



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
CURSO DE GEOLOGIA

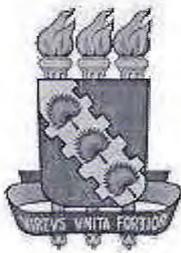
**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**FRANCISCA ROBÊNIA FERREIRA SOARES  
ÚRSULA TEIXEIRA DE SOUZA**

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA QUADRÍCULA À LESTE DE CARIDADE,  
Folha SB-24-V-B-III, CANINDÉ – CE.**

FORTALEZA

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
CURSO DE GEOLOGIA

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA QUADRÍCULA À LESTE DE CARIDADE,  
Folha SB-24-V-B-III, CANINDÉ – CE.**

FRANCISCA ROBÊNIA FERREIRA SOARES  
ÚRSULA TEIXEIRA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Christiano Magini

Monografia de Graduação apresentada à  
Universidade Federal do Ceará, como requisito para  
obtenção do grau de Geólogo.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Central do Campus do Pici

- 
- S654m Soares, Francisca Robênia Ferreira.  
Mapeamento geológico da quadrícula à leste de Caridade, Folha SB-24-V-B-III, Canindé-CE / Francisca Robênia Ferreira Soares, Úrsula Teixeira de Souza. – 2014.  
71 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Fortaleza, 2014.  
Orientação: Prof. Dr. Christiano Magini
1. Geociências. I. Souza, Úrsula Teixeira de. II. Título.

CDD 551

FRANCISCA ROBÊNIA FERREIRA SOARES  
ÚRSULA TEIXEIRA DE SOUZA

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA QUADRÍCULA À LESTE DE CARIDADE,  
Folha SB-24-V-B-III, CANINDÉ – CE.**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Geólogo.

Aprovada em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Christiano Magini (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto (Membro)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof.<sup>a</sup> Msc. Tereza Falcão de Oliveira Neri (Membro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*Aos nossos familiares e amigos,*

**DEDICAMOS.**

*Um mineral é uma coisa fascinante,  
Pelo menos para mim,  
Em sua ordenada estrutura,  
Há um mundo de misteriosa história (mistério).  
Os segredos que aí estão contidos,  
De intermináveis tempos passados muito antes do latim  
(muito antes do cansim)  
E fiéis a sua grande memória  
Estão sendo aprendido por fim.  
A cada ano usando novas técnicas  
Ou um aparelho novo,  
Tornamos nosso conhecimento mais completo,  
Nossos dados mais precisos.  
Mas não permitimos que ao tentar resolver  
Um mistério mineral  
Esqueçamos que eles são uma parte  
Da história natural.  
Nem em nossa busca por um detalhe (inabitual)  
Quando sondamos uma ideia desconhecida,  
Esquecer que cada mineral  
Tem sua própria beleza desmedida.  
Com o progresso da tecnologia  
Cada ano vê novas máquinas alvissareiras  
Que tentam copiar a natureza  
Por meio de sofisticadas maneiras  
Mas embora todos esses métodos modernos  
Nós não temos como competir por nenhum viés  
Com o mundo da beleza ordenada  
Que existe sob os nossos pés”.*

*Cornelius. S. Hurlbut.*

*A vida é cheia de horsts e grabens,*

*keep Calm, keep mapping...*

## AGRADECIMENTOS

Robênia Soares

Aqui deixo meus agradecimentos as principais pessoas que me ajudaram durante essa jornada de muitas dificuldades, todavia, com muitas vitórias.

Agradeço primeiro a Deus, por ser o maior motivo dos meus esforços, pois creio nos grandes planos que Ele tem na minha vida.

Agradeço à minha linda família, por me apoiar durante essa importante etapa da minha vida. Obrigado mãe e pai por tudo, amo vocês incondicionalmente. Agradeço ao meu grande diretor, professor Teta pelas oportunidades que me permitiram estar aqui nesse curso e a todos os meus familiares, irmãos, cunhados, sobrinhos, meus tios, tias, avós e primos.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Geologia–UFC, pelos ensinamentos que me deram ao longo do curso.

Agradeço às minhas amigas/irmãs, Ursula, Darly e Debinha pela vida que vivemos nestes 5 anos, que Jah nos conceda pelo menos mais 50 anos de união. Jah Bless!

Agradeço a toda minha turma 2013.2 por todos os momentos de alegrias e discussões nos quais nos fizeram a amadurecer.

Agradeço também aos meus grandes amigos Jair (Bodão), Allan, Aginaldo (Naldim), Diones (Bigude), Nico Wille, Thalles e Italo por toda força no relatório e na vida!

Agradeço a Geologia por me mostrar que é além de uma ciência, um estilo de vida.

Por fim, OBRIGADO A TODOS!

Úrsula Texeira

“Sonho parece verdade quando a gente esquece-se de acordar”. Hoje, depois de uma longa batalha, sou geóloga. E ser geóloga é muito mais do que ser uma cientista da terra. Ser geóloga é um estado de espírito. Ser geóloga é ser desbravadora, forte, paciente e principalmente ser observadora. Eu aprendi a ser observadora. O detalhe de cada coisa, a conexão entre tudo o que existe, os ciclos da natureza, as voltas da vida, entre outros. Aprendi a observar e compreender cada momento. Compreender que cada momento é único e que esse momento, o da minha formatura, é ímpar! E nada disso eu conseguiria sozinha. Minha terna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.

Agradeço primeiro a Deus, por ser o maior motivo dos meus esforços, pelo seu infinito amor, pois creio nos grandes planos que Ele tem na minha vida.

Agradeço à minha linda família, por me apoiar durante essa importante etapa da minha vida. Obrigado mãe e pai, por não medirem esforços para minha formação intelectual e pessoal,

pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim, pela simplicidade, exemplo, amizade, e carinho, fundamentais na construção do meu caráter, amo vocês incondicionalmente.

Agradeço as minhas queridas irmãs Priscila e Ravena pelo grande apoio que me deram, vocês é uma grande coluna, para que eu não viesse cair, por todos os anos de cumplicidade e confidências, por todo cuidado e amor que sentem por mim, por serem as melhores manamigas que alguém poderia ter amo vocês! Bolinha e Junior, vocês não ficam de fora, vocês são mais que amigos, vocês são meus irmãozinhos, valeu cunhadinhos!

Agradeço à meu futuro marido Fabrício, por acrescentar razão e beleza aos meus dias, o responsável por eu vim fazer parte desse mundo tão fascinante que é a geologia, que me apoiou em todos esses anos juntos, com muita paciência, carinho e companheirismo. Obrigado por ter entrado na minha vida e por ser o responsável de me mostrar, o maior dos dons, o dom de amar.

À minha segunda família, escolhida por mim, que foram a base de formação do homem com qual hoje compartilho tudo, obrigada pelo incentivo e apoio durante toda minha graduação.

Não poderia deixar de agradecer a todos os meus familiares, meus tios, tias, avós e primos.

Agradeço Prof.Dr.CristianoMagini, orientador, professor, amigo, pela dedicação e ajuda por esses anos de trabalho e pelos ensinamentos durante a elaboração do mesmo, pelo tempo que se dedicou a mim, não somente por ter me ensinado, mas por ter me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça ao *professor* dedicado que és.

Ao apoio financeiro da Universidade Federal do Ceará – UFC, através das ajudas de custo de campo e a todos profissionais e professores do Departamento de Geologia–UFC, pelos ensinamentos e apoio que nos deram ao longo do curso.

Queria agradecer também a minha companheira de campo, Robênia, pelas discussões geológicas e pelos anos de convivência e cumplicidade. Se tudo correu tão bem ao longo de todo o relatório, foi devido às suas boas energias e pela amizade, tão prontamente oferecida em todos os momentos que precisei de um ombro amigo pra desabafar, te amo Robs!!

As minhas queridas princesas (Darly e Debinha) que me ensinou o quanto é bom ter amigas, pela amizade verdadeira, confidências, sonhos e realizações. Obrigada por nunca me faltarem, por fazerem parte desde o início dessa caminhada geológica, pelos momentos risos solto, conselhos e cumplicidade. Agora juntas, trocaremos experiências, compartilhando vitórias e nossos sonhos profissionais.

Em especial vai um agradecimento para a minha turma de geologia, principalmente para os que tornaram minhas viagens de campo mais divertidas, Allan, Caio, Eduardo, Jair (Bodinho),

Italo, Thales Obrigada por todas as conversas e aventuras vividas ate o amanhecer. Arrasamos!

Não poderia deixar de agradecer, aos amigos que fiz durante o curso, Marcos Paulo, P.A, Xikin, Naldim e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte daminha formação, o meu muito obrigada.

Agradeço principalmente ao meu querido amigo João, o qual sempre admirei muito por sua motivação e amor por essa profissão, obrigada por ter me apresentado essa profissão tão encantadora que é a geologia.

Agradeço a cada população de todas as cidades do interior do Ceará, Terra da Luz, que sempre nos acolheram muito bem em todas as viagens de campo, servindo-nos aquele café bem doce, a fim de amenizar os amargos da vida do Sertão.

Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dos meus dias, mesmo que fosse com um “bom dia”, um sorriso ou palavras de incentivo, deram sua contribuição para que esse sonho se tornasse realidade.

## RESUMO

Na área estudada localizada no município de Caridade, na região norte do estado do Ceará, foram identificados quatro tipos litológicos distintos: gnaisses migmatíticos, granada xistos, anfíbolitos e gnaisses granítico, além da presença de um dique de basalto, bolsões de quartzo. Os metassedimentos passaram por um regime compressional onde o aumento da temperatura e da pressão propiciaram a fusão desse material, resultando na formação dos paragnaisses encontrados, os quais compreendem maior parte das rochas aflorantes. Os afloramentos estudados apresentam mergulho de baixo a médio ângulo, com direção preferencial para NE – SW. As sequências gnaisses migmatíticos encontram-se sempre associadas / intercaladas ao pacote de rocha xistosa e em muitos afloramentos. Os anfíbolitos são provavelmente restitos que escaparam dos processos de fusão devido ao seu caráter refratário. Os basaltos representam dique e os blocos de quartzos estão associados ao processo de fusão parcial.

## ABSTRACT

In the study in the municipality of Charity , in the northern state of Ceará , area four distinct lithological types were identified : migmatitic , garnet schist , amphibolite and granitic gneiss gneiss , and the presence of a dike of basalt, quartz pockets . The metasediments passed a compressional regime where the increase of temperature and pressure brought about the fusion of the material , resulting in the formation of paragneisses found, which comprise most of the outcropping rock. The outcrops studied have dipping low to medium angle, with preferred direction to NE - SW . The migmatitic gneiss sequences are always associated / intercalated schistose the package and many rock outcrops. The amphibolites are probably restites that escaped the melting processes due to its refractory character. The basalts represent dike and quartz blocks are associated with the partial melting process.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	6
RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE FOTOMICROGRAFIAS.....	13
SUMÁRIO .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	16
1.1. OBJETIVO .....	16
1.2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	17
1.3. METODOLOGIA .....	18
1.3.1. ETAPA PRÉ-CAMPO.....	18
1.3.2. ETAPA DE CAMPO.....	18
1.3.3. ETAPA PÓS-CAMPO.....	19
2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS .....	21
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	21
2.2. GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO.....	21
2.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	23
2.3.1. DOMÍNIOS HIDROGEOLOGICOS .....	23
2.4. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS .....	25
3. GEOLOGIA REGIONAL.....	26
3.1. PROVÍNCIA BORBOREMA E SEUS DOMÍNIOS TECTÔNICOS.....	26
3.2. DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL.....	28
3.3. EMBASAMENTO .....	29
3.4. COBERTURAS METASSEDIMENTARES.....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.5. COMPLEXO TAMBORIL SANTA QUITÉRIA.....	30
3.6. MOLASSA TARDI-BRASILIANAS.....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.7. GRANITOS BRASILIANOS.....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4. GEOLOGIA LOCAL .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.1. INTRODUÇÃO .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>

4.2.	<i>GNAISSES MIGMATÍTICO</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.3.	<i>GNAISSES GRANÍTICOS</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.4.	<i>ANFIBOLITOS</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.5.	<i>BIOTITA GRANADA XISTO</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.6.	<i>BLOCOS DE QUARTZO E DIQUE BÁSICO</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.	<i>PETROGRAFIA</i> .....	44
5.1.	<i>INTRODUÇÃO</i> .....	44
5.2.	<i>SEQUÊNCIA METABÁSICAS</i> .....	44
5.2.1.	<i>ANFIBOLITO</i> .....	44
5.3.	<i>GABROS NORITOS</i> .....	46
5.4.	<i>CALCISSILICATA</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.5.	<i>SEQUÊNCIA METASSEDIMENTAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.5.1.	<i>GNAISSE MIGMATÍTICO</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.5.2.	<i>BIOTITA GRANADA XISTO</i> .....	51
5.5.3.	<i>GNAISSE – GRANÍTICO</i> .....	51
6.	<i>GEOLOGIA ESTRUTURAL</i> .....	54
6.1.	<i>ELEMENTOS DÚCTEIS (FOLIAÇÃO, LINEAÇÃO, INDICADORES CINEMÁTICOS: BOUDINS, PORFIROBLASTOS, SIGMOIDES)</i> .....	54
6.1.1.	<i>FOLIAÇÃO</i> .....	54
6.2.	<i>FEIÇÕES RÚPTEIS (FRATURAS)</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
7.	<i>METAMORFISMO</i> .....	61
7.1.	<i>EVENTO MN/DN</i> .....	61
8.	<i>CONCLUSÃO</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
9.	<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1: Localização da área de estudo em relação ao Estado do Ceará..... 17*
- Figura 2.1: Solos predominantes podzólico vermelho-amarelo ..... 21*
- Figura 2.2: Geomorfologia da área de estudo..... 22*
- Figura 2.3: Relevo predomina formas aplainadas e pouco dissecadas, típico de depressão sertaneja. .... 22*
- Figura 2.4: Cobertura vegetal da área representada por espécies da caatinga. .... 23*
- Figura 3.3: Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil. Schobbenhaus & Campos, 1984 in Almeida et al. (2008)..... 26*
- Figura 3.4: Província Borborema: principais domínios tectônicos e zonas de cisalhamento. (BIZZI et al, 2003)..... 28*
- Figura 4.5: UTM (480617/9531998) Alternância de porções mais ou menos migmatizada, ou seja, com maiores ou menores percentuais de fusão..... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.6: UTM (486785/9538468) Gnaisse migmatítico de coloração acinzentada, com bandamento gnáissico evidenciado pela segregação entre as fases felsicas e máficas. .... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.7: UTM(487645/9532628) Gnaisse migmatítico com porfiroblasto de granada bordejada por plagioclásio..... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.8: UTM (480547/9533778) Gnaisse migmatítico de coloração acinzentada, com bandamento gnáissico evidenciado pela segregação entre as fases felsicas e máficas. .... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.9: UTM (485040/9540422) Os gnaisses migmatíticos com estrutura estromatítica. .... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.10: Veios de neossoma apresentam - se dobrados em estruturas de tamanhos variáveis ..... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.11: UTM (480617/9531998) Rocha heterogênea nos aspectos mineralógicos, granulométricos e de coloração..... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.8: Solos superficiais dos anfibolitos caracteristicamente avermelhados e argilosos. .... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.9: Nódulo de anfibolito cortado por fraturas preenchidas por sílica próximo aos gnaisses migmatíticos. .... **Erro! Indicador não definido.***
- Figura 4.10: UTM (480450/9537148) Alternância de bandas de anfibolito, gnaisse granítico e gnaisse migmatítico..... **Erro! Indicador não definido.***

<i>Figura 4.121: UTM (485680/9531722) Biotita granada xisto com mergulho de baixo a médio ângulo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4.132: UTM (480856/9537540) Alternância entre granada xistos e gnaisses migmatíticos, com porções anfibolíticas associadas .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.143:UTM (484396/9530386) Blocos de quartzo com granulação bem variada de centimétrico a métrico. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.154: UTM (481338/9537124) Blocos de basalto sugerindo dique.....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.3</b></i>
<i>Figura 6.16: UTM ( 479938/9531904) Gnaisse migmatítico exibindo foliação penetrativa e bandamento centimétrico de leucossomas e porções mais máficas ricas em biotita. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 6.17: UTM (482703/9532196) Sigmóide na banda leucossomática mostrando movimento dextral.....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.18: UTM (481065/9536114) Gnaisse granítico com textura granoblastica</i>	<i>56</i>
<i>Figura 6.19: UTM (485680/9531722) Biotita granada xisto exibindo foliação penetrativa com mergulho em torno de 40 graus para 80az. ....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.20: Foliação padrão anastomosado. ....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura6.21: Foliações antifformes e sinformes formando uma ondulação dos planos de foliação com eixo mergulhando suavemente tanto para N como para S....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.22: Contornos de isolinhas para as plotagens de medidas planares (polos). ....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.23: Estereograma apresentando contornos de isolinhas para as plotagens de lineações.....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.24: Estereogramas apresentando plotagens de 3 famílias de fraturas em metapelitos .....</i>	<i><b>Erro! Indicador não definido.</b></i>
<i>Figura 6.25: UTM (486785/9538468) Par conjugado de fraturas.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 7.1: granada manteada por plagioclásio A) Luz Natural B) Luz Polarizada .</i>	<i>62</i>
<i>Figura 7.27: Provável trajetória P – T, do metamorfismo Mn nas rochas metamáficas encontradas na área.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 7.28: Epidotos, clorita e cloritóides, preenchendo fraturas, representando a fase tardia do metamorfismo (resfriamento/retrometamorfismo). Após o pico metamórficos há o resfriamento e a diminuição para ao facie Xisto Verde. ....</i>	<i>63</i>

Figura 7.29: Biotita + Granada + Feldspatos e restos de anfibólitos. Associação representa o Pico Metamórfico de Mn nos metassedimento gerando o par granda + biotita (anfíbolito)..... 64

Figura 7.30: Provável trajetória P-T dos metassedimentos encontrados na área ..... 65

## LISTA DE FOTOMICROGRAFIAS

<i>Fotomicrografia 5.1: apresentando de cristais de granada bordejada por anfíbolio.</i>	44
<i>Fotomicrografia 5.2: apresentando de cristais de actinolita.</i>	45
<i>Fotomicrografia 5.3: apresentando fraturas no piroxênio sendo preenchido por epidoto.</i>	46
<i>Fotomicrografia 5.4: Mostrando a Granada manteada por plagioclásio na luz natural.</i>	47
<i>Fotomicrografia 5.5: mostrando Granada mantida por plagioclásio na luz polarizada.</i>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<i>Fotomicrografia 5.6: Rocha contendo 90% de epidoto, na luz natural.</i>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<i>Fotomicrografia 5.7: Rocha contendo 90% de epidoto, na luz polarizada.</i>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<i>Fotomicrografia 5.8: Apresentando bandamento.</i>	50
<i>Fotomicrografia 5.9: Cristal de epidoto sendo bordejado por biotita.</i>	50
<i>Fotomicrografia 5.10: Apresentando de cristais de granada bordejada por biotita.</i>	51
<i>Fotomicrografia 5.11: mostrando a Textura Granoblástica da rocha</i>	52
<i>Fotomicrografia 5.12: mostrando a Textura Mimerquítica na Rocha e planos de geminação sendo quebrados devido a deformação.</i>	53

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará apresenta grande deficiência em mapeamento geológico de detalhe. Com base nessa carência, a presente proposta foi esboçada com o intuito de contornar parte do problema através da cartografia e estudo de uma área localizada no município de Caridade na porção Central do Estado do Ceará. De um modo geral, a área escolhida está inserida no Domínio Ceará Central, que constitui um dos mais importantes domínios da Província Borborema e, por conseguinte, corresponde ao menos compreendido.

A cartografia e a análise geológica a serem efetuadas serão feitas com base em trabalhos anteriores além de levantamento geológico de campo e laboratorial a ser efetuado durante as atividades aqui propostas. Os resultados a serem obtidos devem contribuir tanto para a cartografia como para o conhecimento geológico da região, em especial para um melhor entendimento da geologia e evolução da área em questão.

### 1.1. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivos aprimorar o conhecimento geológico e assim como descrever a geologia estrutural, petrografia e petrologia da área em estudo e produzir um relatório técnico (trabalho de conclusão de curso) atendendo as exigências da disciplina de Graduação (CG-449) do curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará.

Como objetivos secundários pretende-se:

Determinar e levantar as feições estruturais, bem como as relações de contatos entre as unidades litoestratigráficas existentes.

Identificar e localizar as principais ocorrências minerais.

Estabelecer a evolução geológica e caracterizar o potencial metalogenético da região.

Fazer análise petrológica e petrográfica (lâminas delgadas e polidas) dos litotipos existentes.

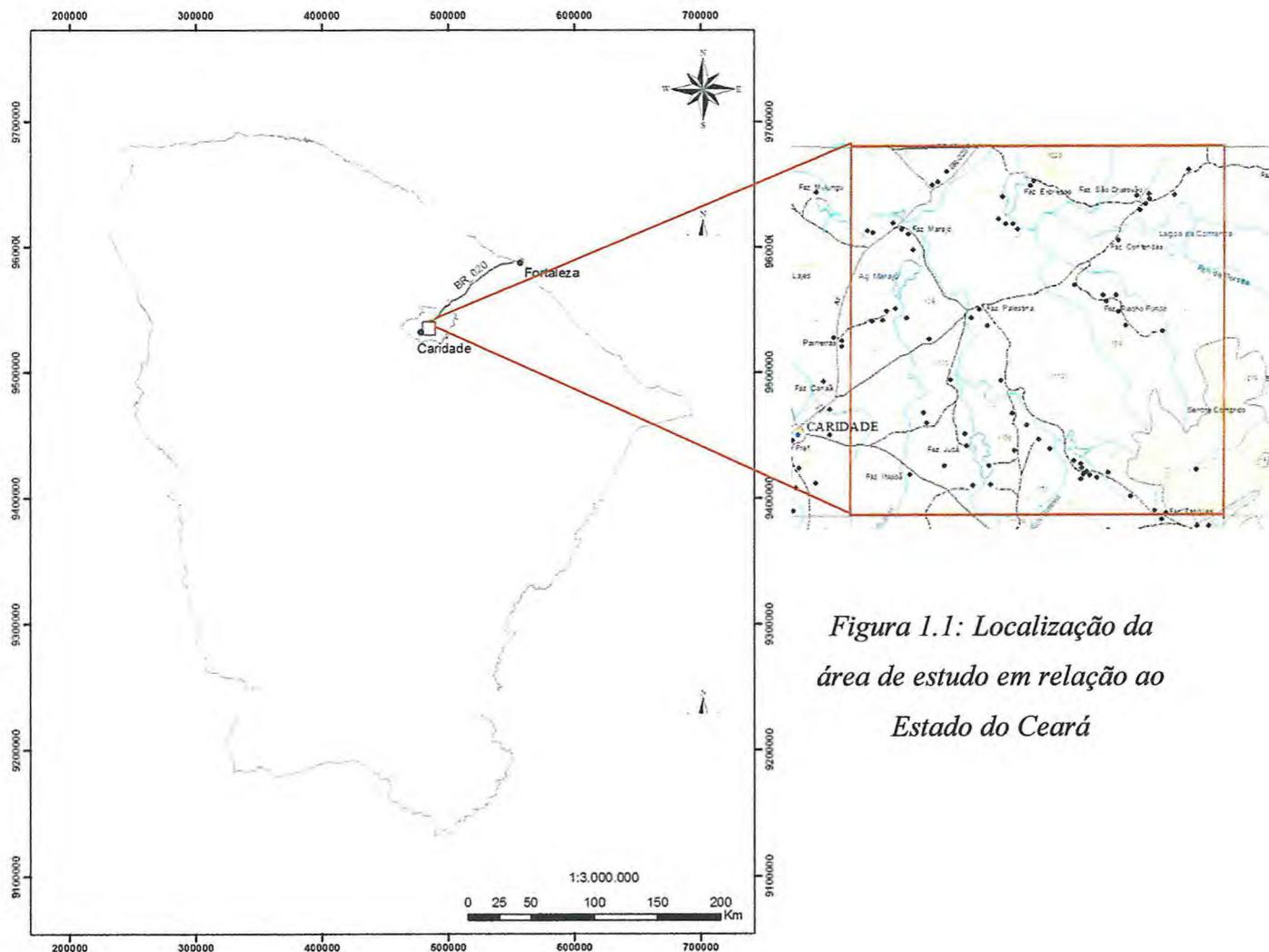
Confeccionar mapas, através de dados de campo e análise de imagens de satélites (Landsat 5 e 7, SRTM e CBERS).

Confeccionar um relatório síntese com os dados obtidos em campo.

## 1.2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

O município de Caridade situa-se na porção centro-norte do estado do Ceará (figura 1.1), pertencendo a microrregião geográfica de Canindé. Limita-se com os municípios de Canindé, Paramoti, Mulungu, Guaramiranga, Pacoti, Palmácia, Maranguape e Pentecoste. Compreende uma área de 694 km<sup>2</sup>, localizada entre as cartas topográficas SB.24-V-B-III (Canindé) e SB.24-X-A-I (Baturité).

O acesso rodoviário ao município, a partir de Fortaleza (distante 94 km), pode ser feito pela estrada que liga esta capital à cidade de Canindé. A partir da sede municipal, por estrada estadual ou estradas carroçáveis, atinge-se demais cidades circunvizinhas, distritos, vilas, lugares e fazendas, com franco acesso durante todo o ano.



*Figura 1.1: Localização da área de estudo em relação ao Estado do Ceará*

### Legenda

- Sedes municipais
- Rodovia de acesso
- ▭ Área de estudo
- Estado do Ceará

### **1.3. METODOLOGIA**

Visando alcançar as metas pré-estabelecidas nos objetivos, o método de trabalho que foi utilizado consistiu na execução de cinco etapas distintas, porém complementares: (I) escritório, (II) coleta de dados de campo, (III) laboratorial, (IV) integração e análise dos dados de campo e laboratório e (V) produção do relatório de graduação.

#### **1.3.1. ETAPA PRÉ-CAMPO**

Esta etapa compreende ao curso da disciplina, à pesquisa bibliográfica, como trabalhos científicos publicados em revistas, artigos, congressos e outros meios de veiculação de informações científicas a fim de entender e avaliar as ideias propostas na área regional e local de estudo.

Foram compilados dados provenientes de órgãos municipais, estaduais e federais como já conhecidos por serem credenciados pela comunidade científica, são eles: Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Para manipular e analisar a grande e variada gama de informações a serem trabalhadas, um banco de dados digitais georreferenciados contendo inicialmente as informações oriundas de trabalhos anteriores foi montado e trabalhado em um sistema de informações geográficas (SIG), plataforma ArcGIS 9.3® (ESRI 2009). Mapas geológicos existentes da região foram digitalizados e georreferenciados para posteriormente serem incorporados ao SIG.

Compiladas as informações existentes, foram gerados produtos cartográficos temáticos, os quais auxiliarão no planejamento e execução dos trabalhos de campo, bem como na confecção dos produtos cartográficos finais.

#### **1.3.2. Etapa De Campo**

Esta etapa foi realizada com base nos estudos feitos na etapa I e questões elaboradas pelo orientador e algumas sugestões de mapeamento com base em autores como: Arthaud (2007).

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos através do levantamento de pontos de afloramentos isolados e preferencialmente perfis geológicos contínuos seccionando as principais feições geológicas previamente identificadas (lineamentos estruturais, foliação metamórfica, dobras, diques, fraturas, etc). Em cada ponto de afloramento levantado foram coletadas as características litológicas (mineralogia, coloração, textura) e estruturais (identificação e tomada de medidas da orientação espacial da foliação metamórfica, lineação mineral e/ou de estiramento e elementos estruturais de falhas, dobras, etc). Durante os trabalhos de campo foram ainda realizada a coleta de amostras úteis ao desenvolvimento dos trabalhos laboratoriais (petrografia, eventuais análises químicas, etc), além da captura de fotografias a serem utilizadas na ilustração do relatório final.

Após a realização da etapa II, uma descrição macroscópica mais detalhada foi realizada considerando todas as amostras. Nesta análise foram basicamente consideradas suas assembleias minerais, texturas e estruturas.

Posteriormente, foi realizada uma seleção das amostras para a confecção de seções delgadas com cortes paralelos ou transversais à lineação de estiramento mineral quando observada. Tais amostras eram representativas dos principais tipos petrográficos identificados na área pesquisada.

Após a confecção das lâminas em seções delgadas, a descrição petrográfica foi realizada com o auxílio de um microscópio de luz transmitida. Para a identificação mineralógica foram utilizadas técnicas de identificação de minerais ao microscópio petrográfico descritas em *Deeret al.* (1966), Heinrich (1970), Fugimore & Ferreira (1987) e atlas petrográficos (e.g. Mackenzie & Guilford, 1980).

Através das informações obtidas em campo, como a geologia estrutural, que foi interpretada e apresentada através do *software Stereonet* juntamente com os dados petrográficos foram feitas as devidas correções nas descrições geológicas feitas inicialmente em campo, etapa II, para dar prosseguimento ao relatório.

### **1.3.3. Etapa Pós-Campo**

Consiste na elaboração dos mapas temáticos através das informações obtidas ao longo das etapas anteriores. Esta etapa é de fundamental importância do ponto de vista do conteúdo do relatório, cujo objetivo central foi a confecção da cartografia geológica em escala de 1:25.000.

Para tanto, diferentes mapas temáticos foram produzidos pela integração de duas ou mais das informações a seguir: i) pontos de campo classificados segundo as litologias definidas com base nas descrições de campo e petrografia laboratorial; ii) informações lito-estruturais presentes em cada ponto levantado; iii) mapas geológicos prévios; iv) relevo SRTM; v) imagem satélite LANDSAT 5; vi) mapa de estruturas interpretadas das imagens de *sensoriamento remoto*, etc.

Tais produtos propiciaram uma melhor identificação e traçado de contatos entre unidades estratigráficas e estruturas geológicas, elementos estes que integrarão o mapa final apresentado. Uma vez definida a cartografia geológica final (mapa geológico na escala 1:25.000) foram confeccionados diferentes perfis geológicos que seccionaram regiões de maior interesse inseridas na área pesquisada.

Esta etapa consistiu na compilação dos dados de campo, petrográficos, quantificação mineral adquiridos nas etapas anteriores e na elaboração do presente relatório final.

## 2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS

### 2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No presente trabalho este capítulo aborda clima, a geomorfologia, os solos, a vegetação, a hidrografia e os aspectos socioeconômicos do distrito de Caridade, Ceará.

### 2.2. GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO

Segundo IPECE, 2012, o relevo predominante na região é o de formas planas ligeiramente dissecadas, produto de processo de pedimentação (Depressão Sertaneja), ocorrem maciços residuais (serras e serrotes). As associações de solos dominantes incluem bruno não cálcico e Podzólico Vermelho-Amarelo (IPECE, 2012).



*Figura.2.1: Solos predominantes podzólico vermelho-amarelo*



*Figura 2.2: Geomorfologia da área de estudo.*



*Figura 2.3: Relevo predomina formas aplainadas e pouco dissecadas, típico de depressão sertaneja.*

A cobertura vegetal da área está representada em sua grande maioria por espécies da caatinga arbustiva aberta cuja localização corresponde ao domínio semi-árido dos Sertão Cearense. Além das espécies de caatinga aberta, são encontradas também espécimes de caatinga arbustiva densa (IPECE, 2012).



*Figura 2.4: Cobertura vegetal da área representada por espécies da caatinga.*

## **2.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

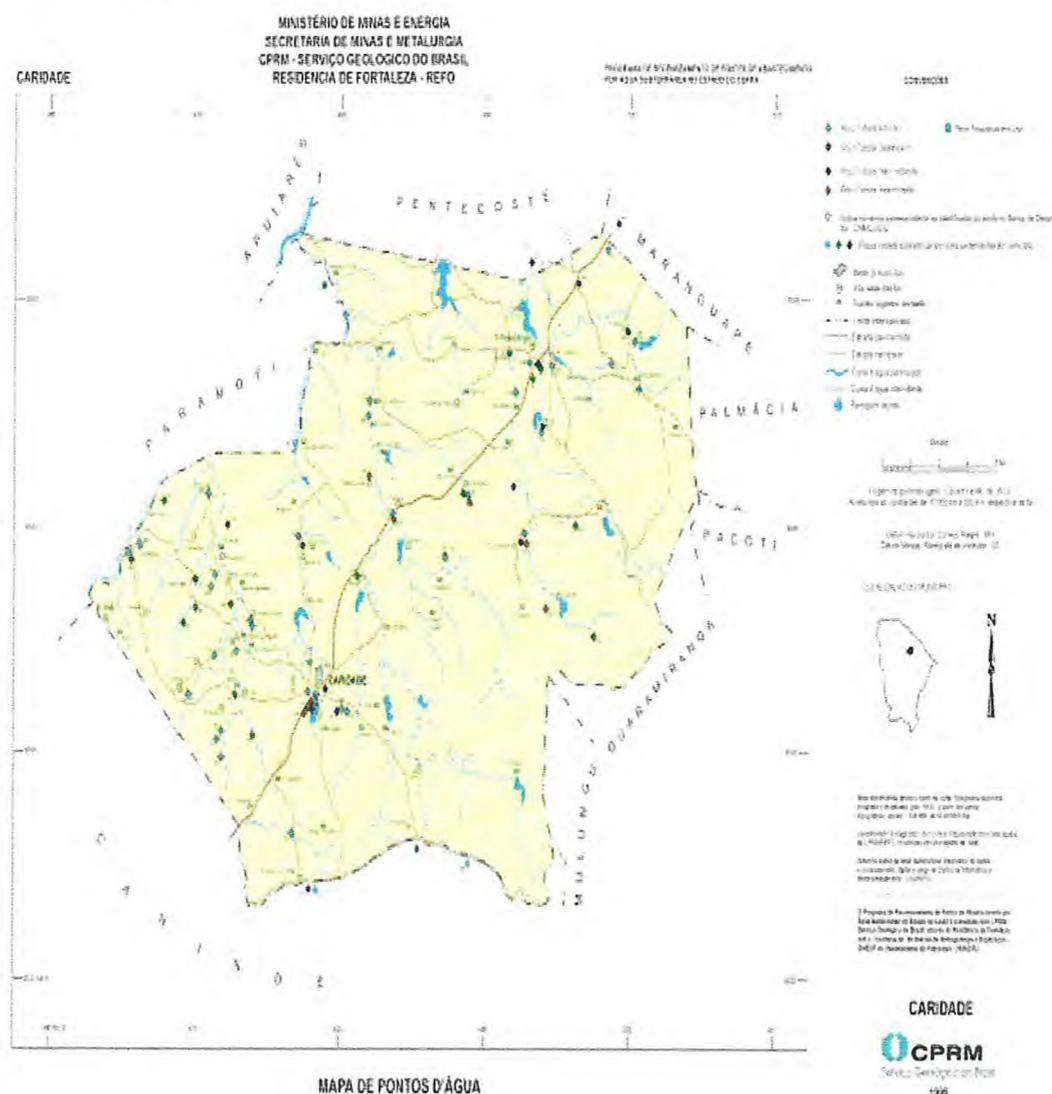
### **2.3.1. DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS**

No município de Caridade pode-se distinguir três domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas, coberturas sedimentares coluviais e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas predominam totalmente na área e representam o que é denominado comumente de “aquífero fissural”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

As coberturas sedimentares coluviais compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastantes reduzidas, têm pouca expressão como mananciais para captação de água subterrânea.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.



#### 2.4. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A cidade foi instalada em 1958, apresenta uma área de 846,505 Km<sup>2</sup> e população estimada em 20.020 habitantes e com densidade demográfica de 23,65 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE,2010). A irregularidade da estação chuvosa caracteriza a região e influencia direta ou indiretamente os aspectos sócio-econômicos, os longos períodos de estiagem castigam a zona rural, ocasionando fome à grande parte da população e dos rebanhos. A sede do município dispõe de abastecimento de água (CAGECE), fornecimento de energia elétrica (COELCE), serviço telefônico (TELECEARÁ), agência de correios e telégrafos (ECT), serviço bancário, hospitais, hotéis e ensino de 1º e 2º graus.

A economia tem como base a agricultura de algodão arbóreo e herbáceo, milho, feijão, pecuária, bovino, suíno e avícola.

### 3. GEOLOGIA REGIONAL

A área em estudo está inserida na Província Borborema (Almeida *et. al.* 1977 e 1981), mais especificamente no Domínio Ceará Central, cobrindo aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup> do Nordeste Brasileiro (Almeida *et. al.*, 1977), onde afloram terrenos pré-cambrianos de idade variando entre o Arqueano e o Neoproterozóico.

Tem como limites norte e leste a Província Costeira, a sul o cráton do São Francisco e a oeste a Bacia do Parnaíba (figura 3.1).

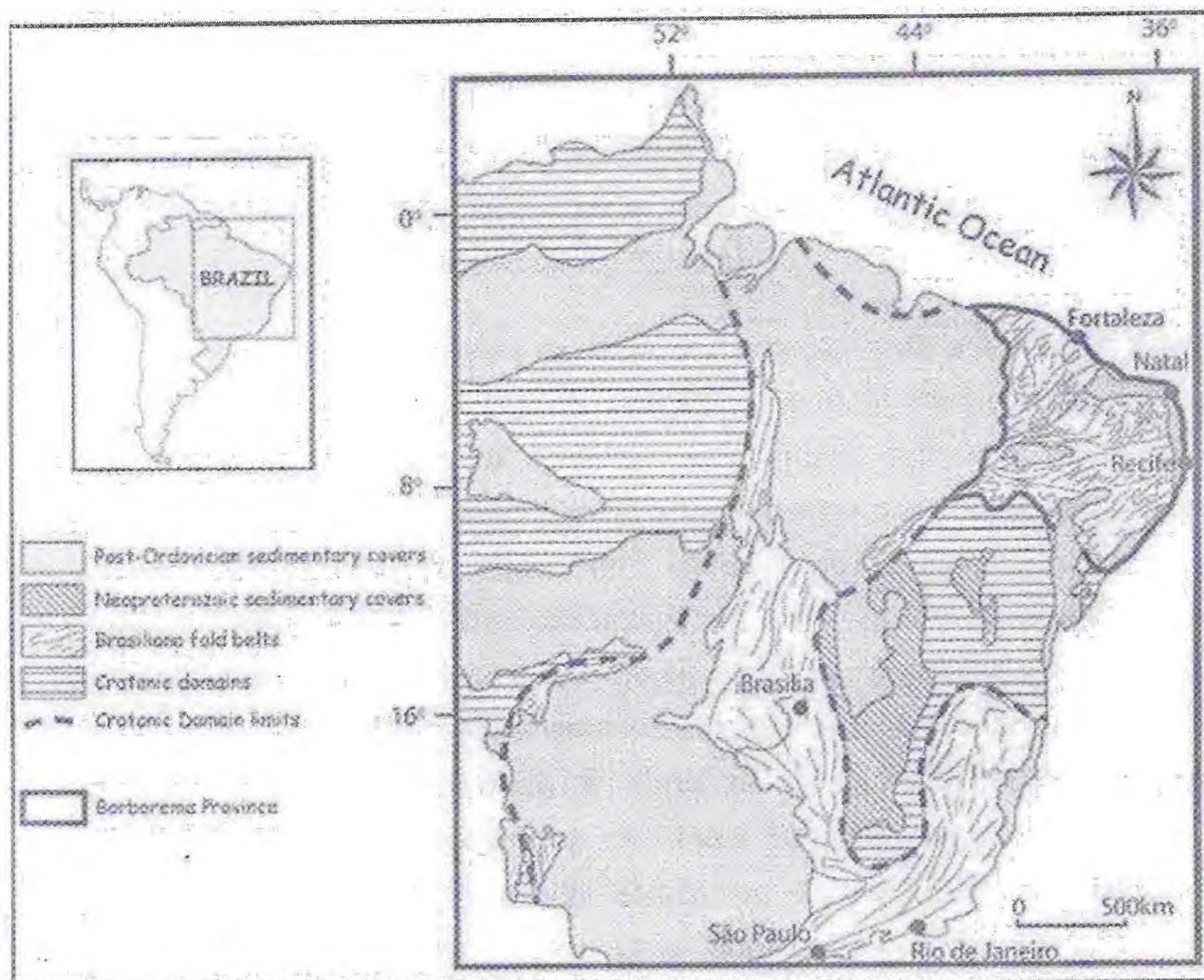


Figura 3.3: Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil. Schobbenhaus & Campos, 1984 in Almeida *et al.* (2008).

#### 3.1. PROVÍNCIA BORBOREMA E SEUS DOMÍNIOS TECTÔNICOS

Na Província Borborema (PB) os aspectos mais importantes são o estrutural e o plutonismogranitóide, sua arquitetura final está frequentemente relacionados ao

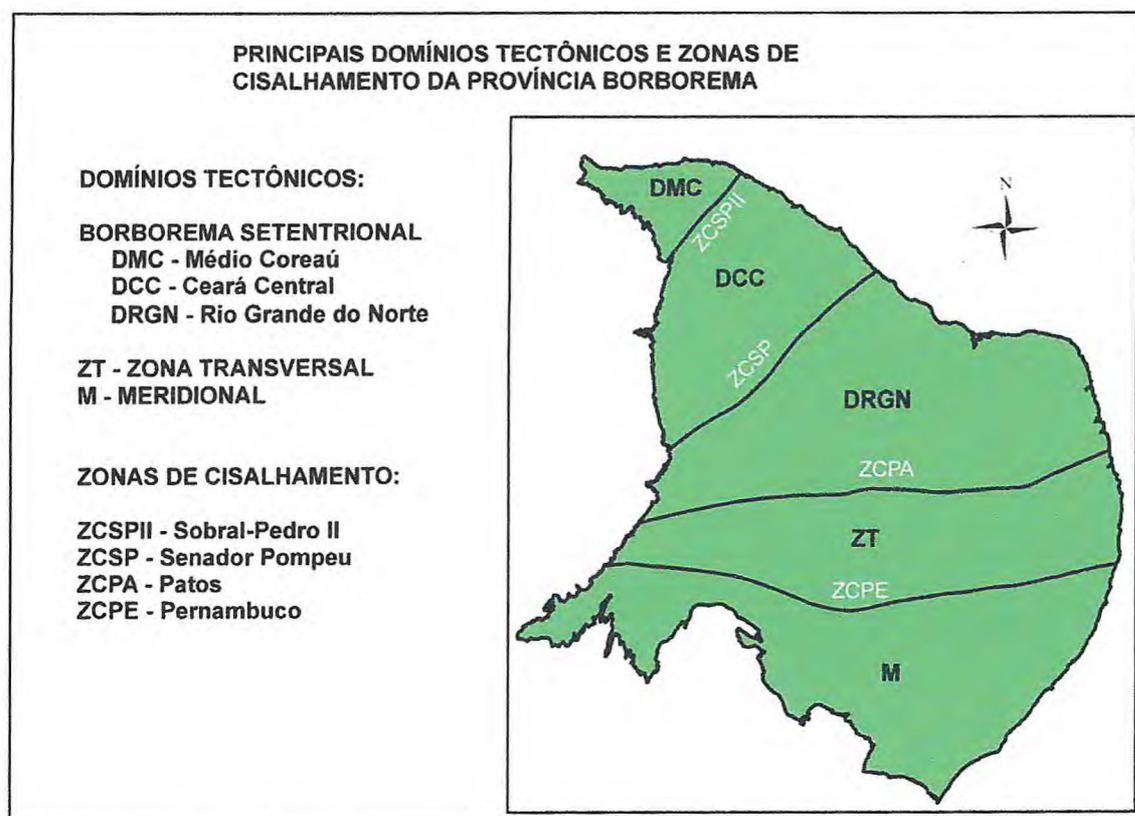
desenvolvimento do Ciclo Brasileiro (Proterozóico Superior-Eo-Paleozóico), que resultou da convergência e aglutinação dos crátons São Luís - Oeste Africa e São Francisco - Congo, a noroeste e sul, respectivamente.

A colisão que inicialmente foi frontal tem idade em torno de 610 Ma, gerou espessamento crustal por empilhamento de nappes (Caby and Arthaud, 1986). Em torno de 590 Ma a colisão tornou-se oblíqua e foi responsável pelo desenvolvimento das zonas de cisalhamento transcorrentes de escala continental, geralmente sinistras, de direção NNE-SSW.

Tendo como base as características geológicas, os extensos lineamentos transcorrentes, informações isotópicas, entre outras, Brito Neves *et al.* (2000) subdividiram a PB em cinco domínios tectônicos principais, a saber: i) Domínio Tectônico Médio Coreau (DTMC) – localizado a norte do Lineamento

Transbrasiliano e a sul da margem retrabalhada do Cráton São Luís; ii) Domínio Tectônico Ceará Central (DTCC) – onde está inserida a área de estudo e está situada entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu; iii) Domínio Tectônico Rio Grande do Norte (DTRGN) – localizado entre os lineamentos Senador Pompeu e Patos; iv) Domínio Tectônico Zona Transversal (DTZT) – limitada pelos lineamentos Patos e Pernambuco; e v) Domínio Tectônico Meridional (DMT) – situado entre o lineamento Pernambuco e a borda norte do Cráton São Francisco (figura 3.2)

Dentre outras propostas de compartimentação para a PB, devem ser ressaltados os trabalhos de Van Schmus *et al.* (1995 e 1998). Para estes autores a PB é constituída por um sistema complexo de domínios tectônicos, geralmente balizados por grandes zonas de cisalhamento, compostos por núcleos arqueanos menores e grande volume de embasamento gnáissico paleoproterozóico. Ainda, a PB seria constituída por três Subprovíncias (SP), a saber: a) SP1 : localizada entre o lineamento Patos e a borda norte do Cráton São Francisco; SP2: subprovíncia localizada entre os lineamentos Patos e Transbrasiliano; e SP3: localizada a norte do lineamento Transbrasiliano estendendo-se até a borda retrabalhada do Cráton São Luís. Arthaud *et al.* (1998). compartimentou o pré – Cambriano do Estado do Ceará em cinco Domínios Tectônicos: NW Ceará, Ceará Central. Orós-Jaguaribe, Granjeiro e Piancó-Alto Brígida. Dentre esta divisão, a área está inteiramente contida no Domínio Ceará Central.



*Figura 3.4: Província Borborema: principais domínios tectônicos e zonas de cisalhamento. (BIZZI et al, 2003).*

### 3.2. DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL

O Domínio Ceará Central onde está inserida a região de Caridade e a área de estudo, localiza-se na porção centro - norte (Almeida *et al.* 1977), Nordeste do Brasil.

O Domínio Ceará Central é a mais extensa unidade geotectônica da porção norte da Província Borborema e alcança quase a totalidade do Estado do Ceará.

É delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) e a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), sendo encoberto a SW-W pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba.

O embasamento arqueano/paleoproterozóico do Domínio Ceará Central é coberto principalmente, pelo Grupo Ceará e pela Unidade Acopiara.

O Grupo Ceará é uma sequência Neoproterozóica de margem passiva, cuja deposição se iniciou em torno de 800 Ma devido ao rifting e afinamento do embasamento, que culminou com a abertura de um oceano (Arthaud *et al.*, 2008). Com o fechamento do oceano em torno de 610 Ma, essa sequência foi envolvida na colisão, experimentando metamorfismo

em condições do fácies eclogito( Castro, 2004; Garcia e Arthaud, 2004; Garcia et al., 2006) em zona de subducção, seguida de exumação em condições de fácies anfíbolito a xisto verde.

O Domínio Ceará Central pode ser dividido em cinco conjuntos: Embasamento policíclico, coberturas metassedimentares monocíclicas, complexo anatético-igneo monocíclico, granitos brasileiros s.l. e molassastardi-brasilianas.

### 3.3. EMBASAMENTO

O Domínio Ceará Central tem embasamento com idade Arqueana/Paleoproterozóica, que pode ser subdivido em:

Complexo Cruzeta: é constituído essencialmente por gnaisses bandados ortoderivados de composições diversas, variando entre tonalítica e granítica, com predomínio da primeira. São comuns boudins de rochas básicas e ultrabásicas e restitos dilacerados de formações ferríferas bandadas. Rochas metassedimentares (quartzito, xisto com granada e cianita geralmente grafitosos, etc.) são raras. As rochas do complexo são intensamente deformadas, apresentando bandamento gnáissico geralmente sub-horizontal, e metamorfisadas em condições de facies anfíbolito de alta temperatura, frequentemente apresentando feições de migmatização.

O complexo apresenta idades Sm-Nd entre 2.300 e 3.000 Ma(Fetter, 1999) e idades U-Pb arqueanas variando entre ca. 2650 e 3270 Ma (Fetter,1999;Silva et al.,2006).

Suíte Madalena: Conjunto de corpos de composição tonalítica, intrusivos no Complexo Cruzeta, apresentando idades U-Pb de ca. 2200 (Martins et al.,1998; Fetter,1999; Martins, 2000; Castro 2004).

Unidade Algodões: Representa a cobertura do Complexo Cruzeta. É constituída essencialmente por pequenas alternâncias de rochas anfíbolíticas com leucognaisses, que podem apresentar rochas tufáceas, quartzitos micáceos, às vezes conglomeráticos, metagrauvacas e metarcósios, além de raras rochas calcissilicáticas. Pacotes espessos e descontínuos de metariolitos são comuns na parte superior da unidade.

### 3.4. COBERTURAS METASSEDIMENTARES

De maneira descontínua as coberturas sedimentares afloram em extensa área do Domínio Ceará Central. Essas sequencias constituem o Grupo Ceará (ARTHAUD 2007), que apresenta, em certos casos características litológicas e assinaturas radiocronológicas diversas.

Cavalcante et al.2003 sugere dividir o Grupo Ceará em unidades segundo a área geográfica de ocorrência: Independência, Canindé, Quixeramobim e Arneiroz.

Essas unidades são caracterizadas pela ocorrência de rochas essencialmente pelíticas, representadas por cianita-muscovita-biotita, gnaiss granadífero, gnaisses quartzofeldspáticos, muscovita-biotita gnaiss e biotita gnaiss, podendo ou não ocorrer granada, com contribuições de mármores e cálcio silicáticas. *Sills*de granitos alcalinos, derrames de riolitos alcalinos e de metabasaltos também foram descritos nessa unidade (Caby&Arthaud, 1986). Nesses trabalhos, as coberturas são geralmente associadas a uma plataforma continental (Jardim de Sá & Fowler, 1981).

As rochas metassedimentares foram afetadas por um metamorfismo de fácies anfíbolito alto frequentemente acompanhado de migmatização. As foliações em sua maioria são de baixo ângulo, verticalizadas apenas na proximidade das zonas de transcorrências dúctil que recortam o domínio.

As idades do Complexo Ceará variam desde o Neoproterozóicoate o Arqueano, com uma maior concentração no Paleoproterozóico, no intervalo 1950/2400 Ma (Fetter,1999;Santos et al.,2003,2004;Castro,2004;Arthud et al., submetido), sugerindo uma idade Neoproterozóica para pelo menos parte dessas unidades.

### **3.5. COMPLEXO TAMBORIL SANTA QUITÉRIA**

O Complexo é formado principalmente por diatexitos e metatexitos provenientes da fusão parcial de rochas em sua maioria supracrustais, preservando mega-enclaves de rochas calcissilicáticas e anfíbolitos. Esses migmatitos foram intrudidos por grande volume de magmas tonalíticos e graníticos.

### **3.6. MOLASSA TARDI-BRASILIANAS**

Molassas são representadas por pequenas bacias transtensionais, controladas pela ativação de algumas transcorrências dúcteis ou intervalo de tempo para deposição dessa sequencia è de 560/440 Ma (Parente et al.,2004).

### **3.7. GRANITOS BRASILIANOS**

Eventos de plutonismo granítico caracterizaram a orogenia Brasileira na Província Borborema (Ferreira et al.,1995).

O granito mais antigo datado no arco magmático apresenta idade de cristalização de ca. 660 Ma, já os cedo colisionais apresentam idades de cristalização U-Pb em zircão geralmente situadas entre ca. 630 e 620 Ma (Brito Neves et al.2003).

Granitos sin-cinemáticos se dividem:

Granitos anatóticos aluminosos ocorreram juntamente ao espessamento crustal, cuja idade de cristalização é a mesma do metamorfismo brasileiro em torno de 610/300 Ma.

Granitos sin-fase transcorrente apresenta idade de cristalização U-Pb compreendidas entre ca. 580 e 590 Ma (Nogueira Neto, 2004).

Os granitos tardi-tectônicos com idades em torno de 580 Ma (Fetter,1999; Brito Neves et al.,2003) e granitos pós-orogênicos associados a molassas tardi-brasileianas de idade ca. 530 Ma (Fetter,1999).

## 4. GEOLOGIA LOCAL

### 4.1. INTRODUÇÃO

A unidade Canindé é composta por metassedimentos (Cavalcante et al.2003), os quais foram afetadas por um metamorfismo de fáceis anfibolito alto frequentemente acompanhado de migmatização. As foliações em sua maioria são de baixo ângulo, formadas pelo movimento conjugado com um cavalgamento e um escape lateral dominado por transcorrências locais e regionais, estas em fase tardia.

A área trabalhada esta totalmente coberta pela unidade Canindé. Quatro litotipos principais foram identificados, distribuídos pela área: gnaisse migmatíticos, granada xistos, anfibolitos e gnaisse granítico, além da presença de um dique de basalto e veios de quartzo. Na área também ocorrem depósitos aluvionares associados ao Rio Macacos que ocorrem cortando a área de norte a sul.

A seguir é descrita a geologia da área de estudo. A descrição mostrada aqui neste trabalho é feita com base no modo de ocorrência, estruturas deformacionais, textura, composição mineralógica e importância quanto ao contexto.

### 4.2. GNAISSES MIGMATÍTICO

Os gnaisses migmatíticos totalizam cerca de 50% dos afloramentos encontrados na área. O que acontece na verdade é uma alternância de porções mais ou menos migmatizada, ou seja, com maiores ou menores percentuais de fusão. Essas rochas surgem na paisagem como extensos lajedos convexos e de superfície lisa.

Especialmente, é a associação de maior expressão dentro da área de mapeamento. Trata-se de uma associação de rochas gnáissicas de tonalidades cinza claro a escuro (*Figura 4.2*) que, sob forte alteração, assumem aspecto amarelado, marcado pela distribuição de evidentes faixas e pontos avermelhados, decorrentes da alteração da biotita e granada. Os solos resultantes de intemperismo podem ser classificados como solos quartzo-arenosos claros, com numerosos grânulos e seixos de quartzo e plagioclásio.



*Figura 4.5: UTM (480617/9531998) Alternância de porções mais ou menos migmatizada, ou seja, com maiores ou menores percentuais de fusão.*



*Figura 4.6: UTM (486785/9538468) Gnaiss migmatítico de coloração acinzentada, com bandamento gnáissico evidenciado pela segregação entre as fases felsicas e máficas.*

As sequências de gnaisses migmatíticos encontram-se sempre associadas / intercaladas ao pacote de rocha xistosas. Apresentam mineralogia composta por biotita, plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, em alguns casos apresentando granada (2cm de diâmetro em média) e muscovita. Nas porções intensamente migmatizadas, o melanossoma é composto predominantemente por biotita e plagioclásio, enquanto no leucossoma predomina plagioclásio com feldspato potássico em proporções variáveis, além de granada e a própria biotita.



*Figura 4.7: UTM(487645/9532628) Gnaisse migmatítico com porfiroblasto de granada  
bordejada por plagioclásio*



*Figura 4.8: UTM (480547/9533778) Gnaiss migmatítico de coloração acinzentada, com bandamento gnáissico evidenciado pela segregação entre as fases felsicas e máficas.*

Os gnaisses migmatíticos apresentam de modo geral uma estrutura estromatítica, com veios do material neossomático paralelo à xistosidade, mas também apresentam estruturas em que os veios de neossoma apresentam - se dobrados em estruturas de tamanhos variáveis e mais ou menos paralelas. Isto mostra que a deformação atuou em estado dúctil/plástico com injeção de fundidos em mais de um incremento deformacional.



*Figura 4.9: UTM (485040/9540422) Os gnaisses migmatíticos com estrutura estromatítica.*



*Figura 4.10: Veios de neossoma apresentam - se dobrados em estruturas de tamanhos variáveis*

### 4.3. GNAISSES GRANÍTICOS

Uma grande banda ocorre na porção centro-noroeste da área, representa um bandamento entre porções de gnaisses migmatíticos e gnaisses graníticos.

A rocha é heterogênea nos aspectos mineralógicos, granulométricos e de coloração. Tem sua mineralogia principal composta por minerais félsicos como quartzo, muscovita e feldspatos, e minerais máficos (ferro-magnesianos), representados por biotita e anfibólios.

Os gnaisses graníticos observados se encontram em núcleos, onde o processo de fusão foi mais intenso, não sendo observados em grandes extensões de rocha mais leucocrática, temos neste caso o aparecimento de muscovita.

A partir de observações em campo foi possível notar que ocorrem em lajedos e por vezes exibem graus variados de alteração. Apresentam estruturas indefinida, com núcleos graníticos/nebulíticos predominantes e melanossoma enriquecido em biotita restítica.



*Figura 4.11: UTM (480617/9531998) Rocha heterogênea nos aspectos mineralógicos, granulométricos e de coloração*

Apresentam textura granoblástica a porfiroblástica, com porfiroblasto de K-feldspatos deformados ou não. São afetados pela deformação regional e apresentam uma foliação incipiente devido ao menor número de micas.

#### 4.4. ANFIBOLITOS

Os anfibolitos ocorrem em vários pontos da área na forma de enclaves ou faixas de espessura e comprimento diversos. Corresponde a rochas metabásicas de aspecto verde escuro ou negro e textura média ou grossa ( $\varnothing < 2,0$  cm) que, de forma geral, apresentavam-se maciças. Os afloramentos naturais eram raros, sendo mais comuns blocos angulosos ( $< 1,0$  metro) encontrados ao longo das estradas ou em bandas. Além disso, observação do solo superficial provou ser a ferramenta mais útil para identificação da ocorrência dessa unidade. Seus solos eram caracteristicamente avermelhados e argilosos, completamente distintos dos solos amarelados e quartzosos resultantes da alteração dos diversos tipos de gnaisses aos quais se associam essas rochas metabásicas (*Figura 4.8*).



*Figura 4.8: Solos superficiais dos anfibolitos caracteristicamente avermelhados e argilosos.*

Geralmente esta associação rochosa é completada com a presença de leucogranitos, formando nódulos também recortados por veios de quartzo (*Figura 4.9*). Quando associados aos gnaisses migmatíticos são encontrados próximos às suas porções mais ferro-magnesianas e são entrecortados por veios de quartzo ou mesmo veios pegmatóides.



*Figura 4.9: Nódulo de anfibolito cortado por fraturas preenchidas por sílica próximo aos gnaisses migmatíticos.*



*Figura 4.10: UTM (480450/9537148) Alternância de bandas de anfibolito, gnaiss granítico e gnaiss migmatítico.*

#### 4.5. BIOTITA GRANADA XISTO

Raros são os afloramentos de xistos sem apresentar sinais de fusão parcial. Assim, o que aqui denominamos de biotita granada xisto corresponde a rochas em que pelo menos 40% do seu volume, está constituído por micas.

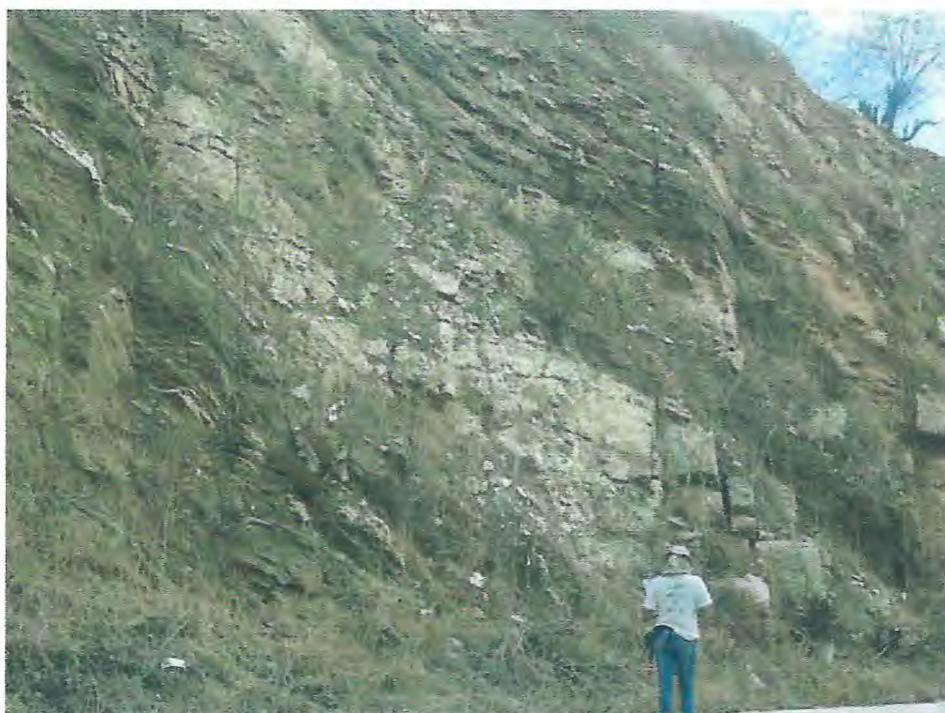
Os biotitas granadas xistos encontrados na área se mostram bastante alterados, e apresentam mergulho de baixo a médio ângulo, com direção preferencial para NE – SW.

A rocha é composta por biotita, quartzo, plagioclásio, k-feldspato, muscovita, granada e outros em menor quantidade como anfibólio. Os minerais micáceos como a biotita estão fortemente orientados o que dá um caráter lepidoblástico a rocha. A granada apresenta cristais bem desenvolvidos.



*Figura 4.121: UTM (485680/9531722) Biotita granada xisto com mergulho de baixo a médio ângulo.*

Em toda a extensão da área observa-se uma alternância entre biotita granada xistos e gnaisses migmatíticos, com porções anfibolíticas associadas.



*Figura 4.132: UTM (480856/9537540) Alternância entre granada xistos e gnaisses migmatíticos, com porções anfibolíticas associadas*

#### **4.6. BLOCOS DE QUARTZO E DIQUE BÁSICO**

Blocos de quartzo de tamanhos variáveis, desde centimétricos a métricos foram encontrados, em extensões consideráveis.

Estes blocos são originários de veios e/ou bolsões formados durante o processo de fusão parcial, sendo geralmente associados granitos formados neste processo. Alternativamente, eles podem ter sido formados pela cristalização e/ou coalescência de sílica precipitada em sítios dilatados gerados pela atuação de tensores  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  e  $\sigma_3$  em regiões baixa temperatura. Nestes casos, o gradiente de pressão gerado induz o fluxo de água, para as regiões de baixa pressão, que traz consigo sílica e/ou qualquer outro material (Fe, Au, Cu, Pb etc) que tenha sido dissolvido pelo líquido migrante. No caso em questão, apenas a sílica foi dissolvida e precipitada formando os veios e bolsões.



*Figura 4.143: UTM (484396/9530386) Blocos de quartzo com granulação bem variada de centimétrico a métrico.*

Blocos de basalto sugerindo um dique foram encontrados de direção 65°Az, onde a encaixante é o gnaisse migmatítico. Trata-se do vulcanismo cretácico que intridiu durante a formação da Bacia Potiguar, ocorre na forma de diques e algumas soleiras, estas confinadas na Bacia Potiguar.



*Figura 4.154: UTM (481338/9537124) Blocos de basalto sugerindo dique.*

## 5. PETROGRAFIA

### 5.1. INTRODUÇÃO

Foram realizadas descrições petrográficas dos litotipos mais importantes para a caracterização geológica da área de estudo.

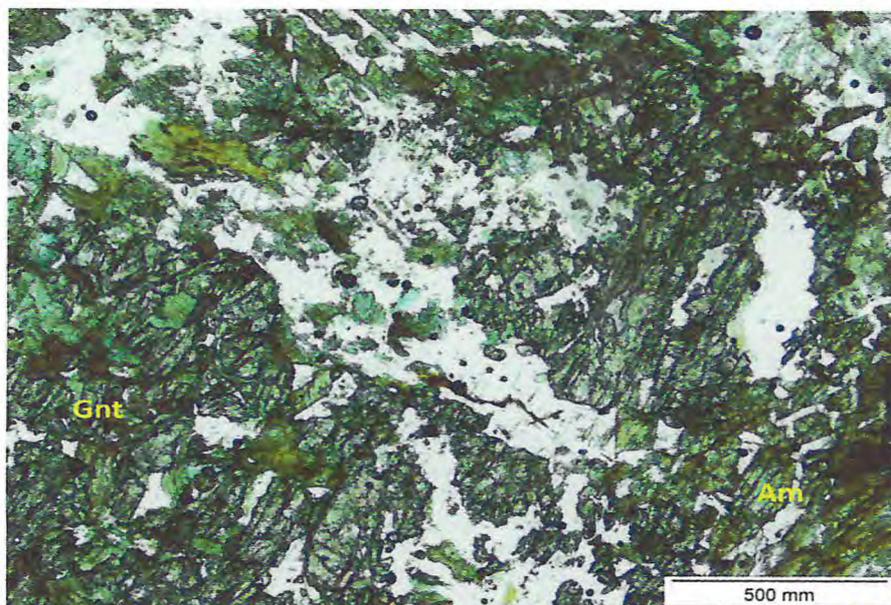
### 5.2. SEQUÊNCIA METABÁSICAS

#### 5.2.1. ANFIBOLITO

A mineralogia principal é composta por anfibólio (40%), granada (25%), piroxênio (15%), plagioclásio (15%) e quartzo (3%). Epidoto (2%), titanita (1%) e opacos (1%). Sua coloração predominante varia do verde ao marrom claro, e provém dos cristais de anfibólio e seu pleocroísmo característico.

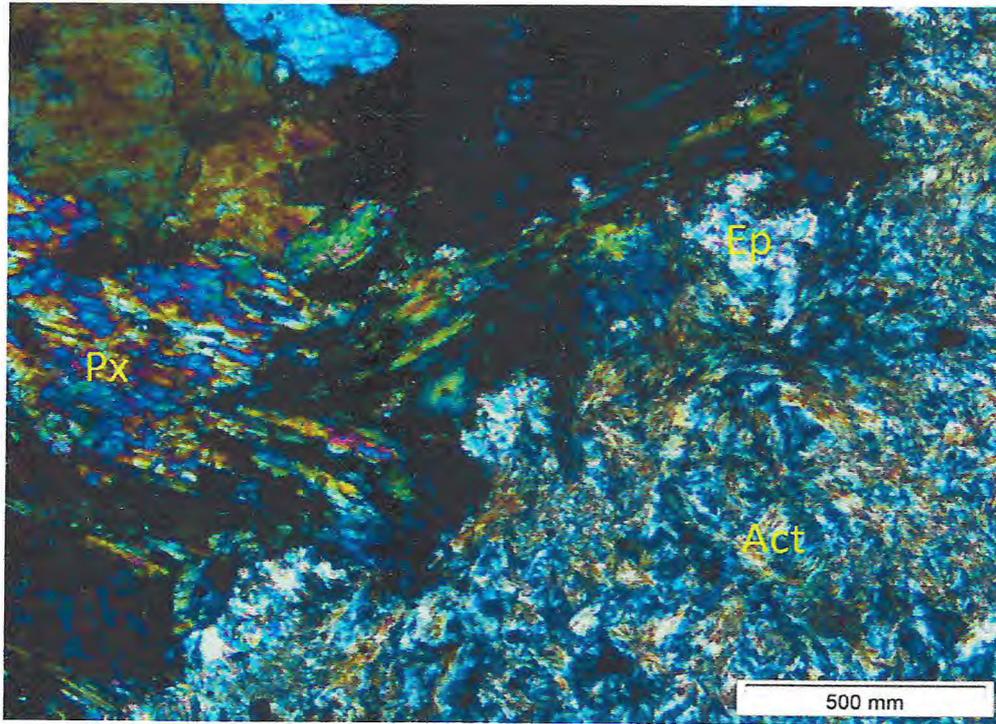
Os cristais de anfibólio exibem contatos irregulares provenientes dos cristais anedrais a subeudrais encontrados, formando uma orientação incipiente dos cristais prismáticos e constituindo uma textura granonematoblástica.

A rocha é composta basicamente por hornblenda, seguida de plagioclásio, granada, quartzo e minerais acessórios. Os cristais de piroxênio apresentam-se associados às hornblendas e os plagioclásios se apresentam associado a granada, a qual se apresenta fraturada, com cristais idiomórfica à hipidiomórficos (fotomicrografia 5.1).

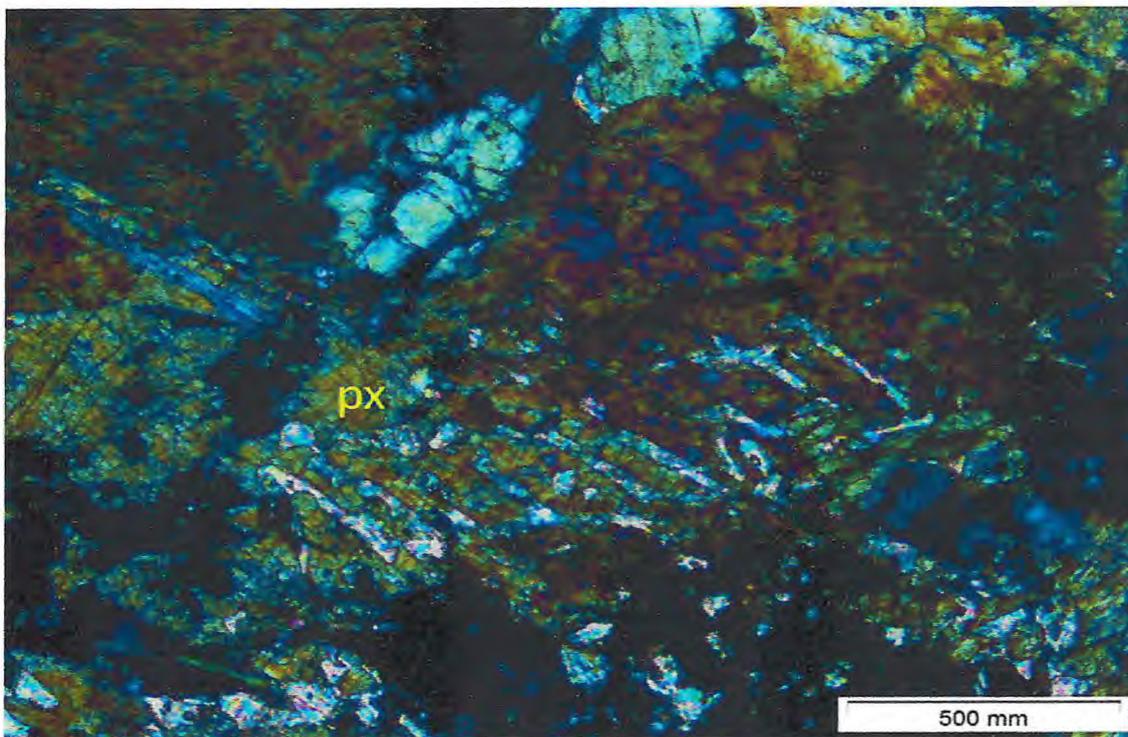


*Fotomicrografia 5.1: apresentando de cristais de granada bordejada por anfibólio.*

Actinolita (tremolita) (fotomicrografia 5.2) ocorre como retrometamorfismo assim como o epidoto ocorre preenchendo as fraturas do piroxenio (fotomicrografia 5.3).



*Fotomicrografia 5.2: apresentando de cristais de actinolita.*



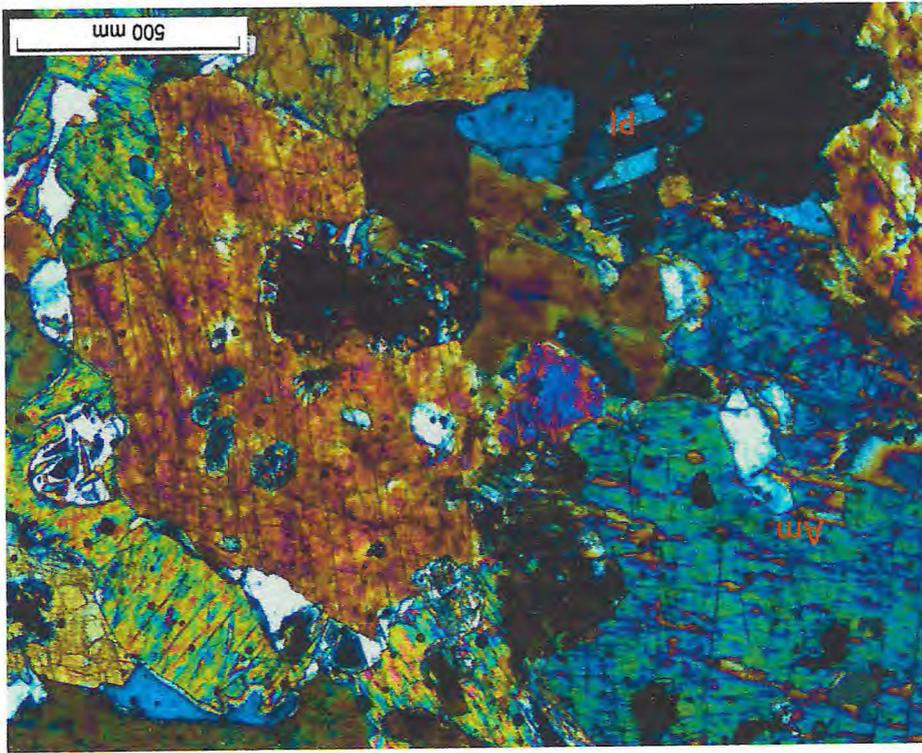
*Fotomicrografia 5.3: apresentando fraturas no piroxênio sendo preenchido por epidoto.*

### **5.3. GABROS NORITOS**

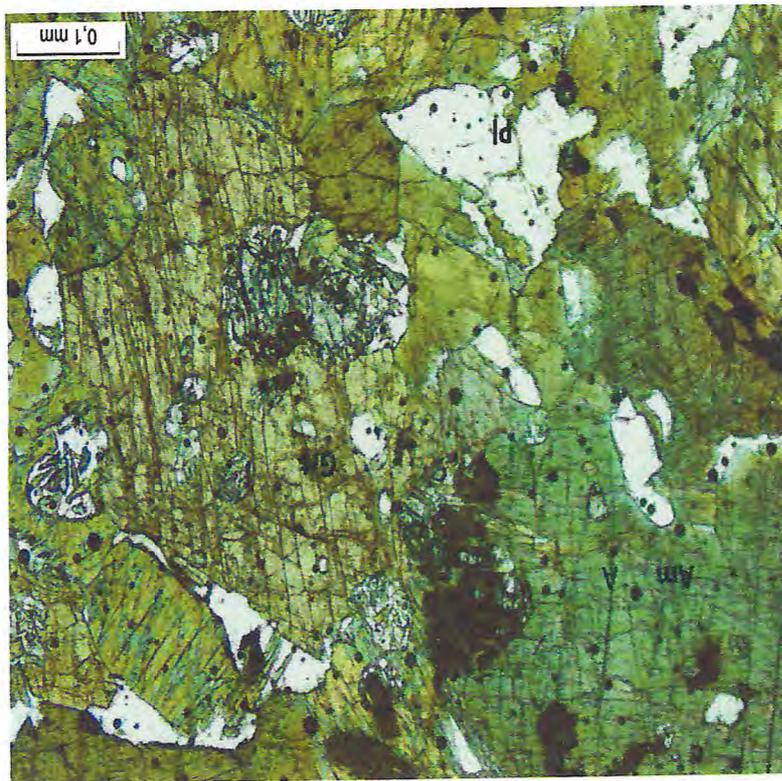
Os gabrosnoritos da região ocorrem como blocos rolados próximos a leitos de drenagem. A rocha, de origem ortoderivada, apresenta textura granular média, se mostrando pouco foliada. A assembleia mineral é composta por piroxênio (50%), plagioclásio (30%), anfibólios (8%), granadas (7%), quartzo (4%) e opacos (1%).

As granadas são produtos da reação piroxênio + anfibólio + plagioclásio, correspondendo a reação do pico metamórfico (fotomicrografias 5.4 e 5.5).

Fotomicrografia 5.5: mostrando Granada mantida por plagioclásio na luz polarizada.



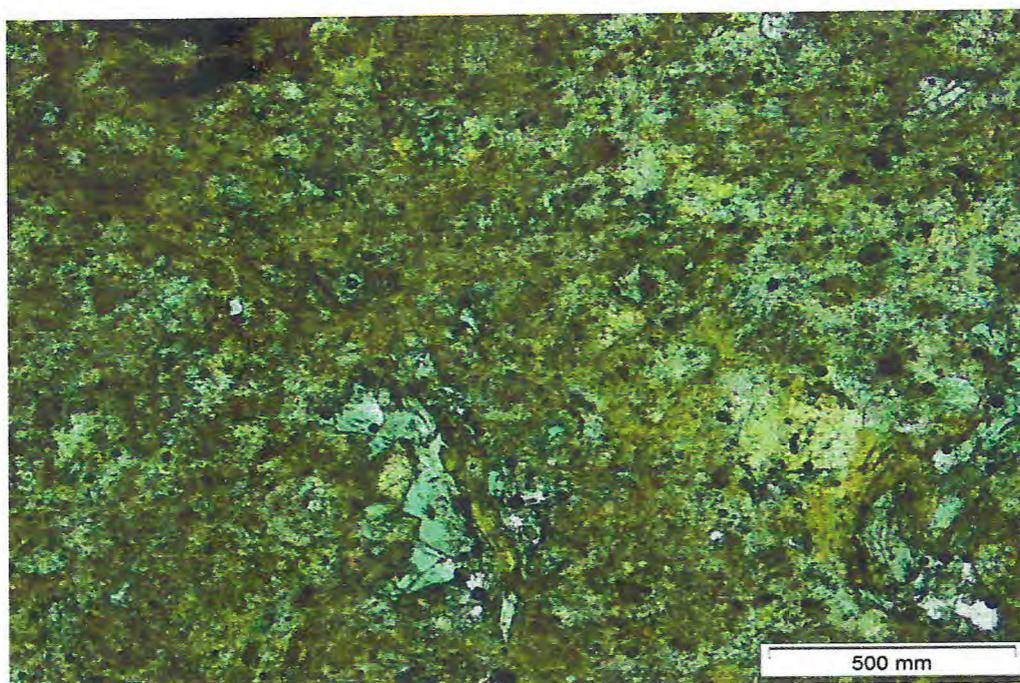
Fotomicrografia 5.4: Mostrando a Granada mantida por plagioclásio na luz natural.



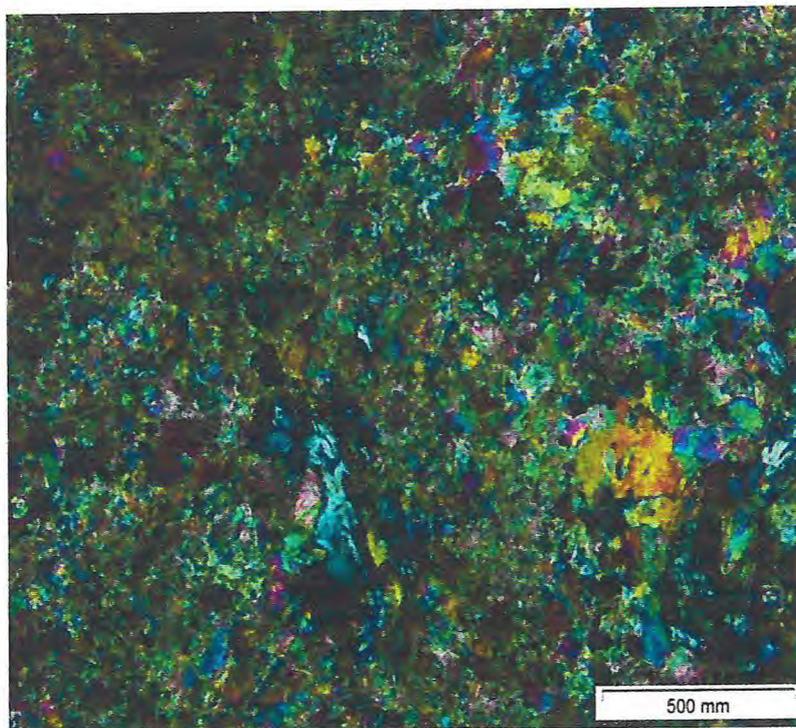
#### 5.4. CALCISSILICATICA

A rocha também é encontrada como bloco rolado próximo a leito de rio. Possui estrutura decussada é composta por epidoto (90%), plagioclásio (4%), cloritóides (3%) e anfibólio (3%).

No sistema de luz natural observa-se coloração esverdeada, característica essa obtida do epidoto e anfibólio (fotomicrografia 5.6 e 5.7). A rocha apresenta estrutura maciça, refletindo o metassomatismo que ocorreu no final do metamorfismo brasileiro com grande percolação de fluidos ricos em  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ .



*Fotomicrografia 5.6: Rocha contendo 90% de epidoto, na luz natural.*



*Fotomicrografia 5.7: Rocha contendo 90% de epidoto, na luz polarizada.*

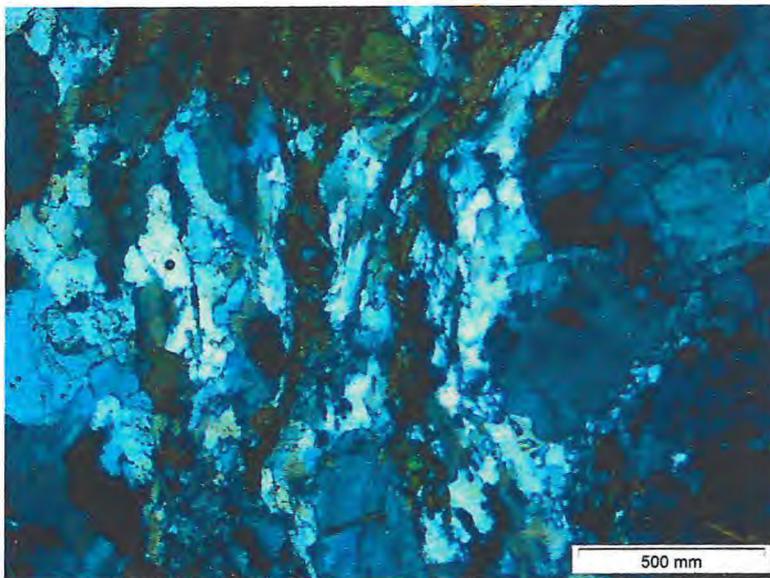
## **5.5. SEQUÊNCIA METASSEDIMENTAR**

### **5.5.1. GNAISSE MIGMATÍTICO**

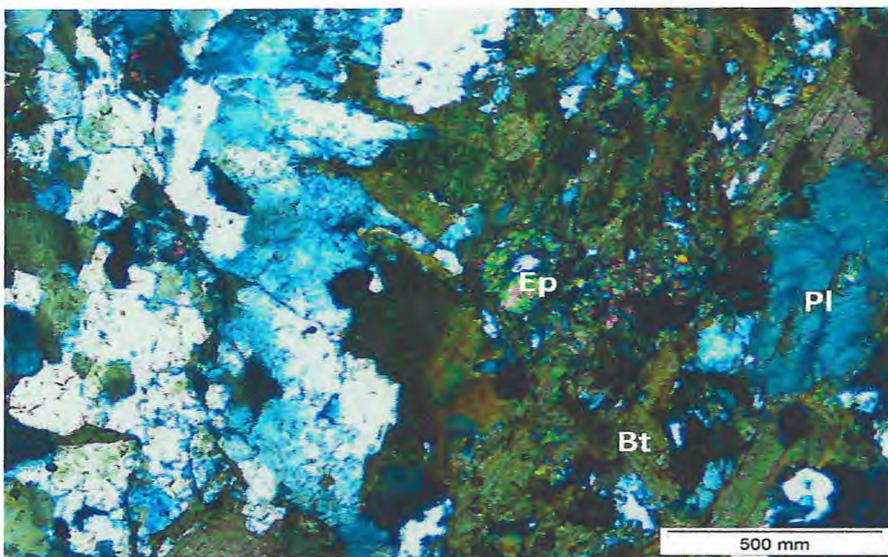
Os minerais de dimensão média (1,0-5,0 mm) orientam-se segundo o bandamento gnáissico (fotomicrografia 5.8), que é a feição textural e estrutural mais importante nessa rocha.

Além de plagioclásio (35%), feldspato potássico (20%), biotita (20%), quartzo (15%), nessa ordem de importância, ocorrem ainda epidoto, carbonato e outros minerais opacos como acessórios.

Microscopicamente, os principais quatro componentes respondem por 80-90% da composição mineral total, descrevem textura grano-lepidoblástica predominante. O epidoto se manifesta pela rocha como vênulas contínuas, mas pouco espessas, onde se concentram cristais hipidiomórficos (fotomicrografia 5.9).



*Fotomicrografia 5.8: Apresentando bandamento.*



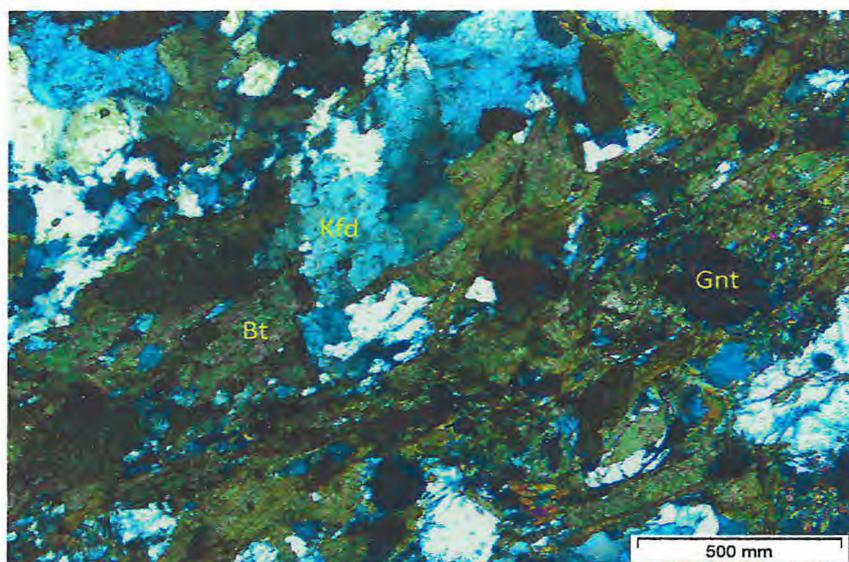
*Fotomicrografia 5.9: Cristal de epidoto sendo bordejado por biotita.*

Do ponto de vista metamórfico-estrutural, essa associação é bastante monótona, sem fases ou associações minerais que caracterizem o grau metamórfico atual da rocha.

### 5.5.2. BIOTITA GRANADA XISTO

Os minerais de dimensão média (1,0-3,0 mm) apresentando biotitas orientadas, que é a feição textural e estrutural mais importante nessa rocha. Além de biotita (40%), granada (15%), feldspato potássico (15%), plagioclásio (10%), quartzo (10%), nessa ordem de importância, ocorrem ainda anfíbio, apatita e outros minerais opacos como acessórios.

Microscopicamente, os principais cinco componentes respondem por 80-90% da composição mineral total, descrevem textura grano-lepidoblástica predominante. Os minerais como um todo ocorre na forma xenoblástica e a biotita subdioblástica.



*Fotomicrografia 5.10: Apresentando de cristais de granada bordejada por biotita.*

### 5.5.3. GNAISSE – GRANÍTICO

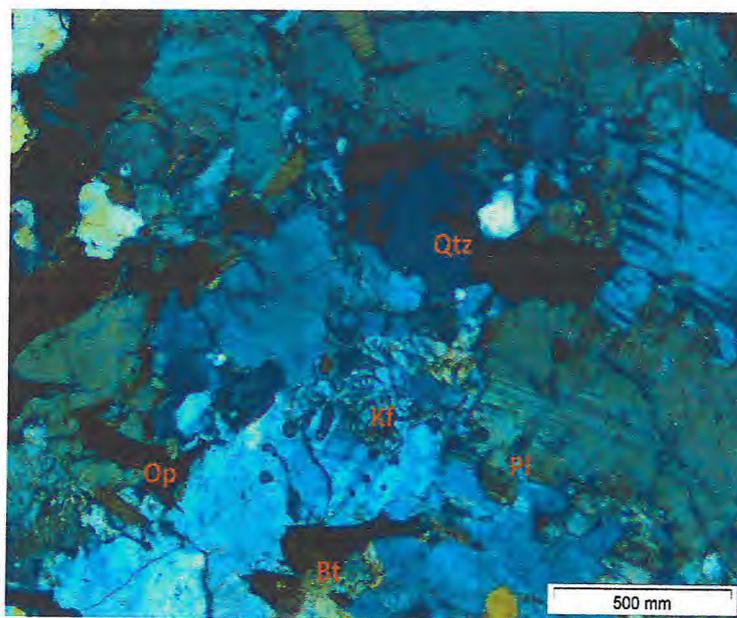
A rocha apresenta textura granoblástica e mimerquítica com foliação incipiente (Fotomicrografia 5.11 e 5.12). Sua mineralogia é composta por K-F (40%), plagioclásio (20%), quartzo (17%), biotita (10%) e opacos (3%). O tamanho dos cristais varia de pequenos a médios.

Os cristais de k-feldspato são prismáticos e granulares, subedrais a anedrais. Apresentam geminação Carlsbad e albita-periclina em microclina. Os contatos são irregulares, sendo alguns, retos.

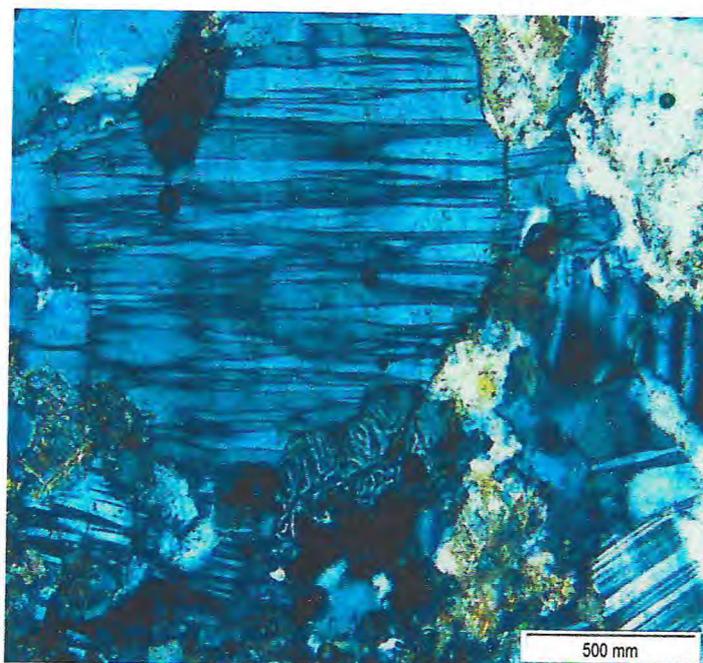
Os cristais de plagioclásio são granulares, anedrais a subedrais. Os contatos são irregulares e, em algumas partes, retos. Textura mimerquítica no plagioclásio ocorre em

alguns contatos com feldspato potássico. Esta textura caracteriza-se pelo intercrescimento de plagioclásio com quartzo vermicular.

Os cristais de quartzo são granulares e alongados. Apresentam extinção ondulante em decorrência da deformação que atingiu a rocha. Possuem contatos retilíneos com outros cristais. As biotitas tem hábito lamelar



*Fotomicrografia 5.11: mostrando a Textura Granoblástica da rocha*



*Fotomicrografia 5.12: mostrando a Textura Mimerquítica na Rocha e planos de geminação sendo quebrados devido a deformação.*

## 6. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste capítulo estão descritos os elementos estruturais (lineares e planares) distribuídos nos diversos litotipos que ocorrem na área. A descrição foi feita com os elementos dúcteis e rúpteis existentes na área.

### 6.1. ELEMENTOS DÚCTEIS (FOLIAÇÃO, LINEAÇÃO, INDICADORES CINEMÁTICOS: BOUDINS, PORFIROBLASTOS, SIGMOIDES).

#### 6.1.1. FOLIAÇÃO

A foliação regional observada principalmente nos gnaisses migmatíticos, gnaisses graníticos e granada xistos foi denominada de foliação  $S_n$ , visto que não foi possível observar nenhuma estrutura primária de acamamento sedimentar ou foliação magmática.

O gnaisses migmatítico (Figura 6.1), apresta foliação mergulhando em média  $35^\circ$  para NE e SE, seu *trend* é predominantemente N-S e NE-SW. Na porção central da área estes mergulhos aumentam para  $60^\circ$  com caimento paraa direção W. A variação da intensidade do mergulho pode ser explicada pela ocorrência de uma zona de cisalhamento dúctil (Zona de Cisalhamento de Caridade, ZCC) onde a verticalização dos planos de foliação é influenciada pelos movimentos transcorrentes dextrais (Figura 6.2).



*Figura 6.16: UTM ( 479938/9531904) Gnaiss migmatítico exibindo foliação penetrativa e bandamento centimétrico de leucossomas e porções mais máficas ricas em biotita.*



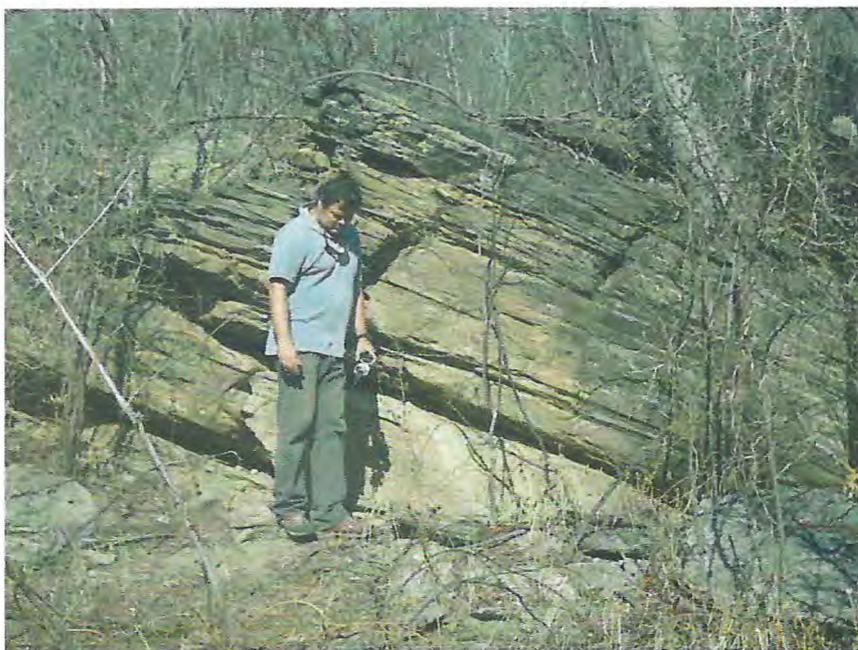
*Figura 6.17: UTM (482703/9532196) Sigmóide na banda leucossomática mostrando movimento dextral.*

Nos gnaisses graníticos a foliação possui textura granoblástica (Figura 6.3). Apresentam uma foliação incipiente originada pela deformação regional e como um todo ocorre como bandas métricas.

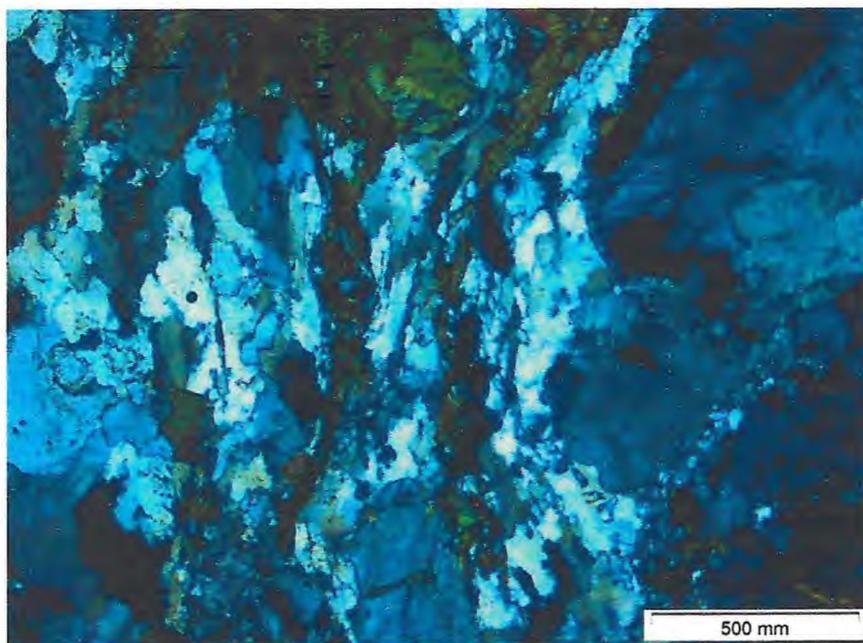


*Figura 6.18: UTM (481065/9536114) Gnaisse granítico com textura granoblástica*

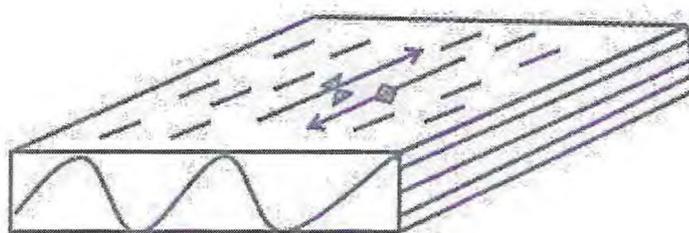
Nos xistos (Biotita granada xisto) a foliação é mais penetrativa (Figura 6.4) devido a presença de biotita, muscovitas e cloritas. A foliação possui padrão anastomosado (Figura 6.5 lâmina do xisto). A direção preferencial é N-S e NE-SW. Na porção N da área a foliação flete suavemente para NE. Ocorrem antififormes e sinformes formando uma ondulação dos planos de foliação com eixo mergulhando suavemente tanto para N como para S (figura 6.6).



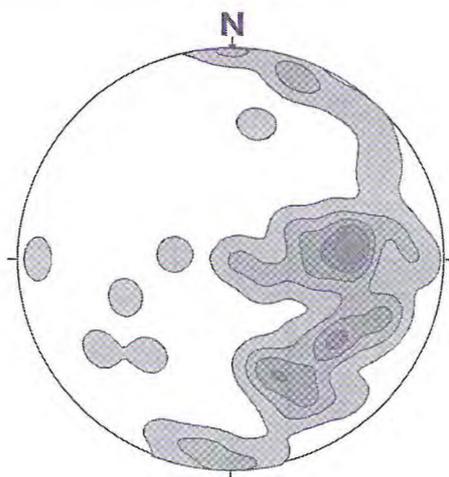
*Figura 6.19: UTM (485680/9531722) Biotita granada xisto exibindo foliação penetrativa com mergulho em torno de 40 graus para 80az.*



*Figura 6.20: Foliação padrão anastomosado.*

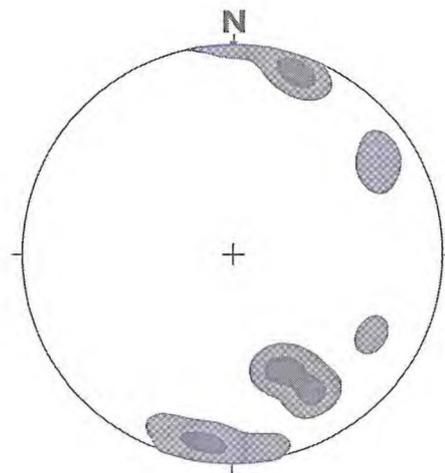


*Figura 6.21: Foliações antiformes e sinformes formando uma ondulação dos planos de foliação com eixo mergulhando suavemente tanto para N como para S.*



*Figura 6.22: Contornos de isolinhas para as plotagens de medidas planares (polos).*

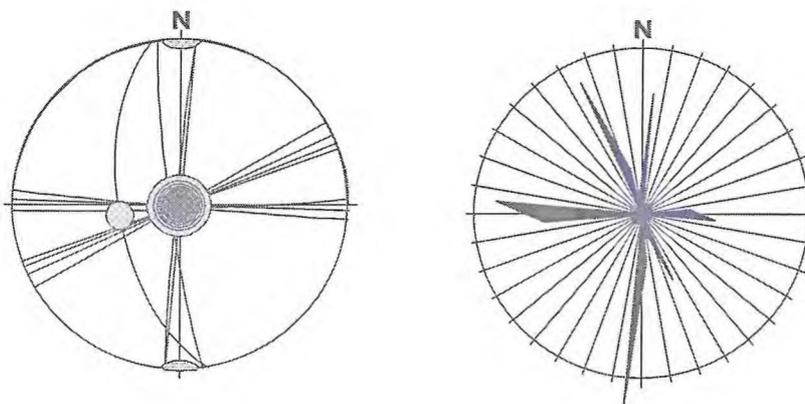
As lineações observadas na área são de estiramento mineral. As lineações orientada na direção 150az com mergulhos de 20 a 30 graus foram interpretadas como sendo a lineação associada aos movimentos de cavalgamento responsáveis pelo transporte de massa de SE para NW. As lineações com direção 20az e caimentos para NNE e SSW em torno de 10 graus foram interpretadas como sendo geradas a partir dos movimentos transcorrentes dextrais mais associados aos planos de cisalhamento. A distribuição das lineações da área podem ser observadas na figura 6.8.



*Figura 6.23: Estereograma apresentando contornos de isolinhas para as plotagens de lineações.*

## 6.2. Feições Rúpteis (Fraturas)

As feições rúpteis são evidenciadas por fraturas que afetam as sequências metapelítica. Existem três famílias de fraturas preferencialmente N-S, como mostra os estereogramas abaixo.



*Figura 6.24: Estereogramas apresentando plotagens de 3 famílias de fraturas em metapelitos*

As fraturas de direções Ne-Sw, tem a mesma direção da principal drenagem da área. Muitas dessas fraturas aparecem como par conjugado.



*Figura 6.25: UTM (486785/9538468) Par conjugado de fraturas.*

## 7. METAMORFISMO

As rochas do Grupo Ceará (Unidade Canindé) são representadas por uma sequência de metassedimentos e metabásicas que em conjunto formam uma sequência típica *flysch*. Esta sequência foi depositada durante a evolução do Neoproterozóico com sedimentação plataformal máxima até 750 Ma (Toniano) segundo Arthaud, 2007.

Após a sedimentação o único evento metamórfico regional que afetou a região e conseqüentemente a área em estudo é o Evento Orogenático Brasileiro o qual teve seu pico metamórfico em 600 Ma. Portanto o metamorfismo da área reflete a evolução do Ciclo Brasileiro durante a consolidação de Gondwana. Este metamorfismo foi denominado aqui de evento Mn associado a deformação Dn que gerou os planos Sn. (Mn/Dn/Sn).

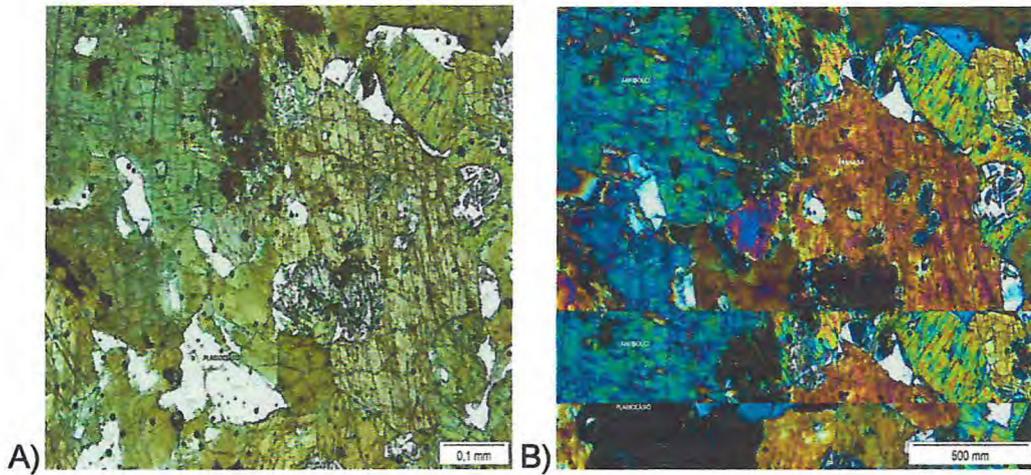
As associações de minerais que permitiram definir as condições metamórficas que atuaram na área foram obtidas nas rochas metabásicas (gabrosnoritos, anfíbolitos e calcissilicáticas) e nas rochas metassedimentares como, gnaisses graníticos e biotita granada xistos.

### 7.1. EVENTO MN/DN

O metamorfismo Mn foi observado na foliação Sn presente nas rochas do Grupo Ceará. Nas rochas metabásicas a foliação Sn possui a seguinte associação mineral:

Piroxênio + Anfíbólio 1 + Plagioclásio = Granada + Plagioclásio + Anfíbólio 2 + Piroxênio 2. (Associação 1)

Esta associação mineral representa o pico metamórfico Mn, a neocristalização da granada mantada por plagioclásio (Figura 1), e a recristalização dos anfíbólios+piroxênios permite posicionar as condições de P e T na transição do fácies Anfíbolito para Granulito (Figura 2). Ou seja, temos condições metamórficas de alta temperatura e altíssima pressão, pois o par Granada + Plagioclásio mais a presença de piroxênios é típica associação mineral do fácies granulito.



Fi. 7.26 **Variabilidad de las condiciones metamórficas**

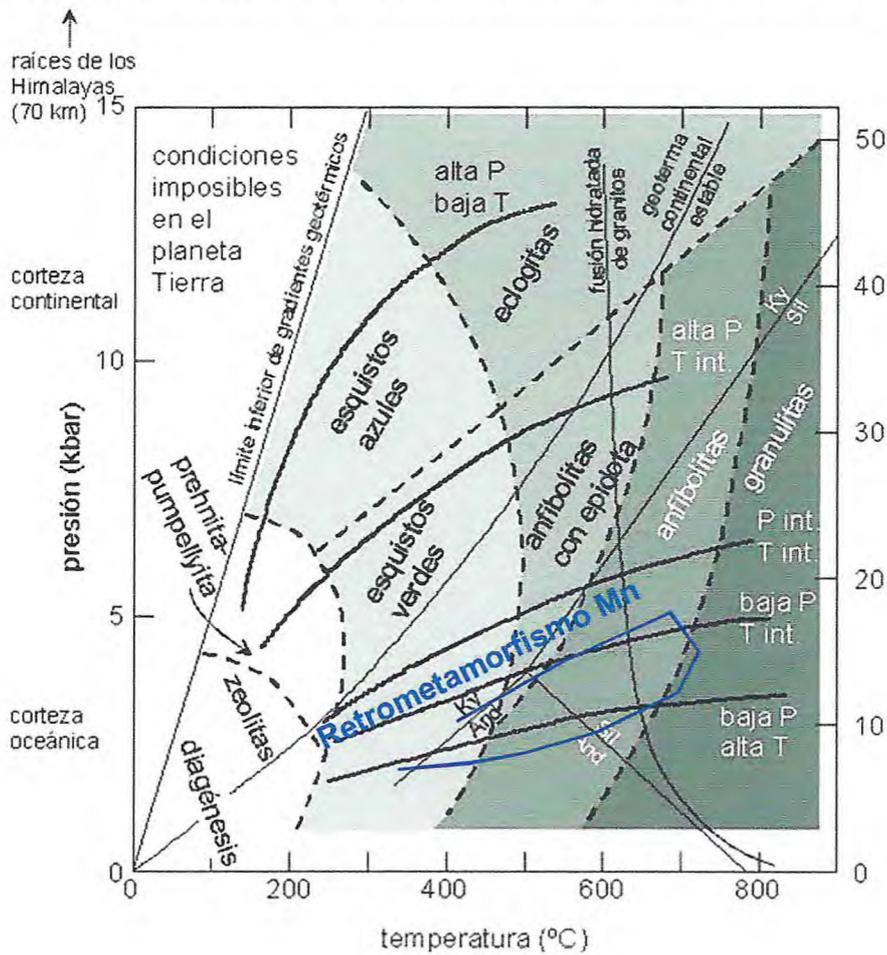
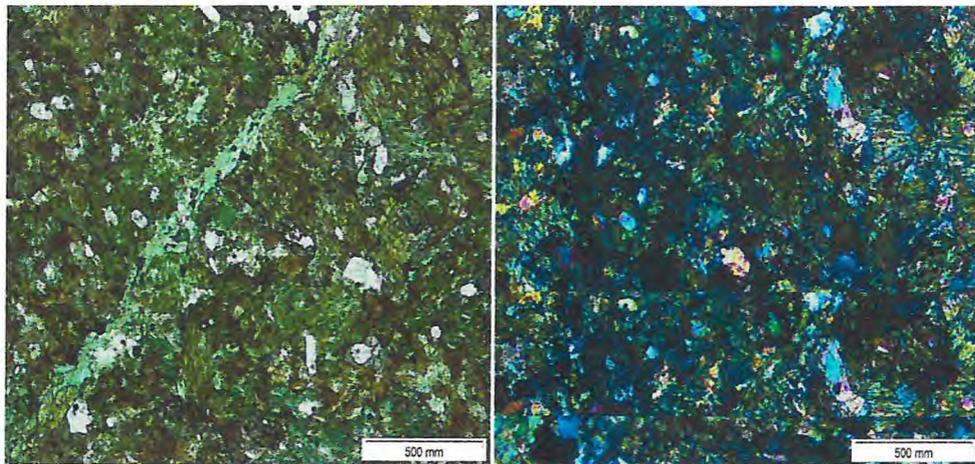


Figura 7.27: Provável trajetória P – T, do metamorfismo Mn nas rochas metamórficas encontradas na área.

A Associação 1 representa o pico termobarométrico do evento Mn, após esta fase ápice temos a diminuição da T e P, passando a associação mineral para:

Granada + Plagioclásio + Anfibólio 2 + Piroxênio 2 = Actinolita-Tremolita, Clorita/Cloritóides + Talco + Epidoto + Opacos. (Associação 2)

Esta associação reflete a diminuição da T e P e a entrada de água no sistema rocha formando minerais hidratados como clorita, talco, epidoto e opacos no final do processo. Alguns destes minerais cristalizam-se em fraturas mostrando que a fase rúptil da deformação possui percolação de fluidos metassomáticos formados momentos antes das fraturas (Figura 7.3).

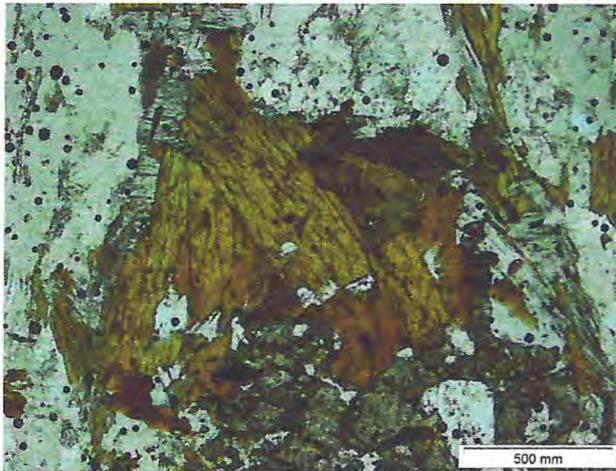


*Figura 7.28 :Epidotos, clorita e cloritóides, preenchendo fraturas, repreentando a fase tardia do metamorfismo (resfriamento/retrometamorfismo). Após o pico metamórficos há o resfriamento e a diminuição para ao facie Xisto Verde.*

Nos metassedimentos o metamorfismo Mn foi observado na foliação Sn presente nas rochas do Grupo Ceará a partir da reação:

Plagioclásio + K-feldspato + Anfibólio= Grand + Biot + Plag (Associação 3)

Essa associação representa o pico metamórfico Mn representado pelo grau metamórfico anfibolito alto e anatexia, uma vez que inúmeras texturas mirmequiticas são observadas nas lâminas petrográficas dos metassedimentos.



*Figura 7.29: Biotita + Granada + Feldspatos e restos de anfibólios. Associação representa o Pico Metamórfico de Mn nos metassedimento gerando o par granda + biotita (anfíbolito).*

A Associação 3 representa o pico termobarométrico do evento Mn, após esta fase ápice temos a diminuição da T e P, passando a associação mineral para:

Granada + Biotita + Plagioclásio = Epidoto + Muscovita. (Associação 4)

Esta associação reflete a diminuição da T e P e representa o retro-metamorfismo Mn atingindo P e T do fácies Xisto Verde (Figura 7.5).



## 8. CONCLUSÃO

A área de estudo está inserida geologicamente no Domínio Ceará Central, estratigraficamente ocorre o Grupo Ceará, Unidade Canindé. Quatro litotipos principais foram identificados nesta unidade: gnaiss migmatíticos, biotita granada xistos, anfíbolitos e gnaiss granítico. Não cartografados porém identificados temos ainda um dique de basalto e bolsões de quartzo, resultado da precipitação de sílica em sítios de dilatação. Também ocorrem depósitos aluvionares associados ao Rio Macacos que ocorrem cortando a área de estudo de norte a sul. Ainda foram encontradas, rochas metabásicas, compostas por Gabro-Noritos, Anfíbolitos e Calcissilicática como blocos soltos que interpretamos como restos do babdamento litológica da Unidade Canindé.

As análises petrográficas permitiram uma melhor classificação desses litotipos, a partir da quantificação dos minerais presentes em cada amostra. A petrologia das rochas paraderivadas mostra claramente minerais aluminosos derivados da deformação/metamorfismo de metassedimentos, no caso sedimentos plataformais pré-Gondwânicos. Já as rochas com mais anatexia são responsáveis pela formação dos migmatitos e graníticos, que comprovam a região sofreu fusão formando desde diatexitos/metatexitos até inúmeros corpos graníticos próximos da área.

Os dados estruturais levantados mostram que as foliações, em sua maioria, são de baixo ângulo e se mostram dispostas segundo a direção Norte- Sul, com mergulhos relativamente suaves para leste. Este arranjo foi formado por movimentos de cavalgamentos, com posterior escape lateral dominado por movimentos transcorrentes de escala local e regional.

As associações de minerais que permitiram definir as condições metamórficas que atuaram na área foram obtidas nas rochas metabásicas (gabros noritos, anfíbolitos e calcissilicáticas) e nas rochas metassedimentares como, gnaisses graníticos e biotita granada xistos.

Nos metassedimentos é evidenciado uma história complexa que pode ser resumida na forma de uma trajetória metamórfica passando do fácies anfíbolito para granulito, refletindo condições de alta temperatura e altíssima pressão e é representado pela associação: Piroxênio + Anfíbolio 1 + Plagioclásio = Granada + Plagioclásio + Anfíbolio 2 + Piroxênio 2.

Essa Associação representa o pico termobarométrico do evento Mn, após esta fase ápice temos a diminuição da T e P, passando a associação mineral para:

Granada + Plagioclásio + Anfibólio 2 + Piroxênio 2 = Actinolita-Tremolita, Clorita/Cloritóides + Talco + Epidoto + Opacos.

Esta associação reflete a diminuição da T e P e a entrada de água no sistema rocha formando minerais hidratados como clorita, talco, epidoto e opacos no final do processo. Alguns destes minerais cristalizam-se em fraturas mostrando que a fase rúptil da deformação possui percolação de fluidos metassomáticos formados momentos antes das fraturas.

Nas metabásicas o metamorfismo Mn foi observado na foliação Sn presente nas rochas do Grupo Ceará a partir da reação: Plagioclásio + K-feldspato + Anfibólio = Grand + Biot + Plag.

Essa associação representa o pico metamórfico Mn representado pelo grau metamórfico anfibolito alto e anatexia.

Após esta fase ápice temos a diminuição da T e P, passando a associação mineral para: Granada + Biotita + Plagioclásio = Epidoto + Muscovita.

Esta associação reflete a diminuição da T e P e representa o retro-metamorfismo Mn atingindo P e T do fácies Xisto Verde .

De acordo com os estudos conclui-se que o Grupo Ceará é uma sequência Neoproterozóica formado por metassedimentos de margem passiva, cuja deposição perdurou até 800 Ma. Com o fechamento do oceano em torno de 610 Ma (Ciclo Brasileiro), essa sequência foi envolvida na colisão, que inicialmente foi frontal, gerando espessamento crustal por empilhamento de nappes ou cavalgamentos. Em torno de 590Ma a colisão tornou-se oblíqua e foi responsável pelo desenvolvimento das zonas de cisalhamento transcorrentes de escala continental, geralmente dextrais e algumas sinistras de direção NNE-SSW. Estas zonas de cisalhamento permitem a criação de espaços onde fundidos gerados durante a anatexia formam corpos graníticos em todos o DCC.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. 1967. Origem da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro. DNPM/DGM. 36 p. (Boletim 241).

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. & FUCK, R. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. Atas VIII Simpósio de Geologia do Nordeste. Campina Grande.

ARTHUAUD, M.H.; VASCONCELOS, A.M.; NOGEURA NETO, J.A.; OLIVEIRA, F.V.C.; PARENTE, C.V.; MONIÉ, P.; LIÉGEOIS, J.P.; CABY, R.; FETTER, A. H. 1998. Main Structural Features of precambrian Domains From ceará (NE Brazil). In: DEGEO/UFOP – IBTA, International Conference on Basement Tectonics, 14th, OuroPreto, Abstracts, 84 – 85.

ARTHAUD, M. H. ; CABY, R. ; FUCK, R. A. ; DANTAS, E. L. ; PARENTE, C. V. Geology of the Northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NW Africa. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., BritoNeves, B.B., De Wit, M.J..(Org.). West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. 1 ed. Londres: Geological Society of London, 2008, v. 294, p. 49-67.

BRITO-NEVES, B.B., SANTOS, E.J. AND VAN SCHMUS, W.R., 2000. Tectonic history of the Borborema Province. In: Tectonic Evolution of South America(U. G.Cordani, E. J.Milani, A.Thomaz-Filho and D. A. Campos, eds), pp. 151–182. Rio de Janeiro.

CABY, R. & ARTHAUD, M. H. 1986. Major Precambrian nappes of the Brazilian belt, Ceará, northeast Brazil. *Geology*, 14: 871-874.

CABY, R.; SIAL, A.N.; ARTHUAD, M. & VAUCHEZ, A. Crustal evolution and the Brasiliano orogeny in Northeast Brazil. In: DALL ME YER, R.D. & LECORCHÉ, P. (Eds). The west African orogens and Circum Atlantic correlatives. Springer Verlag, pp. 373-397, 1991.

CASTAING, C. F.; THIÉBLEMONT, T. C. & CHEVREMONT, P. 1994. Paleogeographical reconstruction of the Pan-African/Brasiliano orogen: closure of an oceanic domain or intracontinental convergence between major blocks. *Precambrian Research* 69: 327-344.

CASTRO, N. A. 2004. Evolução Geológica Proterozóica da região entre Madalena e Tapera, Domínio Tectônico Ceará Central (Província Borborema). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 221 p.

CAVALCANTE, J. C; VASCONCELOS, A. M & GOMES, F. E. M. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza. Convênio MME-MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA/CPRM- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL e GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ/ SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Escala 1:500.000. CD-ROM, 2003.

FETTER, A. H. 1999. Geochronological evolution of the Ceará State-Borborema Province - Northeast Brazil. Ph.D. Thesis, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 150 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010. Censo Demográfico.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE, 2009. Perfil Básico Municipal – Canindé.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE, 2012. Perfil Básico Municipal – Canindé.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos (**Planerh**). Fortaleza: SRH, 2005.

MARTINS, G. 200. Litogeoquímica e contatos geocronológicos da Suíte Metamórfica Algodões-Choró. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

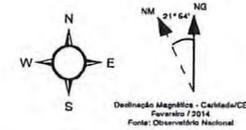
PESSOA, R. R.; BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K.; PESSOA, D.A.R.1986.

Contribuição ao estudo da Evolução Geocronoilógica do maciço de Tróia, 12º Simpósio de Geologia do Nordeste, Atlas da Sociedade Brasileira de Geologia, 12, Núcleo Nordeste, João pessoa – PB, PP. 75-93.

SANTOS, E. J.; BRITO NEVES, B.B. 1984 Província Borborema. Ln: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (coords.) o Pré Cambriano do Brasil São Paulo, Edgard Blucher. P. 123-186.

SILVA C.R., FIGUEIREDO B.R., DE CAPITANI E.M. 2006. Geologia médica no Brasil. CPRM/Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro. Cap. 2, p. 6-14.

# MAPA DE PONTOS



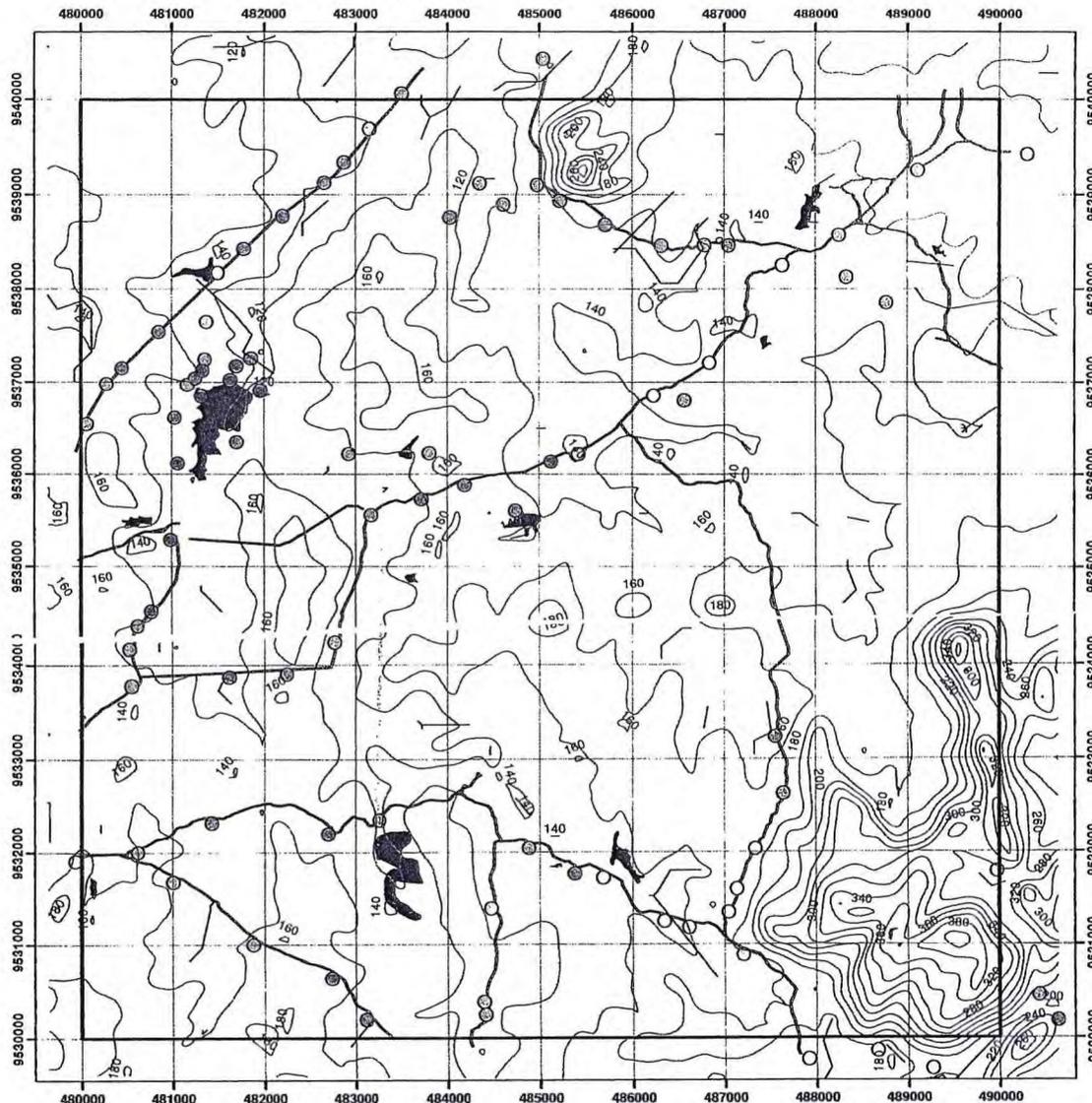
## Legenda

### Convenções Cartográficas

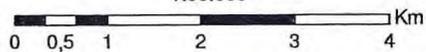
- Poligonal da Área
- drenagem
- curva de nível de 20m
- Estrada
- Açude

### Convenções Litológicas

- ANFIBOLITO
- BIOTITA GRANADA XISTO
- DEPOSITO DE AREIA
- DIQUE DE BASALTO
- GNAISSE GRANITICO
- GNAISSE GRANITICO
- GNAISSE MIGMATÍTICO
- PEGMATITO
- VEIO DE QUARTZO



1:50.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 39°W Gr.  
 acrescidas das constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.  
 Datum horizontal: SAD 69



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
 CURSO DE GEOLOGIA



## ANEXO 1 - Mapa de Pontos

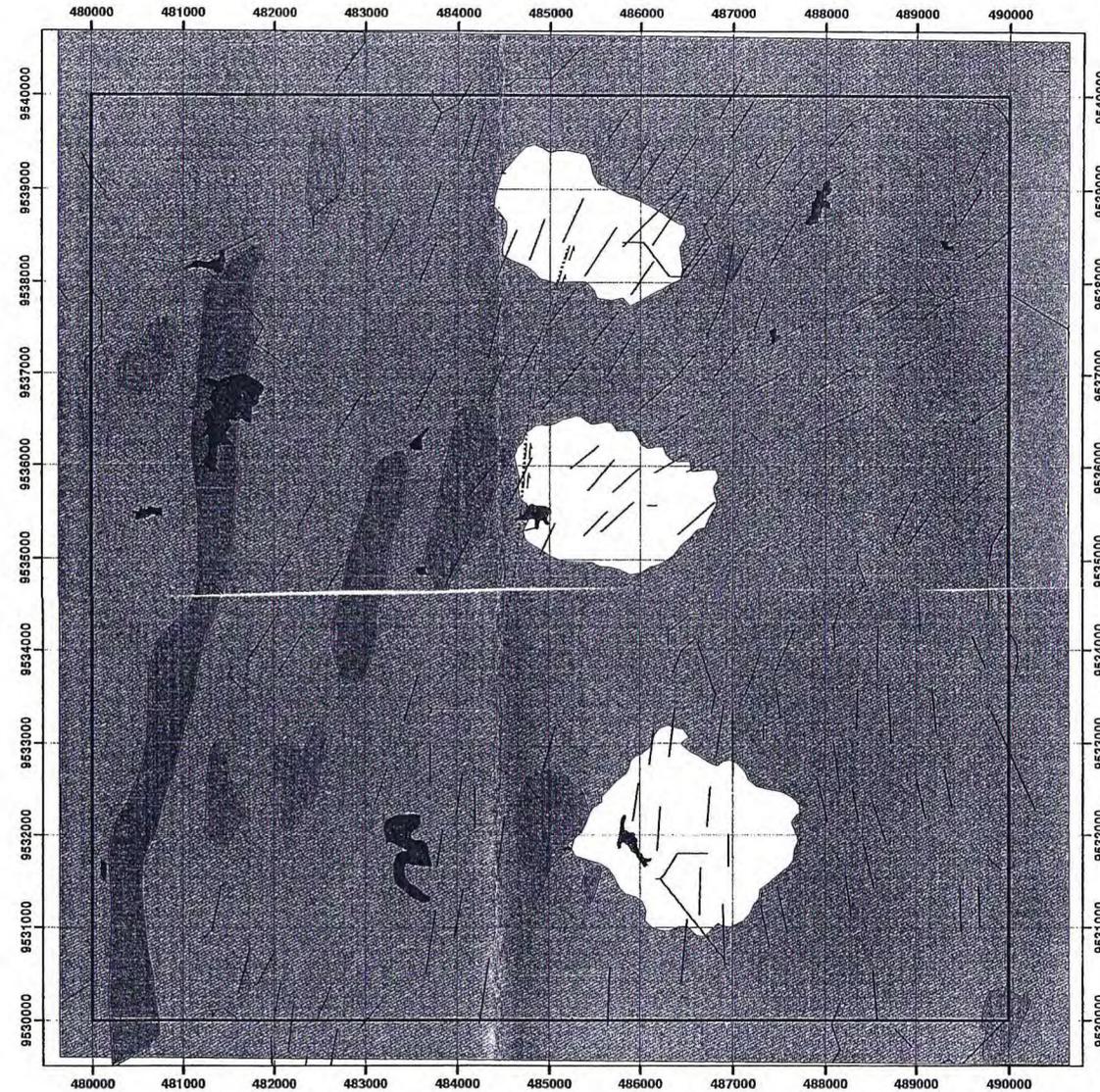
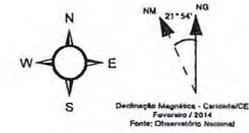
Mapeamento Geológico da Quadrícula  
 à Leste de Caridade, Folha SB-24-V-B-III, Canindé-Ce

**Autores:** Francisca Robênia Ferreira Soares  
 Úrsula Teixeira de Souza

**Orientador:**  
 Prof. Dr. Cristiano Magini

Fevereiro de 2014

# MAPA GEOLÓGICO



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 39°W Gr.  
acrescidas das constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.  
Datum horizontal: SAD 69

## Legenda

### Convenções Cartográficas

- Poligonal da Área
- drenagem
- Açude

### Convenções Litológicas

- Foliações
- Zona de Cisalhamento
- Diques Básicos
- Rochas metabásicas
- Gnaiss granítico
- Biotita-granada-xisto
- Gnaiss migmatítico



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
CURSO DE GEOLOGIA



## ANEXO 2 - Mapa Geológico

Mapeamento Geológico da Quadricula  
à Leste de Caridade, Folha SB-24-V-B-III, Canindé-Ce

**Autores:** Francisca Robênia Ferreira Soares  
Úrsula Teixeira de Souza

**Orientador:**  
Prof. Dr. Cristiano Magini

Fevereiro de 2014