opostos, estruturas de C-S conjugados e mesmas idades relativas para ambos os cisalhamentos suportam a interpretação de que a ZCPI e a ZCJH fazem parte de um sistema de par conjugado (D_3), no qual a primeira seria o par subordinado em relação à segunda. Os dados de campo, petrográficos, de química mineral e aerogeofísicos analisados demonstram que a ZCPI não justapõe os litotipos do PEAL e da FS, assim como uma suposta zona de cisalhamento vertical sinistral indiscriminada não marca a transição entre os Complexos Arapiraca e Araticum. Não foram encontrados indícios que nenhuma destas duas transições ocorra na área sob análise. Estudos de química mineral permitiram o uso de geotermobarômetros de multi-reação através do *software* Thermocalc, além da aplicação em termômetros baseados na troca de Fe-Mg entre biotita e granada. O primeiro método caracterizou a S_2 como tendo sido formada em condições P – T da ordem de ~8 kbar e ~700° C. O outro sugeriu que as deformações pós- S_2 ocorreram entre 647 e 709° C. Ambos os dados, mais a petrografia, apontam um metamorfismo na fácies anfibolito alto a granulito.

Palavras-chave: Geologia estrutural. Domínio Pernambuco–Alagoas. Faixa Sergipana. Zona de cisalhamento Palmeira dos Índios. Zona de cisalhamento Jacaré dos Homens.

ABSTRACT

The Palmeira dos Índios shear zone (PISZ) and the Jacaré dos Homens shear zone (JHSZ) are located near their homonymous cities in the Alagoas state, northeast Brazil. They are correlated to the transition zone between Pernambuco Alagoas Domain (PEAL) and the Sergipano Fold Belt (SFB). The opposite dip and the same relative ages of these shear zones, alongside with conjugate C-S structures, support the interpretation that PISZ and JHSZ constitute a system of conjugate shear zone (D_3), where the PISZ is subordinated when compared to the JHSZ. Field, petrographic, mineral chemistry and aerogeophysics data acquired indicate that the PISZ does not juxtapose the lithotypes of PEAL and SFB. Likewise, there is no evidence of the existence of an alleged roughly N-S-striking transcurrent shear zone, which would juxtapose the Arapiraca and the Araticum Complexes. In a similar way, there is no evidence that any of the two suppose litotectonic-terrain/domain transitions occur in the area under analysis. Mineral chemistry data provided the way to a multi-reaction geothermobarometer study (through the Thermocalc *software*), beside to the application of thermometers based on the Fe-Mg exchange between biotite and garnet. The first proxy constrained S_2 formation/deformation to the following P – T conditions: >8 kbar and >700° C. The second tool suggested that deformations afterward S_2 occurred between 647 and 709° C. Both proxies, plus petrographic studies, indicate a high amphibolite to granulite-facies metamorphism.

Key words: Structural geology. Pernambuco – Alagoas Domain. Sergipano Fold Belt. Palmeira dos Índios shear zone. Jacaré dos Homens shear zone.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo, demarcada pelo retângulo azul, com percurso simplificado desde a capital Maceió até a cidade de Palmeira dos Índios.....	20
Figura 1.2 - Mapa simplificado mostrando a rota de Recife (PE) até a cidade de Palmeira dos Índios (AL).	21
Figura 1.3 - Mapa de pontos e afloramentos visitados e descritos ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.	23
Figura 2.1 - Principais domínios da Província Borborema de acordo com Van Schmus et al. (2008) e terrenos do Domínio da Zona Transversal (Santos et al., 1997): CE - Domínio Ceará, MCD - Domínio Médio Coreaú, PEAL - Domínio Pernambuco-Alagoas, RGDN - Domínio Rio Grande do Norte (SJC - núcleo Arqueano São José do Campestre, SFB - Faixa de dobramentos Seridó), RPD - Domínio Riacho do Pontal, SD - Domínio Sergipano (M - Macururé, C - Canindé, MPR Marancó-Poço Redondo, VB Vasa Barris, E - Estância – (Oliveira et al., 2010); SFC Cráton São Francisco, SLC Cráton São Luís, DZT Domínio da Zona Transversal (APT terreno Alto Pajeú, terreno Alto Moxotó, terreno Piancó Alto Brígida, Faixa Cariris Velhos, RCT terreno Capibaribe, terreno São José do Caino). Falhas e zonas de cisalhamento: PaSZ zona de cisalhamento Patos, PeSZ zona de cisalhamento Pernambuco, SMASZ zona de cisalhamento São Miguel do Aleixo. Quadro menor: distribuição geral dos granitos Brasileiros.	25
Figura 2.2 - Compartimentação da Província da Borborema.	26
Figura 2.3 - Mapa plutônico da Província Borborema. Observa-se a íntima relação entre os plutons e as diversas zonas de cisalhamento que compõem a PB.	28
Figura 2.4 - Mapa geológico simplificado do domínio PEAL. Área de estudo marcada pelo retângulo vermelhol. 1 – Cobertura sedimentar paleozoica; 2 – Granitóides brasileiros; 3 – Batólito Ipojuca – Atalaia; 4 – Batólito Buíque – Paulo Afonso; 5 – Batólito Águas Belas – Canindé; 6 – Batólito Garanhuns; 7- Sequência Palmares; 8 – Sequência Venturosa; 9 – Quartzitos Garanhuns; 10 – Sequência Inhapi; 11 – Sub cinturão alagoano; 12 – Complexo Belém do São Francisco; 13 – Bloco Arqueano;	

14 – Zonas de cisalhamento transcorrentes (PESZ—Pernambuco; RCSZ—Rio da Chata; PSZ—Palmares; LCSZ—Limitão—Caetés; ISZ—Itaíba; SBUSZ—São Bento do Una); 15—Zonas de cisalhamento transpressivas (GSZ—Garanhuns; MSZ—Maravilha).....	30
Figura 2.5 - Mapa da subdivisão do PEAL em três sub-domínios (Garanhuns, Água Branca e Palmares) baseado nas idades modelos Sm/Nd.	31
Figura 2.6 - Recorte do encarte geotectônico da folha Arapiraca expondo que as ZCPI e ZCJH justapõem os terrenos do PEAL e da FS.	36
Figura 3.1 - a) Exemplo de xisto de composição pelítica, rico em granada, que ocorre na Unidade A1 (PME-01). b) Paragneisse com bandamento dobrado observado no PME-04. c) Detalhe do bandamento do paragneisse do PME-04 sendo perturbado por diques de rochas máficas.....	40
Figura 3.2 - Ortogneisse de composição granítica que aflora na Unidade A2 (PME-02).....	42
Figura 3.3 - Aspectos de restos de sillimanita inclusos em cristais de cordierita. Feição que neste estudo é tomado como critério da substituição do aluminossilicato pelo mineral ferromagnesiano, a qual sugere descompressão. Ambas as imagens são da amostra PME-02. a) Nicois cruzados e b) nicois paralelos. Barra da escala: 0,5 mm. c) nicois cruzados e d) nicois paralelos. Barra da escala 1 mm.	43
Figura 3.4 - Ocorrência de mármore em pequena pedreira próximo de Coruripe. O bandamento S0 mergulha 30-40° para SE.....	44
Figura 3.5 - Dique pegmatítico cortando a foliação principal. b) Detalhe do metapelito granatífero.	45
Figura 3.6 - Paragneisse, típico da Unidade B2, influenciado pela atuação da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens.	47
Figura 3.7 - Litologias aflorantes da Unidade B3. a) Xisto de composição granítica. b) Paragneisse rico em porfiroblastos de granada e agramados de fibrolita, observado no PME-25. c) Visão geral do afloramento PME-29, onde afloram soleiras quartzo-feldspáticas e rochas metamáficas.	48
Figura 3.8 - Feições minerais e texturais que aparecem no xisto pelítico do afloramento PME-25, Grupo B, próximo da falha de Jacaré dos Homens. Observa-se	

um porfiroblasto de granada adjacente a sillimanita quase fibrosa. a) Nicóis cruzados e b) paralelos. Grt – Granada e Sil – Sillimanita.....	49
Figura 3.9 - a) Detalhe do granito avermelhado e com pseudotaquilitos que aflora na Unidade B4 (PME-10). b) Paragneisse, por vezes migmatizados, aflorante no PME-13.	50
Figura 3.10 - Agregado de fibrolita e micas em lâmina do afloramento PME- 09, leito do rio Traipu. O mesmo parece ocupar um domínio transversal a foliação principal do exemplar (S2). Nicóis paralelos.....	51
Figura 3.11 - Minerais e texturas de uma rocha metamáfica amostrada no leito do rio Traipu, afloramento PME-11. A lâmina está bem espessa. Acima, as áreas com birrefringência elevada em nicóis cruzados são de plagioclásio. Observa-se grande porfiroblasto xenomórfico de granada e cristais poiquiloblásticos verdes de hornblenda. Nicóis cruzados (a) e paralelos (b).	52
Figura 3.12 - a) Granito, localmente, porfirítico aflorante próximo do contato com a Unidade B3 (PME-21). b) Porção migmatizada do PME-31, com predominância de bandas máficas. c) Gnaiss granítico milonitizado observado no PME-31. Deformação condizente com a atuação da ZCJH.	54
Figura 4.1 - Dobra F_2 intrafolial (essa característica só aparece na visão geral do corte) fechada. Lixão da cidade de Igaci (PME-15).....	58
Figura 4.2 - Aspectos diversos de dobras F_3 como ocorrem na área Igaci-Coruripe. a) Dobras fechadas que estão desenhadas por paragneisses no sangradouro do açude de Igaci PME-04. b) Charneira isoclinal F_2 no detalhe. c) Dobra com rompimento do limbo inferior e vergência para 00° Az.	60
Figura 4.3 - Estruturas planares e lineares de dobras F_3 medidas no sangradouro do açude de Igaci. As medidas incluem planos axiais e foliações S_3 , lineações de intersecção e charneiras F_3	61
Figura 4.4 - a) Padrão de interferência tipo cogumelo entre F_2 (ou F_1) e a geração F_5 . As dobras abertas e em caixa do primeiro plano (hierarquizadas como F_4) mostram na direção do traço axial uma clivagem de biotita. b) Clivagem de biotita mostrada no detalhe.....	62

Figura 4.5 - a) Dobras intrafoliais de estilo variado no leito do rio Traipu. b) Outro exemplo de dobra F_2 que no caso é quase isoclinal e comprovadamente tem quartzo alongado acompanhando sua zona de charneira. c) Redobramento de dobra recumbente F_2 por dobra F_4 com vergência para 30° Az.	63
Figura 4.6 - Plotes da foliação principal S_2 . A) Medidas da área rio Traipu apenas. b) Repete o anterior acrescido de medições da área Igaci-Coruripe.....	64
Figura 4.7 - a) Trens de dobras imbricadas deitadas para 105° Az. Orientação e vergência são as mesmas da zona de empurrão de Jacaré dos Homens, situada a NW do afloramento (PME-13). b) Dobras apertadas a fechadas e com vergência pra SE observadas no PME-26. Nota-se um bandamento de transposição no limbo superior da dobra maior. Estereograma com plote das estruturas planares (c) e lineares (d) das estruturas observadas no PME-26. Dados incluem planos axiais, lineações de interseção e charneiras.	64
Figura 4.8 - Plotes com o dados das estruturas planares (a) e lineares (b) da geração F_3 , obtidos a partir de medições feitas nas adjacências da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens. Dados incluem S_p , C, PA, L_e , L_i e charneiras. ...	66
Figura 4.9 - Medições dos elementos geométricos pertencentes à geração F_4 , que incluem planos de clivagem preenchidos por biotita e planos axiais e charneiras de dobras em caixa.	67
Figura 4.10 - a) Detalhe de uma dobra aberta com espessamento apical e associada a cisalhamentos sinistrais (PME-23). b) Planos axiais e linhas de charneira de dobras da geração F_5	68
Figura 4.11 - a) Limbo em S da dobra recumbente com vergência pra N-NE (não é possível observar as dobras em Z nesta foto). b) Trama C-S que corta o bandamento principal indicando transporte S.	69
Figura 4.12 - Exemplo de dobra apertada a fechada da geração F_3 (a). Projeções estereográficas dos planos axiais (b), das linhas de charneira (c) e da superfície dobrada (d) de F_3	71
Figura 4.13 - Ondulações abertas no limbo da dobra apertada F_3 , marcando a F_4 . Observação: o ângulo da foto não favoreceu a percepção das dobras F_4	72

Figura 4.14 - a) Dobras abertas adjacentes a zona de cisalhamento sinistral de alto ângulo. b) Dobras com estilos mais variados, observando-se que não há rompimento e sim apenas estiramento dos limbos, havendo – além do mais – dobras F_2 fechadas dentro do bandamento principal. c) Padrão de interferência laço de fita entre F_2 (ou F_4) e F_5 . As duas primeiras fotos são de um afloramento situado no domínio da antiforma de Santo Antonio.75

Figura 4.15 - Fotografias que suportam um transporte tectônico geral do topo para N. a) Porfiroclasto de plagioclásio isolado do tipo σ que indica transporte do topo para o lado direito da fotografia. b) Nesta lâmina (milonito PME 07B), os critérios cinemáticos não são muito claros, mas sugerem transporte do topo para a esquerda da foto.77

Figura 4.16 - a) Trama C-S em ortognaisses junto de Coruripe, indicando transporte tectônico para N. b) Estruturas similares a duplexes, encontradas em um córrego a NNE de Santo Antônio (PME-01), sugerindo transporte do topo para N. c) Estereograma com planos diversos criados ou reorientados pela zona de cisalhamento Palmeira dos Índios – incluem foliações de limbos inferiores rompidos, planos C e foliações S. d) Plotes das várias lineações de estrias e de estiramento contidas nos planos.....78

Figura 4.17 - Milonito do afloramento PME-07 (da amostra A): Estruturas C-S conjugadas que evidenciam transportes tectônicos do topo para sentidos diferentes. a) Planos C e foliações S que indicam transporte para a parte direita da página ou 358° Az. Esses planos ocorrem em maior número na lâmina. B) Relação C – S, na amostra PME-07A, que testemunha o sentido de transporte do topo para 178° Az. 79

Figura 4.18 - Critérios cinemáticos indicando transporte tectônico do topo para SE (130 a 160 Az). a) Porfiroclasto tipo $\square$ (PME-24). b) Boundin assimétrico (PME-27). c) e d) dobras com arrasto (PME-29).81

Figura 4.19 - a) Porfiroclasto do tipo $\square$ (~ 2 cm) indicando transporte do topo para SE. b) Polos da foliação milonítica do afloramento PME-31. c) Lineações de estiramento observadas no PME-31.82

Figura 4.20 - Conjunto das estruturas planares (a) e lineares (b) dos afloramentos representativos da ZCJH.83

Figura 4.21 - Aspectos variados de estruturas ligadas a zona de cisalhamento Serra de Renascença. a) Trama similar a C-S em quartzito de serra próxima de Renascença -- milonitos aparecem abaixo do veio de quartzito (o sentido 00o Az situa-se no canto esquerdo da foto). b) Bancos do quartzito da serra de Renascença com lineação de estiramento orientada N-S.84

Figura 4.22 - Petrotramas dos quartzitos das duas amostras da serra de Renascença estudadas. Em ambos os casos predomina o deslizamento basal. De maneira similar, nas duas situações o plano X está na horizontal (N-S). a) Amostra PME-18B (N=151) com padrão em pequenos círculos e com ângulo grande de ~70º indicando transporte para N. b) Amostra PME-18 (N=128) com padrão em pequenos círculos e com o mais proeminente quase perpendicular a X, mas ainda assim sugerindo transporte para N.....85

Figura 5.1 - Diagramas de Leake et al. (1997) com as composições dos anfibólios cálcicos presentes nas rochas estudadas. Legenda: símbolos azuis – Complexo Arapiraca; símbolos vermelhos – Complexo Araticum; cruces laranjas – PEAL; símbolos preenchidos – centro; símbolos não preenchidos – borda.....88

Figura 5.2 - Diagramas de Leake et al. (1997) com as composições dos anfibólios ricos em Mg-Fe-Mn-Li presentes nas rochas do complexo Arapiraca. Círculos azuis – Unidade A3 do Complexo Arapiraca; símbolos preenchidos – centro; símbolos não preenchidos – borda.....89

Figura 5.3 - Diagrama classificatório de Al^{IV} versus $\#fe (Fe^{2+} / Mg + Fe^{2+})$ com as amostras estudadas. Nota-se pouca variação quanto ao $\#Fe$ e uma maior variação nos valores de Al^{IV} . Quando há diferenças composicionais nos minerais, normalmente percebe-se um empobrecimento de Al^{IV} da borda em relação ao centro.91

Figura 5.4 - K-feldspatos das rochas estudadas no diagrama Ab-An-Or de Deer et al. (1992). Ambas as amostras têm elevados valores da molécula de ortoclásio. A borda do feldspato da Unidade A4 do Complexo Arapiraca é ligeiramente mais rica nessa molécula do que o centro do mesmo, enquanto as amostras do PEAL são homogêneas neste sentido.92

Figura 5.5 - Diagrama Ab-An-Or de Deer et al. (1992) para os plagioclásios das rochas estudadas. Os plagioclásios do Complexo Arapiraca variam de bytownita a

oligoclásio, os do Complexo Araticum espalham-se de labradorita até oligoclásio e os do PEAL restringem-se ao campo do Oligoclásio.	94
Figura 5.6 - Diagramas de variação composicional das granadas das unidades litológicas estudadas.	96
Figura 5.7 - Perfis de zoneamento químico das granadas dos afloramentos PME – 01, PME – 09 e PME- 27. Do centro para a borda percebe-se um empobrecimento em MgO e um enriquecimento em MnO. Os demais padrões são praticamente achatados.....	99
Figura 5.8 - Perfis de zoneamento químico das granadas dos afloramentos PME – 11 e PME – 35B. O empobrecimento em MnO do centro para a borda sugere zoneamento por crescimento. Comportamento condizente com perfis de crescimento.....	100
Figura 5.9 - Piroxênios do complexo Arapiraca no diagrama de classificação de Deer et al. (1992). Legenda: símbolo preenchido – centro; não preenchido – borda.	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 Correlação das gerações estruturais entre as três áreas estudadas.	72
Tabela 5-1 Resumo das temperaturas calculadas por diferentes geotermômetros baseados na troca de Fe-Mg entre biotita e granada. B92-HW e B92-GS (Bhattacharya et al., 1992); DASG-91 (Dasgupta et al., 1991); FS-78 (Ferry & Spear, 1978); HS-82 (Hodges & Spear, 1982) PL-83 (Perchuk & Lavrenteva, 1983); T76 (Thompson, 1976); HL-77 (Holdaway & Lee, 1977);.....	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	JUSTIFICATIVA	18
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.3	LOCALIZAÇÃO.....	19
1.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2	GEOLOGIA REGIONAL.....	24
2.1	PROVÍNCIA BORBOREMA.....	24
2.2	DOMÍNIO PERNAMBUCO-ALAGOAS (PEAL).....	29
2.3	FAIXA SERGIPANA	32
2.4	ZONAS DE CISALHAMENTO JACARÉ DOS HOMENS E PALMEIRA DOS ÍNDIOS	35
3	ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRAFIA	38
3.1	GRUPO A	38
3.2	GRUPO B	46
3.3	GRUPO C	52
3.4	CORRELAÇÃO COM TRABALHOS PRÉVIOS.....	55
4	GEOLOGIA ESTRUTURAL	57
4.1	HIERARQUIAS ESTRUTURAIS.....	57
4.1.1	Área de Igaci-Coruripe	57
4.1.2	Área Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens	61
4.1.3	Área Palmeira dos Índios – Quebrângulo.....	68
4.2	ANTIFORMA DE SANTO ANTONIO – DOBRA MACROSCÓPICA F3 OU F4	73
4.3	ZONA DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS	76
4.4	ZONA DE CISALHAMENTO JACARÉ DOS HOMENS.....	79
4.5	ZONA DE CISALHAMENTO SERRA DE RENASCENÇA	83
5	QUÍMICA MINERAL	86
5.1	ANFIBÓLIO	86
5.2	BIOTITA	89
5.3	FELDSPATOS.....	91
5.3.1	K-feldspato	92
5.3.2	Plagioclásio	93
5.4	GRANADA.....	93

5.4.1	Zoneamento Químico	97
5.5	PIROXÊNIO	101
5.6	GEOTERMOBAROMETRIA	102
5.6.1	Multi-reação	102
5.6.2	Troca Fe-Mg entre Biotita e Granada	104
6	DISCUSSÕES	106
6.1	ALCANCE E LIMITAÇÕES DO MAPA.....	106
6.2	GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO.....	107
7	CONCLUSÕES	113
	REFERÊNCIAS	114
	APÊNDICE I – MAPA GEOLÓGICO	123
	APÊNDICE II – TABELA DE AFLORAMENTOS	124
	APÊNDICE III – ANÁLISES QUÍMICAS PONTUAIS	125

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A geologia da área compreendida pela folha 1:250.000 Arapiraca é uma das mais importantes da parte sul da Província Borborema, porque nela se situa a transição de estruturas e litologias entre o Domínio (Maciço) Pernambuco-Alagoas e a Faixa de Dobramentos Sergipana. As Zonas de Cisalhamento Palmeira dos Índios e Jacaré dos Homens, por causa de suas dimensões, faixas de influência e posições particulares, são tidas como sendo as limitantes tectônicas entre os terrenos (no *lato sensu* do termo) do Domínio Pernambuco-Alagoas e os terrenos da Faixa Sergipana (Mendes et al., 2009). Tal suposição expõe a importância geodinâmica que as estruturas destacadas devem ter.

Os mapeamentos mais antigos, assim como Souza Mendonça & Amorim (1988) e Osako (2005), mapeiam ou referem-se a essas duas estruturas como uma entidade única e com a mesma cinemática - o topo teria sido transportado para S-SE - e mesma idade de outras falhas e zonas de cisalhamento de empurrão da região. Entretanto, o mapa geológico 1:250.000 da folha Arapiraca (Mendes et al., 2009) assinala a estrutura em questão como constando de duas zonas separadas com cinemáticas distintas, que estariam deslocadas por uma zona de cisalhamento transcorrente N-S não nomeada.

Algumas perguntas, portanto, continuam sem respostas: Qual a cinemática da zona (ou zonas) de cisalhamento e se a mesma divide-se em dois segmentos? De que forma os domínios imediatamente situados a N e a S dessas duas estruturas responderam a atuação das mesmas? Elas de fato justapõem o Domínio Pernambuco-Alagoas e a Faixa de dobramentos Sergipana?

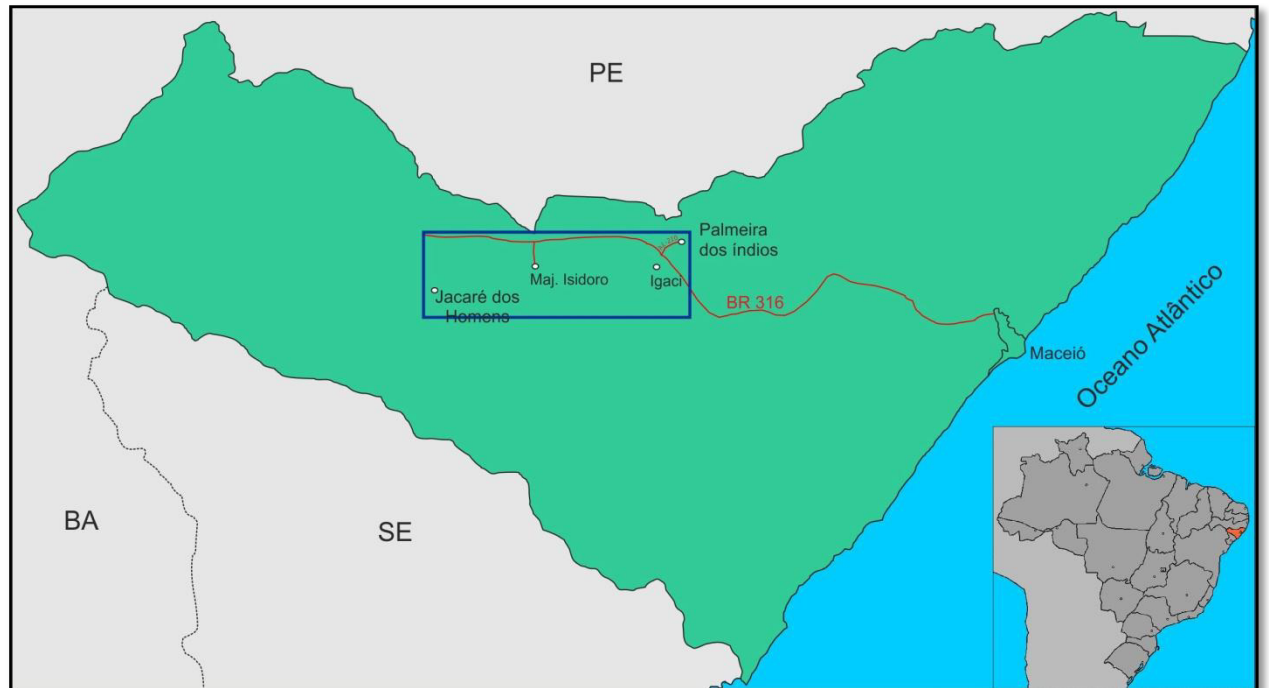
1.2 OBJETIVOS

A presente dissertação procura, além de atender aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geociências pelo Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), responder as questões levantadas no item anterior. Para tanto, buscou-se estudar a geometria e a cinemática da deformação que edificou as zonas de cisalhamento Jacaré dos Homens e Palmeira dos Índios, em especial esta última, bem como mapear os gradientes deformacionais e físicos que foram estabelecidos sobre as rochas atingidas pelos cisalhamentos.

1.3 LOCALIZAÇÃO

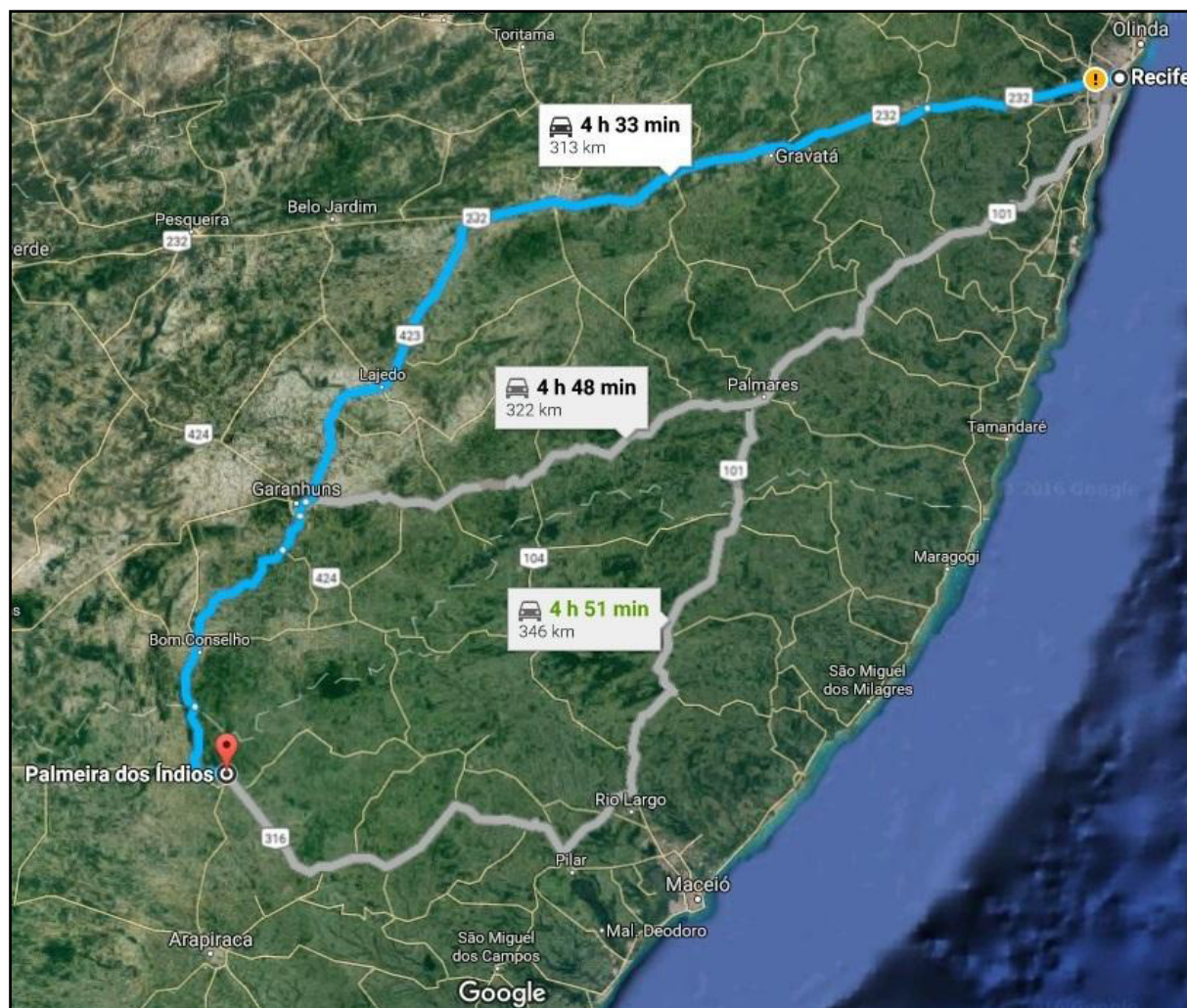
A área de estudo está localizada na região centro-norte do estado de Alagoas, região nordeste do Brasil, e tem as cidades Palmeira dos Índios, Major Isidoro e Jacaré dos Homens como principais pontos de referências (Fig. 1.1). A cidade de Palmeira dos Índios encontra-se a 140 km a oeste de Maceió e tem a rodovia BR-316 como principal via de acesso (Fig. 1.1).

Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo, demarcada pelo retângulo azul, com percurso simplificado desde a capital Maceió até a cidade de Palmeira dos Índios.



Alternativamente, partindo de Recife, deve-se usar a BR-232 até a cidade de São Caetano, depois pegar a BR-423 sentido sudoeste até a cidade de Garanhuns (PE) e finalmente utilizar a PE-218 e a AL-115, sentido sul, até a cidade de Palmeira dos Índios (Fig. 1.2). O percurso total é de, aproximadamente, 310 km.

Figura 1.2 - Mapa simplificado mostrando a rota de Recife (PE) até a cidade de Palmeira dos Índios (AL).



Vale ressaltar que a área de estudo está inserida nas folhas topográficas Bom Conselho (SC.24-X-D-II), Arapiraca (SC.24-X-D-V) e Pão de Açúcar (SC.24-X-D-IV). A mesma é delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas: 37° 13' 17,522" W, 9° 40' 30,193" S; e 36° 30' 44,159" W, 9,21' 16.347" S.

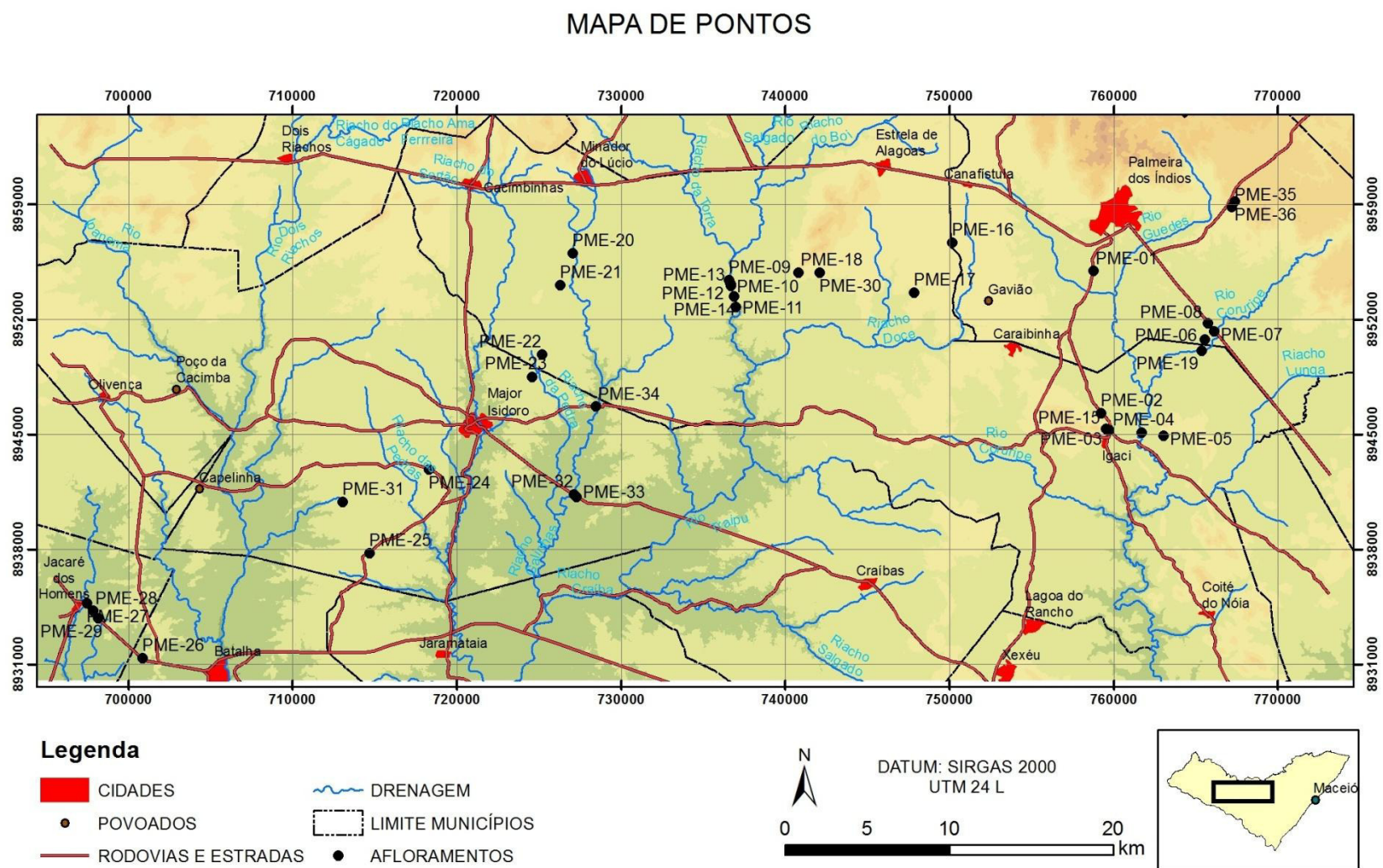
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Em geral esta investigação baseou-se em trabalhos de campo, em trabalhos desenvolvidos com o microscópio petrográfico e com a platina universal de igual complementaridade, além de dados de química mineral. Portanto, foram adotadas

como métodos e técnicas àqueles procedimentos usuais em trabalhos semelhantes com ênfase na análise estrutural, a saber:

- Levantamentos de campo com a descrição de afloramentos em cortes e lajedos ao longo de estradas transversais à direção das zonas de cisalhamento. Foram estudados 36 afloramentos durante 13 dias de campo (Fig. 1.3);
- Amostragem orientada (em especial de rochas ricas em quartzo para medição de eixos-c deste mineral) e não-orientada dos afloramentos mais representativos;
- Descrição de lâminas petrográficas para fins de determinação das sucessões temporais de associações minerais e de estruturas com o uso das técnicas tradicionais. As abreviações utilizadas nas fotomicrografias seguem o preconizado por Whitney & Evans (2010);
- Medição da orientação espacial de eixos-c de quartzo em Platina Universal de 5 eixos em seções delgadas de quartzitos orientadas (seguindo os procedimentos descritos em Passchier & Trouw, 1996), a fim de estabelecer petrotramas de deformação. Para tanto, foram tomados cortes perpendiculares à foliação milonítica e paralelos à lineação de estiramento (cortes XZ) de amostras orientadas em campo.
- As análises de química mineral das lâminas petrográficas selecionadas foram realizadas na Universidade de Brasília (UnB). A priori, estas seções polidas foram metalizadas com carbono em câmara de vácuo, só então os dados foram obtidos através da Microsonda Eletrônica (JEOL modelo JXA-8230 com cinco espectrômetros WDS e um EDS), operada em voltagem de aceleração de 15 kV, corrente de 10 nA, e um diâmetro do feixe eletrônico da ordem de μm para a análise de elementos maiores nos silicatos.
- Os dados da química mineral foram utilizados para calcular a pressão e temperatura das rochas estudadas. Para tanto, foram calculadas as atividades minerais através do *software* Ax e posteriormente as condições de pressão e temperatura com o auxílio do *software* Thermocalc versão 3.26 (Powell et al., 1998).

Figura 1.3 - Mapa de pontos e afloramentos visitados e descritos ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.



2 GEOLOGIA REGIONAL

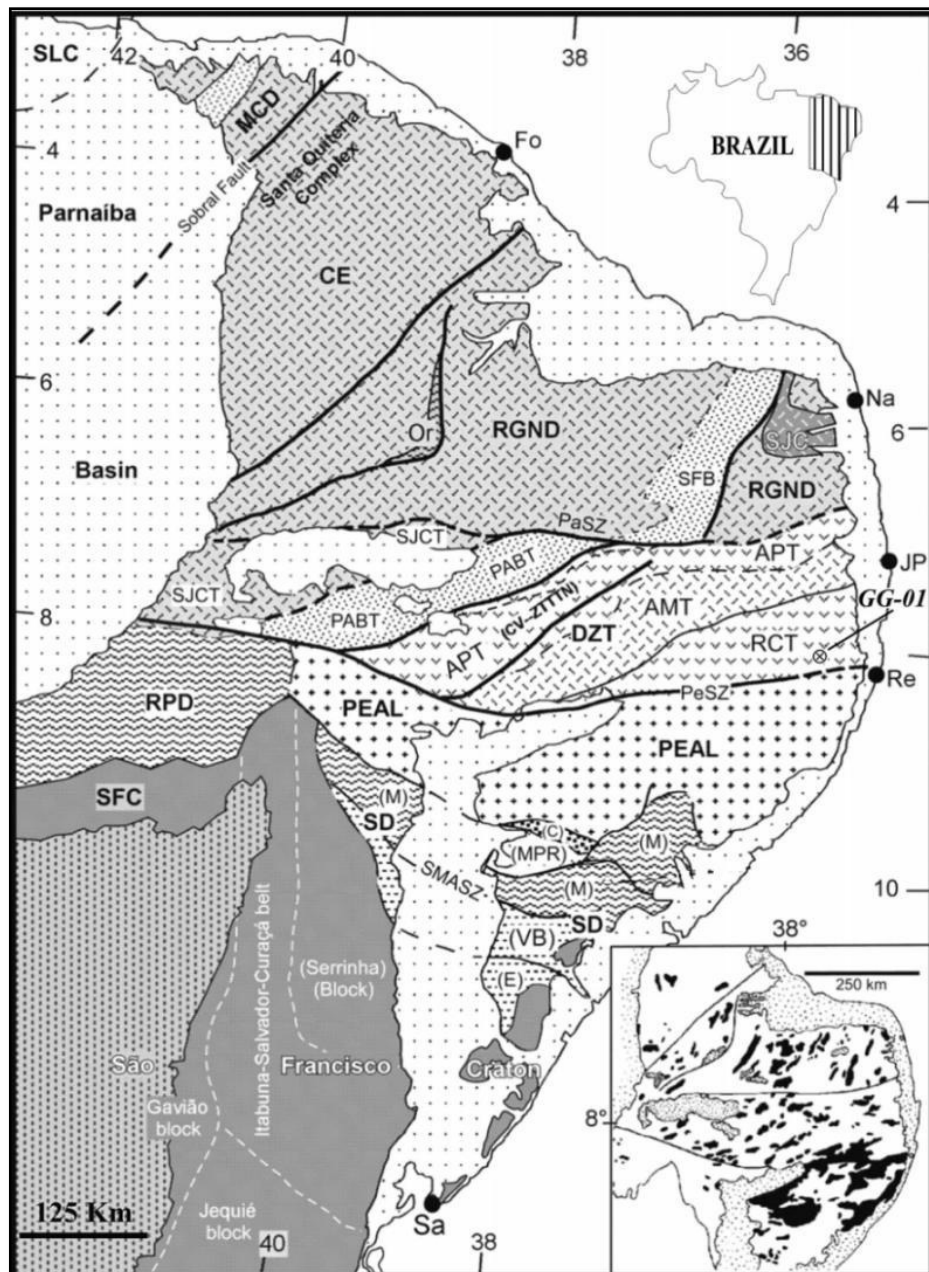
2.1 PROVÍNCIA BORBOREMA

A Província estrutural da Borborema está situada geograficamente na região nordeste do Brasil, compreendendo uma área de aproximadamente 450.000 km². A Província Borborema (PB) é limitada, a leste e norte pela província costeira, a noroeste pelo Cráton São Luís, a sul pelo Cráton São Francisco e oeste pela bacia da Parnaíba, como ilustrado na figura 2.1. As bacias costeiras do Ceará, Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas recobrem a parte leste da província.

A mesma foi inicialmente definida e estudada por Brito Neves (1975) e Almeida (1977) e vem sendo alvo de estudos cada vez mais aprofundados desde então (ex.: Santos, 1995; Van Schmus et al., 1995, 2008; Brito Neves et al., 2000; Vauchez et al. 1995). Almeida et al. (1977) definiu a PB como um mosaico de maciços e de faixas dobradas de rochas metassedimentares. Estudos mais recentes mostram que estas estruturas são separadas por zonas de cisalhamento de escala continental e intensamente intrudidas por *plutons* graníticos (ex: Van Schmus et al., 2008 e Brito Neves et al., 2000).

Para efeitos de estudo e simplificação, a referida província foi compartimentada geotectonicamente por Brito Neves (1975). Desde então essa compartimentação tem sido alvo de estudos e revisões por parte de diversos autores (ex. Van Schmus et al., 1995; Vauchez et al., 1995; Santos, 1995; Medeiros, 1998; Brito Neves et al., 2000; Van Schmus et al., 2008). Atualmente as divisões mais utilizadas são as propostas por Brito Neves et al. (2000) e Van Schmus et al. (1995, 2008).

Figura 2.1 - Principais domínios da Província Borborema de acordo com Van Schmus et al. (2008) e terrenos do Domínio da Zona Transversal (Santos et al., 1997): CE - Domínio Ceará, MCD - Domínio Médio Coreaú, PEAL - Domínio Pernambuco-Alagoas, RGND - Domínio Rio Grande do Norte (SJC - núcleo Arqueano São José do Campestre, SFB - Faixa de dobramentos Seridó), RPD - Domínio Riacho do Pontal, SD - Domínio Sergipano (M - Macururé, C - Canindé, MPR Marancó-Poço Redondo, VB Vasa Barris, E - Estância - (Oliveira et al., 2010); SFC Cráton São Francisco, SLC Cráton São Luís, DZT Domínio da Zona Transversal (APT terreno Alto Pajeú, terreno Alto Moxotó, terreno Piancó Alto Brígida, Faixa Cariris Velhos, RCT terreno Capibaribe, terreno São José do Caino). Falhas e zonas de cisalhamento: PaSZ zona de cisalhamento Patos, PeSZ zona de cisalhamento Pernambuco, SMASZ zona de cisalhamento São Miguel do Aleixo. Quadro menor: distribuição geral dos granitos Brasileiros.

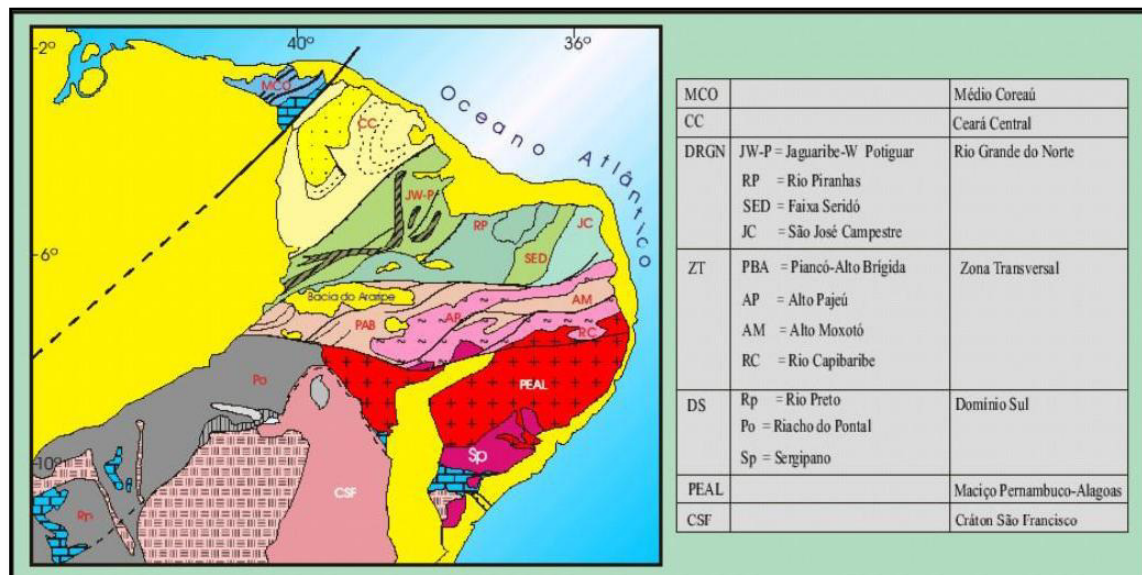


Fonte: Silva Filho et al. (2014).

Brito Neves et al. (2000) propuseram a subdivisão da PB em cinco domínios tectônicos. Os mesmos são, sentido Norte a partir do Cráton São Francisco: Domínio

Meridional, Domínio Zona Transversal ou Central, Domínio Rio Grande do Norte, Domínio Ceará Central e Domínio Médio Coreaú, como ilustrado na figura 2.2. Já Van Schmus et al. (1995, 2008) separaram-na em: Domínio Médio Coeraú, Domínio Ceará, Domínio Rio Grande do Norte, Domínio Transversal, Domínio Pernambuco-Alagoas, Domínio Riacho do Pontal e Domínio Sergipano (ver figura 2.1).

Figura 2.2 - Compartimentação da Província da Borborema.



Fonte: Brito Neves et al. (2000).

Atualmente a geologia regional da PB pode ser sumarizada como sendo constituída por: a) embasamento Paleoproterozoico, com alguns núcleos arqueanos, caracterizado por gnaisses e migmatitos ortoderivados. b) sequências supracrustais deformadas e metamorfizadas, também conhecidas como cinturões de dobramento, de idade Paleo a Neoproterozoica. c) zonas de cisalhamento de escala continental formadas durante o ciclo Brasileiro (670-570 Ma). d) variado *plutonismo*, na maioria das vezes de composição granítica, Neoproterozoico.

A referida província estrutural é considerada por diversos autores (Van Schmus et al., 2008; Santos, 1995; Brito Neves et al., 2000; Silva Filho et al. 2014, entre outros) como resultado da colagem de diversos terrenos devido à convergência dos Crátos Amazônico, São Luís – Oeste Africano e São Francisco – Congo durante a formação do supercontinente Gondwana Ocidental. Sendo tal convergência fruto da orogênese Brasileira/Pan-Africana de idade Neoproterozoica.

O policiclismo da evolução da PB, que foi inicialmente introduzido por Jardim de Sá & Hackspacher (1980), Jardim de Sá (1984) e Macedo et al. (1984) é um aspecto responsável por diversos debates. Embora haja consenso quanto ao fato que a evolução da mesma foi policíclica, ainda se debate quantos ciclos orogênicos realmente atuaram nesta província.

Há evidências concretas da ocorrência de ao menos dois eventos orogênicos que afetaram a Província da Borborema: Transamazônico/Eburniano (Paleoproterozoico) e Brasileiro/Pan-Africano (Neoproterozoico) (Brito Neves et al. 2000; Silva Filho et al., 2007; Van Schmus et al., 2008). Mas, baseado em um episódio acrescionário de aproximadamente 1.0 Ga na região central da PB, Santos (1995) apresentou um terceiro evento, Cariris Velhos (Tardi-Mesoproterozoico), o qual vem sendo discutido desde então.

Segundo Santos (1995), a orogênese Cariris Velhos é cronocorrelata à orogênese Grenviliana e estaria associada à formação do supercontinente Rodínia (Toniano-Esteniano). Baseado na descrição desse evento, o referido autor sugeriu que a PB seria resultante de um orógeno colisional desenvolvido a norte do Cráton São Francisco, a partir de uma complexa colagem de terrenos associada aos eventos orogênicos Cariris Velhos e Brasileiro/Pan-Africano.

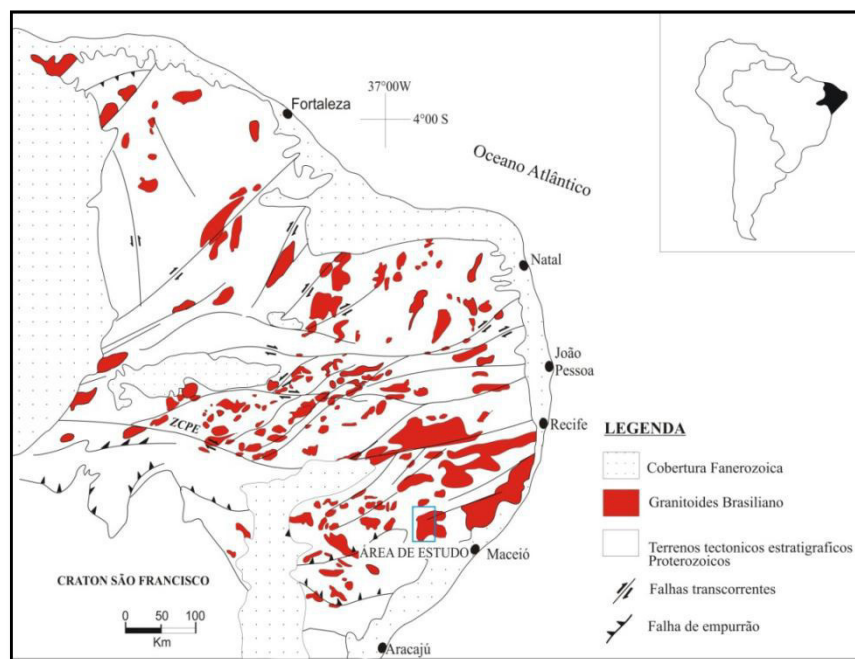
No entanto, como previamente dito, a orogênese Cariris Velhos não é consensual, o que levou outros autores a contra-argumentarem as ideias de Santos (1995). Por exemplo, Neves et al. (2000), Mariano et al. (2001), Neves & Mariano (2001), Neves (2003), Guimarães et al. (2004, 2012), Neves et al. (2006) e Neves et al., (2009) argumentam que as similaridades geoquímicas e isotópicas da maioria dos granitóides Neoproterozoicos situados em diversos setores da Província Borborema não permitem a identificação de diferentes terrenos, uma vez que estes são caracterizados por um componente mantélico enriquecido durante o Paleoproterozoico.

De maneira similar, Guimarães et al., 2012, mostraram que os granitoides associados ao evento Cariris Velho apresentam assinaturas geoquímicas de rifte continental. Assim sendo, na visão desses autores, o evento Cariris Velhos foi um evento essencialmente extensional.

Segundo Silva Filho et al. (2007), uma das principais dificuldades enfrentadas na identificação do evento Cariris Velhos é a intensa atuação do Orógeno Brasileiro/Pan-Africano, durante o Neoproterozoico. O mesmo foi intenso o suficiente a ponto de mascarar e dificultar a identificação do evento Cariris Velhos (Santos, 1995) de idade Mesoproterozoica.

Uma das principais características da Orogênese Brasileira na Província Borborema é o intenso plutonismo granítico, o qual atualmente compõe uma parcela significativa das rochas que afloram na mesma (Fig. 2.3). Estes *plutons* graníticos, juntamente com a forma de ocorrência deles, têm ajudado, significativamente, na definição da história tectônica da Orogênese Brasileira na PB. Para tanto, tem se utilizado com frequência, nas últimas duas décadas, datações absoluta U-Pb, com o intuito de determinar as idades dos corpos pré, sin e pós-tectônicos deste evento orogenético (ex.: Van Schmus, 2008 e; Brito Neves et al., 2003).

Figura 2.3 - Mapa plutônico da Província Borborema. Observa-se a íntima relação entre os plutons e as diversas zonas de cisalhamento que compõem a PB.



Fonte: Ferreira et al. (1998).

Outra característica marcante da Orogênese Brasileira na Província Borborema são as extensas zonas de cisalhamento. Dentre estas, destacam-se as zonas de cisalhamento Pernambuco e a de Patos, as quais possuem *trend* ENE-SSW a EW. Em decorrência do movimento dextral dos dois cisalhamentos foi desenvolvido um

sistema de zonas de cisalhamentos transcorrentes sinistrais com direção NNE-SSW a NE-SW (Fig. 2.3). Como demonstrado por Ferreira et al. (1998), Neves & Mariano (1999), Neves et al. (2000) e Silva & Mariano (2000), diversos *plutons* graníticos e sieníticos estão associados a essas zonas de cisalhamento (Fig. 2.3).

Segundo as compartimentações propostas por Brito Neves et al. (2000) e Van Schmus (1995, 2008), a área de interesse deste trabalho encontra-se inserida no Domínio tectônico Meridional (Fig. 2.1 e 2.2). Mais precisamente na transição entre o Domínio Pernambuco – Alagoas (PEAL) e Faixa de dobramentos Sergipana (FS).

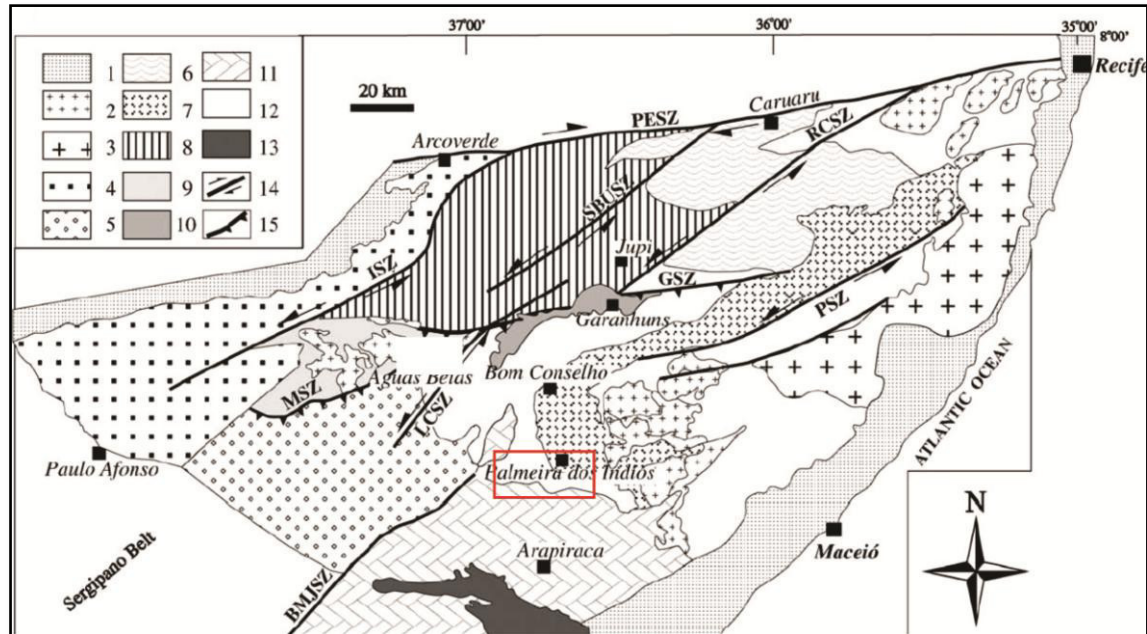
2.2 DOMÍNIO PERNAMBUCO-ALAGOAS (PEAL)

O Domínio Pernambuco-Alagoas (PEAL) tem uma área em forma triangular de aproximadamente 70.000 km² e está dividido em duas partes pelos sedimentos terrígenos Fanerozóicos da Bacia do Jatobá (Silva Filho et al., 2007). A parte a leste da bacia compreende em torno de 70% da área do PEAL. Este é limitado a norte pelo domínio da Zona Transversal, a sul pelo o domínio Sergipano e a oeste pelo Cráton do São Francisco, como ilustrado na figura 2.1.

O domínio PEAL tem sua estruturação regida pela zona de cisalhamento Pernambuco, de direção ENE – WSW, e pelas zonas de cisalhamento transcorrentes NE – SW Rio da Chata, Palmares, Limitão Caetés, Itaíba e São Bento do Una. Também fazem parte desta estruturação as zonas de cisalhamento transpressivas de direção ENE – WSW Garanhuns e Maravilha (Fig. 2.4). Ressalta-se que enquanto a zona de cisalhamento Pernambuco é dextral, as zonas de cisalhamento de direção NE – SW, acima citadas, são sinistrais.

Silva Filho et al. (2002) identificaram cinco batólitos graníticos no PEAL: Garanhuns, Ipojuca-Atalaia, Correntes-Marimbondo, Águas Belas-Canindé e Buíque-Paulo Afonso. Todos esses, exceto Correntes-Marimbondo e Águas Belas-Canindé, mostram alongamento NE-SW, paralelos entre si e mostrando eixo alongação principal em torno de 150 km de comprimento (Fig. 2.4). Sugerindo, assim, uma evolução ligada às zonas de cisalhamento NE-SW que compõem o PEAL.

Figura 2.4 - Mapa geológico simplificado do domínio PEAL. Área de estudo marcada pelo retângulo vermelho. 1 – Cobertura sedimentar paleozoica; 2 – Granitóides brasileiros; 3 – Batólito Ipojuca – Atalaia; 4 – Batólito Buíque – Paulo Afonso; 5 – Batólito Águas Belas – Canindé; 6 – Batólito Garanhuns; 7 – Sequência Palmares; 8 – Sequência Venturosa; 9 – Quartzitos Garanhuns; 10 – Sequência Inhapi; 11 – Sub cinturão alagoano; 12 – Complexo Belém do São Francisco; 13 – Bloco Arqueano; 14 – Zonas de cisalhamento transcorrentes (PESZ—Pernambuco; RCSZ—Rio da Chata; PSZ—Palmares; LCSZ—Limitão–Caetés; ISZ—Itaíba; SBUSZ—São Bento do Una); 15—Zonas de cisalhamento transpressivas (GSZ—Garanhuns; MSZ—Maravilha).



Fonte: Silva Filho et al. (2009).

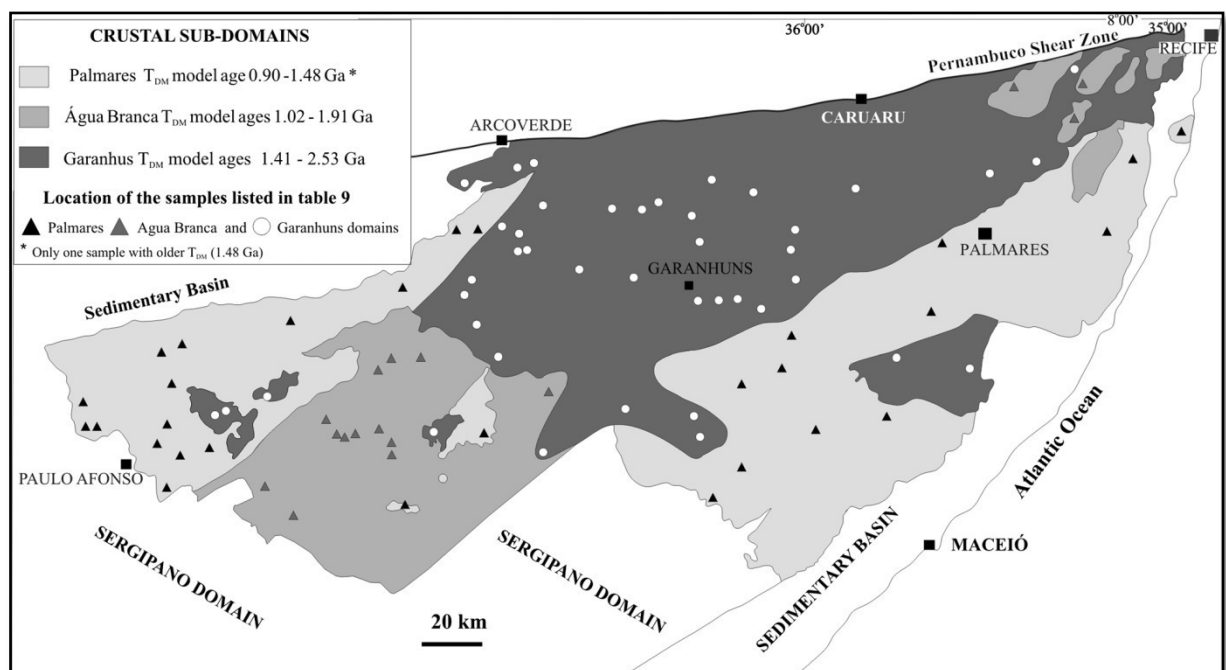
No âmbito das sequências metassedimentares do PEAL, segundo Mendes et al. (2009), apenas os Complexos Belém do São Francisco e Cabrobó compõem o contexto da área em análise. De acordo com Mendes & Brito (2017), na folha Arapiraca de Mendes et al. (2009), o Complexo Belém do São Francisco, de idade Paleoproterozoica, é formado por metagranitóides e ortognaisses, bandados a migmatíticos de composições tonalítica, granodiorítica a granítica, com biotita e/ou anfibólio. Distribuem-se nas porções centro-oeste e nordeste da folha, são leucocráticos a mesocráticos, equigranulares médios a inequigranulares porfiríticos com fenocristais de feldspato, muitas vezes com foliação milonítica e por vezes com augens, em meio a matriz de granulação média a grossa.

Ainda observando o definido por Mendes & Brito (2017), o Complexo Cabrobó, de idade Mesoproterozoica, é cartografado na porção norte da área estudada aqui e está constituído por uma sequência metavulcanossedimentar, e por uma sequência metassedimentar, representada por metarcósios e quartzitos com intercalações de

rochas calcissilicáticas. Por sua vez, ainda de acordo com estes autores, a sequência metavulcanossedimentar deste complexo está representada, predominantemente, por paragneisses granatíferos, mesocráticos de granulação média a fina, nos quais estão intercaladas camadas/níveis de metamáficas (anfíbolitos), metagrauvacas, quartzitos, mármore, calcissilicáticas e formação ferrífera. Este conjunto litológico, frequentemente, encontra-se migmatizado, em variados estágios, ocorrendo desde metatexitos até diatexitos.

Silva Filho et al. (2014) com base em dados isotópicos de Sm e Nd obtidos em granitos, gnaisses e rochas supracrustais propuseram a subdivisão do domínio PEAL em três subdomínios crustais (Fig. 2.5). Sendo eles: a) Garanhuns, com idade modelo T_{DM} de 1,80 a 2,30 Ga; b) Água Branca com idade modelo T_{DM} de 1,02 a 1,70, mas com maior concentração em torno de 1,20 a 1,70 Ga e; c) Palmares com idade modelo T_{DM} de 1,40 a 1,80 Ga e com maior frequência de amostras em torno de 0,90 a 1,20 Ga.

Figura 2.5 - Mapa da subdivisão do PEAL em três sub-domínios (Garanhuns, Água Branca e Palmares) baseado nas idades modelos Sm/Nd.



Fonte: Silva Filho et al. (2014).

Silva Filho et al. (2014) discutiram que as amostras do subdomínio Garanhuns ocorrem principalmente na parte norte do PEAL, enquanto as amostras dos subdomínios Água Branca e Palmares ocorrem dominantemente na região sul deste

domínio. Dividindo, assim, o PEAL em uma metade norte e uma metade sul. A primeira seria essencialmente composta por fontes crustais mais antigas, ao passo que a segunda seria preferencialmente integrada por rochas derivadas de fontes que contém componentes mais recentes (Fig. 2.5).

Suportado em idades U-Pb em zircões, estudos geoquímicos, idades modelos Sm/Nd, dentre outros parâmetros, Silva Filho et al. (2014) propuseram que a transição entre as metades norte e sul do PEAL marcaria, aproximadamente, a margem norte de um rifte Neo-Mesoproterozoico a Eo-Neoproterozoico. Este teria sido gerado durante a quebra da parte sudeste do supercontinente Atlântica.

2.3 FAIXA SERGIPANA

A Faixa Sergipana (FS) é um cinturão de dobramentos, de forma triangular e direção principal ESE – WNW, limitado a norte pelo Domínio PEAL e a sul pelo Cráton do São Francisco (CSF). A mesma foi inicialmente descrita como sendo composta por sete domínios litotectônicos, de norte para sul: Sul-Alagoas, Canindé, Poço Redondo, Marancó, Macururé, Vaza Barris, Estância (Santos et al., 1988; Davison & Santos, 1989; Silva Filho, 1998).

Contudo, em face de novos dados, a divisão correntemente adotada é, de norte para sul: Rio Coruripe, Canindé, Marancó – Poço Redondo, Macururé, Vaza Barris e Estância (Mendes et al., 2009). Uma pequena variação nesta classificação ocorre, pois alguns autores consideram o Rio Coruripe como sendo parte do domínio Macururé (Carvalho, 2005; Bueno, 2009; Oliveira et al., 2010).

A zona de cisalhamento Belo Monte - Jeremoabo (ZCBMJ) separa o domínio Marancó – Poço Redondo do Macururé, enquanto as zonas de cisalhamento São Miguel Aleixo e Itaporanga separam, respectivamente, o Macururé do Vaza Barris e este do Estância (D'El-Rey Silva, 1995a, b; D'El-Rey Silva, 1999, Carvalho, 2005).

De acordo com Mendes et al. (2011), o Domínio Rio Coruripe distribui-se na porção central da folha Arapiraca, sendo limitado a norte pela zona de cisalhamento contracional Palmeira dos Índios e com os litotipos do domínio Pernambuco-Alagoas, e a sul pelo Domínio Macururé. Em seu interior, afloram os metamorfitos do

Complexo Arapiraca, o qual é a principal unidade litoestratigráfica aflorante na área objeto da presente dissertação. Para Mendes & Brito (2017), este complexo está “constituído, predominantemente, por um pacote de metassedimentos gnaissificados a migmatizados, localmente granulizados, com lentes/camadas de metamáficas, mármore, rochas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas (tipo Lago Superior), quartzitos, e por complexos ígneos metamáficos-metaultramáficos. Em geral, a sequência paraderivada mostra-se cortada por diques de pegmatito, diques de diabásio/gabros e raros sheets de leucogranitóides de granulção fina”. Vale ressaltar que Mendes et al. (2011) obtiveram idades em rochas metaultramáficas aflorantes em Serrote da Lage, município de Craíbas-AL, as quais forneceram valores de U-Pb de 1.970 M.a. e, assim, propuseram uma idade no mínimo paleoproterozóica para o conjunto.

Outra unidade litoestratigráfica de interesse imediato nesta dissertação está contida no Domínio Canindé, o qual foi sumarizado por Carvalho (2005) como consistindo em uma sequência de rochas metassedimentares e metavulcânicas, predominantemente, máficas, intrudidas por diques máficos, gabros acamadados e diversos corpos granitóides. Mendes & Brito (2017) subdividem este domínio em: Complexo Canindé, Complexo Araticum e suíte intrusiva Canindé. Segundo esta compartimentação, apenas os litotipos do Complexo Araticum afloram na área sob estudo.

De acordo com Mendes & Brito (2017), este complexo é representado, predominantemente, por uma sequência metavulcanossedimentar, constituída por paragneisses granatíferos ou não, por vezes com muscovita e/ou sillimanita migmatizados, e, localmente, por biotita xistos e metagrauvacas com granada. Estes paragneisses frequentemente ocorrem com intercalações de metamáficas, mármore, xisto-grafitoso, metamarga, rochas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas e metaultramáficas. Em continuidade, também são observadas injeções de leucogranitóides a duas micas, posicionadas como sheets sintectônicos, injeções de pequenos corpos dioríticos e diques pegmatíticos tardios, estes últimos ocorrendo frequentemente próximos à falha de Jacaré dos Homens, tanto foliados e sub-concordantes à foliação, como isotrópicos e discordantes.

Com relação aos demais domínios da Faixa Sergipana, Carvalho (2005) prossegue sua síntese afirmando que o Domínio Marancó – Poço Redondo é um fragmento crustal constituído por seqüência de rochas sedimentares, vulcânicas e plutônicas metamorfisadas e fortemente deformadas. Já o Domínio Macururé é composto por monótona seqüência de xistos aluminosos, dominados por granada muscovita-biotita xistos, e menor quantidade de quartzitos, filitos, metacalcários e lascas de rochas máficas-ultramáficas, intrudidas por diversos corpos granitóides.

Em paralelo, o Domínio Vaza Barris, que é limitado a norte pelo Domínio Macururé e a sul pelo Estância, é caracterizado por seqüência de diamictitos, calcários, filitos, metagrauvacas, quartzitos e metaconglomerados subordinados (Carvalho, 2005). Por fim, assentados sobre o embasamento do CSF, afloram os sedimentos plataformais – arenitos, calcários, argilitos e lentes conglomeráticas – indeformados ou pouco deformados do Domínio Estância (Carvalho, 2005).

Após diversos debates e pequenas alterações, os domínios da FS são atualmente posicionados em dois principais cinturões, limitados entre si pela ZCBMJ. O Cinturão Sul-Alagoano compreende os domínios Canindé e Marancó – Poço Redondo e ocorre ao norte, entre a ZCBMJ e o PEAL. O Cinturão Sergipano compreende os domínios Rio Coruripe, Macururé, Vaza Barris e Estância e ocorre a sul, em contato com o embasamento do CSF e limitado a norte pela ZCBMJ (Brito Neves et al, 1995; Silva Filho & Torres, 1992; Silva Filho, 2003; Carvalho, 2005; Oliveira et al., 2010).

Apesar de haver certo consenso quanto à nomenclatura e divisão dos domínios litotectônicos da FS, o mesmo não pode ser dito quanto a sua evolução. Inicialmente a mesma foi interpretada como sendo o resultado da colisão entre o Cráton do Congo-São Francisco e o Maciço PEAL durante a orogenia Brasileira (Brito Neves 1975, Davison & Santos, 1989). De maneira similar, Jardim de Sá (1994) a considerou como uma de suas faixas monocíclicas ou afetadas somente pela orogênese Brasileira/Panafricana.

No entanto, estudos mais recentes têm arguido que a história da FS é mais complexa do que previamente imaginado (D'El-Rey Silva, 1995 b; D'El-Rey Silva, 1999; Silva Filho & Torres, 2002; Oliveira et al, 2010). Para D'El-Rey Silva (1995b) e D'El-Rey Silva (1999) a FS era uma bacia de margem passiva, preenchida por sedimentos do CSF, que sofreu uma deformação compressiva, com metamorfismo

máximo na fácies xisto-verde, durante o Brasiliano (670-600 Ma atrás). Já Oliveira et al. (2010) consideram a FS como um ciclo de placas tectônicas completo que teve início no Toniano e se encerrou no Ediacarano. Araújo (2003) e Carvalho (2005) também apresentam modelos que envolvem mais de um ciclo deformacional para FS durante o Cariris Velhos e durante o Brasiliano.

2.4 ZONAS DE CISALHAMENTO JACARÉ DOS HOMENS E PALMEIRA DOS ÍNDIOS

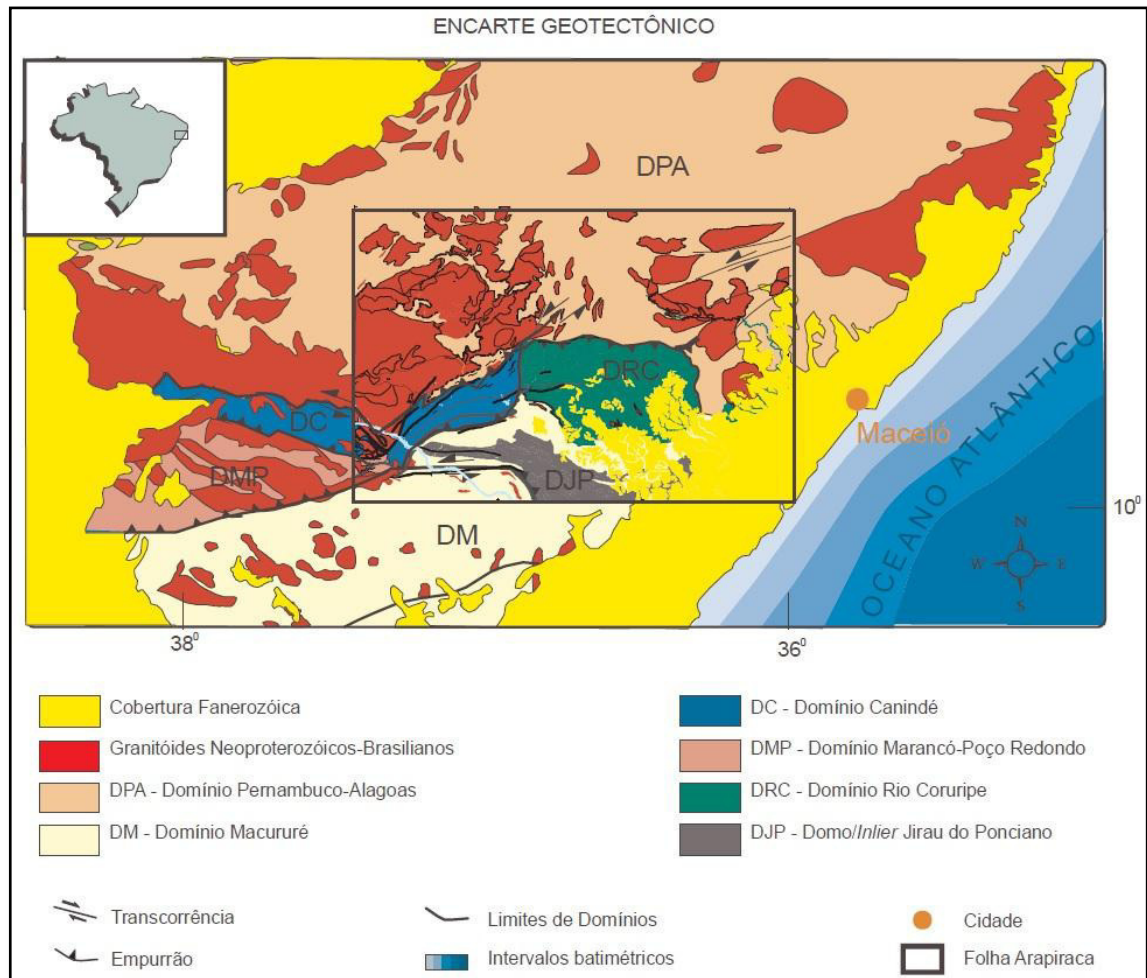
A folha Arapiraca 1:250.000 foi alvo de mapeamentos geológicos básicos inicialmente na escala de 1:100.000 (Souza Mendonça & Amorim, 1988) e depois na escala de 1:250.000 (Mendes et al, 2009). Os resultados levaram a identificar um pré-cambriano rico e diversificado com grandes complexos litológicos e estruturas dúcteis e dúcteis-rúpteis de primeira ordem, entre as quais se encontram as zonas de cisalhamento Palmeira dos Índios (ZCPI) e Jacaré dos Homens (ZCJH), que atravessam a parte centro-norte da folha numa direção quase E-W.

Os mapeamentos mais antigos, assim como Souza Mendonça & Amorim (1988) e Osako (2005), mapeiam ou referem-se a essas duas estruturas como uma entidade única e com a mesma cinemática - o topo teria sido transportado para S-SE - e mesma idade de outras falhas e zonas de cisalhamento de empurrão da região. Essas estruturas que ocupam todo o espaço situado entre o Cráton do São Francisco e o Domínio Pernambuco-Alagoas corresponderiam, respectivamente, ao antepaís e ao além-país da Faixa Sergipana. Entretanto, o mapa geológico 1:250.000 da folha Arapiraca (Mendes et al, 2009) assinala a estrutura em questão como constando de duas zonas separadas com cinemáticas distintas, que estariam deslocadas por uma zona de cisalhamento transcorrente N-S não nomeada (Fig. 2.6).

Para Mendes et al. (2009) e Mendes et al. (2011), a ZCJH tem vergência para SE, ao passo que a ZCPI tem sentido de transporte geral para N. Estes autores argüem, ainda, que o movimento para N-NW do Cisalhamento Palmeira dos Índios foi controlado pelo tectonismo Cariris Velhos, enquanto os empurrões de Jacaré dos Homens e de Belo Monte - Jeremoabo associam-se ao Brasiliano. Por outro lado,

Neves et al. (2016), através de dados U-Pb em zircão, defenderam que a deposição do Complexo Arapiraca ocorreu no Criogeniano (<659 – 647 Ma), inviabilizando a idade toniana da ZCPI proposta por Mendes et al. (2011).

Figura 2.6 - Recorte do encarte geotectônico da folha Arapiraca expondo que as ZCPI e ZCJH justapõem os terrenos do PEAL e da FS.



Fonte: Mendes et al., 2009).

Da Silva et al. (2015), utilizando datações U – Pb (SHRIMP) em zircões, obtiveram uma idade de 642 Ma para um ortognaisse granodiorítico alocado ao longo da ZCJH e interpretaram este dado como sendo um marcador das primeiras movimentações desta zona transpressional. De maneira semelhante, estes autores interpretaram a colocação do pluton Major Isidoro (aflorante na porção NW da área de interesse) como sendo sin-cinemático à ZCJH, contemporâneo com o desenvolvimento da foliação regional de baixo ângulo e relacionado ao pico do metamorfismo decorrente

da deformação contracional/convergente ocasionada da colisão entre o CSF e o PEAL durante a orogênese Brasileira.

Segundo estudos de Mendes et al. (2009 e 2011), a zona de Cisalhamento Palmeira dos Índios constitui o limite entre o complexo Cabrobó e domínio Rio Coruripe, ou seja, a mesma está justapondo tectonicamente os terrenos (no *lato sensu* do termo) do Domínio Pernambuco-Alagoas e os terrenos da Faixa Sergipana. Neves et al. (2016) alegaram não terem encontrado sinais desta transição.

Destaca-se que não é a primeira vez que a Zona de Cisalhamento de Palmeira dos Índios é foco de estudos, mas nas outras ocasiões ela esteve sempre subordinada a outros temas: na região da cidade de Palmeira dos Índios, em seu segmento leste, orto e paragneisses foram usados para estudos isotópicos e geocronológicos U-Pb e para litogeoquímica com fins de classificação e de proveniência. O segmento mais oeste, na região de Major Isodoro, e que faria parte da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens, fez parte de estudos que incluíam, particularmente, a caracterização geoquímica, isotópica e geotectônica dos complexos Araticum e Arapiraca (Lima, 2013). Por fim, estudos geoquímicos, isotópicos (Sr, O, Nd) e geocronológicos (U-Pb) foram desenvolvidos nos batólitos Monteirópolis e Major Isodoro, os quais são confrontantes e influenciados pela ZCJH e ocupam a porção NW da área em estudo (Da Silva et al, 2015; e Da Silva et al., 2016).

3 ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRAFIA

Apesar de não compor o objetivo principal do presente trabalho, foi elaborado o mapa geológico do apêndice I, o qual tem mais o intuito de localizar e contextualizar as duas zonas de cisalhamento aqui abordadas (Palmeira dos Índios e Jacaré dos Homens) do que, propriamente, cartografar com precisão os contatos entre os diversos litotipos identificados. Tal questão advém da impossibilidade, dentro do escopo desta dissertação, de se mapear em escala de detalhe os quase 4.000 km² necessários para representar em mapa os traçados das referidas estruturas cisalhantes.

Nesta tarefa, utilizou-se como base os dados geofísicos do Projeto Geofísico Paulo Afonso – Teotônio Vilela (CPRM, 2011), o qual contou com levantamentos aerogeofísicos com espaçamento de 500 m entre as linhas de voo e altura média de 100 m. Dentre a gama de produtos gerados por este levantamento, utilizou-se o ternário para delimitar os corpos geológicos e os dados de primeira derivada e magnetometria para demarcar estruturas lineares. Ressalta-se, no entanto, que há correspondência direta entre os dados de campo e a cartografia aqui reportada.

Como pode ser observado no Apêndice I, foram identificados 10 litotipos, os quais podem ser agrupados em, pelo menos, 03 grupos e/ou domínios. Assim, nesta seção, discorrer-se-á sobre estas unidades, retratando tanto aspectos mesoscópicos quanto microscópicos. Ao final, faz-se uma correlação entre os Grupos aqui descritos e os mapeamentos prévios.

3.1 GRUPO A

Este grupo, que ocupa a região leste do mapa, foi subdividido em três unidades litológicas, denominadas – simploriamente – de A1, A2 e A3. Ocorrências de quartzitos afloram na porção SE do mapa, se estendendo para o centro do mesmo, e estão associadas aos litotipos das Unidades A1 e A2. Microscopicamente, os

cristais de quartzo destes quartzitos mostram sinais de recristalização e, não raro, notam-se cristais de fibrolita associados.

A unidade A1 é composta, principalmente, por xistos e paragnaisses (Fig. 3.1). Os xistos são ricos em quartzo e biotita, sendo, por vezes granatíferos. É comum a ocorrência de vênulos de quartzo concordantes com a foliação. Ao microscópio petrográfico, observa-se uma associação mineral composta por quartzo, plagioclásio, biotita, granada, fibrolita, zircão e minerais opacos. A biotita tem o maior volume modal, apresenta um pleocroísmo de marrom amarelado a quase preto e quando inclui cristais de zircão, gera halos pleocróicos. O quartzo, segundo maior volume modal, é invariavelmente xenoblástico e tem extinção ondulante. É comum a ocorrência de cristais com migração de bordos e de subgrão, assim como em fitas (*ribbons*), os quais indicam deformação estrutural a temperaturas próximas de 500° C. O plagioclásio é subidioblástico, mostra a distinta geminação polissintética e pode incluir cristais de biotita e quartzo. A granada é xenoblástica a subidioblástica, estando – por vezes – fraturada e incluindo pequenos cristais de quartzo, biotita e minerais opacos, através da textura poiquilítica. Quando presente, a fibrolita ocorre como cristais xenoblásticos a subidioblásticos intercalados com minerais opacos. Os minerais opacos ocorrem em pequeno volume modal, são xenoblásticos a subidioblásticos e estão associados às biotitas.

Figura 3.1 - a) Exemplo de xisto de composição pelítica, rico em granada, que ocorre na Unidade A1 (PME-01). b) Paragnaisse com bandamento dobrado observado no PME-04. c) Detalhe do bandamento do paragnaisse do PME-04 sendo perturbado por diques de rochas máficas.



Os paragnaisses predominam nesta unidade e são compostos, majoritariamente, por quartzo, feldspato, biotita e minerais opacos. Em regiões com maior *strain* estrutural, como no PME-04, nota-se que o quartzo ocorre na forma de *ribbons* orientadas segundo a direção de plano axial e, quando na forma granular, apresenta textura *chessboard* ou migração de bordos. Estas duas últimas texturas são, respectivamente, indicativas de deformação a 650° C e 500° C, segundo Passchier & Trouw (2005). O plagioclásio é subidioblástico e pode apresentar uma textura pertítica. As lamelas da geminação polissintética, nalguns casos, mostram-se deformadas, evidenciando uma geminação mecânica, a qual é indicativa de uma deformação a temperatura média. A biotita ocorre em palhetas subidioblásticas a xenoblásticas e apresenta um pleocroísmo de marrom amarelado a marrom. Estando associado à biotita, os minerais opacos são subidioblásticos a xenoblásticos.

Destaca-se que o bandamento gnáissico é, em certos pontos, cortado por diques de rochas máficas, as quais são compostas por hornblenda, plagioclásio, cummingtonita, epidoto, zoisita, tremolita, diopsídio, quartzo e minerais opacos. A hornblenda tem pleocroísmo de verde amarelado a verde escuro e a maioria dos cristais são subidioblásticas a xenoblásticas. Por vezes, podem incluir cristais de quartzo, plagioclásio e minerais opacos. O plagioclásio é subidioblástico e mostra alteração para epidoto e zoisita. A cummingtonita está presente na forma de cristais pequenos a médios, incolores e com cor de retardo alta. O diopsídio ocorre como cristais subidioblásticas e incolores que mostram desestabilização para tremolita. O quartzo é xenoblástico com extinção ondulante, podendo estar incluso nas hornblendas, além de mostrar migração de bordos.

A Unidade A2 compreende, predominantemente, paragnaisses, os quais podem estar migmatizados ou milonitizados. Lentes de mármore também fazem parte deste contexto. Os paragnaisses têm composição granítica, marcada pela ocorrência de porfiroclastos grandes de feldspatos róseos, e mostram um bandamento bem marcado (Fig. 3.2). Quando migmatizados, o bandamento é perturbado por leucossomas de composição também granítica, mas com cristais idiomórficos de feldspato potássico de coloração vermelho carne, o que sugere que a fusão do leucossoma se deu *in situ*.

Figura 3.2 - Ortognaisse de composição granítica que aflora na Unidade A2 (PME-02).



Sob o microscópio ótico, os paragneisses desta unidade exibem uma associação mineral composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita, sillimanita, cordierita, moscovita, zircão e minerais opacos. O quartzo é, normalmente, xenoblástico, podendo apresentar textura de migração de bordos e *chessboard*. Fitas de quartzo, marcando bem a foliação milonítica, são comuns em amostras de afloramentos próximos da ZCPI. O plagioclásio é subidioblástico e exibe a geminação polissintética que pode estar mecanicamente deformada. Em algumas seções notam-se cristais sericitizados e/ou fraturados. O feldspato potássico, subidioblásticos a xenoblásticos, apresenta a típica geminação cruzada da microclina, assim como textura pertítica. A biotita ocorre na forma de palhetas subédricas pequenas e com pleocroísmo de marrom a preto. Alguns poucos cristais apresentam alteração sub-solidus para clorita. A sillimanita, quando presente, ocorre em baixo volume modal, em associação com cordierita, e na forma de pequenos cristais subidioblástico ou como simplectitos na cordierita. Este último, por sua vez, chega a ocorrer com um volume modal de – aproximadamente – 15% e mostra-se em cristais xenoblástico, incluindo cristais de quartzo, biotitas e minerais opacos, os quais geram halos pleocróicos distintivos neste mineral. Como ilustrado na figura 3.3, há substituição de sillimanita por cordierita, o que sugere uma descompressão. Palhetas xenoblásticas desenvolvidas de moscovita ocorrem de forma acessória (1-2% *wf*) e, normalmente, associada às biotitas e aos plagioclásios. Cristais subidioblásticos de zircão formam halos pleocróicos nas palhetas de biotita.

A ocorrência de mármore (PME-06) foi descrita em uma pedreira próxima da saída de Coruripe do Cal. Em mesoescala, nota-se que o bandamento primário (S_0) tem mergulho moderado ($30 - 40^\circ$) para SE (Fig. 3.4). Em seção delgada, observa-se que a calcita mostra sinais de recristalização em suas bordas e, também, que serpentinas na forma de pseudomorfos de olivina se fazem presentes.

Figura 3.3 - Aspectos de restos de sillimanita inclusos em cristais de cordierita. Feição que neste estudo é tomado como critério da substituição do aluminossilicato pelo mineral ferromagnesiano, a qual sugere descompressão. Ambas as imagens são da amostra PME-02. a) Nicois cruzados e b) nicois paralelos. Barra da escala: 0,5 mm. c) nicois cruzados e d) nicois paralelos. Barra da escala 1 mm.

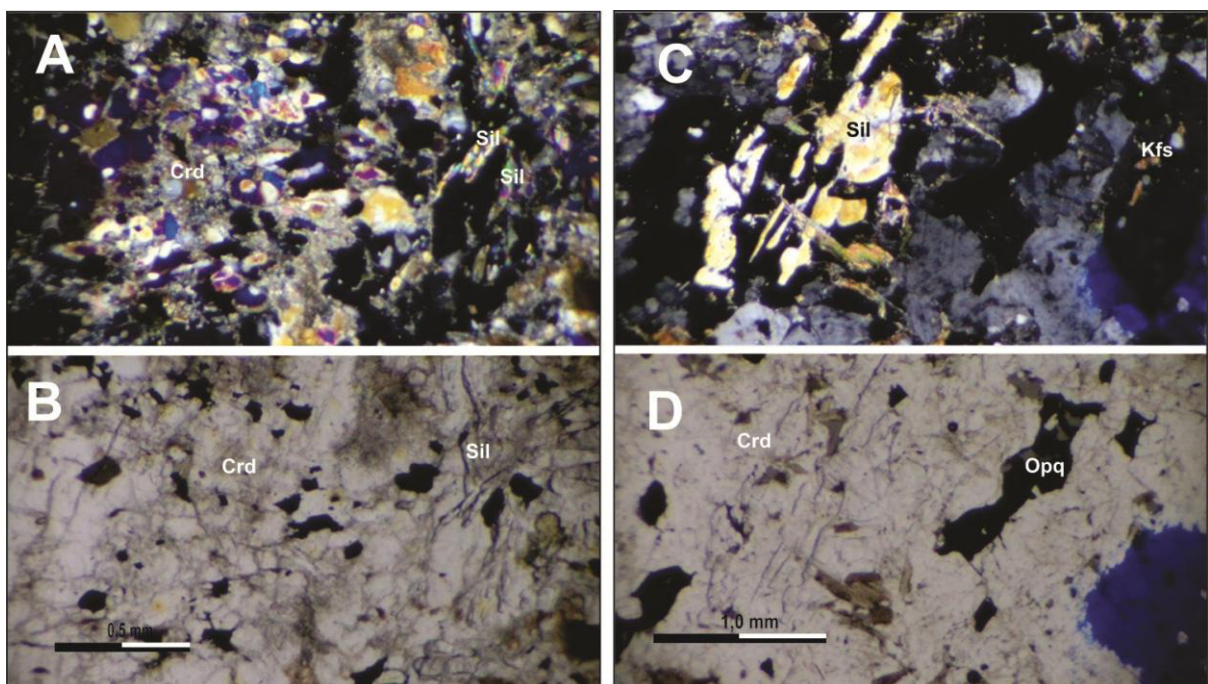


Figura 3.4 - Ocorrência de mármore em pequena pedreira próximo de Coruripe. O bandamento S0 mergulha 30-40° para SE.



A Unidade A3 ocupa a parte NE do mapa – estando relacionada à serra de Quebrângulo – e é composta por rochas calcissilicáticas e anfibolitos. As rochas calcissilicáticas têm associação mineral composta – principalmente – por diopsídio, hornblenda, epidoto, plagioclásio, quartzo e minerais opacos e estão bastante foliadas e intemperizadas. Diques pegmatíticos de composição granítica, cortando a foliação principal, são comuns (Fig. 3.5). Os anfibolitos são escuros devido à grande quantidade de biotita presente. Hornblenda, plagioclásio, cummingtonita, granada e minerais opacos complementam a associação mineral.

Figura 3.5 - Dique pegmatítico cortando a foliação principal. b) Detalhe do metapelito granatífero.



Ao microscópio, vê-se até 15% de volume modal de diopsídio nas rochas calcissilicáticas. Este, normalmente, é subidioblástico, porém, não raro, observam-se fraturas e deformações dúcteis. Similarmente, alterações sub-solidus e coronas envolvendo minerais opacos são comuns. A hornblenda tem pleocroísmo de marrom a marrom amarelado, é subidioblástica, tem inclusões de quartzo e está pouco alterada. As palhetas de biotita são subidioblásticas a xenoblásticas, têm pleocroísmo de marrom claro a avermelhado, mostram desestabilização para clorita e explicitam deformações dúcteis através de kink bands. O Plagioclásio é subidioblástico com geminação polissintética, a qual pode estar mecanicamente deformada, e – por vezes – está sericitizado. O quartzo é xenoblástico e tem

texturas de recristalização. A relação côncavo-convexo indica que este é posterior ao epidoto, o qual, por sua vez, está bastante fraturado. A titanita é o principal mineral acessório – até 5% de volume modal – e é subédrica a euédrica.

Nos anfibolitos, a hornblenda é subidioblástica, tem pleocroísmo típico de marrom a marrom amarelado e está associada ao plagioclásio, ao quartzo e à biotita. Esta última tem pleocroísmo de marrom amarelado a marrom avermelhado e suas palhetas são subidioblásticas a xenoblásticas. A granada está bastante fraturada e, em alguns casos, apresentam uma textura quase poiquilítica ao incluir cristais de quartzo, biotita e minerais opacos. A cummingtonita é xenoblásticas a subidioblásticas e ocorre associado ao plagioclósio e ao quartzo. Aquele, caracterizado pela geminação polissintética, está idioblástico a subidioblástico, ocorre em cristais pequenos e podem estar pouco alterados, apesar desta alteração não ser predominante. O quartzo é xenoblástico, tem texturas de recristalização, de migração de bordos e *chessboard*, indicando deformação a temperaturas de até 600° C (Passchier & Trouw, 2005).

3.2 GRUPO B

As quatro Unidades litológicas que compõem esse grupo: B1, B2, B3 e B4, ocupam a faixa centro oeste do mapa, estando limitada a leste pelas litologias do Grupo A e a oeste pelos granitóides do Domínio Pernambuco – Alagoas. Apesar de haver uma distinção forte na resposta do ternário (U, Th e K) que ajudou a separar os Grupos A e B, em campo não foi encontrado o contato entre os mesmos, sugerindo uma transição não súbita entre estes. Como detalhado nos capítulos seguintes, a zona de cisalhamento vertical sinistral cartografada por Mendes et al (2009), que poderia representar a sutura entre os grupos em questão, não foi encontrada. Isto é: nos afloramentos descritos, em perfis que atravessam a suposta zona de cisalhamento, não foram evidenciadas as feições estruturais comumente observadas em zonas de alto *strain*. Por outro lado, o contato entre os Grupos B e C é bem marcado, principalmente, na porção sul, onde a atuação da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens é expressiva.

As Unidades B1 e B2 têm as menores áreas aflorantes, respectivamente. A primeira é composta por gnaisses máficos e anfibolitos, enquanto na segunda afloram paragneisses. Devido ao relevo arrasado, poucos afloramentos foram encontrados, o que reduz a quantidade de informações disponíveis. Os anfibolitos e os gnaisses máficos, quando aflorantes, aparecem em cortes de estrada, mostram mergulhos sub-horizontais e são ricos em granadas. Já os paragneisses são ricos em biotitas e granadas e estão fortemente influenciados pela ZCJH. Foliações principais com atitudes similares aos planos de cisalhamento desta estrutura dúctil e dobras recumbentes com vergência para sul exemplificam esta influência, como ilustrado na figura 3.6. Não obstante, destaca-se que no limite oeste da Unidade B2 é traçado um ramo da ZCJH.

Figura 3.6 - Paragneisse, típico da Unidade B2, influenciado pela atuação da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens.

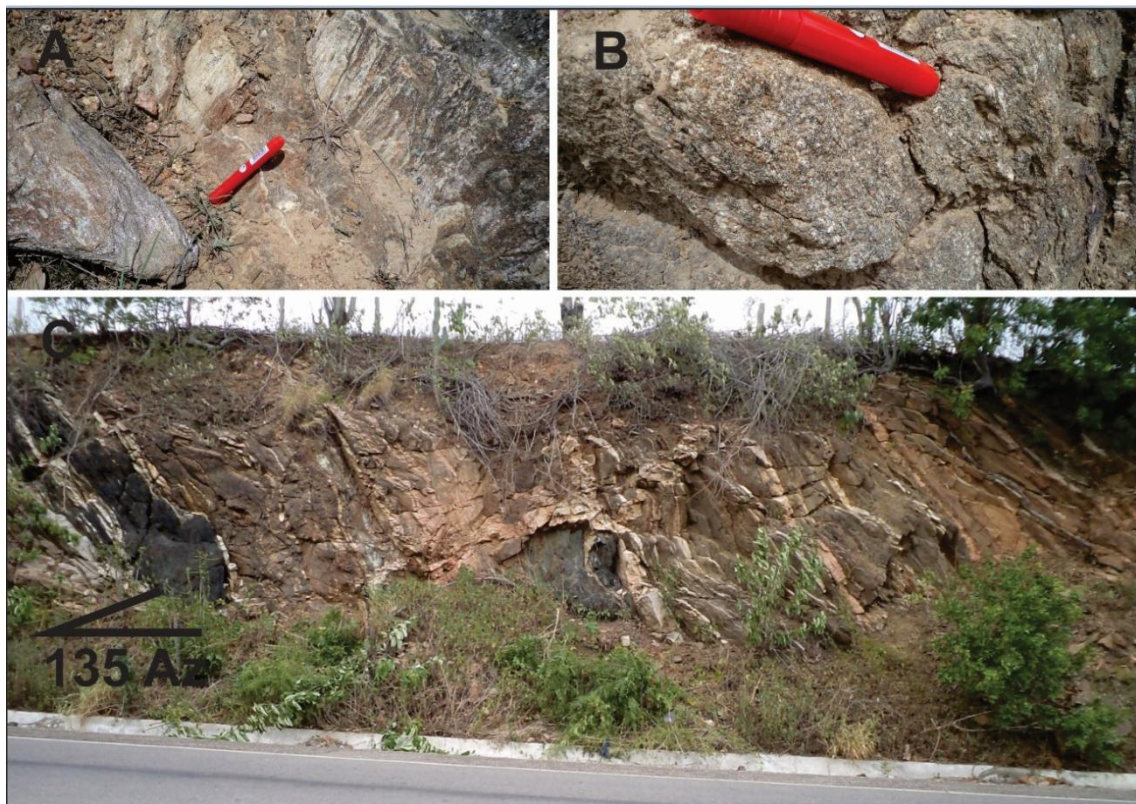


A Unidade B3 é a que tem a maior área aflorante dentre as quatro deste grupo e a que melhor marca o contato com o Grupo C. É compreendida, essencialmente, por xistos e gnaisses pelíticos. Normalmente, os xistos são ricos em quartzo e feldspato quando próximos dos granitóides do Grupo C (Fig. 3.7a), porém, mais para o centro da unidade, estes são ricos em quartzo e feldspato branco numa proporção que lhes confere um aspecto de meta-arcóseo/metapsamito. Os paragneisses têm composição pelítica, marcada pelo enriquecimento em granada, fibrolita, biotita, moscovita e quartzo (Fig. 3.7b). A granada surge na forma de porfiroblastos bem desenvolvidos na maioria dos afloramentos descritos, enquanto a fibrolita ocorre como agregados (Fig. 3.8). Soleiras de composição quartzo-feldspática, assim como,

ocorrências de rochas metamáficas, são comuns, principalmente quando próximas da borda oeste da unidade (Fig. 3.7c). Comumente, os litotipos desta unidade mostram-se deformados de forma condizente com a atuação da ZCJH.

A Unidade B4 ocupa uma área relevante na parte central e sul do mapa, mas foi melhor caracterizada ao longo do leito do rio Traipu. Em essência, nesta unidade afloram paragneisses, que podem ou não estar migmatizados (Fig. 3.9b), e rochas metamáficas. O bandamento, normalmente, bem deformado por estruturas dúcteis, pode ser cortado por intrusões graníticas ou pegmatíticas. Como pode ser observado na figura 3.9a, os granitos têm coloração vermelha, estão bem fraturados, apresentam regiões ricas em pseudotaquilitos e assimilaram parte do material da encaixante.

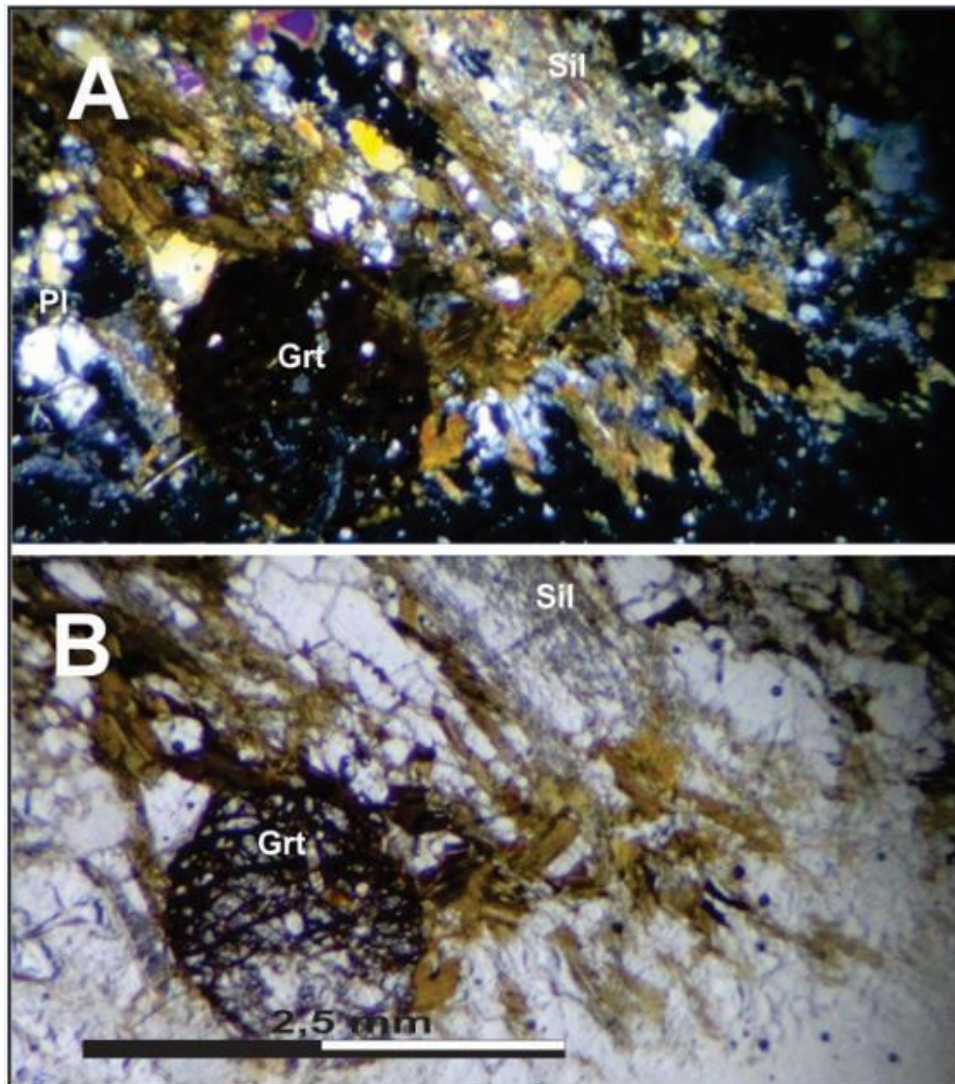
Figura 3.7 - Litologias aflorantes da Unidade B3. a) Xisto de composição granítica. b) Paragneisse rico em porfiroblastos de granada e agragados de fibrolita, observado no PME-25. c) Visão geral do afloramento PME-29, onde afloram soleiras quartzo-feldspáticas e rochas metamáficas.



Ao microscópio petrográfico, os paragneisses revelam uma associação mineral composta por quartzo, plagioclásio, moscovita, zircão e minerais opacos. Nas bandas félsicas, há ocorrência de fibrolita em grande quantidade na forma de

agregados (Fig. 3.10). Nas bandas máficas, ocorrem cristais xenoblásticos de granada de maneira acessória (2-3%), além de palhetas de biotita.

Figura 3.8 - Feições minerais e texturais que aparecem no xisto pelítico do afloramento PME-25, Grupo B, próximo da falha de Jacaré dos Homens. Observa-se um porfiroblasto de granada adjacente a sillimanita quase fibrosa. a) Nicóis cruzados e b) paralelos. Grt – Granada e Sil – Sillimanita.



O quartzo ocorre de forma monótona, são cristais xenoblásticos, com extinção ondulante e com texturas de recristalização que indicam deformação a temperaturas entre 500 – 600° C: migração de bordos e *chessboard*. O plagioclásio é subidioblástico, tem geminação polissintética, não apresenta sinais de deformação dúctil, está muito pouco alterado/intemperizado, apresenta algumas poucas fraturas e pode incluir pequenos cristais de quartzo e biotita.

A moscovita tem menor volume modal do que a biotita, é subidioblástica e está bem formada, sugerindo uma origem primária. Os minerais opacos são acessórios, 3-4%,

e estão associados às biotitas, sendo que – às vezes – parecem substituí-las. Esta última ocorre em grande abundância, tem pleocroísmo variando de marrom amarelado a marrom avermelhado e suas palhetas subidioblásticas, ocasionalmente, incluem cristais de xenoblásticos a subidioblásticos de zircão.

Figura 3.9 - a) Detalhe do granito avermelhado e com pseudotaquilitos que aflora na Unidade B4 (PME-10). b) Paragneisse, por vezes migmatizados, aflorante no PME-13.

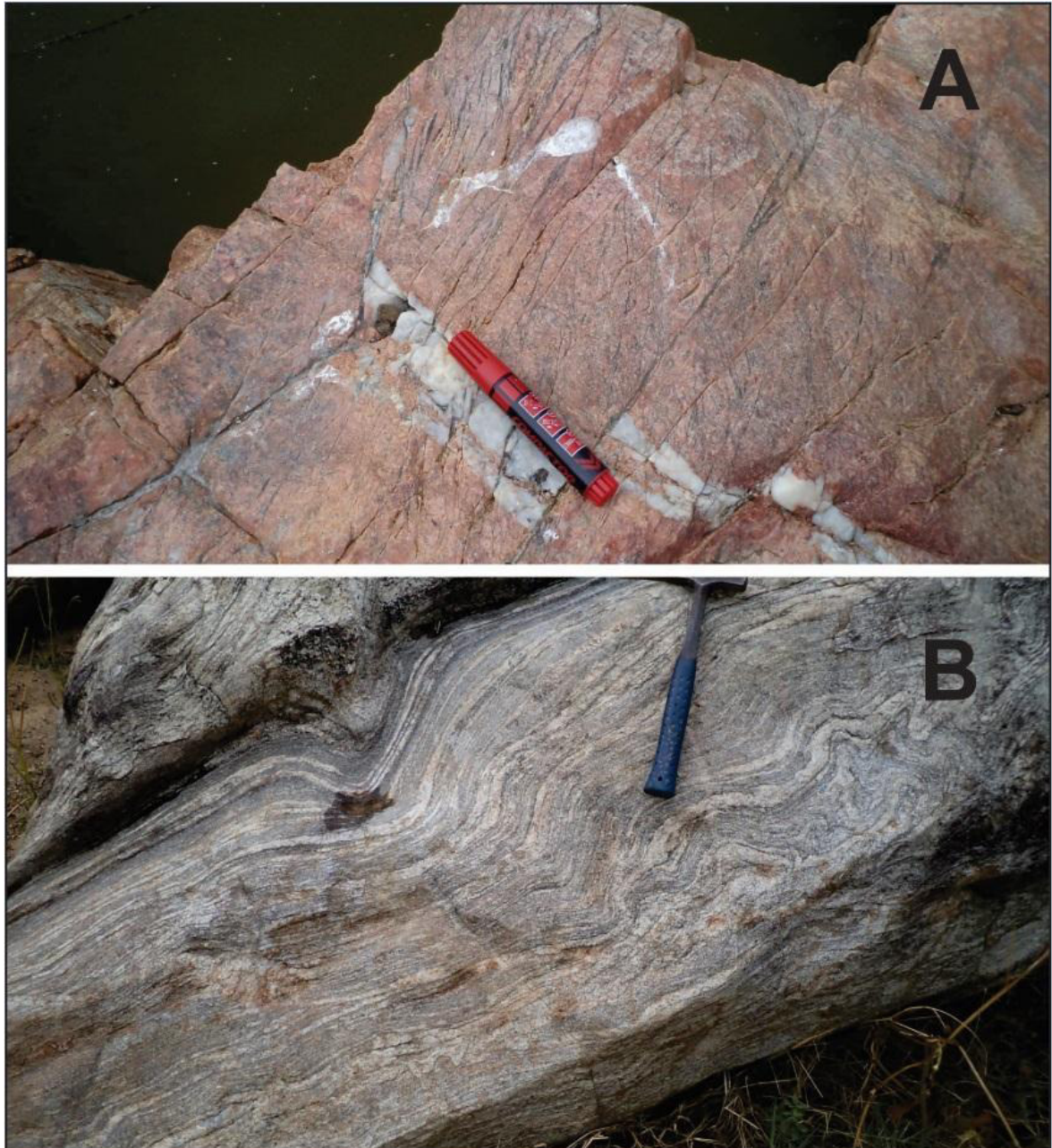
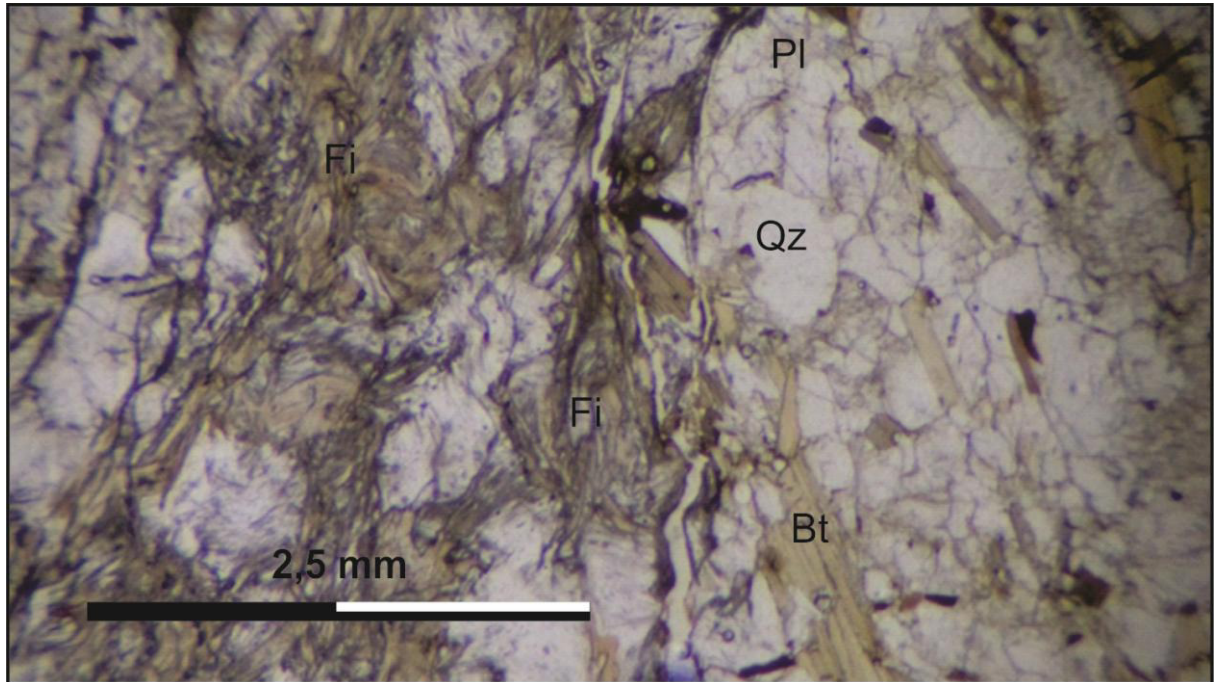
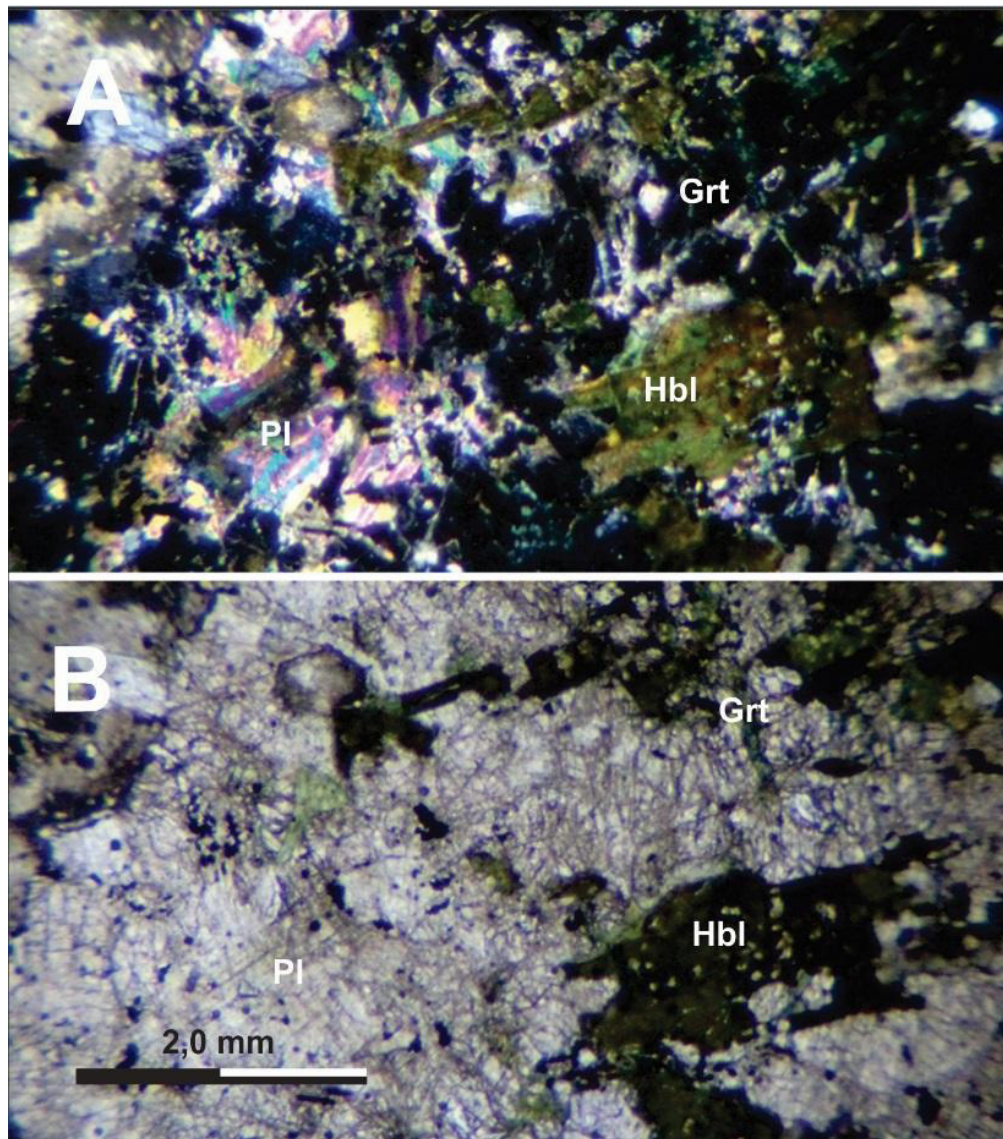


Figura 3.10 - Agregado de fibrolita e micas em lâmina do afloramento PME- 09, leito do rio Traipu. O mesmo parece ocupar um domínio transversal a foliação principal do exemplar (S2). Nicóis paralelos.



Hornblenda, plagioclásio, quartzo, granada e minerais opacos são os principais minerais observados nas seções delgadas das rochas metamáficas caracterizadas como anfibolitos (Fig. 3.11). A hornblenda, maior volume modal, é subidioblástica a idioblástica, tem o pleocroísmo típico (verde amarelado a verde escuro) e podem alterar para actinolita/tremolita. O plagioclásio é subidioblástico a xenoblástico, tem geminação polissintética mecanicamente deformada e desenham *kink bands*. A granada é centimétrica, xenoblástica, está bastante fraturada e inclui os demais minerais presentes.

Figura 3.11 - Minerais e texturas de uma rocha metamáfica amostrada no leito do rio Traipu, afloramento PME-11. A lâmina está bem espessa. Acima, as áreas com birrefringência elevada em nicóis cruzados são de plagioclásio. Observa-se grande porfiroblasto xenomórfico de granada e cristais poiquiloblásticos verdes de hornblenda. Nicóis cruzados (a) e paralelos (b).



3.3 GRUPO C

O Grupo C aflora na região NW do mapa, tem parte do seu contato com o Grupo B marcado pela Zona de Cisalhamento Jacaré dos Homens e é composto por granitos e ortognaisses de composições variadas que podem estar migmatizados. Estes litotipos, quando afastados da ZCJH, são isotrópicos. Porém, próximos desta estrutura estão deformados de forma condizente com a atuação da ZCJH, o que fica demonstrado pela postura das foliações e das lineações de interesse.

Os granitos são grossos, localmente porfiríticos (Fig. 3.12a), têm fraturas preenchidas por epidoto e a coloração varia de cinza a avermelhado – a depender da composição mineralógica e do volume modal do feldspato potássico. Diques de granitos finos e/ou pegmatitos podem cortar os granitos grossos. Os gnaisses são cinza, grossos, ricos em feldspatos e, ocasionalmente, estão migmatizados ou milonitizados (3.12b-c). Variações composicionais – gerando bandas máficas e félsicas – são perceptíveis, principalmente, em regiões mais migmatizadas.

Ao microscópio, as bandas máficas são compostas por biotita, hornblenda, granada, plagioclásio e quartzo. A hornblenda é subidioblástica a idioblástica, tem pleocroísmo de verde amarelado a verde escuro, apresenta inclusões de quartzo que aparentam ser simplectitos. A biotita, juntamente com a hornblenda e o quartzo marca a foliação da rocha. Lamelas subidioblásticas e pleocroísmo de marrom pálido a preto são características comuns. Normalmente, estas lamelas preenchem fraturas nas granadas, além de envolvê-las, formando “sombras de pressão”. A granada é xenoblástica, está fraturada, tem de 5-10% de volume modal e inclui cristais de quartzo. Este é xenoblástico, tem extinção ondulante, está recristalizado e tem granulação fina. O plagioclásio é xenoblástico a subidioblástico, ocorre em pequena quantidade (até 5%), está parcialmente sericitizado, além de estar associado à biotita e ao quartzo.

Figura 3.12 - a) Granito, localmente, porfirítico aflorante próximo do contato com a Unidade B3 (PME-21). b) Porção migmatizada do PME-31, com predominância de bandas máficas. c) Gnaiss granítico milonitizado observado no PME-31. Deformação condizente com a atuação da ZCJH.



3.4 CORRELAÇÃO COM TRABALHOS PRÉVIOS

Considerando as características litológicas descritas acima para os grupos A, B e C em concomitância com a geometria dos mesmos, é possível correlacioná-los com unidades litoestratigráficas consagradas na literatura. Neste exercício, será levado em conta a Folha Arapiraca 1:250.000 de Mendes et al. (2009) por ser o dado oficial do Estado e ter sido utilizada como base para esta dissertação.

Para as rochas que ocupam, aproximadamente, a mesma posição geográfica que os litotipos do grupo A, os autores recém citados dão a seguinte descrição: “Paragneisses bandados, frequentemente migmatizados e por vezes granulitizados. Contém intercalações de lentes/camadas de rochas metamáficas, mármore dolomíticos, rochas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas, quartzitos e complexos ígneos de metamáficas – metaultramáfica com ferro maciço”. Obviamente, devido aos objetivos diferentes entre aquele trabalho e este, o que influencia diretamente na densidade de afloramentos descritos, nem todas as ocorrências descritas por eles foram identificadas aqui.

Contudo, é nítida a semelhança entre as ocorrências coincidentes. Em ambos os casos há predominância de paragneisses que podem estar migmatizados e há ocorrências de mármore, rochas calcissilicáticas e metamáficas, assim como quartzitos. Pelo exposto, faz-se uma correlação direta entre o Grupo A e os litotipos descritos por Mendes et al (2009) e agrupados como o Complexo Arapiraca do Domínio Rio Coruripe da Faixa Sergipana.

De maneira similar, pode-se fazer uma correlação entre o Grupo B e o Complexo Araticum do Domínio Canindé da Faixa Sergipana. Aqueles autores resumem este complexo como: “Paragneisses, granatíferos ou não, às vezes com moscovita e/ou sillimanita, migmatizados, e localmente biotita xistos e metagrauvacas granatíferas. Possuem intercalações de metamáficas, mármore, xistos grafitosos, metamargas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas, metaultramáficas e sheets sintectônicos de leucogranitoides a duas micas. 611 Ma (U-Pb)”. Apesar de, aparentemente, haver menos correspondências litológicas, estas ainda são fortes. Principalmente quanto aos paragneisses, aos anfibolitos, aos demais

metassedimentos e a presença de sillimanita/fibrolita. A geometria semelhante é outra característica que corrobora para a comparação.

Rapidamente, de forma visual e qualitativa, é possível fazer ligação direta entre os granitóides e gnaisses do Grupo C com estas mesmas litologias agrupadas na folha Arapiraca como Domínio Pernambuco – Alagoas.

Destarte, nos próximos capítulos desta dissertação adotar-se-á as nomenclaturas utilizadas por Mendes et al (2009), preterindo a que vinha sendo utilizada até então. Ressalta-se que o nível de comparação limita-se apenas ao macro, ou seja, o que aqui eram chamados de Grupos A, B e C, serão nomeados – respectivamente – de Complexos Arapiraca e Araticum e Domínio PEAL. Não há dados suficientes para fazer o mesmo no nível de unidades entre os dois trabalhos, mais uma vez devido aos objetivos distintos.

4 GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste Capítulo busca-se tratar em primeiro lugar do estabelecimento das hierarquias das estruturas dúcteis (dobras, foliações e lineações) presentes nas três áreas em que foi dividida a área de interesse da folha Arapiraca, usando-se o conceito de gerações estruturais. Em seguida, descreve-se a antiforma de Santo Antonio. Após, dá-se ênfase aos aspectos cinemáticos, e nesta etapa, o texto está voltado, principalmente, para as zonas de cisalhamento Palmeira dos Índios (ZCPI) e Jacaré dos Homens (ZCJH), além da zona de cisalhamento Serra de Renascença (ZCSR).

Os dados próprios reportados foram obtidos em maior número de três áreas: próximos da cidade de Igaci e do povoado de Coruripe na região porção centro-leste da folha SC.24-X-D Arapiraca 1:250.000, neste texto denominada “área Igaci-Coruripe”; ao longo do rio Traipu e próximos das cidades de Major Isidoro e Jacaré dos Homens (área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens) e; entre as cidades de Palmeira dos Índios e Quebrângulo (área Palmeira dos Índios – Quebrângulo). A fim de aumentar a quantidade de dados próprios, informações estruturais e litológicas de afloramentos do entorno do rio Traipu (seis ao todo) provenientes da área de dissertação de Lima (2013), coletadas pelo orientador desse projeto de mestrado, também fazem parte da discussão.

4.1 HIERARQUIAS ESTRUTURAIS

4.1.1 Área de Igaci-Coruripe

Dobras F_2 e Foliação S_2

Um exemplo de dobra desta geração, a qual é a principal desta área, foi observado no lixão da cidade de Igaci: dobra apertada (desenhada por um bandamento secundário) e também intrafolial que tem ângulo apical de, aproximadamente, 45° e espessamento da charneira (Fig. 4.1).

Figura 4.1 - Dobra F_2 intrafolial (essa característica só aparece na visão geral do corte) fechada. Lixão da cidade de Igaci (PME-15).



Outro exemplar de dobra dessa geração foi encontrado no sangradouro do açude de Igaci. Tem estilo isoclinal e redobra, na observação com a lupa de sua zona de charneira, uma foliação de micas (Fig. 4.2). Medidas das lineações de estiramento L_2 ou de intersecção B_2 são muito poucas e não fazem parte do trabalho.

Dobras F_3 e Foliação S_3

Dobras F_3 mostram “estilo” fechado no sangradouro de Igaci. Estão desenhadas por paragneisses, com predominância de bandas metapsamíticas recortadas por uma foliação de plano axial forte. Essas dobras redobram as dobras isoclinais F_2 descritas acima (ver detalhe na Fig. 4.2). Rompimentos de seus limbos inferiores dão origem a zonas de cisalhamento, que mostram transporte genérico do topo e vergência para NW. Fitas de quartzo fazem parte da foliação de plano axial S_3 .

Plotes de S_3 e de charneiras B_3 do açude de Igaci estão mostrados na figura. 4.3. Ao comparar essa figura com a figura 4.16, onde estão plotados os planos e linhas criadas ou reorientadas pela zona de cisalhamento Palmeira dos Índios, percebe-se que a similaridade é notória.

Em corte no lixão de Igaci, F_3 está representada por dobras que mostram o limbo inferior rompido através de uma zona com forte foliação (Fig.4.2 C). A vergência é para norte. Os elementos descritos apontam a associação dessa geração com zonas de cisalhamento, cujo transporte e vergência são para N ou NW. Tal fato é relevante porque as dobras F_3 encontram-se na zona de influência da zona de cisalhamento Palmeira dos Índios.

Figura 4.2 - Aspectos diversos de dobras F_3 como ocorrem na área Igaci-Coruripe. a) Dobras fechadas que estão desenhadas por paragneisses no sangradouro do açude de Igaci PME-04. b) Charneira isoclinal F_2 no detalhe. c) Dobra com rompimento do limbo inferior e vergência para 00° Az.

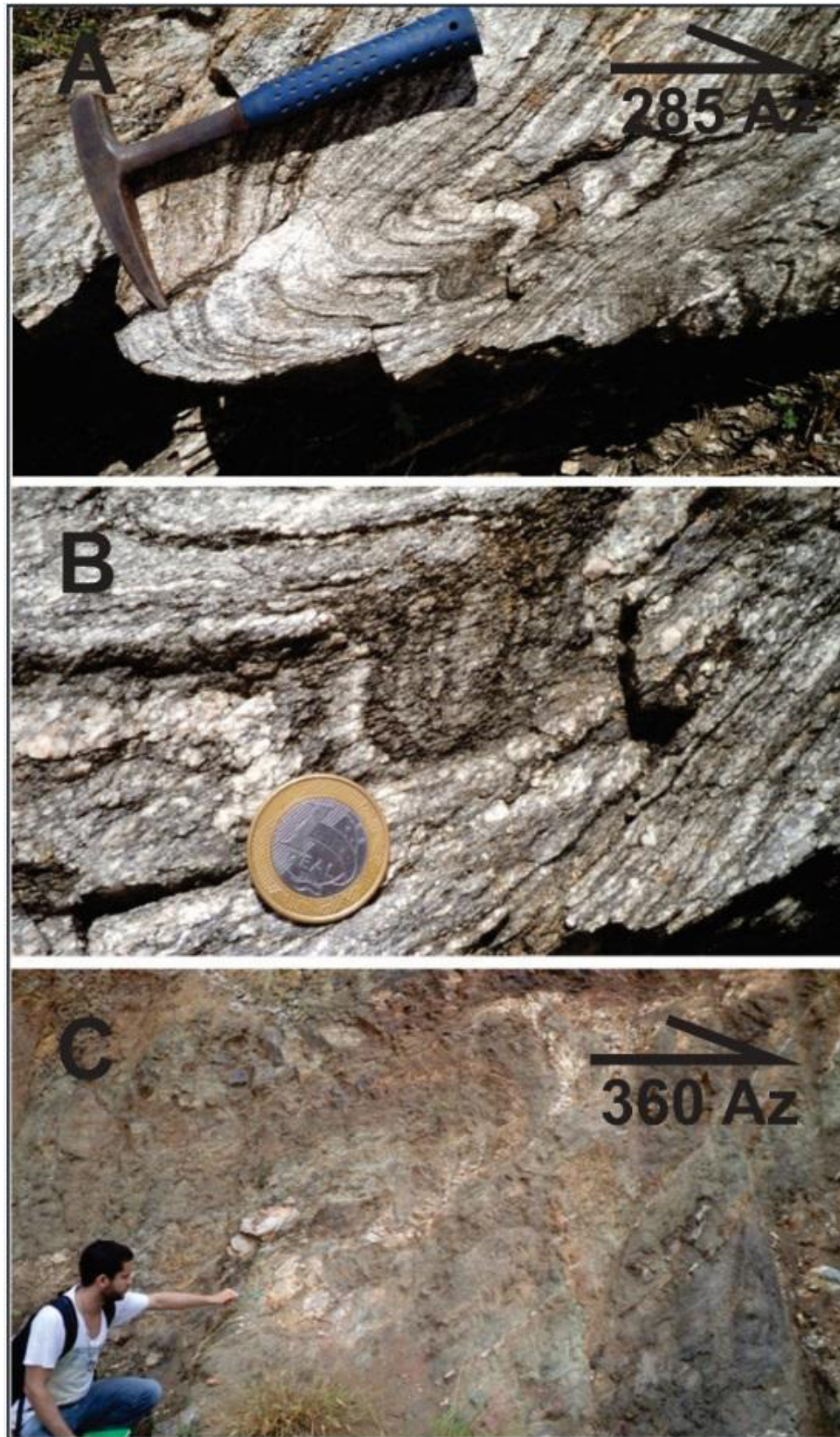
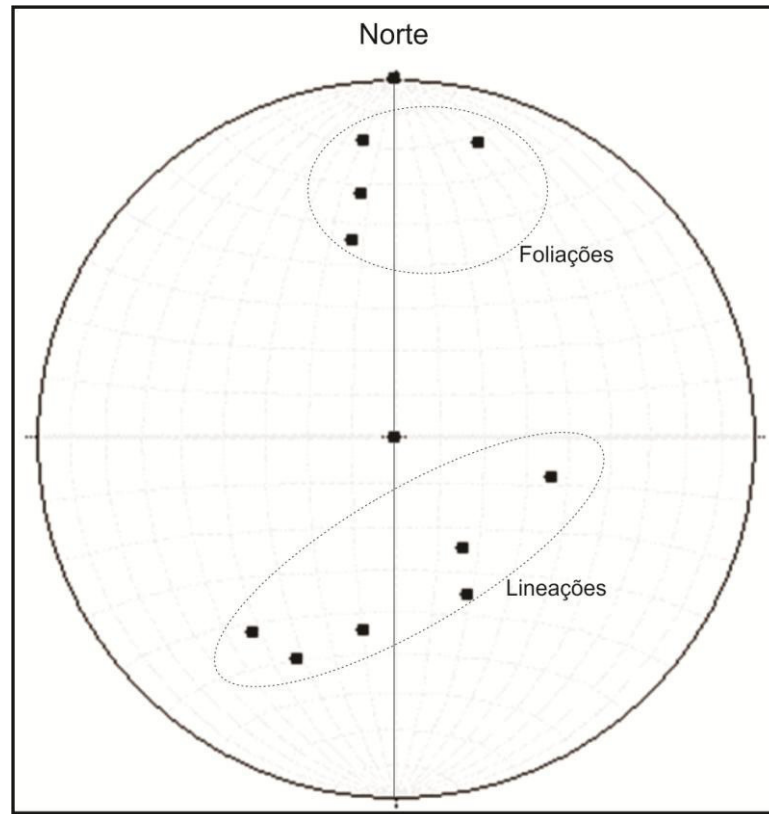


Figura 4.3 - Estruturas planares e lineares de dobras F_3 medidas no sangradouro do açude de Igaci. As medidas incluem planos axiais e foliações S_3 , lineações de intersecção e charneiras F_3 .



Dobras F_4

A hierarquia segue a ordem numérica, muito embora essas estruturas tenham correspondência com a geração F_5 da área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens. Zonas de cisalhamento sinistrais que desenham dobras de arrasto ou dobras mais apertadas quando ocorrem em faixas mais largas de cisalhamento caracterizam essa deformação.

4.1.2 Área Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens

Dobras F_2 e Foliação S_2

Essas estruturas aparecem com estilos variados, isoclinais a fechadas, e forte espessamento da zona de charneira, podendo evoluir para elementos cujos limbos estão transpostos e definem a foliação S_2 dessa área como sendo um bandamento de transposição. Dobras intrafoliais aparecem pelo menos localmente (Fig. 4.5 a).

Padrões de interferência do tipo cogumelo, entre provavelmente F_2 (ou F_1) e uma geração de dobras com direção do traço axial $\sim 255^\circ$ Az e hierarquizada como F_5 – e que será mostrado adiante corresponde à geração interferente das megadobras de Santo Antonio – são raros (Fig. 4.4).

Exame das zonas de charneira aponta a presença de uma foliação de biotita ou de quartzo alongado acompanhando o desenho das dobras (Fig. 4.5 b). Essa é uma evidência de que uma foliação secundária preexistente S_1 ocorre na área.

Figura 4.4 - a) Padrão de interferência tipo cogumelo entre F_2 (ou F_1) e a geração F_5 . As dobras abertas e em caixa do primeiro plano (hierarquizadas como F_4) mostram na direção do traço axial uma clivagem de biotita. b) Clivagem de biotita mostrada no detalhe.

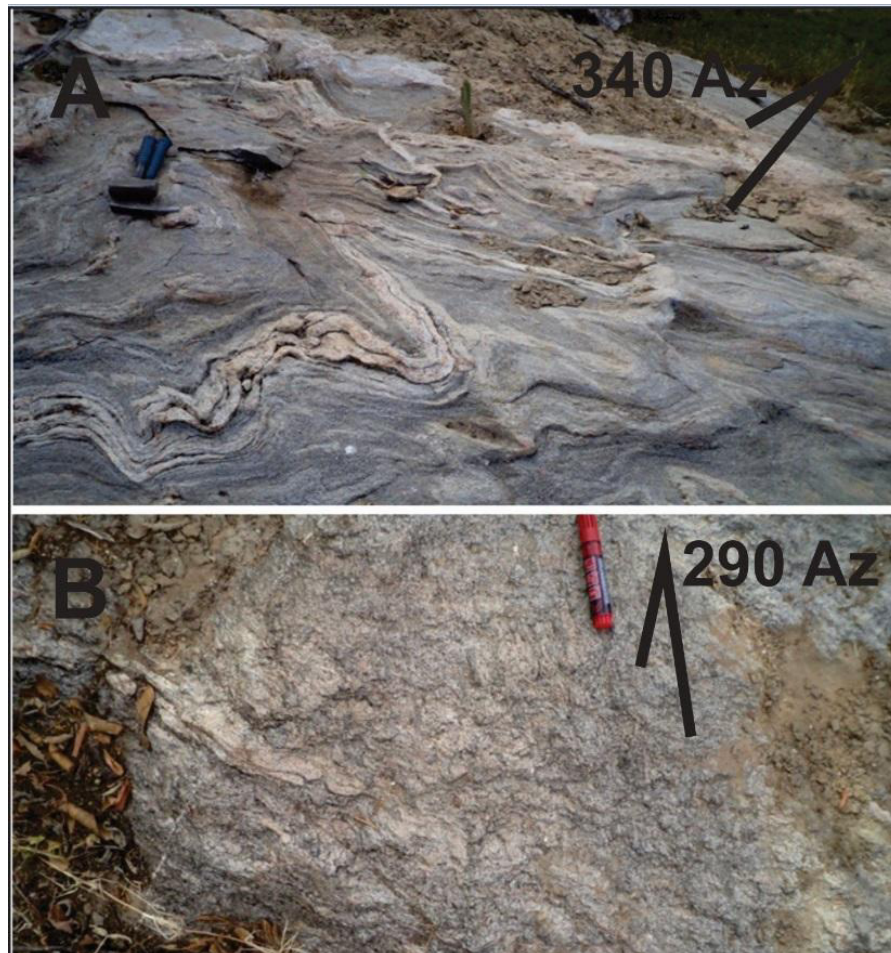


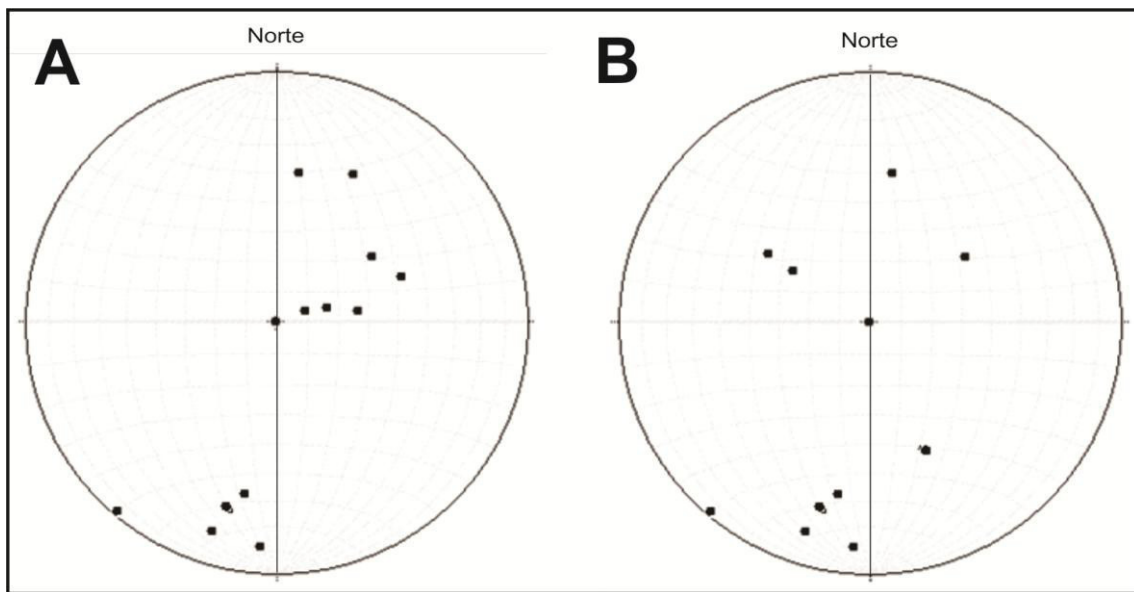
Figura 4.5 - a) Dobras intrafoliais de estilo variado no leito do rio Traipu. b) Outro exemplo de dobra F_2 que no caso é quase isoclinal e comprovadamente tem quartzo alongado acompanhando sua zona de charneira. c) Redobramento de dobra recumbente F_2 por dobra F_4 com vergência para 30° Az.



Em projeção estereográfica, S_2 aparece tanto próximo do centro da rede, e assim denota tendência mais local para baixos ângulos, como na parte quase periférica sul do diagrama, a indicar sua variação para atitudes mais empinadas (Fig. 4.6a). Mas os polos não desenham qualquer padrão. Já se acrescentarmos as medições de S_2

da área Igaci-Coruripe, é possível “forçar” o desenho de uma guirlanda e o espalhamento dos polos num grande círculo, cujo eixo construído é de 30° para $N63^\circ W$. (Fig. 4.6b). Isso sugere dobramento cilíndrico em escala regional. As orientações do eixo parecem corresponder à geração F_4 e a suposta dobra macroscópica de Santo Antonio, muito embora as medições não se localizem na área de influência da citada estrutura.

Figura 4.6 - Plotes da foliação principal S_2 . A) Medidas da área rio Traipu apenas. b) Repete o anterior acrescido de medições da área Igaci-Coruripe.

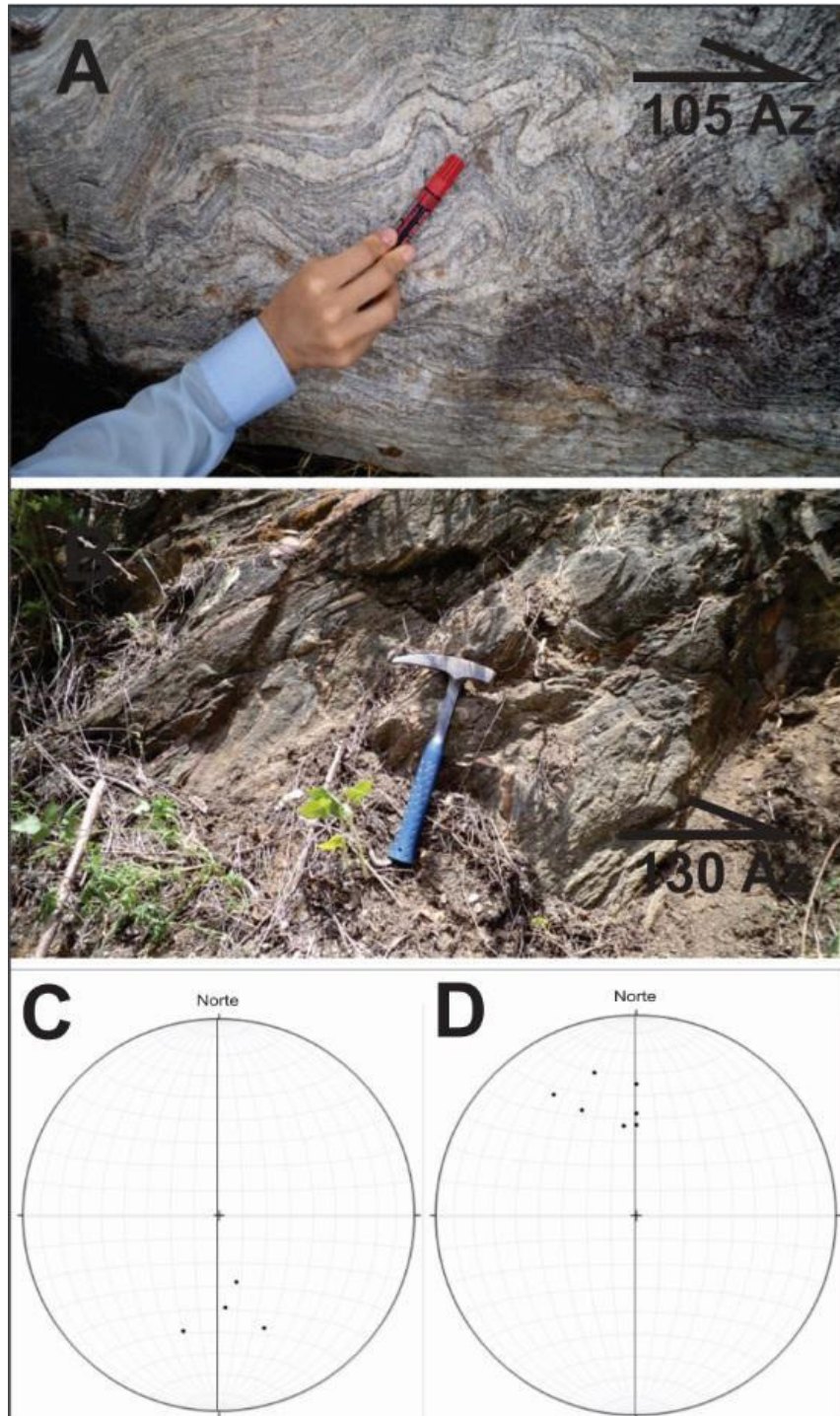


Dobras F_3 e Foliações S_3

Em afloramento no leito do rio Traipu, estruturas com essa hierarquia são apertadas e formam trens de dobras com vergência para ESE ou estruturas imbricadas, cujos limbos inferiores estão rompidos (Fig. 4.7a). De maneira similar, dobras F_3 mostram estilo apertado a fechado e com vergência para SE (130° Az) no PME-26, sendo desenhadas por paragneisses. No limbo superior da mesma é observado um bandamento de transposição, ressaltando sua relação com o cisalhamento principal (Fig. 4.7b). Os dados de plano axial (PA) concentram-se principalmente no 4º quadrante da projeção estereográfica, com mergulhos moderados. Já as charneiras e as lineações de interseção de PA no bandamento caem de forma moderada a forte para NNW – NNE (Fig. 4.7 c-d).

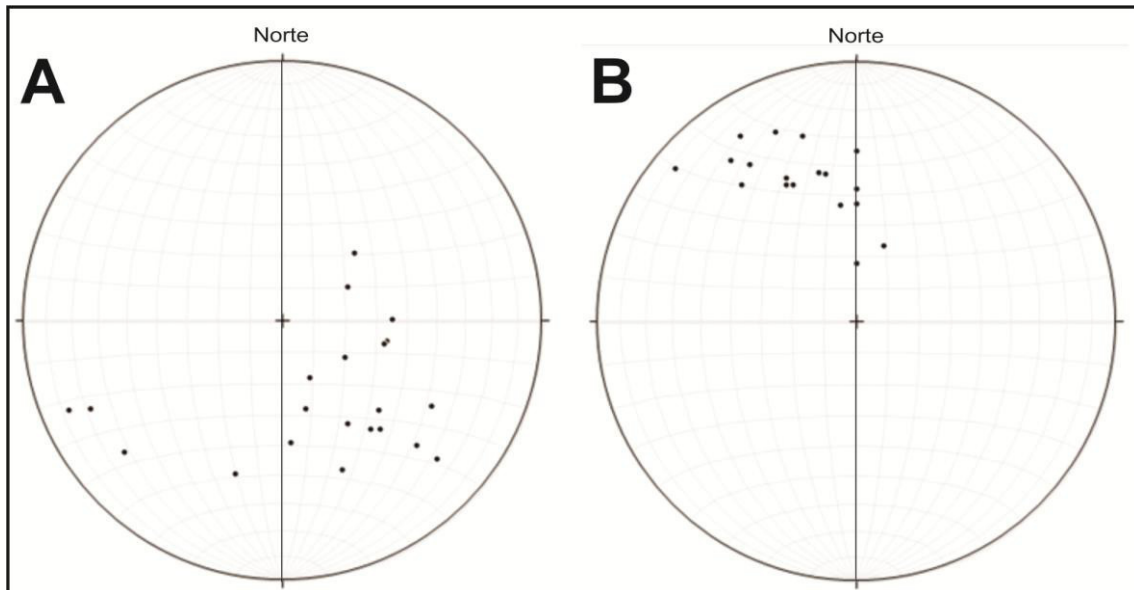
Figura 4.7 - a) Trens de dobras imbricadas deitadas para 105° Az. Orientação e vergência são as mesmas da zona de empurrão de Jacaré dos Homens, situada a NW do afloramento (PME-13). b) Dobras apertadas a fechadas e com vergência pra SE observadas no PME-26. Nota-se um bandamento de transposição no limbo superior da dobra maior. Estereograma com plote das

estruturas planares (c) e lineares (d) das estruturas observadas no PME-26. Dados incluem planos axiais, lineações de interseção e charneiras.



F_3 é a principal fase atuante nesta área, sendo associada à atuação da Zona de Cisalhamento Jacaré dos Homens (ZCJH). O transporte do topo para ESE – SE repete a atitude da referida zona de empurrão. Os mergulhos desta foliação concentram-se no 4º quadrante da projeção estereográfica e as lineações de estiramento no 2º quadrante, ambos com intensidades e caimentos de média intensidade (Fig. 4.8).

Figura 4.8 - Plotes com o dados das estruturas planares (a) e lineares (b) da geração F_3 , obtidos a partir de medições feitas nas adjacências da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens. Dados incluem S_p , C, PA, L_e , L_i e charneiras.



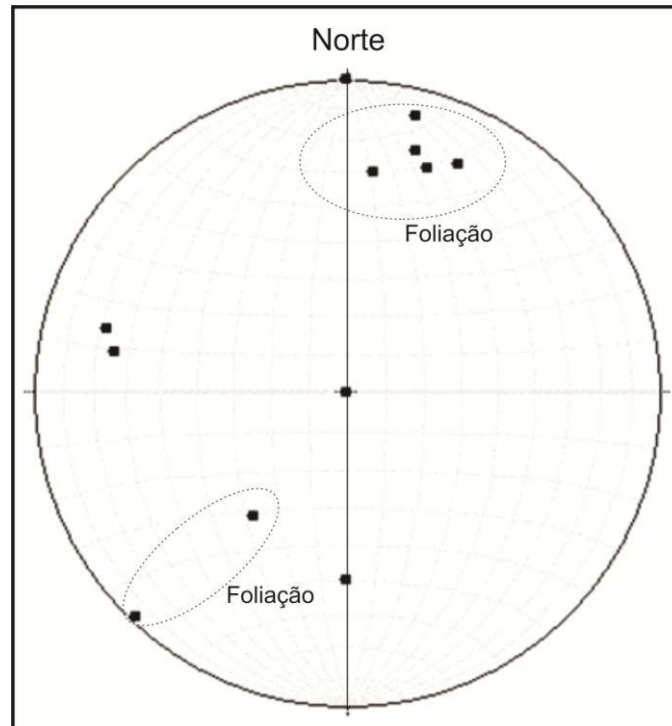
Por último, destaca-se que os limbos longos das dobras F_3 desenham dobras abertas ou em caixa, cuja direção do traço axial também corresponde a uma clivagem de biotita, observada em mais de um afloramento. As dobras em caixa são da geração F_4 e esses achados correspondem então à superposição de F_4 sobre F_3 .

Dobras F_4 e foliação de biotita S_4

Dobras abertas com ou sem foliação de micas e com traços axiais N-S ou NW-SE foram observadas em alguns afloramentos. As que possuem biotita crescida ao longo do plano axial adquirem importância porque remetem à mesma orientação do traço axial da suposta dobra macroscópica de Santo Antonio, de forma que as duas manifestações, em escala de afloramento e em escala macroscópica, devem tratar-se da mesma manifestação estrutural.

As dobras F_4 do rio Traipu podem mostrar estilo em caixa, como já foi referido, têm foliação de plano axial preenchida por biotita, que localmente é quase penetrativa. O estereograma da figura 4.9 exhibe as orientações de S_4 , charneiras e planos axiais associados. Há uma clara tendência para que: planos axiais e foliações caiam nos primeiro e terceiro quadrantes, com mergulhos médios a fortes; já as charneiras apresentam muito poucos dados.

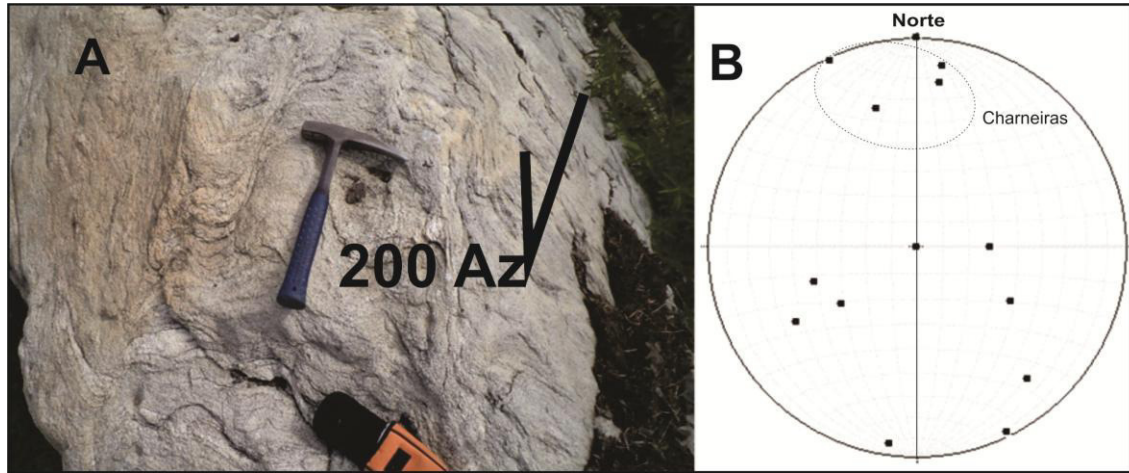
Figura 4.9 - Medições dos elementos geométricos pertencentes à geração F_4 , que incluem planos de clivagem preenchidos por biotita e planos axiais e charneiras de dobras em caixa.



Dobras F_5

Como ilustrado na figura 4.10a, são dobras abertas, com ângulo apical em torno de 90° e associadas a cisalhamentos sinistrais. O estereograma da figura 4.10b retrata bem a postura dos planos axiais associados a essas estruturas. Ressalta-se que as mesmas são mais comuns em rochas granitóides e que deformam a foliação milonítica, evidenciando-se como uma estrutura posterior à deformação principal (F_3).

Figura 4.10 - a) Detalhe de uma dobra aberta com espessamento apical e associada a cisalhamentos sinistrais (PME-23). b) Planos axiais e linhas de charneira de dobras da geração F_5 .

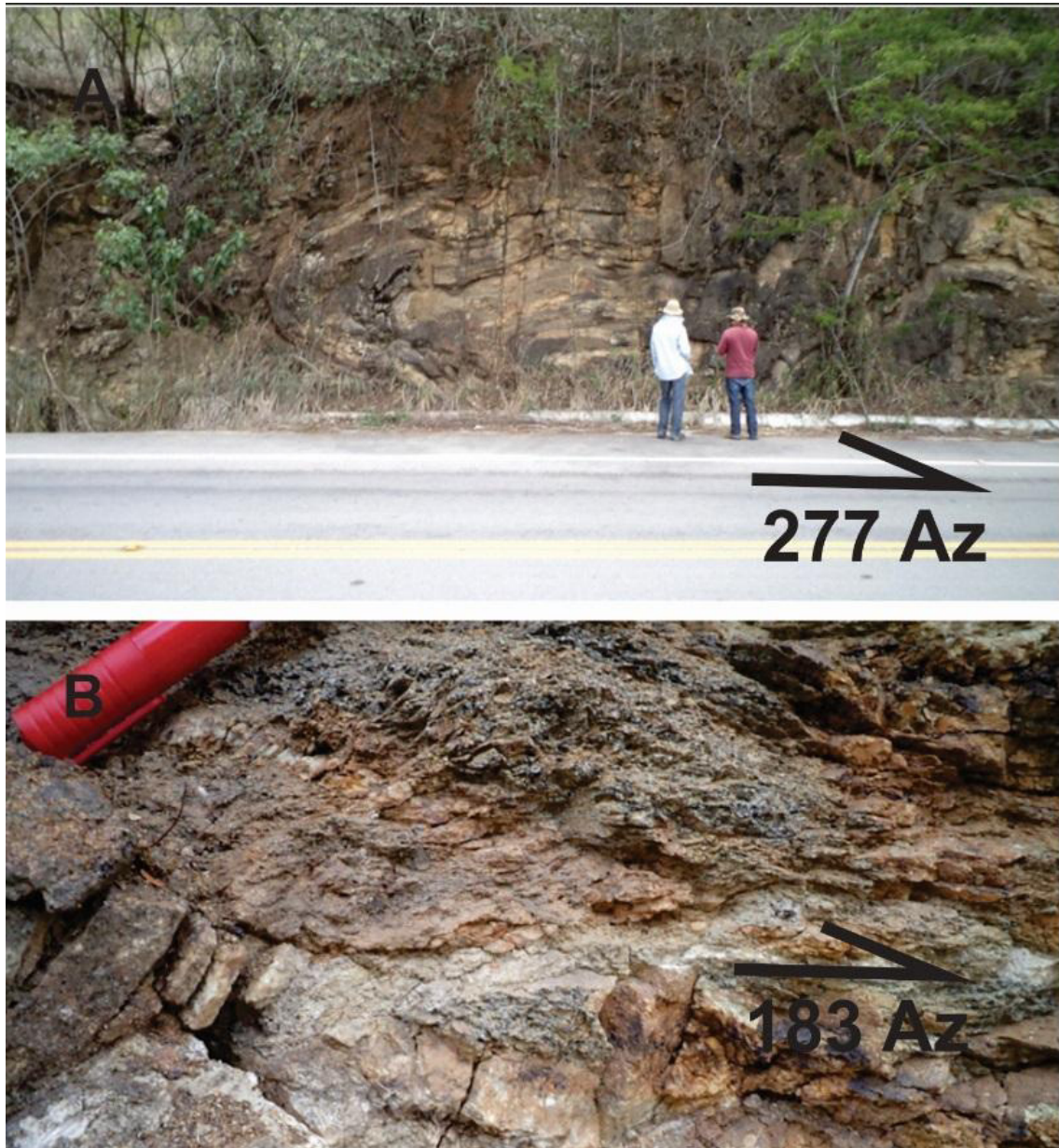


4.1.3 Área Palmeira dos Índios – Quebrângulo

Dobras F_2

Apresentam-se como dobras assimétricas em Z que são intrafoliais ao bandamento principal S_2 . A vergência dessas dobras e sua associação com tramas C-S encontradas dentro do bandamento S_2 (Fig. 4.11b) apontam que o transporte tectônico do topo dessa geração se deu de forma geral para sul (183° Az).

Figura 4.11 - a) Limbo em S da dobra recumbente com vergência pra N-NE (não é possível observar as dobras em Z nesta foto). b) Trama C-S que corta o bandamento principal indicando transporte S.



Dobras F_3

O bandamento principal S_2 desenha dobras recumbentes de escala decamétrica (Fig. 4.11a) em cujos limbos são encontradas dobras parasíticas assimétricas (em S na figura). Essas dobras têm vergência para NNE. Exemplares dessas dobras remetem ao estilo das dobras F_3 do sangradouro da barragem de Igaci – dobras apertadas da foliação S_2 (de ângulo apical de 45°), cujos planos axiais mergulham de fraca a moderadamente para SE, enquanto que as zonas de charneira caem fracamente para SE. Polos da superfície S_2 (Fig. 4.12b) de uma dessas dobras (Fig.

4.12a) situam-se sobre uma guirlanda (de geometria cilíndrica), cujo eixo construído cai $< 7^\circ$ para SE (Fig. 4.12d).

Dobras F₄

São caracterizadas por ondulações a dobras abertas que são encontradas em limbos de dobras apertadas (Fig. 4.13). Ambas podem ser correlacionadas com as gerações mais jovens F₄ ou F₅ descritas anteriormente. Os mergulhos dos planos axiais das dobras apertadas sugerem, pelas orientações NW-SE, que as mesmas podem pertencer à geração F₄ da área de Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens.

Em suma, tem-se que a fase deformacional mais antiga marca um transporte do topo para sul, enquanto a fase subsequente marca um transporte no sentido oposto (N-NE), ao passo que a terceira não apresenta dados quanto ao seu sentido de transporte.

Figura 4.12 - Exemplo de dobra apertada a fechada da geração F_3 (a). Projeções estereográficas dos planos axiais (b), das linhas de charneira (c) e da superfície dobrada (d) de F_3 .

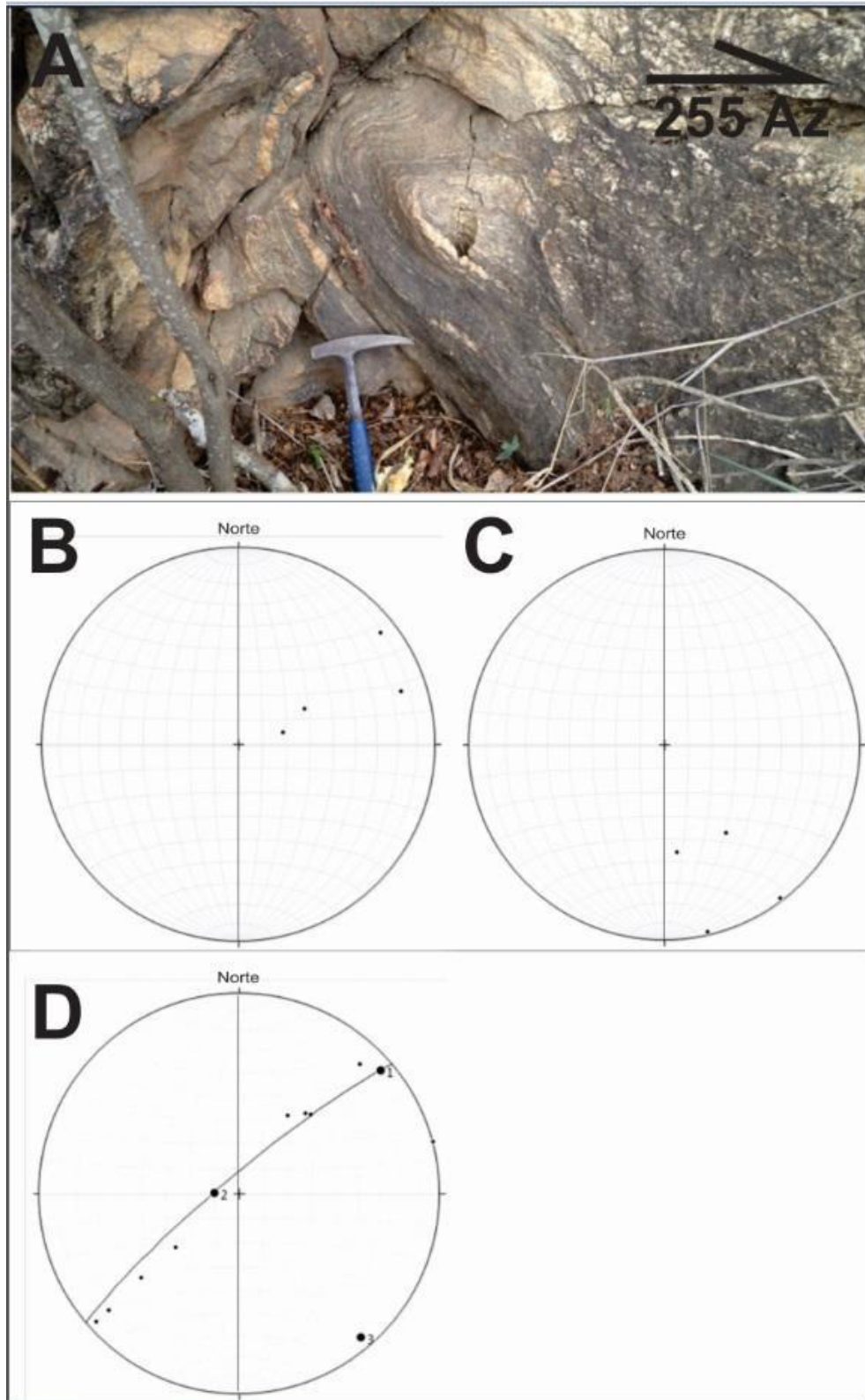


Figura 4.13 - Ondulações abertas no limbo da dobra apertada F_3 , marcando a F_4 . Observação: o ângulo da foto não favoreceu a percepção das dobras F_4 .



Tabela 4-1 Correlação das gerações estruturais entre as três áreas estudadas.

ÁREAS ESTUDADAS		
IGACI – CORURIBE	TRAIPU – MAJOR ISIDORO – JACARÉ DOS HOMENS	PALMEIRA DOS ÍNDIOS – QUEBRÂNGULO
F_2 – Dobras F_2 são estruturas isoclinais ou apertadas que usam como superfície de forma uma foliação secundária S_1 .	F_2 E S_2 - Dobras F_2 são estruturas isoclinais de estilo variável com forte espessamento apical. Os limbos podem estar transpostos. Desenham padrões de interferência cogumelo com dobras abertas F_5 .	Dobras F_2 – Intrafoliais e assimétricas em Z com vergência para S (~183Az).
F_3 e S_3 – Dobras F_3 rompidas e zonas de cisalhamento no limbo inferior, coetâneas da zona de cisalhamento Palmeira dos Índios, são típicas da geração.	F_3 e S_3 – Empurrões e trens de dobras F_3 imbricadas com vergência para ESE a SE. Charneiras apertadas a fechadas e desenvolvimento de foliação de plano axial fazem	Dobras F_3 – são apertadas e seus planos axiais mergulham para SW, enquanto suas linhas de charneira caem para SE. Possuem a mesma direção e sentido de transporte que a

	parte do estilo dessa geração. S₃ é marcada por mergulhos moderados para NW e lineações de estiramento com caimentos também moderados para NW. Possuem a mesma orientação que a falha dúctil de Jacaré dos Homens.	ZCPI.
Sem correspondência nessa parte da área.	F₄ e S₄ – Dobras abertas e/ou com estilo em caixa, que admitem na direção do P.A. uma foliação de biotita, são os elementos de F₄. Podem deformar limbos de F₃.	F ₄ e S ₄ – São caracterizadas por ondulações abertas no limbo de dobras apertadas da F ₃ . Assemelham-se em estilo às F ₄ da área Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens..
F ₄ e S ₄ – Dobras e arrastos da foliação S ₂ adjacentes a zonas de cisalhamento sinistrais, bem como a foliação milonítica associada são os elementos representantes de F ₄ .	F₅ – Dobras abertas que estão sempre associadas a zonas de cisalhamento sinistrais (dominantes) e dextrais. Não possuem foliação de P.A. Em afloramentos na suposta antiforma de Santo Antonio, desenhavam com dobras F₂ padrões laço de fita.	Sem correspondência nessa parte da área.

4.2 ANTIFORMA DE SANTO ANTONIO – DOBRA MACROSCÓPICA F3 OU F4

Corpos graníticos – chamados de Granitoides Indiscriminados (MPYi) pelos autores da folha Arapiraca 1:250.000 – desenhavam em mapa fechamentos que sugerem dobras a SW de Santo Antonio, quase a meio caminho entre o rio Traipu e Coruripe. A mais próxima de Santo Antonio, com traço axial NW-SE, é o objeto da discussão. Corpos alongados e situados ainda mais para SW sugerem limbos de outras dobras de mesma geração. Estes limbos, por sua vez, se encontram dobrados por outra geração, agora com traços axiais NE-SW. Quanto às dobras desta última geração seguinte, pelas características de afloramento (ex: sua associação com zonas de

cisalhamento sinistrais) é possível hierarquizá-las como a geração F_5 da área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens.

Os afloramentos na região da dobra são poucos (Fig. 4.14). Medições da foliação principal em dois afloramentos mostram mergulhos diferentes para o quadrante SW, o mais forte ($50-60^\circ$) no limbo NE da estrutura. Em perfil, as duas medições sugerem que a mesma se trata de uma antiforma assimétrica e deitada para NE. Inicialmente se pensou que a estrutura por causa de sua assimetria e vergência e por conta de uma hierarquização errônea de dobras mesoscópicas fosse uma dobra macroscópica F_3 da hierarquia da área Igaci-Coruripe, que – aliás – faz parte de sua vizinhança. Mas, o não paralelismo de seu traço axial com o traço da zona de cisalhamento Palmeira dos Índios levanta dúvidas sobre a interpretação inicial. Ademais, em nenhum dos afloramentos mencionados foram encontrados dobras com estilo F_3 de Igaci-Coruripe.

Em vista disso, descarta-se a antiforma, mas não definitivamente, como uma estrutura F_3 .

Figura 4.14 - a) Dobras abertas adjacentes a zona de cisalhamento sinistral de alto ângulo. b) Dobras com estilos mais variados, observando-se que não há rompimento e sim apenas estiramento dos limbos, havendo – além do mais – dobras F_2 fechadas dentro do bandamento principal. c) Padrão de interferência laço de fita entre F_2 (ou F_4) e F_5 . As duas primeiras fotos são de um afloramento situado no domínio da antiforma de Santo Antonio.



Afloramentos do rio Traipu mostram uma foliação a biotita localmente penetrativa que é plano axial para dobras em caixa F_4 , elemento já descrito acima, mas que não custa relembrar. Essa foliação varia na direção ($280-320^\circ$ Az.), muito próxima vê-se da direção do traço axial da antiforma de Santo Antonio ($\sim 320^\circ$ Az.). Com base nesse

fato e pela existência de uma geração de dobras (descritas originalmente na área de dissertação de Lima, 2013) desenhadas por S_2 (pós- S_2 então), que mostram biotita na foliação de plano axial e que têm vergência para NE, a mesma da antiforma, então, em princípio, afirma-se que a estrutura macroscópica de Santo Antonio pertence à geração F_4 da área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens.

4.3 ZONA DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS

Evidências da existência da zona de cisalhamento Palmeira dos Índios foram obtidas nas proximidades de seu traço em mapa (Mendes et al., 2009) na área de Coruripe, de forma abundante e diversificada.

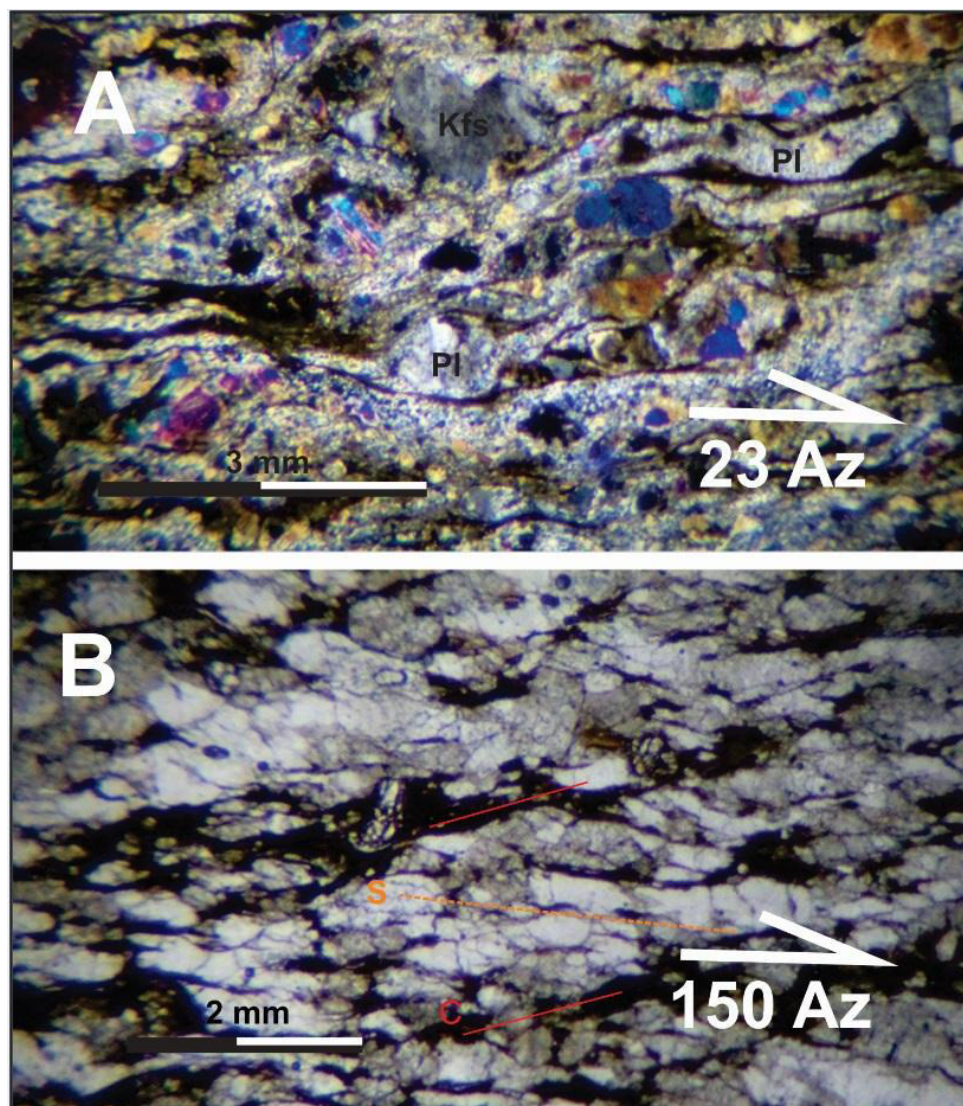
Os elementos encontrados na área de Igaci – Coruripe, em cortes da estrada que conecta Palmeira dos Índios a Coruripe e isso bem junto do rio Coruripe, incluem: milonitos e ortognaisses com porfiroclastos assimétricos do tipo σ e tramas C-S (Fig. 4.15 e 16a), ambos indicando transporte do topo para N. De maneira bem similar, no leito do rio Coruripe, em seu trecho na cidade homônima, milonitos com porfiroclastos do tipo σ (escala microscópica) sugerem transporte tectônico para N. No lixão da cidade de Igaci, dobras F_3 em quartzitos com rompimento do limbo inferior (descritas no capítulo das hierarquias) passam a uma forte foliação na região do limbo inferior e que verge para N; e esses seriam outros elementos comprobatórios.

E mais, também no leito do riacho que passa um pouco a NNE de Santo Antonio, bem próximo da zona de cisalhamento, estruturas similares a duplexes (Fig. 4.16b), com transporte genérico para N, seriam também mais uma evidência da falha de empurrão Palmeira dos Índios.

Entende-se que tudo o que foi descrito acima tem boa comprovação das estruturas planares e lineares situadas próximas e reorientadas ou geradas pelo cisalhamento. Planos C e S, foliações correspondentes a limbos rompidos e planos xistosos ou gnáissicos prévios plotam com razoável concentração no segundo quadrante da rede estereográfica, a indicar que um plano médio da zona de cisalhamento tem mergulho moderado a forte para SE. Com relação às lineações de estiramento e

estrias dos planos referidos, vê-se que os mesmos caem com valores médios para S ou SE (Fig. 4.16c-d). Os dois elementos sugerem que os movimentos finais da falha não seguiram exatamente a linha de maior declividade dos planos miloníticos, mas que tiveram um movimento oblíquo.

Figura 4.15 - Fotografias que suportam um transporte tectônico geral do topo para N. a) Porfiroclasto de plagioclásio isolado do tipo σ que indica transporte do topo para o lado direito da fotografia. b) Nesta lâmina (milonito PME 07B), os critérios cinemáticos não são muito claros, mas sugerem transporte do topo para a esquerda da foto.



Em afloramento em corte de estrada entre Coruripe e Palmeira dos Índios foram observadas, em escala microscópica, estruturas C – S conjugadas que evidenciam transportes tectônicos do topo para sentidos diferentes (Fig. 4.17). Em maior número, observa-se critérios cinemáticos para norte, sentido coincidente com o da ZCPI. Em menor número, observam-se critérios de transporte do topo para sul, condizente com a ZCJH. Neste estudo, interpreta-se que esta estrutura é um

indicativo de coetaneidade entre estes dois cisalhamentos, sugerindo que compõem um sistema de par conjugados.

Figura 4.16 - a) Trama C-S em ortognaisses junto de Coruripe, indicando transporte tectônico para N. b) Estruturas similares a duplexes, encontradas em um córrego a NNE de Santo Antônio (PME-01), sugerindo transporte do topo para N. c) Estereograma com planos diversos criados ou reorientados pela zona de cisalhamento Palmeira dos Índios – incluem foliações de limbos inferiores rompidos, planos C e foliações S. d) Plotes das várias lineações de estrias e de estiramento contidas nos planos.

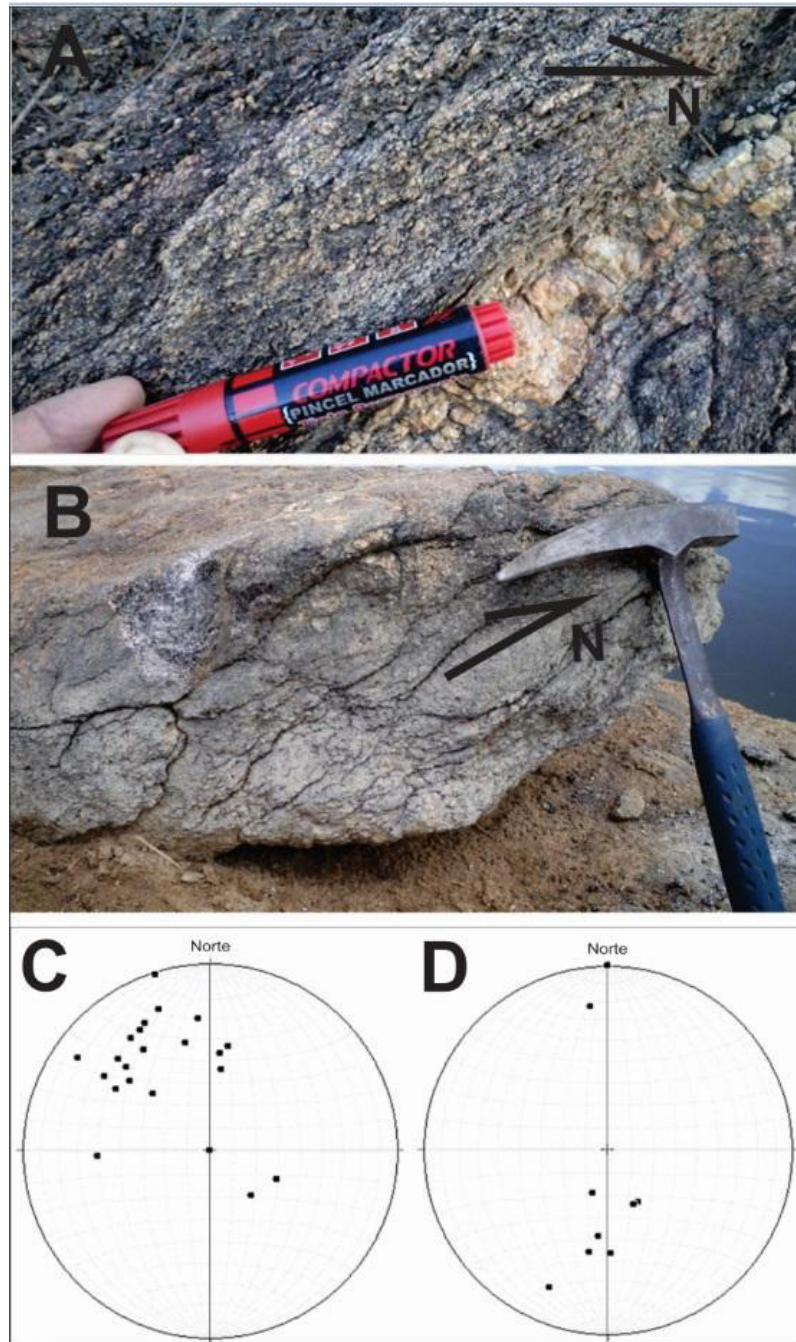
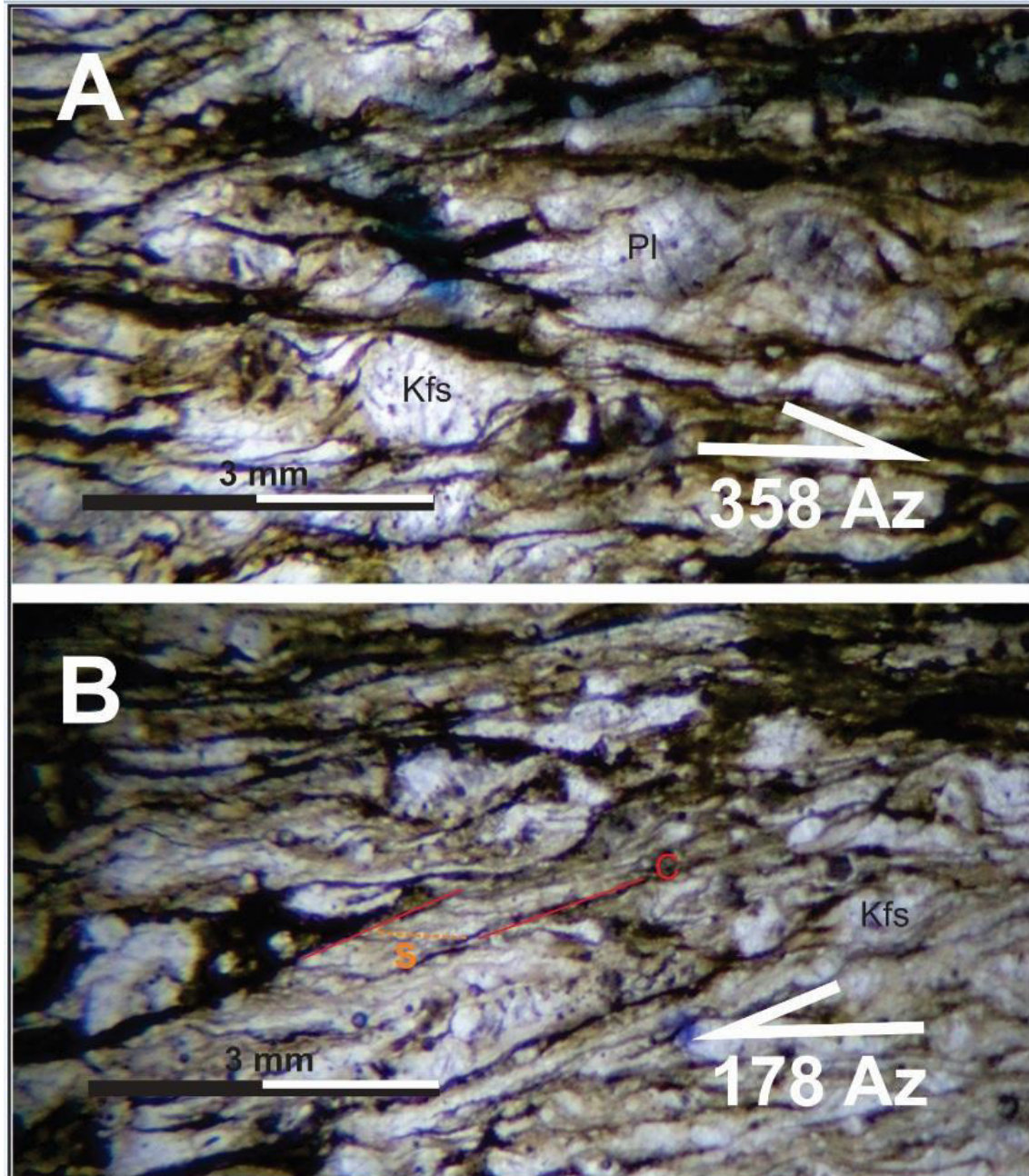


Figura 4.17 - Milonito do afloramento PME-07 (da amostra A): Estruturas C-S conjugadas que evidenciam transportes tectônicos do topo para sentidos diferentes. a) Planos C e foliações S que indicam transporte para a parte direita da página ou 358º Az. Esses planos ocorrem em maior número na lâmina. B) Relação C – S, na amostra PME-07A, que testemunha o sentido de transporte do topo para 178º Az.



4.4 ZONA DE CISALHAMENTO JACARÉ DOS HOMENS

A Zona de Cisalhamento Jacaré dos Homens (ZCJH) é uma estrutura de grande importância não somente na geologia da folha Arapiraca, como também para a

configuração da Província Tectônica da Borborema. No trecho estudado, a mesma é tida como limitante entre os litotipos do Complexo Araticum (Neoproterozoico) e os granitoides indiscriminados de idade Mesoproterozoica (Mendes et al. 2009).

Ressalta-se que bem como o mergulho da foliação e das estruturas dobradas – tidas como típicas dessa entidade e já abordadas na seção das hierarquias – os critérios cinemáticos da mesma são fortes e característicos.

Dentre os critérios analisados estão porfiroclastos assimétricos do tipo σ , tramas C-S, *boudins* assimétricos e dobras com arrasto (Fig. 4.18). De forma unânime, todos eles apontaram transporte tectônico do topo para SE (130-160 Az). Ressalta-se que tais informações foram, posteriormente, referendadas através da análise cinemática ao microscópio.

Não obstante, outro afloramento – não descrito na seção das hierarquias – foi também estudado (PME-31). O mesmo, localizado na Fazenda Pedra d'Água e que está a 1 km a NW do traço em mapa da ZCJH, é tido como sendo representativo da deformação causada por essa estrutura. Dados da foliação milonítica e da lineação de estiramento, as quais estão bem marcadas no afloramento, mostram mergulhos e caimentos para NW (Fig. 4.19); porfiroclastos do tipo σ indicam transporte para SE.

Figura 4.18 - Critérios cinemáticos indicando transporte tectônico do topo para SE (130 a 160 Az). a) Porfiroclasto tipo σ (PME-24). b) Boundin assimétrico (PME-27). c) e d) dobras com arrasto (PME-29).



Juntando-se os dados desse afloramento com os demais descritos para a área Traiupu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens na seção de hierarquias estruturais, tem-se 37 dados de estruturas planares (PA, S_3 , S_m , C) e 31 dados de estruturas lineares (L_e , L_i , charneira). À luz de todas estas informações percebe-se que tanto o bandamento principal quanto a postura dos planos axiais mergulham para NW e que as estruturas lineares de ambos espalham-se pelos 1º e 2º quadrantes da projeção estereográfica (Fig. 4.20). Todos os critérios cinemáticos citados, assim como a vergência da dobra descrita no PME-26, indicam transporte do topo para SE, o que é condizente com a postura da ZCJH retratada sinteticamente por Mendes et al. (2009). Portanto, é inegável que esta região estudada está sob influência da referida zona e que, conseqüentemente, os dados aqui descritos representam/caracterizam-na.

Figura 4.19 - a) Porfiroclasto do tipo σ (~2 cm) indicando transporte do topo para SE. b) Polos da foliação milonítica do afloramento PME-31. c) Lineações de estiramento observadas no PME-31.

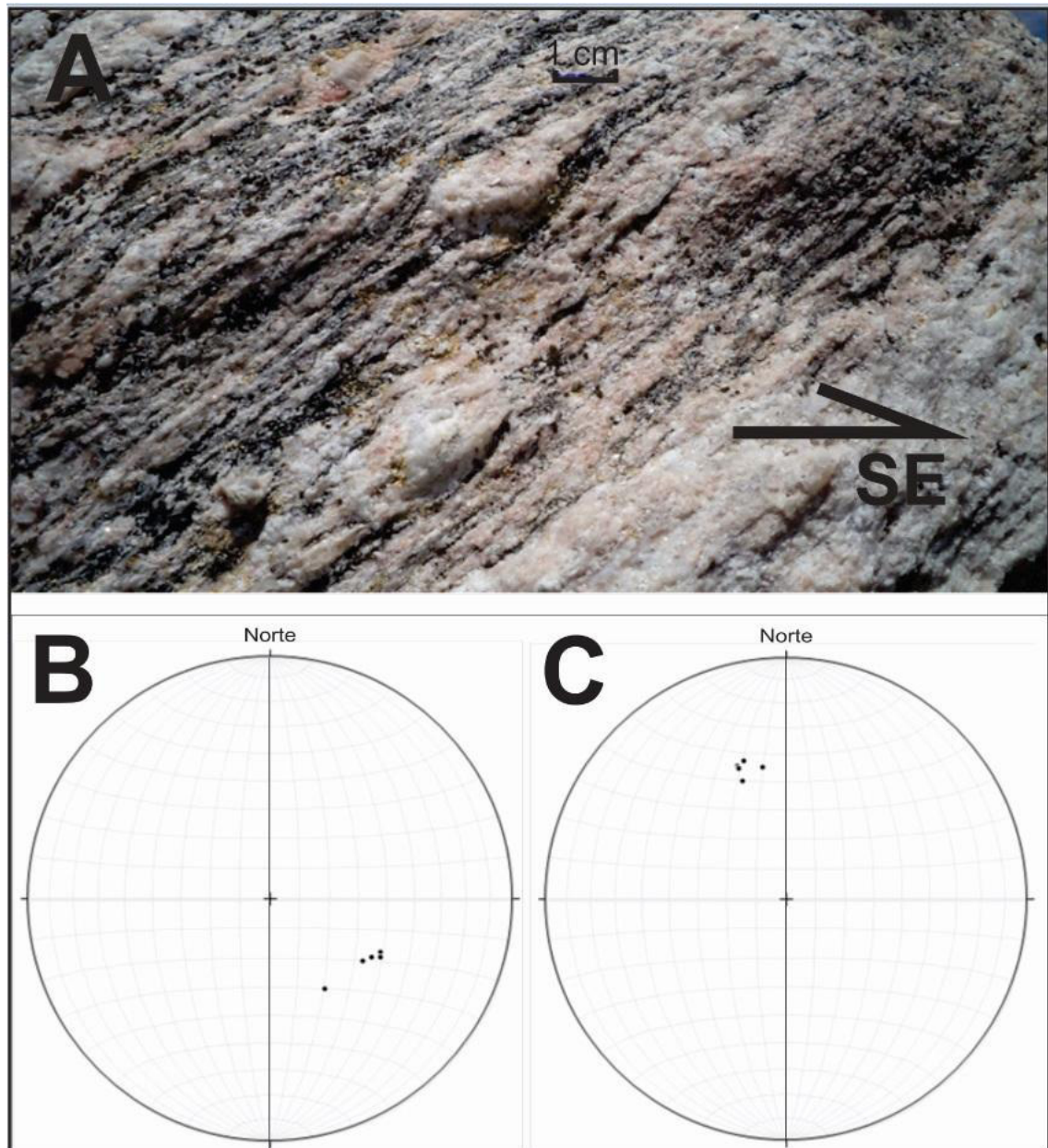
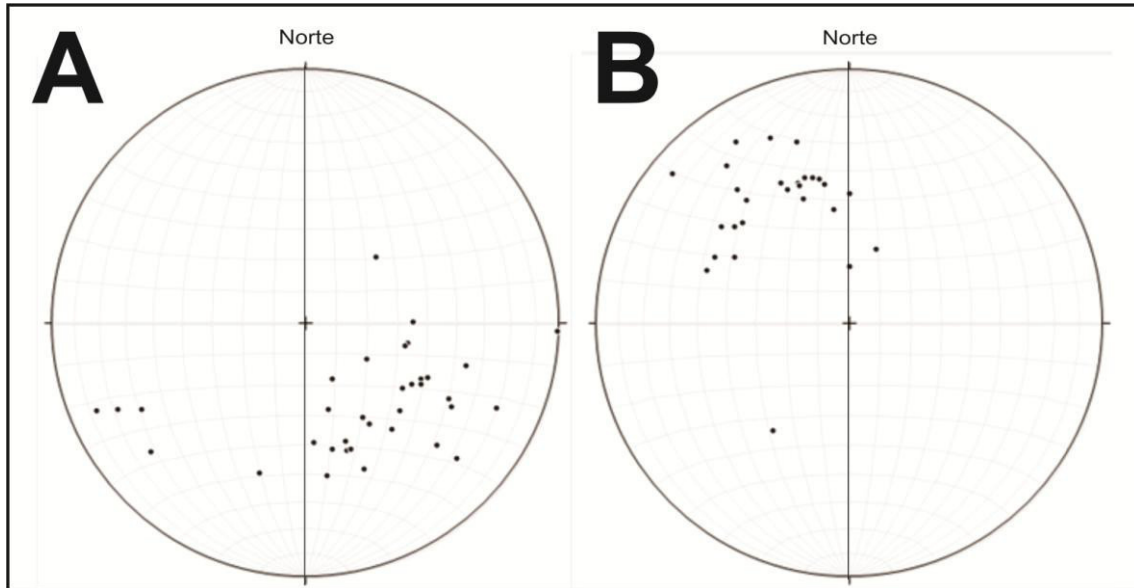


Figura 4.20 - Conjunto das estruturas planares (a) e lineares (b) dos afloramentos representativos da ZCJH.



4.5 ZONA DE CISALHAMENTO SERRA DE RENASCENÇA

Durante os trabalhos de campo desenvolvidos, constatou-se a ocorrência de uma zona de cisalhamento de baixo ângulo atuante na ponta sul da serra que fica próxima do povoado de Renascença, a SSW de Estrela de Alagoas. Afloramentos de quartzitos com foliação milonítica, tramas C-S e lineações de estiramento são algumas das observações que atestam a atuação da referida estrutura dúctil (Fig. 4.21).

Figura 4.21 - Aspectos variados de estruturas ligadas a zona de cisalhamento Serra de Renascença. a) Trama similar a C-S em quartzito de serra próxima de Renascença -- milonitos aparecem abaixo do veio de quartzo (o sentido 00o Az situa-se no canto esquerdo da foto). b) Bancos do quartzito da serra de Renascença com lineação de estiramento orientada N-S.



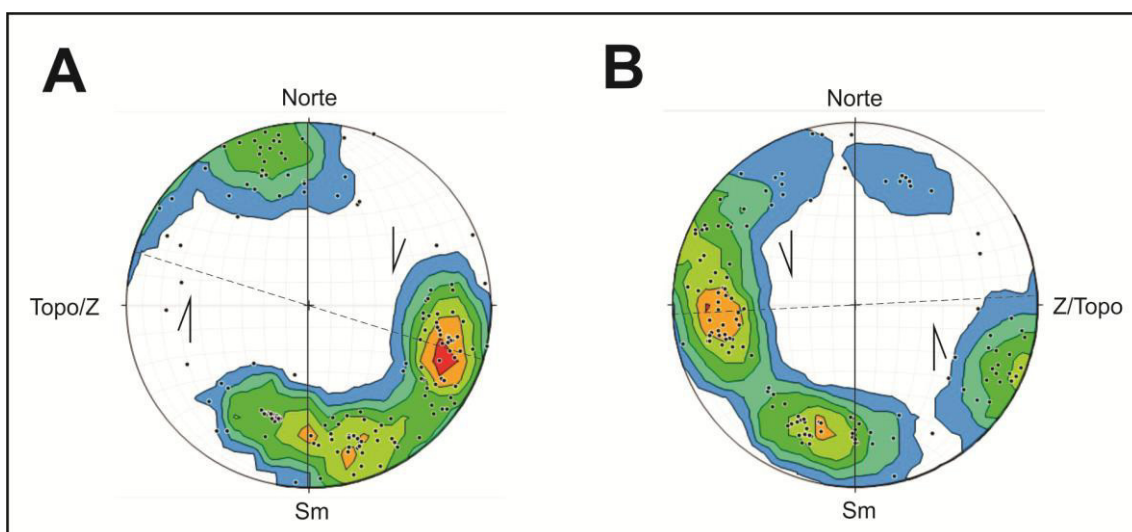
Duas seções delgadas (corte XZ – normal à foliação e paralelo à lineação de estiramento) de amostras orientadas dos aludidos quartzitos da serra de Renascença foram estudadas na Platina Universal de 5 eixos a fim de medir o caimento dos eixos-c de quartzo e estabelecer a petrotrama das mesmas para, por fim, indicar possíveis critérios de cisalhamento e condições de deformação. Como pode ser visto na figura 4.22, ambas as amostras apresentam, predominantemente, deslizamento basal, o que é indicativo de deformação sob temperaturas mais baixas

e/ou baixa concentração de fluidos (Heilbronner & Tullis, 2006; Tullis et al., 1973; Kirschner & Teyssier, 1991 in Passarelli & Basei, 1995).

Na amostra PME-18B (correspondente a uma clivagem de rocha que corta o bandamento, interpretado como o plano C, cuja postura é 177 Az/50°/87 Az) foram medidos 151 eixos-c de quartzos recristalizados ou de quartzos com migração de bordos. Na petrotrama resultante destas medições, nota-se um padrão de concentração dos eixos-c de quartzo em pequenos círculos, com o mais proeminente destes caracterizando um ângulo de abertura em torno 70° e sugerindo transporte para N.

Na amostra PME-18 (L_e 23°/353 Az; S_m 23Az/32°/293 Az), a exemplo da PME-18B, foram realizadas 128 medições dos eixos-c de quartzo. Mais uma vez percebe-se a concentração em pequenos círculos, porém, neste caso, o principal está centrado ao redor do polo da foliação (ângulo grande ~85°). Ainda que ínfima, a assimetria indica transporte para N, novamente. Desta maneira, entende-se que a aqui denominada Z.C. Serra de Renascença é caracterizada – de forma geral – por um transporte tectônico do topo para N.

Figura 4.22 - Petrotramas dos quartzitos das duas amostras da serra de Renascença estudadas. Em ambos os casos predomina o deslizamento basal. De maneira similar, nas duas situações o plano X está na horizontal (N-S). a) Amostra PME-18B (N=151) com padrão em pequenos círculos e com ângulo grande de ~70° indicando transporte para N. b) Amostra PME-18 (N=128) com padrão em pequenos círculos e com o mais proeminente quase perpendicular a X, mas ainda assim sugerindo transporte para N.



5 QUÍMICA MINERAL

As análises de elementos maiores de anfibólio, biotita, feldspatos, granada, piroxênio, moscovita, clorita e minerais opacos foram realizadas utilizando a microsonda eletrônica JEOL (modelo JXA-8230, com cinco espectrômetros WDS e um EDS) instalada no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como descrito no Capítulo 1. No total, foram realizadas 238 análises químicas quantitativas distribuídas em 11 seções delgadas selecionadas. Destas, 05 são do Complexo Arapiraca (Unidade A1 – PME-01; Unidade A2 – PME-02; Unidade A3 – PME-35A, PME35B e PME-35C), 05 do Complexo Araticum (Unidade B3 – PME-24, PME26 e PME-27; Unidade B4 – PME-09 e PME-11) e 01 do PEAL: PME-31B.

Preferencialmente foram realizadas, pelo menos, duas análises em cada mineral, uma na borda e outra no centro, a fim de observar possíveis variações composicionais no mesmo que pudessem fornecer informações quanto a história tectono-metamórfica da rocha estudada. Nas granada foram realizados, quando possível, perfis atravessando todo o cristal.

A princípio cada mineral será estudado separadamente em suas respectivas seções. As tabelas com os respectivos resultados analíticos estão disponíveis no final de cada subitem deste capítulo.

5.1 ANFIBÓLIO

Foi analisada pelo menos uma amostra com anfibólio em cada um dos Complexos e Domínios estudados. Para fins de nomenclatura, adotou-se a classificação descrita em Leake et al. (1997), a qual é recomendada pela *International Mineralogical Association* (IMA). Apesar de estes autores recomendarem o uso do método de Schumaker (cf. Leake et al., 1997) para a estimativa dos valores de Fe^{2+} e Fe^{3+} , não se conseguiu um bom resultado para essa estimativa nos anfibólios aqui estudados. Logo, todo o ferro dos anfibólios foi considerado como ferroso.

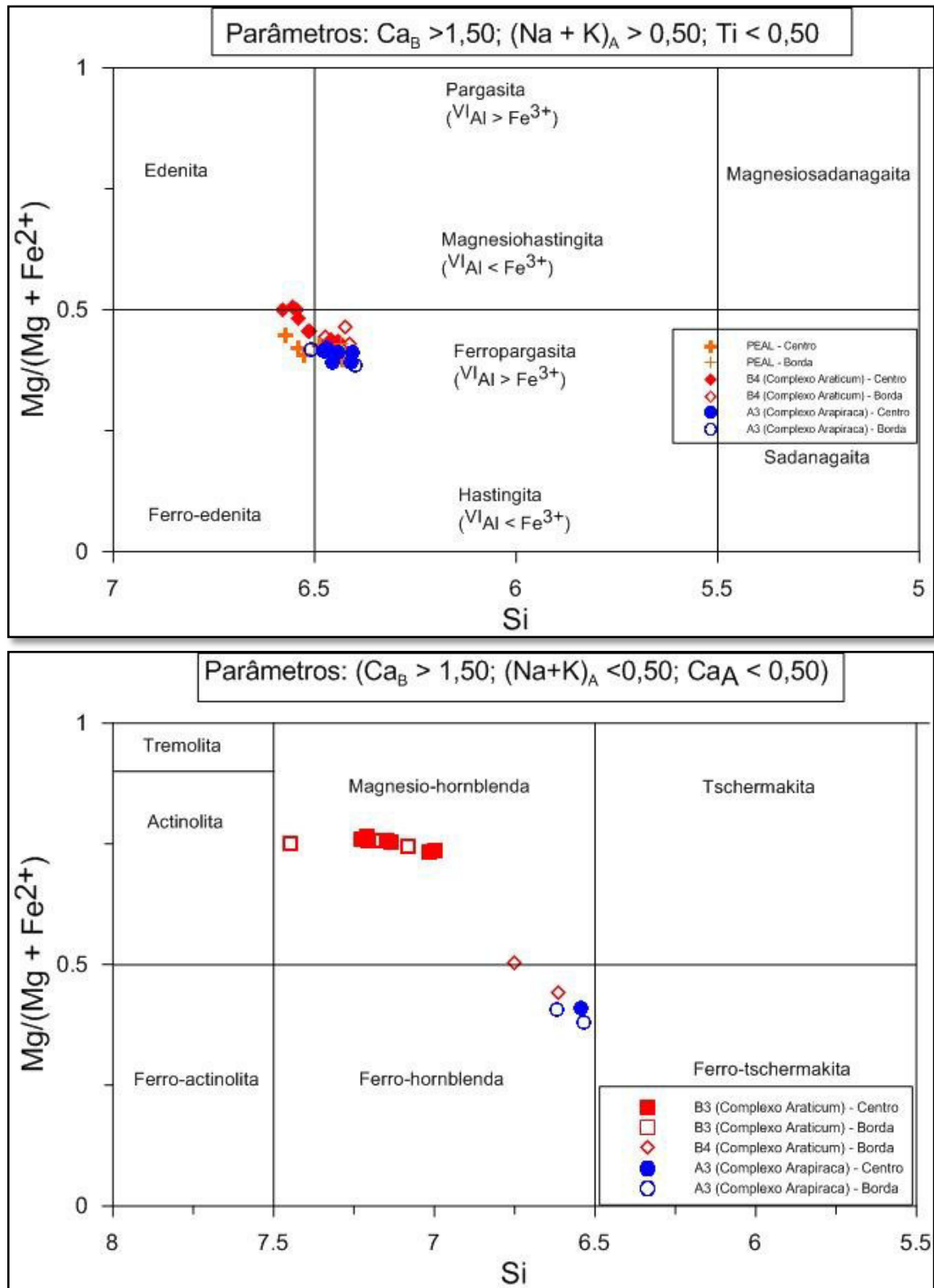
Partindo desta premissa, foram identificados dois grupos principais de anfibólios: os cálcicos ($Ca_B \geq 1,50$) e os ricos em Mg-Fe-Mn-Li – $(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li)_B \geq 1,00$. Os enriquecidos em cálcio, por sua vez, se subdividem entre os com $(Na+K)_A$ maior que 0,5 e os com $(Na+K)_A$ menor que esse valor (Leake et al., 1997).

No geral, os anfibólios cálcicos com $(Na+K)_A$ maior que 0,5 da Unidade B4 do Complexo Araticum plotam nos campos da hastingita, ferro-edenita e edenita, como ilustrado na figura 5.1a. As amostras das bordas destes minerais são preferencialmente hastingitas, com apenas uma amostra no campo da ferroedenita. Já nas amostras dos centros plotam, em sua maioria, no campo da ferroedenita.

Os anfibólios deste tipo da Unidade A3 do Complexo Arapiraca são hastingitas/ferropargasita, tanto na borda quanto no centro. Os anfibólios analisados do Domínio PEAL caem no campo das hastingitas – borda – e nos campos da hastingita/ferropargasita e ferroedenita – centro.

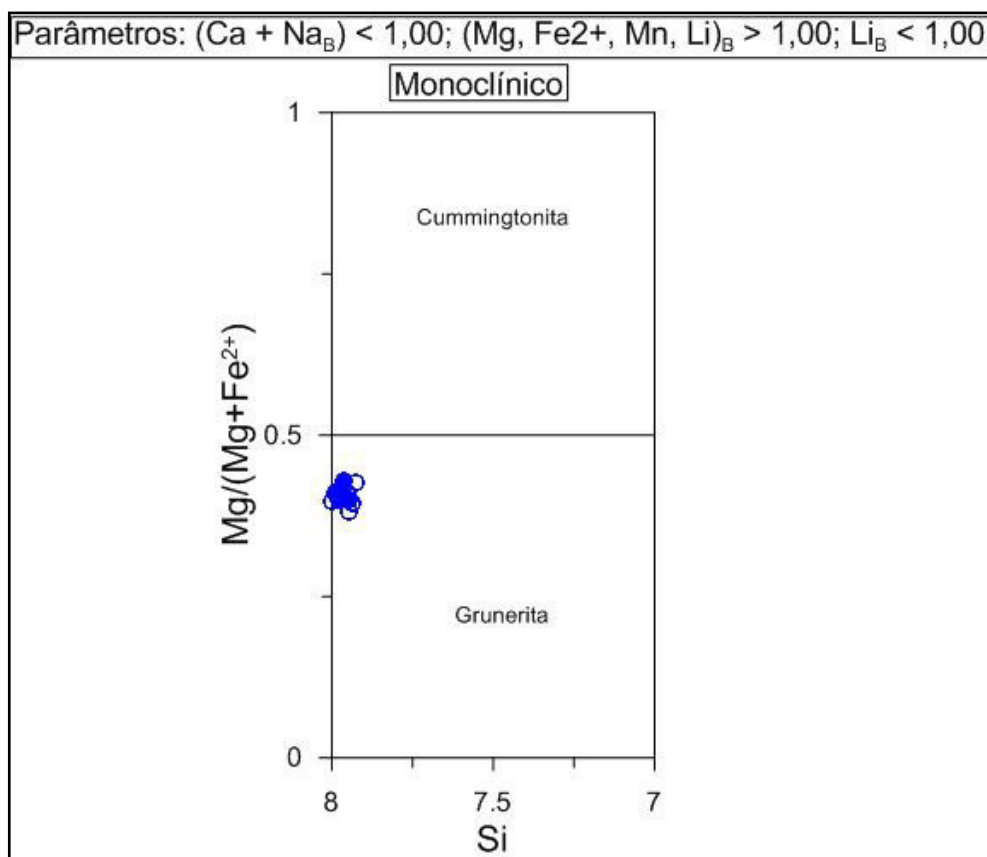
Uma maior homogeneidade é observada na composição das bordas e dos centros dos anfibólios cálcicos com $(Na+K)_A$ inferior a 0,5 (ver figura 5.1b). As amostras da Unidade A3 do Complexo Arapiraca são classificadas como ferro-hornblendas, ao passo que as amostras da Unidade B3 do Complexo Araticum são magnésio-hornblendas. Amostras da Unidade B4 do Complexo Araticum dividem-se entre estes dois campos.

Figura 5.1 - Diagramas de Leake et al. (1997) com as composições dos anfibólios cálcicos presentes nas rochas estudadas. Legenda: símbolos azuis – Complexo Arapiraca; símbolos vermelhos – Complexo Araticum; cruces laranjas – PEAL; símbolos preenchidos – centro; símbolos não preenchidos – borda.



O Complexo Arapiraca (Unidade A3) foi o único no qual se observou anfibólios ricos em Mg-Fe-Mn-Li (Fig. 5.2). Mais uma vez foi percebida pouca variação composicional entre borda e centro, com todas as amostras plotando no campo da grunerita. Contudo, destaca-se que é provável que se tratem na verdade de cummingtonitas, uma vez que as mesmas plotaram próximo ao limite entre o campo da grunerita e da cummingtonita mesmo com todo o ferro considerado como ferroso. Assim, se até pequenas frações do ferro forem consideradas com férricas, ter-se-ia amostras neste campo. Fora que análises petrográficas indicam que tratam-se, de fato, de cummingtonitas.

Figura 5.2 - Diagramas de Leake et al. (1997) com as composições dos anfibólios ricos em Mg-Fe-Mn-Li presentes nas rochas do complexo Arapiraca. Círculos azuis – Unidade A3 do Complexo Arapiraca; símbolos preenchidos – centro; símbolos não preenchidos – borda.



5.2 BIOTITA

Foram realizadas 27 análises químicas pontuais em 08 seções delgadas, sendo 04 do Complexo Arapiraca (PME01, PME-02, PME-35B e PME-35C), 03 do Araticum

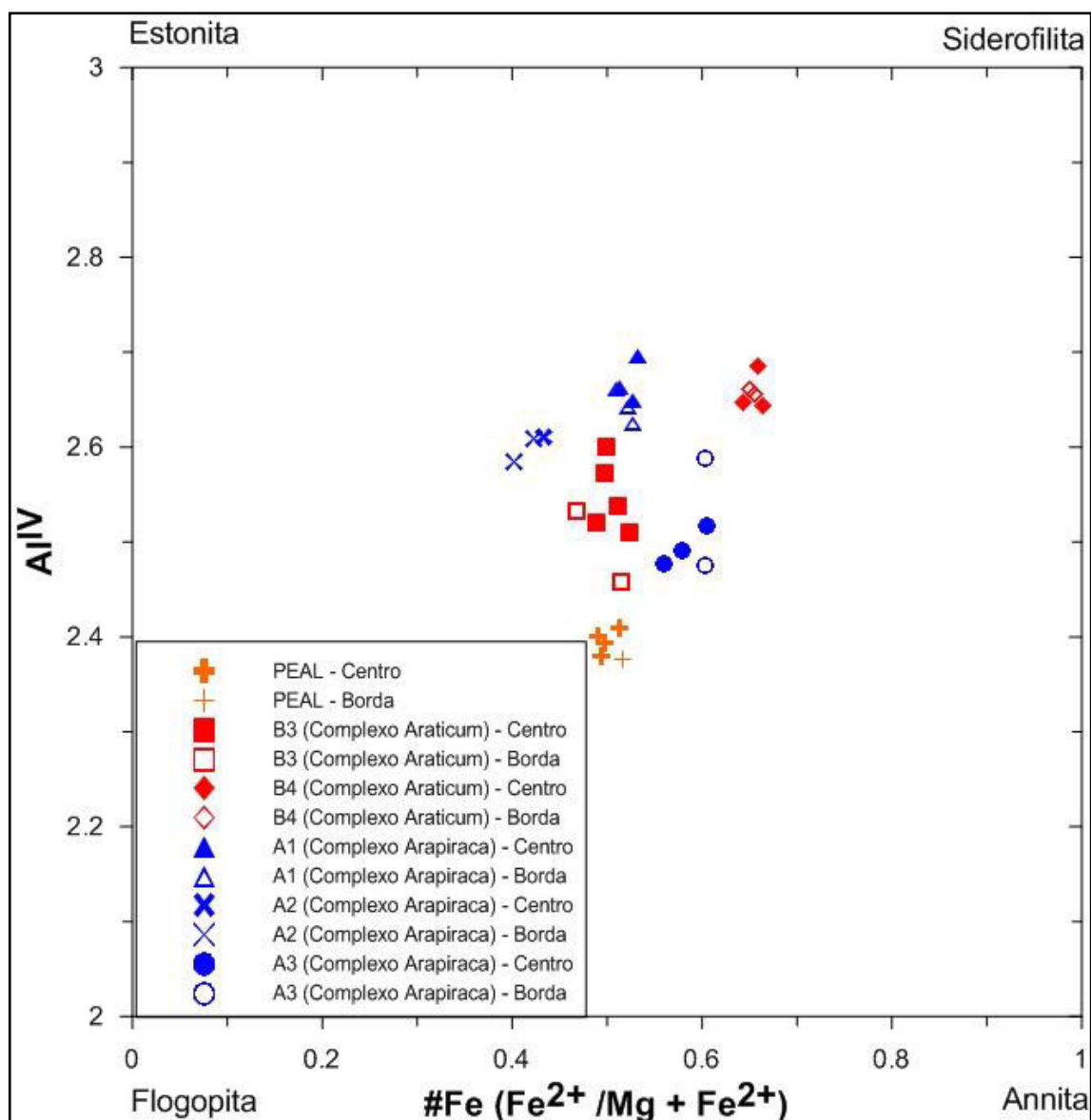
(PME-09, PME-26 e PME-27) e 01 do PEAL (PME-31B). As fórmulas estruturais foram recalculadas na base de 24 oxigênios e os resultados são mostrados ao final do capítulo.

As amostras do Complexo Arapiraca dividem-se em dois grupos quando estudadas no diagrama classificatório Al^{IV} versus $\#fe$ ($Fe^{2+} / Mg + Fe^{2+}$). Como ilustrado na figura 5.3, um grupo (Unidades A1 e A2) está mais próximo do campo das estonitas, ao passo que o outro grupo (Unidade A3) está mais na região central do diagrama. Como um todo, as amostras deste complexo têm Al^{IV} variando de 2,47 – 2,70 átomos por fórmula unitária (a.p.f.u.) e $\#Fe$ 0,40 e 0,60 a.p.f.u. Destaca-se que tanto as bordas dos cristais quanto os centros têm composições similares, não se evidenciando nenhuma zonação nas biotitas.

A exemplo do observado no Complexo Arapiraca, as biotitas referentes ao Complexo Araticum dividem-se em dois grupos. As amostras da Unidade B3 ocupam a região central (Al^{IV} e $\#Fe$: 2,46 – 2,60 e 0,47 – 0,52 a.p.f.u, respectivamente), enquanto as amostras da Unidade B4 se aproximam do campo da siderofilita (Al^{IV} : 2,64 – 2,69 a.p.f.u. e $\#Fe$: 0,64 – 0,66 a.p.f.u.). Observa-se que há uma pequena variação composicional entre a borda e o centro dos cristais do primeiro grupo. Apesar dos valores de $\#Fe$ se manterem estáveis, os de Al^{IV} são sensivelmente menores nas bordas, indicando um empobrecimento deste componente durante a evolução desses minerais.

As biotitas da amostra PME-31B do PEAL mostram pouca variação tanto para os valores de $\#Fe$, 0,48 – 0,52 a.p.u.f., quanto para os valores de Al^{IV} , 2,38 a 2,41. De maneira discreta, percebe-se um empobrecimento em Al^{IV} da borda em relação ao centro.

Figura 5.3 - Diagrama classificatório de Al^{IV} versus $\#Fe$ ($Fe^{2+} / Mg + Fe^{2+}$) com as amostras estudadas. Nota-se pouca variação quanto ao $\#Fe$ e uma maior variação nos valores de Al^{IV} . Quando há diferenças composicionais nos minerais, normalmente percebe-se um empobrecimento de Al^{IV} da borda em relação ao centro.



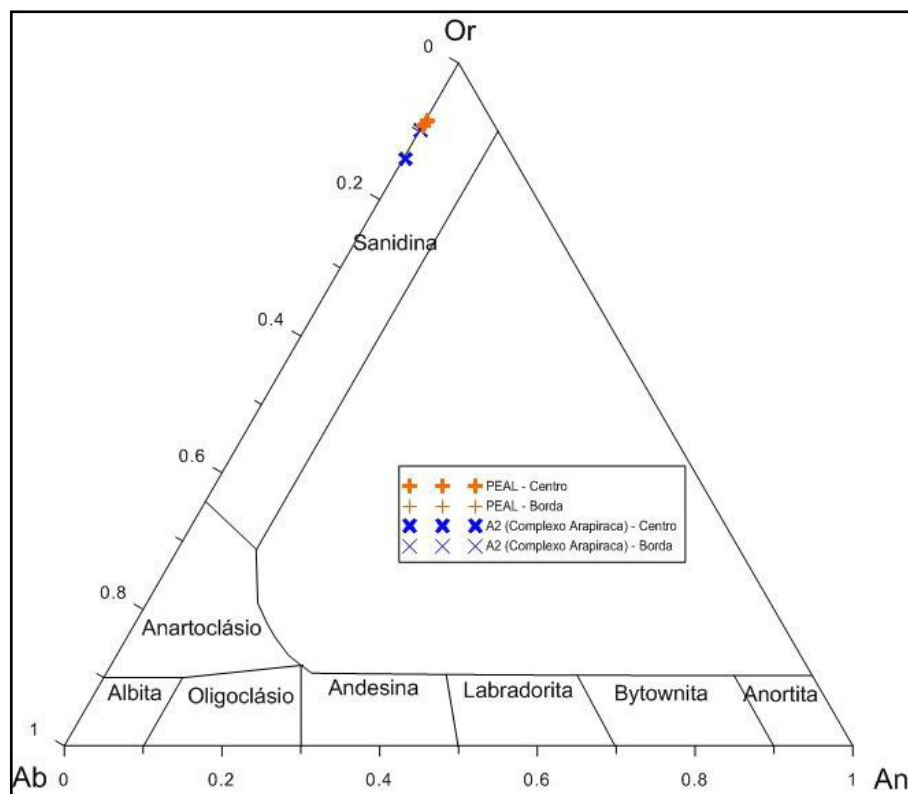
5.3 FELDSPATOS

Foram analisados 64 pontos em cristais de feldspato distribuídos em 10 seções delgadas, das quais 05 são do Complexo Arapiraca, 02 do PEAL e 03 do Araticum. As análises foram realizadas, quando possível, tanto no centro quanto nas bordas dos cristais e as fórmulas estruturais foram recalculadas na base de 32 oxigênios. Os resultados analíticos estão representados na tabela 5.3 ao final do capítulo.

5.3.1 K-feldspato

Apenas o Complexo Arapiraca e o PEAL tiveram cristais de K-feldspato analisados. Ao estudar essas amostras à luz do Diagrama Ab-Na-Or de Deer et al. (1992), percebe-se que ambas caem no campo da sanidina e têm valores elevados de ortoclásio: 85,98 – 90,06% para a Unidade A2 do Complexo Arapiraca e 91,24% para a média das amostras do PEAL (ver Fig. 5.4). A borda do feldspato do Complexo Arapiraca apresenta um enriquecimento em ortoclásio em relação ao centro, indicando uma variação composicional durante a história evolutiva do mineral e consequentemente da rocha. Por outro lado, os feldspatos do PEAL são homogêneos e não apresentam variações composicionais entre os núcleos e as bordas.

Figura 5.4 - K-feldspatos das rochas estudadas no diagrama Ab-An-Or de Deer et al. (1992). Ambas as amostras têm elevados valores da molécula de ortoclásio. A borda do feldspato da Unidade A4 do Complexo Arapiraca é ligeiramente mais rica nessa molécula do que o centro do mesmo, enquanto as amostras do PEAL são homogêneas neste sentido.



5.3.2 Plagioclásio

Dentre os minerais analisados na microsonda eletrônica, o plagioclásio é o mais cosmopolita, ocorrendo em praticamente todas as seções estudadas (PME-24 é a única exceção).

Os plagioclásios do Complexo Arapiraca mostram composição variando de bytownita a oligoclásio ($An_{27,3-79,4\%}$), mas com maior concentração no campo da andesina (Fig. 5.5). Ao comparar as composições do núcleo e da borda dos cristais, nota-se que as bordas tendem a ser mais enriquecidas em anortita.

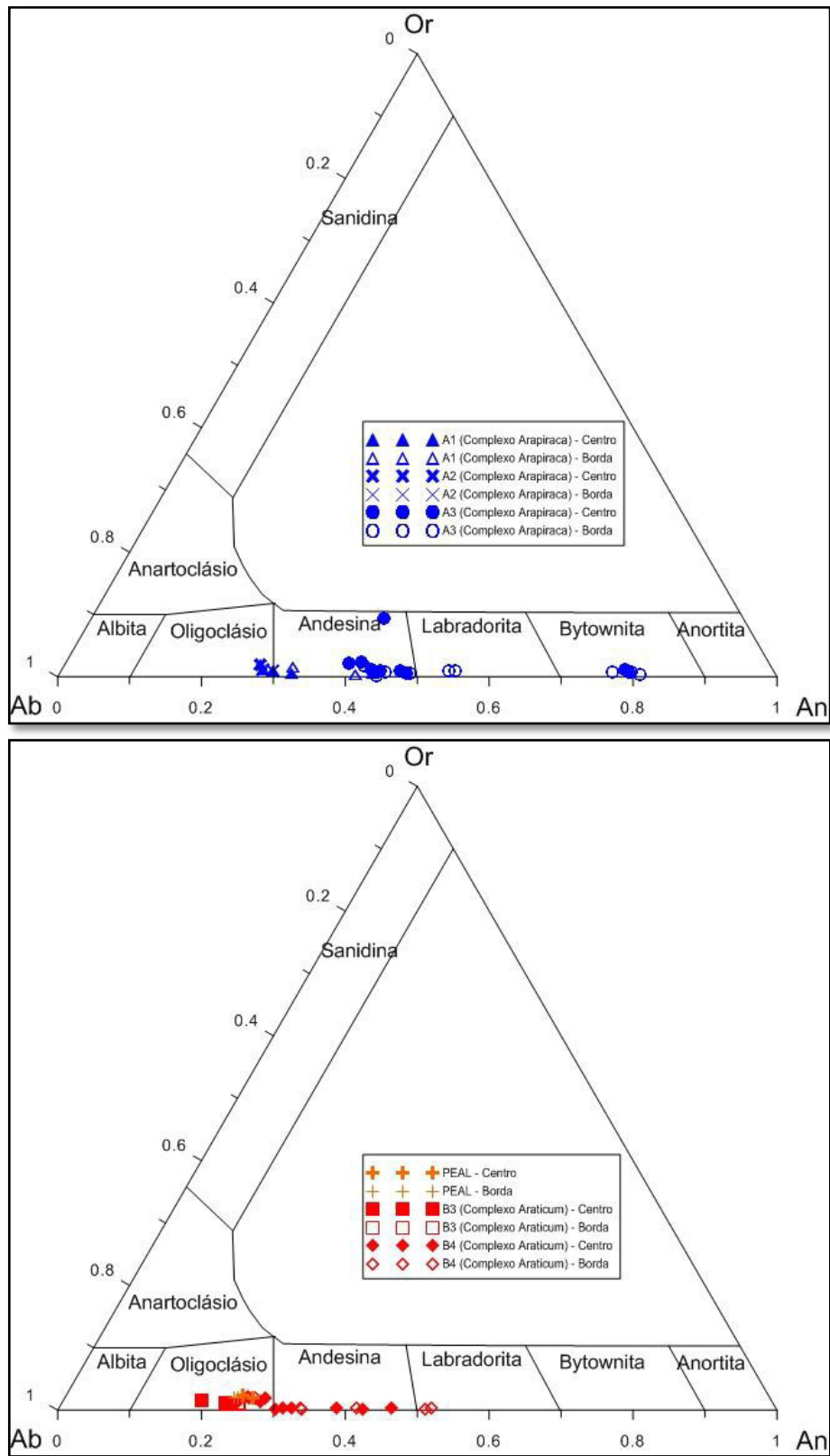
Os plagioclásios do Complexo Araticum, quando analisados no diagrama Ab-An-Or de Deer et al. (1992), espalham-se pelos campos da labradorita, andesina e oligoclásio ($An_{82-25\%}$). Contudo, percebe-se um adensamento nos dois últimos campos. Diferenças composicionais entre núcleo e borda ocorrem e indicam um enriquecimento em anortita da borda em relação ao centro.

Já no PEAL, os plagioclásios caem no campo do oligoclásio e não apresentam variações composicionais internas.

5.4 GRANADA

Foram realizadas 45 análises nas granadas das 06 seções delgadas selecionadas, sendo 02 do Complexo Arapiraca e 04 do Complexo Araticum. Devido ao fato de terem sido realizados perfis atravessando os cristais, o que por consequência gerou diversos pontos com resultados e nomenclaturas similares, resolveu-se trabalhar com as médias das composições do centro, do meio e da borda das granadas analisadas em cada seção delgada.

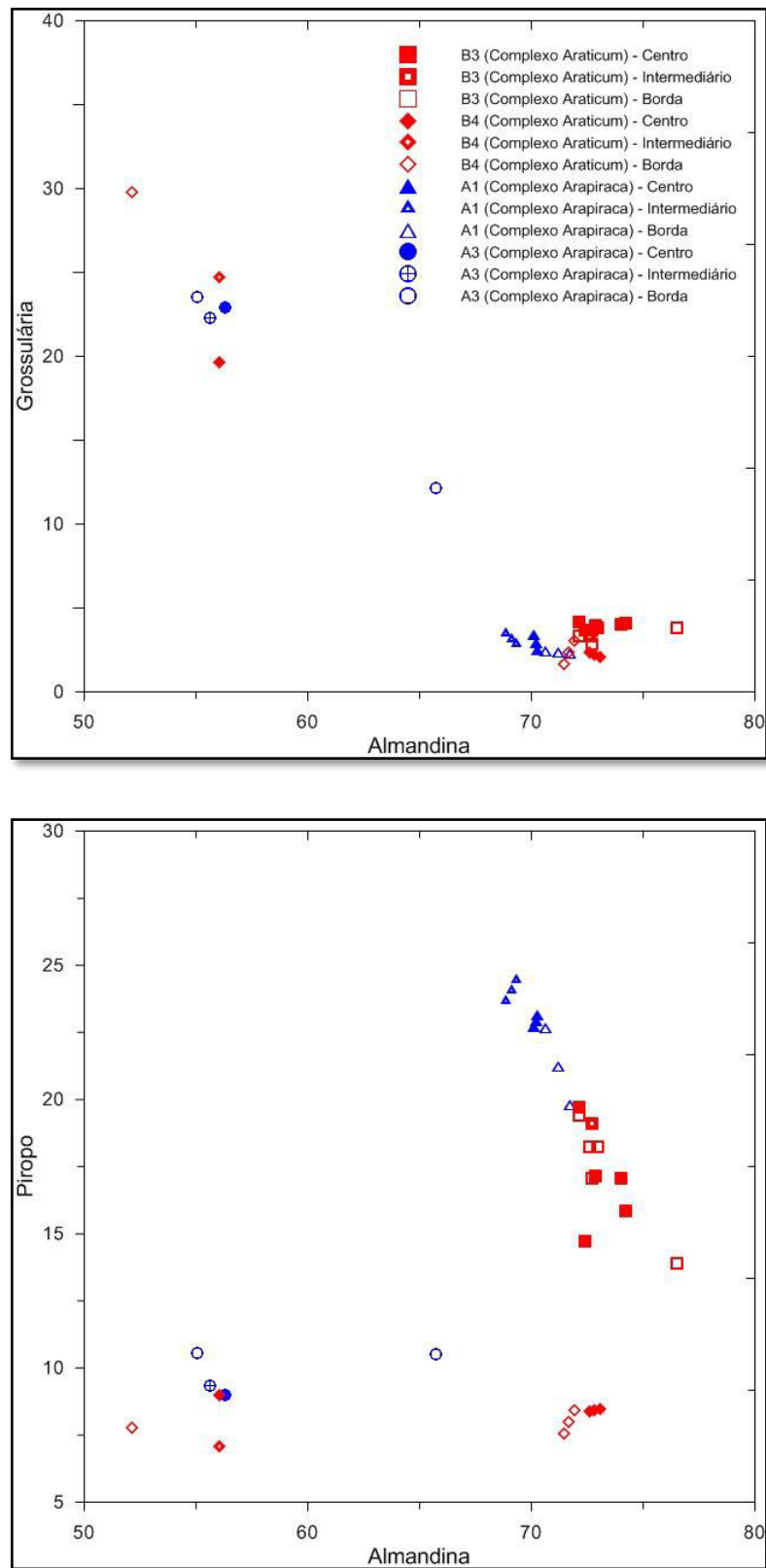
Figura 5.5 - Diagrama Ab-An-Or de Deer et al. (1992) para os plagioclásios das rochas estudadas. Os plagioclásios do Complexo Arapiraca variam de bytownita a oligoclásio, os do Complexo Araticum espalham-se de labradorita até oligoclásio e os do PEAL restringem-se ao campo do Oligoclásio.

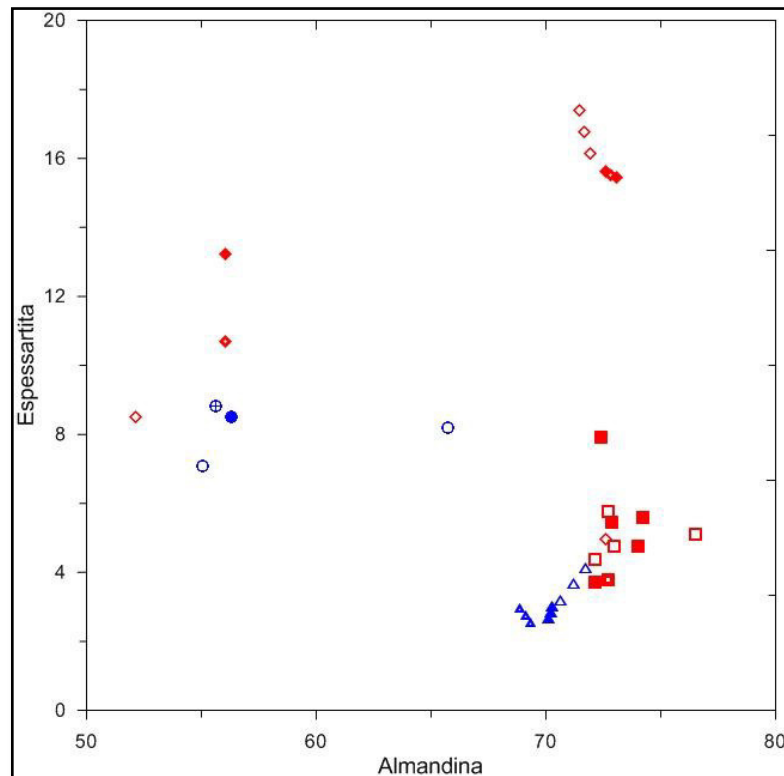


Na figura 5.6, pode-se observar todas as variações químicas em granadas de todo o conjunto de amostras analisado. As granadas do Complexo Arapiraca têm as seguintes composições: almandina (55,1 – 71,7%), espessartita (2,7 – 8,8%), piropo (9,3 – 21,3%) e grossulária (2,31 – 23,6%). Ao estudar estes dados nos diagramas composicionais, percebe-se que estas amostras se dividem em dois grupos. O primeiro (Unidade A1) é rico em almandina (~70%) e piropo (~24%) e pobre em grossulária (~3%) e espessartita (~2%). O outro (Unidade A3) tem menores valores de almandina (~55%) e piropo (~10%) e valores elevados e intermediários, respectivamente, de grossulária (~22%) e espessartita (~8%). Ao analisar atentamente estas granadas em seus respectivos diagramas de variações composicionais, percebe-se que as bordas – em relação ao centro – são: mais enriquecidas em grossulária em ambos os grupos, mas mostram comportamentos inversos para espessartita e piropo. Enquanto no primeiro grupo há um empobrecimento em piropo e enriquecimento em espessartita, no segundo ocorre o oposto.

De maneira semelhante, no Complexo Araticum as granadas se dividem em três grupos, evidenciados – principalmente – pelos teores de almandina e grossulária. As amostras da Unidade B3 são ricas em almandina (~72%) e pobres em grossulária (~4%). As amostras da Unidade B4 se subdividem de forma que as referentes ao PME-11 têm menos almandina (55%) e mais grossulária (~25%) do que as do PME-09 (~73% e ~2%, respectivamente). As amostras referentes à Unidade B3 e ao PME-09 se distinguem pelos valores de piropo e espessartita. As primeiras são mais enriquecidas em piropo e empobrecidas em espessartita, o contrário é observado para as amostras do PME-09. Vale destacar que, em geral, as amostras da borda do Complexo Araticum são depletadas em almandina e piropo, quando comparadas aos seus respectivos núcleos.

Figura 5.6 - Diagramas de variação composicional das granadas das unidades litológicas estudadas.





5.4.1 Zoneamento Químico

Cinco amostras (PME-01, 09B, 11, 27C e 35 B) serviram de suporte para o estudo dos padrões de zoneamento químico presentes nas granadas. As amostras vieram de dois dos conjuntos litológicos nos quais a área da dissertação foi mapeada e estão assim distribuídas: PME-01 e 35B pertencem ao grupo de litologias A (Complexo Arapiraca), as três restantes ao grupo B (Complexo Araticum). Inicialmente, neste tópico, descreve-se de forma simples as características das granadas e de seus zoneamentos (Fig 5.7 e 5.8), deixando as devidas implicações para o Capítulo 6.

PME-01: Os cristais variam de idioblásticos a elípticos alongados. Biotita e plagioclásio adjacentes a granada encontram-se homogeneamente distribuídos na lâmina e são elementos obrigatórios na descrição da rocha. O zoneamento químico (que fica mais evidente ao empregar-se os valores dos óxidos ao invés das frações molares) caracteriza-se pelo enriquecimento em Mn e empobrecimento em Mg do centro para as bordas dos cristais (Fig. 5.7).

PME-09B: É o exemplar com as menores granadas observadas no desenvolvimento do trabalho. Feições texturais de equilíbrio como “mosaicos poligonais” são comuns. Os zoneamentos são similares a PME-01 e 27C, com o Mg que decresce para as bordas enquanto o Mn cresce. As granadas dessa rocha expõem os menores valores de MgO obtidos no estudo (Fig. 5.7).

PMA-11: Nesta lâmina a granada é xenoblástica e desenvolve cristais grandes. Os perfis químicos são praticamente achatados, exceção do Mn e do Mg que fazem lembrar os padrões observados em perfis de crescimento. Se forem tomadas as percentagens em peso em lugar das frações molares, o perfil do MnO remete a conhecida “curva do sino” (Fig. 5.8).

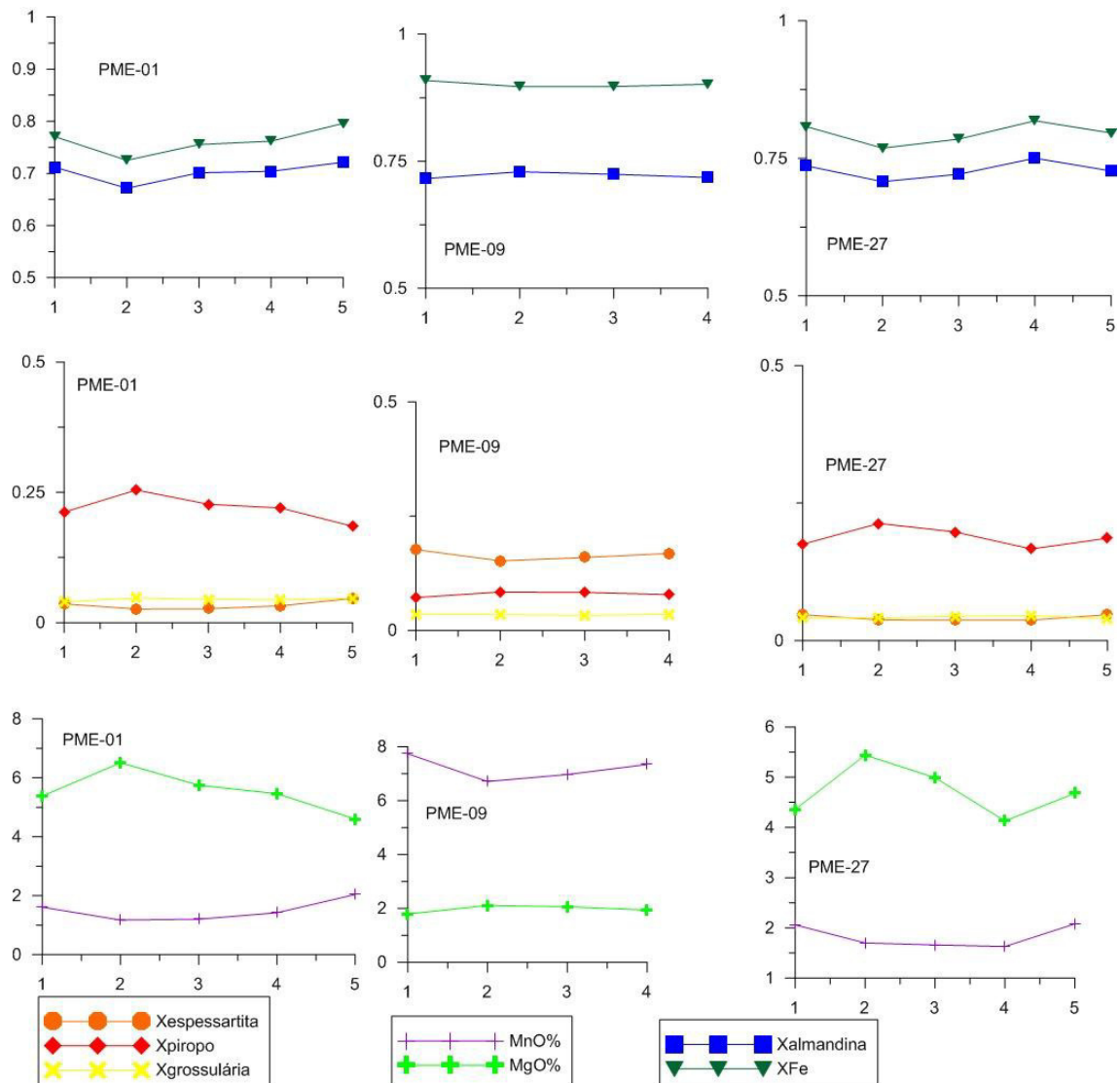
PME-27C: É quase uma repetição da PME-01. Exibe cristais idioblásticos e perfis de zoneamento simétricos de borda a borda (Fig. 5.7).

PME-35B: Muito parecida com a amostra PME-11 tanto no tamanho e formas xenoblásticas (xenoblastos fraturados) como nos desenhos dos zoneamentos químicos (Fig. 5.8).

Dois padrões de zoneamentos foram assim evidenciados por petrografia e química mineral dos cristais, a saber:

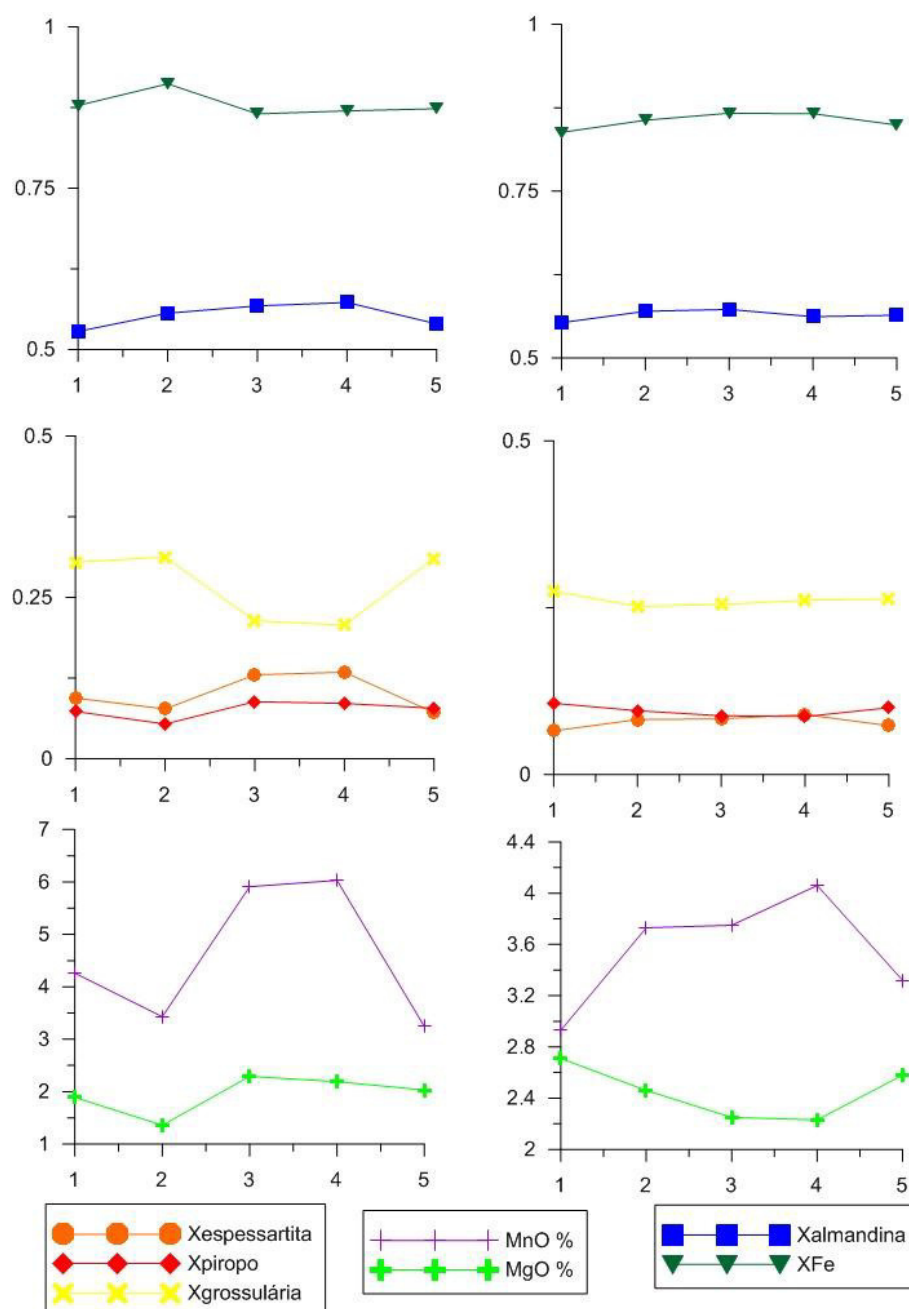
1 – Padrão no qual as frações molares de almandina, espessartita, piropo e grossulária são praticamente achatados (curvas horizontais), o que sugere que os minerais foram homogeneizados quimicamente por temperaturas elevadas, mas que nos exemplares estudados ainda é possível visualizar o tipo conhecido por “zoneamento químico por crescimento”. Nesse modelo têm destaque espessartita e piropo – aquela tem valores das frações molares decrescentes do centro para as bordas dos cristais, dando-se o inverso com a fração molar desse último. Esse padrão está manifesto em cristais grandes, sejam eles xenoblastos ou idioblastos. Tal fenômeno é apresentado pelas granadas das amostras PME-11 e 35B.

Figura 5.7 - Perfis de zoneamento químico das granadas dos afloramentos PME – 01, PME – 09 e PME- 27. Do centro para a borda percebe-se um empobrecimento em MgO e um enriquecimento em MnO. Os demais padrões são praticamente achatados.



2 – Tipo que está mais destacado nas frações molares de Fe, mas também na espessartita e piropo, tratando-se de uma espécie de “zoneamento por difusão”. Aparecem em cristais que uma vez homogeneizados em temperaturas elevadas (e que, portanto, deveriam apresentar perfis achatados como descrito acima), sofrem posteriormente difusão por abaixamento da temperatura (Spear et al., 1995; Escuder et al., 1997; Spear & Peacock, 1989; entre outros). Eles se caracterizam por apresentarem valores crescentes da fração molar do Fe do centro para a borda, comportamento também mostrado pela fração molar da espessartita, ao passo que valores decrescentes da fração molar do piropo são encontrados na mesma direção. Isso foi encontrado nas amostras PME01, 09B e 27C, sendo estas as mais adequadas para a avaliação das condições de temperatura pós-pico de temperatura.

Figura 5.8 - Perfis de zoneamento químico das granadas dos afloramentos PME – 11 e PME – 35B. O empobrecimento em MnO do centro para a borda sugere zoneamento por crescimento. Comportamento condizente com perfis de crescimento.



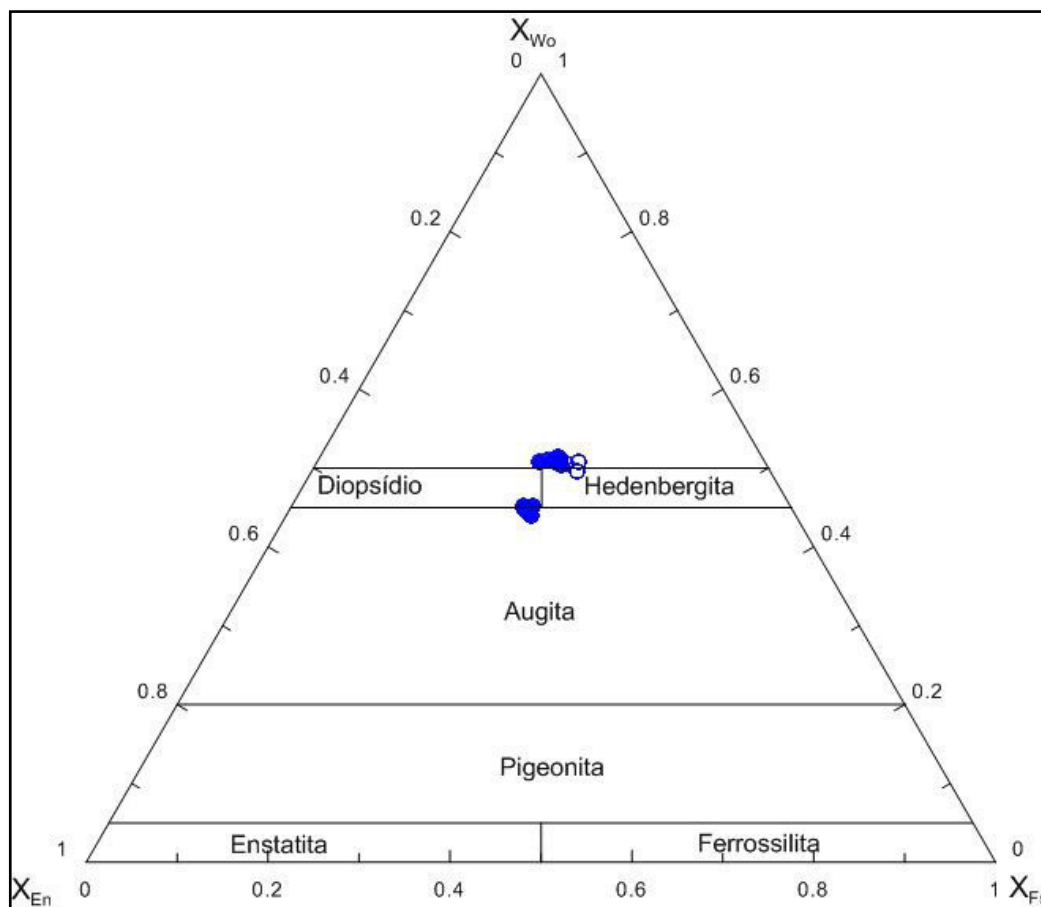
Os cristais agora categorizados têm sempre faces cristalinas, apesar de se encontrarem em contato com cristais de biotita. Tudo isso é sugestivo de que as transformações que aconteceram por queda da temperatura se deram por reações de troca dos cátions Fe e Mg entre biotita e granada. A preservação das formas idiobásticas atesta tal conclusão. Portanto, não ocorreram reações de transferência total nas rochas e as associações devem retratar fielmente os minerais equilibrados no pico de temperatura.

Duas conclusões, *a priori*, podem ser esboçadas da análise dos zoneamentos mostrados pelas granadas. A primeira, as condições do pico de temperatura teriam maior fidedignidade se obtidas a partir de amostras em que ainda existe um resquício de zoneamento por crescimento, que é a situação das lâminas PME-11 e 35B. Em segundo lugar, os comportamentos descritos são mostrados igualmente pelos dois grupos de litologias cartografados na área. Não há diferenças, por exemplo, nas granadas das amostras coletadas na área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens (PME-09B e 27) *versus* a PME-01 (Igaci – Coruripe) ou as obtidas na área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens (PME-11) frente à amostra da área Palmeira dos Índios – Quebrângulo (PME-35B). Isso indica que o comportamento tem caráter regional e que, muito provavelmente, ele é resultado de um mesmo ciclo de metamorfismo.

5.5 PIROXÊNIO

Piroxênios de duas amostras/seções delgadas do Complexo Arapiraca foram analisados e classificados como hedenbergita (PME-35A) e augita (PME-35C), como explicitado na figura 5.9. Nas hedenbergitas as composições variam $Wo_{50-51\%}En_{20-25\%}Fs_{24-29\%}$, ocorrendo um incremento de ~5% na fração molar de ferrossilita em detrimento da X_{En} no sentido núcleo → borda. Já nas augitas, praticamente não há variação composicional entre núcleo e borda, ocasionando uma composição pouco variável para estes minerais ($Wo_{44-45\%}En_{28-29\%}Fs_{25-26\%}$).

Figura 5.9 - Piroxênios do complexo Arapiraca no diagrama de classificação de Deer et al. (1992).
 Legenda: símbolo preenchido – centro; não preenchido – borda.



5.6 GEOTERMOBAROMETRIA

5.6.1 Multi-reação

Para o cálculo das pressões e temperaturas médias das rochas estudadas, foi utilizado inicialmente o programa Ax para aferir as atividades minerais e em seguida o *software* Thermocalc versão 3.26 (Powell et al., 1998), o qual faz uso de multi-reações minerais para determinar estas variáveis. Neste contexto, foram obtidos com sucesso estes dados para 02 amostras (PME-11 e PME-26) ambas da área Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens, cujas análises químicas pontuais foram realizadas nos minerais principais que definem a foliação mais forte e que cresceram

ou foram reorientados durante D₂. Em outras palavras, os valores de P – T apresentados a seguir dão as condições de formação de S₂.

A PME-11 é uma rocha metamáfica (anfibólios, plagioclásio, quartzo, granada e minerais opacos) coletada no leito do rio Traipu (Fig. 3.11). Quatro reações independentes foram utilizadas para determinar com 95% de confiança que a pressão e temperatura média desta rocha são, respectivamente, $8,6 \pm 0,6$ kbar e $736 \pm 46^\circ$ C.

- 1) $3ts + 2py + 4gr + 12q = 12an + 3tr$
- 2) $5ts + 3gr + 11q = 13an + 3tr + 2H_2O$
- 3) $21an + 6fact = 11gr + 10alm + 27q + 6H_2O$
- 4) $6ab + 9ts + 4py + 8gr = 24an + 3tr + 6parg$

A PME-26 é um paragneisse de composição pelítica que aflora a 3,5 km a SE do traço em mapa da zona de cisalhamento Jacaré dos Homens. Para quantificar com 95% de confiança que a pressão e temperatura média desta amostra são, respectivamente, $8,3 \pm 0,7$ kbar e $706 \pm 17^\circ$ C, foram utilizadas cinco conjuntos de reações independentes.

- 1) $cel + 3an + east = py + 2mu + alm$
- 2) $3east + 6q = py + 2mu + phl$
- 3) $3an + phl = py + gr + mu$
- 4) $3an + ann = gr + alm + mu$
- 5) $gr + 2pa + 3q = 3an + 2ab + 2H_2O$

Estes dados evidenciam uma similaridade nas condições P-T de formação/deformação destas rochas, sugerindo uniformidade para a área na qual estas se inserem.

5.6.2 Troca Fe-Mg entre Biotita e Granada

As estimativas para as condições de temperatura pós-pico de temperatura para várias calibrações do termômetro de troca destacado no título estão listadas na tabela 5.1. Algumas das calibrações são antigas (T76-Thompson, 1976 e HL77-Holdaway & Lee, 1977); outras são mais populares e encontradas em muitos estudos termobarométricos (FS78-Ferry & Spear, 1978; e HS82-Hodges & Spear, 1982) e outras são mais modernas e estão baseadas em modelos termodinâmicos mais realistas que as anteriores (B92-HW e B92-GS- Bhattacharya et al., 1992). A amostra PME-35B se trata de uma rocha calcissilicática, enquanto as demais são metassedimentos.

Os resultados obtidos nas linhas 1, 4, 5 e 6 (Tabela 5.1) são realçados na discussão porque os cálculos foram feitos com análises de microsonda em pontos situados de um lado e do outro da interface entre granada (em geral da borda) e biotita (ou média das análises de biotita em contato com granada). As demais linhas vistas na tabela são dos dois minerais em contato, mas cujas análises não estão adjacentes.

Tomou-se, por linha de raciocínio na análise dos resultados, o contraste entre os termômetros de Bhattacharya et al.(1992), os de Ferry & Spear (1978) e de Hodges & Spear (1982). Em geral, os valores que resultaram dos cálculos com esses dois últimos são muito elevados – variam de 721 a 803° C, exceção feita da amostra PME-09B (de 653 a 667° C), mas que ainda assim situaria as condições pós-pico no limite entre a fácies anfibolito alto ou inteiramente dentro da fácies granulito. Achados iguais aos encontrados para as condições de arrefecimento da temperatura dos pacotes metassedimentares da área não parecem muito realistas. Talvez, eles sejam discrepantes porque as calibrações usadas foram geradas para trocas ideais entre os minerais e para parâmetros de Margules aproximados.

Já com as calibrações de Bhattacharya et al. (1992) foram obtidas temperaturas na maioria abaixo dos 700° C. Por outro lado, elas são muito parecidas com as condições que resultam do emprego do termômetro de Holdaway & Lee (1977), situando-se os valores dentro de um erro de $\pm 50^\circ \text{C}$. Porém, mais uma vez, tratam-se de números elevados e que vão de 647 a 709° C.

Em suma, supõe-se que as rochas preservaram, tomando-se apenas por critério o termômetro de troca mencionado, temperaturas da fácies anfibolito alto. Em relação a todas as calibrações, a amostra PME-09B é a que apresenta os menores valores de temperatura. Talvez isso tenha a ver com os já mencionados baixos teores em MgO portado pela amostra em comparação com o resto da amostragem.

Tabela 5-1 Resumo das temperaturas calculadas por diferentes geotermômetros baseados na troca de Fe-Mg entre biotita e granada. B92-HW e B92-GS (Bhattacharya et al., 1992); DASG-91 (Dasgupta et al., 1991); FS-78 (Ferry & Spear, 1978); HS-82 (Hodges & Spear, 1982) PL-83 (Perchuk & Lavrenteva, 1983); T76 (Thompson, 1976); HL-77 (Holdaway & Lee, 1977);

Complexo Arapiraca									
		B92- HW	B92- GS	DASG9 1	FS 78	HS 82	PL 83	T76	HL7 7
1	PME01C1medb i1B1Cgrt1.5	694	697	689	783	803	685	752	709
2	PME01C1medb i1B1Cgrt1.1	732	736	747	867	884	722	810	756
3	PME01C2medb i1B1Cgrt1.1	734	737	761	874	888	724	814	760
4	PME35BC1med bi1B1Cgrt1.4	661	647	710	721	770	657	708	671
Complexo Araticum									
5	PME09BC1bi01 grt1.4	582	541	545	635	667	623	657	629
6	PME27C1bi01g rt1.3	681	687	663	755	773	673	732	692

6 DISCUSSÕES

6.1 ALCANCE E LIMITAÇÕES DO MAPA

A resposta de cada uma das unidades litológicas na imagem do ternário K –Th – U, mapa gamaespectométrico (CPRM, 2011) corresponde bem aos afloramentos dessas mesmas unidades no terreno. Mas, o mapa geológico obtido (Apêndice I) carece de verificação para muitas unidades. Por exemplo, a unidade B2 não possui um afloramento sequer dentro de sua área de ocorrência. Assim, afirmá-la como composta por gnaisses ácidos a intermediários (com alguma contribuição pelítica) tem por base apenas a correlação de seu padrão colorido, cuja dominância é de tons avermelhados, com a cor também de tons vermelhos dos já conhecidos ortognaisses graníticos e migmatitos do grupo C.

Para dar outro exemplo: a unidade B1 tem um só afloramento em sua área de ocorrência (PME-34) e, a partir dessa única informação, supõe-se que toda a área da unidade deva ser composta por anfíbolitos e/ou gnaisses máficos. Na mesma esteira, na parte E, os afloramentos PME-01, 04 e 06 situam-se quase que exatamente sobre o limite entre as unidades A1 e A2. E aí se questiona: a qual unidade atribuir os referidos afloramentos? Portanto, sem um maior número de exposições e amostras, a fidelidade do mapa fica comprometida.

Como exposto acima, sabe-se das limitações da cartografia apresentada. Porém, não se deve desqualificar por inteiro o mapa geológico que acompanha a dissertação. Trata-se, ao contrário, de uma cartografia que traz novas informações sobre as distribuições das litologias e dos padrões das estruturas. Além disso, novamente cabe lembrar que o objetivo não foi/é delimitar com precisão os contatos para uma área com tamanha dimensão (~4000 km²) – nem poderia, vide escala e densidade de pontos –, mas sim de contextualizar as estruturas verificadas em campo. E mais, o emprego do mapa de Th, U e K na cartografia geológica, ressalta-se, é uma técnica já bastante testada, com bons resultados, na região NE do país em mapeamentos com escalas maiores: 1:100.000 (p. ex. caso das folhas Surubim, Caruaru e Taquaritinga, dentre outras).

Entende-se, portanto, que o mapa atende aos seus objetivos, pois é sim adequado para contextualizar e descrever as zonas de cisalhamento de Palmeira dos Índios e de Jacaré dos Homens, ainda que tenha suas limitações.

6.2 GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO

Discute-se primeiro, inclusive por imposição organizacional e lógica do texto, as sucessões estruturais. A similaridade das sucessões de dobras e foliações é evidente. A falta de uma geração correspondente a F_4 das áreas Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens e Palmeira dos Índios – Quebrângulo na área Igaci-Coruripe estaria ligada mais a uma deficiente cobertura de afloramentos do que a uma real ausência da referida geração. Por exemplo, pelo mapa da folha Arapiraca (Mendes et al., 2009), vê-se um “corredor” de fechamentos com direção axial que pode corresponder a F_4 . Esse corredor avança na direção NW-SE desde Santo Antonio, passando por Coité do Nóia e Limoeiro de Anadia. Citando caso parecido, no perfil entre Igaci e o encontro da estrada entre Palmeira dos Índios e Belém (passando por Coruripe), dobras que poderiam pertencer a tal corredor não foram encontradas por causa da quase ausência de afloramentos.

O grau de confiança depositado no estabelecimento das gerações de dobras é maior para F_5 entre as áreas Igaci – Coruripe (F_4), Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens (F_5), porque suas características (que podem incluir, mas não tão somente o estilo) são constantes através do trato estudado. Nestas regiões ela se apresenta como dobras abertas que nas rochas graníticas sempre estão associadas com zonas de cisalhamento sinistrais.

A confiabilidade para F_2 é maior nas áreas Igaci – Coruripe e rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens. Nestas regiões a mesma se caracteriza na maioria dos afloramentos como dobras com forte espessamento da zona de charneira e que aparecem dentro do bandamento principal. S_2 é, pois, um bandamento de transposição. Internamente ao Complexo Arapiraca não há registro de qualquer zona de descontinuidade importante, daí considerar-se que S_2 é a foliação principal nesta região e que a mesma é coetânea por todo o trato estudado.

F₃ (Igaci – Coruripe e Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens) é um caso à parte, porque nas duas áreas o fator comum é o rompimento do limbo inferior que passa para uma foliação forte. Isso é mais verdadeiro para a área Igaci-Coruripe e próximo dos afloramentos da zona de cisalhamento Palmeira dos Índios e dos milonitos lá existentes.

O estudo deixa transparecer uma incerteza na alocação temporal da antiforma de Santo Antonio, a qual foi atribuída à geração F₄. O critério usado: a descrição de dobras desenhadas por S₂, com vergência e direção do traço axial similares a da antiforma de Santo Antonio, que carregam uma foliação plano axial de biotita, não é nem definitivo nem inquestionável. Não é incomum encontrar na literatura exemplos de duas gerações que possuem traços e direções axiais comuns. Nesse caso, a antiforma poderia até ser uma estrutura de geração F₃.

Um tema que não sai do foco é a cinemática contrária mostrada pelas zonas de cisalhamento Palmeira dos Índios e Jacaré dos Homens. Conforme os dados descritos no Capítulo 4, os planos S₃ da região Igaci – Coruripe, gerados ou reorientados para S₃ pela falha de Palmeira dos Índios, localizam-se no meio do segundo quadrante da projeção estereográfica (Fig. 4.16), em posição oposta aos planos axiais dos trens de dobras imbricados da área Rio Traipu – Major Isidoro – Jacaré dos Homens e dos planos ligados à falha de empurrão de Jacaré dos Homens.

A respeito da ZCJH, os dados próprios referendam os dados da literatura, entre eles os de Mendes et al. (2009), quanto à geometria e à cinemática desta estrutura. A mesma, indiscutivelmente, tem um plano médio mergulhando para NW, assim como o sentido de transporte do topo é para S-SE.

Tendo em mente o sentido de mergulho para quadrantes opostos, feições microestruturais de C-S conjugado (Fig. 4.17) e as mesmas idades relativas F₃ dos dois cisalhamentos, conjectura-se que estas estruturas são coetâneas e corresponderiam a planos de cisalhamento de um par conjugado. Vale lembrar que, a princípio, a coetaneidade mencionada ficaria comprometida, já que a ZCPI seria toniana (947 Ma) e a ZCJH estaria relacionada ao ciclo Brasileiro (Mendes et al., 2011).

Entretanto, Neves et al. (2016), a partir de dados U-Pb (LA – ICP – MS), defenderam uma idade criogeniana (<659 – 647 Ma) como sendo a idade de deposição do Complexo Arapiraca. E mais, Lima (2013) e Neves et al. (2016) obtiveram idades bastante similares para o metamorfismo no Complexo Arapiraca: 630 Ma e 626 Ma, respectivamente. Desta forma, a proposição da idade toniana (947 Ma) para a ZCPI fica inviabilizada.

Com relação à ZCJH, Lima (2013), utilizando análises U-Pb (SHRIMP) em ortognaisses do PEAL, interpretou uma idade de $642,4 \pm 3$ Ma como a idade de ativação deste cisalhamento. Assim, apesar da diferença de idade entre a ativação da ZCJH e o metamorfismo do Complexo Arapiraca, entende-se que não há empecilhos sólidos contra a coetaneidade entre as duas zonas de cisalhamento sob análise. Afinal, em momento algum estes autores afirmaram ter datado a ZCPI.

Em outra vertente, advoga-se que as lineações de estiramento características das ZCPI e ZCJH não plotam em quadrantes completamente opostos – como idealizado – muito provavelmente por causa da diferença de competência entre estas entidades. Até porque, é comum a predominância de um dos pares em relação ao outro. E mais, nesta situação, torna-se ainda mais compreensível ao se comparar as diferentes litologias envolvidas.

No caso da ZCJH que é bem mais expressiva e uniforme (L_{e3} concentradas no segundo quadrante – Fig. 4.20), ocorreu um cavalgamento de rochas graníticas do PEAL em relação aos petilos da Faixa Sergipana. Por outro lado, a ZCPI sobrepõe rochas com resistências geomecânicas similares (pelitos – pelito), ocasionando pontos de ruptura menos uniformes, daí um espalhamento da L_e pelos terceiro e quarto quadrantes da projeção estereográfica.

Pelo exposto e tendo em vista que, idealmente, estruturas de um mesmo par conjugado jamais poderiam se encontrar, fica evidente que os traçados em mapa de ambas as zonas de cisalhamento em questão não se intersectam. Ainda mais em se considerando que o traçado da ZCJH interpretado aqui é incompleto e fragmentado.

Dando por discutido o assunto prévio, lembra-se que outras questões de interesse merecem atenção: (1) os dados do metamorfismo; (2) a cartografia da zona de cisalhamento de baixo ângulo Serra de Renascença (ZCSR); (3) a suposta zona de

cisalhamento sinistral que separaria os Complexos Arapiraca e Araticum e; (4) a ZCPI como a hipotética zona de sutura entre a Faixa Sergipana e o Domínio PEAL.

Conforme exposto no item 5.6.1, estudos termobarométricos de multi-reação sugerem condições P-T da ordem de 8,3 – 8,6 kbar e 706 – 736° C para os minerais crescidos e/ou deformados durante S₂. A princípio, estes valores poderiam ser considerados contrastantes com a presença de cordierita, ainda mais que a ocorrência desta substituindo a sillimanita foi interpretada como indício de descompressão (Fig 3.3). No entanto, é válido salientar que este mineral está associado a F₃, a qual possui condições distintas de P-T por esta relacionada a processos de compressão e descompressão. Estes, por sua vez, são, facilmente, explicados pela tectônica de nappes evidenciada na área, a qual é favorável ao crescimento da cordierita. Portanto, entende-se que não há inconsistência entre estas duas informações.

No tocante ao segundo assunto, como descrito ao longo do capítulo 4, as petrotramas encontradas pelas medições dos eixos-c de quartzo nos quartzitos da serra de Renascença indicam que na ZCSR o transporte do topo é para N (Fig. 4.22). Esta cinemática similar à constatada para a ZCPI talvez induza o pensamento para a unificação destas estruturas. No entanto, não foram encontrados entre Coruripe e a serra de Renascença afloramentos que atestassem a continuidade do cisalhamento aludido. Adicionalmente, não há resposta nos diversos dados provenientes dos levantamentos aerogeofísicos (CPRM, 2011) que sugira a existência de uma zona contracional tão extensa. Em alternativa, pode-se arguir que esta ausência de resposta se deve ao baixo ângulo da estrutura e/ou à menor intensidade da mesma, mas o fato é que não há elementos, por ora, que subsidiem a referida unificação.

Quanto à terceira questão, não foram encontrados indícios da existência da zona de cisalhamento sinistral de alto ângulo que supostamente separaria os Domínios Canindé (oeste) e Rio Coruripe (leste) e que deslocaria as ZCJH e ZCPI. Buscou-se estudar a referida zona através de perfis transversais, entretanto, nenhum indício compatível com a ocorrência da mesma foi observado. Ressalta-se que tanto Neves et al. (2016) quanto Lima (2013) também não encontraram elementos que provassem ou, ao menos, sugerissem a existência de tal zona de cisalhamento.

Adicionalmente, durante a realização destes perfis, não foram notadas diferenças litológicas que pudessem indicar uma mudança de complexos, quiçá de domínios litotectônicos, como visto em Mendes et al. (2009). A constância de S_2 por todo o trato estudado vai ao encontro deste pensamento. Semelhantemente, conforme exposto no item 5.4.1, o comportamento similar entre os perfis químicos das granadas estudadas sugerem um mesmo ciclo de metamorfismo para ambas as áreas.

Vale a pena lembrar que entendimento similar foi expresso por Neves et al. (2016) ao não perceberem contrastes entre os Complexos Arapiraca e Araticum nesta porção. Lima (2013), com base em dados de campo, geoquímicos e isotópicos sugeriu que os Complexos Arapiraca e Araticum fazem parte de uma mesma unidade geológica, apesar de ressaltar a necessidade de estudos mais específicos antes de concluir a respeito.

Em contrapartida, é notória a diferença nas respostas observadas no ternário K – Th – U para as áreas a leste e a oeste de onde, em tese, ocorreria esta transição (Apêndice I). Por isso, considerando o objetivo deste trabalho e levando em conta que o mapa apresentado foi significativamente suportado por interpretações geofísicas, resolveu-se não unificar estas duas unidades. De qualquer maneira, com os dados obtidos no decurso deste trabalho, em adição aos disponíveis na bibliografia regional, não é possível defender a existência de uma transição entre domínios litotectônicos nesta região.

De maneira muito similar, não foram observados elementos que corroborassem a proposição de que a transição entre os litotipos dos Complexos Arapiraca e Cabrobó, ou seja, entre a Faixa Sergipana e o Domínio PEAL, aconteça na área estudada. Dados aerogeofísicos (U – Th – K, magnetometria residual e contagem total) sugerem uma continuidade entre as anomalias geofísicas ao longo da região onde deveria ocorrer a transição. Em campo tal indício se solidificou, já que afloramentos com litologias e feições estruturais semelhantes ocorrem a norte e a sul da ZCPI. Ressalta-se que os dados recém discutidos sobre S_2 e os perfis químicos das granadas estudadas também são aplicáveis neste contexto.

Em geral, estas interpretações são congruentes às externadas por Neves et al. (2016), uma vez que estes autores também não perceberam diferenças e/ou

contatos bruscos entre as rochas que, supostamente, deveriam ser de domínios distintos. Os mesmos chegaram, inclusive, a sugerir um mesmo sistema deposicional para estas litologias.

Sob outra perspectiva, a própria ZCPI não mostra a continuidade sugerida por Mendes et al. (2009), comprovando-se de fato apenas pequenos trechos desta entre Palmeira dos Índios e Coruripe. Além disso, como discutido previamente, a ZCPI não tem intensidade deformacional, tendo sido caracterizada como um membro subordinado de um sistema de par conjugado. Logo, ainda que um trabalho específico de mapeamento geológico de detalhe venha a mostrar que há uma diferença litoestratigráfica que justifique a divisão em domínios tectônicos distintos em alguma parte da área estudada, não se enxerga aqui – pelo exposto – a possibilidade da ZCPI ser esta zona de sutura.

7 CONCLUSÕES

A Zona de Cisalhamento Palmeira dos Índios (ZCPI) e a Zona de Cisalhamento Jacaré dos Homens (ZCJH) são coetâneas e fazem parte de um sistema de par conjugado, no qual a ZCJH seria o par predominante e a ZCPI o subordinado. As duas zonas de cisalhamento registram modos que suportam a ideia de que essas falhas foram geradas coetaneamente ou quase no Neoproterozóico: a) O caimento das lineações de estiramento associadas a essas duas estruturas caem para (ou quase que para) quadrantes opostos; b) Pelo menos em um afloramento de milonito da ZCPI o exame das microestruturas indica a presença de tramas C-S conjugadas com sentidos de transporte do topo que correspondem aos cisalhamentos aludidos e; c) As mesmas idades relativas F_3 de criação dos dois cisalhamentos.

A ZCPI tem um plano médio mergulhando para SE, com transporte do topo para N – NE, enquanto na ZCJH o mergulho é para NW e o topo foi transportado para S – SE. Ambos os cisalhamentos estão correlacionadas a D_3 .

Geotermobarometria de multi-reação (Thermocalc) em minerais que cresceram e/ou foram deformados durante D_2 indicam condições P – T da ordem de $8,6 \pm 0,6$ a $8,3 \pm 0,7$ kbar e 736 ± 46 a $706 \pm 17^\circ$ C para S_2 , a qual é constante por todo o trato estudado. Termômetros de troca de Fe – Mg entre biotita e granada retrometamorfisada sugerem temperaturas entre 647 e 709° C para as condições de formação pós- S_2 , ou seja, fácies anfibolito alto.

Não foram encontrados indícios da zona de cisalhamento vertical N – S traçada por Mendes et al. (2009) e que supostamente deslocaria a ZCJH e a ZCPI, além de separar os Complexos Arapiraca e Araticum. Inclusive, diversos fatores indicam que não há distinção entre estes dois complexos, pelo menos não na região estudada.

Neste mesmo sentido, entende-se que a ZCPI não representa a sutura entre os litotipos da Faixa Sergipana e os do Domínio Pernambuco – Alagoas. Não se acredita sequer que esta transição de fato ocorra na região em estudo. Dados de campo, aerogeofísicos, estruturais, metamórficos e bibliográficos corroboram esta interpretação.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B.; Fuck, R.A. **Províncias estruturais brasileiras**. In: Atas do Simpósio de Geologia do Nordeste, 8. Campina Grande. SBG/NE, p. 363-391, 1977.
- Amorin, J.L. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha SC.24-X-DV**, Escala 1:100.000, Arapiraca, Estado de Alagoas, Brasil, 1995.
- Araújo, M.N.C.; Oliveira, E.P.; Carvalho, M.J. **Tectônica de endentação na Faixa Sergipana, NE do Brasil: compatibilização entre os elementos estruturais e a cinemática**. In: IX SNET, São Paulo, SBG, p. 115-117, 2003.
- Bhattacharya, A.; Mohanty, L.; Maji, A.; Sen, S.K; Raith, M. **Non-ideal mixing in the phogopiteannite binary: constraints from experimental data on Mg-Fe partitioning and a reformulation of the biotite-garnet geothermometer.:** Contrib. Mineral. Petrol., v. 111, p. 87–93, 1992.
- Brito Neves, B.B. **Regionalização tectônica do precambriano nordestino**. 1975. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.
- Brito Neves, B.B.; Passarelli, C.R.; Basei, M.A.S.; Santos, E.J. **Idades U-Pb em zircão de alguns granitos clássicos da Província Borborema**. Ver. Inst. Geoc. USP. Ser. Cient., 3, p. 25-38, 2003.
- Brito Neves, B.B.; Santos, E.J.; Van Schmus, W.R. **Tectonic history of the Borborema Province**. In: CORDANI (Ed.). 2000. Tectonic evolution of South America, [S.l.], p. 151-182. 2000.
- Brito Neves, B.B.; Van Schmus, W.R.; Santos, E.J.; Campos Neto, M.C.; Kozuch, M. **O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 25, n. 04, p. 279-296, 1995.
- Bueno, J.F.; Oliveira, E.P.; McNaughton, N.; Laux, J.H. **U-Pb dating of granites in the Neoproterozoic Sergipano Belt, NE-Brazil: Implications for the timing**

and duration of continental collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. Gondwana Res., v. 15, p. 86-97, 2009.

Carvalho, M.J. de D. **Evolução tectônica do domínio Maranco-Poço Redondo : registro das orogêneses Cariris Velhos e Brasiliana na Faixa Sergipana, NE do Brasil.** 2005. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas . Instituto de Geociências, Campinas, 2005.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. **Projeto Aerogeofísico Paulo Afonso – Teotônio Vilela. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos dados magnetométricos e espectrométricos.** Programa Geologia do Brasil (PGB), 2011.

Da Silva, T.R.; Ferreira, V.P.; Correia de Lima, M.M.; Sial, A.N.; Da Silva, J. M. R. **Synkinematic emplacement of the magmatic epidote bearing Major Isidoro tonalite-granite batholith: relicts of an Ediacaran continental arc in the Pernambuco-Alagoas domain, Borborema Province, NE Brazil.** Journal of South American Earth Sciences, v. 64, p. 1-13, 2015.

Da Silva, T.R.; Ferreira, V.P.; Correia de Lima, M.M.; Sial, A.N. **Two stage mantle-derived granitic rocks and the onset of the Brasiliano orogeny: Evidence from Sr, Nd, and O isotopes.** LITHOS, v. 264, p. 189-200, 2016.

Dasgupta, S.; Sengupta, P.; Guha, D.; Fukuoka, M. **A refined garnet – biotite – Fe – Mg exchange thermometer and its application in amphibolites and granulites.** Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 109, p. 130 – 137, 1991.

Davison, I.; Santos, R.A. **Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny.** Prec. Res., v. 45, p. 319-342, 1989.

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. **An introduction to the rock-forming minerals.** 2. ed., Harlow, Longman, p. 696, 1992.

D'el-Rey Silva, L.J.H. **Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil.** Revista Brasileira de Geociências, v. 25, p. 315-332, 1995a.

D'el-Rey Silva, L.J.H. **The evolution of basement gneiss domes of the Sergipano Fold Belt (NE Brazil) and its importance for the analysis of Proterozoic basins.** J. South Amer. Earth Sci., v. 8, p. 325-340, 1995b.

D'el-Rey Silva, L.J.H. **Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African-brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover.** J. South. Amer. Earth Sci., v. 12, p. 453-470, 1999.

Escuder, V.J.; Indares, A.; Arenas, R. **P – T path determinations in the Tormes Gneissic Dome, NW Iberian Massif, Spain.** J. Metam. Geol., v. 15, p. 645-663, 1997.

Ferreira V.P.; Sial A.N.; Jardim de Sá E.F. **Geochemical and isotopic signatures of the Proterozoic granitoids in terranes of the Borborema Province, northeastern Brazil.** Journal South American. Earth Science, v. 11(5), p.439-455, 1998.

Ferry, J.M.; Spear, F.S. **Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet.** Contrib Mineral Petrol., v. 66, p. 113–117, 1978.

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. **Brasiliano (Pan-African) granite magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, Northeast Brazil: An isotopic and geochronological approach.** Precambrian Res, v. 135, p. 23–53, 2004.

Guimaraes, I.P.; Van Schmus, W.R.; Brito Neves, B.B.; Bittar, S.M.B.; Silva Filho, A.F.; Armstrong, R. **U–Pb zircon ages of orthogneisses and supracrustal rocks of the Cariris Velhos belt: Onset of Neoproterozoic rifting in the Borborema Province, NE Brazil.** Precambrian Research, v. 192–195, p. 52–77, 2012.

Heilbronner, R. & Tullis, J. **Evolution of c axis poles figures and grain size during dynamic recrystallization: Results from experimentally sheared quartzite.** Journal of Geophysical Research, v. 111, B10202, 2006. Doi: 10.1029;2005JB004194.

Hodges, K.V.; Spear, F.S. **Geothermometry, geobarometry and the Al_2SiO_5 triple point at Mt Mooslanke, New Hampshire**. Am. Mineral., v. 67, p. 1118–1134, 1982.

Holdaway, M.J.; Lee, S.M. **Fe-Mg cordierite stability in highgrade pelitic rocks based on experimental, theoretical and natural observations**. Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 63, p. 175-198, 1977.

Jardim de Sá, E.F. **A Faixa Seridó (Província Borborema – NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana**. 1994. 803p. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1994.

Jardim de Sá, E.F. & Hachspacher, P.C. **Reconhecimento estrutural na borda noroeste do Cráton de São Francisco**. In: Anais, Congresso Brasileiro, 31, v. 05, p. 2719-2731, 1980.

Jardim de Sá, E.F. **Geologia da região de Seridó: reavaliação das idades**. In: Atas do Simpósio de Geologia do Nordeste, 11:278-316, 1984.

Kirschner, S.; Passchier, C.W. **Shear-sense indicators: a review**. Geol. Survey of Canada, v. 90-17, p. 72, 1991.

Lima, M.M.C. **Caracterização geoquímica, isotópica e geotectônica dos complexos Araticum e Arapiraca, Faixa Sergipana, Alagoas, Nordeste do Brasil**. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2013.

Leake, B.E.; Woolley, A.R.; Arps, C.E.S.; Birch, W.D.; Gilbert, M.C.; Grice, J.D.; Hawthorne, C.; Kato, A. **Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names**. American Mineralogist, v. 82, p. 1019-1037, 1997.

Macedo, M.H.F.; Jardim De Sá, E.F.; Sá, J.M. **Datações Rb-Sr em ortognaisses e a idade do Grupo Seridó**. In: Atas do Simpósio de Geologia do Nordeste, v. 11, p. 253-262, 1984.

Mariano, G.; Neves, S.P.; Da Silva Filho, A.; Guimarães, I.P. **Diorites of the high-K calc-alkalic association: Geochemistry and Sm–Nd data and implications for the evolution of the Borborema Province, Northeast Brazil**. *Int. Geol. Rev.* v. 43, p.921–929, 2001.

Medeiros, V.C. **Integração geológica: folha Guaranhuns, escala 1:250.000**. Recife, CPRM, 22 f., 1998.

Mendes, V.A. & Brito, M.L.F. **Geologia e recursos minerais da folha Arapiraca SC.24-X-D: escala 1:250.000: estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe**. Recife, CPRM. 245 p., Programa Geologia do Brasil –PGB, 2017.

Mendes, V.A.; Brito, M.L.F; Paiva, I. P. **Arapiraca. Folha SC.24-X-D. Estados de Alagoas, Pernambuco e Sergipe. Mapa geológico**. Recife: CPRM, 1 mapa, color, 112,37 cm x 69,42 cm. Escala 1:250.000, Programa Geologia do Brasil – PGB, 2009.

Mendes, V.A.; Brito, M.F.L.; Santos, C.A. **Zona de cisalhamento contracional de Palmeira dos Índios. Um possível testemunho do evento Cariris Velhos na Província Borborema**. In: 13th Simposio Nacional de Estudos Tectônicos, Campinas,CD-ROM, 2011.

Neves, S.P. **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*, v. 22, p. 1-14, 2003.

Neves, S.P. & Mariano, G. **Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil**. *J. Struct. Geol.*, v. 21, p. 1369–1383, 1999.

Neves, S.P. & Mariano, G. **Província Borborema: Orógeno acrescionário ou intracontinental?**. *IG. Série B*. Recife-PE: Estudos e Pesquisas, v. 11, p. 26-37, 2001.

Neves, S.P.; Bruguier, O.; Vauchez, A.; Bosch, D.; Silva, J.M.R.; Mariano, G, **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*, v. 149, p.197-216, 2006.

Neves, S.P.; Bruguier, O.; Rangel da Silva, J.M.; Boschb, D.; Alcantara, V. C.; Lima, C. M. **The age distributions of detrital zircons in metasedimentary sequences in easternBorborema Province (NE Brazil): Evidence for intracontinental sedimentation and orogenesis?** *Precambrian Research*, v. 175, p. 187–205, 2009.

Neves, S.P.; Silva, J.M.R.; Bruguier, O. **The transitional zone between the Pernambuco-Alagoas Domain and ther Sergipano Belt (Borborema Province, NE Brazil): Geocronological constraints on ages depositions, tectonic setting and metamorphism o sedimentary rocks.** *Journal o South American Earth Sciences*, v. 72, p. 266 – 278, 2016.

Neves, S.P.; Vauchez, A.; Feraud, G. **Tectono-thermal evolution, magma emplacement, and shear zone development in the Caruaru area (Borborema Province, NE Brazil).** *Precambrian Re.*, v. 99, p.1-32, 2000.

Oliveira, E.P.; Windley, B.F.; Araújo, M.N.C. **The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: A complete plate tectonic cycle in western Gondwana.** *Precambrian Research*, v. 181, p 64 – 84, 2010.

OSAKO, I.S. **Caracterização geológica da região situada entre as localidades da Paranatama e Currais-Novos (PE), Porção centro-norte do domínio tectônico Pernambuco-Alagoas, Província Borborema.** 2005. 165 f. Tese (Doutorado em Geociências). Programa de pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

Passarelli, C.R. & Basei, M.A.S. **Análise dos petrotramas de eixos-C de quartzo: zona de cisalhamento Major Gercino (SC).** *Bol. IG-USP, Sér. Cient.*, v. 26, p. 99-113, 1995.

Passchier, C.W. & Trouw, R. A.J. **Microtectonics.** 1 ed. Editora: Springer-Verlag Berlin, 1996.

Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. **Microtectonics**. 2^a ed. Editora Springer, Berlin, 2005.

Perchuk, L.L.; Lavrenteva, I.V. **Experimental investigation of exchange equilibria in the system cordierite—garnet—biotite**. In: Saxena SK (ed) *Kinetics and equilibrium in mineral reactions*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, p. 199–239, 1983.

Powell, R.; Holland, T.J.B. & Worley, B. **Calculating phase diagrams involving solid solutions via non-linear equations, with examples using THERMOCALC**. *Journal of Metamorphic geology*, v. 16, p. 577-588, 1998.

Santos, E.J.O. **Complexo Granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta, Província Borborema**. 1995. 219 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

Santos, E.J.. **Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema**. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais, v. 6, p. 47-50, 1996.

Santos, E.J.; Oliveira, R.G.; Paiva, I.P. **Terrenos no domínio transversal da Província da Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do lineamento Patos**. In: XVII Simp. Geol. Nord. Fortaleza, Resumo Expandido. Fortaleza. SBG, v. 2, p. 401-406, 1997.

Santos, R.A., Souza J.D.; **Carta metalogenética/previsional - escala 1: 100.000 (Folhas SC.24-Z-A-II Jeremoabo; SC.24-Z-A-III Carira; SC.24-X-C-VI Piranhas SC.24-X-C-V Santa Erigida)**. DNPM/CPRM, Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, v. 154, p. 2, 1988.

Sial, A.N. **Granite types in northeast Brazil Current Knowledge**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, p. 54-72, 1986.

Silva, J.M.R. & Mariano, G. **Geometry and kinematics of the Afogados da Ingazeira shear zone, northeast Brazil**. *International Geology Review*, v. 42, p. 86-95, 2000.

Silva Filho, A. F.; Guimarães, I. P.; Van Schmus, W. R. **Crustal evolution of the Pernambuco-Alagoas complex, Borborema Province, NE Brazil: Nd isotopic data from neoproterozoic granitoids.** Godwana Research, v. 5, n. 2, p. 409-422, 2002.

Silva Filho, A.F.; Gomes, H.A.; Osako, L.S.; Guimaraes, I.P.; Luna, E.B.A. **Folha Venturosa, Programa Geologia do Brasil.** Internal Report, Convênio MME/UFPE, 2007.

Silva Filho, A.F.; Guimarães, I.P.; Van Schmus, W.R.; Armstrong, R.A.; Rangel da Silva, J.M.; Osako, L.; Cocentino, L.M. **SHRIMP U–Pb zircon geochronology and Nd signatures of supracrustal sequences and orthogneisses constrain the Neoproterozoic evolution of the Pernambuco–Alagoas domain, southern part of Borborema Province, NE Brazil.** Int J Earth Sci (Geol Rundsch), v. 103, p. 2155-2190, 2014.

Silva Filho, M.A. **Arco vulcânico Canindé-Marancó e a faixa sul-alagoana: seqüências orogênicas mesoproterozóicas.** In: Anais XL Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Belo Horizonte, p. 16, 1998.

Silva Filho, M. A.; Accioly, A.C.A.; Torres, H.H.F.; Araújo, R.V. **O Complexo Jaramataia no contexto do Sistema Sergipano.** Rev. Geol. USP, v. 16, p. 99-110, 2003.

Silva Filho, M.A. & Torres, H.H.F. **A margem norte do sistema sergipano: uma revisão.** In: Anais XLI Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, João Pessoa, p. 342, 2002.

Souza Mendonça., J.C.G.S. & AMORIM, J.L. **Mapa geológico 1:100.000 da folha SC.24-X-D-V (Arapiraca-Alagoas).** In: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, Pará, v. 6. p. 2649-2658, 1988.

Spear, F.S. and Peacock, S.M. **Petrologic Determination of Metamorphic Pressure-Temperature-Time Paths.** In: Metamorphic Pressure-Temperature-Time Paths, American Geophysical Union, Washington, D.C., 1989. doi: 10.1029/SC007p0001.

Spear, F. S.; Kohn, M.J.; Paetzold, S. **Petrology of the regional sillimanite zone, west-central New Hampshire, USA, with implications for the development of inverted isograds**. American Mineralogist, v. 80, p. 361 – 376, 1995.

Thompson, A.B. **Mineral reactions in pelitic rocks II. Calculation of some P-T-X(Fe–Mg) phase reactions**. Am. J. Sci., v. 276, p. 425–454, 1976.

Tullis, J.; Christie, J.M.; Griggs, D.T. **Microstructures and preferred orientations of experimentally deformed quartzites**. Bulletin Geological Society of American, v.84, p. 297 – 314, 1973.

Van Schums, W.R.; Brito Neves, B.B.; Hackspacher, P.C.; Babinsky, M. **U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, NE Brazil**. J. South Amer. Earth Sci., v. 8, p. 267-288, 1995.

Van Schmus, W.R.; Oliveira, E.P.; Silva Filho, A.F.; Toteu, F.S.; Penaye, J.; Guimarães, I.P. **Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt**. In: Pankhurst R.J.; Trouw, R.A.; Brito Neves, B.B.; De Wit, M.J. (eds) West Gondwana: pre-cenozoic correlations across the South Atlantic Region. Geological Society Special Publication, v. 294, p. 69–99, 2008.

Vauchez, A. **The Borborema zona de cisalhamento system, Ne Brazil**. J. of S. American Earth Sciences, v. 8, p. 247-266, 1995.

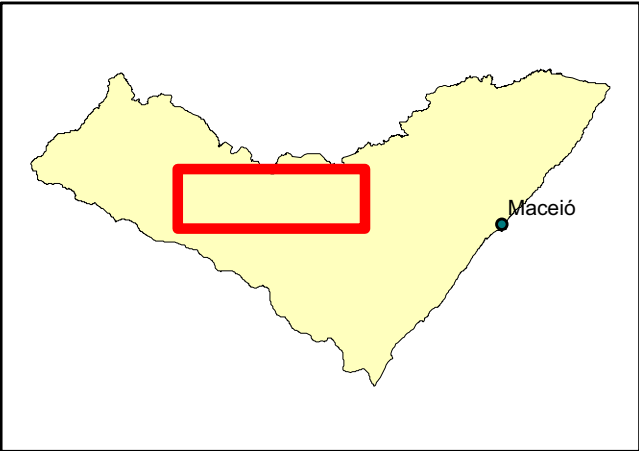
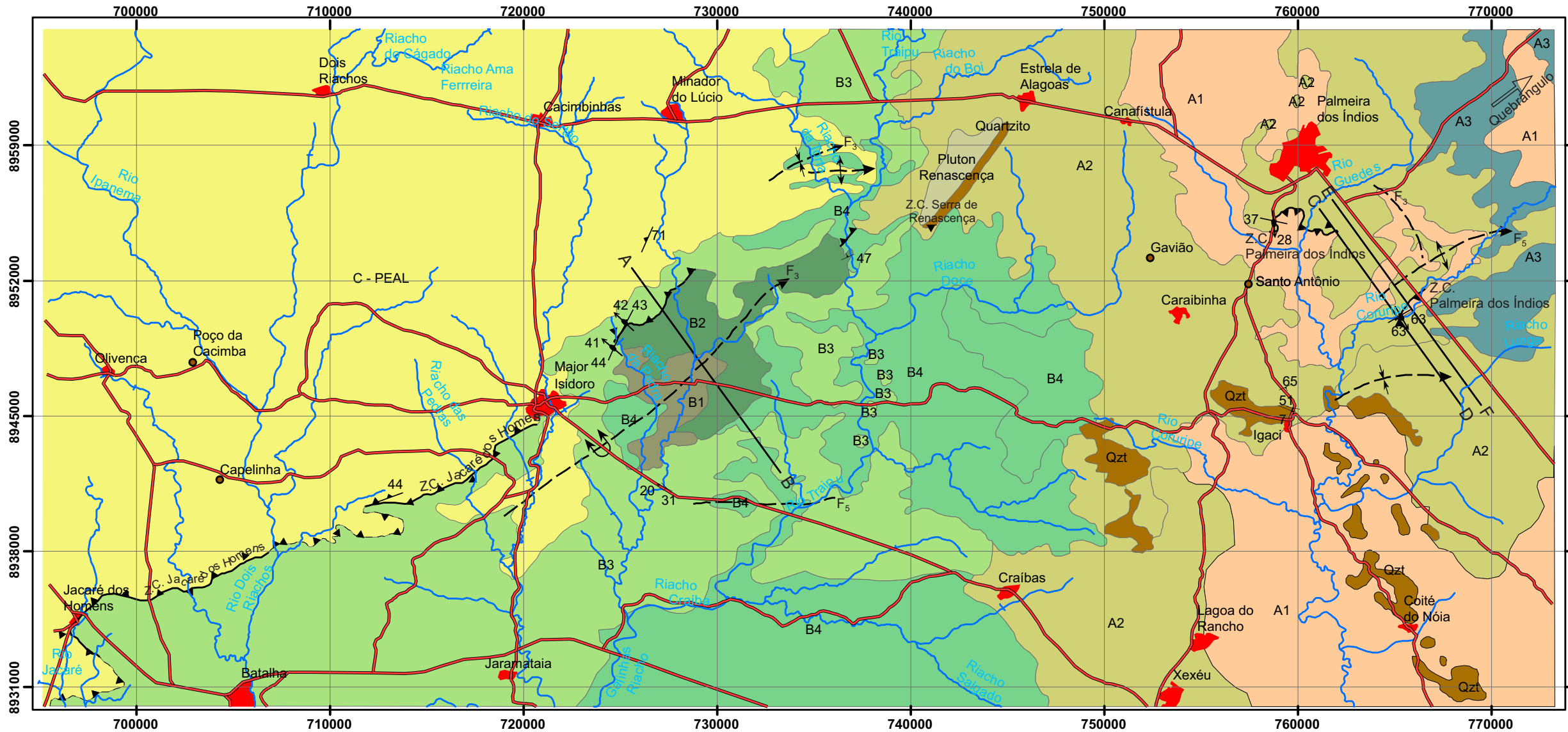
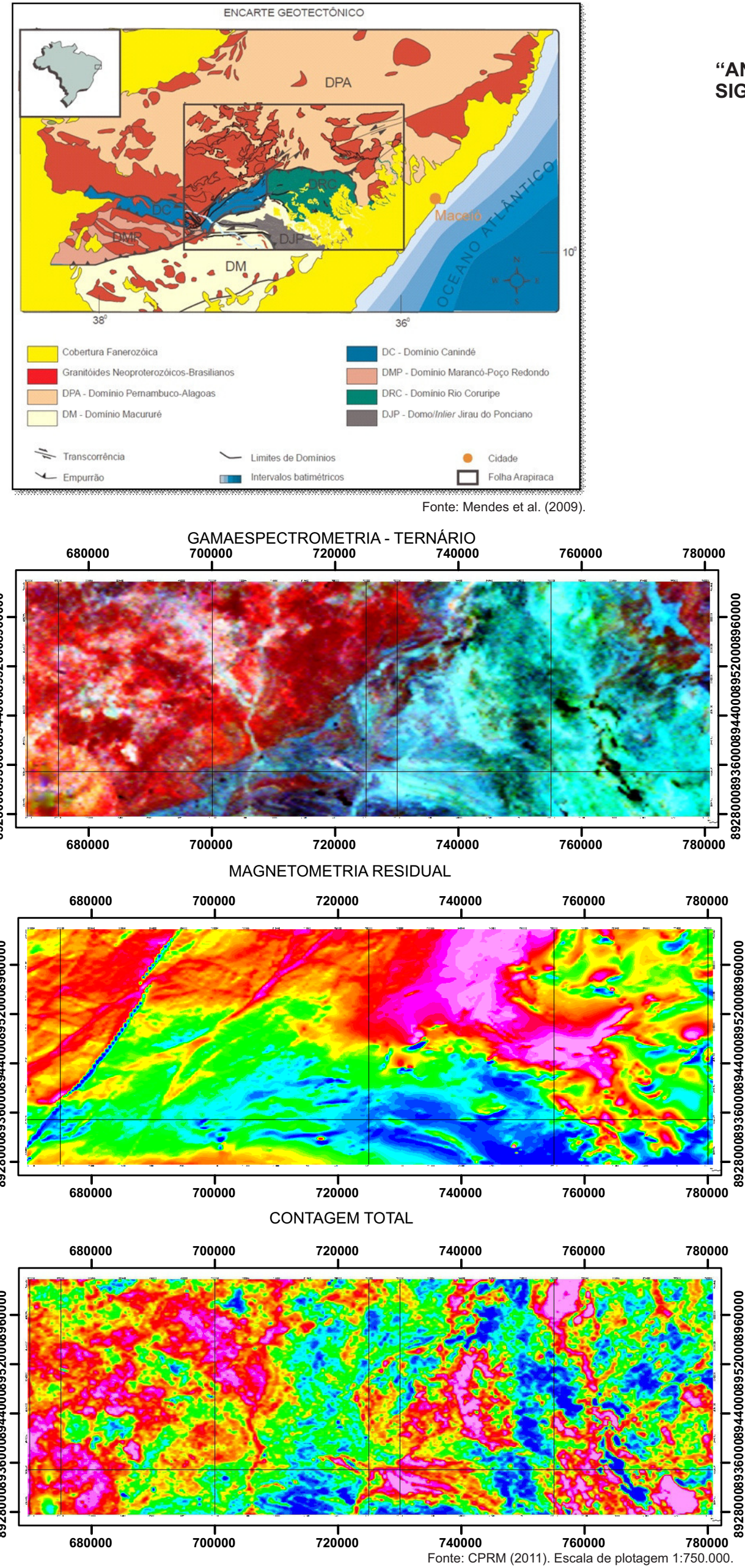
Whitney, D.L.; Evans, B.W. **Abbreviations for names of rock-forming minerals**. American Mineralogist, v. 95, p. 185–187.

APÊNDICE I - MAPA GEOLÓGICO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

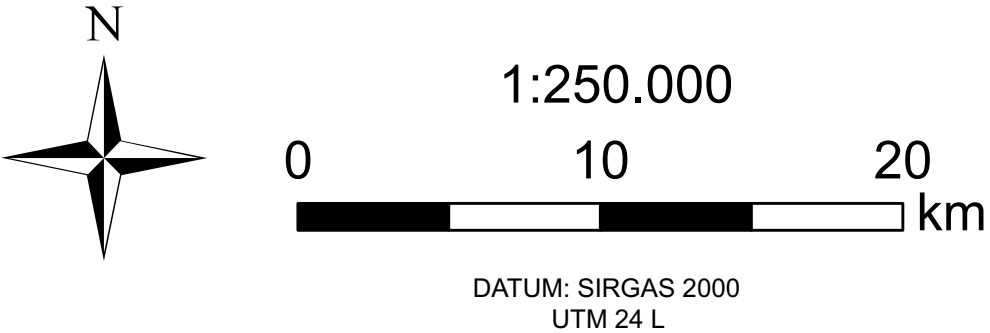
“ANÁLISES GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA MESO-MICROSCÓPICA DAS ZONAS DE CISALHAMENTO PALMEIRA DOS ÍNDIOS E JACARÉ DOS HOMENS: SIGNIFICÂNCIA GEODINÂMICA DESTAS ESTRUTURAS PARA A ZONA DE LIMITE ENTRE O DOMÍNIO PERNAMBUCO - ALAGOAS E A FAIXA SERGIPANA”



- LITOLOGIAS**
- A1 - Xistos, xistos granatíferos e paragneisses. Máficas e diques graníticos.
 - A2 - Paragneisses, por vezes, milonitizados e com lentes de mármore.
 - A3 - Rochas calcissilicáticas e anfibolitos.
 - B1 - Gnaisses máficos e anfibolitos.
 - B2 - Gnaisses ácidos. Paragneisses.
 - B3 - Xistos e gnaisses pelíticos.
 - B4 - Paragneisses, por vezes, migmatizados e com lentes de metamáficas.
 - C - Granitos e gnaisses do Domínio Pernambuco - Alagoas.
 - PLUTON RENASCENÇA
 - QZT (QUARTZITO)

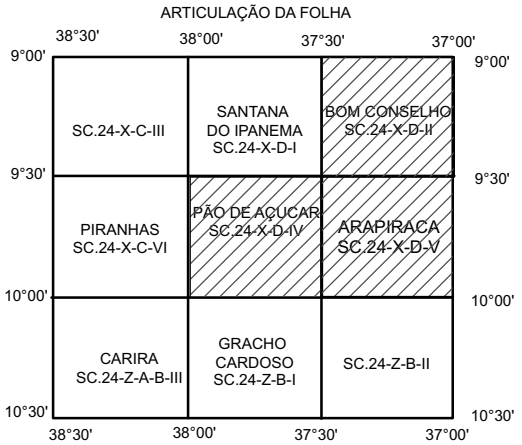
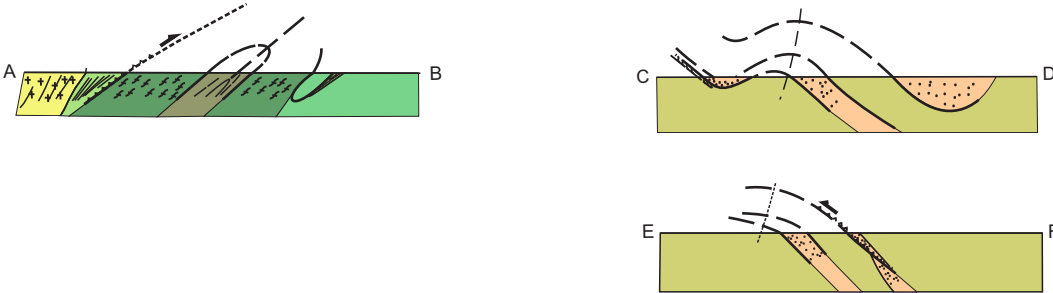
- CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**
- Folhação S2
 - Folhação Sm3
 - Lineação estiramento Le 2
 - Lineação estiramento Le 3
 - FALHA (Z.C.) DE EMPURRÃO APROXIMADA
 - FALHA (ZONA DE CISALHAMENTO) DE EMPURRÃO
 - TRAÇO AXIAL DE ANTIFORMA
 - TRAÇO AXIAL DE ANTIFORMA INVERTIDA
 - TRAÇO AXIAL DE SINFORMA

- CONVENÇÕES GEOGRÁFICAS**
- CIDADES
 - POVOADOS
 - RODOVIAS E ESTRADAS
 - DRENAGEM



Projeção Transversa de Mercator - UTM
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W Gr., acrescidas das constantes 10.000 e 500 Km, respectivamente.
Datum horizontal: Sirgas 2000.
Declinação magnética da folha em 2015.
Declinação magnética cresce 2°08' anualmente.

PERFIS GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS



Mestrando: Eduardo Pascoal Martins
Orientador: José Maurício Rangel da Silva

APÊNDICE II – TABELA DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO	LONGITUDE_UTM	LATITUDE_UTM
PME-01	758780	8954974
PME-01	758780	8954974
PME-02	759238	8946282
PME-03	759735	8945266
PME-04	761693	8945100
PME-05	763053	8944912
PME-06	765563	8950786
PME-07	766134	8951290
PME-08	765740	8951778
PME-09	736559	8954414
PME-10	736656	8954220
PME-11	736986	8952776
PME-12	736674	8954134
PME-13	736675	8954064
PME-14	736868	8953410
PME-15	759534	8945333
PME-15	759534	8945333
PME-16	750176	8956678
PME-17	747831	8953654
PME-18	740792	8954876
PME-19	765379	8950110
PME-19	765379	8950110
PME-20	727030	8956060
PME-21	726284	8954104
PME-22	725188	8949856
PME-22	725188	8949856
PME-23	724569	8948518
PME-23	724569	8948518
PME-24	718263	8942876
PME-25	714656	8937742
PME-26	700827	8931354
PME-27	697435	8934702
PME-28	697831	8934256
PME-29	698113	8933786
PME-30	742105	8954846
PME-31	713011	8940866
PME-32	727131	8941340
PME-32	727131	8941340
PME-33	727261	8941208
PME-34	728451	8946708
PME-35	767206	8958864
PME-36	767388	8959196

APÊNDICE III – ANÁLISES QUÍMICAS PONTUAIS

Tabela 1 – Composição química e proporções catiônicas (O = 23) para os anfibólios cálcicos com $(Na + K)_A > 0,5$.

Óxido/ Amostra	PME11_C1 anf 1 C	PME11_C1 anf 2 C	PME11_C1 anf 3 C	PME11_C2 anf 1 C	PME11_C2 anf 2.1 B	PME11_C2 anf 2.2 C	PME11_C2 anf 2.3 B	PME11_C2 anf 3 C	PME11_C2 anf 3 B	PME11_C3 anf 1 C	PME11_C3 anf 1 B	PME11_C3 anf 2 C
SiO ₂	43,47	43,49	43,75	43,09	43,34	43,42	42,37	43,35	42,59	42,72	43,09	42,63
TiO ₂	0,87	0,97	1,26	1,68	0,89	1,30	0,84	0,97	1,33	1,43	1,31	1,35
Al ₂ O ₃	12,06	11,80	12,37	12,72	12,46	12,66	13,10	12,30	13,12	12,92	12,80	12,97
Cr ₂ O ₃	0,00	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,05	0,05	0,06	0,00	0,02	0,00
FeO	17,01	17,20	17,12	18,94	18,92	18,17	17,94	17,42	19,03	18,85	18,56	18,94
MnO	0,40	0,41	0,41	0,65	0,62	0,54	0,56	0,53	0,54	0,58	0,59	0,61
MgO	9,78	9,67	9,59	8,24	8,87	8,56	8,69	9,08	8,03	8,17	8,31	7,81
CaO	11,12	10,90	10,94	10,83	10,85	11,04	11,32	11,33	11,09	10,96	11,15	10,93
BaO	0,00	0,01	0,05	0,03	0,00	0,06	0,00	0,07	0,05	0,06	0,03	0,13
Na ₂ O	1,83	1,74	1,73	1,89	1,59	1,80	1,84	1,75	2,02	1,78	1,78	1,78
K ₂ O	0,26	0,28	0,26	0,28	0,27	0,29	0,34	0,29	0,28	0,32	0,34	0,30
Cl	0,00	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
P ₂ O ₅	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	0,00
SrO	0,00	0,00	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
NiO	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,01	0,06	0,01	0,03	0,04
V ₂ O ₃	0,02	0,10	0,10	0,07	0,09	0,01	0,07	0,08	0,07	0,09	0,04	0,10
F	0,10	0,07	0,02	0,05	0,04	0,00	0,02	0,01	0,10	0,12	0,09	0,00
Total	96,91	96,71	97,79	98,52	98,00	97,87	97,25	97,28	98,35	98,13	98,16	97,59
Si IV	6,55	6,58	6,54	6,46	6,52	6,51	6,42	6,54	6,41	6,44	6,47	6,46
Al IV	1,45	1,42	1,46	1,54	1,48	1,49	1,58	1,46	1,59	1,56	1,53	1,54
Soma Tetraedro	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al VI	0,70	0,69	0,72	0,70	0,72	0,75	0,76	0,73	0,74	0,74	0,74	0,77
Ti	0,10	0,11	0,14	0,19	0,10	0,15	0,10	0,11	0,15	0,16	0,15	0,15
Fe ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	2,20	2,18	2,14	1,84	1,99	1,91	1,96	2,04	1,80	1,84	1,86	1,76
Fe ²⁺	2,01	2,02	2,00	2,27	2,19	2,19	2,18	2,12	2,30	2,26	2,25	2,31

Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,14	0,15	0,15	0,11	0,19	0,09	0,10	0,07	0,09	0,11	0,08	0,09
Mn	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Ca	1,80	1,77	1,75	1,74	1,73	1,77	1,83	1,83	1,79	1,77	1,79	1,77
Na	0,02	0,03	0,05	0,07	0,00	0,07	0,00	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,52	0,49	0,45	0,48	0,46	0,46	0,54	0,49	0,54	0,48	0,47	0,46
K	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
Soma A	0,57	0,54	0,50	0,53	0,51	0,51	0,61	0,54	0,59	0,54	0,53	0,52
(Ca + Na) (B)	1,81	1,79	1,80	1,81	1,73	1,84	1,83	1,86	1,84	1,81	1,84	1,83
Na (B)	0,02	0,03	0,05	0,07	0,00	0,07	0,00	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06
(Na+K) (A)	0,57	0,54	0,50	0,53	0,51	0,51	0,61	0,54	0,59	0,54	0,53	0,52
(Mg + Fe2+ + Mn) (B)	0,19	0,21	0,20	0,19	0,27	0,16	0,17	0,14	0,16	0,19	0,16	0,17
Ca (B)	1,80	1,77	1,75	1,74	1,73	1,77	1,83	1,83	1,79	1,77	1,79	1,77

Tabela 1 – Continuação: Composição química e proporções catiônicas (O = 23) para os anfibólios cálcicos com $(Na + K)_A > 0,5$.

Óxido/A mostra	PME31 B_C2 anf 1 C	PME31 B_C2 anf 1 B	PME31 B_C2 anf 3 C	PME31 B_C1 anf 1 C	PME31 B_C3 anf 1 C	PME31 B_C3 anf 2 C	PME31 B_C3 anf 3 C	PME- 35B_C4 anf 1 C	PME- 35B_C3 anf M	PME- 35B_C3 anf 1 C	PME- 35B_C3 anf 1 B	PME- 35C_C1 anf 1C	PME- 35C_C1 anf 1B	PME- 35C_C 2 anf 1	PME- 35C_C1 (Anf) 2C	PME- 35C_C1 (Anf) 2 B
SiO2	42,37	41,17	41,96	42,80	41,14	42,38	41,59	41,96	42,11	41,71	41,70	41,61	43,00	42,08	42,25	42,95
TiO2	1,12	0,66	0,84	0,63	0,87	0,61	0,43	2,30	2,19	2,45	2,35	2,43	2,81	2,67	2,40	2,78
Al2O3	10,25	11,33	11,20	11,25	11,30	11,18	11,49	10,97	11,30	11,44	11,59	11,05	11,03	11,14	10,88	10,70
Cr2O3	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,01	0,08	0,00	0,04	0,19	0,00
FeO	19,12	19,86	19,85	20,14	20,36	20,70	21,20	20,94	20,23	20,60	20,91	19,83	19,64	19,75	19,52	19,46
MnO	0,50	0,63	0,55	0,51	0,66	0,54	0,68	0,36	0,28	0,26	0,30	0,45	0,48	0,29	0,35	0,49
MgO	8,66	8,36	8,31	8,19	7,76	7,92	7,80	7,59	7,63	7,38	7,37	7,74	7,84	7,77	7,90	7,87
CaO	11,31	11,13	11,28	11,37	11,36	11,15	11,30	10,84	10,86	10,94	10,86	11,37	11,37	11,04	11,24	11,58
BaO	0,08	0,12	0,00	0,02	0,04	0,01	0,07	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00
Na2O	1,42	1,31	1,27	1,40	1,47	1,41	1,59	1,27	1,36	1,27	1,40	1,25	1,29	1,30	1,41	1,13
K2O	1,47	1,55	1,57	1,62	1,66	1,61	1,55	1,11	1,38	1,43	1,17	1,70	1,53	1,55	1,61	1,40
Cl	0,01	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,01	0,05	0,06	0,07	0,10	0,05	0,06	0,06	0,02	0,02
P2O5	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,06	0,00
SrO	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,09	0,11	0,11	0,14	0,03	0,00
NiO	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,06	0,05	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02
V2O3	0,11	0,07	0,11	0,12	0,08	0,07	0,08	0,12	0,10	0,13	0,15	0,13	0,17	0,08	0,15	0,17
F	0,40	0,34	0,25	0,30	0,33	0,43	0,37	0,12	0,21	0,24	0,21	0,26	0,13	0,17	0,27	0,32
Total	96,70	96,47	97,16	98,36	97,07	97,90	98,02	97,64	97,85	98,10	98,17	97,97	99,45	98,02	98,19	98,73
Si IV	6,57	6,43	6,49	6,54	6,42	6,53	6,43	6,46	6,46	6,41	6,40	6,41	6,48	6,44	6,47	6,51
Al IV	1,43	1,57	1,51	1,46	1,58	1,47	1,57	1,54	1,54	1,59	1,60	1,59	1,52	1,56	1,53	1,49
Soma Tetraedr o	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al VI	0,45	0,52	0,53	0,57	0,50	0,55	0,53	0,45	0,51	0,48	0,50	0,41	0,44	0,45	0,43	0,42
Ti	0,13	0,08	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,27	0,25	0,28	0,27	0,28	0,32	0,31	0,28	0,32
Fe3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	2,00	1,95	1,92	1,87	1,80	1,82	1,80	1,74	1,75	1,69	1,69	1,78	1,76	1,77	1,80	1,78
Fe2+	2,42	2,45	2,46	2,49	2,59	2,56	2,63	2,55	2,49	2,54	2,55	2,53	2,48	2,47	2,48	2,47

Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,06	0,14	0,11	0,08	0,06	0,11	0,12	0,15	0,10	0,10	0,14	0,02	0,00	0,06	0,02	0,00
Mn	0,07	0,08	0,07	0,07	0,09	0,07	0,09	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04
Ca	1,88	1,77	1,82	1,85	1,85	1,82	1,79	1,79	1,79	1,80	1,78	1,88	1,84	1,81	1,84	1,88
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,06	0,04	0,04	0,11	0,10	0,10	0,08
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ca	0,00	0,09	0,05	0,01	0,05	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,43	0,40	0,38	0,42	0,44	0,42	0,48	0,36	0,33	0,32	0,38	0,33	0,27	0,29	0,32	0,25
K	0,29	0,31	0,31	0,32	0,33	0,32	0,31	0,22	0,27	0,28	0,23	0,33	0,29	0,30	0,31	0,27
Soma A	0,72	0,71	0,69	0,73	0,77	0,74	0,78	0,58	0,60	0,60	0,60	0,66	0,56	0,59	0,64	0,52
(Ca + Na) (B)	1,88	1,77	1,82	1,85	1,85	1,82	1,79	1,80	1,86	1,86	1,83	1,92	1,95	1,91	1,94	1,96
Na (B)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,06	0,04	0,04	0,11	0,10	0,10	0,08
(Na+K) (A)	0,72	0,71	0,69	0,73	0,77	0,74	0,78	0,58	0,60	0,60	0,60	0,66	0,56	0,59	0,64	0,52
(Mg + Fe2+ + Mn) (B)	0,12	0,23	0,18	0,15	0,15	0,18	0,21	0,20	0,14	0,14	0,17	0,08	0,05	0,09	0,06	0,04
Ca (B)	1,88	1,77	1,82	1,85	1,85	1,82	1,79	1,79	1,79	1,80	1,78	1,88	1,84	1,81	1,84	1,88

Al VI	0,71	0,73	0,49	0,51	0,55	0,48	0,52	0,52	0,54	0,54	0,56	0,62	0,56	0,53	0,54
Ti	0,12	0,12	0,09	0,07	0,04	0,06	0,02	0,04	0,08	0,05	0,02	0,05	0,28	0,24	0,20
Fe3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	2,16	1,88	3,33	3,36	3,32	3,44	3,38	3,35	3,26	3,31	3,35	3,19	1,63	1,78	1,79
Fe2+	2,01	2,27	1,09	1,06	1,07	1,02	1,08	1,07	1,13	1,10	1,06	1,14	2,53	2,45	2,47
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,11	0,12	0,00	0,02	0,00	0,04	0,04	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,12	0,13	0,16
Mn	0,06	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
Ca	1,73	1,74	1,91	1,90	1,93	1,90	1,78	1,92	1,91	1,92	1,92	1,91	1,74	1,79	1,79
Na	0,10	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,14	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,11	0,04	0,03
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,35	0,43	0,18	0,17	0,16	0,15	0,05	0,16	0,24	0,20	0,14	0,19	0,25	0,30	0,30
K	0,04	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,10	0,11	0,07	0,13	0,21	0,20	0,17
Soma A	0,40	0,48	0,27	0,25	0,25	0,24	0,13	0,26	0,34	0,31	0,22	0,31	0,46	0,49	0,47
(Ca + Na) (B)	1,83	1,81	1,97	1,95	1,99	1,95	1,92	2,00	1,94	1,95	1,98	1,95	1,86	1,83	1,82
Na (B)	0,10	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,14	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,11	0,04	0,03
(Na+K) (A)	0,40	0,48	0,27	0,25	0,25	0,24	0,13	0,26	0,34	0,31	0,22	0,31	0,46	0,49	0,47
(Mg + Fe2+ + Mn) (B)	0,17	0,19	0,03	0,05	0,01	0,05	0,08	0,00	0,06	0,05	0,02	0,05	0,14	0,17	0,18

Ca (B)	1,73	1,74	1,91	1,90	1,93	1,90	1,78	1,92	1,91	1,92	1,92	1,91	1,74	1,79	1,79
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabela 3 Composição química e proporções catiônicas (O = 23) para os anfibólios ricos em Fe-Mg-Mn-Li (Fe^{2+} , Mg, Mn, Li)_B > 1.

Óxido/Amostra	PME-35B_C4 anf 1 B	PME-35B_C4 cum 1 C	PME-35B_C4 cum 1 B	PME-35B_C4 cum 2 C	PME-35B_C4 cum 2 B
SiO ₂	42,50	52,34	52,33	52,87	52,16
TiO ₂	2,42	0,08	0,08	0,21	0,23
Al ₂ O ₃	11,14	0,60	0,72	0,73	0,84
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01
FeO	20,62	30,62	30,88	31,21	31,53
MnO	0,17	0,75	0,72	0,71	0,78
MgO	7,12	11,92	12,04	11,69	11,47
CaO	10,58	0,70	0,82	0,81	0,71
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	1,23	0,07	0,00	0,09	0,09
K ₂ O	1,06	0,00	0,01	0,00	0,03
Cl	0,07	0,00	0,01	0,02	0,02
P ₂ O ₅	0,04	0,05	0,01	0,03	0,00
SrO	0,00	0,16	0,08	0,01	0,04
NiO	0,04	0,00	0,05	0,01	0,00
V ₂ O ₃	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00
F	0,33	0,20	0,17	0,12	0,18
Total	97,23	97,40	97,92	98,44	98,00
Si IV	6,54	7,99	7,95	7,98	7,94
Al IV	1,46	0,01	0,05	0,02	0,06
Soma Tetraedro	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Al VI	0,56	0,10	0,08	0,11	0,09
Ti	0,28	0,01	0,01	0,02	0,03
Fe3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	1,63	2,71	2,73	2,63	2,60
Fe2+	2,53	2,18	2,18	2,24	2,28
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,12	1,73	1,75	1,70	1,73
Mn	0,02	0,10	0,09	0,09	0,10
Ca	1,74	0,11	0,13	0,13	0,11
Na	0,11	0,02	0,00	0,03	0,03
Soma B	2,00	1,96	1,97	1,95	1,97
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,21	0,00	0,00	0,00	0,01
Soma A	0,46	0,00	0,00	0,00	0,01
(Ca + Na) (B)	1,86	0,13	0,13	0,16	0,14
Na (B)	0,11	0,02	0,00	0,03	0,03
(Na+K) (A)	0,46	0,00	0,00	0,00	0,01
(Mg + Fe2+ + Mn) (B)	0,14	1,82	1,84	1,79	1,83
Ca (B)	1,74	0,11	0,13	0,13	0,11

Tabela 4 - Composição química e proporções catiônicas (O = 24) para as biotitas estudadas.

Óxido/A mostra	PME-35B_C3 bt 1 C	PME-35B_C3 bt 1 B	PME-35B_C1 bt 1 B	PME-35B_C1 bt 1 C	PME31B_C 2 (Bt) 2 C	PME-35C_C1 bt 1 C	PME-01_C1 bt 1 B	PME-01_C1 bt 1 C	PME-01_C1 bt 2 C	PME-01_C1 bt 2 B	PME-01_C2 bt 1 C	PME-01_C2 bt 1 B	PME09B_C2 bt 1 C
SiO ₂	36,41	36,00	34,49	35,87	36,54	36,29	34,76	34,70	35,71	35,03	35,34	34,99	34,79
TiO ₂	4,42	4,29	3,56	4,19	2,64	5,13	3,78	4,49	3,90	3,45	3,74	3,95	2,49
Al ₂ O ₃	14,42	14,36	14,95	14,95	13,99	13,93	16,88	17,46	17,32	17,01	17,52	17,05	19,23
FeO	22,44	23,11	24,17	22,71	19,37	20,99	19,01	18,78	19,65	19,22	18,87	18,86	21,79
MnO	0,09	0,02	0,11	0,16	0,38	0,09	0,07	0,13	0,04	0,00	0,01	0,17	0,24
MgO	9,16	8,52	8,88	8,33	11,14	9,28	9,74	9,24	9,89	9,71	10,04	10,18	6,76
CaO	0,03	0,04	0,03	0,04	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03
Na ₂ O	0,06	0,01	0,11	0,09	0,05	0,08	0,17	0,21	0,19	0,17	0,16	0,11	0,18
K ₂ O	9,10	8,87	7,68	9,51	9,56	9,28	9,23	9,44	9,22	9,29	9,38	9,04	9,41
SrO	0,06	0,09	0,03	0,14	0,15	0,16	0,13	0,00	0,07	0,15	0,07	0,07	0,01
BaO	0,35	0,15	0,07	0,19	0,00	0,69	0,14	0,37	0,36	0,27	0,32	0,18	0,23
F	0,68	0,61	0,55	0,55	0,78	0,76	0,29	0,33	0,21	0,28	0,32	0,27	0,34
Cl	0,10	0,08	0,05	0,08	0,03	0,05	0,05	0,02	0,06	0,02	0,02	0,00	0,01
Cr ₂ O ₃	0,03	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,12	0,08	0,00	0,11	0,11	0,01	0,00
NiO	0,01	0,07	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,02	0,03	0,08	0,02	0,00	0,00
Li ₂ O*	0,90	0,78	0,35	0,74	0,93	0,86	0,42	0,41	0,70	0,50	0,59	0,49	0,43
H ₂ O*	3,61	3,60	3,55	3,64	3,52	3,57	3,74	3,76	3,89	3,77	3,81	3,80	3,73
Subtotal	101,88	100,60	98,66	101,25	99,09	101,25	98,55	99,45	101,27	99,10	100,33	99,19	99,67
O=F,Cl	0,31	0,27	0,24	0,25	0,33	0,33	0,13	0,14	0,10	0,12	0,14	0,11	0,14
Total	101,57	100,32	98,42	101,00	98,75	100,92	98,42	99,31	101,17	98,97	100,19	99,08	99,52
Si	5,51	5,53	5,41	5,48	5,62	5,52	5,36	5,30	5,35	5,37	5,34	5,34	5,35

Al iv	2,49	2,47	2,59	2,52	2,38	2,48	2,64	2,70	2,65	2,63	2,66	2,66	2,65
Al vi	0,08	0,12	0,18	0,18	0,16	0,02	0,42	0,45	0,41	0,45	0,46	0,41	0,84
Ti	0,50	0,49	0,42	0,48	0,31	0,59	0,44	0,52	0,44	0,40	0,42	0,45	0,29
Cr	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fe	2,84	2,97	3,17	2,90	2,49	2,67	2,45	2,40	2,46	2,47	2,38	2,41	2,80
Mn	0,01	0,00	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03
Mg	2,07	1,95	2,08	1,90	2,55	2,11	2,24	2,11	2,21	2,22	2,26	2,32	1,55
Li	0,55	0,48	0,22	0,46	0,58	0,53	0,26	0,25	0,42	0,31	0,36	0,30	0,27
Ca	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Na	0,02	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,03	0,05
K	1,76	1,74	1,54	1,85	1,87	1,80	1,81	1,84	1,76	1,82	1,81	1,76	1,85
Sr	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Ba	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
OH*	3,65	3,68	3,71	3,71	3,62	3,62	3,85	3,83	3,89	3,86	3,84	3,87	3,83
F	0,33	0,29	0,27	0,27	0,38	0,36	0,14	0,16	0,10	0,14	0,15	0,13	0,16
Cl	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
TOTAL	19,86	19,79	19,67	19,85	20,04	19,82	19,73	19,68	19,80	19,77	19,78	19,72	19,70
Fe/Fe+Mg	0,58	0,60	0,60	0,60	0,49	0,56	0,52	0,53	0,53	0,53	0,51	0,51	0,64

T óxidos.	8,01	8,03	8,05	8,04	8,03	8,04	8,03	8,05	8,04	8,06	8,04	8,09	8,07
An	43,53	41,17	32,21	31,96	29,38	27,25	27,95	24,38	26,54	25,35	27,94	25,55	27,58
Ab	55,92	58,54	67,23	66,59	69,61	70,71	70,99	74,27	71,52	72,41	70,03	72,40	71,13
Or	0,55	0,29	0,57	1,45	1,00	2,03	1,06	1,35	1,94	2,24	2,03	2,04	1,29
Si+Ti+Al +Fe3=	4,01	4,02	4,03	4,03	4,02	4,02	4,02	4,04	4,03	4,04	4,03	4,06	4,05
Ca+Na+ K=	0,99	0,98	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,95	0,97	0,93	0,94

Tabela.5 – Continuação: Composição química e proporções catiônicas (O = 32) para os plagioclásios estudados.

Óxido/ Amostra	PME11_C1 pl 1 B	PME11_C1 pl 2 C	PME11_C1 pl 2 B	PME11_C2 pl 1 C	PME11_C2 pl 1 B	PME11_C2 pl 2 C	PME11_C2 pl 2 B	PME11_C 2 pl 2 I	PME11_C 3 pl 1	PME11_C3 pl 2 C	PME11_C3 pl 2 B	PME11_C 3 pl 3	PME26_C 2 pl 1
SiO2	60,69	60,39	60,73	60,97	58,04	59,84	56,65	56,76	57,19	62,10	54,04	58,29	63,74
TiO2	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,12	0,04	0,00	0,02	0,00	0,05
Al2O3	25,31	24,79	25,30	24,69	26,65	26,49	29,10	28,30	27,85	25,03	28,67	27,19	22,88
Cr2O3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,04
FeO	0,14	0,02	0,11	0,03	0,08	0,00	0,14	0,04	0,05	0,00	0,15	0,14	0,00
MnO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,04	0,02	0,00	0,04	0,00
MgO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	6,81	6,52	6,81	6,41	8,23	7,85	10,22	10,16	9,45	6,16	10,52	8,75	3,91
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
Na2O	7,41	7,47	7,35	7,78	6,39	6,84	5,39	5,76	6,04	7,85	5,38	6,55	8,92
K2O	0,06	0,05	0,04	0,06	0,06	0,05	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,25
Cl	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01
P2O5	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
SrO	0,01	0,19	0,08	0,16	0,11	0,12	0,08	0,14	0,00	0,25	0,20	0,17	0,18
NiO	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00
V2O3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,67	99,46	100,48	100,11	99,64	101,40	101,75	101,44	100,77	101,52	99,06	101,22	100,04
Si	2,70	2,72	2,70	2,72	2,62	2,65	2,52	2,53	2,55	2,74	2,46	2,59	2,83
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,33	1,31	1,33	1,30	1,42	1,38	1,52	1,48	1,46	1,30	1,54	1,42	1,20
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,32	0,31	0,33	0,31	0,40	0,37	0,49	0,48	0,45	0,29	0,51	0,42	0,19
Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,64	0,65	0,63	0,67	0,56	0,59	0,46	0,50	0,52	0,67	0,48	0,56	0,77
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
T cation	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T óxidos.	8,04	8,05	8,05	8,03	8,05	8,05	8,05	8,02	8,02	8,05	7,99	8,02	8,04

An	33,57	32,45	33,79	31,17	41,44	38,70	51,13	49,25	46,24	30,17	51,80	42,44	19,22
Ab	66,08	67,26	65,97	68,50	58,22	61,03	48,78	50,53	53,51	69,61	47,95	57,45	79,31
Or	0,35	0,28	0,24	0,33	0,34	0,26	0,08	0,21	0,26	0,22	0,25	0,12	1,47
Si+Ti+Al +Fe3=	4,02	4,03	4,03	4,02	4,04	4,03	4,04	4,01					4,03
Ca+Na+K =	0,97	0,97	0,96	0,98	0,96	0,96	0,95	0,98					0,97

Tabela 5 – Continuação: Composição química e proporções catiônicas (O = 32) para os plagioclásios estudados.

Óxido/A mostra	PME27 C1 pl 1 B	PME27 C1 pl 2 C	PME27 C2 pl 1 B	PME27 C2 pl 2 C	PME31B_C 2 pl 1 C	PME31B_C 2 pl 1 B	PME31B_C1 pl 1	PME31B_C1 pl 2	PME35A_C 2 pl 1 B	PME35A_C 2 pl 2 C	PME35A_C 2 pl 3 C	PME35A_C 2 pl 3 B	PME35A_C 1 pl 1 C
SiO ₂	62,86	62,48	63,13	63,04	61,91	62,09	63,26	62,40	46,20	46,14	45,66	45,90	45,81
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04
Al ₂ O ₃	24,04	23,51	23,71	23,83	23,55	23,05	23,97	23,44	28,09	27,29	28,05	28,25	28,12
Cr ₂ O ₃	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,05	0,00	0,08	0,06	0,00	0,01	0,00
FeO	0,00	0,03	0,06	0,00	0,05	0,05	0,09	0,01	0,19	0,34	0,23	0,13	0,33
MnO	0,00	0,02	0,06	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00
MgO	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,05	0,03	0,01	0,04
CaO	4,81	4,67	5,00	4,77	5,29	4,78	5,01	4,98	18,80	18,43	18,69	18,15	18,68
BaO	0,08	0,06	0,06	0,05	0,09	0,00	0,00	0,04	2,59	2,60	2,71	2,95	2,67
Na ₂ O	8,56	8,58	8,32	8,59	8,01	8,07	8,75	8,17	0,17	0,16	0,23	0,16	0,18
K ₂ O	0,16	0,18	0,17	0,16	0,31	0,31	0,34	0,41	0,24	0,21	0,25	0,23	0,20
Cl	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,04	0,02	0,00
P ₂ O ₅	0,18	0,07	0,08	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,25	0,10	0,11	0,09	0,08
SrO	0,21	0,07	0,11	0,04	0,12	0,15	0,34	0,12	0,09	0,04	0,00	0,01	0,00
NiO	0,04	0,00	0,05	0,01	0,05	0,06	0,04	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
V ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,04	0,05	0,00	0,01
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,77	95,46	96,04	95,88	96,11
Total	100,97	99,68	100,74	100,69	99,47	98,58	101,93	99,58					
									2,20	2,22	2,18	2,19	2,19
Si	2,78	2,79	2,80	2,78	2,78	2,81	2,76	2,79	2,20	2,22	2,18	2,19	2,19
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,25	1,24	1,24	1,24	1,25	1,23	1,23	1,24	1,58	1,55	1,58	1,59	1,58
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,23	0,22	0,24	0,23	0,25	0,23	0,23	0,24	0,96	0,95	0,96	0,93	0,96
Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,73	0,74	0,71	0,74	0,70	0,71	0,74	0,71	0,24	0,24	0,25	0,27	0,25
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T cation	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T	8,03	8,03	8,05	8,03	8,04	8,06	8,00	8,04	7,86	7,87	7,84	7,85	7,85

óxidos.													
An	23,47	22,88	24,69	23,26	26,23	24,20	23,59	24,59	79,36	79,00	78,34	76,67	78,75
Ab	75,58	76,07	74,31	75,79	71,92	73,93	74,51	73,01	19,80	20,18	20,54	22,51	20,33
Or	0,95	1,05	1,00	0,95	1,85	1,87	1,90	2,40	0,83	0,83	1,12	0,82	0,92
Si+Ti+Al +Fe3=	4,03	4,02	4,03	4,02	4,02	4,04	4,00	4,03	3,78	3,77	3,76	3,78	3,77
Ca+Na+ K=	0,97	0,98	0,96	0,97	0,97	0,96	1,00	0,97	1,21	1,20	1,22	1,21	1,21

T óxidos.	8,05	8,04	8,04	8,01	8,03	8,02	8,03	8,03	8,03	8,04	8,05	8,04	8,04
An	47,19	54,00	48,22	48,72	43,12	44,24	44,37	45,11	41,08	39,44	41,64	39,43	40,76
Ab	51,85	45,03	51,23	50,65	55,80	55,56	54,71	54,17	56,56	58,49	56,60	58,40	49,88
Or	0,96	0,98	0,54	0,63	1,08	0,20	0,92	0,72	2,36	2,07	1,76	2,18	9,36
Si+Ti+Al +Fe3=	4,03	4,03	4,03	4,00	4,01	4,01	4,02	4,01	4,01	4,02	4,03	4,02	4,03
Ca+Na+ K=	0,96	0,97	0,96	0,99	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	0,97	0,96	0,97	0,97

Tabela 6 – Composição química e proporções catiônicas (O = 32) para os feldspatos estudados.

Óxido/Amostra	PME02_C1 kf 1 C	PME02_C1 kf 1 B	PME31B_C2 kf 1 C	PME31B_C2 kf 2 C	PME31B_C1 kf 1 B	PME31B_C1 kf 2 B
SiO ₂	64,17	64,46	64,59	64,73	65,19	65,24
TiO ₂	0,00	0,18	0,26	0,03	0,12	0,00
Al ₂ O ₃	18,89	18,67	18,42	18,60	18,77	18,57
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
FeO	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,01
MnO	0,00	0,00	0,11	0,05	0,04	0,00
MgO	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
CaO	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,03
BaO	0,60	0,58	0,92	0,60	0,86	0,66
Na ₂ O	1,49	1,08	0,97	0,86	0,94	0,94
K ₂ O	14,20	15,20	15,00	14,76	15,23	15,06
Cl	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00
P ₂ O ₅	0,11	0,25	0,00	0,04	0,00	0,04
SrO	0,08	0,11	0,00	0,23	0,04	0,05
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
V ₂ O ₃	0,00	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,59	100,64	100,57	100,02	101,30	100,65
Si	2,98	2,97	2,99	3,01	2,99	3,01
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Al	1,03	1,02	1,00	1,02	1,01	1,01
Cr	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Fe ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Na	0,13	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08
K	0,84	0,89	0,88	0,88	0,89	0,89
T cation	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T óxidos.	8,01	7,99	8,01	8,04	8,01	8,03

An	0,32	0,24	0,19	0,26	0,23	0,15
Ab	13,70	9,70	8,96	8,09	8,52	8,62
Or	85,98	90,06	90,85	91,65	91,24	91,24
Si+Ti+Al+Fe3=	4,01	3,99	3,99	4,03	4,00	4,02
Ca+Na+K=	0,98	0,99	0,97	0,96	0,98	0,97

Tabela 7 – Composição química e proporções catiônicas (O = 12) para as granadas estudadas.

Óxidos/ Amostr as	PME- 35B_C2 grt 1.1	PME- 35B_C2 grt 1.2	PME- 35B_C2 grt 1.3	PME- 35B_C2 grt 1.4	PME- 35B_C2 grt 1.5	PME- 35B_C1 grt 1.1	PME- 35B_C1 grt 1.2	PME- 35B_C1 grt 1.3	PME- 35B_C1 grt 1.4	PME- 01_C1 grt 1.1	PME- 01_C1 grt 1.2	PME- 01_C1 grt 1.3	PME- 01_C1 grt 1.4	PME- 01_C1 grt 1.5	PME- 01_C2 grt 1.1
SiO₂	37,92	38,33	37,95	38,26	38,31	38,10	38,36	37,83	37,21	37,97	38,26	37,77	37,13	37,11	38,24
TiO₂	0,00	0,13	0,20	0,00	0,08	0,08	0,12	0,00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,00	0,08	0,14
Al₂O₃	20,30	20,38	20,39	20,32	20,44	20,68	20,56	20,42	19,64	21,07	21,51	21,22	21,41	21,10	21,68
FeO	27,13	27,29	26,79	26,66	26,18	29,90	29,40	31,56	31,81	33,47	31,16	32,25	32,80	33,32	32,66
MnO	2,93	3,73	3,75	4,06	3,32	3,40	2,64	3,34	3,74	1,61	1,17	1,20	1,42	2,05	1,58
MgO	2,71	2,46	2,25	2,23	2,58	2,39	2,82	2,94	2,80	5,38	6,51	5,76	5,47	4,60	5,80
CaO	9,68	9,02	9,10	9,31	9,40	6,53	7,04	3,99	4,26	1,41	1,70	1,58	1,51	1,63	1,26
Na₂O	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,01	0,03	0,01	0,02
K₂O	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
BaO	0,07	0,00	0,02	0,04	0,01	0,08	0,00	0,00	0,05	0,02	0,06	0,11	0,02	0,02	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Cl	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr₂O₃	0,00	0,10	0,11	0,10	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,05	0,02	0,00	0,02	0,06	0,00
NiO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05
Total	100,81	101,46	100,56	101,01	100,33	101,20	100,99	100,14	99,54	101,11	100,53	99,89	99,81	100,03	101,45
Si	2,99	3,01	3,01	3,02	3,03	3,02	3,03	3,03	3,01	2,99	2,99	2,99	2,96	2,97	2,98
Al iv	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02
Al vi	1,89	1,89	1,91	1,90	1,91	1,93	1,92	1,93	1,88	1,95	1,98	1,98	1,97	1,96	1,98
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Cr	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe³⁺	0,10	0,07	0,06	0,07	0,05	0,04	0,05	0,04	0,10	0,04	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01
Fe²⁺	1,70	1,72	1,72	1,69	1,68	1,94	1,89	2,08	2,06	2,16	2,03	2,12	2,16	2,20	2,12
Mn	0,20	0,25	0,25	0,27	0,22	0,23	0,18	0,23	0,26	0,11	0,08	0,08	0,10	0,14	0,10
Mg	0,32	0,29	0,27	0,26	0,30	0,28	0,33	0,35	0,34	0,63	0,76	0,68	0,65	0,55	0,68

Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,82	0,76	0,77	0,79	0,80	0,55	0,59	0,34	0,37	0,12	0,14	0,13	0,13	0,14	0,11
Total	8,02	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00	7,99	7,99	8,01	8,01	8,00	8,01	8,03	8,02	8,01
Alman dina	55,20	56,08	56,31	55,20	54,95	64,03	62,45	68,80	67,38	71,30	67,27	70,13	70,48	72,15	70,36
Andrad ita	4,82	3,75	2,91	3,52	2,69	2,08	2,36	1,83	4,83	2,18	0,68	1,07	1,38	1,55	0,58
Grossu lária	22,70	21,67	22,92	22,88	24,44	16,57	17,89	9,65	7,67	1,66	4,00	3,40	2,90	2,95	2,95
Piropo	10,71	9,75	8,99	8,88	10,36	9,54	11,29	11,91	11,44	21,12	25,37	22,72	21,94	18,48	22,62
Spessa rtita	6,57	8,42	8,52	9,21	7,57	7,71	6,01	7,67	8,68	3,59	2,60	2,69	3,24	4,67	3,49
Uvarov ita	0,00	0,32	0,35	0,32	0,00	0,07	0,00	0,14	0,00	0,14	0,07	0,00	0,07	0,20	0,00

Tabela 7 – Continuação: Composição química e proporções catiônicas (O = 12) para as granadas estudadas.

Óxidos/ Amostr s	PME- 01_C2 grt 1.2	PME- 01_C2 grt 1.3	PME- 01_C2 grt 1.4	PME- 01_C2 grt 1.5	PME09B_ C2 grt 1 C	PME09B_ C2 grt 1 B	PME09B_ _C1 grt 1.1	PME09B_ _C1 grt 1.2	PME09B_ _C1 grt 1.3	PME09B_ _C1 grt 1.4	PME26_ C1 grt 1.1	PME26_ C1 grt 1.2	PME26_ C1 grt 1.3	PME26_ C1 grt 1.4	PME27 C1 grt 1.1
SiO2	38,55	38,80	38,27	38,18	37,10	37,35	37,30	37,37	37,08	36,91	37,56	38,18	37,33	37,51	37,83
TiO2	0,00	0,14	0,14	0,13	0,00	0,11	0,00	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,17
Al2O3	21,26	21,31	21,20	21,14	20,86	20,76	20,45	20,69	20,82	20,26	20,80	20,85	20,63	20,90	21,06
FeO	32,17	32,84	31,90	32,94	32,91	32,09	32,39	33,19	32,26	32,18	33,89	33,36	34,64	33,25	32,65
MnO	1,15	1,35	1,10	1,31	6,76	7,02	7,74	6,71	6,97	7,34	2,09	2,40	2,35	2,48	2,06
MgO	5,92	5,91	6,51	5,79	2,11	2,09	1,79	2,11	2,06	1,94	3,47	3,90	3,40	3,97	4,36
CaO	1,28	1,28	1,34	1,24	1,05	1,21	1,23	1,20	1,14	1,22	1,61	1,59	1,47	1,42	1,42
Na2O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,05	0,02	0,02	0,00	0,01	0,06	0,01	0,02	0,00
K2O	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
BaO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,11	0,01	0,05	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00	0,00	0,06
F	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Cl	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,05	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
NiO	0,02	0,07	0,01	0,05	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
Total	100,38	101,73	100,48	100,89	100,81	100,90	101,10	101,42	100,43	99,91	99,42	100,58	99,92	99,56	99,64
Si	3,03	3,01	3,00	3,00	2,99	3,01	3,01	3,00	3,00	3,01	3,03	3,04	3,01	3,01	3,02
Al iv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al vi	1,97	1,95	1,96	1,96	1,98	1,97	1,95	1,96	1,99	1,95	1,98	1,96	1,96	1,98	1,98
Ti	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	0,04	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00
Fe2+	2,11	2,11	2,06	2,13	2,20	2,16	2,15	2,20	2,17	2,16	2,29	2,22	2,31	2,23	2,19
Mn	0,08	0,09	0,07	0,09	0,46	0,48	0,53	0,46	0,48	0,51	0,14	0,16	0,16	0,17	0,14
Mg	0,69	0,68	0,76	0,68	0,25	0,25	0,22	0,25	0,25	0,24	0,42	0,46	0,41	0,48	0,52

Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12
Total	7,99	7,99	8,00	8,00	8,01	7,99	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	7,98	8,00	7,99	7,98
Almandine	70,36	70,27	68,28	70,89	73,06	71,93	71,42	72,79	72,40	71,48	76,43	74,16	76,64	74,26	73,77
Andradite	0,17	1,11	1,51	1,41	0,97	0,28	1,67	1,60	0,42	1,82	0,00	0,17	1,27	0,29	0,00
Grossular	3,42	2,48	2,26	1,85	2,05	3,06	1,62	1,85	2,89	1,71	4,70	4,43	2,99	3,80	4,02
Pyrope	23,43	23,13	25,49	22,70	8,49	8,43	7,23	8,46	8,32	7,92	14,05	15,73	13,70	15,97	17,44
Spessartine	2,58	3,01	2,45	2,91	15,43	16,13	17,79	15,30	15,98	17,03	4,82	5,51	5,40	5,68	4,69
Uvarovite	0,03	0,00	0,00	0,24	0,00	0,17	0,27	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07

Tabela 7 – Continuação: Composição química e proporções catiônicas (O = 12) para as granadas estudadas.

Óxidos/ Amostr s	PME27 C1 grt 1.2	PME27 C1 grt 1.3	PME27 C1 grt 1.4	PME27 C1 grt 1.5	PME27 C1 grt 2.1	PME27 C1 grt 2.2	PME27 C1 grt 2.3	PME27 C2 grt 1.1	PME27 C2 grt 1.2	PME27 C2 grt 1.3	PME11_ C3 grt 1.1	PME11_ C3 grt 1.2	PME11_ C3 grt 1.3	PME11_ C3 grt 1.4	PME11_ C3 grt 1.5
SiO₂	37,93	37,88	37,65	38,16	37,69	38,18	38,34	38,43	37,87	37,93	38,53	37,64	38,48	38,07	38,46
TiO₂	0,14	0,00	0,06	0,02	0,07	0,11	0,00	0,05	0,00	0,05	0,15	0,04	0,00	0,00	0,28
Al₂O₃	21,01	21,33	20,86	20,67	20,96	20,66	21,08	20,57	20,67	20,67	20,73	20,94	20,95	20,81	20,85
FeO	32,29	32,45	33,17	32,60	32,90	33,06	32,78	33,29	32,95	33,31	24,45	25,29	26,56	26,66	24,83
MnO	1,70	1,66	1,63	2,08	1,95	2,05	1,93	2,37	3,46	2,68	4,27	3,43	5,91	6,03	3,24
MgO	5,44	4,99	4,13	4,68	5,06	4,18	4,69	4,40	3,66	4,08	1,89	1,36	2,29	2,19	2,03
CaO	1,47	1,56	1,58	1,40	1,44	1,43	1,43	1,50	1,71	1,56	10,91	10,98	7,68	7,35	11,15
Na₂O	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,06	0,05	0,07	0,01	0,00	0,01	0,01
K₂O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,03	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,05	0,00	0,07	0,07	0,06
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Cr₂O₃	0,09	0,08	0,07	0,00	0,00	0,05	0,00	0,15	0,00	0,09	0,07	0,00	0,02	0,00	0,05
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01
Total	100,07	100,01	99,15	99,66	100,22	99,77	100,26	100,79	100,45	100,50	101,09	99,72	101,97	101,19	100,99
Si	3,00	3,00	3,02	3,04	3,00	3,05	3,04	3,04	3,02	3,02	3,03	3,00	3,02	3,01	3,02
Al^{iv}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al^{vi}	1,96	2,00	1,98	1,94	1,96	1,94	1,97	1,92	1,95	1,94	1,92	1,97	1,94	1,94	1,93
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Cr	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe³⁺	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03
Fe²⁺	2,12	2,16	2,24	2,16	2,16	2,21	2,17	2,18	2,18	2,20	1,57	1,67	1,70	1,72	1,60
Mn	0,11	0,11	0,11	0,14	0,13	0,14	0,13	0,16	0,23	0,18	0,28	0,23	0,39	0,40	0,22
Mg	0,64	0,59	0,49	0,56	0,60	0,50	0,55	0,52	0,44	0,48	0,22	0,16	0,27	0,26	0,24

Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,15	0,13	0,92	0,94	0,64	0,62	0,94
Total	8,00	8,00	7,99	7,98	8,01	7,97	7,98	7,98	7,99	7,99	7,99	8,00	8,00	8,00	7,99
Almandi na	70,42	72,14	75,03	72,12	71,49	74,01	72,76	72,49	72,41	72,97	51,56	55,32	56,02	56,74	52,73
Andradit a	0,93	0,00	0,00	0,53	1,56	0,00	0,00	1,18	1,26	1,20	1,79	1,00	2,00	2,06	1,45
Grossulá ria	2,99	4,19	4,36	3,55	2,54	4,03	4,10	2,67	3,69	3,04	29,26	30,47	19,68	18,90	30,27
Piropo	21,56	19,71	16,66	19,01	20,03	17,05	18,76	17,74	14,72	16,40	7,52	5,43	9,01	8,69	8,06
Spessart ita	3,82	3,72	3,74	4,80	4,38	4,74	4,38	5,43	7,91	6,12	9,66	7,78	13,23	13,60	7,33
Uvarovit a	0,27	0,24	0,21	0,00	0,00	0,18	0,00	0,49	0,00	0,28	0,21	0,00	0,06	0,00	0,16

T Óxido	6,01	6,03	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,02	6,00	6,02	6,02	6,02
XWo = Ca/Ca+Mg+FeT	51,14	50,28	50,93	51,43	50,78	51,33	50,91	49,56	50,75	50,53	45,08	43,95	44,94	44,09	45,05	44,50
XEn = Mg/Ca+Mg+FeT	22,37	22,59	23,91	22,33	20,41	22,45	23,42	21,29	24,85	22,87	29,38	29,10	29,36	29,17	28,40	29,21
XF_s = FeT/Ca+Mg+FeT	26,49	27,13	25,16	26,25	28,80	26,22	25,67	29,15	24,40	26,60	25,54	26,96	25,69	26,74	26,55	26,29
Fe²⁺/Fe²⁺+Mg	0,54	0,55	0,51	0,54	0,59	0,54	0,52	0,58	0,50	0,54	0,46	0,48	0,47	0,48	0,48	0,47