



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

***MAPEAMENTO DE UMA ÁREA A LESTE DO
ARCO MAGMÁTICO DE SANTA QUITÉRIA,
REGIÃO DE UMIRIM-CE.***

FRANCINALDO FERREIRA DO REGO SINDEAUX

FORTALEZA
JULHO/2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

***MAPEAMENTO DE UMA ÁREA A LESTE DO
ARCO MAGMÁTICO DE SANTA QUITÉRIA,
REGIÃO DE UMIRIM-CE.***

FRANCINALDO FERREIRA DO REGO SINDEAUX

ORIENTADOR: PROF. DR. CHRISTIANO MAGINI

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO APRESENTADA AO CURSO
DE GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE GEÓLOGO.

FORTALEZA
JULHO/2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S622m Sindeaux, Francinaldo Ferreira do Rego.

Mapeamento de uma Área a Leste do arco magmático de Santa Quitéria, Região de Umirim-Ce / Francinaldo Ferreira do Rego Sindeaux. – 2010.

92 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geologia, Fortaleza, 2010.

Orientação: Prof. Christiano Magini.

1. Mapeamento geológico - Umirim (CE). 2. Geologia. I. Título.

CDD 551

FRANCINALDO FERREIRA DO REGO SINDEAUX

**MAPEAMENTO DE UMA ÁREA A LESTE DO ARCO
MAGMÁTICO DE SANTA QUITÉRIA, REGIÃO DE UMIRIM-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.

Aprovado em 20 de julho de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Christiano Magini.
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. César U. Vieira Veríssimo.
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Msc. Ariston Araújo Cajaty .
Universidade Federal do Ceará - UFC

Fortaleza, 20 de julho de 2010.

DEDICATÓRIA

A DEUS E AOS NOSSOS PAIS, IRMÃOS, AMIGOS E
FAMILIARES QUE ME APOIARAM EM TODOS OS
MOMENTOS E DIFICULDADES E SEMPRE
ESTIVERAM PRESENTES.

AGRADECIMENTOS

Para concluir este trabalho foi preciso fé, motivação, garra, saúde e bênção de Deus, pois nada disso aconteceria sem a participação de algumas pessoas especiais em minha vida. Elas sempre acreditam e confiaram em cada momento de minha vida, especialmente acadêmica.

Agradeço primeiramente a Deus. Minha eterna gratidão aos meus pais, Josefa Ferreira e Francisco Sindeaux, que com muita dedicação e fidelidade me criaram e educaram para a vida. Agradeço também ao apoio dado pelos meus irmãos, sobrinhos, afilhados, avós, cunhados, primos, em especial ao Francisco Jerlânio.

Meus agradecimentos especiais a minha esposa, Hisabelita Sindeaux, que sempre entendeu o quanto gosto de geologia, embora ficando sozinha em alguns momentos quando eu viajava e soube contornar meus momentos de dificuldades, principalmente quando eu dizia: “MAIS UM DIA E NÃO PRODUZI NADA DA MONOGRAFIA”, sempre com muita sabedoria e amor. Amo muito você, pois “NOSSO AMOR É INABALÁVEL É FORTE COMO A ROCHA” L.R.

Agradeço ao professor Doutor Cristiano Magini, meu orientador, que me orientou e acompanhou nos trabalhos, sempre com muita paciência, força, incentivo a melhorar a cada dia e participação direta na realização desse trabalho. Ao corpo docente do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (DEGEO/UFC) que me orientaram e formaram durante as aulas teóricas e práticas para minha formação, são eles: Michel (*In memoriam*), Wellington, Tereza, Satander, Mariano, Afonso, Beltrão, Otaciél, Loreci, Cajaty, Sônia, Itabaraci, Cristiano, César, Adilson, Dulcinéia, Gutemberg, Neivaldo, Davi, Marcelo, Irani, dentre outros.

Aos colegas de turma, inesquecíveis, que souberam me suportar durante esses cinco anos de curso e pelos momentos de descontração em sala de aula e em campo, sempre unidos e em especial ao Jairo Eberson e Messias Bonfim.

Aos motoristas da universidade, em especial ao “Barbosa”, que sempre nos conduziram com segurança e profissionalismo nas viagens de campo. Ao secretário Leal, que sempre nos forneceu material para uso em campo, e também ao Valmir que sempre esteve à disposição na coordenação do curso.

A todos os meus amigos que contribuíram direta e indiretamente para a concretização desse relatório, obrigado mesmo!

“DIGO-VOS: SE ESTES SE CALAREM, CLAMARÃO AS PEDRAS!”

LUCAS 19,40 (JESUS CRISTO)

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XI
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	02
CAPÍTULO II – GEOLOGIA REGIONAL.....	13
CAPÍTULO III – GEOLOGIA LOCAL	25
CAPÍTULO IV –LITOESTRATIGRAFIA.....	40
CAPÍTULO V – GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	45
CAPÍTULO VI – METAMORFISMO.....	54
CAPÍTULO VII – EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	59
CAPÍTULO VIII – CONCLUSÕES.....	62
CAPÍTULO IX – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CAPÍTULO X – ANEXOS.....	72

RESUMO

O mapeamento geológico realizado no Município de Umirim-CE, na escala 1:25.000 em uma área de 50Km² dentro do Domínio Ceará Central (DCC), porção central da Província Borborema Setentrional.

O DCC é limitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II, a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu e a SW-W é encoberto pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba. As principais unidades litoestratigráficas da área são da base para o topo: i) gnaisses; ii) quartzitos; iii) biotita granito e iv) granito; sendo o embasamento do Grupo Ceará (Toniano 750 Ma) e os granitos do Arco Magmático de Santa Quitéria (Neoproterozóico 1000 – 540 Ma) e cobertura do Cenozóico.

Estruturalmente a área estudada reflete uma tectônica de influência do ciclo Brasileiro/Pan-Africano do Neoproterozóico, determinando uma foliação gnáissica com direção NNE-SSW marcando grandes transcorrências que bordejam a leste o Arco Magmático, no final desse ciclo em caráter tardi-tectônico ocorreu uma deformação no regime frágil marcada por lineação mineral subparalela a foliação e o fraturamento em diversas direções.

O Neoproterozóico teve início com as deposições das coberturas entre 900 e 750 Ma (Toniano), sob influência de um regime extensional que seria encerrado com o início do Ciclo Brasileiro. O estágio do Ciclo Brasileiro, compreendido de 600 a 540 Ma, foi marcado por metamorfismo em condições de fácies anfibolito marcando o nível crustal de pelo menos 10Km de profundidade ou mesozonal e intenso Magmatismo granítico. Os granitos brasileiros desenvolveram-se por anatexia de metapelitos e rochas do embasamento entre 620-580 Ma (NOGUEIRA, 2004).

ABSTRACT

The geologic mapping realized in county of Umirim-CE at 1:25,000 scale in an area of 50km² inboard Central Ceará Domain (DCC), centric portion of the Borborema Province northern.

This DCC is limited to the NW shear zone Sobral-Pedro II, the SE by the Senador Pompeu shear zone and SW-W gets covered by the sediments of Parnaíba basin. The main lithostratigraphic units in the area are the base to the top: i) gneisses; ii) quartzite iii) biotite granite e iv) granite, being the foundation of the Ceará Group (Tonian 750 Ma) and granites of the Magmatic Arc of Santa Quitéria (Neoproterozoic 1000-540 Ma) and Cenozoic cover.

Structurally, the studied area reflects a tectonic of influence of the cycle Brasiliano / Pan-African Neoproterozoic, determining a gneissic foliation with NNE-SSW marking major transcurrent bordering the east Magmatic Arc, in and phase of this cycle in character tardi-tectonic occurred deformation in a weak regime marked by mineral lineation subparallel to foliation and fracturing in several directions.

The Neoproterozoic began with the deposition of the hedges between 900 and 750 Ma (Tonian), under the influence of an extensional regime that would be terminated with the onset of Brasiliano Cycle. The stage of the Brasiliano Cycle, understood, 600-540 Ma, was marked by metamorphism in amphibolite facies conditions marking the crustal level of at least 10Km depth or mesozonal and intense magmatism. Brasiliano granites developed by anatexis of metapelites and basement rocks between 620-580 Ma (NOGUEIRA, 2004).

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO.....	02
1.2. JUSTIFICATIVA.....	02
1.3. OBJETIVOS.....	02
1.4. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	03
1.5. METODOLOGIA.....	05
1.5.1 ETAPA INICIAL.....	05
1.5.2 ETAPA DE CAMPO.....	05
1.5.3 ETAPA DE LABORATÓRIO.....	05
1.5.4 ETAPA FINAL.....	05
1.6. ASPÉCTOS FISIAGRÁFICOS.....	06
1.6.1 CLIMA.....	06
1.6.2 VEGETAÇÃO.....	06
1.6.3 SOLOS.....	08
1.6.4 HIDROGRAFIA.....	09
1.6.5 GEOMORFOLOGIA.....	10
1.7. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	11

CAPÍTULO II – GEOLOGIA REGIONAL

2. GEOLOGIA REGIONAL.....	13
2.1 PROVÍNCIA BORBOREMA.....	15
2.1.1 DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC).....	17
2.1.1.1 COMPLEXO CRUZETA, UNIDADES PEDRA BRANCA E TRÓIA.....	19
2.1.1.2 TERRENOS ACREACIONÁRIOS PALEOPROTEROZOÍCOS: SEQUÊNCIA CHORÓ-ALGODÕES.....	20
2.1.1.3 GRUPO CEARÁ.....	21
2.1.1.4 ARCO MAGMÁTICO CONTINENTAL SANTA QUITÉRIA.....	21
2.1.2 COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIONARES INDIFERENCIADAS.....	23
2.1.3 ALUVIÕES.....	23

CAPÍTULO III – GEOLOGIA LOCAL

3. GEOLOGIA LOCAL.....	25
3.1 INTRODUÇÃO.....	25
3.2 PETROGRAFIA.....	25
3.2.1 GNAISSES.....	26
3.2.2 QUARTZITO.....	30
3.2.3 BIOTITAGRANITO.....	32
3.2.4 GRANITO.....	35
3.2.6 DIAGRAMA QAP.....	38

CAPÍTULO IV – LITOESTRATIGRAFIA

4.	LITOESTRATIGRAFIA.....	40
4.1	EMBASAMENTO.....	40
4.1.1	GNAISSES.....	40
4.1.2	QUARTZITOS.....	41
4.2	ROCHAS PLUTÔNICAS.....	41
4.2.1	BIOTITA GRANITO.....	41
4.2.2	GRANITO.....	42
4.3	COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIONARES.....	42

CAPÍTULO V – GEOLOGIA ESTRUTURAL

5.	GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	45
5.1	FEIÇÕES DÚCTEIS.....	45
5.1.1	ELEMENTOS PLANARES.....	45
5.1.2	ELEMENTOS LINEARES.....	48
5.1.3	DOBRAS.....	49
5.2	FEIÇÕES RÚPTEIS.....	50
5.2.1	FRATURAS.....	50
5.2.2	FALHAS.....	52

CAPÍTULO VI – METAMORFISMO

6.	METAMORFISMO.....	54
6.1	DIAGRAMA P e T PARA O METAMORFISMO.....	57

CAPÍTULO VII – EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

7.	EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	59
----	-------------------------	----

CAPÍTULO VIII – CONCLUSÕES

8.	CONCLUSÕES.....	62
----	-----------------	----

CAPÍTULO IX – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
----	---------------------------------	----

CAPÍTULO X – ANEXOS

9.	ANEXOS.....	72
9.1	MAPA DE PONTOS.....	73
9.2	MAPA GEOLÓGICO.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura-1.1:Figura de localização e vias de acesso e mapa planialtimétrico da área pesquisada.....	04
Figura-1.2:Figura de localização e vias de acesso e mapa planialtimétrico da área pesquisada.....	07
Figura-1.3:Caatinga seca e sem folhas no período de estiagem.....	07
Figura-1.4:Caatinga verde em épocas chuvosas.....	07
Figura-1.5:Bruno não Cálxico com espessura do horizonte A + Bt 80cm.....	08
Figura-1.6:Lagoa de Dentro situada na depressão sertaneja.....	10
Figura-1.7:Poço tubular e caixa d'água em anéis.....	10
Figura-1.8:Depressão Sertaneja coberta por vegetação verde no período chuvoso e maciços residuais ao fundo da fotografia.....	10
Figura-2.1:Província Borborema e Borborema Setentrional.....	13
Figura-2.2: Compartimentação geotectônica da Província Borborema.....	14
Figura-2.3:Principais Domínios dos Terrenos Pré-Cambriano do Ceará.....	16
Figura-2.4:Subdivisão do Domínio Ceará Central.....	18
Figura-3.1: Bandamento clássico dos gnaisses com porções máficas devido a presença de biotita e félsicas, quartzo e feldspato potássico.....	26
Figura-3.2: Gnaisse todo dobrado, migmatizado e com veios de quartzo, foliação de transposição S_n representa o <i>trend</i> regional NE e foliação principal S_o preservado.....	26
Figura-3.3: Quartzito fraturado por duas famílias de fraturas principais e foliação de transposição S_n representa o <i>trend</i> regional NE.....	30
Figura-3.4: Duas famílias de fratura e veios de quartzo cortando o biotita granito e foliação de transposição S_n representa o <i>trend</i> regional NE.....	32
Figura-3.5:Rocha fanerítica com textura hipidiomórfica inequigranular e granulação variando de fino a média.....	35
Figura-3.6:Diagrama QAP para caracterizar as rochas plutônicas.....	36
Figura-4.1:Gnaisse todo dobrado com foliação de transposição S_n representa o <i>trend</i> regional NE e paralela a foliação principal S_o preservada. Eixo das dobras com sentido NE (S_{n+1}) e falhamento dextral.....	40
Figura-4.2:Biotita granito cortado por veio de quartzo.....	41

Figura-4.3:Granito de granulação variando de fina a média e apresentam tons leucocráticos rosado, cinza e tons de branco.....	42
Figura-4.4:Solo moderadamente profundo e com seqüência de horizontes A, Bt e C com espessura de 30-90cm e cor marrom claro.....	43
Figura-4.5:Solo esbranquiçado de composição quartzosa, areno-siltosos e de granulação fina.....	43
Figura-5.1:Roseta de gnaisses, representa o <i>trend</i> regional em torno de 20° para NE.....	45
Figura-5.2:Contorno de iso linhas máximo a partir do polo do plano indicando a média do sentido do mergulho do gnaisse.....	45
Figura-5.3:Roseta dos quartzitos. Foliação de transposição Sn representa o <i>trend</i> regional com 18° para NE.....	46
Figura-5.4:contorno de iso linhas da lineação mineral de estiramento Lx dos quartzitos para NE.....	46
Figura-5.5:Mergulho médio dos gnaisses de 60° para NW e direção da foliação de transposição Sn representa o <i>trend</i> regional com 18° para NE.....	46
Figura-5.6:Quartzitos fraturado por duas famílias de fraturas principais e foliação de transposição Sn representa o <i>trend</i> regional NE.....	47
Figura-5.7:Bandamento clássico dos gnaisses com porções máficas devido a presença de biotita e félsicas, quartzo e feldspato potássico.....	48
Figura-5.8:Feições dobradas, que em estado plástico durante o esforço sofreram deformação parcial do bandamento, passando a exibir uma estrutura ptigmática.....	48
Figura-5.9:Feições dobradas, que em estado plástico durante o esforço sofreram deformação parcial do bandamento, passando a exibir uma estrutura ptigmática.....	48
Figura-5.10:Minerais alongados para NE e estruturas lineares representadas pelas lineações minerais de estiramento (Ln), as mesmas são geradas por processos deformacionais de caráter dúctil.....	49
Figura-5.11:Dobra assimétrica do tipo “M” gerada em cisalhamento simples, ilustrada no desenho esquemático acima.....	50
Figura-5.12:Dobra assimétrica do tipo “M” gerada em cisalhamento simples, ilustrada no desenho esquemático acima.....	50
Figura-5.13:Dobras preservadas, sendo a maior delas aberta, com flancos	

desgastados e tem seu plano axial (Pa) paralelo à foliação gnáissica. A dobra menor é fechada e apresenta o eixo inclinado.....	50
Figura-5.14:Dobras preservadas, sendo a maior delas aberta, com flancos desgastados e tem seu plano axial (Pa) paralelo à foliação gnáissica. A dobra menor é fechada e apresenta o eixo inclinado.....	50
Figura-5.15:Roseta de fraturas presentes nos granitos aflorantes na porção oeste da área. Foi possível observar três famílias de fraturas, sendo duas principais com direção NW-SE (S1) e NE-SW (S2) e uma secundária com direção preferencial N-S (S3), essa de menor frequência.....	51
Figura-5.16:Granito com fraturas perpendiculares nas direções NW e NE.....	51
Figura-5.17:Falhamento destal nos granitos com direção preferencial NE.....	52
Figura-5.18:Falhas preenchidas por Bt, Qz e Kf, material vindo de profundidade – magmatismo frágil.....	52
Figura-6.1:Diagrama P e T para o metamorfismo. Exemplo de grade metamórfica simples. Ao longo das linhas de reação estão anotados os nomes dos minerais que reagem.....	57
Figura-7.1:Enclaves máficos indicando a complexa evolução cíclica do arco com a alternância de fases de distensão e compressão.....	60

ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia-3.1: Muscovita (Ms) inclusa no feldspato potássico (Kf). Quartzo (Qz) recristalizado. Biotita (Bt) lamelares levemente orientadas assim como a muscovita (Ms).....	28
Fotomicrografia-3.2: Quartzo (Qz) recristalizado e incluso no feldspato potássico (Kf). Plagioclásio (Pl) com contatos irregulares e curvos.....	28
Fotomicrografia-3.3: Quartzo (Qz) e Feldspato Potássico (Kf) recristalizados..	28
Fotomicrografia-3.4: Muscovita (Ms) inclusa no plagioclásio (Pl) e apatita (Ap) incluso no quartzo (Qz). Opacos (Op) bordejando a muscovita.....	29
Fotomicrografia-3.5: Muscovita (Ms) e biotita (Bt) levemente orientadas. Plagioclásio (Pl) bordejado por biotita (Bt) e apatita (Ap).....	29
Fotomicrografia-3.6: Apatita (Ap) inclusa na biotita (Bt). Quartzo (Qz) recristalizado e muscovita (Ms) levemente orientadas. Feldspato potássico (kf) compondo matriz granoblástica.....	29
Fotomicrografia-3.7: Micropertita Mimerquita (Mim) refletindo intercrescimento entre fases quartzo feldspáticas. Muscovita (Ms) orientadas.....	30
Fotomicrografia-3.8: Textura granolepidoblástica, formada por quartzo (Qz) e muscovita (Ms), essa levemente orientada.....	31
Fotomicrografia-3.9: Biotita (Bt) inclusa no plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz) recristalizado.....	33
Fotomicrografia-3.10: Clorita (Cl) fruto da alteração da biotita (Bt) e ambas levemente orientadas.....	35
Fotomicrografia-3.11: Hornblenda (Hbl), biotita (Bt), quartzo (Qz) e opacos (Op) inclusos no feldspato potássico (Kf).....	34
Fotomicrografia-3.12: Quartzo (Qz) recristalizado. Biotita (Bt) lamelares levemente orientadas e feldspato potássico (Kf) apresentando geminação albita Carlsbad.....	34
Fotomicrografia-3.13: Epidoto e Titanita (Tit) inclusa no quartzo (Qz). Biotita (Bt) lamelares levemente orientadas.....	35
Fotomicrografia-3.14: Quartzo (Qz) recristalizado nas bordas do plagioclásio (Pl) e incluso no feldspato potássico (Kf). Biotita (Bt) inclusa no quartzo (Qz)..	37
Fotomicrografia-3.15: Apatita (Ap) inclusa no plagioclásio (Pl), Muscovita (Ms) e biotita (Bt) levemente orientadas.....	37

Fotomicrografia-3.16: Quartzo (Qz) recristalizado nas bordas do plagioclásio (Pl) e inclusão de opacos (Op) no plagioclásio (Pl).....	37
Fotomicrografia-3.17: Actinolita tremolita (Trm) altera para anfibólio. Quartzo (Qz) recristalizado e com contatos curvos e irregulares.....	38
Fotomicrografia-6.1: Migmatização evidenciada pela micropertita mimerquita.....	54
Fotomicrografia-6.2: Titanita (Tit) recristalizada a partir de opacos.....	56
Fotomicrografia-6.3: Presença de muscovita, biotita e clorita evidenciando o retrometamorfismo.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela-1.1:Coordenadas em UTM da área de pesquisa.....	03
Tabela-4.1:Coluna estratigráfica proposta para a área.....	43

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi concretizado através de mapeamento geológico em uma área de 50km², situada no município de Umirim, na porção Norte do Estado do Ceará, voltado à melhor compreensão do contexto geológico da região.

O relatório em apreço visa também atender às normas previstas para a Disciplina de Relatório de Graduação, do Curso de Geologia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará.

1.2. JUSTIFICATIVA

Um mapeamento geológico, em escala de semi-detalhe, viabiliza maior conhecimento das unidades litoestratigráficas (rochas, idades e mineralogia), estruturas e possíveis mineralizações existentes na área de estudo.

Com estudos acerca da área que envolve o Domínio Ceará Central, é possível o estabelecimento de distintas relações entre as unidades, construindo assim uma proposta evolutiva geológica da região.

Esses resultados fornecem uma quantidade de dados suficientes para realização de trabalhos de cunho científico, voltado a contribuir para o crescimento de pesquisas e informações disponíveis à sociedade.

1.3 OBJETIVOS

Esta monografia teve como finalidade a execução de um mapeamento geológico na escala 1:25.000 em uma área situada a leste do Arco Magmático de Santa Quitéria, município de Umirim- CE, possuindo 50 km² de extensão. O estudo consistiu em identificar e diferenciar os principais tipos litológicos e suas respectivas relações de contatos, caracterizando-os em

unidades litoestratigráficas, bem como reconhecer as principais estruturas tectônicas, definindo assim uma evolução geológica para a região.

O conjunto das informações obtidas, tratadas e interpretadas resultou na elaboração do texto final da monografia, além da confecção do mapa geológico (em anexo) na escala 1:25.000, cumprindo assim, as normas da disciplina curricular Relatório de Graduação.

1.4 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de pesquisa está compreendida no município de Umirim, na Macrorregião do Litoral Oeste do Estado do Ceará, distando 92 km a oeste da capital Fortaleza.

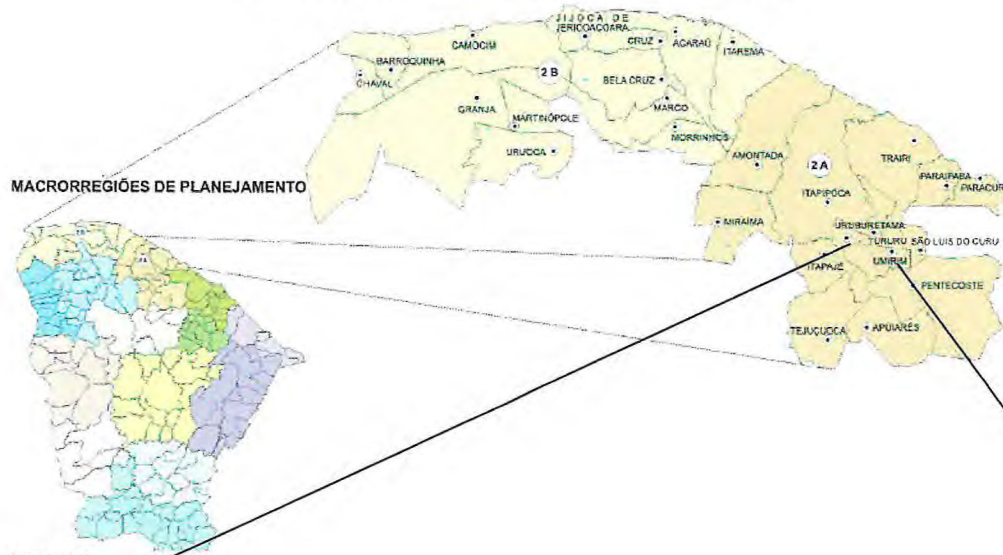
Com base na folha de São Luis do Curú (1972) publicada pela SUDENE na escala de 1:100.000, datum WGS-84, meridiano 39° W. GR. foi realizado o mapeamento da área, cujos vértices possuem as seguintes coordenadas (Tabela-1.1):

VÉRTICES	COORDENADAS (UTM)
1	458.000 mS / 9.596.000 mE
2	458.000 mS / 9.601.000 mE
3	468.000 mS / 9.601.000 mE
4	468.000 mS / 9.596.000 mE

Tabela-1.1– Coordenadas em UTM da área de pesquisa.

Partindo de Fortaleza-CE o acesso à área é feito pela BR-222 passando pelo município de Caucaia e São Luís do Curú-CE até chegar ao município de Umirim-CE no Km 92 (Figura-1.1) em seguida o deslocamento a área de estudo é feito por estrada carroçável ao norte do município de Umirim.

MACRORREGIÃO DO LITORAL OESTE



Fonte: (IPECE)

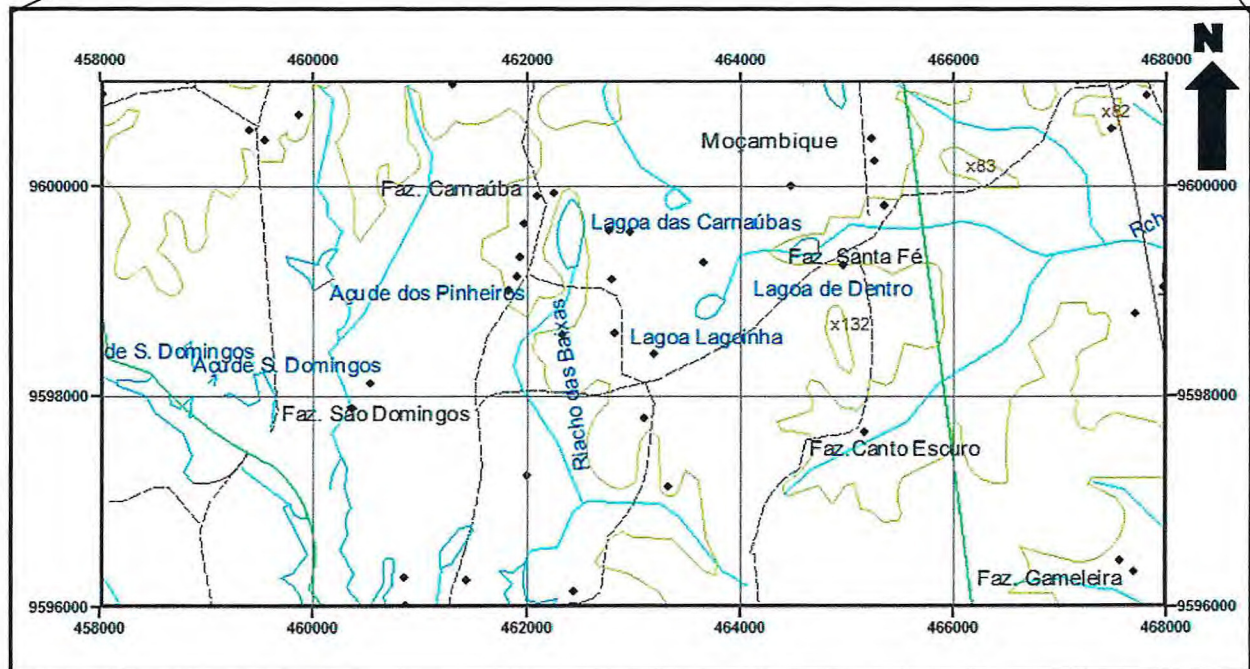


Figura-1.1—Figura de localização e vias de acesso e mapa planialtimétrico da área pesquisada.

1.5. METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi empregada uma metodologia de trabalho dividida em quatro etapas, a saber:

1.5.1. ETAPA INICIAL

Esta etapa consistiu em levantamentos bibliográficos de interesse da área, no qual permitiram adotar uma linha de raciocínio para o contexto geológico regional, confecção, através do software ArcGis 9.3, de um mapa base preliminar na escala 1:25.000, feito através de fotogeologia na escala de 1:50.000 (cedidas pela CPRM), interpretação de imagens de satélite LandSat-7 e utilização da folha de São Luis do Curú (1972), publicada pela SUDENE, na escala 1:100.000.

1.5.2. ETAPA DE CAMPO

Esta fase correspondeu à elaboração de perfis geológicos transversais às unidades litoestratigráficas da área e a partir de então, foram realizadas no campo descrições dos litotipos, relações de contatos e de elementos estruturais, foram tomadas medidas de atitude de estruturas e coletadas amostras para análises petrográficas.

1.5.3. ETAPA DE LABORATÓRIO

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de laminação da Universidade Federal do Ceará – UFC para confecção das lâminas, que tiveram suas análises mineralógicas e petrográficas realizadas no laboratório de microscopia petrográfica da mesma instituição.

1.5.4. ETAPA FINAL

Nesta etapa os dados coletados em campo e os obtidos em laboratório foram interpretados, sendo as medidas dos elementos estruturais tratadas no software StereoNet, os mapas de pontos e geológico (*Anexos 01 e 02*) que foram confeccionados no software ArcGis 9.3. Dessa maneira, a conclusão da monografia foi realizada.

1.6. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A área estudada está inserida na porção nordeste da sede do Município de Umirim que integra a Mesorregião Norte Cearense e Macrorregião de Planejamento do Litoral Oeste (Região-2A – Território do Litoral Oeste), composta por 14 municípios tais como: Tejuçuoca, Apuiarés, Pentecoste, São Luís do Curu, Itapajé, Uruburetama, Tururu, Paracuru, Paraipaba, Trairi, Itapipoca, Miraíma, Amontada e Umirim (IPECE 2009).

Municípios limítrofes de Umirim: ao Norte São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante, Trairi e Tururu; ao Sul Pentecoste e Itapajé; ao Leste São Luís do Curu e a Oeste Uruburetama e Tururu.

1.6.1 CLIMA

O clima da região estudada é tropical quente semi-árido e tropical quente semi-árido brando, apresentando regime térmico de baixas amplitudes anuais, menor que 5°C, e elevadas temperaturas, tendo como média anual 27°C, máximo de 32°C e mínimo 21°C. O regime pluviométrico é de chuvas no período de janeiro a maio, com maiores concentrações nos meses de março e abril, e um período de seca de junho a dezembro (IPECE 2009).

A precipitação anual varia entre 900 e 1.275 mm/ano (IPECE 2009).

1.6.2 VEGETAÇÃO

A vegetação predominante é a caatinga com floresta mista dicotilo-palmácea e floresta subcaducifólia tropical pluvial, podendo aparecer tipos arbóreos densos ou abertos (Figura-1.2) (IPECE 2009).



Figura-1.2– Aspectos da vegetação da área pesquisada, caatinga com floresta mista dicotilo-palmácea e floresta subcaducifólia tropical pluvial. (Afloramento RGF-16 / UTM 0461527/9597364)

Em larga escala a vegetação é de pequeno porte e bastante diversificada, ocorrendo à floresta caducifólia espinhosa ou caatinga arbórea, que se apresentam verdes nas épocas chuvosas e secas e sem folhas no período de estiagem (Figuras-1.3 e 1.4). As árvores que formam copa encontram-se às margens dos riachos, sendo marcante a presença das espécies oiticica e carnaubeira.



Figura-1.3 – Caatinga seca e sem folhas no período de estiagem. (RGF-20 / UTM 0460965/9600109)



Figura-1.4 – Caatinga verde em épocas chuvosas. (RGF-39 / UTM 0463549/9600987)

As principais espécies encontradas na área são: *Mimosa hostilis* (Jurema Preta), *Pithecellobium dumosum* (Jurema Branca), *Mimosa caesalpina* (Sabiá), *Cereus jamacaru* (Mandacaru) e *Encholirium espetábile* (Macambira de lajero) encontradas com freqüência sobre os afloramentos rochosos,

Piptademia macrocarpa (Angico), *Copernícia cerífera* (Carnaúba), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), e como vegetação antrópica podemos observar cajueiros, mangueiras, entre outras como agriculturas de subsistência.

1.6.3 SOLOS

No município de Umirim os solos, segundo o (IPECE 2009), são classificados como: Solos Aluviais, Bruno não Cálculo, Solos Litólicos, Podzólico Vermelho-Amarelo e Regossolos.

Solos aluviais são derivados de sedimentos aluviais, ocorrem principalmente nas margens dos rios e são constituídos por um horizonte superficial "A", sobrejacente as camadas de composição física e química distintas, transportadas pelo rio e que não guardam entre si nenhuma relação pedogenética.

Bruno não Cálculo são solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de alta atividade. São moderadamente profundos a rasos, tendo, de modo geral, seqüência de horizontes A, Bt e C, com espessura do A + Bt , entre 30 e 90cm (Figura-1.5).



Figura-1.5 – Solo Bruno não Cálculo com espessura do horizonte A + Bt 80cm.
(Afloramento RGF-18 / UTM 0461287/9600163)

Os litólicos são solos pouco desenvolvidos mostrando-se inadequados para fins agrícolas, por ser um solo pedregoso, deficiente em água e de pouca espessura.

Regossolos eutrófico e distrófico compreendem aos solos profundos a moderadamente profundos, muito arenosos.

Podzólicos Vermelho-Amarelo eutrófico e distrófico são solos profundos e moderadamente profundos, raramente rasos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados, porosos e variando as cores de vermelho para amarelo.

Os solos da área são oriundos de granitos ou de materiais coluviais mobilizados a partir de litotipos do embasamento cristalino (IPLANCE, 2009).

1.6.4 HIDROGRAFIA

A área está situada na Bacia Hidrográfica do Vale do Curu tendo como principal característica de seus rios não se interligarem. Ocorrem fraturas sendo que as mesmas obedecem ao sentido NE–SW e sobre elas pequenos cursos de água, delimitados por desníveis topográficos.

As características das drenagens são bem definidas pelas interpretações de fotografias aéreas, apresentando um padrão dendrítico, com controle estrutural, constituído por afluentes de 1ª, 2ª e 3ª ordens.

O regime hidrológico dos cursos d'água na área é condicionado, e principalmente afetado, dentre outros fatores, pela falta de regularidade das chuvas. Destacam-se na área, o Riacho das Baixas e Riacho do Buracão.

No município destacam-se os açudes São Domingos e dos Pinheiros e as lagoas das Carnaúbas, de Dentro e Lagoinha (Figura-1.6). Possui 36 poços tubulares que foram obras do órgão SOHIDRA e empresas particulares em menor quantidade (Figura-1.7), conforme dados obtidos da Secretaria de Recursos Hídricos (2008).



Figura-1.6 – Lagoa de Dentro situada na depressão sertaneja.
(Afl. RGF-08 UTM 0465182/9598743)



Figura-1.7 - Poço tubular e caixa d'água em anéis.
(Afl. RGF-46 UTM 0462618/9598218)

1.6.5 GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente a área caracteriza-se por depressão sertaneja e maciços residuais (Figura-1.8) representados por granitos. Pelo fato da maior parte da área ser composta por rochas do cristalino, influem na pequena absorção de água e na baixa taxa de armazenamento de água subterrânea, resultando na pouca reposição de água no leito dos rios durante a estiagem. Na depressão os corpos hídricos são caracterizados por fluxo sazonal: cheios nos períodos chuvosos e secos na estiagem.



Figura-1.8 - Depressão Sertaneja coberta por vegetação verde no período chuvoso e maciços residuais ao fundo da fotografia.
(RGF-42 UTM 0461970/9599246)

O sistema de drenagem das áreas mais elevadas se caracteriza por apresentar uma forma em “V”, resultado de processos tectônicos associados aos condicionantes climáticos, que proporcionam em um curto espaço de tempo, uma acentuada energia acarretada pelo grande volume de água.

1.7 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A área em estudo está inserida no município de Umirim criado em 1985, localizado no semi-árido nordestino o qual possui área territorial de 326,496 km² e População estimada em 18.195 habitantes, com densidade demográfica de 55,73 hab/ km² (IBGE, 2007). Caracterizado pela não regularidade da estação chuvosa, que influencia direta ou indiretamente os aspectos sócio-econômicos da região, os longos períodos de estiagem castigam a zona rural, ocasionando fome à grande parte da população e dos rebanhos.

O município conta com serviços de infra-estrutura de apoio básicos como: energia elétrica (COELCE) presente em 63,61% dos domicílios, abastecimento de água encanada (CAGECE) presente em 45,46% dos domicílios, agências de correio (1,22 por 10.000 habitantes), agências bancárias (0,31 por 10.000 habitantes), telefones (5,95 por 100 habitantes). No ensino apresenta taxa de escolarização do ensino médio de 22,57% da população (IPECE, 2002).

A agricultura é caracterizada pela produção de feijão, milho, algodão e caju. Essas culturas têm um caráter de subsistência pois o solo arenoso e escassez de água são fatores limitantes ao seu pleno desenvolvimento. Como atividades complementares de sobrevivência registram-se a caça de pequenos mamíferos e pássaros, além de coleta de mel de abelhas e a pesca. Na pecuária destacam-se criações de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai-se com a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de extração da palha da carnaúba.

Capítulo II

GEOLOGIA REGIONAL

2. GEOLOGIA REGIONAL

A área estudada encontra-se inserida na província Borborema de Almeida *et al.* (1997) ou Região de Dobramentos Nordeste de Brito Neves (1975) e Almeida *et al.* (1976), compreendendo uma enorme região com rochas de idade pré-cambriana, cobrindo uma superfície superior a 400 mil Km² no Nordeste do Brasil. O ciclo Brasiliano/Pan-Africano do Neoproterozóico foi atuante nessa província, caracterizando um intenso magmatismo granítico e desenvolvendo extensas zonas de cisalhamento transcorrentes, contribuindo, dessa forma, para uma região de intensa complexidade litoestrutural e longa história geológica, desde a era Arqueana.

Duas megatranscorrências dexas (Lineamento Patos e Pernambuco) com direção E-W dividem a província Borborema em três sub-províncias: Borborema Setentrional, Zona Transversal e Borborema Meridional (Figura-2.1 e 2.2).

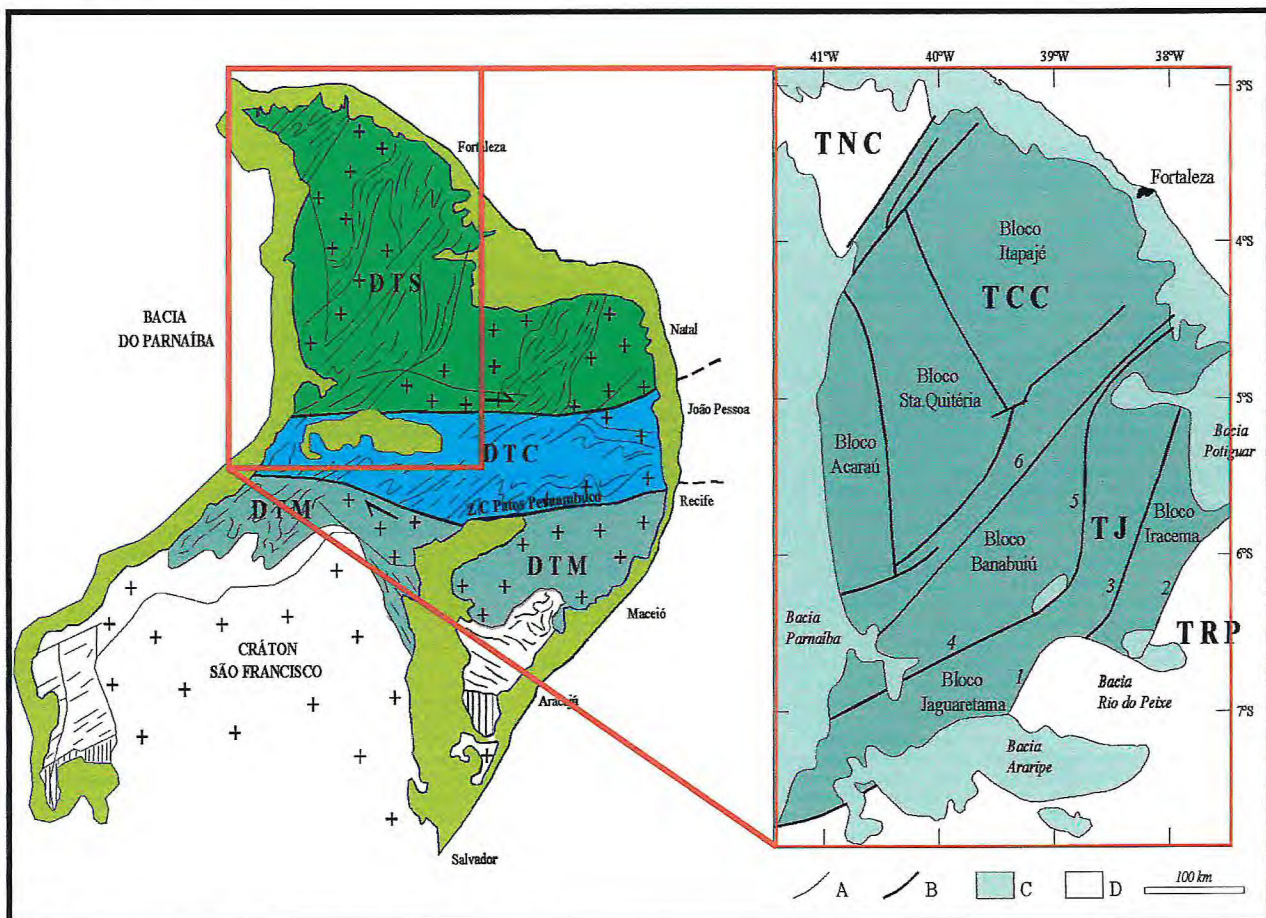
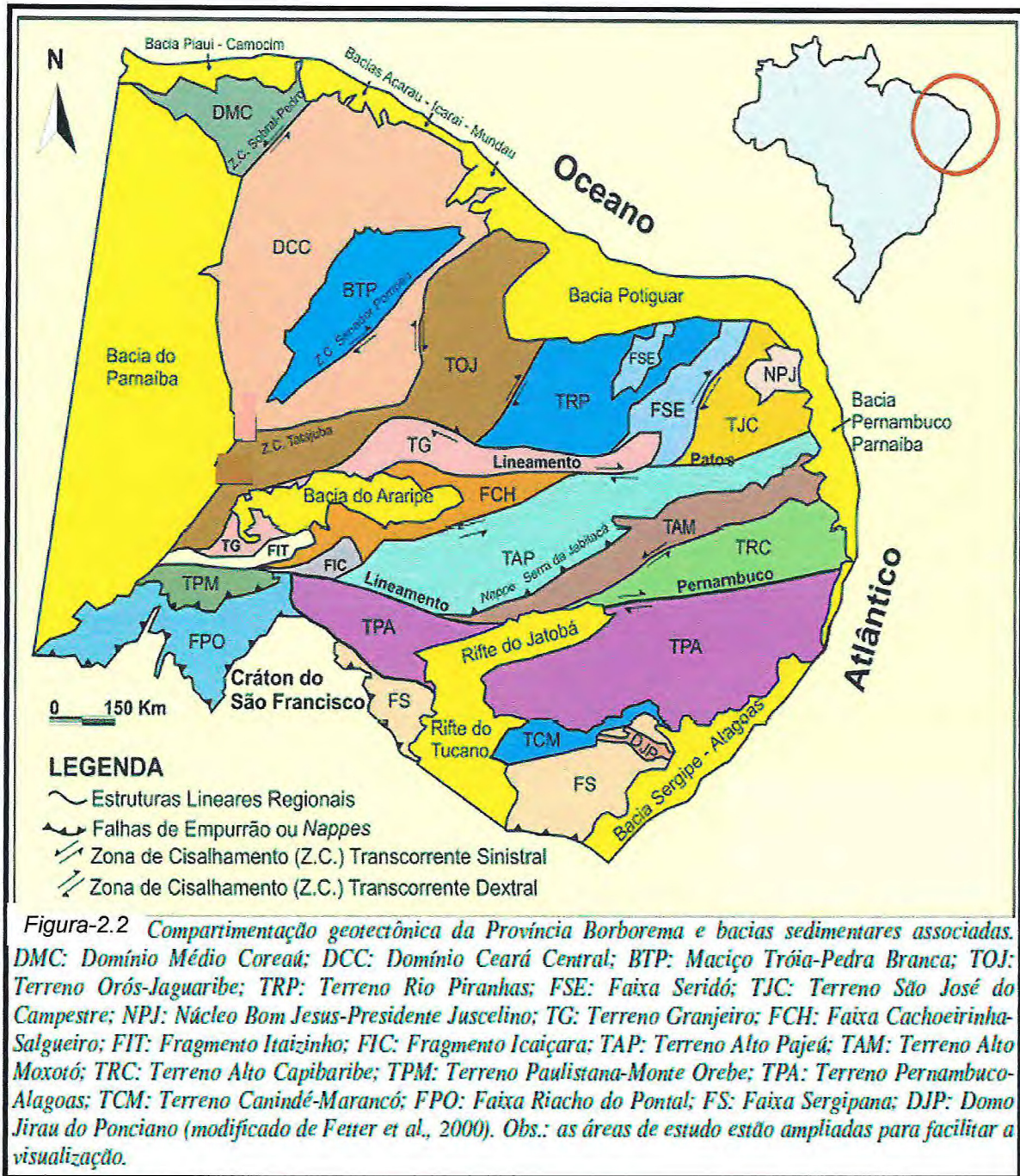


Figura-2.1 - Província Borborema e Borborema Setentrional, segundo Fetter *et al.* (2003).



Fonte: (FETTER et al., 2000).

2.1. PROVÍNCIA BORBOREMA

A Província Borborema ultimamente é dividida em domínios geotectônicos diversos, formando blocos crustais que foram amalgamados durante a orogênese ou colagem brasileira (SANTOS, 2003).

Esta evolução é fruto da convergência e colisão entre os crátons São Luís, São Francisco, Amazônico e W-África os quais serviram como fornecedores de detritos para as bacias marginais que estavam em formação, tudo isso ocorrido durante a formação da porção ocidental do pré supercontinente Gondwana. Na Borborema Setentrional estão sub-divididos os seguintes domínios tectônicos: Domínio Rio Grande do Norte, Domínio Orós Jaguaribe, Domínio Ceará Central, Domínio Médio Coreaú (Figura-2.3).

Os terrenos Pré-Cambrianos aflorantes no Ceará podem ser divididos em vários domínios litoestruturais, com variadas seqüências de litotipos e evoluções tectôno-metamórficas e sedimentares distintas (KEGEL, 1965; CABY *et al.*, 1991; ARTHAUD *et al.*, 1998).

Os principais domínios pré-cambrianos do Estado do Ceará são cinco: Domínio NW do Ceará (médio Coreaú) (E); Domínio Ceará Central (D); Sistema Orós-Jaguaribe (C); Granjeiro (B); e Piancó–Brigida (A), segundo Arthaud *et al.* (1998). Esses domínios são limitados por expressivas discontinuidades crustais materializadas por megazonas de cisalhamento. Este estudo evidenciará os granitóides do Domínio Ceará Central.

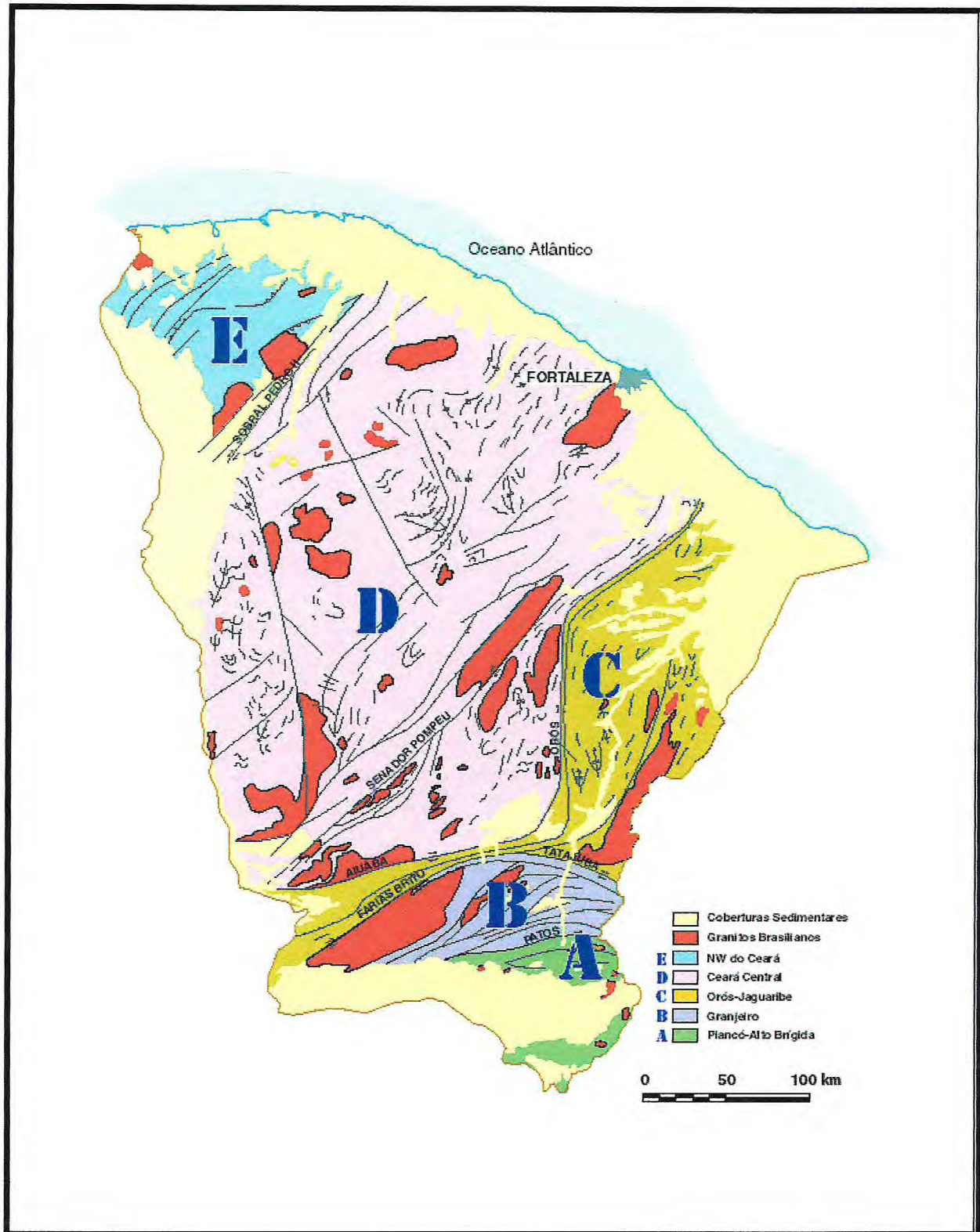


Figura-2.3 – Principais Domínios dos Terrenos Pré-Cambriano do Ceará: A-Piancó-Alto Brígido; B-Granjeiro; C-Orós-Jaguaribe; D-Ceará Central e E-NW do Ceará. (Segundo ARTHAUD *et al.*, 1998).

2.1.1 DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC)

Esse Domínio é delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano), a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP) (Figura-2.4), e a SW-W é encoberto pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba, Van Schmus *et al.* (1995) e modificado por Fetter *et al.* (2003).

O Domínio Ceará Central é subdividido em maciços gnássico-migmatítico-graníticos de Tróia e Santa Quitéria e sistemas de Dobramentos Jaguaribeano, conforme Brito Neves *et al.* (1975), onde a maioria expõe terrenos do embasamento fortemente retrabalhados, superpostos, em algumas áreas, por faixas de rochas supracrustais.

A porção central desse Domínio é descrita por Souza & Braga (1984) em três unidades litoestratigráficas, sendo a primeira representada pelo embasamento cristalino de idade transamazônica, constituída por litotipos gnássico-migmatíticos, que englobam restos de corpos básicos/ultrabásicos, ortognaisses, quartzitos, anfibolitos e lentes de mármore; outra unidade, a cobertura dobrada, que está representada por uma seqüência vulcano-sedimentar cujo posicionamento no Proterozóico Médio é feito em relação ao Grupo Martinópolis, de Prado *et al.* (1979). E uma terceira unidade que é composta por uma associação magmático-plutônica do Neoproterozóico caracterizada por corpos granitoides de dimensões batolíticas, com representantes das fases sin, tardi e pós-tectônica do Ciclo Brasileiro.

Os grandes lineamentos do Ceará são referenciados por Caby e Arthaud (1986) como zonas de cisalhamento dúctil recortando os terrenos Pré-Cambrianos na porção sul do estado com sistemas ramificados de extensões regionais. Já na porção centro-norte os terrenos arqueanos sobrepõem aos Proterozóicos.

Caby e Arthaud (1986) classificam os terrenos Pré-Cambrianos do Estado do Ceará em três tipos: terrenos arqueanos com retrabalhamento no Brasileiro, seqüências supracrustais monocíclicas, deformadas e metamorfizadas no Ciclo Brasileiro e os Complexos Graníticos Brasileiros.

Arthaud *et al.* (1998), divide o Domínio Ceará Central como caracterizado por grandes *nappes* recumbentes bem preservadas que

envolvem o embasamento policíclico e as rochas supracrustais e relata para o conjunto um metamorfismo de alta pressão associado ao empilhamento de *nappes*, evoluindo em direção a um metamorfismo de alta temperatura, com descompressão de *nappes*, enquanto condições de mais baixas pressões afetaram o embasamento para-autóctone. Subseqüentemente, dominaram processos transpressionais ao longo da zona de cisalhamento Senador Pompeu, através das quais conjuntos alongados de plutons foram intrudidos.

Em descrição mais atual Arthaud (2008) reclassifica estas quatro unidades, subdividindo-as em: a) embasamento policíclico (Complexo Cruzeta e Sequência Choró-Algodões); b) coberturas metassedimentares monocíclicas (Grupo Ceará); c) complexo anatético-ígneo monocíclico (Complexo Tamboril-Santa Quitéria); d) granitos brasileiros e molassas tardi-brasilianas.

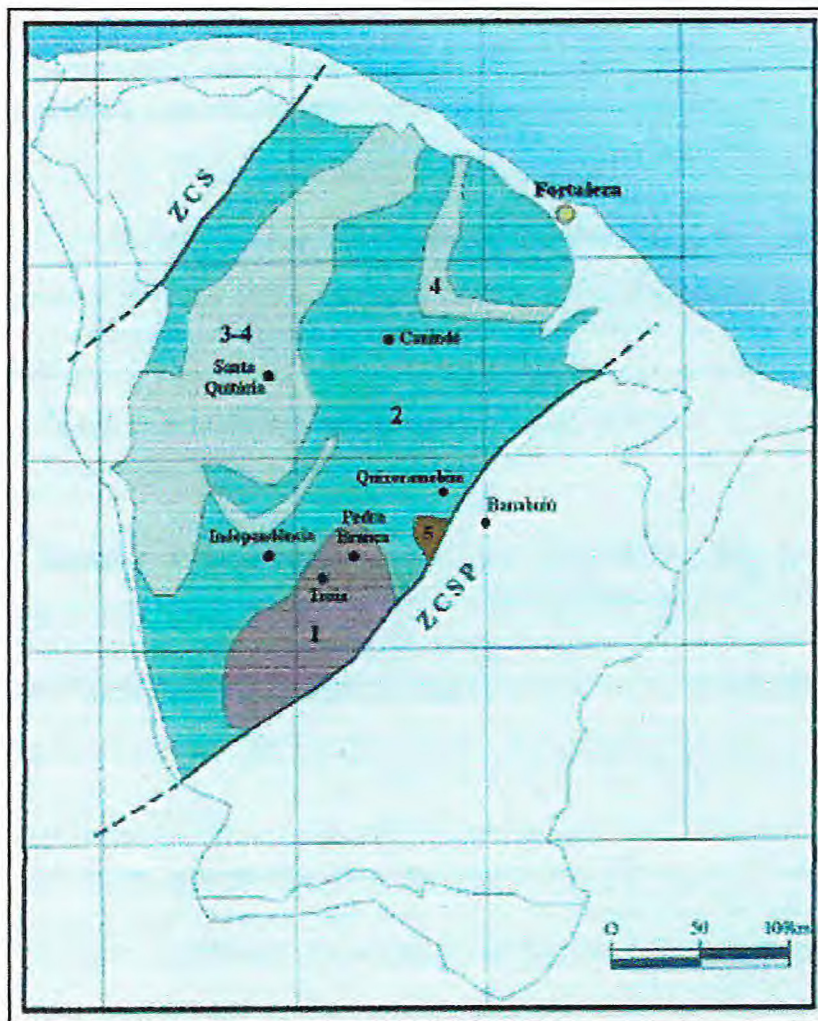


Figura-2.4 - Subdivisão do Domínio Ceará Central, segundo Fettes (1999): correspondem a quatro unidades: (i) Embasamento Arqueano Tróia – Pedra Branca; (ii) Terrenos Acrescionários do Paleoproterozóico; (iii) Terreno Santa Quitéria; (iv) Coberturas Meso-Neoproterozóicas.

2.1.1.1 COMPLEXO CRUZETA, UNIDADES PEDRA BRANCA E TRÓIA

Este termo foi utilizado por Cavalcante *et al.* (2003) em substituição ao termo Complexo Pedra Branca usado para caracterizar a associação polimetamórfica (GOMES *et al.*, 1981) de formato elipsoidal, cujo eixo maior, na opinião destes autores, estende-se desde as proximidades de Tauá ao distrito de Ibuáçu, 30km a oeste da cidade de Madalena.

Litologicamente é constituído por gnaisses migmatíticos apresentando bandamento complexo a partir de protólitos vulcano-sedimentares e de rochas ígneas, alternando níveis de composição variável, com predomínio de componentes granodioríticos sobre os componentes tonalíticos e graníticos. As rochas do complexo são intensamente deformadas em condições de metamorfismo de fácies anfibolito alto até a anatexia, produzindo em toda sua extensão feições migmatíticas. As idades modelo (Sm/Nd - T_{DM}) apresentados pelos protólitos das rochas do Complexo Cruzeta variam de 2,3 a 3,2 Ga, indicando uma forte influência arqueana com contribuição de crosta paleoproterozóica. Já datações U/Pb em zircão de ortognaisses tonalíticos, no município de Quixeramobim, registraram idade de 1.87 Ga (FETTER, 1999).

Sua deformação ocorreu em pelo menos dois eventos: (i) um de baixo ângulo com tectônica de *nappe* (Transamazônico) e (ii) outro de alto ângulo onde ocorreu o predomínio de movimentos transcorrentes (Brasiliano).

O Complexo Cruzeta apresenta as unidades Tróia, Pedra Branca e Mombaça como unidades litoestratigráficas, Cavalcante *et al.* (2003). A Unidade Tróia constitui um terreno do tipo granito-greenstone belt, Pessoa & Arcanjo (1984) e Pessoa *et al.* (1986), formado por rochas metavulcânica básicas, metagabros, metadacitos e metarriolitos intercamadados com metassedimentos, representados por quartzitos, xistos grafitosos, metacalcários e metachertes, terreno juvenil, de idade arqueana, desenvolvido em um domínio oceânico. A Unidade Pedra Branca ocorre intimamente associada à seqüência anterior e é constituída basicamente por ortognaisses TTGs primitivos, típicos de crosta juvenil gerada em ambiente de arco magmático. A Unidade Mombaça (MEDEIROS *et al.*, 1996), é formada por ortognaisses graníticos a granodioríticos, gnaisses diversos e restos de paraderivadas.

2.1.1.2 TERRENOS ACRESCIONÁRIOS PALEOPROTEROZÓICOS: SEQUÊNCIA CHORÓ-ALGODÕES

Arthaud & Landim (1995) foram os primeiros a descrever a Seqüência Algodões como um conjunto de anfibolitos de granulações diversas, associados a rochas metaplutônicas gabróicas e dioríticas. Segundo estes autores, sua estruturação é simples, com mergulhos das foliações inferiores a 45° para E-SE. Na Seqüência Algodões, Martins et al. (1996) reconheceram dois tipos de associações litológicas: 1) associação anfibolítica-ortognaissica máfica-intermediária formada por anfibolitos finos a grossos associados com granadaanfibilotos finos a grossos, intercalados com biotita-gnaisses róseos, ortognaisses máfico-intermediários grossos e diques máfico-intermediários a félsicos; e 2) associação paragnaissica encontrada na Serra do Estevão, formada por paragnaisses biotíticos finos de coloração cinza com intercalações restritas de metapelitos impuros, raros anfibolitos e diques de composição intermediária.

Na região do Açude Choró Limão, município de Choro, Torquato & Santos (1998) identificaram duas unidades lito-estratigráficas: 1) Choró, formada por micaxistos, quartzitos, paragnaisses, rochas calcissilicáticas e metaconglomerados associados a rochas anfibolíticas, meta-ultrabásicas e ortognaisses graníticos; e 2) Algodões, constituída essencialmente por anfibolitos, lentes de rochas meta-ultrabásicas e ortognaisses graníticos. Como definido por Martins (2000), a SMAC agrega um conjunto de rochas metamórficas de natureza paraderivada e ortoderivada, aflorante nos municípios de Quixeramobim, Quixadá e Choró, no Domínio Ceará Central da Província Borborema. Esta suíte é composta pelas seguintes unidades: Anfibolito Algodões, Metassedimentos Choró e Ortognaisses Cipó.

2.1.1.3 GRUPO CEARÁ

O Grupo Ceará é composto por gnaisses, quartzitos, mármore e calcissilicáticas. Os gnaisses compõem-se essencialmente de quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, granada, sillimanita, e k-feldspato; e como acessórios, turmalina, opacos, zircão, allanita, apatita, carbonato, epidoto e clorita (TORQUATO *et al.*, 1989).

Os quartzitos mais representativos estão localizados na base da seqüência do Grupo Ceará. Estas rochas servem como horizonte-guia, localizando-se na parte basal da seqüência que se completa com paragneisses, xistos, filitos e interlações de mármore e rochas calcissilicáticas. Mineralogicamente, além do quartzo, estão presentes a muscovita e microclina (TORQUATO *et al.*, 1989).

Os mármore e as rochas calcissilicáticas ocorrem intercaladas aos gnaisses sob a forma de lentes ou camadas, porém não afloram na área estudada. Os mármore são de coloração branca a cinza esbranquiçada, mas em alguns níveis pode-se observar uma coloração verde acinzentado, devido a presença de diopsídio e tremolita (TORQUATO *et al.*, 1989).

2.1.1.4 ARCO MAGMÁTICO CONTINENTAL SANTA QUITÉRIA

A denominação é recente (VAN SCHMUS *et al.*, 1997; FETTER *et al.*, 1997, FETTER *et al.*, 2003), porém derivada do termo “Complexo ou Maciço de Santa Quitéria” (BRITO NEVES, 1975; SANTOS & BRITO NEVES, 1984; CAVALCANTE *et al.*, 1983). Formado por migmatitos tonalíticos a granodioríticos, Fetter (1999), obteve idade U-Pb em zircão de 622 Ma e idades modelos T_{DM} variando entre 0,990 a 1,16Ga. Tais dados foram interpretados como uma mistura de material juvenil do Ciclo Brasileiro/Pan Africano com materiais mais antigos do embasamento num ambiente de arco magmático continental de idade pré-brasiliana. Neste modelo, materiais supracrustais circundantes às rochas plutônicas podem corresponder a sedimentos derivados do arco e depositados em bacias do tipo ante e retro-arco (*fore-arc/back-arc basin*) (FETTER *et al.*, 2003).

O Batólito de Santa Quitéria inclui uma grande variedade de litotipos dioríticos e graníticos sendo flanqueado por sedimentos de *fore-arc* e *back-arc* (vulcanoclástico e rochas calcissilicáticas), segundo Fetter *et al.* (2003).

No Arco Magmático Continental foram distinguidos quatro tipos principais de granitóides associados ao desenvolvimento desse arco, segundo Fetter *et al.* (2003). São eles: i – pré-colisional tipo I, rocha dioríticas, granodioríticas, interpretadas como representantes de uma fase mais primitiva de magmatismo do arco. As rochas dominantes dessa seqüência granodioritos cinzentos megaporfíricos, fortemente deformadas, metamorizadas (Fácies Anfibolito) durante a fase posterior ao desenvolvimento do arco, sendo representados por xistos, gnaisses e migmatitos com estruturas variadas; ii - o segundo tipo de granitóide consiste de um migmatito mais evoluído rosa-cinzeno, com estruturas nebulíticas e homofánicas, constituindo o mais alto grau de deformação das seqüências dioríticas e granodioríticas pré-colisionais, são autóctones ou alóctones, localmente contém grandes enclaves de gnaisses dioríticos e anfibolíticos; iii - o terceiro grupo de granitóides inclui granitóides cinza megaporfíricos pouco deformados e monzogranitos. Localmente estas rochas contêm quantidades variáveis de quartzo, enclaves dioríticos, sem sinais de interação com o magma, correspondendo a uma fase de alojamento do granito, associada a efeito distensivo regional durante desenvolvimento do arco; iv - uma fase de desenvolvimento final do arco magmático é caracterizada pelo posicionamento de granitos megaporfíricos e subordinadamente granitóides com alto-K e baixo-Ca equigranulares, de composição variando entre monzogranítica e álcali feldspato granítica (FETTER *et al.*, 2003).

Considerando a evolução proposta por Fetter *et al.* (2003), para o arco magmático de Santa Quitéria, a “Suíte” granulítica Macaco poderia corresponder à porção mais profunda do arco (“Raiz do Arco”), representante dos primeiros estágios de formação do mesmo, exumado por efeito tectônico.

No Domínio Ceará Central ainda pode ser individualizado, além do conjunto pré-cambriano, unidades mais jovens Terciária/Tércio-Quartenárias e Quartenárias, que correspondem ao Grupo Barreiras, Coberturas Colúvio-Eluvionares Indiferenciadas e Aluviões.

2.1.2 COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIONARES INDIFERENCIADAS

Esta unidade forma tabuleiros dispersos, aplainados com suaves ondulações gerados por dissecação lenta, através dos sistemas de drenagens. São constituídos de um material areno-argiloso grosseiro esbranquiçado, de pouca espessura, sem estratificação, em que o quartzo é o mineral dominante.

Ela recobre os sedimentos do Grupo Barreiras e as rochas do embasamento cristalino.

2.1.3 ALUVIÕES

São sedimentos inconsolidados formados por blocos e seixos de rochas, associados às areias quartzosas grossas a médias. Podendo apresentar granulometria mais fina como areia, silte e argila, quando presentes nas planícies de inundação.

Capítulo III

GEOLOGIA LOCAL

3. GEOLOGIA LOCAL

3.1 INTRODUÇÃO

O Grupo Ceará é representado na área por gnaisses e quartzitos. Os quartzitos estão localizados na porção central e norte da área estudada, mineralogicamente, além do quartzo, está presente a muscovita e opacos. Os gnaisses são mais representativos e localizados na base da seqüência do Grupo Ceará são compostos essencialmente de quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita e k-feldspato, apresentando bandamento clássico dos gnaisses, porções máficas, devido à presença de muita biotita, e félsicas.

No Arco Magmático Continental de Santa Quitéria, dois tipos principais de granitóides aflorantes na área são associados ao desenvolvimento desse arco em relação à tectônica, são os biotitas granitos e granitos, esses bem mais representativos na área (40%), ambos possuem uma mineralogia composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e biotita, sendo que o biotita granito apresenta hornblenda, e como minerais acessórios clorita, titanita e epidoto; já o granito apresenta muscovita e como mineral acessório apatita e actinolita tremolita.

A associação petrográfica da área estudada é formada por rochas ígneas e metamórficas, onde nesse capítulo é feita a descrição dos aspectos macroscópicos e microscópicos dos litotipos encontrados, obtendo uma melhor interpretação das associações litológicas presentes na região. As rochas serão agrupadas segundo suas origens e composições mineralógicas.

3.2 PETROGRAFIA

Os aspectos macroscópicos e microscópicos serão descritos neste capítulo bem como os quatro litotipos, sendo o embasamento do Grupo Ceará marcado pelos paragneisses, gnaisses e quartzitos, e os granitos do Arco Magmático Continental de Santa Quitéria presentes na área estudada, bem como as observações realizadas nas diferentes secções delgadas.

3.2.1 GNAISSES

O embasamento é composto basicamente por rochas gnáissicas com bandamento bem definido, clássico dos gnaisses com porções máficas e félsicas (Figura-3.1), e por vezes encontra-se alterada, estão em todos os setores, exceto sudoeste e oeste da área estudada.

Macroscopicamente em amostra de mão apresentam tonalidade cinza escuro e granulação fina a média, devido à presença de minerais máficos, principalmente biotitas. São compostos por quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita, estão em parte, migmatizados, com presença de enclaves, dobras pitigmáticas e veios quartzosos (Figura- 3.2).

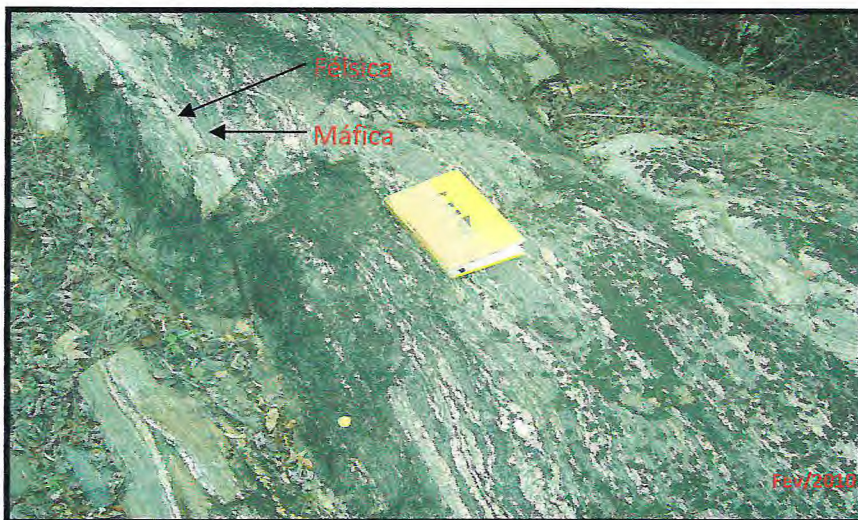


Figura-3.1: Bandamento clássico dos gnaisses com porções máficas devido a presença de biotita e félsicas, quartzo e feldspato potássico. (Afl.RGF-04 UTM 0467711 / 9599447)

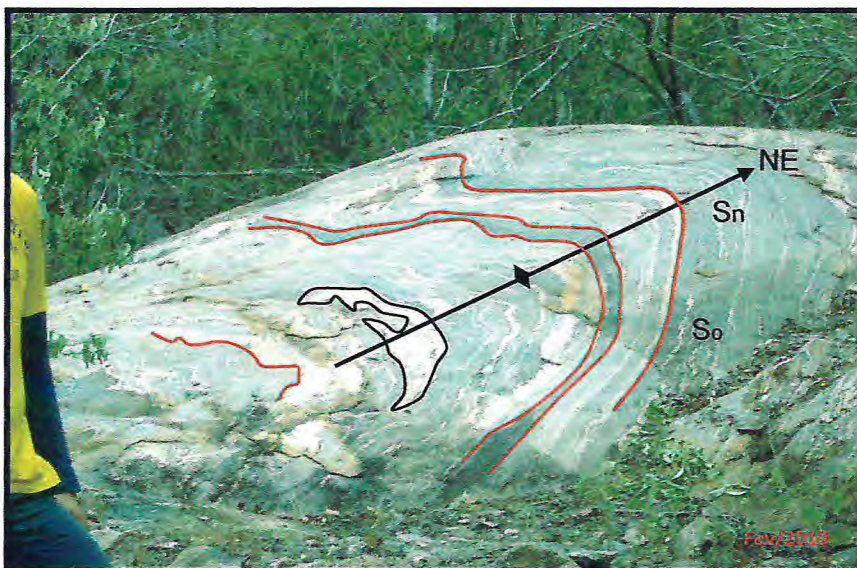


Figura-3.2: Gnaiss todo dobrado, migmatizado e com veios de quartzo, foliação de transposição S_n representa o *trend* regional NE e foliação principal S_o preservado. (Afloramento RGF-05 UTM 0467539 / 9600398)

Microscopicamente apresentam textura granolepidoblástica, cuja mineralogia é composta de por plagioclásio (25%), quartzo (22%), feldspato potássico (15%), biotita (15%), muscovita (20%), como minerais acessórios a apatita e opacos perfazendo (3%).

O plagioclásio, mineral mais abundante da rocha, exibe sua geminação composicional da lei da albita e se apresenta na forma de grão xenomórfico, com contatos irregulares e curvos com outros minerais (*Fotomicrografia 3.1B, 3.2B, 3.4B e 3.6B*).

Os minerais de quartzo se apresentam bastante fraturados, com cristais xenomórficos com contatos curvos e irregulares, apresentam-se recristalizados no feldspato potássico, exibindo extinção ondulante e formam bandas de deformação com cristais estirados (*Fotomicrografia 3.1AB, 3.2AB, 3.3B, 3.4AB e 3,5AB*).

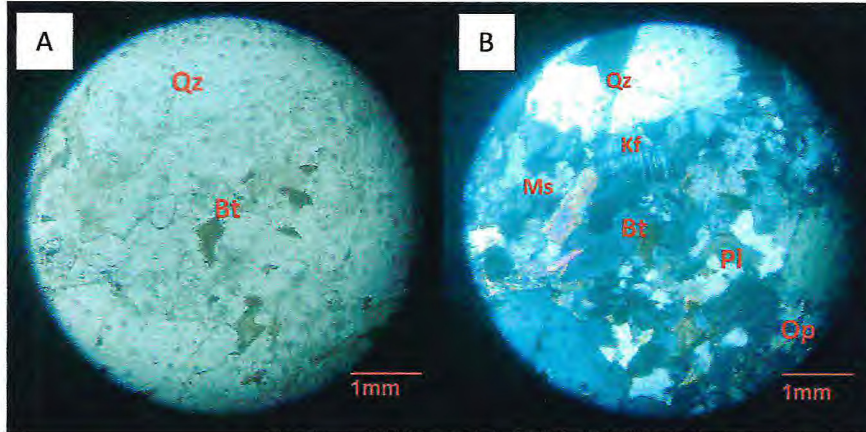
Os cristais de biotita são xenomórficos e possuem hábito lamelar, apresentam uma orientação bem marcada, indicando a foliação da rocha. Em partes a biotita altera para muscovita, ocorre inclusa nos cristais de quartzo (*Fotomicrografia 3.1B, 3.5AB e 3.6B*).

Os feldspatos são subdiomórficos e apresenta contatos irregulares e curvos com outros minerais, apresenta fraturamento e sofre o processo de sericitização, a geminação é Albita-Carlsbad, são representados pela microclina e seus cristais são encontrados recristalizados formando pórfiros que podem ocorrer associados ao quartzo compondo uma matriz granoblástica (*Fotomicrografia 3.1 B, 3.2B, 3.3B e 3.6B*).

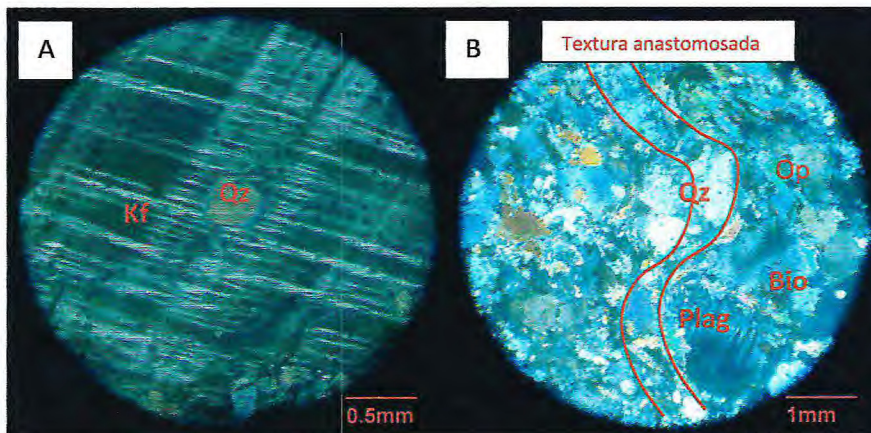
Os cristais de muscovita, sin-tectônica, apresentam hábito lamelar. Os contatos variam de irregulares a reto e forma xenomórfica. Apresentam uma sutil orientação preferencial (*Fotomicrografia 3.1B*), caracterizando a foliação magmática marcada pelos cristais de muscovita e biotita.

A micropertita mimerquita reflete intercrescimento entre fases quartzo-feldspáticas formadas durante a deformação do Grupo Ceará (*Fotomicrografia 3.7A*).

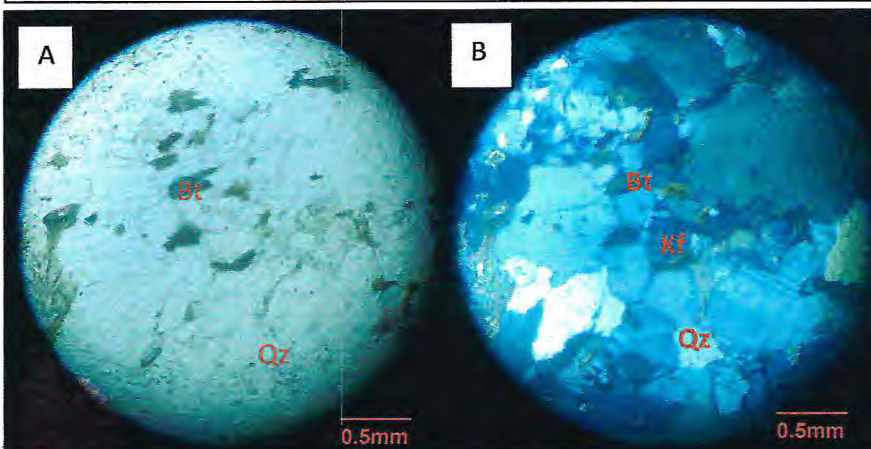
Os acessórios presentes são apatita (Fotomicrografia 3.4B e 3.6B), incluso em pequenos cristais no quartzo, e os opacos que estão nos planos de contato das muscovitas (Fotomicrografia 3.4AB).



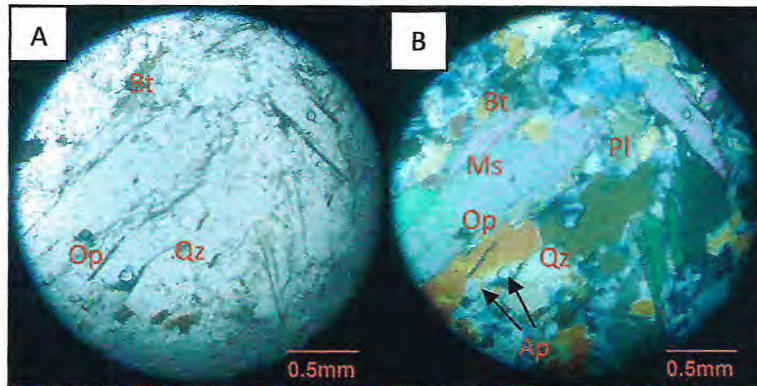
Fotomicrografia: 3.1 – B-Muscovita (Ms) inclusa no feldspato potássico (Kf). Quartzo (Qz) recristalizado. AB-Biotita (Bt) lamelares levemente orientadas assim como a muscovita (Ms). (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x).



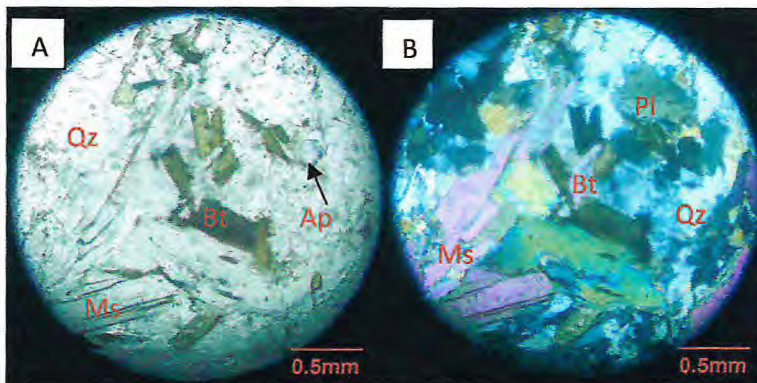
Fotomicrografia: 3.2 – A-Quartzo (Qz) recristalizado e incluso no feldspato potássico (Kf). B-Plagioclásio (Pl) com contatos irregulares e curvos. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x e 4x).



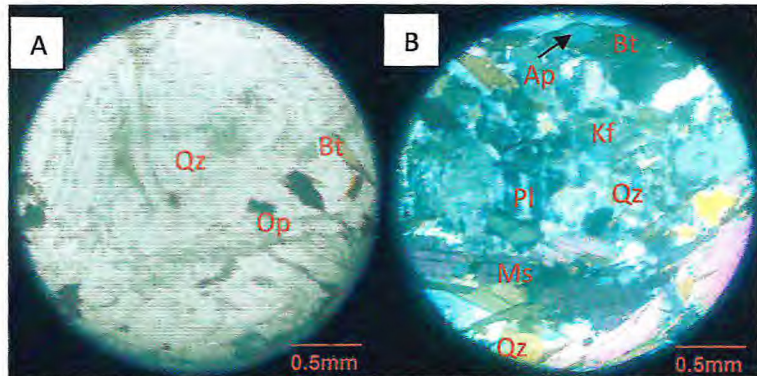
Fotomicrografia: 3.3 – AB-Quartzo (Qz) e Feldspato Potássico (Kf) recristalizados. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada). (objetiva 4x).



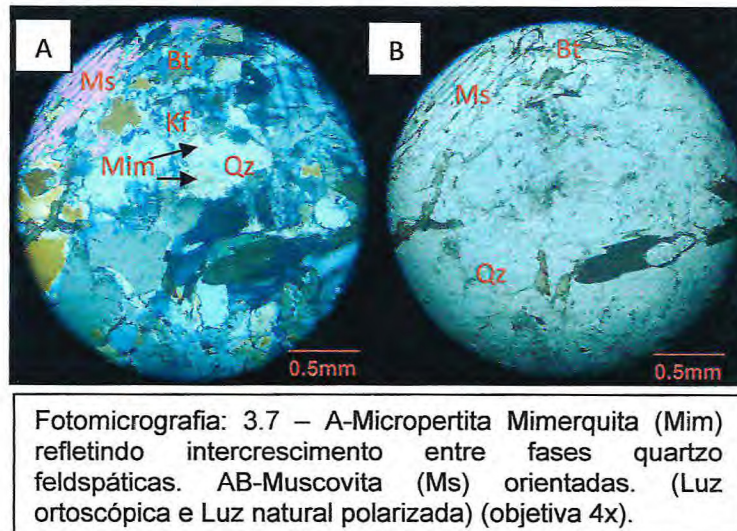
Fotomicrografia: 3.4 – AB-Muscovita (Ms) inclusa no plagioclásio (Pl) e apatita (Ap) incluído no quartzo (Qz). Opacos (Op) bordejando a muscovita. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x).



Fotomicrografia: 3.5 – AB-Muscovita (Ms) e biotita (Bt) levemente orientadas. B-Plagioclásio (Pl) bordejado por biotita (Bt) e apatita (Ap). (LO e LNP) (objetiva 4x).



Fotomicrografia: 3.6 – B-Apatita (Ap) inclusa na biotita (Bt). A-Quartzo (Qz) recristalizado e B-muscovita (Ms) levemente orientadas. B-Feldspato potássico (kf) compoendo matriz granoblástica. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x).



3.2.2 QUARTZITO

O quartzito ocorrendo na porção central e norte da área estudada, apresentando em amostra de mão uma tonalidade róseo-avermelhada (Figura-3.3) e granulação fina e com foliação definida pela orientação paralela de quartzo e principalmente de finas lamelas de muscovita.

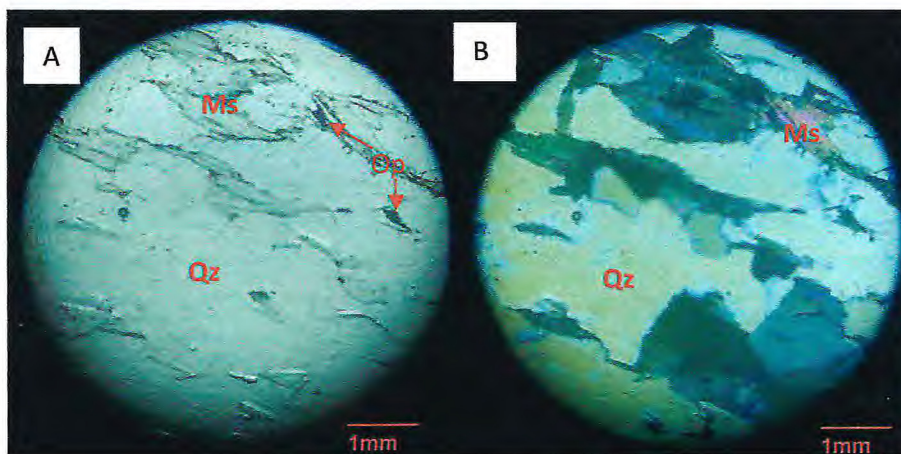


Figura-3.3: Quartzito fraturado por duas famílias de fraturas principais e foliação de transposição S_n representa o *trend* regional NE. (Afloramento RGF-47 UTM 0462602 / 9597854)

A textura da rocha, em seção delgada, é granolepidoblástica formada por quartzo e muscovita (*Fotomicrografia 3.8AB*) com granulação fina. É constituída, essencialmente, por quartzo (80%), muscovita (19%) e Opacos (1%).

Os cristais de quartzo são anédricos, por vezes alongados, com extinção ondulante ou com lamelas de deformação. Contém em alguns momentos inclusões de muscovita (*Fotomicrografia 3.8AB*).

A muscovita ocorre em pequenos e médios cristais tabulares e lamelares, orientados paralelamente, definindo assim a foliação. Exibem geralmente liberação de opaco nos planos de clivagem. (*Fotomicrografia 3.8AB*).



Fotomicrografia 3.8: AB-Textura granolepidoblástica, formada por quartzo (Qz) e muscovita (Ms), essa levemente orientada. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x).

3.2.3 BIOTITA GRANITO

Rocha presente na porção sudoeste da área, Fazenda CIALNE, ocorrendo como afloramentos métricos e cortados por veios de quartzo e fraturas (Figura-3.4).

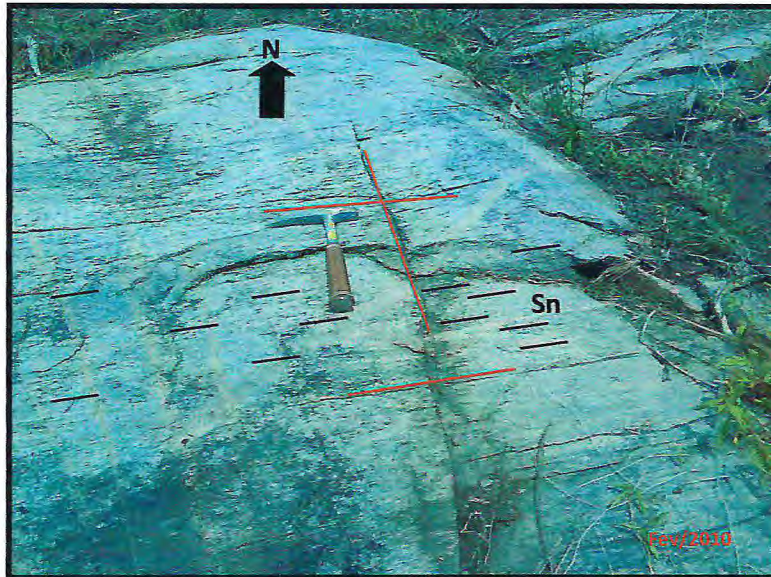


Figura-3.4: Duas famílias de fratura e veios de quartzo cortando o biotita granito e foliação de transposição Sn representa o *trend* regional NE. (Afloramento RGF-27 UTM 0459567 / 9597862)

Macroscopicamente são rochas plutônicas ácidas de textura equigranulares, índice de coloração mesocrática, de granulação fina a média e coloração variando de cinza claro a escuro, seguido de uma leve orientação preferencial da biotita no mesmo sentido da foliação.

Sua mineralogia principal é de cristais com geometria xenomórfica tais como: feldspato potássico (microclínio), plagioclásio e quartzo, além de biotita e anfibólio (hornblenda), produto da alteração do feldspato alcalino.

Microscopicamente apresenta textura inequigranular e cristais com forma geométrica hipidiomórfica e articulação irregular entre os cristais. Sua composição de minerais essenciais é: plagioclásio (28%), quartzo (15%), feldspato potássico (10%), biotita (30%) e hornblenda (8%), e como minerais acessórios clorita (3%), titanita (2%), epidoto (2%) e opacos (2%).

O plagioclásio cálcico possui forma subeudral, hipidiomórfica, com contatos retos e irregulares, com geminação albita Carlsbad e possui inclusão de pequenos minerais de biotita (Fotomicrografia 3.9AB).

O feldspato potássico é representado por microclina anedral, com geminação albita Carlsbad e muito sericitizado, alterado, e com inclusão de quartzo, biotita e hornblenda (Fotomicrografia 3.11AB e 3.12AB).

As biotitas apresentam cor acastanhada, ocorrem como lamelas ora levemente orientadas com a foliação e ora disseminadas (Fotomicrografia 3.10AB, 3.12AB e 3.13AB), com contatos irregulares e ora laterais planos e extremidades irregulares, sendo em alguns momentos produto de alteração da hornblenda (Fotomicrografia 11) e alterando para muscovita. Encontram-se inclusas em plagioclásios e anfibólios.

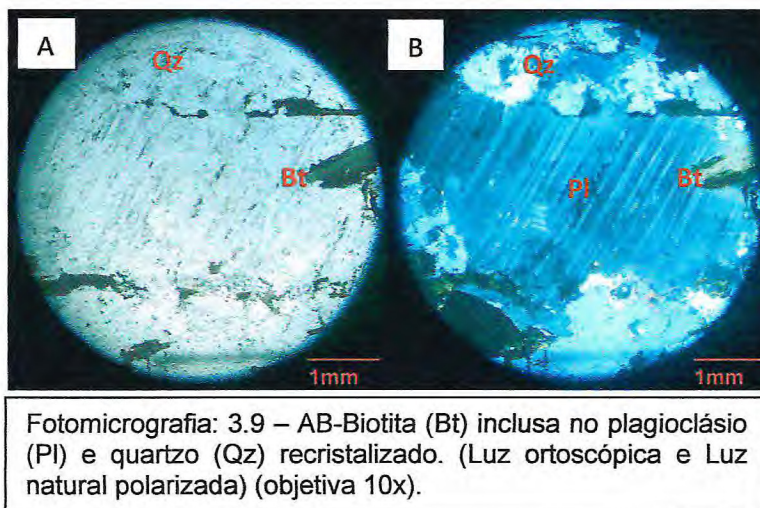
Os minerais de quartzo possuem formas xenomórficas com contatos curvos, planos e irregulares, pouco fraturados, extinção ondulante e encontram-se ainda como inclusões e em algumas partes recristalizadas (Fotomicrografia 3.09AB, 3.10AB, 3.11B, 3.12B e 3.13AB).

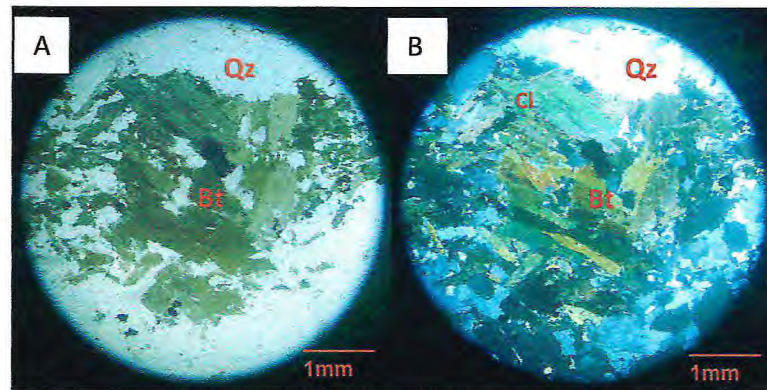
A clorita livre ocorre como mineral acessório, sendo fruto da alteração da biotita e seus contatos são irregulares e curvos (Fotomicrografia 3.10B).

A hornblenda ocorre ao lado da biotita e sempre com uma leve orientação e inclusa no feldspato (Fotomicrografia 3.11AB e 3.12B).

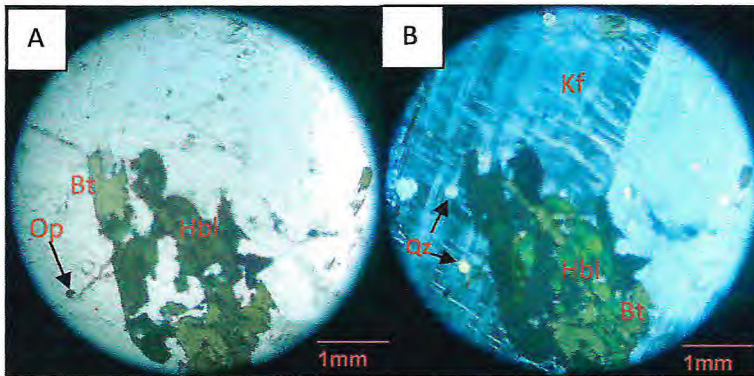
A titanita não é abundante em lâmina, contudo presente em porções isoladas da mesma, com muitas fraturas. Seus contatos são bem regulares e sua forma alongada é classificada como idiomórfica (Fotomicrografia 3.13B).

O epidoto também é pouco abundante e aparece incluso em cristais de quartzo (Fotomicrografia 3.13A).

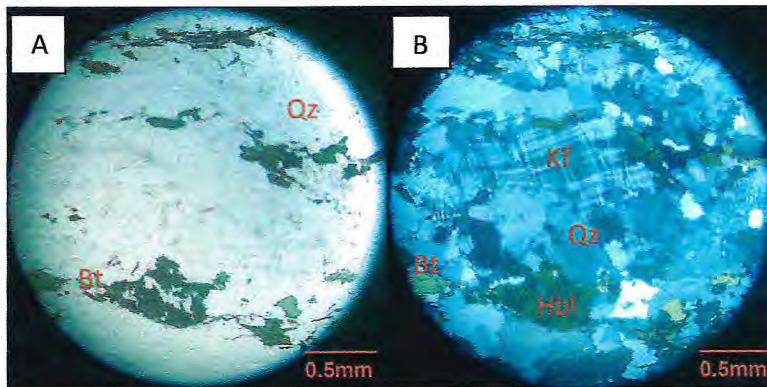




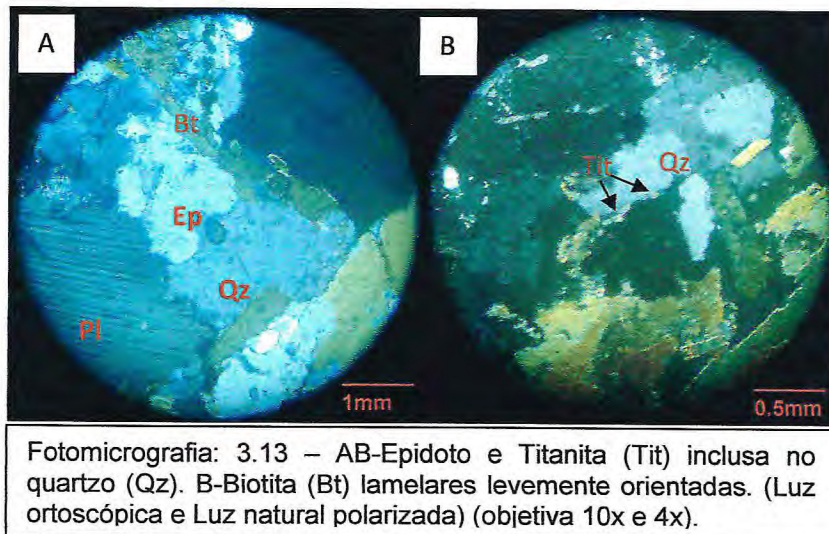
Fotomicrografia: 3.10 – A-Clorita (Cl) fruto da alteração da AB-biotita (Bt) e ambas levemente orientadas. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x).



Fotomicrografia: 3.11 – AB-Hornblenda (Hbl), biotita (Bt), quartzo (Qz) e A-opacos (Op) incluídos no feldspato potássico (Kf). (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x).



Fotomicrografia: 3.12 – AB-Quartzo (Qz) recristalizado. Biotita (Bt) lamelares levemente orientadas e B-Feldspato potássico (Kf) apresentando geminação albita Carlsbad. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x).



3.2.4 GRANITO

Ocorre praticamente em 40% da área (ver mapa geológico / anexo-02), sendo mais representativo na porção oeste. Macroscopicamente possuem granulação variando de fina a média, sofrendo algumas vezes o processo de alteração. Apresentam tons leucocráticos rosado, cinza e tons de branco. A rocha apresenta grau de cristalinidade maior que 90%, sendo denominada holocristalina, pois é composta por mais de 90% em volume de cristais (*Fotomicrografia 3.14AB, 3.15AB e 3.17AB*).

Pode ser considerada como fanerítica devido à visibilidade dos cristais a olho nu (*Figura-3.5*). Quanto ao padrão textural é classificada como do tipo Hipidiomórfica Inequigranular (*Fotomicrografia 3.16B*) apresentando uma textura granítica característica de tal tipo de rocha.



Figura-3.5 – Rocha fanerítica com textura hipidiomórfica inequigranular e granulação variando de fino a média. (Afloramento RGF-31 UTM 0459421 / 9599779)

A mineralogia principal da rocha é composta por quartzo (40%), plagioclásio (23%), feldspato (15%), biotita (9%), muscovita (8%) e com apatita, actinolita tremolita e opacos perfazendo (5%) dos minerais acessórios presentes.

O quartzo é xenomórfico e apresenta-se fraturado na maioria das vezes. Seus contatos são irregulares e curvos com outros minerais. As inclusões são predominantes no quartzo, principalmente de muscovita e biotita (*Fotomicrografia 3.14AB e 3.15AB*).

O feldspato potássico exibe forma variando de subidiomórfica a xenomórfica, com contatos irregulares. Suas maclas em xadrez são bem demarcadas (*Fotomicrografia 3.14B*).

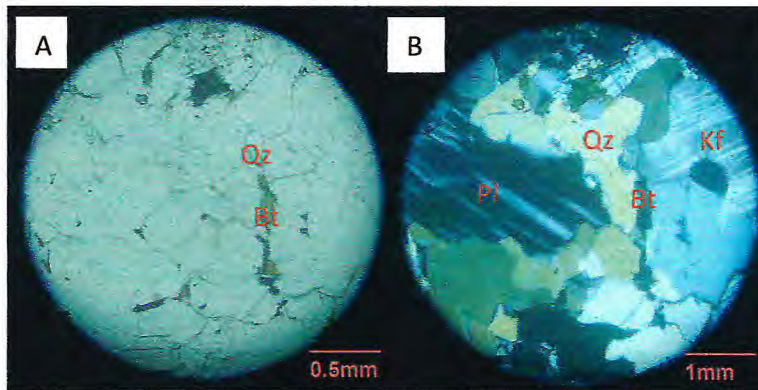
O plagioclásio apresenta geminação do tipo albita (*Fotomicrografia 3.14B*) e contatos irregulares com outros minerais.

Os cristais de muscovita apresentam hábito lamelar e uma direção de clivagem bem visível (*Fotomicrografia 3.15AB*). Possuem contatos variando de irregular a reto e sua forma é denominada xenomórfica. Apresentam uma sutil orientação preferencial, caracterizando a foliação magmática marcada pelos cristais de muscovita e biotita.

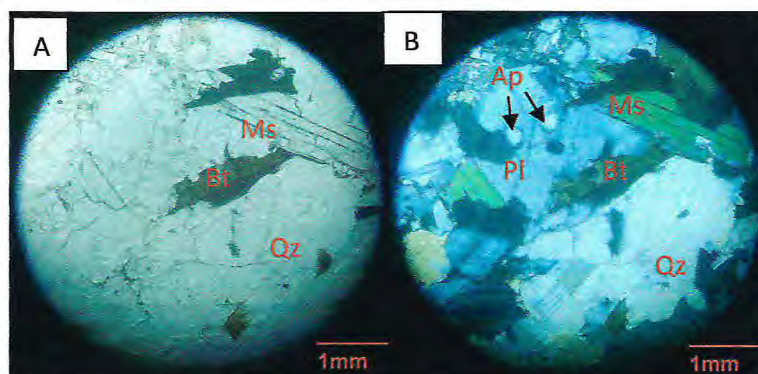
A biotita é subidiomórfica e possui hábito lamelar (*Fotomicrografia 3.14AB, 3.15AB e 3.16AB*). Ocorrem muitas vezes como inclusões no quartzo e apresenta-se com uma sutil orientação preferencial (*Fotomicrografia 3.14AB*). Foi observado que alguns cristais apresentam-se alterados (*Fotomicrografia 3.17B*).

Como acessórios estão presentes apatita e opacos, onde a apatita encontra-se inclusa em minerais de plagioclásio (*Fotomicrografia 3.15B e 3.16AB*).

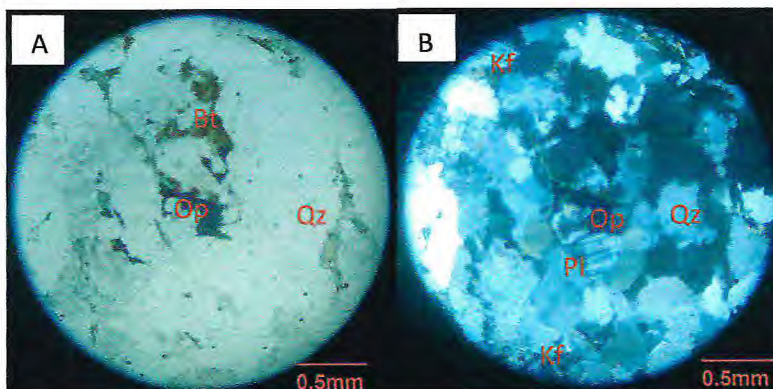
A actinolita tremolita apresenta cor alaranjada e forma irregular (*Fotomicrografia 3.17A*).



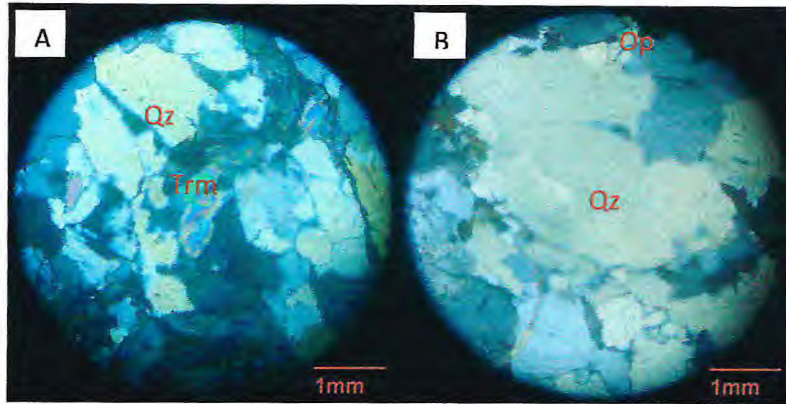
Fotomicrografia: 3.14 – B-Quartzo (Qz) recristalizado nas bordas do plagioclásio (Pl) e incluso no feldspato potássico (Kf). A-Biotita (Bt) inclusa no quartzo (Qz). (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x e 10x).



Fotomicrografia: 3.15 – B-Apatita (Ap) inclusa no plagioclásio (Pl), AB-Muscovita (Ms) e biotita (Bt) levemente orientadas. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x).



Fotomicrografia: 3.16– AB-Quartzo (Qz) recristalizado nas bordas do plagioclásio (Pl) e inclusão de opacos (Op) no plagioclásio (Pl). (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 4x).



Fotomicrografia: 3.17 – A-Actinolita tremolita (Trm) altera para anfibólio. AB-Quartzo (Qz) recristalizado e com contatos curvos e irregulares. (Luz ortoscópica e Luz natural polarizada) (objetiva 10x).

3.2.5 Diagrama para caracterizar as rochas plutônicas citadas anteriormente. Foi feita uma média nos percentuais de quatro lâminas de biotita granito e de cinco lâminas de granito para poder adicionar suas localizações no diagrama.

- Biotita granito (Monzogranito / PI-40%, Qz-38% e Kf-22%).
- Granito (Monzogranito / PI-30%, Qz-50% e Kf-20%).

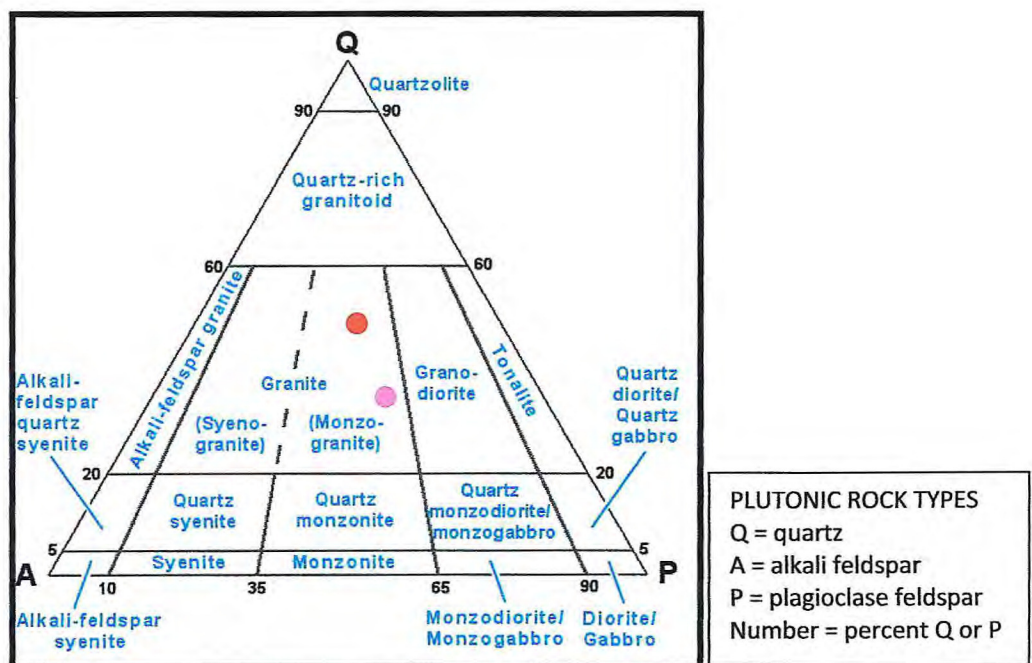


Figura-3.6: Diagrama QAP para caracterizar as rochas plutônicas.

Capítulo IV

LITOESTRATIGRAFIA

4. LITOESTRATIGRAFIA

A litoestratigrafia da área estudada foi determinada a partir de dados coletados durante o mapeamento, na geologia estrutural e em análises petrográficas.

A área foi dividida da base para o topo em três unidades estratigráficas, sendo duas Proterozóicas (embasamento (Toniano 750Ma) e intrusões plutônicas (neoproterozóico 600Ma)) e uma Fanerozóica (coberturas colúvio-eluvionares).

4.1 EMBASAMENTO

4.1.1 GNAISSES

Distribuído em todos os setores, exceto sudoeste e oeste da área estudada. O embasamento é representado pelos quartzitos e pelos gnaisses bandados com faixas porfiríticas, apresentando porções migmatizadas e dobradas (Figura-4.1). A foliação S_n é disposta em uma direção preferencial em média 50° para NE e com mergulho médio 60° para NW.

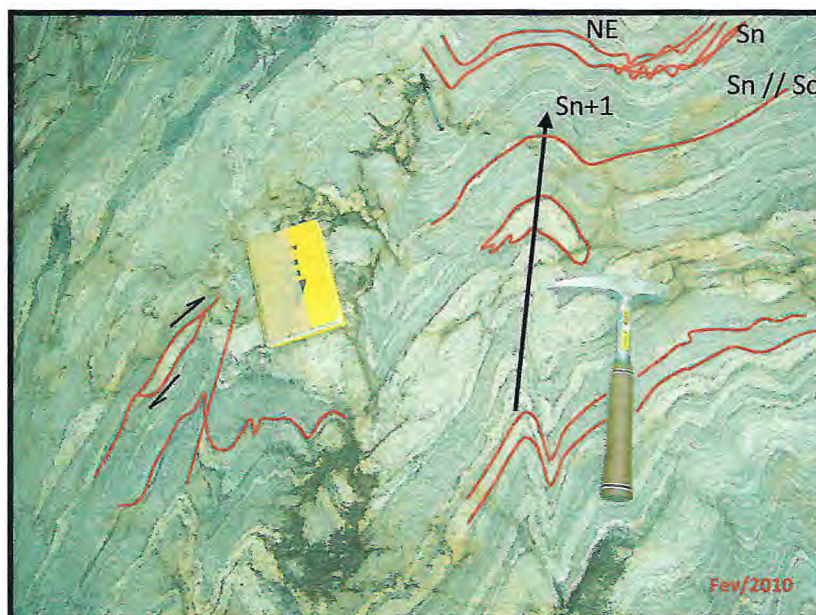


Figura-4.1: Gnaisse todo dobrado com foliação de transposição S_n representa o *trend* regional NE e paralela a foliação principal S_o preservada. Eixo das dobras com sentido NE (S_{n+1}) e falhamento destal. (Afloramento RGF-05 UTM 0467539 / 9600398)

4.1.2 QUARTZITO

Ocorrem na porção central e norte da área estudada, apresentando uma tonalidade róseo-avermelhada e granulação fina e com foliação definida pela orientação paralela de quartzo e principalmente de finas lamelas de muscovita, sua direção preferencial é em média 47°.

4.2 ROCHAS PLUTÔNICAS

4.2.1 BIOTITA GRANITO

Ocorrem na porção sudoeste da área e em alguns afloramentos são fraturados e cortados por veios de quartzo na direção norte sul e leste oeste (Figura-4.2), cor cinza claro a escuro, sua granulação é fina a média, textura equigranular e índice de coloração mesocrático, representa cerca de 3% da área (Figura-4.2).



Figura-4.2: Biotita granito cortado por veio de quartzo nas direções N-S e W-E. (Afloramento RGF-28 UTM 0459484 / 9598228)

4.2.2 GRANITO

Aflora praticamente em 40% da área, sendo mais representativo na porção oeste, possui granulação variando de fina a média e apresentam tons leucocráticos rosado, cinza e tons de branco (Figura-4.3). São constituídos principalmente por quartzo, feldspato, plagioclásio, muscovita e biotita.



Figura-4.3: Granito de granulação variando de fina a média e apresentam tons leucocráticos rosado, cinza e tons de branco. (Afl. RGF-13 UTM 0461284 / 9596137)

4.3 COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIONARES

Na parte norte da área é predominante a presença de cobertura coluvionar. Caracterizam-se por sedimentos inconsolidados, arenosos, de composição quartzosa, localmente areno-siltosos, bem selecionados, de granulometria fina, coloração esbranquiçada, quando quartzosos, e marrom clara, quando areno-siltosos (Figura-4.4 e 4.5).



Figura-4.4: Solo moderadamente profundo e com seqüência de horizontes A, Bt e C com espessura de 30-90cm e cor marrom claro. (Afl. RGF-20 UTM 0460965 / 9600109)



Figura-4.5: Solo esbranquiçado de composição quartzosa, areno-siltosos e de granulação fina. (Afl. RGF-40 UTM 0462789 / 9600924)

Com base nas informações obtidas da região em apreço, foi desenvolvida a coluna litoestratigráfica (Tabela-4.1), proposta para a área mapeada, com suas unidades dispostas do topo pra a base da seguinte forma:

IDADE		UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIAS		
PRÉ - CAMBIANO	FANEROZÓICO	Cenozóico	Coberturas colúvio-eluvionares		
	PROTEROZÓICO	Neoproterozóico III (600) Ma	Intrusões plutônicas		
				550 a 600 Ma	Granito Biotita Granito
				Ciclo Brasiliano	
700 Ma	Toniano (750) Ma	Embasamento cristalino	Quartzito Gnaiss		
750 Ma					

Tabela-4.1 – Coluna estratigráfica proposta para a área.

Capítulo V

GEOLOGIA ESTRUTURAL

5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Todas as feições descritas nesse capítulo foram observadas em campo e fazem parte de um comportamento deformacional, destacando as feições estruturais rúpteis (fraturamento) e dúcteis (foliação).

Estruturas dúcteis são geradas em condições crustais profundas e são caracterizadas pelas foliações das rochas (S_{n-1} , S_n e S_{n+1}), dobras e lineação de estiramento mineral (L_n). Já as estruturas rúpteis indicam condições crustais superficiais e se desenvolvem de forma sobrepostas às feições dúcteis em um evento posterior, são representadas por falhas e fraturas.

5.1 FEIÇÕES DÚCTEIS

5.1.1 ELEMENTOS PLANARES (S_0 e S_n)

Os gnaisses apresentam uma foliação de transposição (S_n) com uma direção preferencial NE (Figura-5.1) e mergulho médio de 60° para NW (Figura-5.5 e 5.2), sendo a foliação principal (S_0) preservada e sempre presente, principalmente, nos flancos das dobras (Figura-3.2), indicando a atuação de esforços deformacionais na área e originando litotipos tendendo a 15° para NE, nas Figuras-5.3, 5.4 e 5.6 é possível observar nos quartzitos.

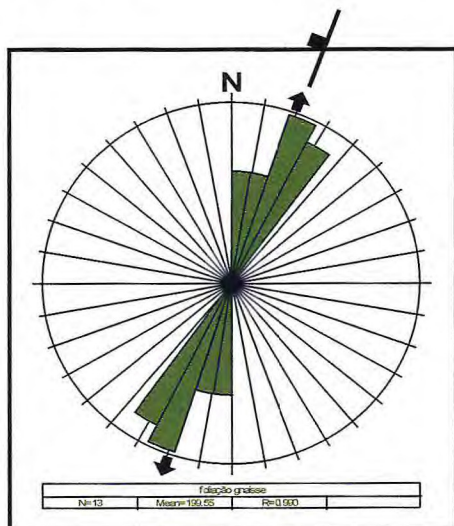


Figura-5.1: Roseta de gnaisses, representa o *trend* regional em torno de 20° para NE.

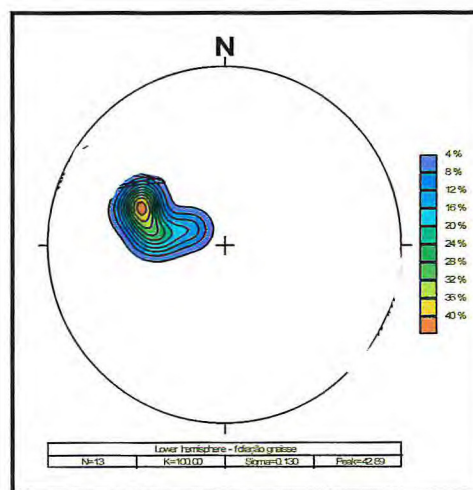


Figura-5.2: Contorno de iso linhas máximo a partir do polo do plano indicando a média do sentido do mergulho do gnaisse.

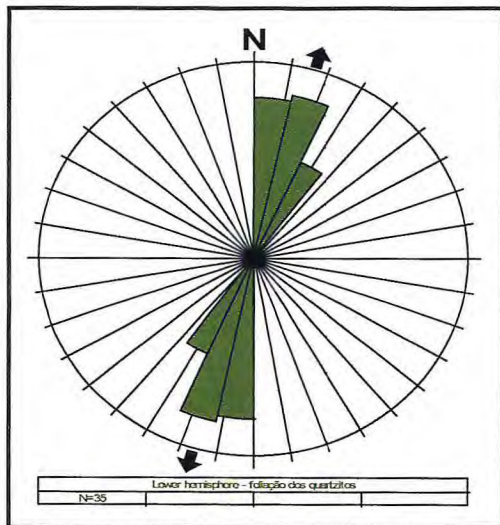


Figura-5.3: Roseta dos quartzitos. Foliação de transposição S_n representa o *trend* regional com 18° para NE.

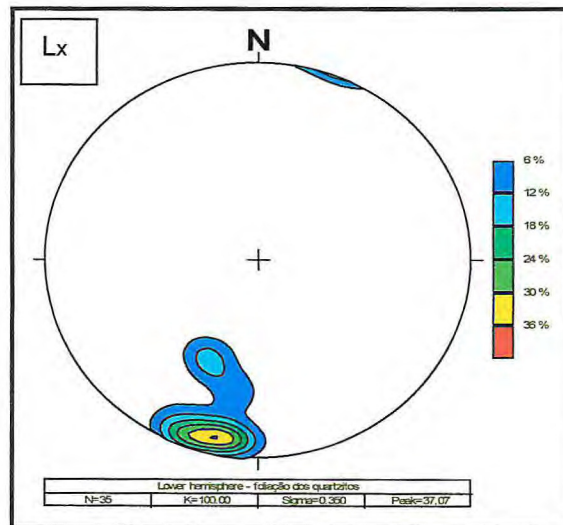


Figura-5.4: contorno de iso linhas da lineação mineral de estiramento L_x dos quartzitos para NE.

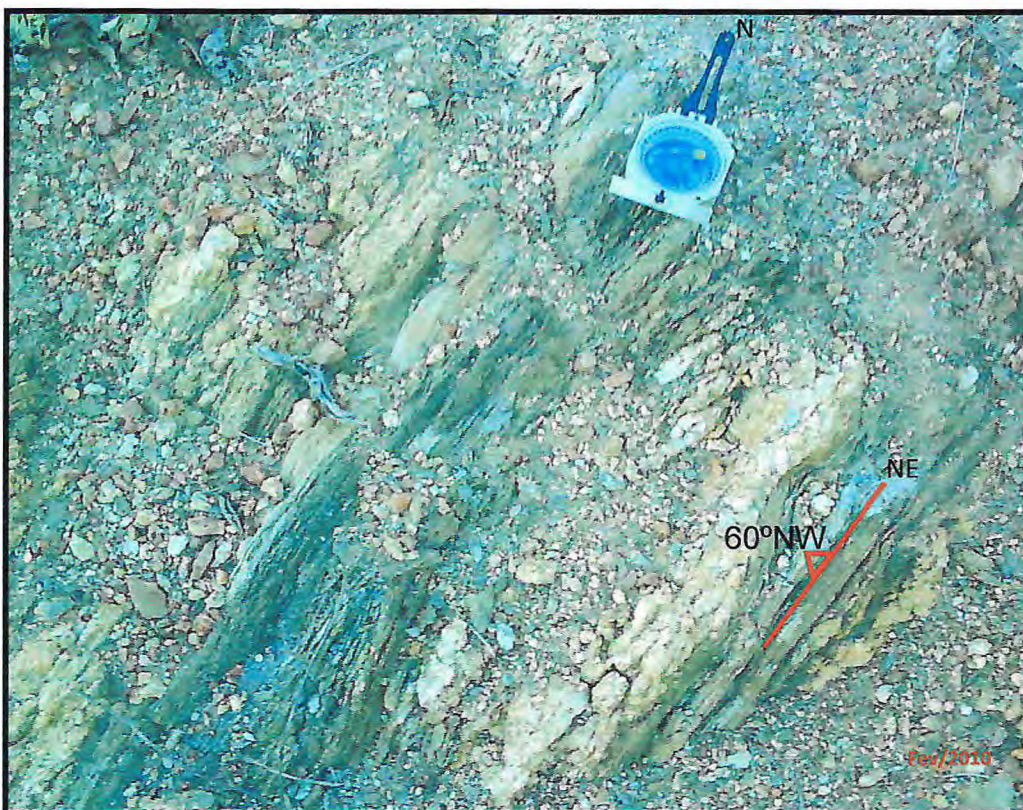


Figura-5.5: Mergulho médio dos gnaisses de 60° para NW e direção da foliação de transposição S_n representa o *trend* regional com 18° para NE.
 (Afloramento RGF-11 UTM 0464506 / 9597285)



Figura-5.6: Quartzitos fraturado por duas famílias de fraturas principais e foliação de transposição S_n representa o *trend* regional NE. (Afloramento RGF-47 UTM 0462602 / 9597854)

De maneira geral a foliação S_n representa o *trend* regional NE e é caracterizado por um bandamento gnáissico, marcada principalmente pelo seu bandamento composicional ($S_0 // S_{n-1}$) (Figura-5.9) de quartzo e feldspato em alternância com bandas máficas (Figura-5.7), compostas principalmente por biotita de granulação mais fina e pela sua organização planar junto com minerais de muscovitas.

Podem sofrer dobramentos devido à intensificação da deformação (Figura-5.8). Por vezes, um maior efeito deformacional pode desenvolver uma nova organização planar que passa a predominar sobre a estruturação inicial, dando origem à foliação de transposição (S_n) (Figura-5.8).

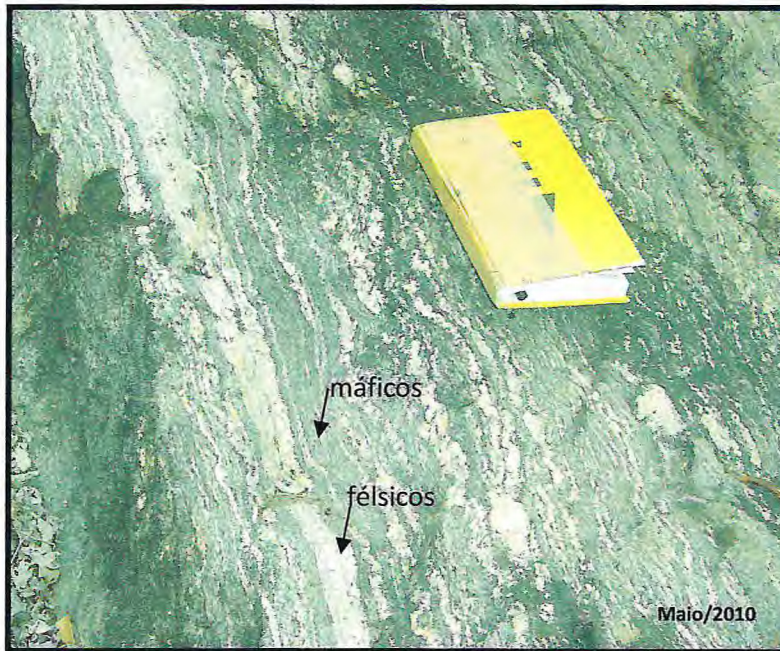


Figura-5.7: Bandamento clássico dos gnaisses com porções máficas devido a presença de biotita e félsicas, quartzo e feldspato potássico. (Afloramento RGF-47 UTM 0462602 / 9597854)

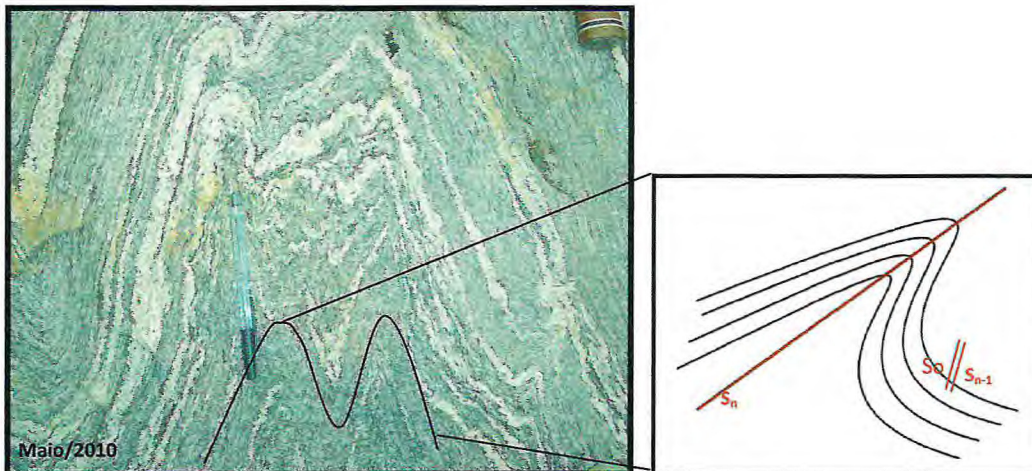


Figura-5.8 e Figura-5.9: Feições dobradas, que em estado plástico durante o esforço sofreram deformação parcial do bandamento, passando a exibir uma estrutura ptigmática. (Seg. Menhert, 1968). (Afloramento RGF-05 UTM 0467539 / 9600398).

5.1.2 ELEMENTOS LINEARES (L_n)

As estruturas lineares são representadas pelas lineações minerais de estiramento (L_n), as mesmas são geradas por processos deformacionais de carácter dúctil, onde os minerais, gerados durante o processo deformativo e devido a sua plasticidade cristalina, adquirem uma forma alongada, segundo a direção do transporte tectónico de regime transcorrente para NE (Figura-5.10).

Entretanto o processo deformativo ao qual a rocha sofreu é marcado pela orientação dos novos minerais gerados, projetando a direção do transporte tectônico para NE. Tais feições ocorrem em granitos e biotita granitos, os mesmos estão dispostos concordantes com a foliação e apresentam inclinações sub-horizontais.

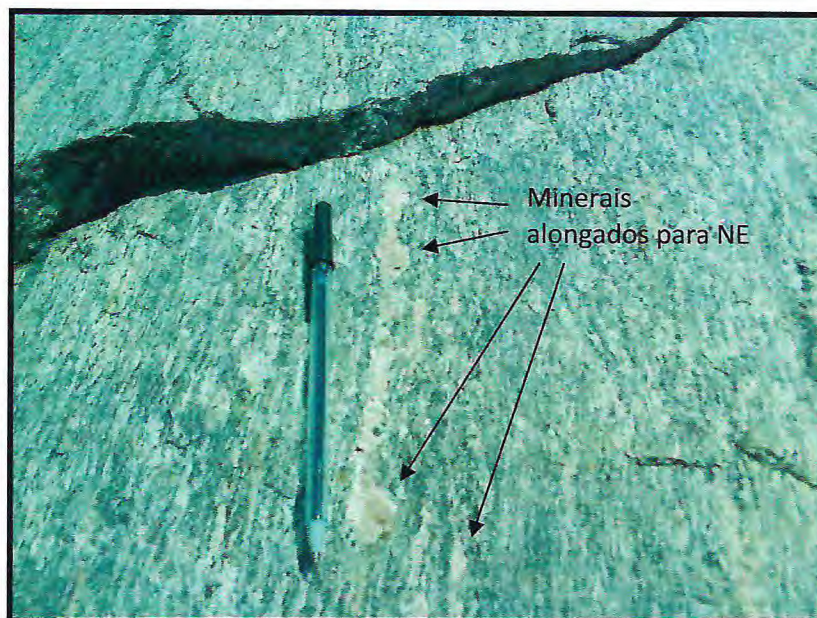


Figura-5.10: Minerais alongados para NE e estruturas lineares representadas pelas lineações minerais de estiramento (L_n), as mesmas são geradas por processos deformacionais de caráter dúctil. (Afl. RGF-31 UTM 0459421 / 9599779)

5.1.3 DOBRAS

As dobras que ocorrem na área estudada foram geradas em cisalhamento simples, caracterizando nível estrutural inferior cuja plasticidade das rochas é elevada, contribuindo, assim, para dobramentos que não apresentam dimensões expressivas.

Foram também encontrados alguns tipos de dobras, de tamanhos centimétricos variados, tais como: intrafoliais, verticais simétricas e assimétricas, com eixo inclinado, fechadas e normais (*Figura-5.13*). Foram também identificadas nos gnaisses dobras parasíticas do tipo “S”, “Z” e “M” (*Figura-5.11*) e (*Figura-5.12*).

Estas dobras apresentam seu plano axial paralelo à foliação do gnaiss, caracterizando o eixo da maioria das dobras como vertical.

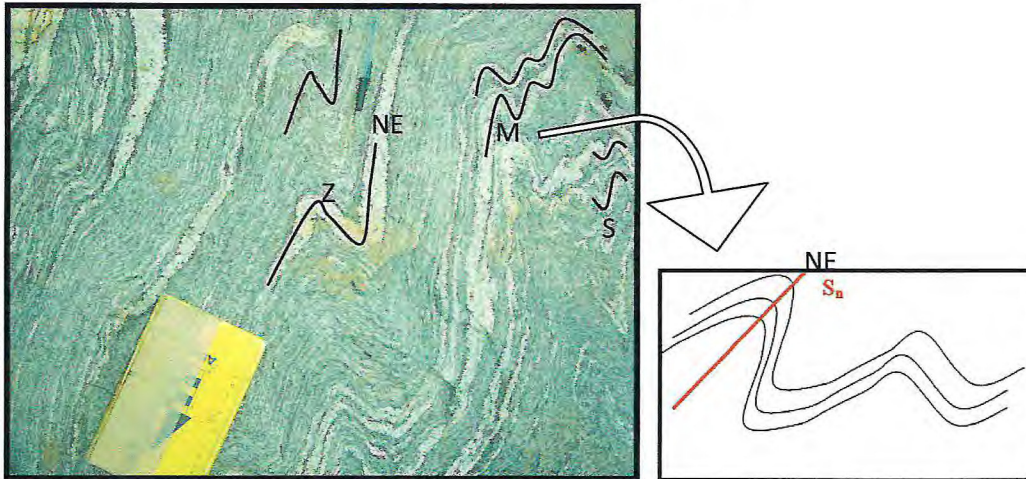


Figura-5.11 e Figura-5.12: Dobra assimétrica do tipo "M" gerada em cisalhamento simples, ilustrada no desenho esquemático acima. (Afloramento RGF-05 UTM 0467539 / 9600398)

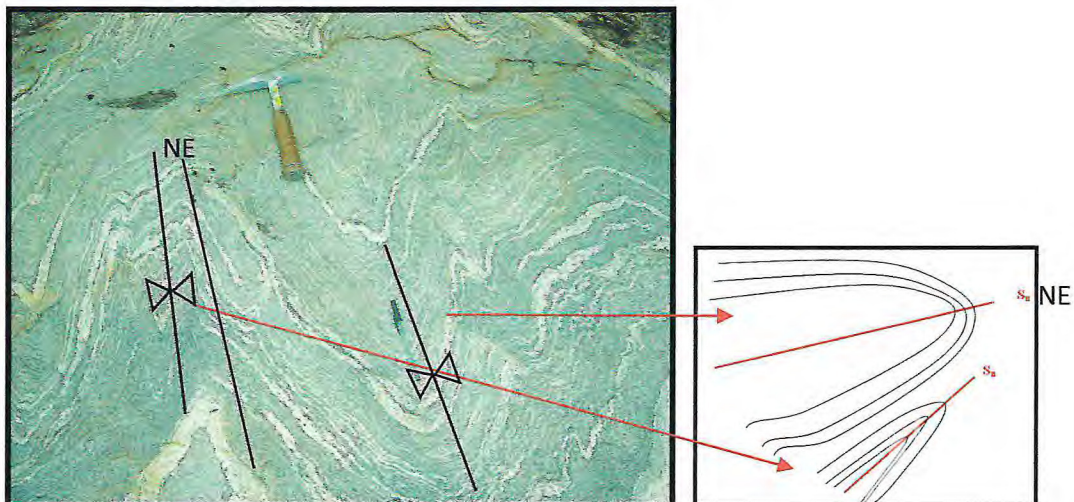


Figura-5.13 e Figura-5.14: Dobras preservadas, sendo a maior delas aberta, com flancos desgastados e tem seu plano axial (Pa) paralelo à foliação gnáissica. A dobra menor é fechada e apresenta o eixo inclinado. (Afloramento RGF-05 UTM 0467539 / 9600398).

5.2 FEIÇÕES RÚPTEIS

5.2.1 FRATURAS

No estereograma a seguir foi possível observar três famílias de fraturas, sendo duas principais com direção NW-SE e NE-SW e uma secundária com direção preferencial N-S de menor frequência (Figura-5.15) e (Figura-5.16).

As fraturas são características tectônicas de cunho rúptil e indicam condições crustais superficiais. Elas se desenvolvem sobrepostas às feições dúcteis em um evento posterior que atingiu a região.

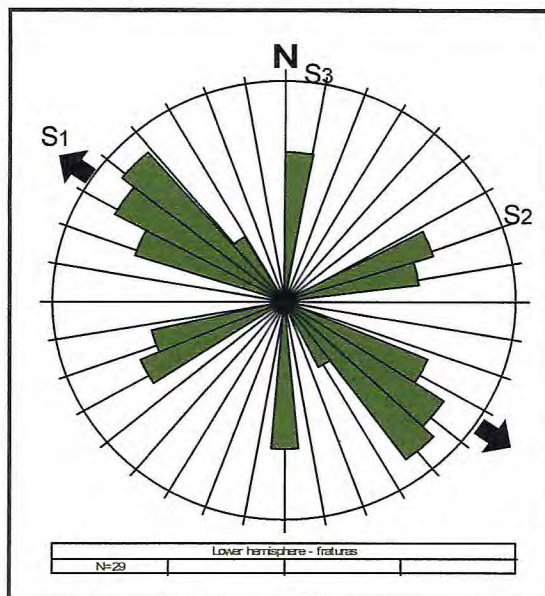


Figura-5.15: Roseta de fraturas presentes nos granitos aflorantes na porção oeste da área. Foi possível observar três famílias de fraturas, sendo duas principais com direção NW-SE (S1) e NE-SW (S2) e uma secundária com direção preferencial N-S (S3), essa de menor frequência.

Essas estruturas são observadas principalmente nos granitos aflorantes na área de estudo, ocorrendo de forma mais intensa na porção oeste da área, seus tamanhos são variados desde centimétricos a métricos (Figura-5.16).

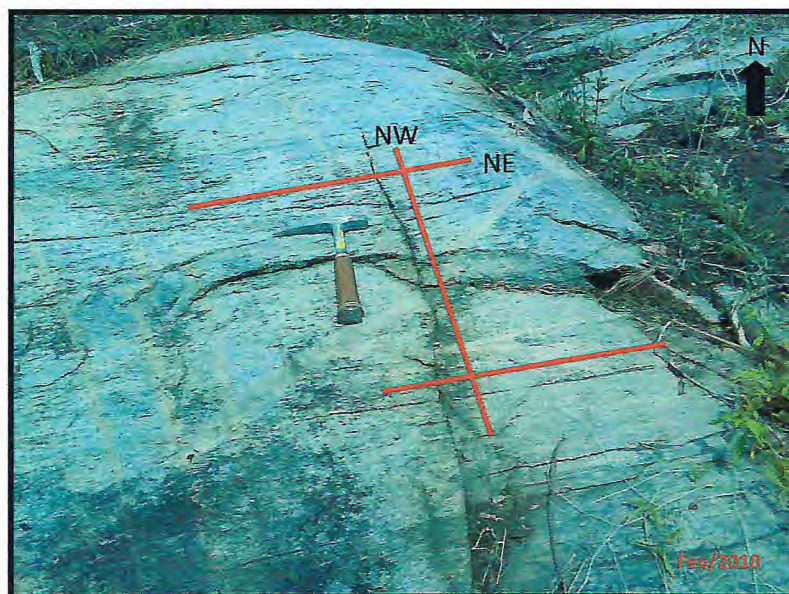


Figura-5.16: Granito com famílias de fraturas perpendiculares nas direções NW e NE. (Afloramento RGF-25 UTM 0459467 / 9597411 e RGF-33 UTM 0459395 / 9600479)

5.2.2 FALHAS

Essas feições rúpteis foram observadas nos granitos, falhamentos destrais de pequena escala com sentido NE (Figura-5.17). Tais estruturas são caracterizadas por deformações acompanhadas de um movimento paralelo ao plano de ruptura, demonstrando, assim, seu comportamento rúptil (Figura-5.17) em nível estrutural superior.



Figura-5.17: Falhamento destral nos granitos com direção preferencial para NE.
(Afloramento RGF-34 UTM 0459408 / 9600612)

Ocorrem também falhas preenchidas por biotita, quartzo e feldspato, material vindo de profundidade – magmatismo frágil (Figura-5.18).

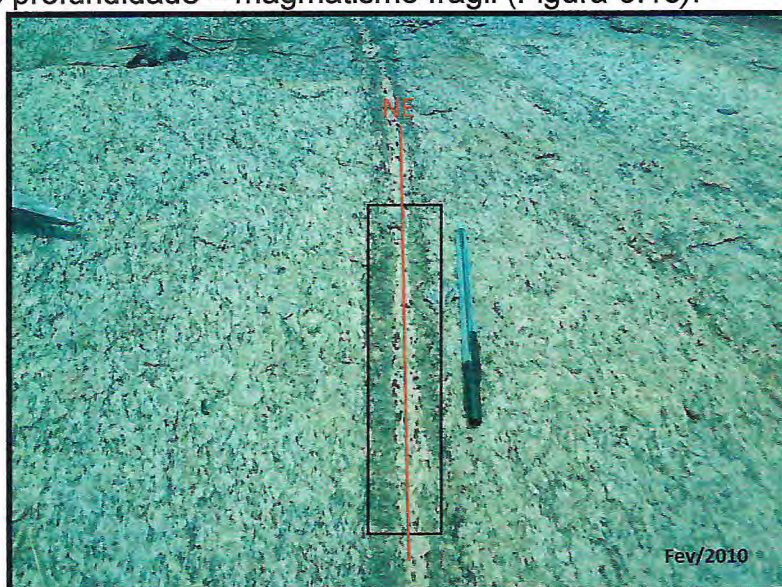


Figura-5.18: Falhas preenchidas por Bt, Qz e Kf, material vindo de profundidade – magmatismo frágil. (Afloramento RGF-31 UTM 0459421 / 9599779)

Capítulo VI

METAMORFISMO

6. METAMORFISMO

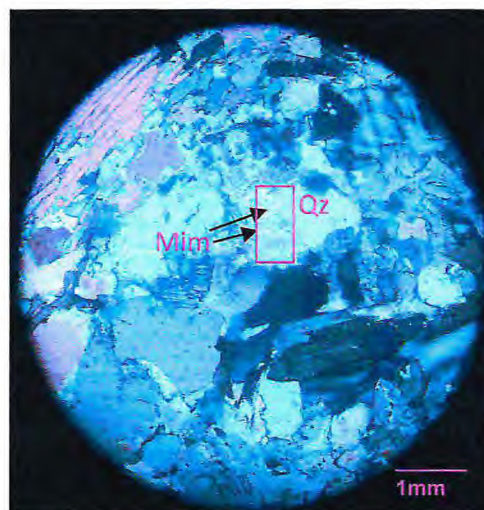
Metamorfismo é o processo de mudança que ocorre nas rochas e minerais, submetidos a condições diferentes de pressão, temperatura e deformação que prevaleciam durante a sua formação.

Essas mudanças de pressão e temperatura causam reações químicas entre os minerais enquanto a deformação é essencialmente mecânica causando distorção nas estruturas pré-existentes nas rochas ou, junto com as reações químicas, formando novas estruturas características de metamorfismo.

Baseado nas descrições petrográficas obteve-se informações sobre as associações minerais e texturais dos litotipos encontrados na região com o objetivo de caracterizar o fácies metamórfico e suas respectivas condições de pressão e temperatura em que as rochas foram submetidas.

O metamorfismo na região decorre do evento tectônico ou ciclo orogenético brasileiro. Após a sedimentação do Grupo Ceará os metassedimentos plataformais entram em processos de compressão devido ao fechamento da Bacia/Oceano.

A migmatização é evidenciada pela micropertita mimerquita (Fotomicrografia-6.1), refletindo intercrescimento entre fases quartzo feldspáticas formadas durante a deformação do Grupo Ceará, no evento brasileiro, essas condições são balizadas pela fusão que no gráfico P e T (Figura-6.1) mostra condições de pressão 3-5 Kbar e temperatura entre 580-650° C.



Fotomicrografia-6.1: Migmatização evidenciada pela micropertita mimerquita. (Luz natural polarizada) (objetiva 4x).

As principais associações observadas nos gnaisses e paragneisses do Grupo Ceará mostram uma fusão hidratada com os seguintes minerais:

Associação-01 – Sedimentos ----- Fundidos ricos em: K-feldspato (Kf), Plagioclásio (Pl), Biotita (Bt), Muscovita (Ms), Hornblenda (Hb) e Opacos (Op).

Isógrada da Hornblenda, segundo Holdaway (1971) in Yardley (1994).

Albita + Muscovita + Quartzo + H₂O → Líquido

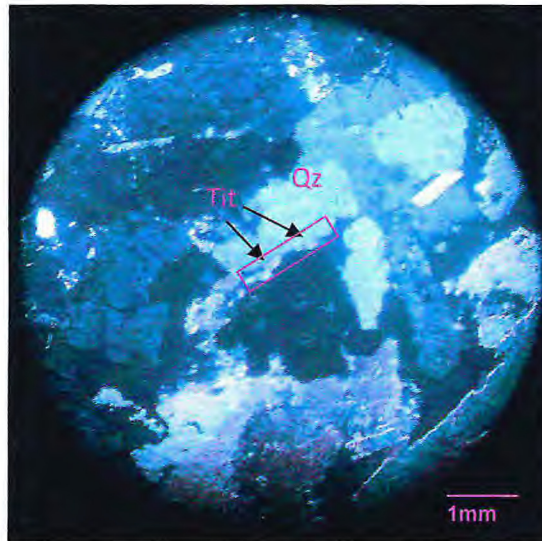
Associação-02 - Sedimentos -- Recristalizados ricos em: K-feldspato (Kf), Plagioclásio (Pl), Biotita (Bt), Muscovita (Ms), Hornblenda (Hb), Opacos (Op) e Titanita (Tit).

Isógrada da Titanita que é atingida em T > 600°C.

Isógrada do Plagioclásio (Temperatura de 630° C e pressão de 7Kbar)

Ambas as associações possuem variação apenas no surgimento da Titanita, esta por sua vez recristalizada a partir de opacos.

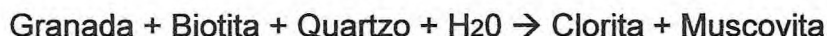
A hornblenda também se mostra como um bom marcador das condições de P e T, marcando um gradiente térmico entre 460-650° C e pressão abaixo de 5 kbar. Nestas condições somado o surgimento da titanita (Fotomicrografia-6.2) e com a enorme geração de fundido estimamos um pico metamórfico de 660° C para uma pressão de 4 kbar. Este metamorfismo esta associado aos planos de deformação S_n/M_n.



Fotomicrografia-6.2: Titanita (Tit) recristalizada a partir de opacos.
(Luz natural polarizada / objetiva de 4x).

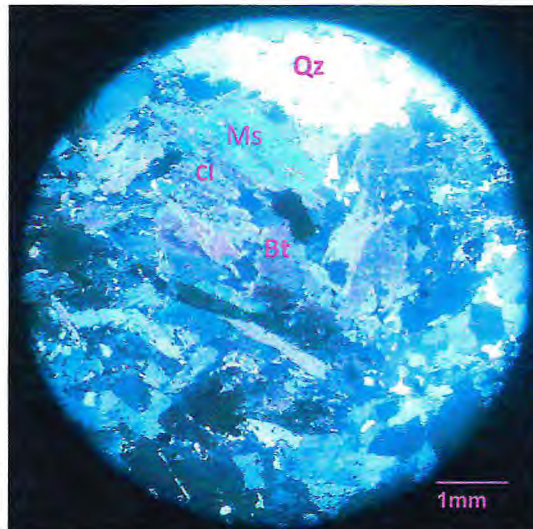
Após o pico metamórfico as condições de pressão e temperatura passam a ser decrescentes. O retrometamorfismo é evidentemente confirmado pela presença de muscovita (sin-tectônica), biotita e clorita (Fotomicrografia-6.3), visíveis em campo e confirmada nas lâminas petrográficas dos granitos. Temos granitos a duas micas e também a rehidratação nos gnaisses do Grupo Ceará. Podemos caracterizar a seguinte associação de retrometamorfismo.

Nas lâminas não foram observadas granada, porém existe hornblenda que pode representar na reação inversa [3.3] de Yardley (1994) o retrometamorfismo e o pico metamórfico.



Associação-03 K-feldspato (Kf) + Plagiocásio (Pl) + Hornblenda (Hb) +
Titanita (Tit) + Opacos (Op) ----- ± Muscovita (Ms) ± Biotita (Bt) ± Clorita (Cl).

Este retrometamorfismo atuou em condição de Temperatura entre 450° C e baixa pressão menor que 4 kbar (Figura-6.1).



Fotomicrografia-6.3: – Presença de muscovita, biotita e clorita evidenciando o retrometamorfismo. (LNP / Obj. de 4x).

6.1 Diagrama P e T para o metamorfismo.

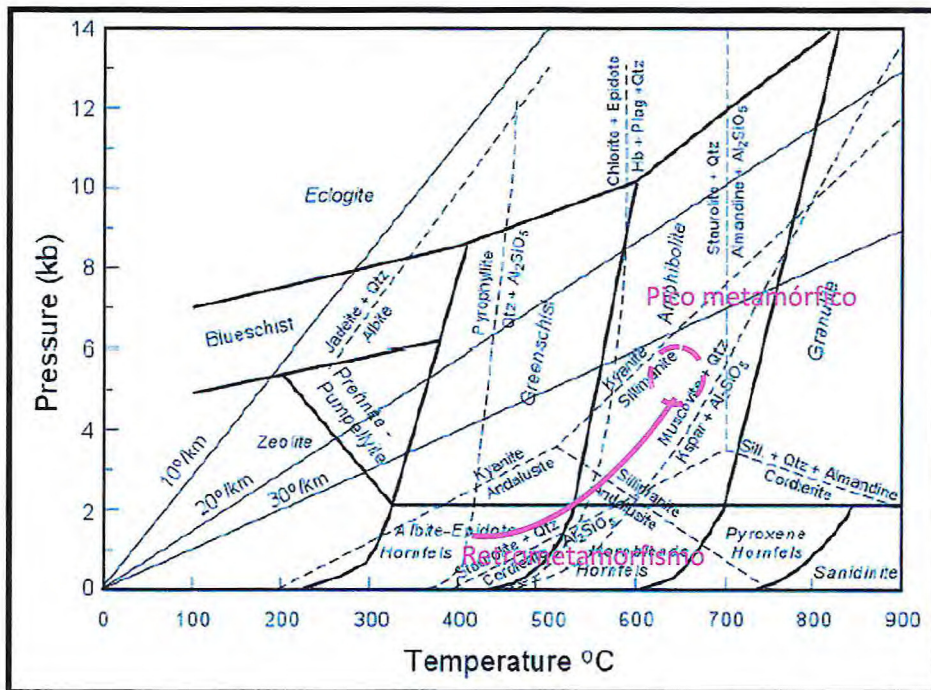


Figura-6.1: Diagrama P e T para o metamorfismo. Exemplo de grade metamórfica simples. Ao longo das linhas de reação estão anotados os nomes dos minerais que reagem (Spear, 1993).

Capítulo VII

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

7. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

A história evolutiva da área estudada está ligada a litoestratigrafia estabelecida na geologia local, que definiu as relações entre os litotipos encontrados e suas idades.

As feições estruturais analisadas anteriormente indicam que a área foi afetada por uma tectônica transcorrente dextral, responsável pela verticalização dos quartzitos e foliação de alto ângulo presente nos litotipos gnáissicos.

Partindo de todo o contexto analisado, pode-se sintetizar a história evolutiva da área em: gnaisses do embasamento que foram submetidos à fusão parcial e deram origem às rochas metamórficas, ígneas que evoluíram para formar por anatexia os granitos do tipo S e intrusões tardias do Arco Magmático Santa Quitéria.

O cinturão panafricano/brasiliano do NW africano representa a colisão entre a margem ativa de um grupo de placas incluindo os atuais escudos Benino-Nigeriano e Tuareg com a margem continental passiva do cráton W-Africano, compreendendo em três unidades: (i) *nappes* externas lançadas sobre o cráton contendo sedimentos neoproterozóicos de margem continental passiva; (ii) *nappes* intermediárias compostas por rochas metassedimentares e ortognaisses, e rochas máficas/ultramáficas (anfíbolitos, eclogitos e granulitos máficos) configurando uma paleossutura e (iii) *nappes* internas compreendendo gnaisses anatécnicos brasileiros e rochas mais antigas.

O resultado desta convergência e colisão em sucessivos episódios tectometamórficos, formação de granitos de subducção, colisão, embricamento tectônico e retrometamorfismo, transcorrências, anatexia, magmatismo granítico pós-tectônico e depósitos vulcano-sedimentares molássicos. Insere-se nesse contexto o Arco Magmático de Santa Quitéria (AMSQ), que compreende a uma associação litológica diversificada incluindo gabros, tonalitos, granodioritos, monzogranitos e granitos. As foliações são associadas a fases de empurrão e transcorrência tardia.

Situada a leste com o cráton São Luis/W-Africa o AMSQ representa a margem ativa desenvolvida durante a convergência de uma placa cratônica, sua posição a leste do lineamento Transbrasiliano e sua correlação com os

granitos cálcio alcalinos dos cinturões Dahomey e Farusian, torna-se questionável a correlação do lineamento Transbrasiliano com as falhas Kandi e $4^{\circ}50'$, portanto sendo mais plausível a correlação dessas falhas com o Lineamento Senador Pompeu, Fetter *et al.* (2000); Castro, (2004); Arthaud *et al.* (2007).

Enclaves microgranulares máficos são comuns e indicam a complexa evolução cíclica do arco com a alternância de fases de distensão e compressão (Figura-7.1).



Figura-7.1: Enclaves máficos indicando a complexa evolução cíclica do arco com a alternância de fases de distensão e compressão. (Afloramento RGF-31 UTM 0459421/9599779).

Os granitos brasileiros desenvolveram-se por anatexia de metapelitos e rochas do embasamento entre 620-580 Ma (NOGUEIRA, 2004); determinando uma foliação gnáissica com direção NNE-SSW cujas Zonas de Cisalhamentos atuantes são: Sobral Pedro II e Senador Pompeu. Já em fase final desse ciclo em caráter tardi-tectônico ocorreu uma deformação no regime dúctil marcada por lineação mineral, observada nos granitos e biotita granitos, subparalela a foliação e fraturamentos dos mesmos em diversas direções.

Os minerais caracterizaram um grau moderado de metamorfismo, com temperaturas entre 580-650°C e pressão de 3-5 Kbar, tais condições marcam o nível crustal de pelo menos 10Km de profundidade ou mesozonal. O Ciclo Brasileiro finaliza em regime compressivo transcorrente dextral, transicionando para formação de bacias intracratônicas no início do Cambriano.

Capítulo VIII

CONCLUSÕES

8. CONCLUSÕES

A integração dos dados geológicos coletados na área estudada em conjunto com aqueles existentes na literatura disponível juntamente com os obtidos nas lâminas petrográficas permite algumas considerações a respeito da região pesquisada:

- A área pesquisada enquadra-se na Província Borborema, dentro do Domínio Ceará Central – Arco Magmático de Santa Quitéria. As principais unidades litoestratigráficas foram identificadas e caracterizadas em quatro unidades: i) embasamento policíclico; ii) coberturas metassedimentares monocíclicas (Grupo Ceará); iii) complexo anatético-ígneo monocíclico (Arco Magmático de Santa Quitéria) e iv) granitos brasileiros e molassas tardi-brasileiras (560 Ma).
- O embasamento é composto basicamente por paragnaisses, gnaisses e quartzitos, representando o Grupo Ceará, que só não estão presentes na porção oeste da área de estudo.
- Os granitos correspondem aos litotipos que ocupam mais metade da área mapeada, sua composição principal lhe classifica como um monzogranito do tipo S, conhecido como granito a duas micas.
- As estruturas dúcteis presentes na área são foliações, lineações e dobras. As foliações (S_n) presentes nos litotipos mostram uma maior concentração dos planos de foliação em um *trend* com direções NE-SW, com mergulhos verticais a subverticais.
- As lineações (L_n) correspondem ao estiramento mineral segundo uma direção preferencial NE-SW, tendendo a N-S, e caimentos subhorizontais indicando regime transcorrente, e as dobras são em sua maioria intrafoliais apresentando seu plano axial paralelo à foliação S_n .

- A foliação principal (S_n) é representada pela foliação magmática no granito, enquanto que o evento anterior (S_{n-1}) é representado pelas dobras intrafoliais nos gnaisses.
- Os gnaisses e paragneisses apresentam uma foliação (S_n) com uma direção preferencial NE e mergulho médio de 60° para NW.
- As estruturas rúpteis presentes na área são fraturas e falhas, que ocorrem nos granitos aflorantes na região, onde a direção preferencial das suas fraturas mostra um *trend* com direções NE-SW e NW-SE e outra família de menor importância para N-S.
- As rochas, quanto ao metamorfismo, foram submetidas às condições metamórficas do fácies anfibolito, considerando os litotipos presentes e a paragênese mineral que compõem a área.
- Resumidamente a história evolutiva da área corresponde ao embasamento que foi submetido à fusão parcial dando origem por anatexia aos granitos do tipo S.

Capítulo IX

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHAUD, M. H.; VASCONCELOS, A. M. ; NOGUEIRA 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, Ouro Preto, Abstracts, 84-85.

ALMEIDA, F. F. M. de.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. 1976 **The Upper Precambrian of South America**. Boletim. Instituto de Geociências US. São Paulo, v.7, p. 45-80. Almeida, F.F.M.; Hasui, Y.; Brito Neves, B.B.; Fuck, R. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: SBG/Núcleo Nordeste, Simpósio de Geologia do Nordeste, 7, Campina Grande, Atas, 363-391.

ARTHAUD, M. H. 2007. **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE do Brasil): Da Sedimentação à Colisão Continental Brasileira**. Tese de Livre Docência. Universidade de Brasília. 133p.

ARTHAUD, M. H.; VASCONCELOS, A. M.; NOGUEIRA, J.A.; OLIVEIRA, F. V. C.; PARENTE, C. V.; MONIE, P.; LIEGEOIS, J. P.; CABY, R. & FETTER, A. 1998. **International Conferences on Pre-Cambrian and Craton Tectonics**. Ouro Preto. International Basement Tectonics Association, 84-85p.

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.; BRITO NEVES, B.B.; DE WIT, M.J. (Orgs.), 2008. **West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region**. Londres: Geological Society of London, 1a. ed., v. 294, p. 49-67.

Arthaud, M.H. & Landim, D.F., 1995, Relações da Seqüência Metassedimentar de Quixeramobim com seu embasamento. 16º Simpósio de Geologia do Nordeste, 1: 125-128.

Atlas do Ceará, 1997. CD-ROOM, editado pelo IPLANCE – Instituto de Planejamento do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação – SEPLAN.

ATLAS DIGITAL DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO CEARÁ. 2003. Mapas na Escala 1:500.000 - CPRM .

BRITO NEVES, B. B. 1975. **Regionalização Geotectônica do Pré-cambriano Nordestino**. Inst. De Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 198p (inédito).

Caby R., Sial A.N., Arthaud M.H., Vauchez A. 1991. **Crustal evolution and the brasiliano Orogeny in Northeast Brazil**. In: Dallmeyer R.D, & Lécorché J.P. (eds.) *The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives*. Springer-Verlag, Berlin. p. 373-397.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, F. E. M. 2003. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1/500.000, MME. CPRM/DNPM.

CABY, R. & ARTHAUD, M. H. 1986. **Major Precambrian Nappes of the Brazilian Belts, Ceará, Northeast Brazil**. *Geology*, 14:871 – 874.

CAVALCANTE, J. C. & FERREIRA, C. A. 1983. **Mapa geológico do Estado do Ceará**. Escala: 1: 500.000, MME. CPRM/DNPM.

Castro, D.L., Castelo Branco, R.M.G., Martins, G. & Castro, N.A., 2002, Radiometric, magnetic, and gravity study of the Quixadá batholith, central Ceará domain (NE Brazil): evidence for Pan-African/Brasiliano extensioncontrolled emplacement. *Journal of South American Earth Sciences*, 15 (5): 543–551.

Cavalcante, J.C., Vasconcelos, A.M., Medeiros, M.F., Paiva, I.P., Gomes, F.E.M., Cavalcante, S.N., Cavalcante, J.E., Melo, A.C.R., Duarte Neto, V.C. & Benevides, H.C. 2003. *Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala*

1:500.000. Fortaleza. Ministério das Minas e Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

DANA, J. D. 1969. **Manual de Mineralogia** -Volumes 1 e 2. Tradução Rui Ribeiro Franco. Direitos reservados por Livro Técnico S. A.. Rio de Janeiro - Brasil. 642p.

Fetter, A. H.; Santos, T. J. S.; Schumus, W. R. V.; Hackspacher, P. C.; Neves, B. B. B.; Arthaud, M. H. ; Nogueira Neto, J. A.; Wernick, E. 2003. **Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santa Quiteria Batholith of Assembly of West Gondwana**. Gondwana Research. V. 6 (2): 265-273.

Fetter, A.H. 1999. **U/Pb and Sm/Nd Geochronological Constraints On The Crustal Framework and Geologic History Of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications For The Assembly Of Gondwana**. Department Of Geology, Kansas University, Lawrence, Tese de Doutorado, 164p.

FERNANDES NOGUEIRA, J.; MORALES, N. NOGUEIRA NETO, J. A.; SOUZA MANSUETO, M. 2005. **Termobarometria dos monzonitos de Quixadá – Ceará Central, nordeste do Brasil**. VIII Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa. Vol.1. 247 – 250. Aveiro – Portugal.

FETTER, A. H. ; VAN SCHMUS, W. R. ; SANTOS, T. J. S. ; ARTHAUD, M. H. ; AND NOGUEIRA NETO, J. A. 1997. **Geology History and Framework of Ceará State: NW Borborema Province, NE Brazil**. Extended abstracts of South-American Symposium on Isotope Geology, Campos do Jordão, São Paulo, 1: 112 – 114.

FETTER, A. H. 1999. **U/Pb and Sm/Nd Geochronological Constraints on the Crustal Framework and Geologic History of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly of Gondwana**.

Department of Geology, Kansas University, Lawrence, Tese de Doutorado, 164p.

GOMES, J. R. C. *et al.* **Projeto Radam Brasil, Folhas SB. 24/25-Jaguaribe/Natal (Geologia/Mapeamento Regional)**. Rio de Janeiro, 1981. v 23, p. 27-176.

HAMELACK, G.M.S.; AZEVEDO, L.R.P. DE; NOGUEIRA NETO, J.A.; MAGINI, C. **Relações Petrogenéticas dos Gnaisses da Região de Pedra Branca (Domínio Ceará Central), Nordeste do Brasil**. In: CONGRESSO GEOQUÍMICO DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 9, 2008, Cabo Verde. **Boletim de Resumos...** Portugal: Universidade de Aveiro/Universidade de Cabo Verde, 2008, p. 110.

IPECE, 2009. Acessado em 15 de maio de 2010.
http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2009/Umirim_Br_office.pdf

IBGE, 2009. Acessado em 20 de maio de 2010.
<http://www.ibge.gov.br/home/>

KEGEL, W. 1965. **A Estrutura Geológica do Nordeste do Brasil**. Bol. Div. Geol. Mineral, Rio de Janeiro, 227: 1 - 52.

Medeiros, M. de F.; Cavalcante, J. C.; Souza, E.M. de. 1993 (orgs.) . Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil Catarina, Folha SB.24 -Y-B-II, Estado do Ceará, Escala 1:100.000, Texto Explicativo. Brasília, DNPM/CPRM, 170 p.

Martins, G., Oliveira, M.I., Oliveira, E.P., Souza, C.R. & Arthaud, M.H., 1996, A Geologia da Seqüência Anfibolítica Algodões e suas Implicações para o Quadro Tectono-Estratigráfico da Região Central do Ceará. XVII Simpósio de Geologia do Nordeste, Resumos Expandidos, Fortaleza, Boletim 15: 61-65.

NOGUEIRA NETO, J. A. 2004. **Evolução geodinâmica das faixas granulíticas de Granja e Cariré, extremo noroeste da Província**

Borborema. Tese de doutoramento. Curso de Pós-graduação da Universidade Estadual Paulista – Rio Claro. 171p.

Nogueira, J.F. 2004. Estrutura, geocronologia e alojamento dos batólitos de Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu – Ceará Central. Tese de doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.

PESSOA, R. R. & ARCHANJO, C. J. 1984. **Tectônica de Empurrões na Região de Tróia – CE.** Anais 33º Congresso Brasileiro de Geologia, 4: 1721 – 1728.

PESSOA, R. R., BRITO NEVES, B. B., KAWASHITA, K., PESSOA, D. A. R. 1986. **Contribuição ao Estudo da Evolução Geocronológica do Maciço de Tróia.** Atas do 12º Simpósio de Geologia do Nordeste, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 75 – 93.

PRADO, F. da S.; MEDEIROS, M. de F.; MORAIS, J. B. A. de *et al.*, 1979. **Projeto Martinópolis – Ceará:** DNPM/CPRM. Relatório Final, v. 1.

SANTOS, E. J. & BRITO NEVES, B. B. 1984. **A Província Borborema.** In: ALMEIDA, F. F. M. & HASUI, Y. (eds), **O Pré-Cambriano do Brasil.** Ed. Edgard Blucher, São Paulo – SP, p. 123 – 186.

SANTOS, A. A. 2003. **Caracterização Litoestrutural e Geocronológica da Região Fósforo-uranífera de Itaitaia – CE.** Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Tese de Mestrado, 100p.

SOUZA, E. M. & BRAGA, A. P. 1984. **Projeto Mapeamento Geológico, Escala 1:100.000, folha SB.24-X-A-IV (Itapiúna) – Convênio INB/CEMINAS.** P. 76.

SUDENE - 1972. **Folha Planialtimétrica de São Luiz do Curu (SA-24-Y-D-VI-2-SO), escala 1:100.000.**

Torquato, A.M.P. & Santos, J.S.O., 1998, Mapeamento geológico da região de Choró Limão (CE). Relatório de Graduação, Departamento de Geologia, UFC, 78 p.

VAN SCHMUS, W.R.; BRITO NEVES, B.B.; HACKSPACHER, P.C.; BABINSKI, M. 1995. **U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeast Brazil: Initial conclusions.** Jour South Amer Farth Sci 8 (3/4), 267 – 288.

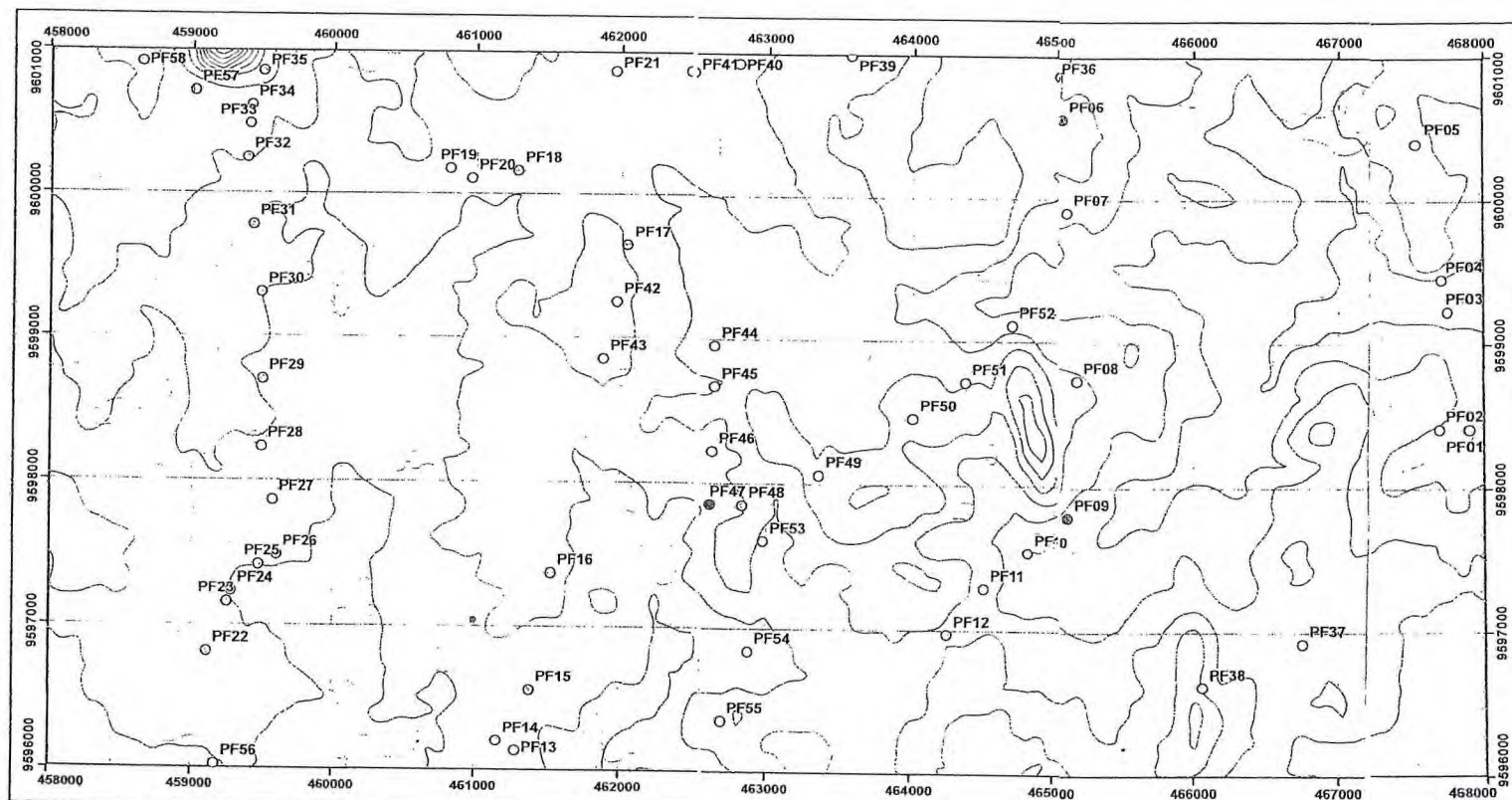
VAN SCHMUS, W. R.; BRITO NEVES, B. B.; HACKSPACHER, P.C.; FETTER, A. H.; KOZUCH, M.; DANTAS, E. L.; BABINSKI, M. 1997. **The Borborema Province: A Collage of Polycyclic Domains in NE Brazil.** 17º Simpósio de Geologia do Nordeste, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 115 – 120.

ANEXOS

ANEXOS

Mapa de pontos.

Mapa geológico.



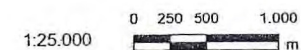
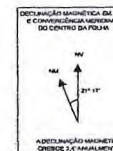
Mapa de Pontos

MAPEAMENTO DE UMA ÁREA A LESTE DO ARCO MAGMÁTICO DE SANTA QUITÉRIA, REGIÃO DE UMIRIM-CE

- | Convenções Litológicas | Convenções cartográficas |
|------------------------|--------------------------------|
| ○ Coberturas | — Curva de nível |
| ○ Colúvio-Eluvionares | Estrada |
| ○ Granito | --- Caminho |
| ○ Biotita Granito | — Estrada sem pavimentação |
| ● Quartzito | Drenagem |
| ○ Gnaíse | — Açude |
| | --- Curso de água intermitente |
| | — Lagoa intermitente |

Projeção Universal Transversa de Mercator

Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central 39°W Gr, acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente. Datum horizontal: WGS-84



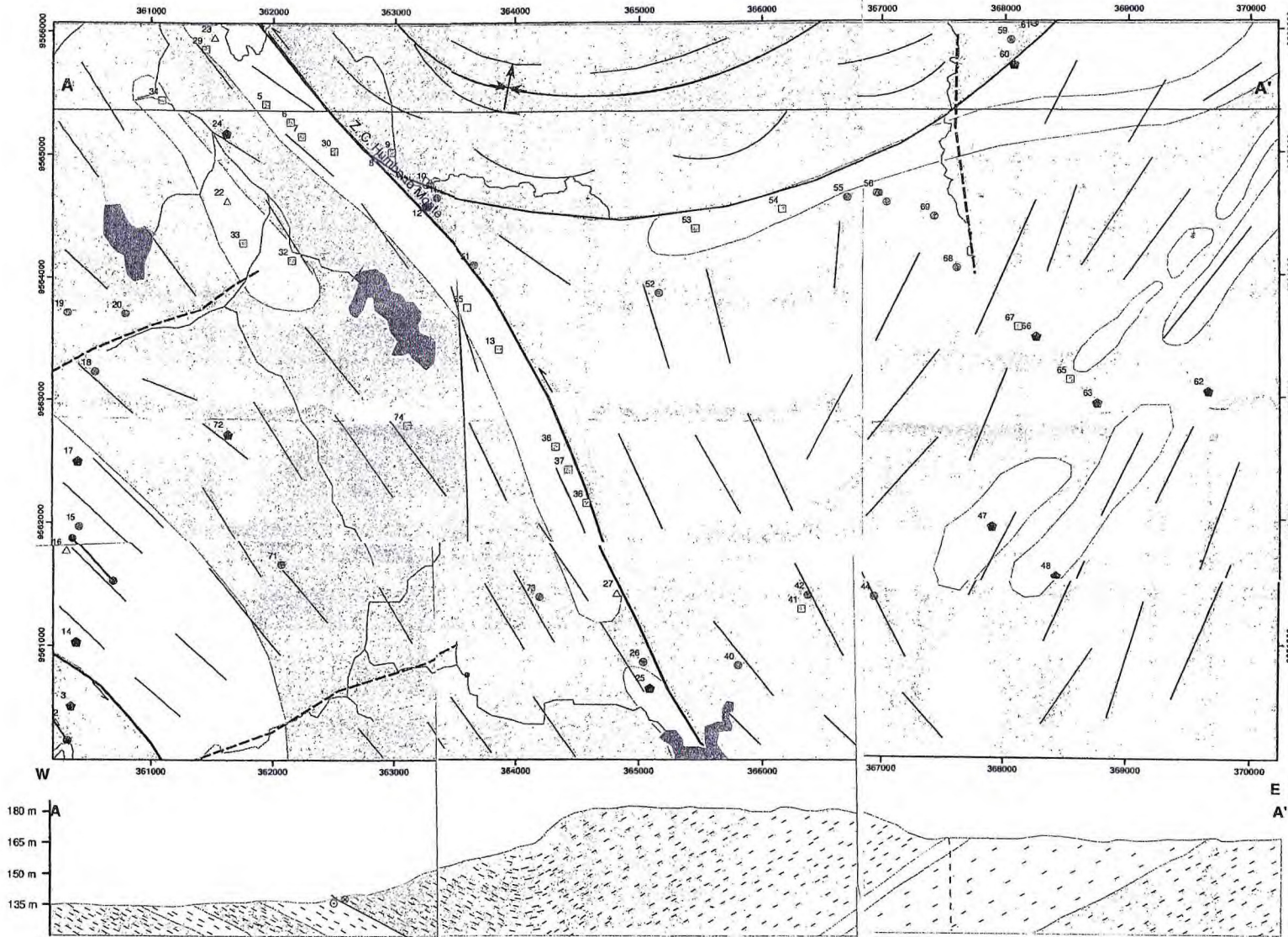
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GEOLOGIA

Graduando:
Francinaldo Ferreira do Rego Sindeaux

Orientador:
Prof. Dr. Christiano Magini

MAPEAMENTO GEOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DA MEGA SINFORME A SUL DO MUNICÍPIO DE FORQUILHA, FOLHA SA.24-Y-D-IV (SOBRAL)

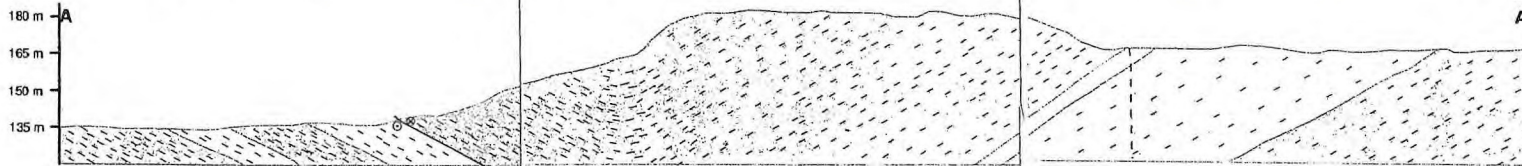
MAPA GEOLÓGICO



Legenda



FANEROZÓICO	QUATERNÁRIO	Formações superficiais
	Qal	Depósitos aluvionares rasos, areias e cascalhos e material silico-argilosos.
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZOICO	ROCHAS METASSEDIMENTARES
	GRUPO CEARÁ - Unidade Independente	
	Silimanita-Granada-Quartzo-Muscovita-Biotita-Xisto, com gradação de Quartzo-Muscovita-Biotita-Xisto, estando associado ao evento D1 e D2.	
Ipqz	Quartzito com variação de Muscovita-Quartzito, referente ao evento D2.	
Mm	Mármore calcítico, associado com o evento D3.	



Arquitetura de Folha

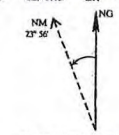
Grupo SA.24-Y-C-III	Sub-Coxa SA.24-Y-D-I	Sub-folha SA.24-Y-D-II
Planície SA.24-Y-C-VI	Sub-folha SA.24-Y-D-IV	Sub-folha SA.24-Y-D-V
Uf SA.24-Y-A-III	Sub-Quadro SA.24-Y-B-I	Topografia SA.24-Y-B-II



ESCALA 1:25.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum horizontal: Sad 69
Origem da Kilometragem UTM: Equador e Meridiano Central-39
acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 2010
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA

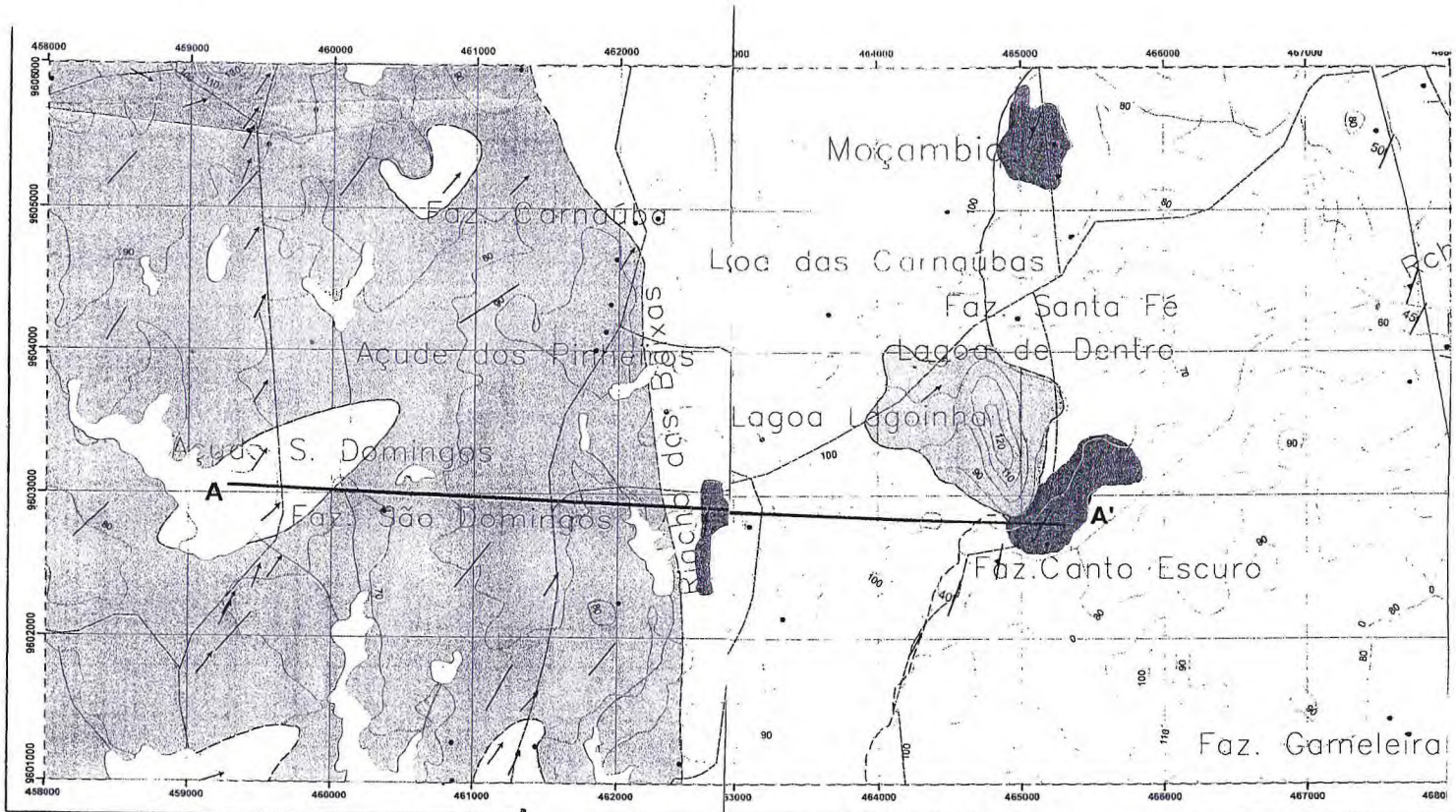


A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRESCE 3,3 ANUALMENTE
Distância magnética ao centro da folha 23° 42' W (2011)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

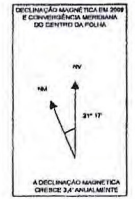
Aluno: José Milton de Oliveira Filho
Orientador: Jose Antonio Beltrão Sabadia
Co-orientador: Christiano Magini



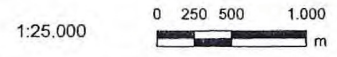
Mapa Geológico
 MAPEAMENTO DE UMA ÁREA A LESTE DO ARCO MAGMÁTICO
 DE SANTA QUITÉRIA, REGIÃO DE UMIRIM-CE

Convenções cartográficas

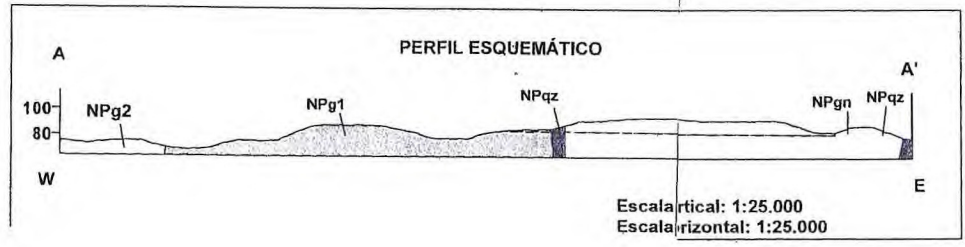
- Lineação
- † Folição
- Curva de nível
- Drenagens
- Açude
- - - Caminhos ou trilhas
- Estrada não pavimentada
- Casas



Projeção Universal Transversa de Mercator
 Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central 39°W Gr. acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente. Datum horizontal: WGS-84

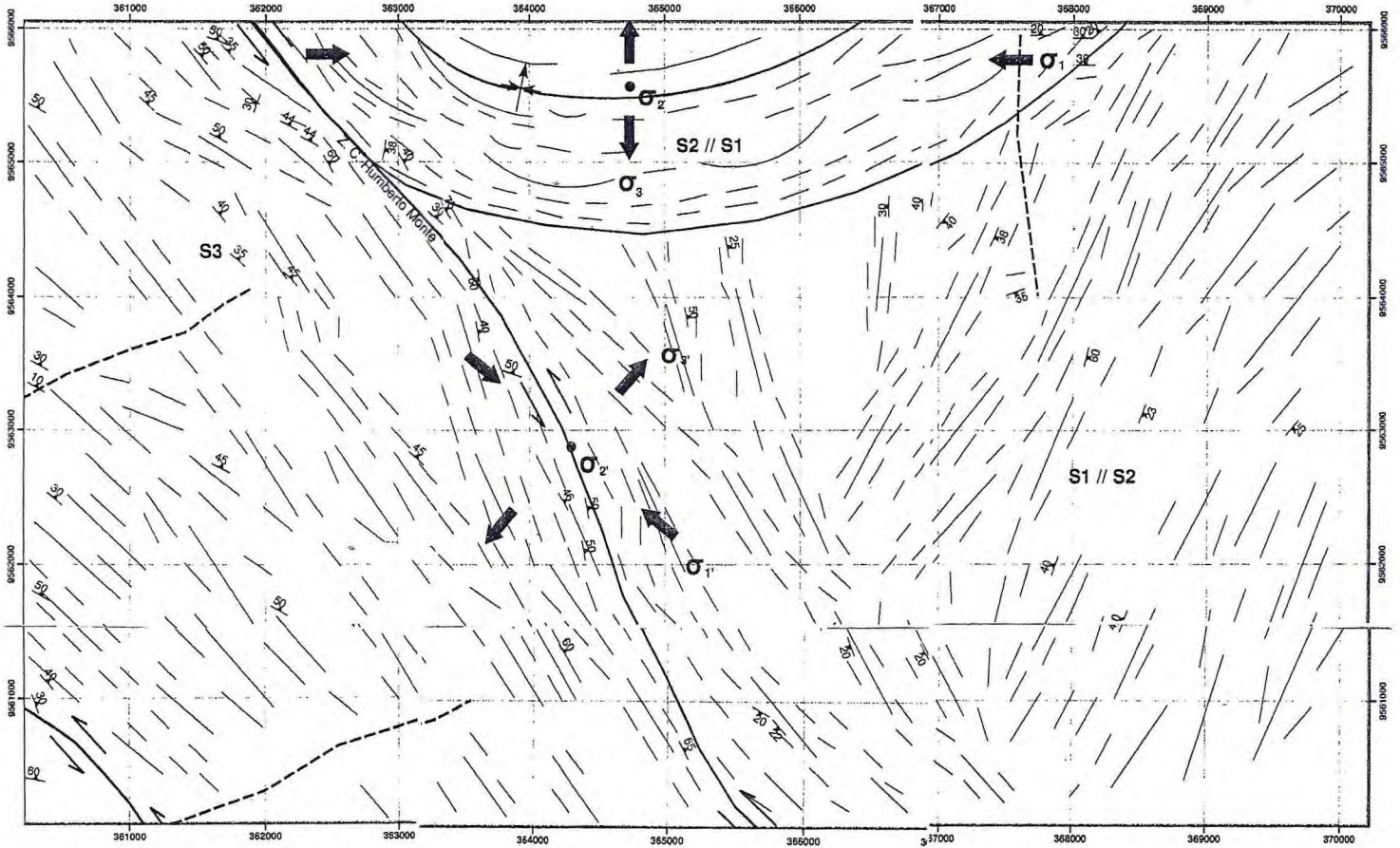


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
 CURSO DE GEOLOGIA
 Graduando: Francinaldo Ferreira do Rego Sindeaux
 Orientador: Prof. Dr. Christiano Magrini



		IDADE		Coluna Litestratigráfica	
		FANEROZÓICO	Cenozóico	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIAS
PRE-CAMBRIANO	CICLO BRASILIANO	PROTEROZOICO	Neoproterozóico III (600 Ma)	Coberturas	Cobertura Colúvio-eluvionares
				Intrusões Plutônicas	Granito
				Embasamento Cristalino	Blotita Granito
			Tonião (750 Ma)		Quartzito
					Gnaisse

MAPA ESTRUTURAL



Articulação de Folha

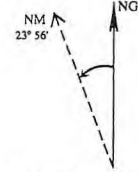
41°02'	40°32'	39°52'
Graxá SA.24-Y-C-III	Beia Cruz SA.24-Y-D-I	Itapipoca SA.24-Y-D-II
Fredericiana SA.24-Y-C-VI	Sobral SA.24-Y-D-IV	Itapicuba SA.24-Y-D-V
Ipô SB.24-V-A-III	Sta. Quitéria SB.24-V-B-I	Teperuba SB.24-V-B-II
41°00'	40°30'	39°50'



ESCALA 1:25.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum horizontal: Sad 69
Origem da Kilometragem UTM: Equador e Meridiano Central-39
acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 2010
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRECE 3,3' ANUALMENTE

Declinação magnética do centro da folha 23° 46' W (2007)



Legenda

- Eixo de Dobra
- Linha da Dobra
- Fratura
- Foliação Medida
- Zona de Cisalhamento

σ_1 σ_2 σ_3 Tensores dos Esforços referente ao evento D2 - S2/D2

$\sigma_{1'}$ $\sigma_{2'}$ $\sigma_{3'}$ Tensores dos Esforços referente ao evento D3 - S3/D3

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Graduando: José Milton de Oliveira Filho.

Orientador: Jose Antonio Beltrão Sabadia

Co-Orientador: Christiano Magini