



Universidade Estadual de Campinas



Instituto de Geociências

Curso de Graduação em Geologia

Trabalho de conclusão de curso

Graduação em Geologia

**Mapeamento Geológico da região Norte da cidade de Aurora,
Complexo Arqueano Granjeiro – Província Borborema.**

Aluno: Thiago Brandão Favaro (RA: 089979)

Orientador: Prof. Ticiano J. Saraiva dos Santos

Co-orientador: Matheus Fernando Ancelmi

Campinas-SP

Dezembro de 2013

*Dedico esse trabalho à minha
família por todo suporte dado
em minha busca pela realização
desse sonho.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer o Prof. Dr. Ticiano José Saraiva de Oliveira por todo conhecimento fornecido ao longo desses anos, pelo auxílio dado no processo da elaboração desse trabalho que sem dúvidas marcou a minha vida.

Todos os professores que estavam presentes nessa trajetória foram, sem exceções, fundamentais para meu aprendizado. Um agradecimento em especial para o Prof. Dr. Elson Paiva de Oliveira por me fornecer uma oportunidade de fazer iniciação científica e a todas as pessoas envolvidas nesse processo como o Teo e o Rigoni. Ao meu grande amigo Vanderlei Braga que me ajudou nos tempos em que fiz estágio ao seu lado.

Gostaria de agradecer também a todos meus colegas de sala e de curso por todos os anos que passamos juntos, atividades de campo inesquecíveis e todas as alegrias que compartilhamos durante esse período da graduação. Seria impossível citar o nome de todas as pessoas com as quais partilhei esses melhores anos da minha vida, mas todas elas estão inevitavelmente guardadas em minhas memórias para sempre. O pessoal da república rapina e seus agregados Guizão, Ameba, Thiago, Dandy, Zaba, Teus, Bernardo, Gudan, Kurumim, Pedro, Braian, Dipe, Oton, Vitão, Lombada, Amadeu, Milrra, Jão, Ivan, Zé merecem um destaque pelos tempos que passei ao lado de todos e da mesma forma meus amigos de longa data Bliska e Marcão e meus amigos de campo de TCC Jacu, Djow e Levi.

Enfim gostaria de agradecer as pessoas mais especiais da minha vida, meu pai Antônio Cesar Favaro, minha mãe Regina Stela Brandão Favaro e a minha irmã Bruna Brandão Favaro. Sem vocês nada disso jamais seria possível, obrigado por acreditar em mim e sempre me apoiar em todas as situações.

RESUMO

A área estudada está inserida no contexto geotectônico da Província Borborema no Domínio Rio Grande do Norte que é composto pelos terrenos Rio Piranhas, Seridó, Granjeiro e São José do Campestre e é limitado a oeste pela Zona de Cisalhamento Portalegre, a norte pela Bacia do Apodi, a leste pela Província Costeira e a sul pelo Lineamento Patos. Os litotipos encontrados na área são: (Unidade I) Gnaisses graníticos-granodioríticos; (Unidade II) Ortognaisses de composição tonalítica-granodiorítica e ocasionalmente trondhjemítica com bandas máficas de composição anfibolítica toleítica.; (Unidade III) tremolita-antofilita xisto, biotita xisto, quartzito, granada anfibolito e metagrauva pertencentes ao Complexo Granjeiro; (Unidade IV) Granitos sin-tectônicos.

As estruturas encontradas na área são predominantemente relacionadas a zonas de cisalhamento de direção E-W (D_n) com origem ligada à atividade da Zona de Cisalhamento Patos. Nesse evento foram geradas foliações miloníticas (S_n) caracterizando uma atividade em condições dúcteis. Uma lineação direcional evidencia o caráter transcorrente dessas zonas de cisalhamento. Estruturas posteriores rúpteis-ducteis (D_{n+1}) com sentido SW-NE/SE-NW também são encontradas e podem ser relacionadas a reativações tardias da zona de cisalhamento D_n . O metamorfismo dinâmico ligado ao evento deformacional D_n faz com que a reconstrução da trajetória metamórfica anterior a este seja dificultada.

ABSTRACT

The study area is located in the geotectonic setting at Borborema's Province in Rio Grande do Norte Domain which is composed by the Rio Piranhas, Seridó, Granjeiro and São José do Campestre terrains and its bordered to the west by the Portalegre Shear Zone, to the north by the Apodi basin, to the east by the Coast Province and at the south by the Patos Lineament. The lithotypes that occurs in the area are: (Unit I) Granite-granodiorite gneiss; (Unit II) Tonalite-granodiorite and occasionally trondhjemitic orthogneiss with mafic bands with amphibolite-tholeiitic composition; (Unit III) tremolite-anthophyllite schist, biotite schist, quartzite, garnet amphibolite and metagraywacke belongs to the Granjeiro Complex; (Unit IV) sin-tectonic granites.

The structures found on the area are dominantly related with shear zones that have E-W direction (D_n) and those can be linked with the activity of the Patos Shear Zone. Mylonitic foliation (S_n) was originated in this event characterizing an activity in ductile conditions. A directional lineation shows the character of these strike-slip shear zones. Ductile-brittle late structures (D_{n+1}) with SW-NE/SE-NW direction can be found on the area and can be related with reactivations of the shear zone D_n . The dynamic metamorphism present on the ductile phase of deformation D_n turns any previous metamorphic trajectory hard to detect.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
CAPÍTULO 1.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Apresentação.....	9
1.2 Objetivos.....	11
1.3 Localização e vias de acesso a área.....	11
1.4 Clima, vegetação e solo.....	13
1.5 Hidrografia e relevo.....	14
CAPÍTULO 2.....	15
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
CAPÍTULO 3.....	16
3. GEOLOGIA REGIONAL.....	16
3.1 Província Borborema.....	16
3.2 Domínio Rio Grande do Norte.....	19
3.3 Complexo Granjeiro.....	20
3.4 Ortognaisses TTG.....	21
CAPÍTULO 4.....	22
4. GEOLOGIA LOCAL.....	22
4.1 Unidade I – Gnaisses graníticos-granodioríticos (P γ).....	24
4.2 Unidade II – Ortognaisses TTG (A γ).....	26
4.3 Unidade III – Complexo Granjeiro (Ag).....	28
4.4 Unidade IV – Granitos (N γ i).....	31
4.5 Cobertura recente.....	33

CAPÍTULO 5.....	34
5. DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS.....	34
5.1 Unidade I – Gnaisses graníticos-granodioríticos (Gnaiss Aurora).....	34
5.2 Unidade II – Ortognaisses TTG.....	40
5.3 Unidade III – Complexo Granjeiro.....	43
5.4 Unidade IV – Granitos.....	49
CAPÍTULO 6.....	51
6. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	51
6.1 Eventos deformacionais.....	51
6.2 Evento deformacional D_n	53
6.3 Evento deformacional D_{n+1}	55
6.4 Aspectos microestruturais.....	57
6.5 Evolução tectonometamórfica.....	60
CAPÍTULO 7.....	62
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
CAPÍTULO 8.....	64
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O trabalho, referente à disciplina GE-001 (Trabalho de Conclusão de Curso), teve relatório e mapas gerados após um mapeamento geológico feito em escala 1:25.000 realizado entre os meses de julho e agosto de 2013 na região norte da cidade de Aurora-CE(Figura 1).

O estudo foi realizado em uma área de aproximadamente 100 km² que geologicamente compreende rochas do Terreno Granjeiro localizado ao norte da zona de cisalhamento Patos, no domínio tectônico Rio Grande do Norte. O Complexo Granjeiro é uma unidade característica do terreno de mesmo nome e encontra-se confinada ao cinturão de cisalhamento Patos-Malta (Fig.1). Este Complexo compreende uma suíte intrusiva metamáfica-intermediária e metaultramáfica com remanescente de uma sequência metavulcano-sedimentar pelítica e química exalativa com referência a basaltos almofadados e amigdaloidais (Santos et al., 2000).

No terreno Granjeiro também são encontrados ortognaisses TTG de composição tonalítica, trochjemítica e granodiorítica que ocorrem intercalados com as rochas do Complexo Granjeiro e possuem xenólitos de metabasaltos e metagabros deste Complexo. Dados geocronológicos U-Pb SHRIMP de zircões nestes xenólitos forneceu idade de 2.541 ±11Ma (Silva et al.,1997). Além das rochas citadas acima estão presentes neste terreno ortognaisses de composição granodiorítica-granítica com porções migmatizadas intercalados com corpos anfibolíticos de pequena espessura e enclaves de calcários cristalinos.

De forma geral as estruturas encontradas na área são associadas a uma foliação milonítica e obedecem a um sentido NE dextral e NW sinistral, coincidindo com o lineamento Patos-Malta.

Os dados coletados em campo serão apresentados ao longo deste relatório tentando delimitar os contatos litológicos e correlacionar aspectos geotectônicos que

possam contribuir para um melhor entendimento da evolução crustal dessa porção da Província Borborema.

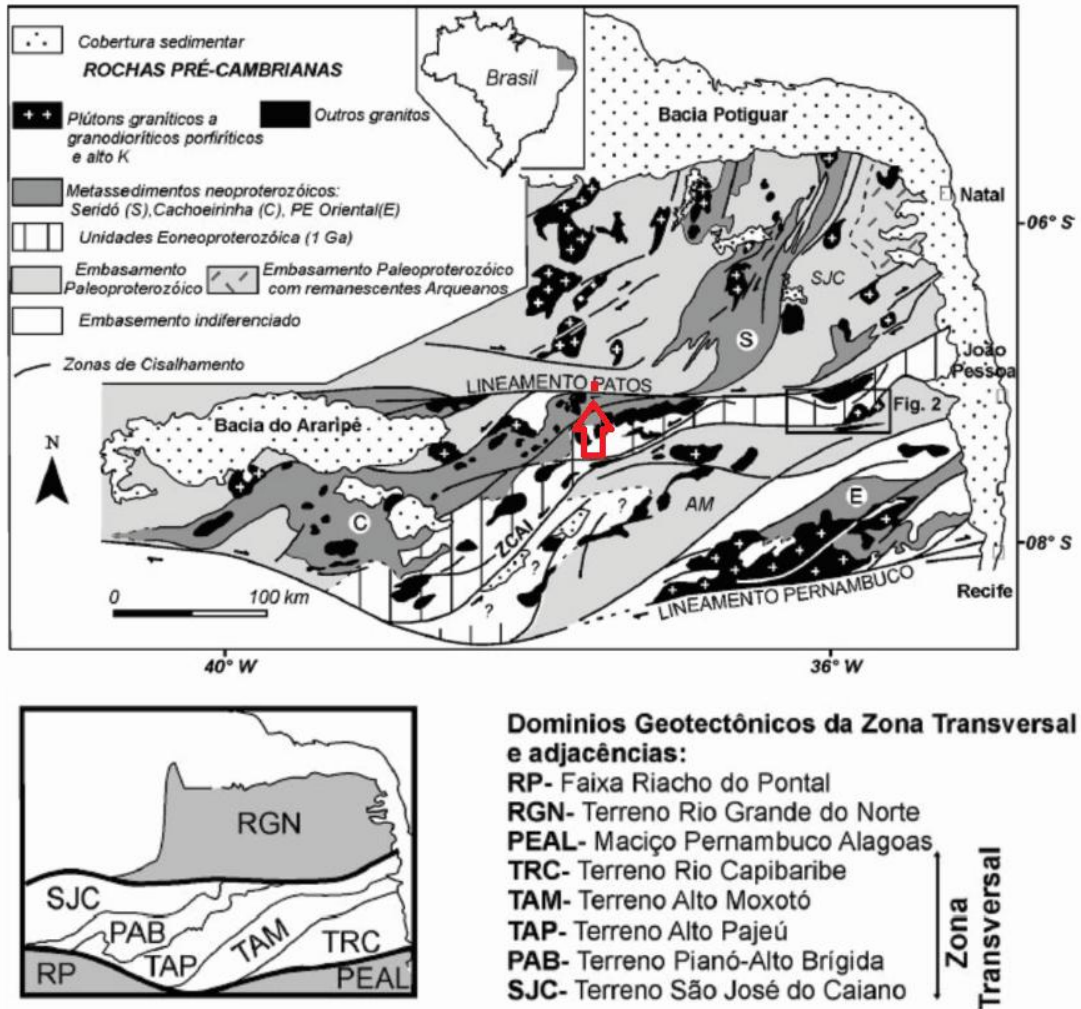


Fig. 1. Imagem dos principais domínios presentes na Província Borborema. Em vermelho, a seta indica a localização da área de estudo.

1.2 Objetivos

O objetivo do trabalho é um mapeamento geológico em escala 1:25.000 contendo perfis elaborados a partir do mapa e informações sobre as estruturas presentes na região contendo dados sobre lineações, foliações, indicadores cinemáticos, falhas e estiramentos minerais além de descrições petrográficas das diferentes litologias. As fácies metamórficas tal como a evolução tectônica regional serão discutidas a partir dos dados coletados em campo tentando contribuir para um melhor conhecimento da colocação das diferentes rochas do terreno Granjeiro e sua evolução deformacional relacionada principalmente ao cinturão de cisalhamento Patos-Malta ativo no Ciclo Brasileiro e com indícios de reativação no Mesozóico.

1.3 Localização e vias de acesso a área

A cidade de Aurora, localizada no sul do Ceará, com população de cerca de 24.566 habitantes e 52% da população vivendo em área rural (Censo 2010), dista aproximadamente 485 km de Fortaleza (Fig. 2). Tem como principal via de acesso a BR-116, seguindo a oeste com o acesso para Lavras da Mangabeira na CE-286. As estradas até a cidade são pavimentadas, no entanto os acessos as demais localidades na área são carroçáveis.

A área é limitada entre as coordenadas UTM 9231000, 9244000 Norte-Sul e 500000, 508000 Leste-Oeste.



Fig. 2. (A) Localização do Ceará e da cidade de Aurora; (B) Vias de acesso até a área de trabalho. (B).

1.4 Clima, vegetação e solo

A região de Aurota-CE é caracterizada por um clima tropical quente semi-árido com média de precipitação de 636,7 mm e as chuvas se concentram no período de janeiro a abril.

O clima tropical quente e úmido predomina no litoral oriental do Nordeste, desde o leste da micro região de Paulo Afonso na Bahia(Mello, 1973) região costeira de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, e partes do Rio Grande do Norte(Golfari et al., 1978). Neste compartimento climático, as chamadas chuvas de verão estão ausentes, estando a maior pluviosidade concentrada no período tido como inverno.

A vegetação apresenta-se de forma diversificada, com predomínio do tipo Cerradão e ocorrências de Caatinga e Cerrado.

O Cerradão trata-se de uma formação florestal do bioma cerrado com características esclerófilas (grande ocorrência de órgãos vegetais rígidos, principalmente folhas) e xeromórficas (folhas reduzidas, suculência, pilosidade densa ou com cutícula grossa que permitem conservar água e suportar condições de seca). Apresenta dossel (estrato superior das árvores) contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar entre 50 e 90% com auge na estação chuvosa (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1991).

Os solos no Cerradão são normalmente profundos, bem drenados e com baixa a média fertilidade, ligeiramente ácidos, sendo classificados como Latossolo Vermelho ou Latossolo Vermelho Amarelo com menores ocorrências de Cambissolo distrófico. Possui um médio teor de matéria orgânica concentrada na camada superior proveniente das folhas residuais dos períodos de seca. Baseado na fertilidade, o solo do Cerradão pode ser classificado como Cerradão Distrófico (solos pobres de baixa fertilidade) ou Cerradão Mesotrófico (solos de fertilidade média, porém mais ricos em comparação ao distrófico) (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1991).

1.5 Hidrografia e Relevo

A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Salgado que se localiza na porção meridional do Estado, limita-se a oeste com a Bacia do Alto Jaguaribe, ao sul com o Estado de Pernambuco ao leste com o Estado da Paraíba e a nordeste com a Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe (Santana, 2009).

O principal rio desta Bacia Hidrográfica é o rio Salgado que tem sentido Sul-Norte até encontrar com o rio Jaguaribe, próximo a cidade de Icó, a jusante da barragem do açude Orós. Possui um extensão de 308 Km e drena uma área de 12.623,89 Km (Santana, 2009).

As rochas presentes nesse domínio hidrológico são rochas do embasamento cristalino (58,96%), representado por rochas do Arqueano ao Proterozóico Superior. Sobre esse embasamento estão presentes depósitos sedimentares (41,04%) como é Bacia Sedimentar do Araripe, que apresenta uma diversificação litológica caracterizada por sequencias alternadas de arenitos, siltitos, calcários, argilitos e folhelhos chegando a espessuras de 1.600 m. Ao longo dos cursos d'água estão presentes coberturas terciárias constituídas de areia, silte, argila e cascalho dispostas de acordo com o regime hídrico local (Santana, 2009).

Na Bacia Sedimentar do Araripe encontra-se a chapada de mesmo nome, Chapada do Araripe, que alcança níveis altimétricos de 800 a 900 m e tem os arenitos Cretáceos da Formação Exu como mantenedores do relevo. Sua drenagem tem caráter intermitente e rica em recursos hídricos subterrâneos (Santana, 2009).

Na borda norte-oriental desta chapada desenvolve-se a região do Cariri cearense, que se apresenta como um brejo de encosta e de vales espraiados, decorrentes de uma ramificação generalizada da drenagem.

Excluindo a área da chapada e seu contorno imediato, grande parte da Bacia Hidrográfica tem uma superfície de aplainamento com topografia plana a moderadamente dissecada em rochas cristalinas com níveis altimétricos médios entre 200 e 400 m, apresentando regime fluvial intermitente e esporádico e baixo potencial de água subterrâneas (Santana, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração do trabalho foi feita em três etapas. A primeira consistiu na elaboração de um mapa prévio da área em ArcGIS baseado em imagens satélite definindo as principais estruturas e possíveis contatos litológicos. Nessa etapa preliminar também foi feita a revisão bibliográfica para melhor conhecimento dos aspectos geológicos regionais.

Na segunda etapa fez-se o trabalho de campo durante 13 dias. Foram levantados os diferentes litotipos da área e as características estruturais. O mapeamento foi feito em escala 1:25.000 com pontos distribuídos prioritariamente no sentido norte-sul levando em consideração a disposição das rochas da área (Anexo 01). Para a localização na área foi utilizada uma carta topográfica e os mapas gerados na primeira etapa, sendo os pontos anotados e georreferenciados utilizando um GPS Garmin. Foram coletadas amostras de acordo com as diferentes unidades diferenciáveis para posterior confecção de lâminas delgadas e descrições petrográficas.

A última etapa consistiu na análise dos dados coletados em campo e estudo petrográfico das amostras coletadas. Discussões relacionadas ao metamorfismo e aos limites tectônicos foram feitas com o auxílio das lâminas delgadas geradas a partir das amostras coletadas. Com as lâminas, microestruturas e associações paragenéticas forneceram mais dados para o estabelecimento do modelo evolutivo da área.

GEOLOGIA REGIONAL

3.1 Província Borborema

A Província Borborema se localiza no Nordeste do Brasil e apresenta uma variedade de rochas com idades pré-cambriana. Tem aproximadamente 450.000 km² e cobre parte do norte da Bahia e sudoeste do Piauí, até o nordeste do Ceará (Almeida et al. 1977). Trata-se de uma Província tectônica Brasileiro - Pan-Africana formada com convergência dos crátons Amazônico, Oeste-Africano – São Luis, e São Francisco – Congo e abrangeu outros blocos e arcos menores antigos (Fig. 3) durante o encontro com Gondwana Oeste em cerca de 600 Ma (Dantas et al., 2004). Essa província é parte de um cinturão maior Pan-Gondwana que se estende ao sul do Brasil como Cinturão Brasília e pode ser traçado na África Oeste por correlações litológicas e uma série de zonas de cisalhamento (Caby, 1989; Trompette, 1994; Toteu et al. 1994).

O conceito de terrenos na Província Borborema foi usado primeiramente na Faixa Sergipana por Davison (1987), que posteriormente abandonou a concepção após uma revisão (Davison & Santos, 1989). Jardim de Sá et al. (1992) e Jardim de Sá (1994) voltaram a utilizá-lo nessa mesma faixa, mas foram com os trabalhos de Santos (1995, 1996 e 1999) que difundiram a análise de terrenos na Província. Com o reconhecimento de terrenos de afinidade oceânica e caracterização de um evento colisional de idade Greenville junto ao Evento Brasileiro que possui uma característica expressiva de uma componente transcorrente, a movimentação da crosta nesta área pode ser visualizada como um ciclo acrescionário envolvendo acreção, colisão e dispersão de terrenos (Santos et al., 2000). Uma expressiva dispersão pós colisional é marcada por importante sistema anastomosado de lineamentos e zonas de cisalhamentos transcorrentes paralelos à extensão da faixa (Santos et al., 2000). Santos (1996 e 1999) reconheceu os domínios ou superterrenos: Externo, Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense e Médio Coreauá, separados por limites crustais maiores mas que podem não representar zonas de sutura (Fig. 4).

Segundo Van Schmus et al. (1995) e Santos et al. (1999) o Lineamento Patos representa um limite de primeira ordem que separa a Província Borborema em dois segmentos: um ao norte que se caracteriza por expressiva participação do embasamento arqueano e paleoproterozóico e outros ao sul com domínios meso a neoproterozóicos

dominantes. Os dois domínios foram afetados pela deformação e plutonismo granítico Brasileiro porém guardam diferenças relacionadas a episódios de vulcanismo, sedimentação, acreção, e plutonismo pré-brasiliano (Santos et al., 2000).

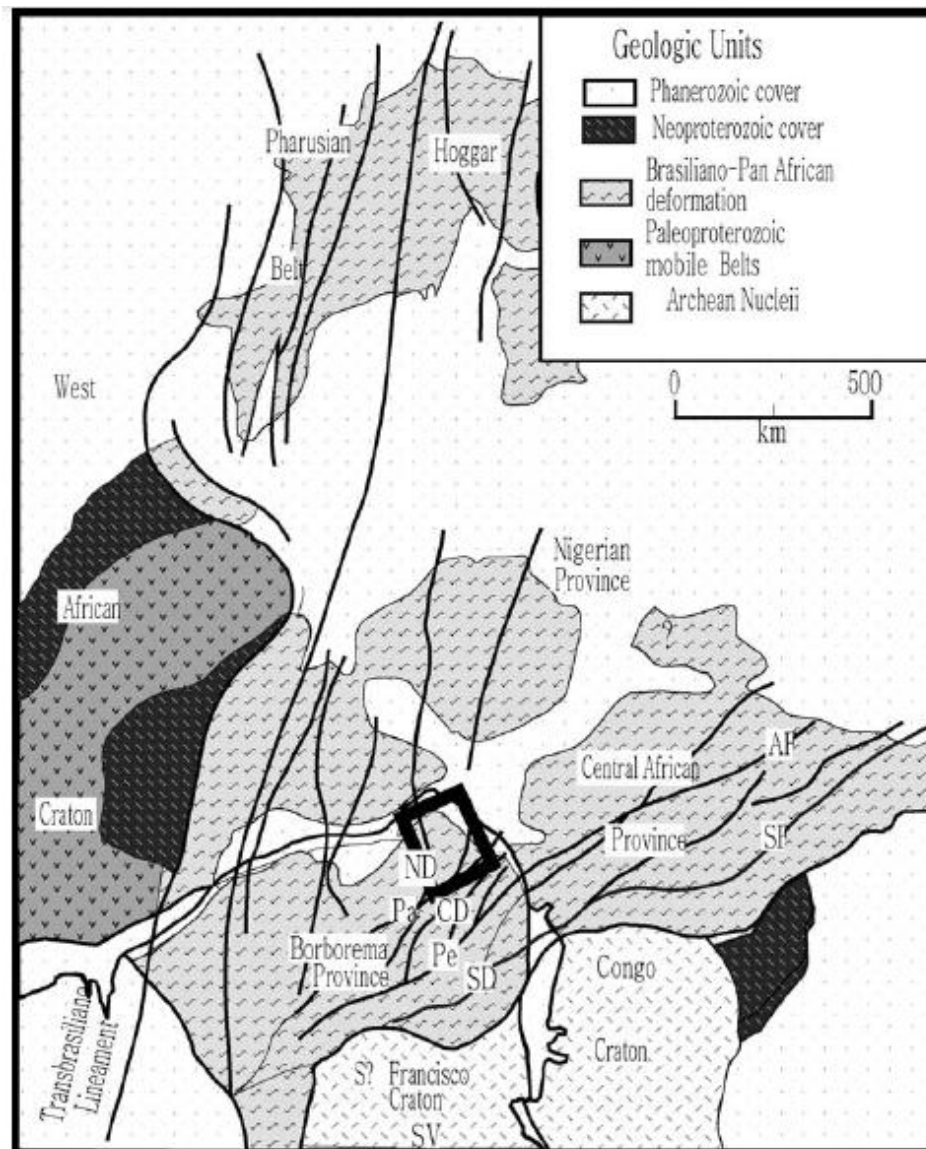


Fig. 3. Mapa geológico generalizado da configuração de Gondwana para África Oeste-Central e Nordeste do Brasil (Dantas, 2004 modificado de Van Schmus et al., 1995). AF = Falha Adamaoua na África; Pa = Zona de Cisalhamento Patos no Brasil; Pe = Zona de Cisalhamento Pernambuco no Brasil; SF = Falha Sanaga na África. ND, CD e SD se referem aos domínios tectônicos norte, sul e central, pertencentes à Província Borborema no Brasil.

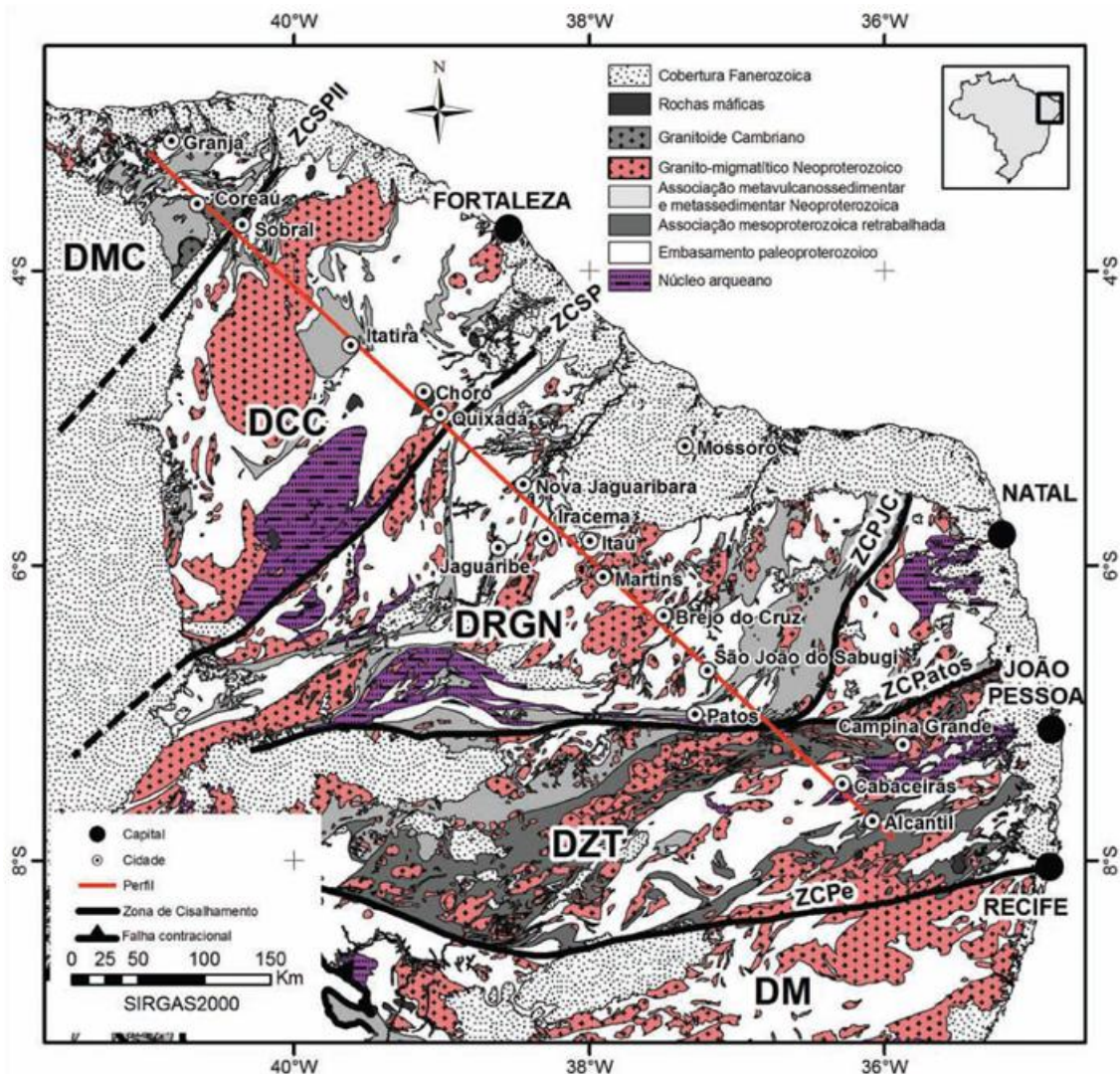


Fig. 4. Principais domínios geológicos da Província Borborema (Osako et al. 2011 adaptado de Bizzi et al. 2003). Domínios tectônicos: DMC – Médio Coreauí; DCC – Ceará Central; DRGN – Rio Grande do Norte; DZT – Zona Transversal; e DM – Meridional. Zonas de cisalhamento: ZCSPII – Sobral-Pedro II; ZCPJC – Picuí-João Câmara; ZCSP – Senador-Pompeu; ZCPatos – Patos; e ZCPe – Pernambuco.

O mecanismo de colagem dos terrenos ainda não é bem conhecido, porém ao sul do lineamento Patos existem evidências de que o evento orogênico Cariris Velhos desenvolveu episódios de acreção, subducção e colisão que provavelmente envolveu o Domínio Rio Grande do Norte contra o Cráton São Francisco. No Ciclo Brasileiro ocorreu um episódio extensional por volta de 700-800 Ma e um evento orogênico, aparentemente diacrônico nos diversos terrenos, entre 640-540 Ma cuja deformação foi marcada por grandes zonas de cisalhamento transcorrentes. Tal deformação envolveu colisão oblíqua externa e intensa dispersão interna, em relação ao Cráton São Francisco, com deposição de flyschs turbidíticos, expressiva atividade plutônica, incluindo subtrapeamento máfico tipo MASH zone (Pearce, 1996), associado a geração de

granitos cálcioalcalinos e trondhjemíticos, intrusão de granitos e sienitos shoshoníticos e ultrapotássicos de fonte mantélica metassomatizada, esses últimos controlados por zonas de cisalhamento de fonte profunda, ao longo dos limites dos terrenos. Existe a ocorrência de granitos pós-tectônicos e exames de diques félsicos que também foram formados nas proximidades desses limites e são contemporâneos à deposição de bacias molássicas, hoje mal preservadas em alguns terrenos (Santos et al., 2000).

O Lineamento Transbrasiliano e Senador Pompeu subdividem a porção norte da província em três unidades denominadas Domínio Noroeste do Ceará, Domínio Ceará Central e Terreno Rio Grande do Norte. Nestas três unidades crustais existem três blocos de idade arqueana: maciço São José do Campestre e Complexo Granjeiro (Gomes et al., 1998) localizados no Terreno Rio Grande do Norte e o maciço de Tróia no domínio Ceará Central de idade 3.700 Ma (Silva et al., 2002).

No Domínio Tectônico do Sul o lineamento Pernambuco não separa blocos tectônicos porém corta o maciço paleo-mesoproterozóico de Pernambuco-Alagoas. Ao sul do maciço está a Faixa Sergipana que se prolonga até o Cráton São Francisco. Na porção Norte do maciço ocorre duas faixas de dobramento neoproterozóicas, Piancó-Alto Brígida e Pajeú-Paraíba.

3.2 Domínio Rio Grande do Norte

O Domínio Rio Grande do Norte é composto pelos terrenos Rio Piranhas, Seridó (Faixa de Dobramentos Seridó), Granjeiro e São José do Campestre e é limitado a oeste pela Zona de Cisalhamento Portalegre, a norte pela Bacia do Apodi, a leste pela Província Costeira e a sul pelo Lineamento Patos. O domínio é caracterizado por um cinturão neoproterozóico central, a Faixa Seridó, bordejado por blocos de rochas paleoproterozóicas, que constituíam antigas faixas móveis transamasônicas envolvendo núcleos arqueanos, que ainda estão preservados em alguns desses blocos. Neste domínio não existem registros de sedimentação e vulcanismos/plutonismo mesoproterozóico, mas existem registros de uma sedimentação neoproterozóica em dois episódios distintos: um plataformar e outro marinho profundo sinorogênico. Este domínio foi afetado por um evento colisional cedo-Brasiliano, com vergência de dobras e transporte das superfícies de thrusts para oeste-noroeste (Hackspacher & Dantas, 1997). As zonas de cisalhamento transcorrentes da região estão muitas vezes relacionadas a antigas superfícies de empurrão e tem um padrão geralmente dextral com um modelo em

échelon semelhante a Faixa Orós-Jaguaribe o que sugere que se trata do mesmo evento que afetou a faixa mesoproterozóica (Santos et al., 2000).

No Terreno São José do Campestre está a mais antiga crosta da plataforma Sul-Americana, o núcleo arqueano de Bom Jesus onde estão localizados terrenos com idades de mais de 3,4 Ga (Dantas et al., 1995; Dantas, 1997). O principal cinturão de cisalhamento do domínio é constituído pela Zona de Cisalhamento Patos-Malta que se ramifica em um leque de zonas de cisalhamento na Faixa Seridó. Os terrenos Rio Piranhas e Granjeiro são separados pela Zona de Cisalhamento Malta que é bem marcado geofisicamente por um contraste de padrões magnéticos. Entre a Faixa Seridó e o Terrenos Rio Piranhas o limite é marcado pela Zona de Cisalhamento contraccional cedo-brasiliana Serra da Formiga/São Fernando. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno Granjeiro é supostamente uma zona de cisalhamento contraccional cedo-brasiliana dobrada pelo feixe de zonas de cisalhamento transcorrentes NNE-SSW pertencentes a Faixa Seridó, porém dados aeromagnéticos mostram que provavelmente a extensão do Terreno Granjeiro sob a cobertura do Grupo Seridó estende-se por mais de 15 km ao norte, em relação ao contato exposto em superfície, justificando uma superfície de baixo ângulo entre esses dois compartimentos. Entre a Faixa Seridó e o Terreno São José do Campestre, o limite é a Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara (Santos et al., 2000).

3.3 Complexo Granjeiro

O Complexo Granjeiro é a unidade mais característica do Terreno Granjeiro e esta confinado ao cinturão de cisalhamento Patos-Malta. A unidade compreende uma suíte intrusiva metamáfica-intermediária e metaultramáfica com resquícios de uma sequência metavulcano-sedimentar pelítica e químico exalativa. Existem referências a basaltos almofadas e amigdaloidais na área. As rochas máfico-ultramáficas tem assinatura geoquímica de basaltos toleíticos de arcos insulares primitivos e de fundo oceânico (Santos et al., 2000).

Não existem muitas referências de deformações presentes nesse complexo, mas se reconhece um bandamento gnáissico Sn que já se trata de uma estrutura transposta pois encerra dobras intrafoliais de uma foliação anterior. A principal estrutura encontrada na área está relacionada à Zona de Cisalhamento Patos-Malta. As rochas apresentam características metamórficas de fácies anfíbolito de grau médio a alto e, a

provável ocorrência de retro-eclogitos na área, pode indicar que as fácies metamórficas encontradas na área podem ser fruto de um retrometamorfismo de um tipo bórico mais elevado. São encontradas camadas de leucognaisses graníticos e trondhjemíticos associados à anatexia dos protólitos metassedimentares e metaígneos durante a deformação brasileira. O Complexo Granjeiro tem idade superior a 2,54 Ga, obtida em ortognaisses tonalíticos intrusivos (Santos et al., 2000).

3.4 Otognaisses TTG

Trata-se de um ortogneisse bimodal, de composição tonalítica-granodiorítica e ocasionalmente trondhjemítica. As bandas máficas desse gnaiss têm composição anfibolítica toleítica. Silva et al. (1997) datou uma amostra de quartzo-plagioclásio-biotita-hornblenda gnaiss de granulação média e textura granoblástica. A idade obtida é de 2,54 Ga e é interpretada como a idade mínima de cristalização do tonalito.

Em alguns locais apresentam xenólitos de metamáficas e metaultramáficas pertencentes ao Complexo Granjeiro. São fortemente empobrecidos em elementos LIL, terras raras pesadas, mostrando padrões de terras raras normalizados ao condrito com ausência de significativa anomalia negativa de Eu. (Silva et al., 1997).

GEOLOGIA LOCAL

No capítulo em questão são abordados as diferentes litotipos encontrados na área e cartografados no mapa geológico 1:25.000. Essas rochas serão individualizadas em unidades maiores baseado nas divisões estabelecidas no mapeamento executado pela CPRM em escala 1:500.000, folha Jaguaribe-SE. Algumas nomenclaturas ainda não discriminadas naquele mapa serão sugeridas nesse trabalho. A área mapeada possui cerca de 100 km² e a delimitação das unidades foi feita baseando-se em dados de campo e na interpretação de imagens de satélite Landsat 7 ETM+. Foram individualizadas quatro unidades de mapeamento abrangendo dez litotipos (Fig.5 e 6) e (Anexo 01). De maneira geral, os litotipos estão distribuídos na direção E-W com médio a alto ângulo de mergulho e sentido para sul com algumas ocorrências para norte.

Unidades Litológicas	
Neoproterozóico	N_{γ} [Granitos sin-tectônicos
Paleoproterozóico	P_{γ} [Ortognaisses graníticos a granodioríticos (Gnaiss Aurora) Anfibolitos Gnaiss silicificado
Arqueano	A_{γ} [Biotita xisto Granada anfibolito Quartzito Metagrauvaca Tremolita - antofilita xisto A_{γ} [Ortognaisses TTG

Fig.5. Litotipos encontrados e descritos na área.



Mapa geológico da região de Aurora (CE)

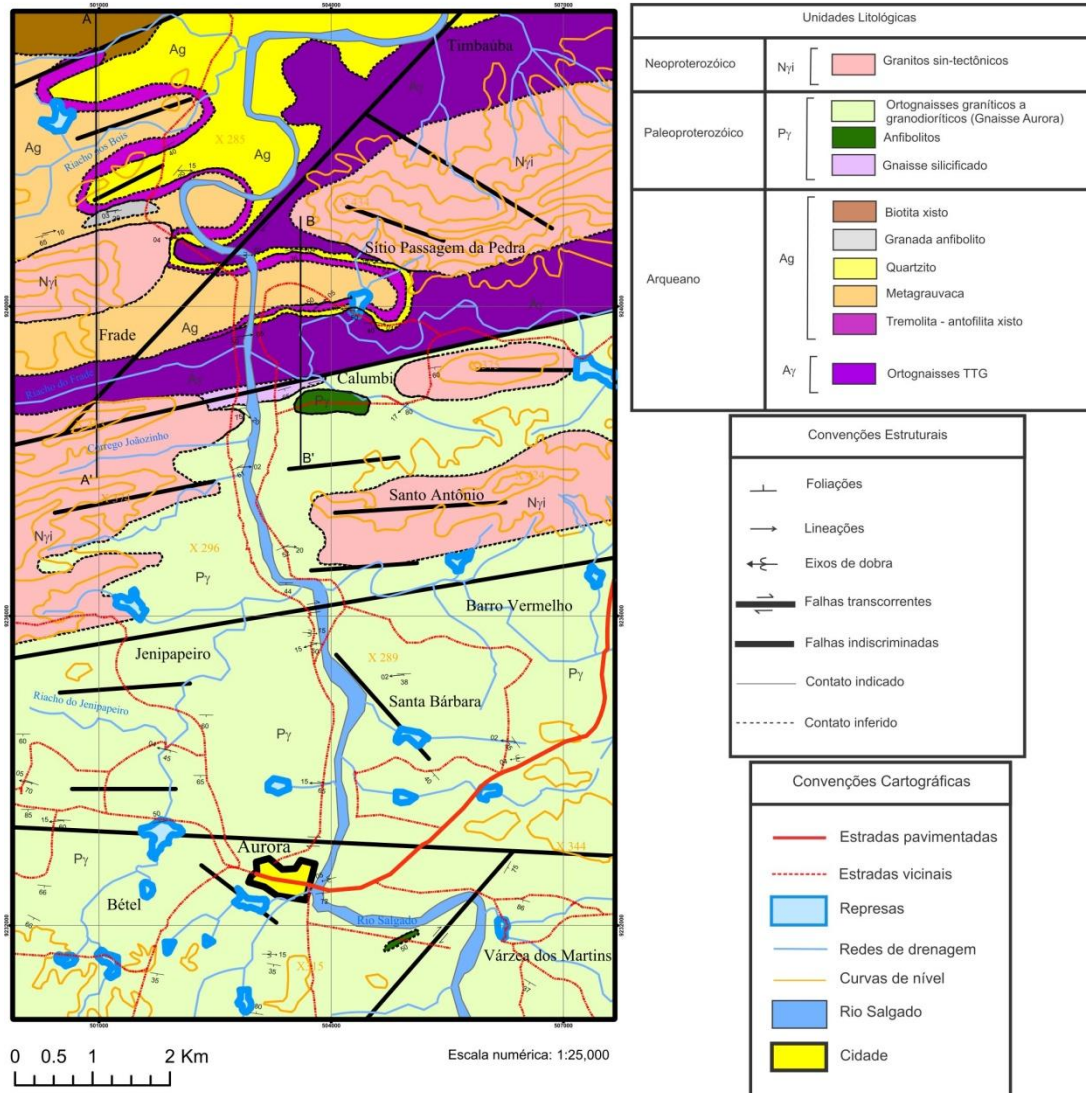


Fig. 6. Mapa geológico elaborado com os dados obtidos em campo.

4.1 Unidade I – Gnaisses graníticos-granodioríticos (P γ)

Os gnaisses ocupam a maior parte da área, concentrados na porção centro e sul. No mapa da CPRM folha Jaguaribe-SE, esses gnaisses são marcados como indiscriminados e descritos como ortognaisses de composição granodiorítica-graníticas subordinadamente tonalítica com intercalações de calcário cristalino e anfibólitos. Com a ausência de uma nomenclatura para esse gnaisse, neste trabalho será adotado o nome gnaisse Aurora, referente à cidade localizada na área de estudo.

De forma geral, embora com variações pontuais, o gnaisse mantém uma composição predominantemente marcada por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita e anfibólio e tem granulação fina a média com ocorrências locais de porfiroblastos de K-Feldspato do tipo *augen* (Fig.7.A). São encontrados boudins máficos de espessura máxima aproximada de 3 metros (Fig.7.B). As rochas apresentam médio a alto grau metamórfico, evidenciado por migmatização (Fig.7.C). Dobras reclinadas e de arrasto são encontradas de forma ampla na unidade com exceção dos locais onde o grau de milonitização é elevado. Textura *augen* é restrita as rochas da porção centro sul da área. (Fig.7.D).

A coloração dessas rochas é cinza, variando de rosadas em regiões com bandas ricas em K-feldspatos a brancas em bandas de composição granodiorítica. Exibem foliação gnáissica típica com variações de espessuras, com ocorrência de diferentes graus de milonitização, sendo mais evoluídas próximas as principais zonas de cisalhamento E-W.

Os migmatitos são encontrados como lajedos e estão presentes na parte sul da área. Possuem granulação média com leucossoma rico em quartzo e K-feldspato e melanossoma com biotita e anfibólio e encontra-se estruturado segundo os tipos schollen (Fig.7.E). e lit-par-lit (Fig.7.A).

Veios pegmatíticos são proeminentes nos gnaisses, sendo posteriores a foliação gnáissica por cortarem as mesmas (Fig.7.F).

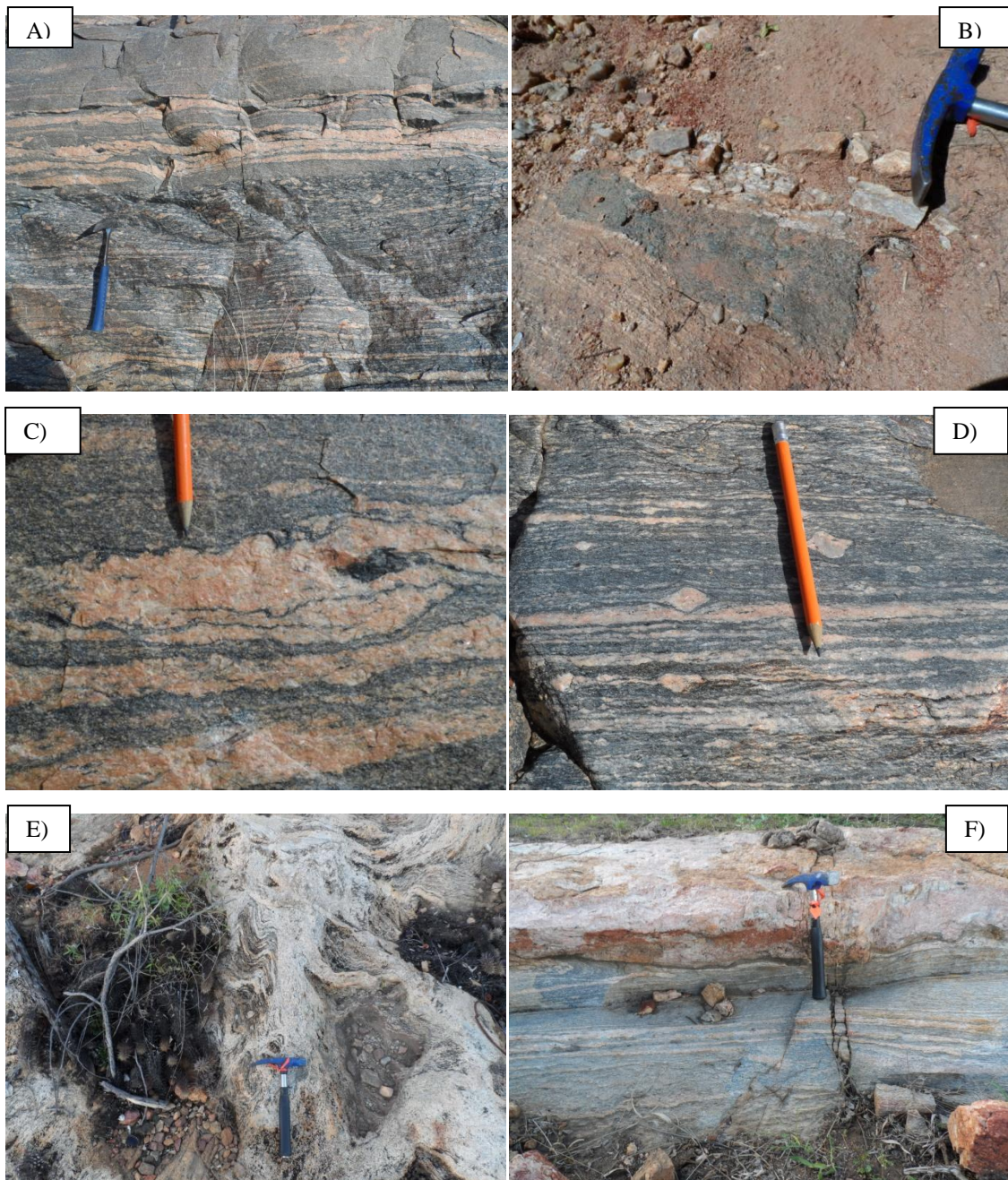


Fig. 7. (A) Feição característica do gnaissse com migmatização do tipo lit-par-lit (coordenadas UTM do ponto 0500020/9234461); (B) Boudins de anfibolitos (coordenadas UTM do ponto 0501112/9234219); (C) Migmatitos com leucossoma rico em quartzo e K-feldspato e melanossoma com biotita e anfibólio (mesma coordenada da figura A); (D) Textura augen marcada por cristais de K-feldspatos (mesma coordenada da figura A); (E) Migmatização do tipo schollen (coordenadas UTM do ponto 0506374/ 9234361); (F) Veio pegmatítico tardios (coordenadas UTM do ponto 0506264/9232933).

Gnaisses silicificados são encontrados próximos a zonas de cisalhamento na porção norte da área. A razão de ser individualizado no mapa geológico é seu tamanho relevante na escala do mapeamento, porém deve se tratar do mesmo gnaissse referente à Unidade I intensamente alterado por fluidos provenientes provavelmente da atividade hidrotermal na zona de cisalhamento.

Sua coloração tende do translúcido fosco a levemente alaranjado (Fig.8.A). Possui granulação média com material fino caracterizado por feldpastos potássicos de provável origem hidrotermal. O principal afloramento desta rocha está localizado no leito do rio Salgado. O quartzo presente em abundância na rocha exibe feições de recristalização intensa (Fig.8.B).

Também apresenta veios pegmatíticos tardios que cortam sua foliação, esta que obedece também o *trend* principal da área com sentido E-W.



Fig. 8. (A) Aspecto geral da rocha (coordenadas UTM do ponto 0503397/9238921); (B) Feições de recristalização do quartzo (mesma coordenada da figura anterior).

4.2 Unidade II – Ortognaisse TTG (A γ)

Essa unidade ocorre de maneira restrita na porção nordeste da área. É cortada por uma falha transcorrente dextral e está em contato com um corpo granítico e uma sequência metasedimentar associada ao Complexo Granjeiro (Fig.6). São marcados por bandas bem desenvolvidas ricas em hornblenda, biotita e bandas de quartzo e plagioclásio (Fig.9.A). Tem coloração acinzentada à preta e branca nas bandas mais ricas em quartzo e plagioclásio. A foliação é bem desenvolvida e concordante com o sentido E-W, regionalmente expressivo devido à influência da Zona de Cisalhamento Patos.

O gnaisse apresenta granulação média a grossa e migmatização em alguns pontos do tipo dictonítica marcada por falhas. Esses ortognaisses podem ser correlacionáveis à unidade descrita no relatório da CPRM, 2000, que compreende as mesmas características macroscópicas. Segundo o relatório supracitado e Santos et al. (1997), a unidade consiste em um ortognaisse bimodal, de composição tonalítica-

granodiorítica e ocasionalmente trondhjemítica com bandas máficas de composição anfibolítica toleítica. Ainda segundo tal fonte, esse ortognaisse possui fragmentos de rochas máficas do Complexo Granjeiro o que mostra que é mais recente que este.

São intensamente afetadas por veios pegmatíticos tardios que ora obedecem ao sentido da foliação principal e em outros pontos cortam a mesma (Fig.9.B). A falha transcorrente dextral que afeta a rocha é de caráter rúptil (Fig.9.C).



Fig. 9. (A) Bandas ricas em plagioclásio e quartzo; (B) Ortognaisse TTG cortado por veios pegmatíticos; (C) Falha transcorrente dextral rúptil no ortognaisse; (D) Visão geral do afloramento no leito do Rio Salgado com migmatização dictonítica. A coordenada dos pontos de onde foram tiradas todas as fotos acima é a mesma, 0502742/9240657.

4.3 Unidade III – Complexo Granjeiro (Ag)

Essa sequência metavulcano-sedimentar é encontrada mais ao norte da área (Fig.6) e apresenta os seguintes litotipos: quartzitos, biotita xisto, metagrauvaca, tremolita-antofilita xisto e granada anfibolitos. A correlação estratigráfica é visível em alguns pontos em perfil.

Segundo o relatório da CPRM de 2000 referente à folha Jaguaribe-SE (Santos et al., 2000), as rochas encontradas no Complexo Granjeiro variam entre ortognaisses máficos-intermediários, com intercalações de metabasaltos, metagabros, serpentinitos, talco xistos (raros peridotitos), quartzitos, formações ferríferas, cordierita-biotita xistos, biotita gnaisses, calcários cristalinos, metacherts, granada metabasitos e raros gonditos. Embora algumas das rochas encontradas na área não estejam inclusas nas supracitadas, são coerentes com uma sequência metavulcano-sedimentar.

Abaixo serão individualizadas as características de cada uma das rochas encontradas pertencentes a essa unidade.

A) Quartzitos

Apresentam-se em lentes de poucos centímetros com grãos de tamanho médio a fino. Biotita ocorre em pequena quantidade (Fig.10.A). Macroscopicamente, embora ainda sejam visíveis grãos com forma sedimentar aparentemente preservada, existem evidências de recristalização em material mais fino. A rocha possui coloração branca quando vista de longa distância. Sua foliação tem sentido aproximado E-W. Encontra-se em contato muitas vezes abaixo da metagrauvaca e do biotita xisto.

Sua presença é marcada também pela presença de um solo muito arenoso, resultado da alteração da rocha.

B) Biotita xisto

Tal rocha, embora tenha um teor razoável de quartzo em alguns pontos, tem foliação marcada por biotita que também se encontra em abundância (Fig.10.B). Encontra-se em contato com a metagrauvaca em grande parte da área. Sua coloração varia de preto a cinza escuro. Os grãos têm dimensões que variam de médio a fino e diferentemente do quartzito as lentes são de difícil identificação. Sua foliação E-W tem um ângulo de mergulho que varia de baixo a médio.

Apresenta também quartzo recristalizado de menores dimensões granulométricas da mesma forma que o quartzito.

C) Metagrauvaca

A composição mineralógica da metagrauvaca difere do quartzito apenas pela matriz mais rica em biotita (Fig.10.C). Sua característica parece representar uma transição entre o biotita xisto e o quartzito. Tem coloração acinzentada e grande distribuição na área. Alguns níveis parecem apresentar feldspatos, porém em pequena quantidade.

Nos locais onde se encontra em mais proximidade com as intrusões graníticas, os mergulhos aumentam para valores de até 70°.

D) Tremolita - antofilita xisto

Tem como composição principal anfibólios característicos do metamorfismo de rochas ultramáficas (Fig.10.D). Normalmente está mais próxima das camadas basais do Complexo Granjeiro. Tem coloração branca a levemente esverdeada e foliação marcada uma xistosidade e brilho sedoso. Embora aflorem em alguns pontos é comum encontrá-las sob as metagrauvacas. Associado a um afloramento desta rocha, na porção superior do morro foram encontradas rochas ricas em Fe que apresentavam magnetização.

E) Anfibolitos

Os Anfibolitos são encontrados próximos ao corpo granítico no norte da área e na região onde ocorre o contato entre o Complexo Granjeiro e os Gnaisses Aurora. Tem cor que varia do cinza escuro ao preto e superfície que reflete razoavelmente a luz. Macroscopicamente, apenas o anfibólio e quartzo são reconhecidos (Fig.10.E). Em um afloramento pontual aparecem granadas de grande tamanho e cor preta dando uma textura porfiroblástica a rocha (Fig.10.F).

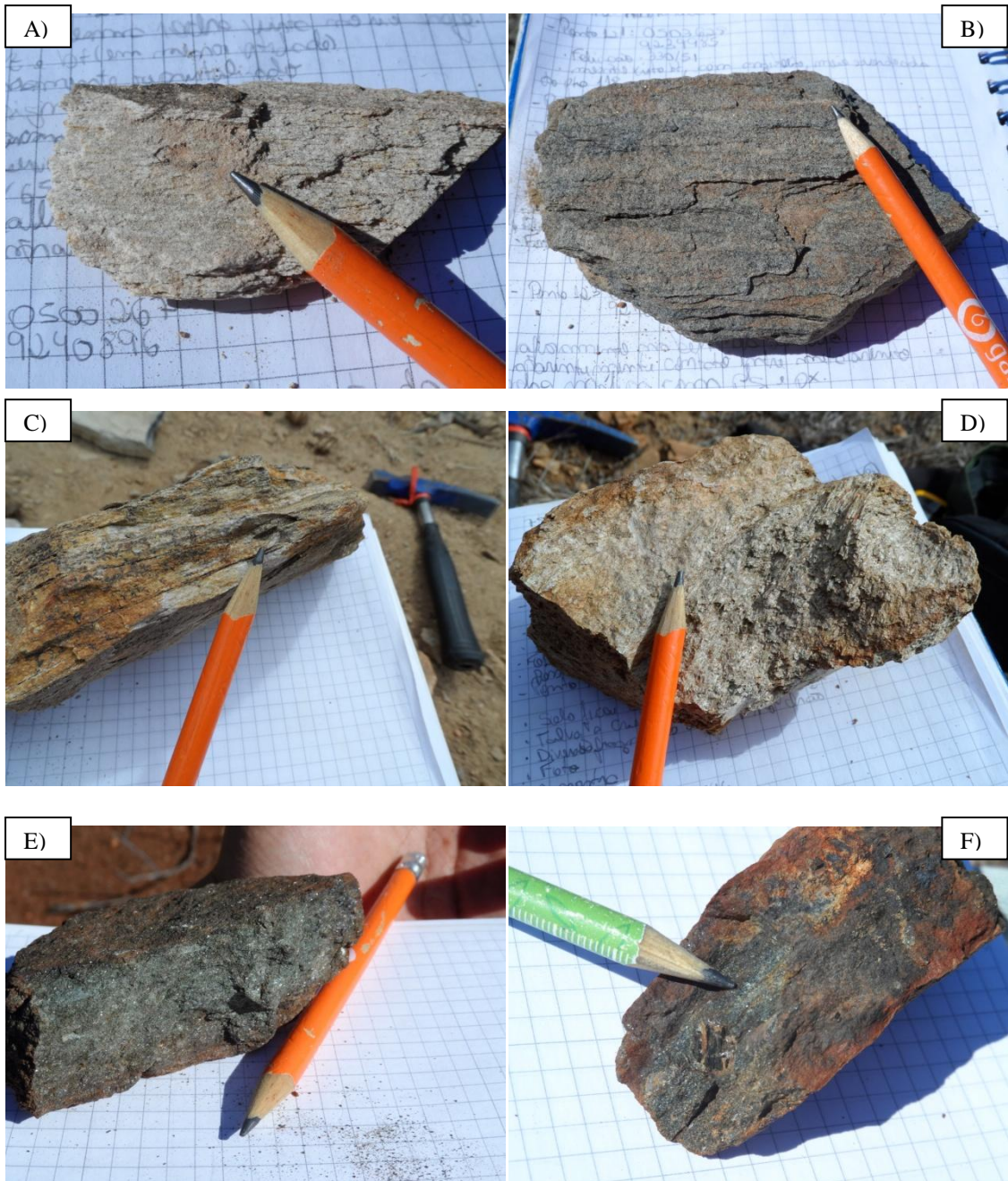


Fig. 10. (A) Amostra de quartzito; (B) Biotita Xisto (coordenada das imagens citadas 0500267/9240896; A figuras (C) mostra uma amostra da metagrauvaca no ponto de coordenada 0502027/9241747; (D) Amostra coletada do tremolita-antofilita xisto no ponto de coordenada 0501903/9242071; O anfibolito é mostrado na imagem (E) de coordenada 0503647/9239982 e a figura (F) mostra a rocha de mesma composição mas com presença de granada porfirítica mostrada ao lado da ponta do lápis no ponto com coordenada 0501 136/9241207.

4.4 Unidade IV – Granitos (Nyi)

Os granitos encontrados na região marcam os altos no relevo. Ocorrem na porção centro-norte da área e cortam as sequencias metassedimentares e os gnaisses. Sua composição é K-feldspato e quartzo com plagioclásio e máficos em menores quantidades (Fig.11.A) . Os corpos graníticos encontram-se mais preservados ao centro e estirados nas bordas, onde estão localizadas falhas que podem ser correlacionadas com a colocação destes corpos graníticos já que estes se encontram controlados por esses lineamentos regionais.

A grande quantidade de ocorrências de veios pegmatíticos na área pode ser correlacionada com a colocação destes corpos graníticos sin a tardi-tectônicos que apresentam dimensões relevantes. Existem ocorrências de xenólitos nos granitos de diferentes composições, mas com maior frequência encontram-se os gnaisses tanto Aurora quanto TTG (Fig.11.B).

Sua coloração varia entre tons levemente alaranjados a um rosa bem claro. Tem granulação que varia entre fanerítica grossa a média e textura equigranular (Fig.11.C). Embora na bibliografia existam referências a essas rochas, tais informações são limitadas e sem dados geoquímicos ou petrográficos que permitam uma correlação com as rochas encontradas na área. No mapa, particularmente na área onde o estudo foi elaborado, não são colocados corpos graníticos, porém em campo esses se mostraram presentes em boa parcela da área.



Fig.11. (A) Aspecto geral da rocha; (B) Presença de xenólitos máficos; (C) Textura equigranular; (D) Afloramento da rocha ao lado de um trilho de trem (coordenadas de todas as figuras citadas anteriormente, 0500478/9240534).

4.5 Cobertura recente

No extremo norte da área, alguns pequenos morros são marcados no topo por um conglomerado arenoso com média porcentagem de matriz. Os grãos de areia que formam o arcabouço clastosuportado são moderadamente e bem selecionados e são subangulosos (Fig.12.A). A matriz é possivelmente tingida por hematita o que a concede uma coloração avermelhada. Os fragmentos de maior granulometria são em geral quartzosos e apresentam uma imbricação com sentido NW obedecendo ao acamamento sedimentar (Fig.12.B).

A sua distribuição por ser irregular e pontual não permitiu que fosse colocada no mapa geológico, porém sua presença está relacionada com o Rio Salgado.



Fig. 12. (A) Conglomerado em detalhe; (B) Arranjo dos clastos . Imagens relativas ao ponto de coordenada 0502537/9243201.

DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS

No presente capítulo serão apresentadas as descrições microscópicas dos litotipos encontradas na área. Aspectos em relação ao metamorfismo serão apontados junto às descrições de cada unidade. Foram confeccionadas 14 lâminas delgadas para elaboração desta etapa, com amostras selecionadas de acordo com as unidades separadas em campo.

Devido a pouca quantidade de bibliografia correlata as unidades, as lâminas trarão novas informações acerca das rochas encontradas na área tal como possíveis adições ao que já foi previamente descrito. Cada amostra é classificada com um número que faz referência ao seu ponto em campo (Anexo 02).

5.1 Unidade I - Gnaisses graníticos-granodioríticos (Gnaisse Aurora)

Estas rochas são encontradas na área como ortognaisses de composição granítica a granodiorítica com ocorrência de bandas trondhjemíticas, com textura *augen* e migmatitos. As bandas criam variações composicionais com concentrações de minerais máficos e félsicos. As lâminas relativas a essa unidade são TCFX 127, 113 representando bandas mais ricas em feldspato potássico, TCFX 66 relativa à porção mais máfica e TCFX 118 A e B representando anfibolitos pertencentes à unidade.

A) Gnaisses graníticos - granodioríticos

A porção mais félsica do gnaisse contém valores médios de K-feldspato de 35%, hornblenda 15%, plagioclásio 15%, quartzo 20%, biotita 10% e acessórios e opacos 5%. Tem granulação variada, com porções de granulação média a grossa e porções de granulação fina com porfíblastos de K-feldspato. Possui quartzo anédrico a subédrico, k-feldspato e plagioclásios subédricos, hornblenda anédrica e biotitas euédricas e subédricas. É marcada por uma foliação milonítica.

A parte máfica contém valores de plagioclásio em torno de 30%, quartzo 20%, biotita 20%, hornblenda 25% e acessórios e opacos 5%. A biotita marca a foliação. O quartzo é anédrico, biotitas subédricas a euédricas, plagioclásio subédrico e hornblenda subédrica a euédrica. Possuem granulação que varia de média a fina.

Nos Gnaisses Aurora existe ocorrências de migmatitos o que evidencia condições de P-T que atingem fácies anfibolito superior a granulito, com início de processos de anatexia.

Quartzo:

Porção félsica

Variam entre grãos subédricos a anédricos. Seu tamanho pode chegar a 0,5 mm quando preservados, porém quando apresentam feições de recristalização chegam a ser menores que 1 mm (Fig.13.A). Possuem extinção ondulante. Quando presente uma foliação milonítica bem desenvolvida marcam os planos, gerando em algumas ocasiões sombras de pressão em porfiroblastos de feldspato potássico.

Porção máfica

De forma geral o quartzo tem forma anédrica e é recristalizado. Não passam de 0,1 mm e compõem uma massa fina da lâmina. Apresentam extinção ondulante e, devido a seu tamanho inferior aos demais minerais presentes na amostra, uma textura inequigranular pode ser identificada.

Feldspatos:

Porção Félsica

De forma geral são compostos por maiores quantidades de K-feldspato microclina e menores quantidades de plagioclásio. Observam-se mirmequitas que evidenciam processo hidrotermal. Estão presentes também pertitas evidenciadas por lamelas que caracterizam a coexistência de duas composições em um mesmo mineral. Ocorrem inclusões de biotita e quartzo e preenchimento de fraturas por material fino sericítico. Porfiroblastos de feldspato potássico estão presentes com textura *augen*.

Porção Máfica

É marcada por plagioclásios com grãos que podem chegar a 0,8 mm. A característica mais marcante encontrada são mirmequitas (Fig.13.D), que ocorrem com grande frequência na lâmina.

Hornblenda:

Porção félsica

As hornblendas compõem apenas uma pequena porcentagem das lâminas dessas amostras. São cristais bem formados euédricos a subédricos. Em alguns casos contém inclusões de micas e quartzo.

Porção máfica

É semelhante à porção félsica nas características, com modificações apenas na quantidade sendo nessa amostra mais expressiva (Fig.13.E). Possuem inclusões de quartzo e micas.

Biotita:

Porção félsica:

As biotitas marcam a foliação nessas amostras e tem forma subédrica a euédrica. Ocorrem na forma de grãos placóides que variam de 0,5 mm a 1,2 mm. Sua cor varia do verde musgo ao marrom.

Porção máfica:

Assim como na porção félsica, as biotias marcam a foliação (Fig.13.F). Os cristais tem forma euédrica e seu tamanho varia em torno de 0,7 mm. Ocorrem de maneira mais expressiva nessa lâmina e possuem uma coloração que varia do marrom ao bege.

Acessórios:

Ambas as composições:

Os principais minerais acessórios que são encontrados relacionados a ambas as bandas de diferentes composições são zircão (Fig.13.B), titanita(Fig.13.C) e rutilo.

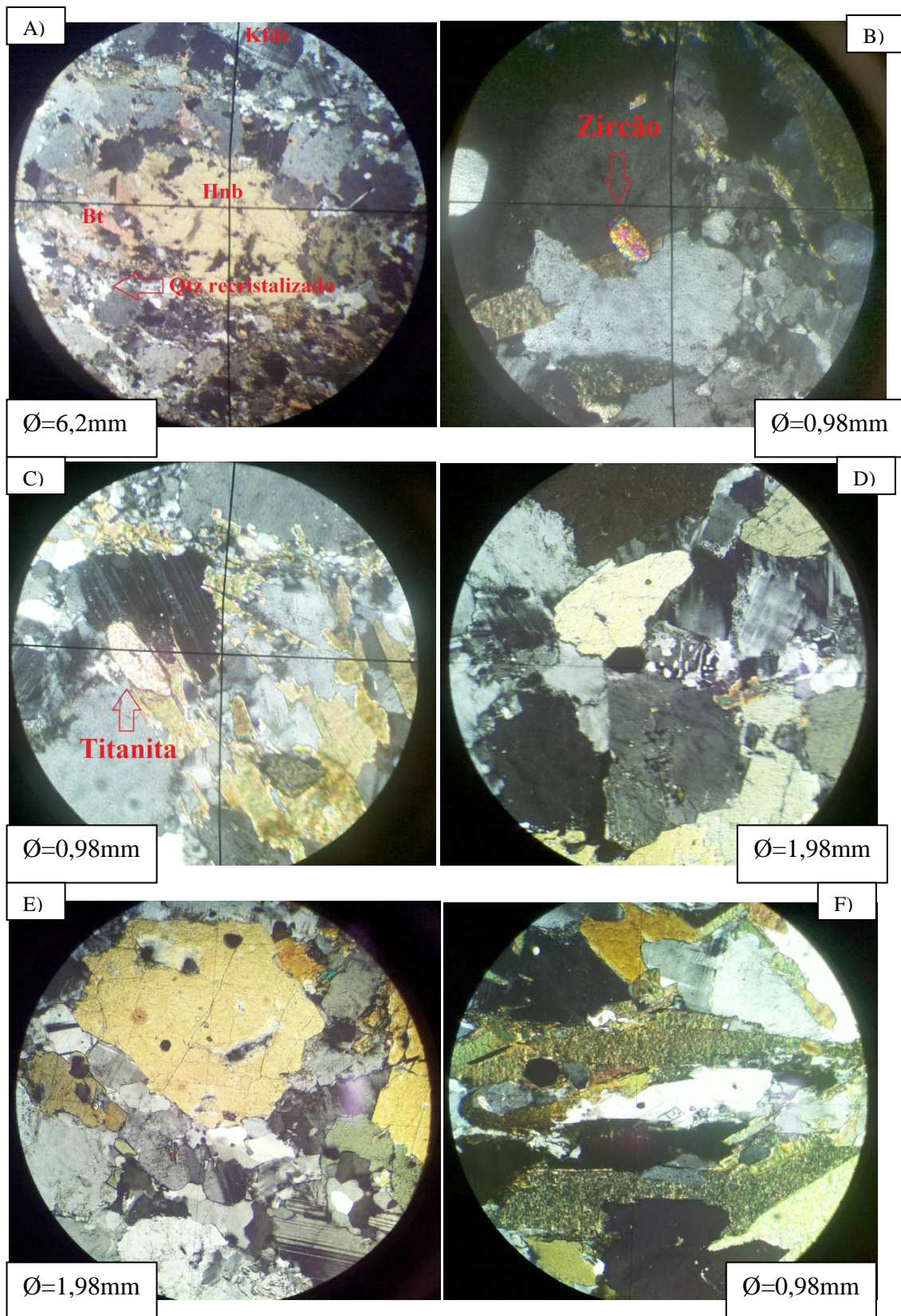


Fig.13. (A), (B) e (C) pertencem às lâminas TCFX 113 e 127. Na figura (A) é mostrada a composição geral da rocha com presença de quartzo recristalizado. Em (B) está destacado um zircão, mineral que ocorre como acessório tal como em (C) visualiza-se a titanita, outro acessório. As imagens (D), (E) e (F) são da lâmina TJFX 66. Em (D), no centro da imagem visualiza-se mirmequitas, (E) mostra anfibólios bem formados diferentes dos encontrados nas porções félsicas e em (F) estão biotitas bem formadas e abundantes.

Os anfíbolitos encontrados junto aos gnaisses possuem 60% de hornblenda, 20% de plagioclásio, 16% de quartzo e 4% de opacos e acessórios. Possuem textura nematoblástica com anfíbólios marcando fortemente a foliação. Sua granulação é em geral fina a média. A hornblenda tem forma subédrica, o plagioclásio é subédrico e o quartzo é anédrico.

Quartzo :

Seu tamanho não excede 0,3 mm e, em geral, tem forma anédrica e apresenta extinção zonada e feições de recristalização (Fig.14.A).

Feldspatos:

São encontrados apenas plagioclásios, estes bem formados chegando a alcançar 1 mm. Em alguns feldspatos é possível de se observar saussuritização (Fig.14.A).

Hornblenda:

Nessas amostras a hornblenda é o principal mineral e fornece a rocha uma textura nematoblástica. Tem característica cor esverdeada pleocróica em luz natural com birrefringência média. São bem formadas e chegam a 3 mm. Possuem inclusões de quartzo. Em alguns casos o contato entre as hornblendas é marcado por biotitas de pequenas dimensões.

Acessórios:

Nos anfíbolitos a presença de minerais acessórios está relacionada a biotitas (Fig.14.B e C) de granulação fina e apatitas.

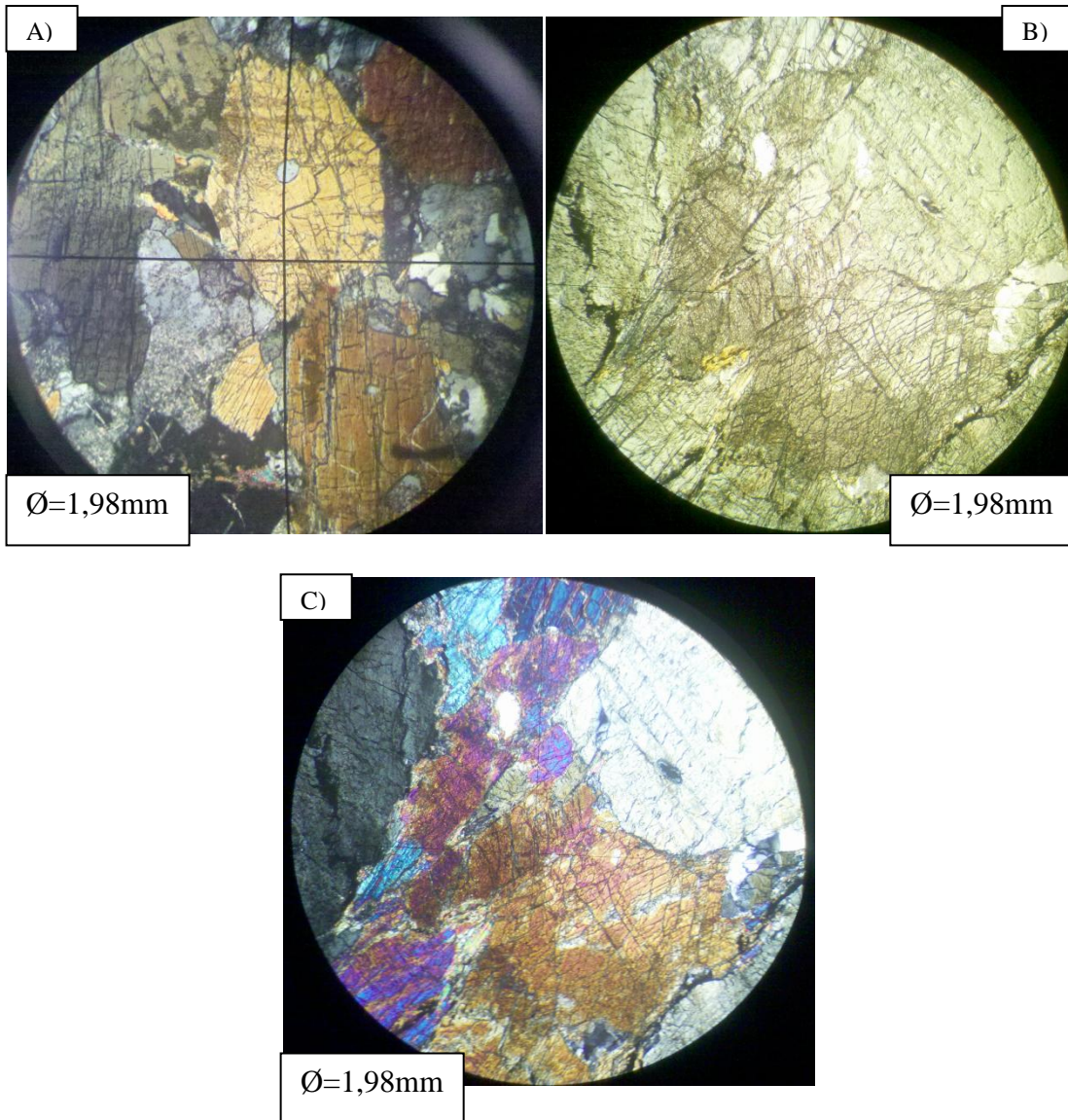


Fig.14. As imagens (A), (B) e (C) pertencem às amostras 118 – A e B. A presença de feldspato saussuritizado e quartzo recristalizado são mostradas na figura (A). Em (B) mostra-se o predomínio de hornblenda em relação aos demais minerais da amostra tal como a ocorrência de biotitas isoladas no terceiro quadrante, sendo essa imagem repetida, mas com luz polarizada em (C).

5.2 Unidade II – Ortognaisses TTG

As rochas dessa unidade afloram na parte norte da área. A amostra coletada dessa rocha é a TJFX 74 e abrange a parte máfica das bandas gnáissicas, de composição tonalítica. A mineralogia principal que marca essa lâmina é plagioclásio (30%), quartzo (25%), hornblenda (20%), biotita (20%), acessórios e opacos (5%) (Fig.16.A). Sua granulação varia de média a fina, com grãos que variam de 0,3 mm a 1 mm no caso dos maiores grãos de plagioclásio.

A foliação milonítica pouco afeta a rocha e essa mantém preservados grãos subédricos a euédricos, sem vestígios de cristalização secundária ou recristalização.

A hornblenda apresenta-se predominantemente com forma euédrica bem definida, muitas vezes prismática, podendo indicar uma textura pseudomórfica herdada de piroxênios. Existem ocorrências de muscovitas como acessório em fração muito fina.

Quartzo:

Os grãos de quartzo são subédricos e variam em tamanho de 0,3 mm a 0,5 mm em média. Apresentam em algumas ocasiões extinções ondulantes evidenciando deformações em estado sólido. Em alguns casos aparecem como inclusões de forma arredondada nos cristais de plagioclásio.

Feldspatos:

Ocorrem predominantemente plagioclásios na amostra com forma subédrica e que variam em tamanho de 0,8 mm a 1 mm. Não apresentam feições que evidenciem reações ou atividade hidrotermal, apenas tendo como característica a presença de biotitas finas no interior dos grãos, muitas vezes respeitando padrões referentes à clivagem (Fig.16.B).

Hornblenda:

As hornblendas estão presentes na amostra com formas subédricas a euédricas. Sua granulação varia entre 0,3 mm e 0,5 mm. Como já citado anteriormente, em alguns pontos da lâmina as hornblendas apresentam aspectos prismáticos bem preservados podendo representar uma textura pseudomórfica referente a piroxênios.

Biotita:

São abundantes e tem granulação em torno de 0,4 mm. São predominantemente subédricas, mas podem ocorrer euédricas. Muitas vezes está presente junto à muscovita em pequenas dimensões ocupando limites entre minerais ou como inclusões em plagioclásio (Fig.16.C). Possui cor marrom em luz natural.

Acessórios:

Nessa lâmina foram identificados como minerais acessórios a muscovita (Fig.16.D), zircão (Fig.15) e apatita (Fig.16.A).

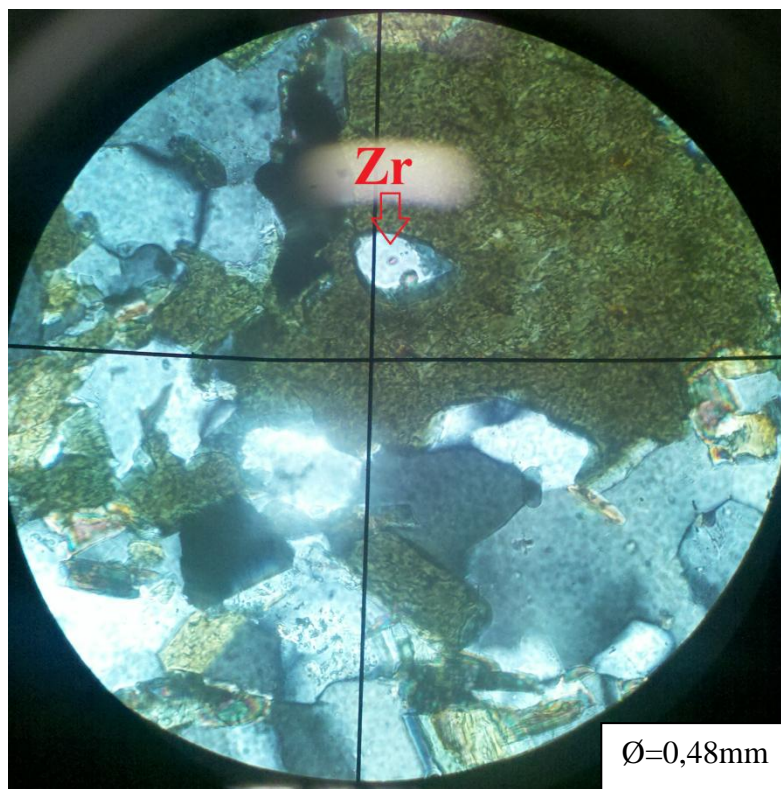


Fig.15. Interno a uma inclusão no anfibólio observa-se um zircão de pequeno tamanho.

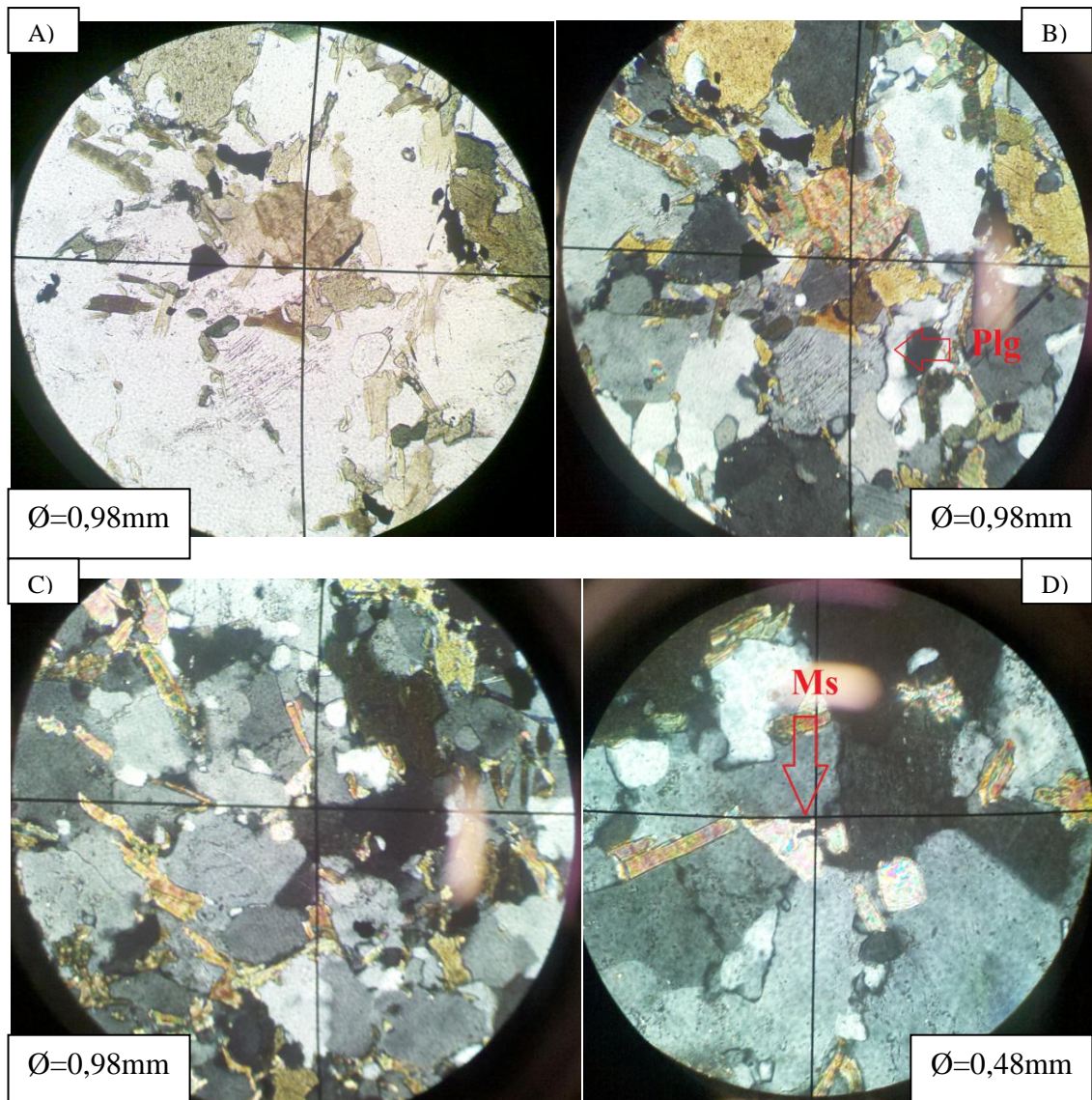


Fig.16. (A) Aspectos gerais da amostra com destaque para o quarto quadrante onde estão presentes minerais translúcidos de relevo acentuados tratando-se da apatita; (B) Destaque para o plagioclásio com inclusões de minerais micáceos; (C) Presença de biotitas de maiores dimensões ocorrendo como inclusões em cristais de plagioclásio; (D) Muscovita fina que ocorre como acessório.

5.3 Unidade III – Complexo Granjeiro

As rochas encontradas nessa unidade têm diferentes protólitos. As amostras selecionadas para descrição dessa unidade foram para metaultramáficas formadas por tremolita-antofilita xisto, metagrauvaca com ocorrência principalmente de quartzo e feldspato e granada anfibolito xisto. Cada uma delas será descrita separadamente abaixo.

A) Tremolita – antofilita xisto

As lâminas utilizadas para descrição dessa litologia foram TJFX 72, TJFX 71 – M e TJFX 134. Essa rocha apresenta macroscopicamente uma xistosidade bem marcada. Em lâmina delgada foi possível identificar que se tratavam dos anfibólitos tremolita e antofilita e ocasionalmente muscovita que apresentam forte estiramento, marcando a foliação milonítica e gerando a textura nematoblástica (Fig.17.A). Apresentam em alguns casos cristais rotacionados que indicam o sentido dextral gerado na movimentação de blocos de caráter regional. Foi observada também uma leve crenulação marcada pelos anfibólitos.

A composição principal presente nas amostras é tremolita (40%), antofilita (35%), muscovita (15%), e acessórios (10%). O tamanho dos minerais varia de acordo com as lâminas, porém entre as lâminas TJFX 72 e TJFX 71 – M é possível fazer uma média com tremolita variando entre 0,3 mm a 2 mm, muscovita com grãos entre 0,1 mm e 0,6 mm e antofilita variando de 0,7 mm a 2 mm. Na amostra TJFX 134 os grãos encontram-se em tamanho menores provavelmente devido à proximidade em relação à falha, desenvolvendo uma foliação milonítica mais acentuada (Fig.17.B).

A paragênese tremolita + antofilita indica que a rocha foi metamorfisada no mínimo em fácies xisto verde, indicando que as rochas da sequência em que se encontra deve ter sido submetida a esse mesmo grau metamórfico.

Tremolita:

Os grãos são de forma geral subédricos e estão fortemente estirados. Marcam a foliação presente na amostra. São encontradas tanto em grãos maiores como compõem uma porção mais fina muitas vezes ao lado de muscovitas.

Antofilita:

São grãos geralmente subédricas, e assim como a tremolita marcam a foliação com forte estiramento mineral. Alguns cristais de antofilita se encontram rotacionados e formar sigmoides que evidenciam o sentido em que o movimento ocorreu.

Muscovita:

Está presente junto à parte de granulação mais fina das lâminas marcando junto aos anfibólios a foliação, porém em menor quantidade. De forma geral são subédricas a euédricas e tem provável cristalização relacionada à atividade das falhas.

Acessórios:

Estão presentes como minerais acessórios a biotita, que se encontra em meio a parte fina da amostra, talco muitas vezes marcando contato entre grãos e a clorita, que trata-se provavelmente de um mineral de origem tardi a pós-tectônica, pois encontra-se sobreposta a foliação sem influências significativas de estiramento.

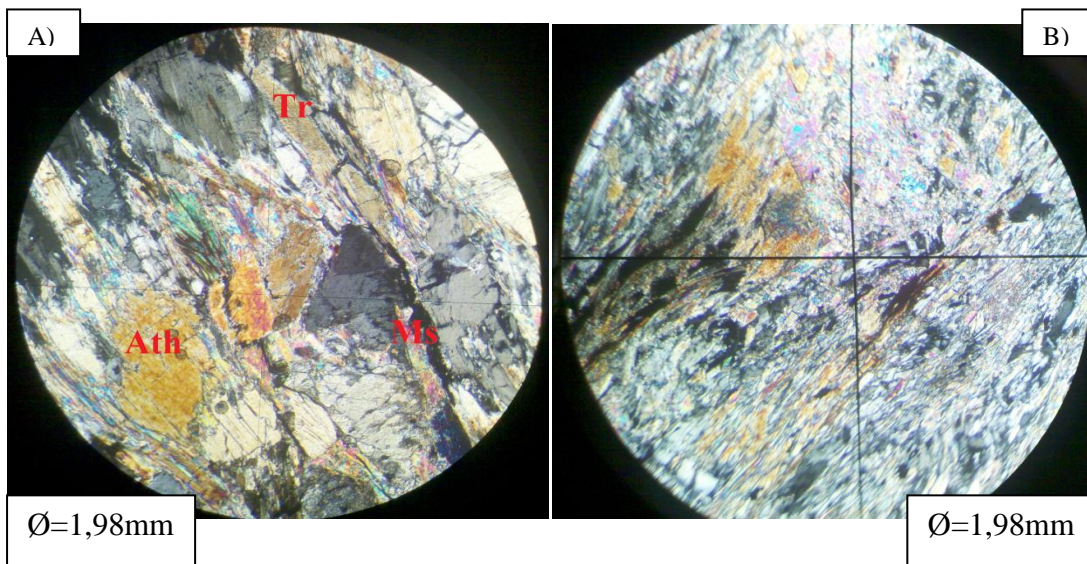


Fig. 17. (A) Textura nematoblástica marcada por tremolita e antofilita; (B) Grãos de menor tamanho da lâmina TJFX 134 mostrando maior grau de milonitização.

B) Metagrauvaca

São encontrados nessa litologia feldspatos, quartzo e micas, variando entre maiores valores biotita ou muscovita em cada amostra. As lâminas utilizadas para descrição dessa unidade são TJFX 71 - C e D. Em geral possuem 45 % de quartzo e 40% de feldspatos. Os outros 10% restantes é dividido de maneira diferente em cada amostra: na amostra TJFX 71 – C 12% são compostos por biotita e o restante são acessórios e em TJFX 71 – D, 8% são compostos por muscovita, 5% por clorita e os 2% restantes são acessórios.

Os feldspatos encontrados na amostra encontram-se intensamente alterados, com presença de grande número de inclusões e processos de saussuritização atuantes (Fig.18.A), com maclas quase ausentes. Os quartzos apresentam tanto extinção ondulante quanto zonada. Em alguns locais existem ocorrências de fitas de quartzo (quartzo ribbon).

A forma dos grãos é marcada por feldspatos subédricos e quartzo anédrico. Em TJFX 71 – C as biotitas são divididas em duas famílias, uma anédrica de provável origem pré-tectônica, e uma euédrica de origem sin a tardi-tectônica. Na lâmina TJFX 71 – D As muscovitas tem forma subédrica e as cloritas são anédricas. De forma geral todos os quartzos presentes nessas amostras têm menos de 0,5 mm, e os feldspatos chegam a 2 mm.

Quartzo:

São grão anédricos de granulação fina. Ocorrem de maneira predominante na amostra e possuem na maioria dos grãos extinção ondulada ou zonada. A textura quartzo ribbon também pode ser identificada em lâmina. Muitas vezes concentram-se e lâminas com ausência de feldspatos, mas ocorrem junto a esses minerais também.

Feldspatos:

Encontra-se com alterações em estado avançado, com grande número de inclusões e muitas vezes sendo afetado por processos de saussuritização. É o segundo mineral mais importante na composição da amostra e possui de forma geral forma subédrica. Variam de tamanho podendo ocorrer cristais de 0,2 mm a 2 mm.

Micas:

São grãos de forma geral subédricos, com ocorrência de biotitas euédricas. Ocorrem em menores quantidades da amostra e de forma indicam o sentido de maior estiramento mineral. Variações de pequeno tamanho das micas ocorrem em limites entre grãos ou como inclusões em alguns feldspatos.

Clorita:

Presentes em maiores quantidades na lâmina TJFX 71 – D e como acessórios em TJFX 71 – C, as cloritas têm em geral forma anédrica. Formam aglomerados de cristais marcados por extinção característica (Fig.18.B). Em geral tem coloração amarelada em luz polarizada.

Acessórios:

Em TJFX 71 – C ocorrem como acessórios muscovita, clorita e zircão (Fig.18.A), enquanto que em TJFX – D os acessórios são biotita e zircão.

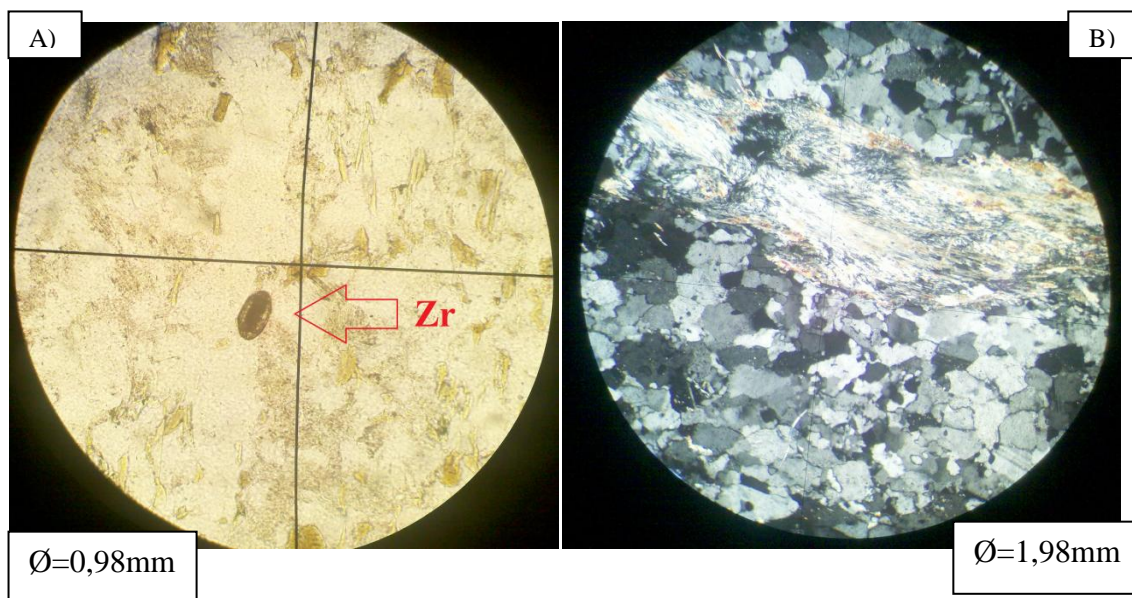


Fig. 18. (A) Aspectos gerais da amostra com destaque para um zircão indicado no centro da amostra e para feldspatos saussuritizados na porção inferior da imagem; (B) Presença de cloritas aglomeradas como pode ser visualizado na porção superior da imagem.

C) Granada Anfibolito

A amostra representativa dessa litologia é TJFX 143. Sua composição é hornblenda (35%), quartzo (30%), granada (20%), pigeonita (10%) e acessórios (5%). Apresenta foliação bem desenvolvida, com cristais de hornblenda determinando a direção de maior estiramento atribuindo uma textura nematoblástica (Fig.19.A). As granadas apresentam diversas inclusões e maior tamanho em relação ao restante dos cristais presentes marcando uma textura poiquiloblástica e porfiroblástica (Fig.19.B). A hornblenda tem forma subédrica, assim como o quartzo e o piroxênio. A granada tem forma anédrica. Minerais opacos tem presença relevante na amostra.

Quartzo:

O quartzo faz parte da porção mais fina da amostra e seus grãos não passam de 0,3 mm. Apresentam na maioria das vezes extinção ondulante. São encontrados como inclusão tanto em hornblenda quanto nas granadas.

Hornblenda:

São grãos subédricos com variação de tamanhos. Uma parcela dos cristais de hornblenda faz parte da porção mais fina da amostra e junto com a pigeonita determina a foliação. De forma geral tem 0,3 a 0,6 mm. Outra parcela compõem cristais maiores, que vão de 2 mm a 5 mm e também mostram-se orientados, podendo estar rotacionados e com sombra de pressão (Fig.19.C). Em alguns casos apresentam sombra de pressão marcada por quartzo fino.

Pigeonita:

São grãos finos que variam entre 0,2 mm e 0,6 mm. Apresentam-se fortemente estirados e compõem a parcela fina da amostra (Fig.19.D).

Granada:

Seu tamanho pode chegar a 1 cm e macroscopicamente da um aspecto mosqueado a rocha, dispostas como pequenas “manchas”. Microscopicamente apresentam inúmeras inclusões de todo outro tipo de mineral encontrado na rocha.

Acessórios:

Os minerais acessórios encontrados foram sericita e apatita.

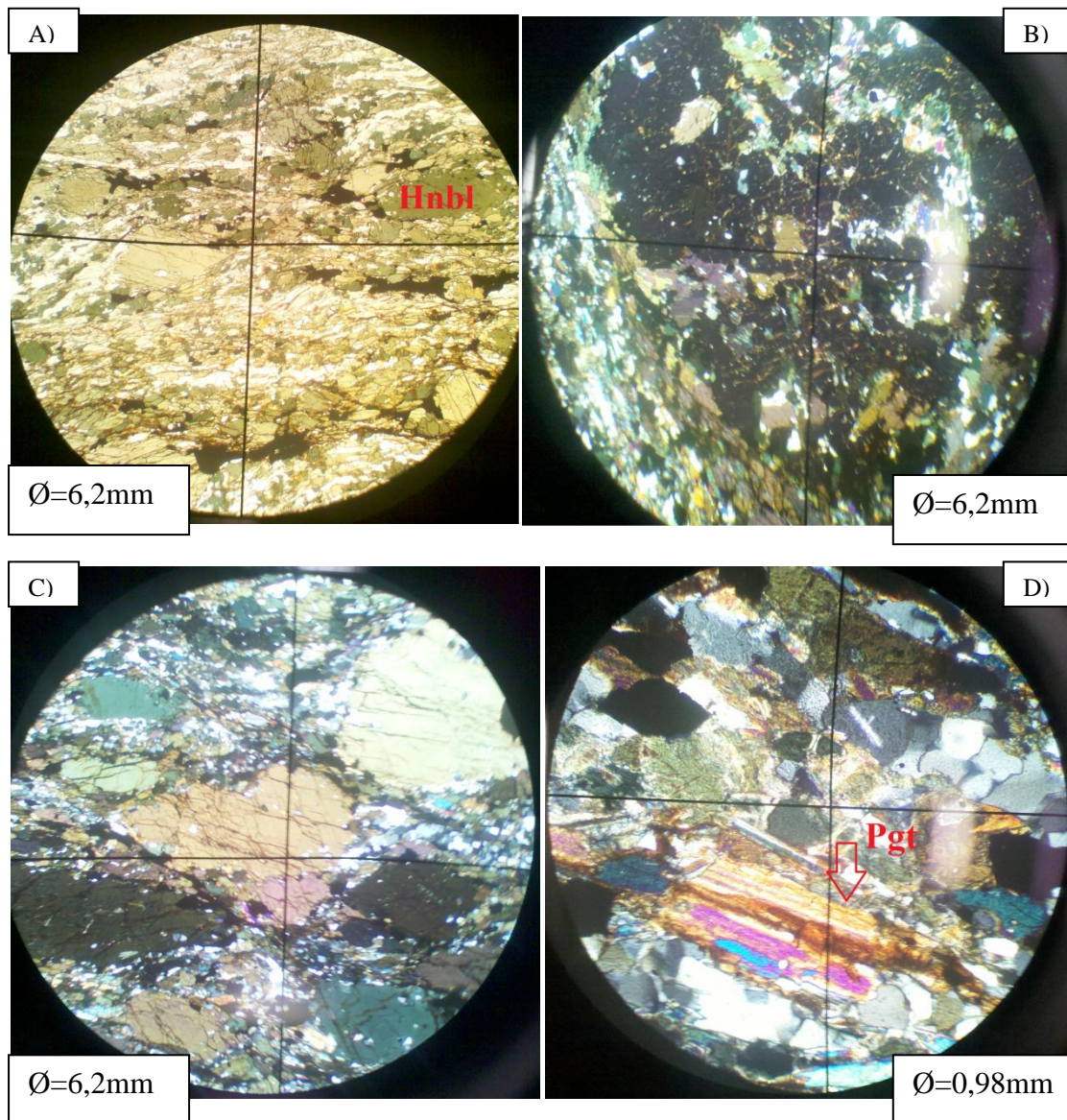


Fig.19. (A) Textura nematoblástica marcada por hornblenda e pigeonita orientadas; (B) Granada apresentando grande número de inclusões; (C) No centro um cristal de hornblenda com sobra de pressão marcada por quartzo fino; (D) Pigeonita junto a hornblenda e quartzo compondo a parcela mais fina da amostra.

5.4 Unidade IV- Granitos

Os granitos constituem parte significativa da área e intrudem as demais rochas carregando, muitas vezes, xenólitos destas. Em sua composição estão presentes quartzo (40%), K-feldspato (40%), plagioclásio (15%) e acessórios (5%). A lâmina TJFX 137 que representa uma amostra da porção menos deformada dos granitos, mais próxima ao centro da intrusão.

A granulação da rocha é variada, com feldspatos atingindo até 7 mm e grãos de quartzo com 0,1 mm, gerando uma textura inequigranular porfirítica. Não foram identificadas lineações de estiramento na amostra. Estruturas de intercrescimento são atestadas com a presença de mirmequitas e pertitas.

Quartzo:

Os grãos de quartzo têm em geral forma anédrica e seu tamanho varia entre 0,1 mm e 0,8 mm em média. Em alguns casos o quartzo apresenta extinção zonada (Fig.20.A) e podem ocorrer como inclusões em cristais de plagioclásio.

Feldspatos:

Os feldspatos potássicos estão presentes em maior quantidade na amostra, porém também estão presentes plagioclásios. As pertitas (Fig.20.B) ocorrem com frequência. As geminações polissintéticas do plagioclásio e microclinas nem sempre estão presentes, mas são identificáveis em alguns pontos da lâmina. Mirmequitas (Fig.20.C) mostram que houve atividade hidrotermal. De forma geral os feldspatos tem forma subédrica e variam entre 2 mm chegando a 7 mm.

Acessórios:

O mineral acessório de maior ocorrência na amostra são ripas de muscovita que marcam limite entre feldspatos (Fig.20.D) ou ocorrem como inclusões nestes.

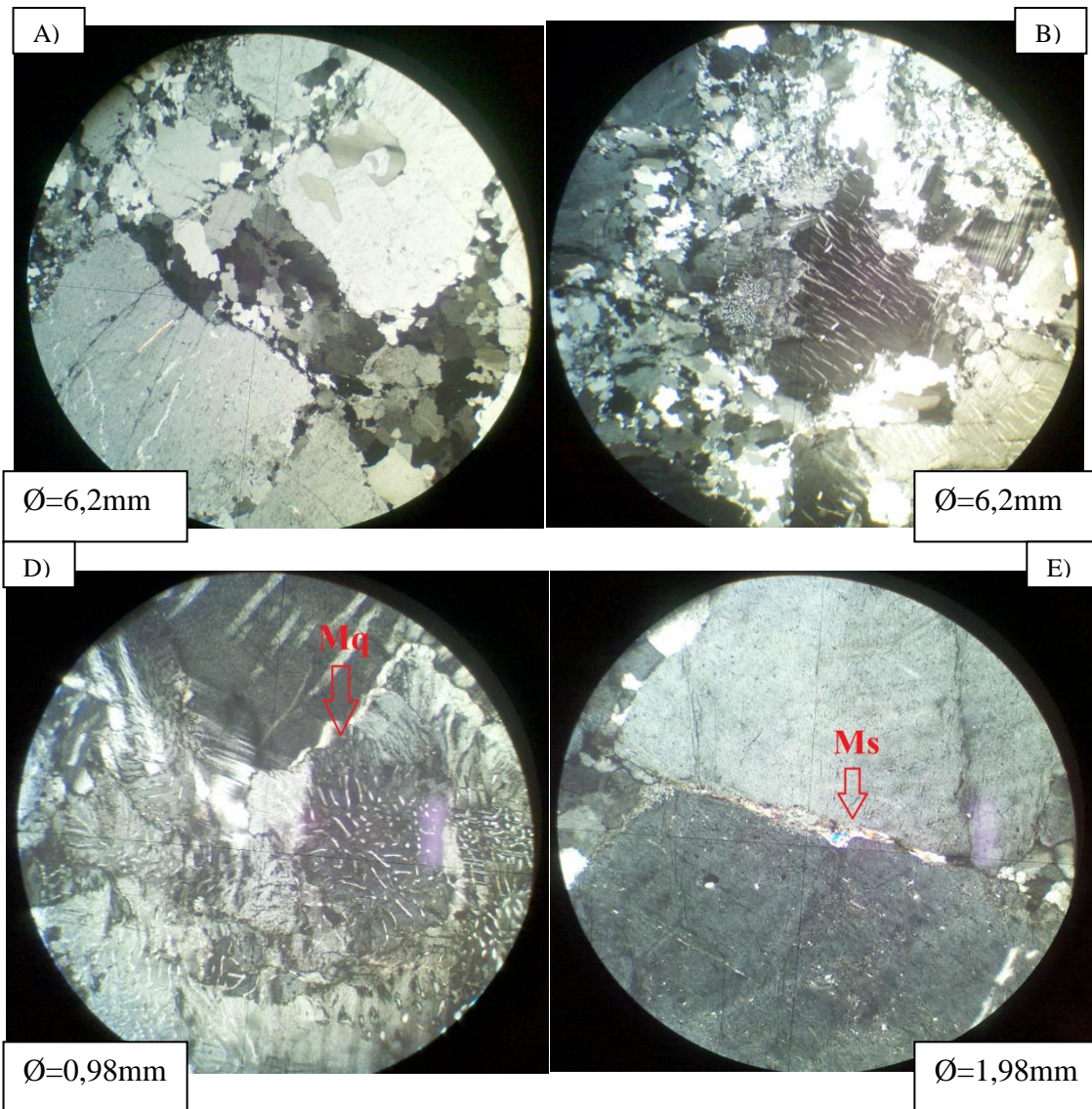


Fig.20. (A) Quartzto com extinção zonada; (B) No centro da figura, lamelas períticas; (C) Presença de mirmequitas em grande número na amostra; (D) Muscovita como acessório marcando o limite entre feldspatos.

GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste capítulo são abordados aspectos estruturais vistos em campo e correlacionados dentro do possível, com a bibliografia caracterizando eventos tectônicos presentes na área.

Como abordado no capítulo sobre geologia regional, existem zonas de cisalhamento de maior representatividade que marcam diferentes domínios. A área de estudo localiza-se ao lado da Zona de Cisalhamento Patos que possui direção E-W e determina a principal foliação encontrada nas rochas ali presentes (Fig.21). Essa foliação é marcada em grande parte por médios a altos mergulhos e as lineações são direcionais de baixo mergulho. Estão presentes rochas com diferentes graus de milonitização, associados à proximidade com as falhas. Na área também estão presentes falhas de sentido N-S e SW-NW menos expressivas.

Segundo abordado por Vauchez et al. (1995) os principais lineamentos da Província Borborema são marcadas por cinturões miloníticos bem desenvolvidos com diferentes temperaturas e geração. Como protólito desses milonitos têm-se gnaisses e granitoides do embasamento arqueano a paleoproterozóico, rochas metassedimentares e metavulcânicas das seqüências sedimentares proterozóicas e rochas intrusivas pré a sin-tectônicas.

Na área de estudo, são observados aspectos deformacionais nas rochas arqueanas a paleoproterozóicas, como: foliações, lineações e rochas de zona e falha. Os granitos encontrados na região apresentam forma estirada evidenciando que sua colocação é provavelmente sin tectônica.

6.1 Eventos deformacionais

As datações efetuadas por Silva et al. (1997) mostram uma idade de 2,54 Ga para os ortognaisses tonalíticos intrusivos e pertencentes ao Complexo Granjeiro. Tais rochas, juntamente aos ortognaisses TTG e ortognaisses Aurora foram intensamente afetadas pelo ciclo brasileiro, no caso pela atuação da Zona e Cisalhamento Patos do Neoproterozóico.

Devido a sua forte influência da Zona de Cisalhamento Patos nas rochas da área, as foliações ali encontradas são correlatas a essa atividade, com apenas ocorrências restritas de foliações relacionadas a eventos deformacionais dúcteis rúpteis posteriores.

Dessa forma, assume-se que na área são identificáveis dois eventos deformacionais: (Dn) relacionado à Zona de Cisalhamento Patos e (Dn+1) relacionado a falhas com sentido SW-NE e SE-NW.

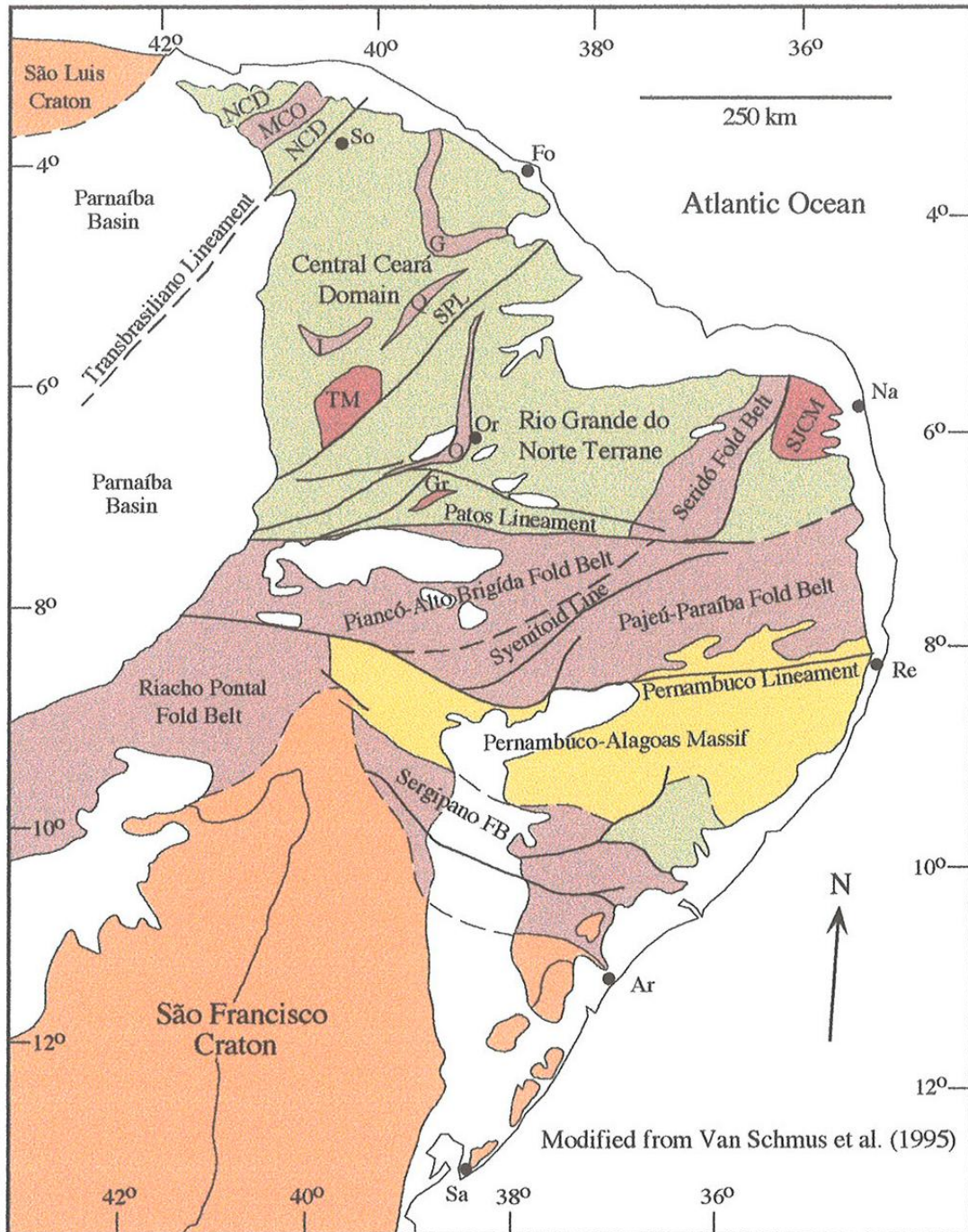


Fig.21. Esquema das principais zonas de cisalhamento e blocos presentes na Província Borborema (Fetter, 1999 modificado de Van Schmus et al., 1995).

6.2 Evento deformacional Dn

Esse evento é o de maior recorrência na área e afeta todos litotipos cartografados. Caracteriza-se por uma foliação (S_n) de direção E-W com médio a alto mergulho variando para N-S. As lineações (L_n) tem baixo mergulho e são direcionais o que ajuda a evidenciar um caráter transcorrente relacionado à atividade da Zona de Cisalhamento Patos.

Em campo, as estruturas são marcadas por um forte estiramento mineral dado por biotita e anfibólio nos gnaisses e, muscovita e anfibólio nas rochas do Complexo Granjeiro. No *augen* Gnaiss Aurora, observa-se no plano X/Z do elipsoide de deformação feldspatos potássicos assimétricos marcando o sentido do deslocamento (Fig.22.A).

Outros indicadores cinemáticos como dobras de arrasto (Fig.22.B), sigmoides de quartzo e dobras assimétricas foram utilizados na reconstituição do movimento dos blocos na área. Uma foliação pouco desenvolvida de crenulação é observada nos tremolita-antofilita xistos. Nos anfibolitos e granada anfibolitos observam-se anfibólios pré-metamórficos rotacionados com sombra de pressão marcada por quartzo.

Extinção ondulante e bandas de deformação no quartzo mostram uma recristalização dinâmica sin-Dn.

Tanto nas rochas pertencentes ao Complexo Granjeiro quanto nos gnaisses não existe rompimentos de bandas ou feições rúpteis com sentido E-W mostrando um caráter essencialmente dúctil da zona de cisalhamento.

Eixos de dobra (Fig.22.C) obedecem ao mesmo sentido e mergulho da lineação (L_n) variando o caimento da charneira para leste e oeste. Tal característica em soma ao fato de existirem lineações de mergulhos levemente maiores do que os padrões da área podem sugerir a presença de rampas transcorrentes obliquas e mesmo grandes sobras em bainha.

Regionalmente a zona de cisalhamento obedece a um padrão dextral. Os granitos têm presença significativa na área e sua forma alongada reflete a influência no mesmo do evento deformacional Dn. O centro dos corpos graníticos mantém-se preservados com estiramento mineral/deformação plástica quase ausente, no entanto nas proximidades do contato com outras rochas apresentam forte estiramento.

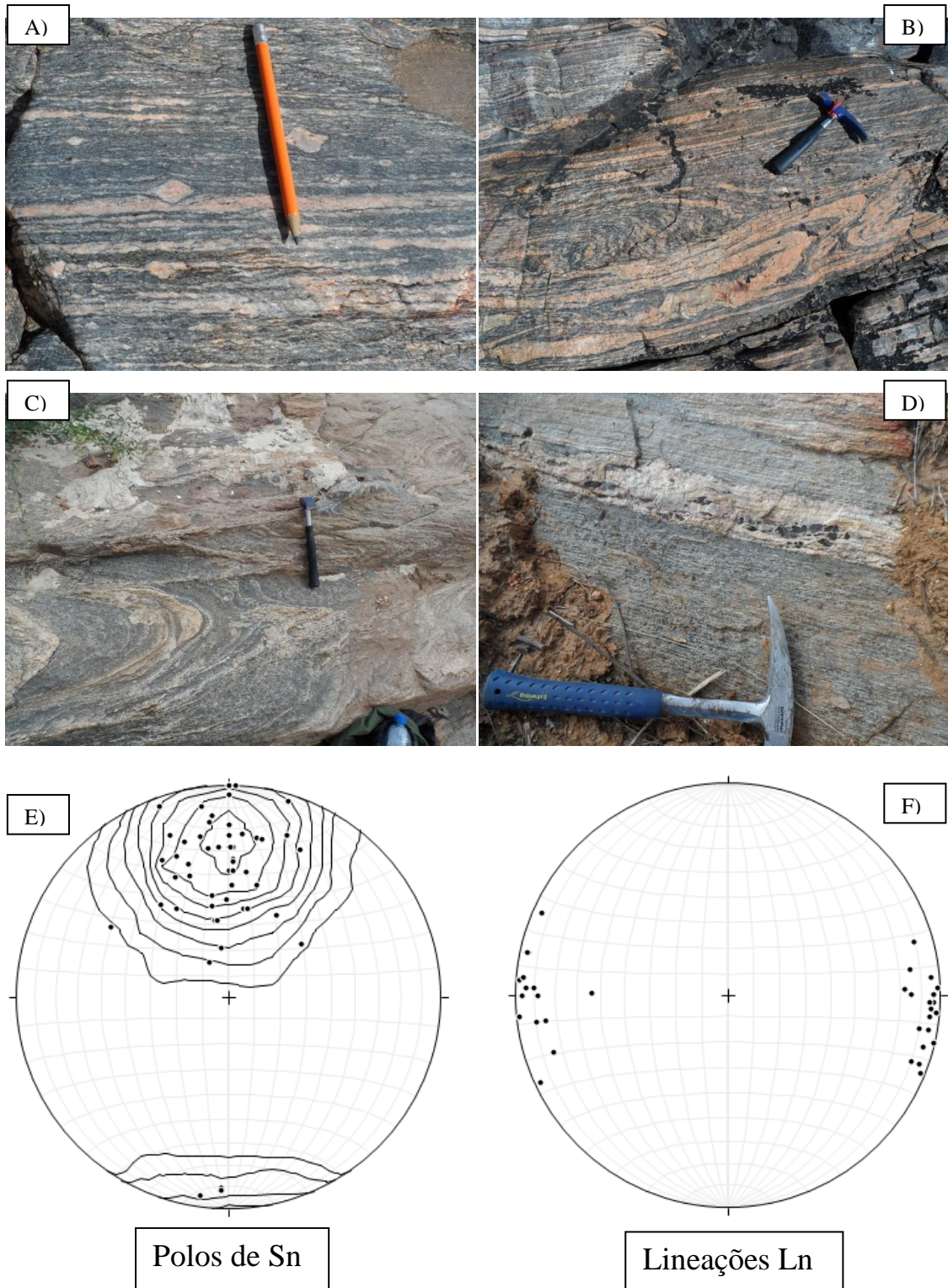


Fig.22. (A) Feldspatos potássicos com textura *augen* em gnaisses fortemente deformados; (B) Dobras de arrasto marcando o sentido dextral do movimento do cisalhamento; (C) Eixo de dobra em gnaisse; (D) Maior estiramento mineral relacionado a proximidade com as zonas de cisalhamento. A figura (E) mostra um estereograma de frequência dos polos das foliações S_n e na figura (F) visualiza-se o principal sentido E-W das lineações L_n contidas no plano S_n, ambos mostrando o caráter direcional da deformação em zona transcorrente. A coordenada UTM das figuras (A) e (B) é 0500020/9234461, da figura (C) é 0503883/9232457, e da figura (D) é 0500132/9233834.

Nas proximidades das falhas, observa-se um aumento do mergulho das camadas, chegando a 90°, tal como um estiramento dos minerais mais expressivo (Fig.22.D). Nas regiões mais distais os mergulhos variam de baixo a médio, especialmente nas rochas do complexo granjeiro. Essa mesma característica pode ser observadas nas proximidades das intrusões graníticas.

6.3 Evento deformacional D_{n+1}

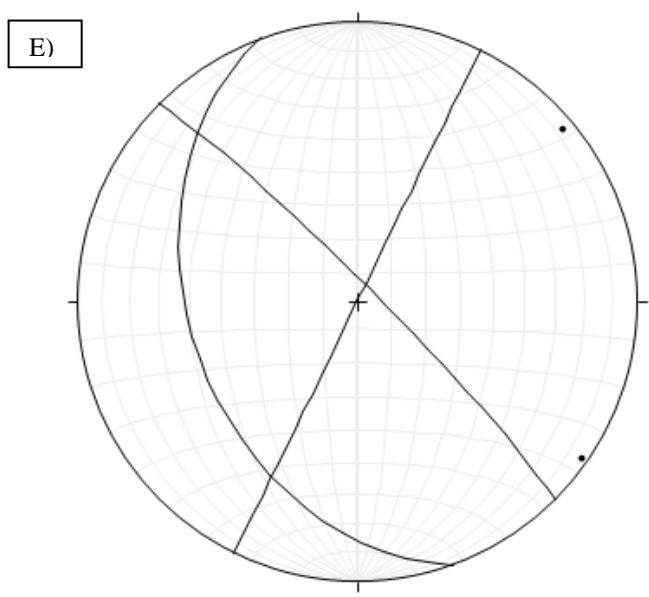
Esse segundo evento é marcado por falhas transcorrentes de regime dúctil rúptil com sentido SW-NE e SE-NW. Diferentemente do evento D_n , as estruturas geradas por esse evento limitam-se a planos de falha marcados por rompimento parcial de bandas gnáissicas (Fig.23.A). Como esse rompimento sobrepõem a foliação S_n , admite-se que essa estrutura foi gerada posteriormente (Fig.23.B).

Essas estruturas geradas em D_{n+1} tem caráter transcorrente dextral, como pode ser observado pelo deslocamento das bandas gnáissicas (Fig.23.C). Regionalmente essas falhas são expressivas e conectam as principais zonas transcorrentes com sentido E-W formando formas análogas sigmóides em escalas regionais. Essas características podem relacioná-las com as zonas de cisalhamento geradas em D_n e indicar possíveis reativações dessa estrutura posteriores em regimes de P-T mais superficiais.

Em escala microscópica, não foram identificados minerais com formação relacionada a esse evento. Em alguns locais as rochas mostram uma foliação levemente deslocada por conta da ação de D_{n+1} .

Juntas e fraturas encontradas na região tem o mesmo sentido das estruturas relacionadas ao evento D_{n+1} (Fig.23.D).

De forma geral, todas as estruturas bem desenvolvidas na área relacionam-se a Zona de Cisalhamento Patos, tornando difícil identificação de estruturas anteriores.



Principais planos de falha e estrias de D_{n+1}

Fig.23. Bandas gnáissicas rompidas em regime rúptil dúctil (A), foliação S_n sendo sobreposta pela falha do evento D_{n+1} (B), deslocamento de banda gnáissica evidenciando movimentação dextral (C) e juntas com direção semelhante as estruturas geradas em D_{n+1} . Na figura D estão representadas como planos as principais falhas que marcam esse regime estrutural e como pontos estão representadas possíveis lineações geradas nesse evento. A cordenada UTM das imagens (A) e (B) é 0506287/9232743, e das imagens (C) e (D) é 0502742/9240657.

6.4 Aspectos microestruturais

Neste item serão apresentadas as características microscópicas mineralógicas que possam auxiliar na interpretação de aspectos relativos à deformação das rochas e das condições de pressão e temperatura da ocorrência destas. Além disto, com esses dados pretende-se obter mais informações para a interpretação dos eventos estruturais relativos à área.

As principais microestruturas foram observadas nas lâminas TJFX 66 (coordenada UTM 0506287 / 9232743), TJFX 113 (coordenada UTM 0503416 / 9236415), TJFX 127 (coordenada UTM 0503906 / 9233832), TJFX 118 A e B (coordenada UTM 0504381/9238674) pertencentes ao Gnaisse Aurora; TJFX 71 - C,D e M (coordenada UTM 0502027 / 9241747) pertencentes a metagrauvaca, TJFX 143 (coordenadas UTM 0501136 / 9241207) pertencente ao granada anfíbolito e TJFX 134 (coordenada UTM 0502734 / 9240981) pertencente ao tremolita-antofilita.

A) Sombra de pressão

Caracteriza-se como franjas de quartzo formado ao redor do mineral concentrando-se nas laterais, marcando a direção do movimento. No caso em questão essas sombras de pressão estão concentradas ao redor de feldspatos do tipo *augen* encontrados na lâmina TJFX 127 (Fig.24.A), e em granadas e porfiroblastos de anfíbólio na amostra TJFX 143.

B) Minerais rotacionados

Os minerais encontrados em algumas das lâminas apresentam-se levemente rotacionados mostrando que sua origem é pré-tectônica e marcando também a principal lineação de estiramento. As lâminas que contém essa feição são TJFX 143, TJFX 134 (Fig.24.B).

C) Deformação intracristalina

É evidenciada pela presença de cristais de quartzo com extinção ondulante. Desenvolve-se em baixa temperatura em regime plástico, e marca a movimentação dos defeitos intracristalinos. Esta presente nas lâminas TJFX 71- C e D, TJFX 143.

D) Deformação mecânica

Cristais de plagioclásio com geminação irregular evidenciam esse mecanismo de deformação. As lâminas que contém essa feição são TJFX 66, TJFX 137, TJFX 113, TJFX 137.

E) Bandas de deformação

É marcada por uma extinção zonada dos grãos de quartzo. Trata-se de um mecanismo transicional entre extinção ondulante e limite de sub-grãos. Estão presentes em TJFX 66, TJFX 71 – C e D, TJFX 113, TJFX 118 – A.

F) Quartzo Ribbon

Trata-se de grãos de quartzo estirados, lenticulares gerados por cisalhamento. O eixo c geralmente é perpendicular ao alongamento e o quartzo tem extinção ondulante podendo se recrystalizar em grãos menores. É encontrado na lâmina TJFX 71 – D (Fig.24.C).

G) Quartzo recrystalizado

Grãos de quartzo de dimensões inferiores aos demais encontrados na lâminas, com forma anédrica marcam essa textura. Evidenciam eventos dinâmicos onde ocorreu a recrystalização do mineral. Pode ser visto nas lâminas TJFX 66, TJFX 71 – D, TJFX 118 - B, TJFX 143 e TJFX 127.

H) Crenulação

Através das tensões aplicadas em uma rocha podem ser geradas dobras que, em escalas microscópicas, são refletidas na forma de microdobras chamadas de crenulação. Na amostra TJFX 71 – M essa textura pode ser observada com a orientação de anfibólios (Fig.24.D).

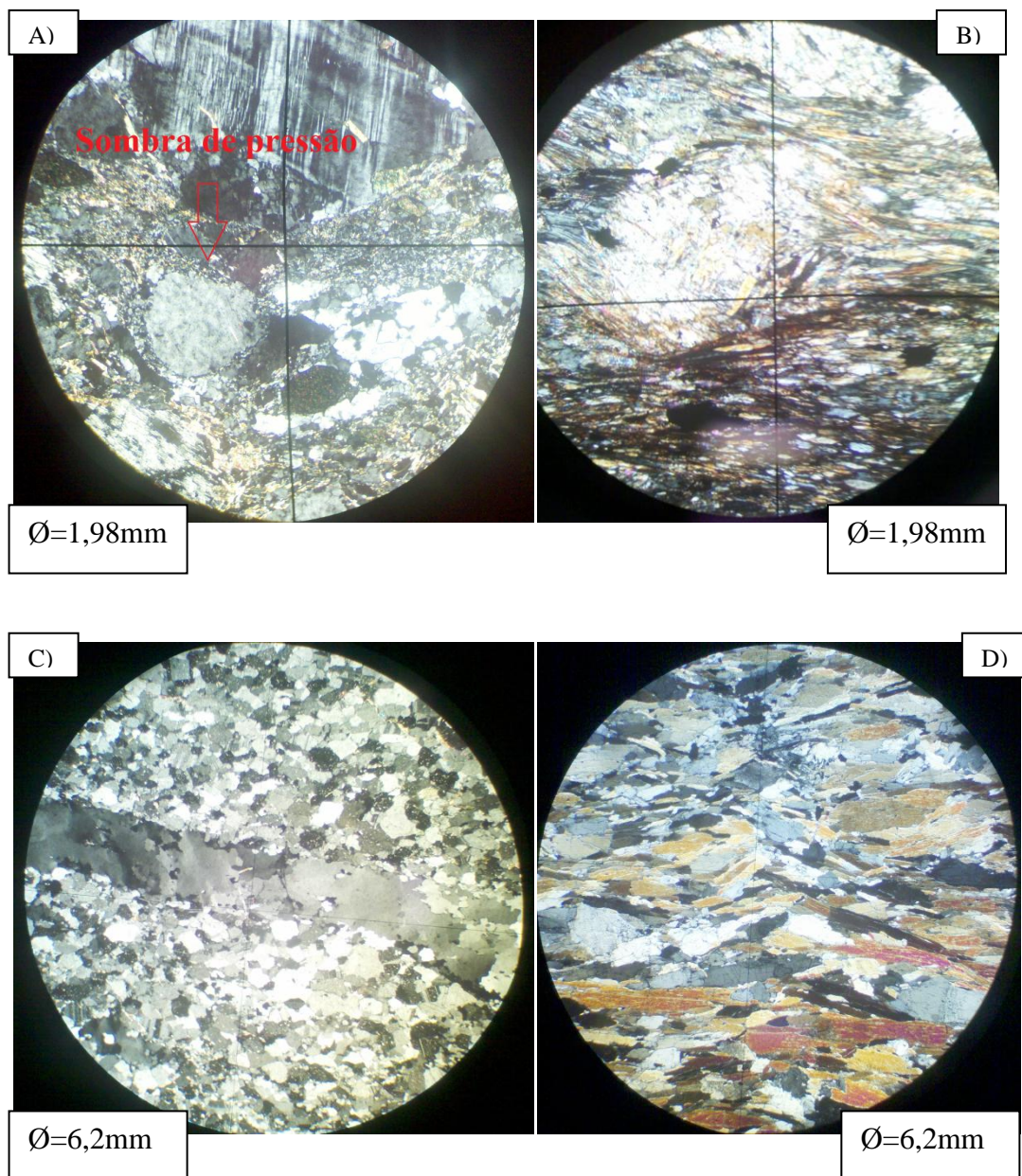


Fig.24. Sombra de pressão no gnaiss com textura *augen* marcado por quartzo na lâmina TJFX 127 (A), rotação mineral no tremolita-antofilita xisto na lâmina TJFX 134 (B), quartzo ribbon na lâmina TJFX 71 – D (C) e desenvolvimento de crenulação marcada por anfibólios na lâmina TJFX 71 – M (D).

6.5 Evolução tectonometamórfica

Com as informações obtidas na análise petrográfica e com os dados estruturais é possível estabelecer a evolução tectônica e metamórfica da área. No evento deformacional D_n têm-se associado uma fase metamórfica M_n onde foi gerada a foliação S_n. A avaliação destes foi feita com base nas texturas encontradas nas rochas e pela correlação de estruturas deformacionais, com aparecimento de novos minerais e deformação destes.

O primeiro evento M_n trata-se de um metamorfismo dinâmico e é caracterizado por falhas de caráter dúctil, que geraram a foliação S_n de caráter milonítico dominante nas rochas da região. O desenvolvimento da foliação milonítica varia de acordo com a proximidade às principais zonas de cisalhamento, ou seja, em locais mais distantes dessas zonas a deformação é refletida por estiramento mineral pouco desenvolvido, evoluindo para textura do tipo *augen* em gnaisses a um estiramento mineral avançado com granulações finas em regiões próximas dessas zonas. Alguns minerais encontram-se rotacionados com presença de sombras de pressão, mas em nenhuma lâmina foram observados resquícios de uma foliação anterior, mostrando que esse evento metamórfico relacionado à Zona de Cisalhamento Patos de idade neoproterozóica apagou evidências de quaisquer eventos anteriores nas rochas da região que, no caso do Complexo Granjeiro, tem idades que apontam a origem arqueana.

Falhas de direção SE-NW e SW-NE marcam um segundo evento de caráter dúctil-rúptil. Bandas gnáissicas parcialmente rompidas são principais evidências das condições mais rasas de P-T em que ocorreu esse processo.

A colocação abrupta de ortognaisses migmatizados que evidenciam condições metamórficas da transição da fácies anfíbolito superior para granulito ao lado da sequência do Complexo Granjeiro, de fácies metamórficas na transição xisto verde a anfíbolito não foi reconhecida em campo e não pôde ser reconstituída.

As rochas da área apresentam indícios de atividade magmática sin e pós metamórficas com veios pegmatíticos que são dispostos em alguns pontos concordantes com a foliação regional e em outros pontos cortando a foliação.

Gnaisses silicificados presentes na parte centro-norte da área dão indícios da atividade de fluidos hidrotermais.

Embora os mapas previamente elaborados apontem para um bloco do ortognaisses TTG na parte sul da área em contato com os Gnaisses Aurora, não foram obtidos dados em campo que evidenciem a presença dessa rocha nessa região levando em conta que a composição granítica granodiorítica desses gnaisses manteve-se relativamente constante nos pontos levantados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização da bibliografia relacionada à área, o mapa geológico em escala 1:500.000 da folha Jaguaribe-SE elaborado pela CPRM (Santos et al., 2000) e imagens de satélite Landsat ETM+ foi elaborado um pré mapa para utilização em campo.

As rochas encontradas na área, após as descrições petrográficas foram separadas em quatro principais unidades contendo diferentes litologias: Unidade I (P γ): de maior expressão na área, é composta por gnaisses de composição granítica a granodiorítica com porções migmatizadas, e com intercalações com anfibolitos com horblenda dominante; Unidade II (A γ): composta por ortognaisses de composição TTG com ocorrências de migmatitos encontrada na parte norte da área; Unidade III (N γ i) Granitos sin a tardi-tectônicos com forma alongada que carregam xenólitos das outras litologias da área; Unidade IV (Ag): Complexo Granjeiro, representada por metagrauvacas ricas em quartzo e feldspato, biotita xistos, granada anfibolitos, tremolita-antofilita xistos e quartzitos. Todas as rochas da área são afetadas por zonas de cisalhamento apresentando quase sempre algum grau de milonitização. O contato entre o Gnaisse Aurora (A γ) e as rochas do Complexo Granjeiro e os ortognaisses TTG é marcada por uma zona de cisalhamento ao norte da área. Já o contato entre os ortognaisses TTG e o Complexo Aurora não é claro e representa um contraste entre fácies metamórficas. Os granitos intrudem todas as unidades presentes na área.

A atividade do ciclo Brasileiro/Pan-Africano teve grande influência na área e é o último registro da atividade tectônica encontrado na área. Embora seja reconhecido um evento metamórfico Mn, não foi possível estabelecer se o metamorfismo ocorrido na área foi monocíclico ou policíclico. Porém o evento Mn dá indícios de uma atividade polifásica, com uma fase caracterizada por um regime dúctil de maior profundidade e uma segunda fase envolvendo uma provável atividade tardia de caráter dúctil-rúptil. Supõe-se que ambos os eventos deformacionais pertencem a atividade do mesmo ciclo metamórfico pela correlação entre as falhas SE-NW e SW-NE com as principais zonas transcorrentes E-W formando conexões entre estas. A razão do sentido do movimento ser diferente do principal E-W, pode ser devido às condições mais rasas deste último que, por um mecanismo de alívio de tensões, pode ter gerado falhas “secundárias” relacionadas a atividade das falhas transcorrentes Dn(Fig.25).

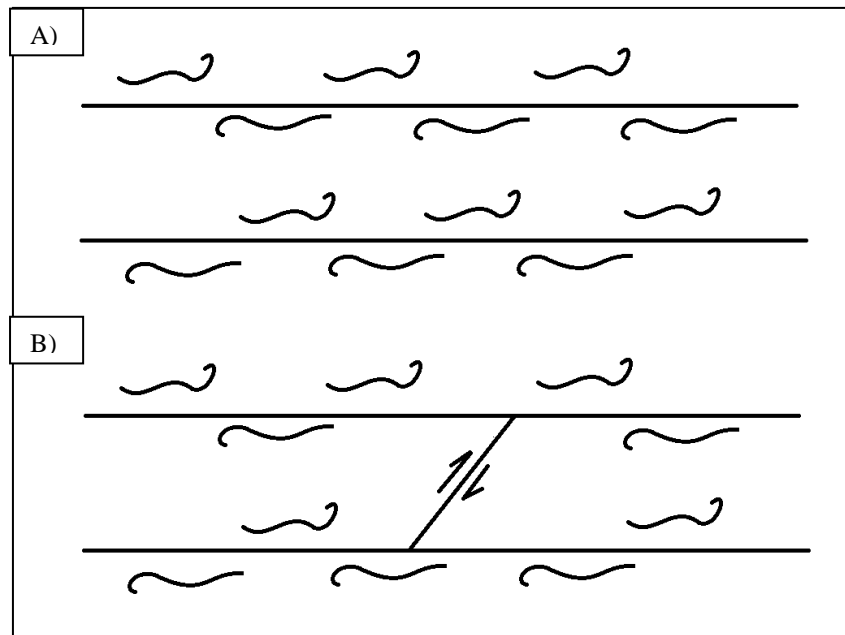


Fig.25. Desenho esquemático dos eventos deformacionais em escala regional. (A) Atividade das zonas de cisalhamento em um processo de metamorfismo dinâmico com a geração de milonitos em regime dúctil; (B) Reativação das falhas tardi-tectônica com geração de falhas secundárias dúcteis rúpteis conectando as principais zonas de cisalhamento por alívio de tensões.

Para um avanço nos conhecimentos da área são necessários dados geoquímicos e geocronológicos que possibilitem definir a natureza das rochas da região a fim de correlacioná-las com outras porções mais afastadas da influência da zona de cisalhamento Patos, podendo assim restabelecer os eventos tectônicos anteriores ao evento principal da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archanjo C.J. & Fetter A.H. 2004. Emplacement setting of the granite sheeted pluton of Esperança (Brazilian Orogen, Northeastern Brazil). *Precambrian Research*, 135:193-215.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H., 2003. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Mapa Geológico 1:2.500.000. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 692 p.
- Caby, R., 1989. Precambrian terranes of Benin-Nigeria and northeast Brazil and the Late Proterozoic south Atlantic fit. *Geological Society of America Special Paper* 230: 145-158p.
- Censo Populacional 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (29 de novembro de 2010).
- Dantas, E. L., Van Schmus, W. R., Hackspacher, P. C., Fetter, A. H., Brito Neves, B. B., Cordani, U. G., Nutman, A. P. & Williams, I. S. The 3.4-3.5 Ga São José do Campestre massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. *Precambrian Research*, 130: 113-137. 2004p.
- Dantas, E.L., Cordani, U.G., Van Schmus, R.W., Hackspacher, P.C., Brito Neves, B.B., Nutman, A.P., 1995. Terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do maciço Caldas Brandão na Província Borborema. In: *Simp. Geol. Nordeste*, 16, Atas... Recife, SBG. v. 2vp: 423-427p.
- Dantas, E.L., 1997. Geocronologia U-Pb e Sm-Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil. Instituto de Geociências, Unesp – Rio Claro – SP, Tese de Doutorado.
- Davison, I.; Santos, R. S. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano belt, NE do Brasil, during the brasiliano orogeny. *Precambrian Research*, v.45: 319-342p.

- Fetter, A.H., 1999. U/Pb and Sm/Nd Geochronological constraints on the crustal framework and geological history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications goes the assembly of Gondwana. University of Kansas, Thesis of Doutorado, 164 p.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. Manual técnico da vegetação brasileira. Departamento de recursos naturais e estudos ambientais IBGE, Rio de Janeiro.
- Golfari, L., Caser, R.L., Moura, V.P.G., 1978. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Belo Horizonte: PRODEPEF, 86p.
- Gomes, J.R.C., Ferreira, C.A., and Vasconcelos, A.M., 1988, O terreno Granjeiro e sua evolução policíclica no contexto da Província Borborema. XL Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, Anais.
- Jardim de Sa, E.F. 1994. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana. Brasília. 804 p.
- Jardim de Sa, E.F., Macedo, M.H.F., Fuck, R.A., Kawashita, K., 1992. Terrenos proterozóicos na Província Borborema e a margem norte do Craton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc., 22: 427,480p.
- Mello, M.O. de A., 1973. Ecologia da Bahia e o reflorestamento. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DA BAHIA, 1. Salvador: Secretaria da Agricultura, 45-118p.
- Osako, L.S.; Castro, D.L.; Fuck, R.A.; Castro, N.A.; Pitombeira, J.P.A., 2011. Contribuição de uma seção gravimétrica transversal ao estudo da estruturação litosférica na porção setentrional da Província Borborema, NE do Brasil. Ver. Bras. Geof. Vol.29 nº2-São Paulo
- Pearce, J. A., 1996. A user's guide to basalt discrimination diagrams. In: Wyman, D. A. (ed.) Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, 79–113p.

- Santana, E.W., 2009. Caderno regional da sub-bacia do Salgado. INESP, Fortaleza – CE.
- Santos, E.J., Ferreira, C.A., 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Jaguaribe SE, Folha SB.24-Z. Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Escala 1:500.000., CPRM, Brasília.
- Santos, E. J., 1995. O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema. São Paulo, Tese de Doutorado, USP, 219p.
- Santos, E.J., 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrecionária na Província Borborema. In: Cong. Bras. De Geologia. 39, Anais SBG, Salvador, 6:47-50p.
- Santos, E.J. dos & Medeiros, W.C., 1999. Constraints from granitic plutonism on Proterozoical crust growth of the zone Transversal Domain Borborema Province, NE Brazil. *Rev. Bras. Geoc.* 29(1)73-84p.
- Silva, W.J., N. Abrahamson, G., Toro, Costantino, C., 1997. Description and validation of the stochastic ground motion model. Submitted to Brookhaven National Laboratory, Associated Universities, Inc. Upton, New York.
- Silva L.C., Armstrong R., Noce, C.M., Carneiro, M.A, Pimentel, M.M., Pedrosa-Soares A.C., Leite C.A., Vieira V.S., Silva M.A., Paes, V.J.C., Cardoso Filho, J.M., 2002. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros, com base em novos dados U-Pb SHRIMP, Parte II: Orógeno Araçuaí, Cinturão Mineiro e Cráton São Francisco Meridional. *Rev. Bras. Geoc.* 32: 513-528p.
- Toteu, S.F., Van Schmus W.R., Penaye J., Nyobe J.B., 1994. U-Pb and Sm-Nd evidence for Eburnian and Pan-African high-grade metamorphism in cratonic rocks of southern Cameroon. *Precambrian Res.* 67:321-347p.
- Trompette, R., 1994. Geology of western Gondwana, Pan-African/Brasiliano aggregation of South America and Africa. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 350p.

- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P.C., Babinski, M., Fetter, A., Dantas, E., 1995b. Neoproterozoic and late Mesoproterozoic sedimentary and volcanic sequences in the Borborema Province, NE Brazil. In: Simp. Geol. Nordeste, 16, Recife, SBG. v. 2: 391-393p.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P., Babinski, M., Fetter, A.H., Dantas, E. L., 1997. Application of U-Pb and Sm-Nd geochronology to understanding the geotectonic history of the Borborema Province, NE Brazil and its implications for the evolution of West Gondwana. In: South American Symposium on Isotope Geology.
- Vauchez. A, Neves, S., Caby, R., Corsini, M., Egydio-Silva, M., Arthaud, M., Amaro, V., 1995. The Borborema shear zone system, NE Brazil. J. South Amer. Earth Sc., 8 (3/4):247-266p.