



**Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia**

RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO:

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO CONTATO ENTRE DO GRUPO MARTINÓPOLE E
COMPLEXO GRANJA, DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ, PROVÍNCIA BORBOREMA.**

**GRADUANDO(A):
Francisca Idelnizi Sousa dos Santos**

**ORIENTADOR:
Prof. Dr. Christiano Magini**

**Fortaleza
2010**

**Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia**

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO CONTATO ENTRE DO GRUPO
MARTINÓPOLE E COMPLEXO GRANJA, DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ,
PROVÍNCIA BORBOREMA.**

Francisca Idelnizi Sousa dos Santos

ORIENTADOR: Prof. Dr. Christiano Magini

**Relatório de Graduação apresentado em 26 de
julho de 2010, para obtenção do título de
Graduando em Geologia pela Universidade
Federal do Ceará - UFC.**

**Fortaleza
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)

S235m Santos, Francisca Idelnizi Sousa dos.
Mapeamento geológico do contato entre do Grupo Martinópole e Complexo Granja, Domínio Médio
Coreaú, Província Borborema / Francisca Idelnizi Sousa dos Santos. – 2010.
87 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Geologia, Fortaleza, 2010.
Orientação: Prof. Dr. Christiano Magini.

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

CDD 551

Francisca Idelnizi Sousa dos Santos

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO CONTATO ENTRE DO GRUPO
MARTINÓPOLE E COMPLEXO GRANJA, DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ,
PROVÍNCIA BORBOREMA.**

**Relatório de Graduação apresentado em 26 de
julho de 2010, para obtenção do título de
Graduando em Geologia pela Universidade
Federal do Ceará - UFC.**

Banca Examinadora

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

Ms. Tereza Falcão de Oliveira Neri
Universidade Federal do Ceará

Ms. Francisco Heury Fernandes da Silva
Universidade Federal do Ceará

**As minhas mães Irandir e Claudet
(*In memorian*), meus irmãos Sérgio e
Sidney e meus sobrinhos Gabriel,
Marina, Maria Eduarda e Samuel.**

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela realização deste trabalho.

A minha mãe Irandir (a pessoa mais maravilhosa e honesta do mundo) por ter acompanhado essa etapa na minha vida, sempre falando palavras positivas e cada dia mim fortalecendo cada vez mais pelo exemplo de força e superação.

A minha mãe Claudet (*In memoriam*) que esta olhando no céu essa minha vitória.

Aos meus irmãos Sérgio e Sidney por sempre acreditar em mim e sempre dando apoio.

Meus agradecimentos especiais ao meu orientador Christiano Magini pela orientação, amizade, dedicação, apoio, disponibilidade, paciência e pela bolsa do PIBIC ao longo desta jornada, VALEU CHRIS e ao José de Araújo Nogueira Neto (Prof. Zeca) dedicação, amizade, paciência. ELE É DE MAIS, É MAIS QUE UM PAI. Muito Obrigada Prof. Zeca.

A todos os professores do DEGEO : UFC - Afonso, Cajaty, César, Clóvis, Loreci, Michel (*in memoriam*), Sônia, Mãe Tereza, Wellington, Otaciel, Iranir, Satander, Beltrão e Itabaraci; UNESP – Antônio Carlos Artur, Tamar Milca Galembeck. Aos funcionários do departamento Leal, Valmir, Tia Márcia e Lobinho, pela dedicação.

Aos meus companheiros de guerra que participaram dessa longa jornada: Alex (Cachaça), Fábio (Bob), Rafael (Rambo), Bruno, Michele, Gleiber (Briguento), Francisco (Fofó), Enckel (Chicó), Ana Claudia, Ozéas, Cidão, Jorge, Rafael Saraiva, Taciana, Robson (o cara do gis), Wilkson, Larissa, Jean (Peixe), Kleq, Henrique (Clô), Renata, Barná, Milton, Samara, Xikin, Cachorrão, Eleniuza, Heury e outros.

Leiliane e Igor Clemente e outros pelo apoio quando estive em Rio Claro – SP.

E lógico que não posso esquecer as minhas amigoooonas verdadeiras queridas, Samila amiga de infância inesquecível e Talita que esteve sempre presente nos momentos de alegria, tristeza e bagunça, e sempre companheiras, dando apoio, força, e por ter tanta paciência comigo (e eu vocês, viu).

A minha Tuca (Meu au au) por fica sempre esperando por mim e sempre ao meu lado na noites longa de estudo.

Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científica e Tecnológico – FUNCAP.

Universidade federal do Ceará – UFC, por permitir a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Resumo

Este trabalho trata-se de um mapeamento geológico na escala de 1:25.000, abrange uma área de 50 km² situado no município de Uruoca (Folha SA-24-Y-CIII) situa-se no Domínio Médio Coreaú, foram identificadas unidades de idade paleoproterozóica a neoproterozóica. Estas unidades foram definidas na área da base para o topo como: Complexo Granja (embasamento) é composto por gnaisses ortoderivados, hornblenda gnaisses, gnaisses miloníticos e gnaisses migmatitos. Os gnaisses exibem uma coloração cinza a cinza escura de granulação média a grossa, e com estruturas migmatíticas e milonitizados. O Grupo Martinópole composto por quartzitos puros, quartzitos brechados. O metamorfismo nesta unidade atinge altas temperaturas (sillimanita) e pressão intermediária. Os gnaisses apresentam história policíclica enquanto os metassedimentos monocíclica associada ao Ciclo Brasileiro (600 Ma). O Complexo Granja apresenta-se autóctone em relação ao pacote alóctone do Grupo Martinópole são limitados por descontinuidades tectônicas que variam de rampas de cavalgamento ou nappes evoluindo para transcorrências, as quais formam os típicos lineamentos brasileiros.

Abstract

This work deals with the geological mapping at a scale of 1:25,000, covers an area of 50 km² located in the municipality of Uruoca (Folha SA-24-Y-CIII) is located in the Middle Domain Coreau were identified units of Paleoproterozoic the Neoproterozoic. These units were defined at the base to the summit as: Granja Complex (basement) is composed ortoderivados gneiss, hornblende gneiss, mylonitic gneiss and migmatite gneiss. The gneisses exhibit a gray to dark gray medium to coarse grained and migmatitic structures and milonitizados. The Group Martinópole consists of quartzite pure, brecciated quartzite. Metamorphism in this unit reaches high temperatures (sillimanite) and intermediate pressure. The gneisses have a history as the metasediments monocyclic polycyclic Brasiliano Cycle (600 Ma). The Granja Complex is presented against the native package aloctóne Martinópole Group are limited by tectonic discontinuities ranging from ramps or thrust nappes evolving to transcurrent, which form the typical Brasiliano lineament.

Dedicatória.....	i
Agradecimento.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de fotos.....	v
Índice de figuras	x

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Considerações Iniciais	1
1.2- Objetivos.....	1
1.2.1 - Objetivos Geral.....	1
1.2.1 - Objetivos Especifico	1
1.3 - Localização e Acesso	2
1.4- Metodologia de Trabalho.....	4
1.4.1 - Levantamento Bibliográfico	4
1.4.2 - Elaboração de Mapa base na escala de 1:25.000	4
1.4.3 - Etapas de Campo	4
1.4.4 - Etapas de Laboratório	4
1.4.5 - Etapa final.....	5
1.5- Aspectos Fisiograficos	6
1.5.1 - Clima	6
1.5.2 – Vegetação	6
1.5.3 - Geomorfologia	7
1.5.4 – Recursos Hídricos	8
1.5.4.1 – Águas Superficiais	8
1.5.4.2 – Águas Subterrâneas	8
1.5.5 – Solos	9
1.5.6 – Aspectos Sócio-Econômicos	9
CAPÍTULO 2 - GEOLOGIA REGIONAL	11
2.1 – Província Borborema	11
2.2 - Divisão Tectônica	12
2.2.1 - Subprovíncia Setentrional	12
2.2.1.1 - Domínio Médio Coreaú	12
2.2.1.2 - Domínio do Rio Grande do Norte	13
2.2.2 - Subprovíncia da Zona Transversal.....	13
2.2.2.1 - Domínio Central	13
2.2.3 - Subprovíncia Meridional	13
2.2.3 .1 - Domínio Sul	13
2.2 – Domínio Médio Coreaú	16

2.2.1 – Complexo Granja	16
2.2.1.1 – Ortognaisses	17
2.2.1.2 – Granulitos	18
2.2.1.3 – Migmatitos	19
2.2.2 – Grupo Martinópole	19
2.2.2.1 - Formação Covão.....	20
2.2.2.2 - Membro Lago Grande	20
2.2.2.3 - Membro Várzea Grande	21
2.2.2.4 - Formação Santa Teresinha	21
2.2.2.5 – Membro Marfim.....	21
2.2.2.6 – Membro Vargem	22
2.2.2.7 – Membro Casinha	22
2.2.3 – Grupo São Joaquim	22
2.2.3.1 - Formação Dom Simão	23
2.2.3.2 - Membro Mato Verde.....	23
2.2.3.3 - Membro Morro do Cascudo.....	24
2.2.3.4 – Formação Lamarão.....	24
2.2.3.5 – Membro Riacho do Lino.....	24
2.2.3.6 – Membro Paula Pessoa.....	24
2.2.3.7 - Membro Pau de Ferro.....	25
2.2.4 - Bacia Sairí.....	25
2.2.4.1 - Formação Massapê.....	25
2.2.4.2 - Formação Pacujá.....	25
2.2.4.3 - Formação Parapuí.....	26
2.2.4.4 - Formação Aprazível.....	26
2.2.5 - Diques básicos.....	27
CAPÍTULO 3 - GEOLOGIA LOCAL.....	28
3.1 - Considerações Iniciais.....	28
3.2 - Complexo Granja	28
3.2.1 – Paleoproterozóico.....	28
3.2.1.1 – Ortognaisses.....	28
3.2.1.2 – Hornblenda Gnaisses.....	30
3.2.1.3 - Gnaisses Miloníticos	31
3.2.1.4 - Gnaisses Migmatitos	33
3.3 - Grupo Martinópole	36
3.3.1. 1 - Formação São Joaquim.....	36
3.4 – Dique Vulcânico.....	38
3.5 – Quaternário.....	39
3.6 – Cobertura Laterítica.....	39
CAPÍTULO 5 – PETROGRAFIA.....	40
5.1 – Complexo Granja.....	40
5.1.1 - Leucognaisse granítico.....	40
5.1.2 - Biotita Gnaisse.....	42
5.1.3 - Hornblenda Gnaisse.....	43
5.1.4 - Gnaisse Milonitizado.....	47

5.2- Grupo Martinópole.....	49
5.2.1 - Formação São Joaquim.....	49
5.2.1.1 – Quartzito com silimanita	49
5.2.2.2 - Quartzito milonítico.....	50
CAPÍTULO 6 - GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	54
6.1 - Complexo Granja.....	55
6.1.1 – Foliações.....	55
6.1. 2 – Lineações (Ln).....	57
6.1. 3 – Dobras.....	58
6.1. 4 – Fraturas.....	59
6.1.5 – Zona de Cisalhamento.....	61
6.2 Grupo Martinopóle.....	62
6.2.1 - Formação São Joaquim.....	62
CAPÍTULO 7 – METAMORFISMO.....	63
7.1 - Complexo Granja	63
7.1.1 - Biotita gnaïsse.....	63
7.1.2 - Hornblenda Gnaïsse	63
7.1.3 - Gnaïsse milonítico.....	64
7.2 - Grupo Martinópole.....	64
7.2.1 - Formação São Joaquim.....	64
CAPÍTULO 8 - LITOESTRATIGRAFIA	66
8.1 –Complexo Granja.....	66
8.2.1 – Formação São Joaquim.....	66
8.3 – Coberturas Quaternárias.....	67
CAPÍTULO 9 - EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	68
CAPÍTULO 10 – CONCLUSÕES.....	70
CAPÍTULO 11- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	72
ANEXO I – MAPA DE PONTOS	
ANEXO II – MAPA GEOLÓGICO	

ÍNDICE DE FOTO

Foto 1.1 – Vegetação típica da região de Uruoca.....	6
Foto 1.2: Elevações formadas por quartzitos da Formação São Joaquim (Serra do Soim).....	7
Foto 3.1 – Visão detalhada do afloramento ortognaisse bastante alterado, com presença de fraturas preenchidas por epidoto. UR 26; Coord.: 329215/9637332.....	29
Foto 3.2 – Bandamento Gnáissico apresentam faixas contínuas seguindo uma orientação paralela à foliação. CM 25; Coord.: 330463/9635205.....	29
Foto 3.3 – Hornblenda Gnaiss do Complexo Granja bandado e bastante alterado. O leucossoma apresenta-se dobrado. CM 255; Coord.: 327715/9633226.....	30
Foto 3.4 – Visão detalhada do afloramento Gnaiss milonítico do Complexo Granja. CM 270; Coord.: 327910/9634584.	32
Foto 3.5 – Gnaiss milonítico do Complexo Granja exibindo bandamento gnáissico e evidenciando zonas de cisalhamento. CM 21; Coord.: 330680/9634660.	32
Foto 3.6 – Visão geral do afloramento CM 25; Coord.: 330463/9635205.....	34
Foto 3.7 – Visão geral do afloramento apresenta-se bandado e bastante dobrado. UR 22; Coord.: 330211/9636314.....	34
Foto 3.8 – Augen Gnaiss mostra os porfiroclastos de k- potássio orientado. UR 28; Coord.: 329262/9637604.....	35
Foto 3.9 – Bandamento gnáissico marcado pela alternância de k- potássio e minerais máficos. UR 29; Coord.:329088/9637296.....	35
Foto 3.10 – Cristais recristalizados de quartzo bem formados. UR 24; Coord.: 329986/9636834.....	36
Foto 3.11 - Blocos de Quartzito leitoso, mostrando indícios de zona de falha. CM 19; Coord.: 331454/9634024.	37
Foto 3.12 - Bloco rolado de brecha quartzítica com cristais de quartzo recristalizados. UR 32; Coord.: 329598/9636156.	38
Foto 3.14 – Dique vulcânico. TR; Coord.: 330759/9637856.....	38
Foto 3.14 – Cobertura Laterítica. CM 286; Coord.: 329456/9641096.....	39
Fotomicrografica 5.1 - Leucognaisse de composição granítica com textura granoblástica.....	41
Fotomicrografica 5.2 - Cristais de titanita e biotita bastante alterada em suas bordas, com liberação de ferro.	41
Fotomicrografica 5.3 e 5.4 – Mostrando textura granoblastica.	43
Fotomicrografica 5.5 – Textura Granonematoblástica representada pelas biotitas, hornblendas, quartzos e álcali-feldspáticos.....	44
Fotomicrografica 5.6 - As biotitas exibem suas clivagens, presença de cristais de biotita antiga, por mostrar um pleocroísmo mais escuro.....	44
Fotomicrografica 5.7– Hornblendas circuladas por quartzo, plagioclásio e biotita.....	45
Fotomicrografica 5.8 - Biotitas alterando para epidoto, em contato com grãos de quartzo e k-feldspáticos.	45
Fotomicrografica 5.9 – Caracterização de duas gerações de biotita, as mais antigas mostra um	

pleocroísmo mais escuro e as mais jovens com cor de pleocroísmo mais clara.	46
Fotomicrografica 5.10 - Cristais de titanita corrido e bastante fraturado.....	46
Fotomicrografica 5.11 – Cristais de epidoto em contato com grãos de quartzo.	46
Fotomicrografica 5.12 – Textura protomilonítica representadas pelo k-feldspatos, quartzos, plagioclásio e biotita.	48
Fotomicrografica 5.13-Cristais de k-feldspáticos porfiroblásticos e inclusão de titanita (circulo).....	48
Fotomicrografica 5.14 - Cristal de titanita associado com opacos.....	48
Fotomicrografica 5.15 – Quartzito da Formação São Joaquim com textura granolepidoblástica.....	50
Fotomicrografica 5.16- Biotitas ocorrem limitando bandas de recristalização de quartzo desenhando a foliação.....	50
Fotomicrografica 5.17- Bandamento formados por minerais félsicos, com orientação uma direção preferencial de uma massa fina quartzosa.....	51
Fotomicrografica 5.18 - Plagioclásio mostra macla albita, com produtos de alteração em suas bordas. A presença de opacos (seta) em processo de oxidação.....	51
Fotomicrografica 5.19 – Microclina (seta) mostra geminação xadrez.....	52
Fotomicrografica 5.20 - Mirmequita (circulo) em forma vermicular intercrescida de quartzo.....	52
Fotomicrografica 5.21 - Textura protomilonítica a milonítica.....	53
Fotomicrografica 5.22-Exibi foliação anastomosada com base de biotita alterada e opacos. Microestrutura em forma de sigmóide constituída por cristais félsicos.....	53
Fotomicrografica 5.23 - Cristal de titanita exibindo geminação polissintética.....	53
Fotomicrografica 5.24 - Cristais de opacos euédricos.....	53
Foto 6.1 – Gnaiss migmatito do Complexo Granja exibindo bandamento Gnáissico por Sn e dobramentos exibindo foliação Sn+1, com representação abaixo. CM 26; Coord.: 330229/9635184.....	55
Foto 6.3 – Dobra marcante formada pelo cisalhamento do Complexo Granja. UR 21; Coord. 327036/963472.....	58
Foto 6.4 – Dobra do tipo “M” em gnaiss do Complexo Granja. UR 26; Coord.: 329215/9637332.....	58
Foto 6.5 – Fraturas recortado os ortognaiss com direção NW-SE. RT 09; Coord.: 330768/9638286.....	59
Foto 6.6 - Juntas escalonadas com preenchimento de epidoto. UR 26; Coord.: 329215/9637332.....	59
Foto 6.7 - Cristais de feldspato de potássio, forma de sigmóides que dão indícios de cisalhamento com movimento dextra CM 25 A ; Coord.: 330463/9635204.....	61
Foto 6.6 - Contato entre Gnaiss e Quartzito localizado na porção SW da área. UR 18; Coord.: 327874/9634708.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.3 - Mapa de localização e acesso à área de estudo.....	3
Figura 2.1 - Esboço geológico/tectônico da Província Borborema. - Faixa Noroeste do Ceará; - Domínio Ceará Central; - Faixa Orós-Jaguaribe; Faixa Seridó; Faixa Salgueiro-Cacheirinha Faixa Riacho do Pontal; Faixa Sergipana Terreno Pernambuco-Alagoas Terreno Canindédo São Francisco Terreno Marancó. Modificado a partir de Jardim de Sá 1992 e Jardim de Sá 1994.....	12
Figura 2.1 - Principais Domínios dos Terrenos Pré-Cambrianos do Ceará (Segundo Arthaud <i>et al.</i> , 1998).....	15
Figura 6.1 – Destaca a zona de cisalhamento transcorrente com sentido dextral Uruoca-Tucunduba.....	54
Figura 6.1 – Diagrama de roseta com as direções planas de foliação (Sn) mostradas direções preferenciais NE- SW, 23 medidas.....	56
Figura 6.2 – Diagrama de contorno do plano para pólo de foliação, mostrado para NE e SW.....	56
Figura 6.4- Diagrama de contorno do plano para pólo de lineações sub-horizontal, mostrado para NE-SW.....	57
Figura 6.5 - Diagrama de contorno do plano para pólo de fraturas e diagrama de rosetas com direções principais NW-SE.....	60

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Iniciais

O presente trabalho trata - se do *“Mapeamento Geológico o Contato Entre do Grupo Martinópolis e Complexo Granja, Domínio Médio Coreaú, Província Borborema.”* localizado no município de Uruoca na região noroeste do estado do Ceará. Para realização desse trabalho foram realizadas etapa de campo e coletas de amostras dos litótipos para análise laboratorial (microscópica). Os resultados obtidos forma reunidos, como principais metas, a confecção do mapa geológico e cumprido a exigência curricular estabelecida pela Universidade Federal do Ceará, da disciplina “CG449 - relatório de graduação”.

1.2- Objetivos Geral

1.2.1 - Objetivos Geral

O objetivo principal deste trabalho foi a realização de um mapeamento geológico na escala de 1:25.000, de uma área de 50Km², localizada na porção sudoeste da folha SA-24-Y-CIII (Folha Granja), a noroeste do estado do Ceará

1.2.2 - Objetivos Específicos

Em termos mais específicos podem ser ressaltados os seguintes objetivo:

1. Definir as principais litotipos presentes na área;
2. Agrupá-lo em unidades litoestratigraficas;
3. Parâmetros petrográficos e estruturais;
4. Procurar esclarecer a sua história evolutiva.

1.3 - Localização e Acesso

A área de estudo do presente relatório, esta situada na porção Nordeste do Estado do Ceará, compreende a região do município de Uruoca inserido na folha SA-24-Y-CIII, publicado pela SUDENE em escala 1:100.000. O mapeamento abrange uma área de 50 km², está delimitada pelos vértices assumem as seguintes coordenadas em UTM (*Tabela 1.3*).

VERTICES	COORDENADAS UTM (M)	
	UTM E	UTM N
A	327000	9642000
B	332000	9642000
C	327000	9632000
D	332000	9632000

Tabelas 1 – coordenadas em UTM dos vértices da área de estudo.

O acesso a área de pesquisa a partir de Fortaleza, é feita, saindo de Fortaleza, segue-se pelo BR-222, totalmente asfaltada, até Sobral (230Km), onde toma-se a CE-165 rodovia que dá acesso ao Município de Uruoca, localidade central de área de trabalho. Dentro da área o deslocamento é feito através de estradas carroçáveis ou caminhos, na sua maioria em precárias condições de uso e dificilmente transitáveis no período de chuva, chegando então a área de estudo (*Figura 1.3*)

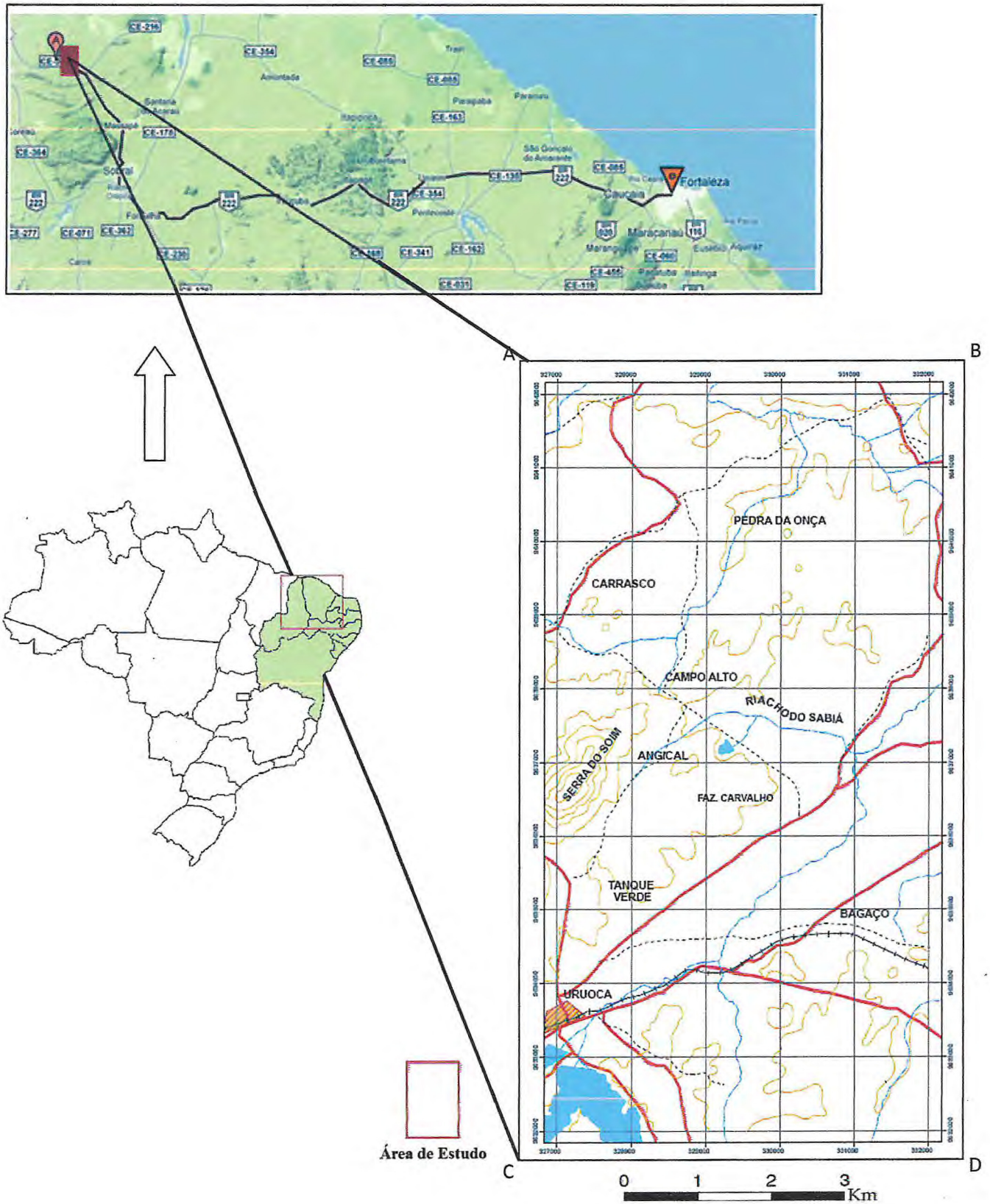


Figura 1.3 - Mapa de localização e acesso à área de estudo.

1.4- Metodologia de Trabalho

A metodologia aplicada neste relatório foi efetuada seguindo cinco etapas principais diferenciada, a seguir.

1.4.1 - Levantamento Bibliográfico

Como primeira etapa para desenvolvimento do trabalho, foi feito levantamento bibliográfico dos trabalhos e artigos publicados na região NW do estado do Ceará, nas várias escala regional como em local, proporcionando subsídios para um conhecimento preliminar da geologia regional. Nesta etapa também consta a utilização de fotografias aéreas na escala 1:70.000, cedidas pela CPRM e imagens de satélites obtidas em GOOGLE, no caso o INPE com imagens Landsat e o mapa cartográfico na escala de 1:100.000 do Ministério do Exército (SUDENE), Folha Granja (SA.24-Y-C-III).

1.4.2 - Elaboração de Mapa base na escala de 1:25.000

A elaboração para mapa base foi a partir da Folha Granja (SA. 24-Y-C-III), de interpretações aerofotogeológicas e da imagem de satélite LANDSAT 5 e 7. A confecção do mapa base teve o objetivo à orientação em campo.

1.4.3 - Etapas de Campo

A etapa de campo foi realizada em 20 dias efetivos de campo, e nessa fase foram realizados perfis e reconhecidos os litotipos em relação ao contexto regional existente na área, feições estruturais. Foi feita coletas de amostras dos tipos litológicos para análises petrográficas.

1.4.4 - Etapas de Laboratório

Consta confecção e descrição petrográficas macroscópicas e microscópicas, confecção de 23 lâminas delgadas dos tipos litológicos, uma descrição mais precisa do tipo da rocha, caracterizando suas assembléias mineralógicas, estruturas, texturas e processos metamórficos. Confecção de diagramas para fraturas, foliação e lineação através do Programa Stereonet (Geological Software 3.03) e confecção de um mapas

estrutural e geológico com suas respectivas unidades litoestratigráficas em uma escala de semi-detalhe (Arc Gis 9.3), com posterior interpretação dos resultados obtidos.

1.4.5 - Etapa final

Refere-se à organização, tratamento e integração dos dados obtidos em campo e laboratório, tendo a principal meta, a confecção do documento final (Relatório de Graduação).

1.5- Aspectos Fisiográficos

Conforme dados e informações apresentada foram do e da em parte, extraídas do Atlas da Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE (- 1997) e do Plano Estadual dos Recursos Hídricos - SRH-CE (1992).

1.5.1 - Clima

O clima nessa região é do tipo tropical semi-árido, fortemente influenciado pelas precipitações pluviométricas que definem uma estação chuvosa irregular (de 3 a 5 meses) e uma estação seca, no restante do ano. A média de precipitação é 868 mm, com 70% do concentrado distribuído no período de Fevereiro a Abril.

A temperatura nesta região é elevada, acima de 20°C (média das mínimas) nos meses menos quentes e alcançando temperaturas acima de 40°C (média das máximas) nos meses mais quentes (setembro a novembro).

1.5.2 - Vegetação

A vegetação característica da área compreende as variedades típicas desenvolvidas em regiões de clima áridas e semi-áridas, denominadas de caatinga, sendo bastante comum em toda a porção NE do Brasil (*Foto 1.1*).

O clima, a geomorfologia e a diversidade de tipos litológicos da região relacionam-se diretamente com o tipo de cobertura vegetal predominante, em que a desaparecer nas estações secas. A vegetação da região é composta pela caatinga arbustiva densa, constituída predominantemente por plantas xerófitas. São exemplares de mandacaru, jurema preta e outras tão comuns na região.



Foto 1.1 – Carnaúbas, vegetação característica da região.

1.5.3 - Geomorfologia

A região Noroeste do Estado do Ceará enquadra-se no domínio da Unidade Morfoestrutural Depressão Periférica de Crateús, definido por Barbosa e Pinto (1973), e que compreendem desde a região do sopé da serra da Ibiapaba até a porção litorânea. Esta unidade prolonga-se por grande extensão do território do estado do Ceará, apresentando-se como umas superfícies arrasadas, com formas planas ou onduladas.

A área serrana é desenvolvida sobre as rochas quartzíticas são, características de áreas dobradas e constitui cristas descontínuas e “hogbacks” com cotas variando de 200 a 400m. Segundo Nascimento *et al.* (1981), com base em critérios altimétricos, divide a Unidade Serrana em relevo com altitude superior a 700m e variando entre 300 e 700m. Num segundo grupo enquadram-se as serras da Goiana e Gurguéia, localizadas no limites SW.



Foto 1.2: Elevações formadas por quartzitos da Formação São Joaquim (Serra do Soim).

1.5.4 – Recursos Hídricos

1.5.4.1 – Águas Superficiais

O município de Uruoca está totalmente inserida na Bacia Hidrográfica do Coreaú, e tem como principais drenagens os rios Itacolomi e Pesqueiro, e os riachos Jurema e Sairí. O principal reservatório é o açude Premuoca, construído nas imediações da sede municipal.

Segundo dados fornecido pela CAGECE, 70% da população urbana são abastecidos por água, faz-se uso do açude Premuoca com adução de 35 m³/h de volume de água.

1.5.4.2 – Águas Subterrâneas

No município de Uruoca são denominados por três domínios hidrogeológicos sendo, rochas cristalinas, coberturas sedimentares e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas representam o que é comumente de “aquífero fissural”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, que traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou reserva estratégico em períodos prolongados.

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

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeado as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões

semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade das areias de aluviões compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

1.5.5 – Solos

Os solos da região são predominantemente imaturos de coloração avermelhada, pouco desenvolvido e de reduzida espessura, salvo nas porções relacionadas a existência de rochas filitosas. Em área de relevo suavemente ondulado, onde afloram rochas do embasamento cristalino ocorrem solos arenoso-argiloso. São solos de coloração variada, mal selecionado, composto por associação de areias e argilas apresentado fragmentos de litologias diversas e ocasionalmente óxido de ferro.

Solos arenosos de coloração clara, creme, cinza e amarelada, originadas principalmente de arenitos, gnaisses e migmatitos apresentam uma granulação variando de fina a média, estão relacionadas a ocorrências do Grupo barreiras.

A cobertura laterítica devido a alterações físico-químicas que ocorrem entre quartzitos e filitos. Solo de cascalheiras de coloração que varia do amarelo a vermelho com granulometria média a grossa e com grãos angulosos a subangulosos, com abundantes concreções ferruginosas, sendo a parte mais recente da coluna litoestratigráfica.

1.5.6 – Aspectos Sócio-Econômicos

O município apresenta um quadro socioeconômico empobrecido, com uma baixa densidade demográfica, castigado pela irregularidade das chuvas. A população, em 1996, era de 10.115 habitantes (fonte IBGE), com maior concentração na zona rural, dedica-se as pequenas culturas temporárias representadas por milho, feijão, arroz e, principalmente, cera de carnaúba. A pecuária é inoperante sendo constituída por pequenos rebanhos de bovinos e caprinos. O extrativismo vegetal está baseado na fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas. Na área de mineração, a extração de rochas para brita, placas para revestimento de fachadas e usos diversos na construção civil é incipiente.

A região é servida pelo sistema de energia elétrica da COELCE, e conta com sistema integrado à rede de telefonia nacional DDD (TELEMAR-OI), com estações de atendimento na sede município de Uruoca, e possui colégio (1º grau) e escolas comunitárias de alfabetização, está distribuída pela zona rural.

2 - GEOLOGIA REGIONAL

2.1 – Província Borborema

A Província Borborema, como definida por Almeida *et al.*, (1981), engloba a quase totalidade da Região Nordeste do Brasil, com exceção da porção extremo-oeste que pertence à Província Estrutural Parnaíba.

Segundo Almeida *et al.*, (1977), citado por Costa *et al.*, (2008) a Província Borborema compreende uma extensa região com rochas de idade pré-cambriana, que cobrem uma superfície superior a 450.000 km² do Nordeste Brasileiro, constituindo uma área de intensa complexidade litoestrutural e longa história geológica, desde a era Arqueana. Nesta Província, é marcada a atuação do ciclo Brasileiro/Pan-Africano (Neoproterozóico), caracterizada pelo intenso magmatismo granítico e desenvolvimento de extensas zonas de cisalhamento transcorrentes.

O arcabouço geológico da Província Borborema, é composto por faixas supracrustais proterozóicas e domínios gnáissicos-migmatitos de idade paleoproterozóica ou arqueana. A Província Borborema apresenta intensa deformação, sendo marcada por numerosas zonas de cisalhamentos de direção E-W e subordinada de direção NW-SE. Associado ao funcionamento dessas zonas de cisalhamento tem-se um grande volume de intrusões graníticas que estão relacionadas ao evento Brasileiro (Santos & Brito Neves, 1984; Jardim de Sá, 1984, 1994).

Recentemente a Província Borborema foi dividida em domínios geotectônicos do Neoproterozóico, sendo esta formada por blocos crustais que foram amalgamados durante a orogênese brasileira. De acordo com Brito Neves (2000), a porção norte da Província a cima Lineamento Patos é subdividida em três Domínios: Médio Coreau, Ceará Central e Rio Grande do Norte (Santos *et al.*, 2001).

Essa província esta dividida em três segmentos tectônicos, limitadas por importantes zonas de cisalhamento Brasileiras (Sobral/Pedro II, Senador Pompeu, Patos e Pernambuco), assim, denominando-as de Subprovíncia Setentrional, Subprovíncia da Zona Transversal e Subprovíncia Meridional, as quais são novamente subdivididas em domínios, terrenos ou faixas.

2.2 - Divisão Tectônica

2.2.1 - Subprovíncia Setentrional

Corresponde à região acima do lineamento Patos, esta área é subdividida nos domínios Médio Coreaú, Ceará Central e Rio Grande do Norte (Figura 2.1).

2.2.1.1 - Domínio Médio Coreaú

Situa-se na parte NW da Subprovíncia, é limitado pela zona de cisalhamento Sobral Pedro II na parte leste e pelo cratón São Luís, a oeste, correspondendo a uma área de exposição de 10.000 Km². Os terrenos que o compõem, são o Complexo Granja, constituído de ortognaisses TTG, granulitos ortoderivados, paraderivados e migmatitos, representando o embasamento Paleoproterozóico; e a Faixa Martinópole-Ubajara, esta correspondendo as seqüências de margem continental passiva, depositadas entre 775 e 808 Ma (U-Pb em zircão). A também a presença de pequenos riftes implantados ao longo das zonas de cisalhamentos Brasilianas, sendo interpretadas como bacias extensionais ou de escape Eocambrianas ou Cambro-Ordovicianas (Brito Neves, 1999).

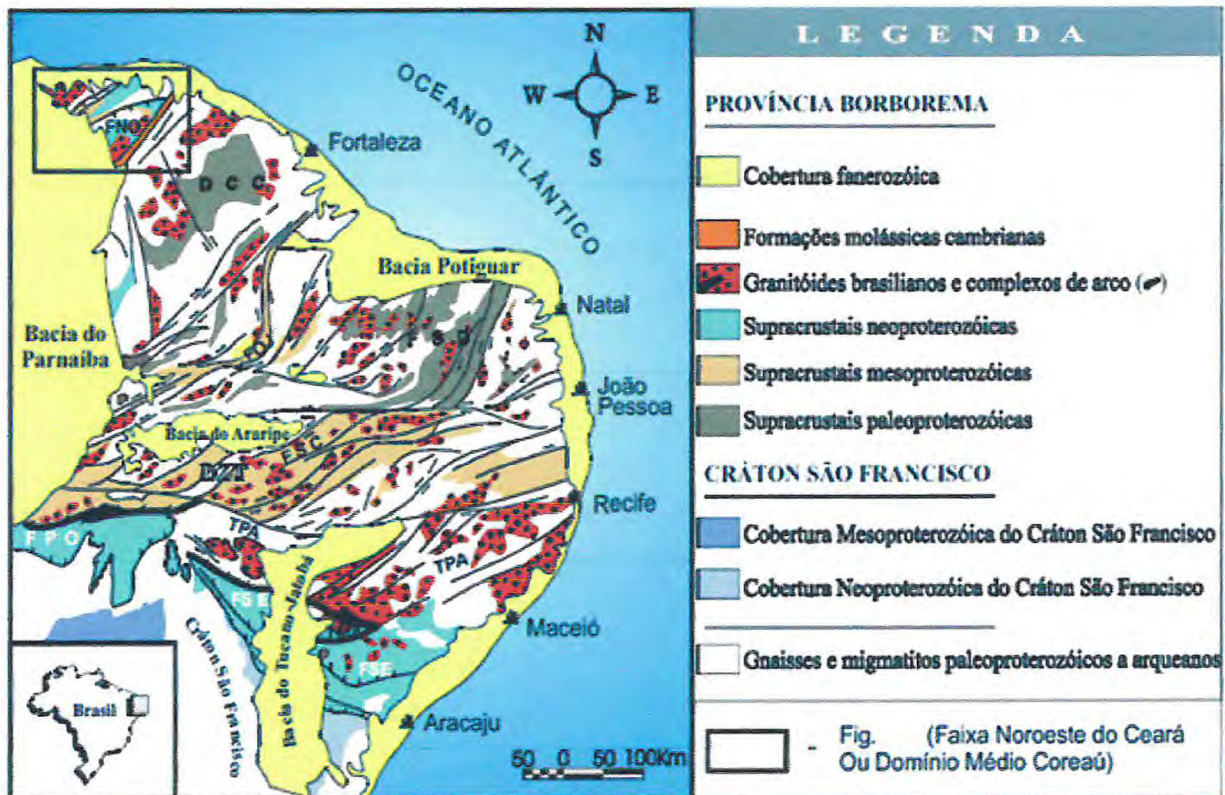


Figura 2.1 - Esboço geológico/tectônico da Província Borborema. - Faixa Noroeste do Ceará; - Domínio Ceará Central; - Faixa Orós-Jaguaribe; Faixa Seridó; Faixa Salgueiro-Cacheirinha Faixa Riacho do Pontal; Faixa Sergipana Terreno Pernambuco-Alagoas Terreno Canindé do São Francisco Terreno Maracó. Modificado a partir de Jardim de Sá 1992 e Jardim de Sá 1994.

2.2.1.2 - Domínio do Rio Grande do Norte

É composto pelas faixas Orós-Jaguaribe e Seridó, e dos terrenos Rio Piranhas, São José do Campestre e Granjeiro. Este domínio é limitado pela zona de cisalhamento Senador Pompeu, a oeste, e pela zona de cisalhamento de Patos a sul, e a norte e leste pelo oceano Atlântico. Corresponde a embasamentos Proterozóicos com núcleos Arqueanos (Terreno São José Campestre), e estão associados com supracrustais Paleoproterozóicas (Faixa Orós-Jaguaribe) e Neoproterozóicas (Faixa Seridó). Todos esses terrenos sofreram uma intensa tectônica de escape juntamente com um expressivo plutonismo associado ao Brasileiro.

2.2.2 - Subprovíncia da Zona Transversal

Refere-se à região central que está entre o lineamento Patos e o lineamento Pernambuco.

2.2.2.1 - Domínio Central

Corresponde a um segmento crustal E-W, que apresenta com limites, o lineamento Patos a norte e o lineamento Pernambuco, a sul. Esta subprovíncia é constituída por terrenos que foram retrabalhados durante os eventos orogênicos Cariris-Velhos no Neoproterozóico inferior e o Brasileiro causando basculamentos, deformações e falhamentos. Os principais elementos deste domínio são os terrenos da Faixa Cachoeirinha, Alto Pajeú, Alto do Moxotó e Rio Capibaribe.

2.2.3 - Subprovíncia Meridional

Representa a faixa externa da PB, marcando contato com o cratón do São Francisco.

2.2.3.1 - Domínio Sul

Compreende a região da PB entre o Lineamento Pernambuco, a norte, e o cratón São Francisco, a sul. Este domínio é representado pelos terrenos Mesoproterozóicos Pernambuco-Alagoas, Paulistana-Monte Orebe e Canindé-Marancó e pelas faixas Neoproterozóicas, Riacho do Pontal e Sergipana. Segundo Magno Augustos (2006), o principal elemento deste domínio é o maciço Pernambuco-Alagoas, consistindo em um embasamento granito-migmatítico com numerosos plutóns.

Segundo Arthaud *et al.*, (1998), a Província Borborema foi dividida em vários domínios litoestruturais, os quais englobam várias seqüências de litotipos, com evoluções tectono-metamórficas distintas. Os domínios são limitados por expressivas descontinuidades crustais materializadas por megazonas de cisalhamento. Sendo cinco, conforme a sua classificação, os principais Domínios Pré-Cambrianos do Ceará, denominados de : Piancó-Alto Brigida (A), Grajeiro (B), Faixa Orós-Jaguaribe (C), Ceará Central (D) e NW do Ceará-Médio Coreau (E) representados na (*Figura 2.1*).

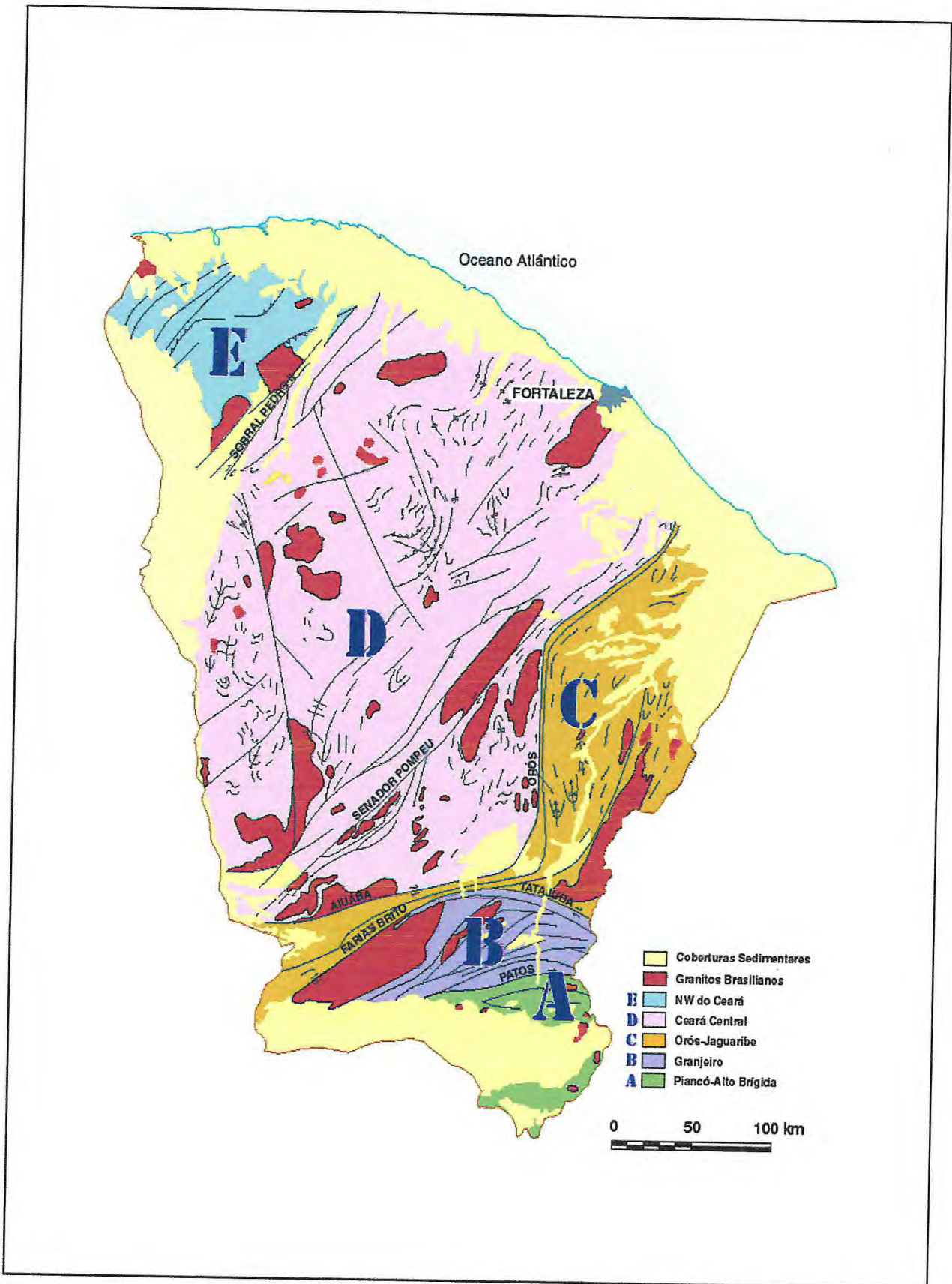


Figura 2.2 - Principais Domínios dos Terrenos Pré-Cambrianos do Ceará Segundo Arthaud *et al.*, (1998).

2.2 – Domínio Médio Coreaú

A Região de Dobramentos do Médio Coreaú, como definido originalmente por Brito Neves (1975), corresponde a um Cinturão Orogênico (Orogenic Belt), o qual engloba uma variada gama de litótipos com distintas idades e origens numa mesma unidade tectônica.

O Domínio Médio Coreaú é representado pelas as seguintes unidades litoestratigráficas: Embasamento Cristalino (Complexo Granja), Grupo Martinópole, Grupo Ubajara e Grupo Jaibaras.

Torquato (1995) e Torquato & Nogueira Neto (1996) apresentaram uma profunda revisão história da geologia da NW do Ceará e creditando os primeiros trabalhos na região a Crandall (1910), Crandall & Williams (1910), Small (1914), seguido pelos de Willians (1926), Oliveira & Leonardos (1943) e Kegel *et al.*, (1958).

Segundo Torquato e Nogueira Neto (1996), o Domínio Médio Coreaú apresenta uma triangular fortemente deformada e congrega uma impressionante diversidade de litotipos e unidades estratigráficas, alvo de estudos geológicos diversos, principalmente nestas últimas três décadas. Nesse Domínio pode ser observada uma serie de Horst e Grabens alinhados orientados na direção NE/SW e condicionadas pelas Zonas de Cisalhamento profundas com mergulho vertical, sendo a Zona de Cisalhamento Sobral Pedro II, a principal delas que é classificada como Lineamento Transbrasiliano.

O Domínio NW do Ceará ou Médio Coreaú é formado por um embasamento cristalino tem recebido várias denominações, porém, sempre representando uma associação de rochas ortoderivadas constituída por gnaisses diversos, migmatitos e granulitos, segundo Santos *et al.*,(2001).

2.2.1 – Complexo Granja

Esta região, na literatura geológica tem recebido várias denominações tais como: “Corpo Orogênico de Coreaú” de KEGEL, SCORZA e COELHO (1958); “Bloco de Coreaú” de KEGEL (1965); “Cristalino Indiviso” de FERREIRA (1967); Pré-Cambriano Indiviso de SILVA E SILVA (1974); “pré-cambriano” de COSTA *et al.*, (1973); “Maciço Mediano de Granja” de BRITO NEVES (1975); “Complexo de Granja” de NASCIMENTO *et al.*, (1981), e finalmente “Domínio Estruturais do Cinturão de Cisalhamento NW do Ceará” ABREU *et al.*, (1988).

A área em estudo que compõe o “Complexo Granja” caracteriza-se por uma variação litológica significativa, biotita Gnaisses, anfibólio gnaisses, granulitos máficos, enderbíticos, kinzigitos/kondalitos, migmatitos que representam o embasamento e uma associação particular de muscovitas quartzitos milonitizados e quartzitos cataclasados.

A região é cortada por grandes zonas de cisalhamento transcorrente NE-SW e de cavalgamento para NW e retroempurrões para SE, que possibilitaram um posicionamento lateral de rochas de diferentes idades e grau metamórfico. Estas zonas de cisalhamento podem também marcar limites de terrenos no interior do embasamento com diferentes afinidades geoquímicas e geocronológicas.

Torquato *et al.*, (1987) discordam de Nascimento *et al.*, (1981) no que se refere à distribuição das rochas do Complexo Granja e passam a considerá-lo como uma região maior, aumentando-o para além do clássico “horts” de Granja e passando a admitir como ele pertencentes as rochas gnáissico-migmatíticas aflorantes no “horts” de Tucunduba e extremo oeste do “graben” de Martinópolis.

2.2.1.1 – Ortognaisses

Este conjunto é composto por ortognaisses com afinidade tonalítico-trondjemítico- granodiorito (TTG) aflorante nas regiões de Pitimbú, Adrianópolis, Tabainha e principalmente entre Gal. Tibúrcio e Viçosa do Ceará. Esta seqüência já havia sido individualizada por Korpershoek *et al.* (1979), como embasamento da área da Mina Pedra Verde, denominando-a de Formação Tope, a sul de Viçosa do Ceará.

Segundo Santos, (1999), a maior parte das rochas dessa seqüência são classificadas como biotita gnaisses e anfibólio gnaisses, apresentando coloração cinza

claro a cinza escuro. A deformação nessas rochas nem sempre é intensa, tendo-se em alguns locais uma foliação bem incipiente. Corpos anfibolíticos com espessura inferior a 3 metros ocorrem intercalados concordantemente ao pacote gnaíssico. De forma geral, nos gnaisses a foliação (bandamento gnaíssico) é dada principalmente pela alternância de minerais como biotita e anfibólio com quartzo e feldspato. Fraturas preenchidas por epidoto, e em alguns locais por pseudotaquilitos, aparecem cortando discordantemente o bandamento gnaíssico.

Os ortognaisses são encontrados em discordância tectônicas com os granulitos subjacentes ocorrendo com estes lado a lado e apresentando discordância litológicas com os paragnaisses sobrejacentes.

2.2.1.2 – Granulitos

O pacote rochoso formado por granulito mostra contato tectônico com as rochas sobrejacentes, e representa a base do Complexo Granja. Trata-se de uma alternância entre orto e parametamorfitos com “trend” NE-SW bem marcado. Os granulitos correspondem a uma associação de pelo menos cinco litótipos individualizados da seguinte forma: biotita – granada – plagioclásio – granulito; silimanita – granada – plagioclásio – granulito; pertita – granada – plagioclásio – granulito; granulito – intermediário a máfico.

De acordo com Santos (1999), Esta Seqüência tem origem orto e paraderivada, sendo formada por granulitos máficos, gnaisses enderbíticos, e silimanita-granada gnaisses (kinzigitos/kondalitos). As principais ocorrências de rochas granulíticas estão restritas a uma faixa de orientação NE-SW a E-W, desde a porção norte de Granja até imediações de Adrianópolis e Curral Grande.

Nos granulitos máficos, o retrometamorfismo das associações de alto grau para a fácies anfibolito é denotada pela desestabilização de diopsídeo para hornblenda ao longo da foliação milonítica (Santos, 1999). Gama Jr. (1992) estudando em detalhe os granulitos de Granja, descreve cristais de orto e clinopiroxênios deformados pela deformação cisalhante. O referido autor, cita a presença de estruturas de intercrescimento hiperstênio-plagioclásio resultantes da desestabilização de granada, caracterizando um metamorfismo progressivo, que posteriormente é retrometamorfizado, para anfibolito alto em função da presença das mesmas estruturas de intercrescimento bordejadas por granadas nos corpos mais deformados.

Conforme Nogueira Neto (2000), feições como simplectitos e lamelas constituídas de ortopiroxênio e plagioclásio, originadas às expensas de granada, e bordas de ortopiroxênio em clinopiroxênio nos gnaisses enderbíticos e granulitos máficos da região de Granja, demonstram trajetória metamórfica por decompressão isotérmica (ITD), enquanto texturas formadas por molduras de granada em plagioclásio e ortopiroxênio/clinopiroxênio, nas mesmas rochas, indicam resfriamento isobárico (IBC).

2.2.1.3 – Migmatitos

Segundo Prado *et al.*, (1979) os migmatitos estão presentes em toda área e constituem núcleos indiferenciados. Os tipos homogêneos formam núcleos isolados com aspectos predominantemente embrechítico.

Vários autores (Costa *et al.*, 1973; Nascimento *et al.*, 1981; Prado *et al.*, 1981; entre outros) têm citado a presença de quartzitos puros, ferruginosos e micáceos no embasamento, resultantes de processos metamórficos em rochas sedimentares. Os corpos quartzíticos ocorrem sempre alongados paralelos ao “trend” regional, via de regra, destacando-se na topografia. O contato dos quartzitos com os gnaisses e migmatitos normalmente ocorre de maneira abrupta por falha, porém em algumas porções verifica-se uma passagem gradativa do gnaiss para muscovita quartzito.

De acordo Sousa & Sbadia (1987), o contato dos migmatitos com os granitóides leucocráticos de anetexia que ocorrem na região, devido a natureza análoga dos processos, foram inferidos, e baseados na ocorrência de xenólitos parcialmente digeridos de gnaisses e anfibólitos. Com sedimentos paleozóicos confinados no “Graben Sairi”, estes migmatitos estão em nítida discordância litológica/angular, separados pela falha dos Araças.

2.2.2 – Grupo Martinópolis

A terminologia “Grupo Martinópolis” foi inicialmente empregada por Brito Neves (1975) para caracterizar uma seqüência singeossinclinal em discordância estrutural e erosiva sobre as rochas do Maciço de Granja. Small (1914), uma vez mais, se deve a primeiras referências sobre a presença das rochas que hoje formam o Grupo

Martinópolis, porém Kegel (1958), uma descrição apresentado um mapa esquemático do NW do Ceará com a seqüência ectínica que ocorre no gráben de Martinópolis.

Prado *et al.*, (1981), através do DNPM, divulgam no Projeto Martinópolis a geologia dedicada às rochas do Graben de Martinópolis e suas encaixantes. Neste Projeto foi adotado o termo Grupo Martinópolis para definir a seqüência de quartzitos, xistos e filitos de baixo a médio grau metamórfico, denominado respectivamente da base para o topo como Formação São Joaquim, Formação Covão e Formação Santa Teresinha.

Torquato & Pedreira (1994) descrevem as características de cada membro das Formações Covão e Santo Teresinha, usando para isso a divisão estratigráfica de Torquato *et al.* (1987), mas colocando o grupo como sendo do Proterozóico Inferior.

A Formação Covão (basal) subdividido em dois membros: Lagoa Grande (inferior) e Várzea Grande (superior), enquanto a unidade superior Formação Santa Teresinha, é composta pelos membros Marfim, Vargem e Casinha (Torquato *et al.*, 1987).

2.2.2.1 - Formação Covão

Esta formação encontra-se sobreposta aos quartzitos da Formação Itacolomi, com faixas com direção preferencial SW-NE. De acordo Prado *et al.*, (1979), a Formação Covão ainda é sobreposta pelos grupos São José e Jaíbaras em contato tectônico por falhas, ou ainda, pelos sedimentos do grupo Barreiras e da Formação Camocim, ambos em discordância erosiva e angular.

Esta Formação foi dividida em dois membros, um membro basal denominado Membro Lago Grande e outro de topo, como Membro Várzea Grande (Torquato *et al.*, 1989).

2.2.2.2 - Membro Lago Grande

Este membro esta constituídos por uma variedade de xistos onde predominam os quartzo-clorita xistos; os sericita-clorita-quartzo xistos; muscovita-clorita-sericita xistos; quartzo-clorita-sericita xistos; quartzo-sericita talcoxistos e xistos granatíferos. Em escala de afloramento mostram-se foliados. Nas melhores exposições evidenciam-se foliações (bandamento mineral) resultantes da concentração paralelas de minerais

micáceos e quartzosos. As suas cores mais comuns são cinza-clara a avermelhada e creme, friáveis e de granulação variável entre fina a grosseira.

Este membro faz contato com as formações de topo do Grupo São Joaquim, por discordância erosiva/angular. Com o membro imediatamente superior os contatos processam-se lateralmente de forma gradacional com a seqüência molássica basal do Grupo Jaibaras, o contato é feito tectonicamente ou sob a forma erosivo/angular. Com as coberturas cenozóicas o contato é realizado também por discordância erosiva/angular.

2.2.2.3 - Membro Várzea Grande

As rochas deste membro são representadas fundamentalmente por muscovita quartzitos algo xistosos e alguns níveis de quartzitos puros.

Suas características principais são pequenas escarpas abruptas, que localmente preservam feições primárias de estratificação plano-paralela. Em outras localidades esta caracterizado por blocos e matações, constituindo pequenos morrotes. O contato com os serecita-xistos do membro Lagoa Grande se realiza de maneira gradacional, processando-se como uma variação lateral de fácies.

2.2.2.4 - Formação Santa Teresinha

São predominantemente rochas de baixo grau metamórfico, representadas por clorita-sericita-filito, quartzo-filito e filitos ardosianos distribuídas em três membros: Marfim, Vargem e Casinha. O contato com as rochas do Grupo Martinópole dá-se de forma gradacional, onde os metassedimentos ocorrem sobrepostos às rochas que pertencem a este Grupo (Prado *et al.*, 1979).

Torquato *et al.*, (1987), Torquato & Pedreira (1991) e Torquato & Nogueira Neto (1996) elevaram a Formação São Joaquim a Grupo São Joaquim, tirando-o assim da seqüência litológica do Grupo Martinópole.

2.2.2.5 – Membro Marfim

São constituídas por filitos, estas rochas apresentam coloração que variam desde cinza-claro até avermelhada e apresentam estratificação plano-paralelas. Os contatos

com os xistos da Formação Covão são de caráter brusco (quando tectônico) ou gradual. Com o membro imediatamente superior este contato se faz gradualmente.

2.2.2.6 – Membro Vargem

No Membro Vargem foram englobadas as rochas de baixo grau metamórfico que Prado *et al.*, (1981) designaram como Grupo São José e colocaram no pré-cambriano superior logo acima do Grupo Martinópolis, como os metassedimentos de Casinha (Oliveira, 1992), que Prado *et al.*, (op. cit.) incluíram na Formação Covão.

Este membro é constituído litologicamente por uma associação de filitos, quartzitos, metagrauvascas, metarcósios e metassiltitos intercalados. Este membro encontra-se na base com filitos puros que em direção ao topo são enriquecidos em quartzo até formar leitos quartzíticos que variam de puros a impuros. Em seguida uma nova seqüência filitica intervalada com metarcósios, gradando para metaconglomerados. No final, metagrauvascas e novamente filitos com intercalações de metassiltitos.

2.2.2.7 – Membro Casinha

Este membro constitui-se de um metassilito com intercalações de quartzitos e filitos, de uma coloração variando de amarelo a creme, fortemente fraturados, preenchidos por óxidos de ferro e tectonizados. Sua mineralogia é composta por grãos de quartzo, raros feldspatos e minerais de argila.

Como membro subjacente, os contatos ocorrem de forma gradacional. Com os sedimentos Cenozóicos, apresentam discordância erosiva angular.

2.2.3 – Grupo São Joaquim

A história do Grupo São Joaquim começou a delinear-se em 1987, quando Torquato *et al.* e Oliveira, em trabalhos separados, e com enfoques totalmente diferentes, propuseram o seu desmembramento do Grupo Martinópolis. As suas litológicas foram inicialmente identificadas por Costa *et al.*, (1973) que as individualizaram como Pré-cambriano "B". Como Formação São Joaquim integrada no Grupo Martinópolis, foram Prado *et al.*, (1981) quem a criaram, no entanto, o nome de

Formação São Joaquim como unidade independente, deve-se a Korpershoeck *et al.*, (1979).

Oliveira (1987) desmembra a Formação São Joaquim do Grupo Martinópolis, ao contrário de Torquato *et al.*, (1987), que a colocam agora com o novo Grupo São Joaquim, Acrescentando os gnaisses xistosos no topo, e Oliveira (op. citada) cria uma nova Formação São Joaquim, formado por duas unidades independentes, com os xistos na base (unidade I) e os quartzitos (unidade II).

Torquato *et al.*, (1987), como tinha feito da descrição do Grupo Martinópolis, retiraram a Formação São Joaquim da base desse grupo e, com ela fizeram uma nova entidade estratigráfica que se passou a chamar de “Grupo São Joaquim” subdividido em duas formações, Dom Simão (basal) e Itacolomi (topo), a primeira subdividida nos Membros Mato Verde, caracterizada por quartzitos puros, raramente micáceos, com granulação fina a média e abundantes leitos de minerais pesados, e Morro do Cascudo, onde os quartzitos são mais impuros, de granulometria média a grossa, fortemente micáceos, às vezes, intercalações de rochas calcissilicáticas e xistos. A Formação Itacolomi, foi subdividida nos Membros Riacho do Lino, (basal), constituído por quartzitos puros e acamamento variável entre 10 e 40 cm, com granulometria fina a média, Paula Pessoa (intermediário), formado por quartzitos impuros, bastante micáceos, com silimanita e opacos.

2.2.3.1 - Formação Dom Simão

Esta Formação trata-se de um pacote metassedimentar formado por quartzitos tendo subordinamente no topo calcissilicáticas, xistos e mármore. Foi subdividida em dois membros Mato Verde (basal) e Morro do Cascudo.

2.2.3.2 - Membro Mato Verde

É formado por uma seqüência de quartzito puros, raramente micáceos, apresentando cores que variam do branco ao avermelhado, passando pelas tonalidades róseas quando micáceos. A granulação é fina a média, às vezes grossa, pode ocorrer desde laminado, com estratos de 10-20 centímetros de espessura, separados entre si por níveis de minerais opacos que podem atingir os 0,5 centímetros, até fortemente maciços sem sinais evidentes de qualquer tipo de bandamento.

2.2.3.3 - Membro Morro do Cascudo

As rochas que formam este membro são quartzitos micáceos, raramente puros, com intercalações de calcissilicáticas, xistos e mármore.

Os quartzitos mostram coloração branca, cinza, rósea e combinações branco-azuladas e branco-esverdeadas. Apresentam-se bem estratificados alguns deles fortemente micáceos, com níveis, por vezes espessos de quartzitos puros. As rochas calcissilicáticas, com espessura de até 60 metros, cor esverdeada, estrutura maciça, composição bastante diversificada e granulação variando de fina a média. Os xistos, com espessura variável entre 5 e 30 metros, coloração rosa avermelhada, esverdeada e cinza, granulação média a grosseira, tendo como tipos mais comuns muscovitas xistos e clorita-muscovita xistos, mostram microdobramento. Os mármore têm cores variadas de branco a bege, mostram-se bastante fraturados e são comuns fortes dissoluções químicas provocando o aparecimento de grutas de pouca profundidade. Os contatos com a unidade que lhe é suprajacente são feitos de modo suave e gradacional.

2.2.3.4 – Formação Lamarão

Esta formação, com espessura estimada em mais de 750 metros, é totalmente formada por quartzitos e gnaisses. Foi possível subdividi-la em três membros: Riacho do Lino, Paula Pessoa e Pau de Ferro.

2.2.3.4.1 – Membro Riacho do Lino

Este membro é constituído por quartzitos puros, em finas camadas que variam de 10 a 40 centímetros de espessura. Apresentam estratificação cruzada. A sua cor varia de branca a cinza-clara, passando às vezes para creme. A granulação varia de fina a média.

O seu contato com o Membro Paula Pessoa é gradual, mas com transição bastante rápida.

2.2.3.4.2 – Membro Paula Pessoa

O Membro Paula Pessoa aflora na região central e sul da Serra de São Joaquim e a norte da Baixa do Cedro e do Boqueirão do Cercado. São quase sempre quartzitos impuros com sericita, muscovita, silimanita e opacos. Apresentam-se fortemente fraturados com desenvolvimentos de um sistema S/C.

2.2.3.4.3 - Membro Pau de Ferro

A maioria das rochas deste membro são gnaisses heterogêneos, bem laminados, com bandamento e estrutura do tipo lit par lit e são encontradas lentes de quartzitos. Os contatos com as rochas do Grupo Martinópole são sempre de natureza tectônica, por falhas ou discordantes do tipo erosiva/angular.

2.2.4 - Bacia Sairí

As rochas sedimentares que compõem a seqüência molássica paleozóica confinadas na Bacia Sairí, estão distribuídas em uma faixa alongada segundo NE-SW, localizada no noroeste do Estado do Ceará, sul da Cidade de Granja. Para a caracterização destas rochas paleozóicas e subvulcânicas associadas, foi adotado o termo “Grupo Jaibaras”, como proposto por Costa *et al*, 1973, subdividida nas Formações Massapê, Pacujá, Parapui e Aprazível.

2.2.4.1 - Formação Massapê

A Formação Massapê é representada por conglomerados polimíticos e brechóides, onde a matriz é arenoargilosa, vermelha ou esverdeada, sobretudo, nas regiões de Aprazível e Massapê. Costa *et al.*, (1973), os contatos da Formação Massapê com as rochas do embasamento pré-cambriano, bem como com as rochas do Grupo Bambuí, são típicos de contato por falha.

O contato da Formação Massapê com o Grupo Martinópole é feito de forma brusca, normalmente por falhas gravitacionais e com a Formação Pacujá que lhe é sobrejacente através de contato gradacional. Ainda pode ser encontrada em contato direto com a Formação Camocim e o Grupo Barreira sendo separada por discordância erosiva/angular, Prado *et al.*, cit.

2.2.4.2 - Formação Pacujá

Costa *et al.*, (1973), A Formação Pacujá, possui seus melhores afloramentos em exposição nas regiões próximas à cidade homônima, sendo composta essencialmente

por arenitos líticos e arcóseos, folhelhos vermelhos micáceos, siltitos e subordinadamente, grauvacas e nóveis conglomeráticos. e que , as rochas desta Formação encontram-se sobrepostas as da Formação Massapê em caráter gradacional, por vezes, apresentando interdigitações localizadas.

Costa *et al.*, (op. cit.), esta Formação foi intensamente atingida por falhamentos originando uma complexa estruturação em blocos basculados com mergulho de 20° a 60°.

2.2.4.3 - Formação Parapuí

Segundo Costa *et al.*, (1973), A Formação representa uma suíte de rochas vulcânicas composta por rochas extrusivas e intrusivas fissurais ácidas e básicas. De grandes derrames de lavas, rochas piroclásticas e subvulcânicas, representados por diques e sills de basaltos, andesitos, dacitos e riolitos.

Segundo Prado *et al.*, (1979) a Formação Parapuí está representadas apenas por rochas do tipo traquiandesito e diabásio, as primeiras ocorrendo em diques orientado e geral para Norte e Nordeste, e as últimas com uma única ocorrência em forma de soleira.

De acordo Prado *et al.*, (op. cit.) o contato desta Formação é sempre discordante, com seus diques truncando as Formações Massapê e Pacujá e, mesmo no caso de ocorrência em soleira em que a encaixante é a rocha da Formação Massapê e o contato se dá por discordância angular.

2.2.4.4 - Formação Aprazível

Costa *et al.*, (1973), define a Formação Aprazível, ocorre ao longo das linhas de falha recobrando as Formações Massapê, Parapuí e Pacujá e algumas partes do Stock granítica da Meruoca-Rosário, sendo representada por arenitos e arenitos conglomeráticos polimiticos, grosseiros de matriz arcoseana , mal classificados e que raramente exibem estratificação.

O conglomerado Aprazível quase não foi afetado pela tectônica rígida generalizada que afetou o restante das Formações do Grupo Jaibaras, dispendo-se em posição sub-horizontal, contrastando com o basculamento em direção ao eixo principal da bacia.

2.2.5 - Diques básicos

Os diques básicos são ocorrências restritas de diques de basaltos e diabásio encaixando em Unidades Pré-Cambrianas e rochas de Grupo Martinópolis. Trata-se de um magmatismo básico Mesozóico, nivelados a superfície das rochas encaixantes, ocorrendo em diques com espessura média de 5m, na forma de blocos arredondados.

São rochas típicas de vulcanismo fissural com ocorrências a Norte de Paula Pessoa, a E-SE de Granja, a SE de Campanário e SE de Pedra. No projeto Martinópolis foi realizada datação absoluta de 178 ± 6 Ma., para o basalto de Paula Pessoa, que juntamente com interpretação de Coldasso & Hama (1978) para o magmatismo da Bacia do meio Norte, fizeram com que a equipe do Projeto Martinópolis posicionasse o dique como Mesozóico, mais precisamente no Jurássico, quando então teria havido a segunda etapa de reativação Wealdeniana (Prado *et al.*, 1979).

3 - GEOLOGIA LOCAL

3.1 - Considerações Iniciais

A área de estudo é ocupada por uma associação litológica de rochas metamórficas, que foram organizadas e agrupadas em duas unidades litoestratigráficas, podendo ser reconhecidas da base para o topo: Complexo Granja composto por gnaisses ortoderivados, hornblenda gnaisses, migmatito, e milonitos posicionados no Paleoproterozóico e as rochas do Grupo Martinópolis caracterizadas por quartzitos de idade Neoproterozóica.

3.2 - Complexo Granja

3.2.1 – Paleoproterozóico

O Complexo Granja representa o embasamento (porção autóctone) da região de Uruoca-Ce, é formado por gnaisses de diferentes composições, milonitos e migmatitos.

3.2.1.1 – Ortognaisses

Os ortognaisses distribuem-se principalmente na parte central, encontram-se na localidade de Angical na forma de afloramentos rasteiros e pequenos lajedos, aparecendo em pequenas porções de escala métrica. Possuem composição granodiorítica, com textura migmatizada, apresentam granulação grossa a média contendo como principais minerais biotita, anfíbólio, quartzo e feldspato potássio.

Apresentam cores que variam de cinza clara a tonalidades mais rosadas, com algumas porções variando para castanho escuro quando está alterado, exibindo bandamentos regulares podendo-se diferenciar bandas félsicas e por bandas máficas de espessura centimétricas a decimétricas (*Foto 3.2*).

Com fraturas bem penetrativas orientadas na direção 55°Az, por vezes tais fraturas são preenchidas por epidoto (*Foto 3.1*). Ocorre à presença de veios de quartzo-feldspático, comumente finos, de coloração esbranquiçada, encontra-se bastante fraturado seguindo uma orientação paralela a foliação, são exudações sin-tectônicas a formação da foliação e provavelmente decorrentes da tectônica brasileira.



Foto 3.1 – Visão detalhada do afloramento ortognaisse bastante alterado, com presença de fraturas preenchidas por epidoto. UR 26; Coord.: 329215/9637332.

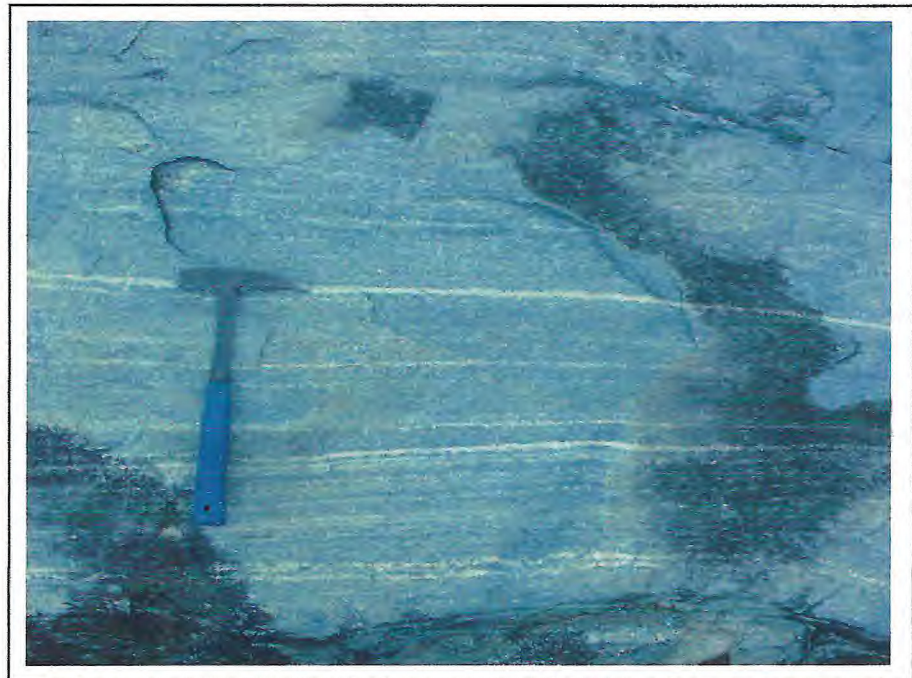


Foto 3.2 – Bandamento Gnáissico apresentam faixas contínuas seguindo uma orientação paralela à foliação. CM 25; Coord.: 330463/9635205.

3.2.1.2 – Hornblenda Gnaisses

Os Hornblenda Gnaisses afloram próximo ao município de Uruoca. Apresentam estruturas orientadas, frequentemente bandado e textura granoblástica a granonematoblástica, com tonalidade cinza-escuro e uma granulação média a grossa. O bandamento gnaíssico ocorrem em espessuras variáveis, marcado por uma alternância de faixas com material quartzo-feldspático e faixas de anfibólios e biotitas, em alguns afloramentos podem encontrar dobrados (*Foto 3.3*), com dobras com estruturas do tipo “Z” e “S” e faixas escuras, sendo bastante alterada, composto principalmente hornblenda, biotita e a presença de piroxênio também alterado, e apresentam migmatização ou não.

Essas hornblenda Gnaisses apresentam uma foliação tectônica bem desenvolvida seguindo uma orientação preferencial, exibe direções que variam de 310° a 280° Az e lineações de minerais máficos comumente cristais de hornblenda, e um sistema de fratura bem marcada.

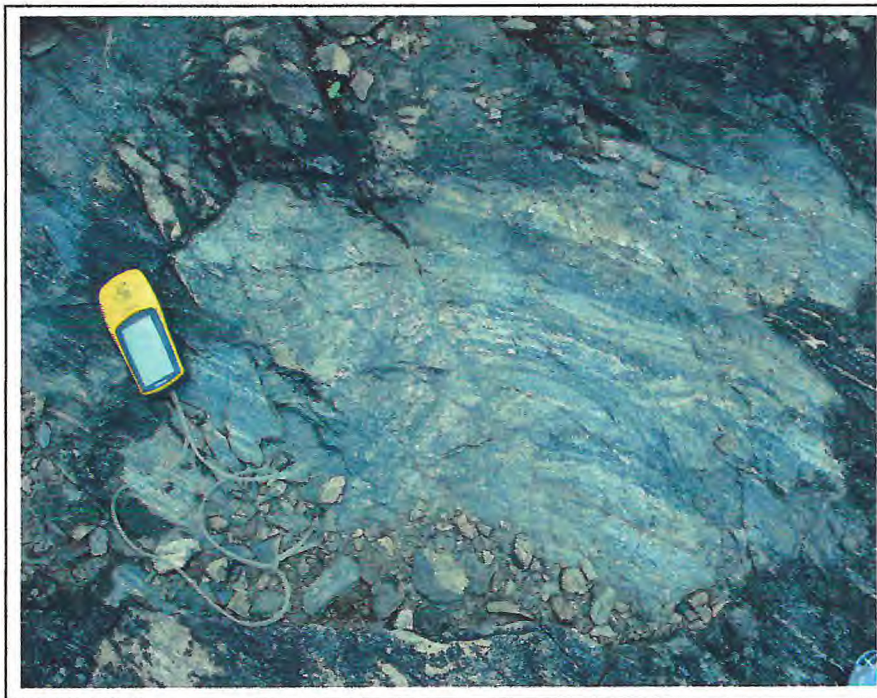


Foto 3.3 – Hornblenda Gnaisses do Complexo Granja bandado e bastante alterado. O leucossoma apresenta-se dobrado. CM 255; Coord.: 327715/9633226.

3.2.1.3 - Gnaisses Miloníticos

Os Gnaisses miloníticos são encontrados sob a forma de extensos lajedos, geralmente bastante intemperizado, apresentado tons acinzentados e castanho (dependendo do grau de intemperismo). Possuem granulação média a grossa, composto essencialmente por quartzo, plagioclásio, biotita, hornblenda, às vezes piroxênios e fenocristais de feldspato de potássio e plagioclásio que formam sigmóides rotacionados indicando uma movimentação dextral NE-SW, no regime dúctil. Esses sigmóides podem representa uma possível zona de cisalhamento

Geralmente com uma foliação paralela junto com o bandamento gnáissico dada pela alternância de minerais como hornblenda e biotita com quartzo e feldspato exibindo paralelismo no desenvolvimento do bandamento milonítico (*Foto 3.5*), e por vezes exibem mobilizados aplíticos de composição quartzo-feldspático. Estas rochas encontram-se dobradas e bastante fraturadas. Os minerais mais comuns como quartzo, plagioclásio encontram-se estirados e as foliações apresentam de alto grau com direção 340° Az. São encontrados dobrados, às vezes exibem crenulação e com dobras suaves e fechadas.

A foliação bem desenvolvida nas bandas mais claras, sendo composta por feldspato potássio e/ou plagioclásio esses minerais encontram-se bem estirados. Presença de veios de material quartzoso, com espessura milimétricas a centimétricas, seguindo direção orientada a foliação tectônica e fraturados, indicando recristalização (*Foto 3.4*).

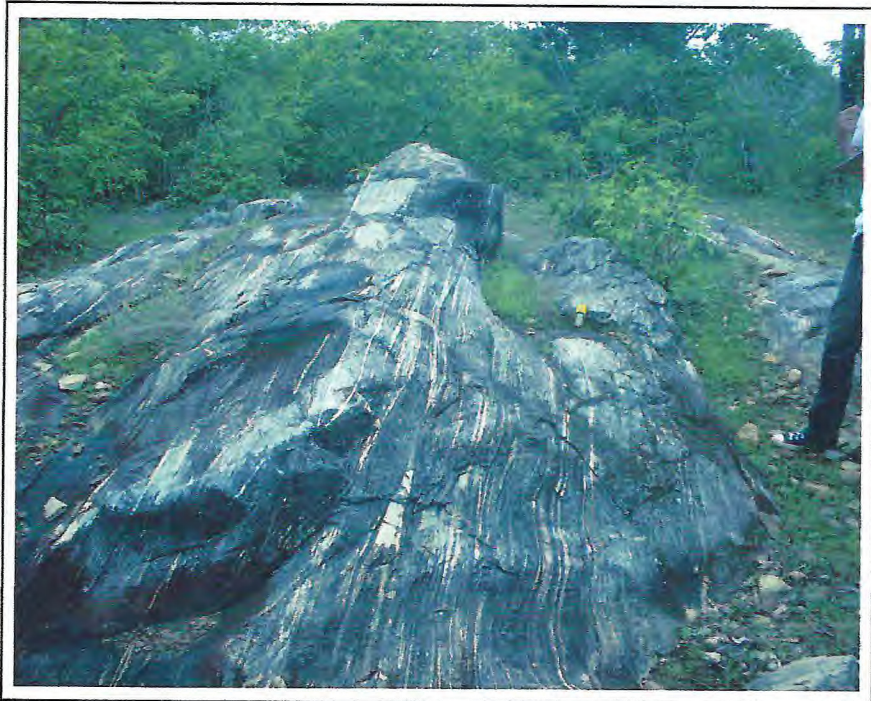


Foto 3.4 – Visão detalhada do afloramento Gnaiss milonítico do Complexo Granja. CM 270; Coord.: 327910/9634584.



Foto 3.5 – Gnaiss milonítico do Complexo Granja exibindo bandamento gnáissico e evidenciando zonas de cisalhamento. CM 21; Coord.: 330680/9634660.

3.2.1.4 - Gnaisses Migmatitos

Os Gnaisses Migmatitos estão presentes na porção inferior da área de pesquisa, localizado no município de Uruoca, apresentam-se sob forma de extensos lajedos por dezenas de metros de extensão. Essas rochas apresentam uma composição mineralógica bastante semelhante à dos ortognaisses citados, essas rochas possuem coloração cinza escuro e/ou marrom quando estão bastante intemperizadas, são mesocrático, constituído predominantemente por quartzo, biotita, hornblenda, feldspato de potássio, plagioclásio e piroxênio.

Apresenta granulação grossa, desenvolvem-se uma alternância de bandas de composição mineralógica e textural contrastantes, composta predominantemente por plagioclásio, quartzo, feldspato potássio, estes minerais desenvolvem no leucossomas, as quais são bandas bem preservadas, com uma textura mais grossa, contendo espessuras variadas entre milimétricas a centimétricas. Já o melanossomas é composto por biotita, anfibólio e, às vezes piroxênio, observados faixas irregulares e algumas porções sinuosas e largas (*Foto 3.6*), encontra-se orientada na direção 70° Az, exibindo comumente estrutura migmatítica do tipo estromática e dobradas.

Ocorre à presença de veios de composição plagioclásio e quartzo, comumente finos, de cor esbranquiçada, encontram-se dobrados e/ou truncados por fraturas, seguindo uma orientação paralela a foliação. O tipo de estrutura migmatítica mais comumente encontrada é a estromática ou acamada, frequentemente dobrados com dobras isoclinais suaves, juntamente com micro dobras do tipo S e Z (*Foto 3.7*).

Em alguns afloramentos da área, os gnaisses migmatito são afetados por zonas de cisalhamento, em campo exibem sigmóides rotacionados com sentido de rotação dextral esta deformação desenvolvida no regime dúctil caracteriza a tectônica de escape do brasileiro



Foto 3.6 – Visão geral do afloramento CM 25; Coord.: 330463/9635205.



Foto 3.7 – Visão geral do afloramento apresenta-se bandado e bastante dobrado. UR 22; Coord.: 330211/9636314.

Na localidade Bagaço esta representada por augen-gnaisse de granulação grossa a média, geralmente com matriz milonitizadas, e com foliação penetrativa orientação na direção 50Az. É composto por porfiroclastos de feldspato de potássio (*Foto 3.8*), os quais exibem sombras de pressão assimétricas com recristalização, remontando um movimento dextral para a zona de cisalhamento Uruoca-Tucunduba. Possuem um bandamento gnáissico, marcado pela alternância de minerais félsicos composta por essencialmente feldspato de potássio e minerais máficos de composição mais monzogranítica (*Foto 3.9*).

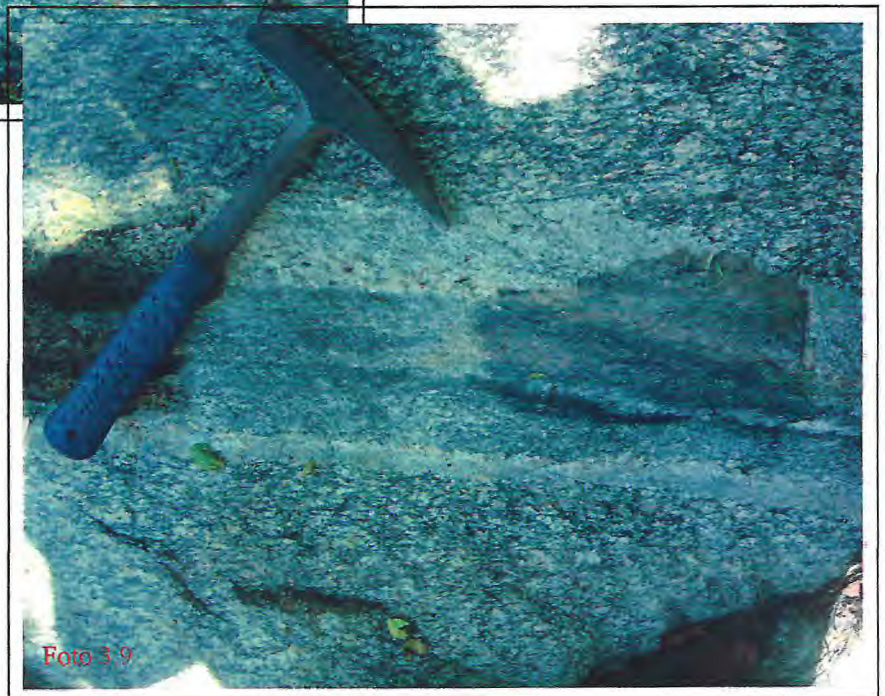
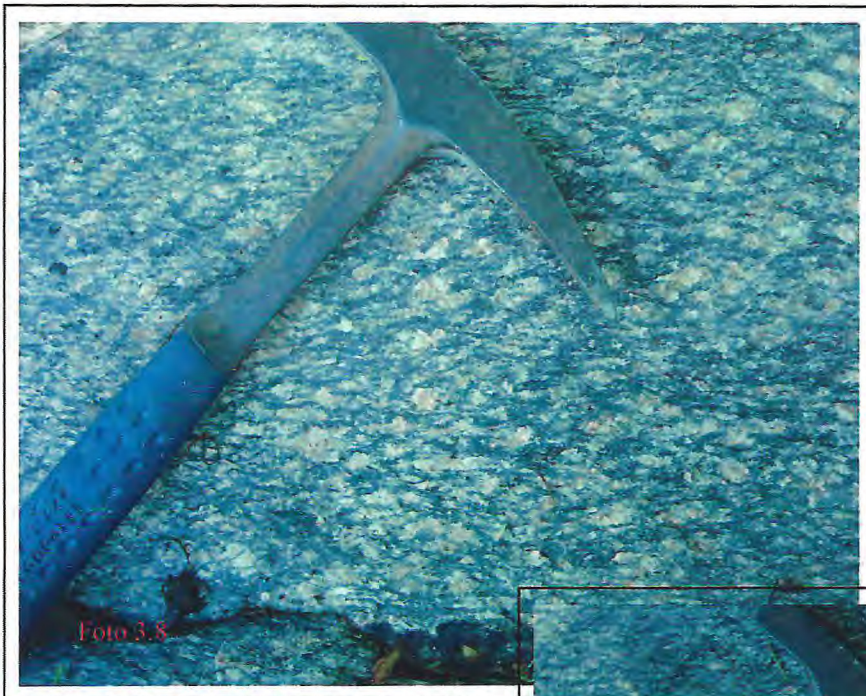


Foto 3.8 – Augen Gnaiss mostra os porfiroclastos de k- potássio orientado. UR 28; Coord.: 329262/9637604.

Foto 3.9 – Bandamento gnáissico marcado pela alternância de k- potássio e minerais máficos. UR 29; Coord.: 329088/9637296.

3.3 - Grupo Martinópolis

3.3.1 - Neoproterozóico

Este grupo descrito por Costa *et al* (1973) que individualizou uma seqüência de rochas como quartzitos, xistos e filitos. Formadas pelas respectivas Formações São Joaquim, Covão e Santa Terezinha (da base para o topo). Este grupo apresenta associações minerais de baixa pressão e alta temperatura com comportamento alóctone, são limitados por descontinuidades tectônicas que variam de rampas de cavalgamento em sistema de nappes até transcorrências.

3.3.1. 1 - Formação São Joaquim

Esta Formação é composta essencialmente por quartzitos, ocorrem na base da seqüência rochosa do Domínio Médio Coreaú. Localize – se na porção superior da área de pesquisa, ocorrendo sob a forma de lajedos e blocos soltos. Apresentam textura granoblástica, sua principal composição mineralógica, além de quartzo, encontra-se feldspato potássio e plagioclásio como mineral secundário, de coloração branca a creme esbranquiçada, com granulação fina, e são bastante fraturados podendo ser sistemáticas.

Essas fraturas existentes comumente apresentam finos níveis ferruginosos (lateritas) nos planos de fraturas e por vezes brechados. Nesses quartzitos à presença de cristais recristalizados de quartzo bem formados (*Foto 3.10*) e indício de uma possível zona de falha (*Foto 3.11*).



Foto 3.10 – Cristais recristalizados de quartzo bem formados. UR 24;
Coord.: 329986/9636834.

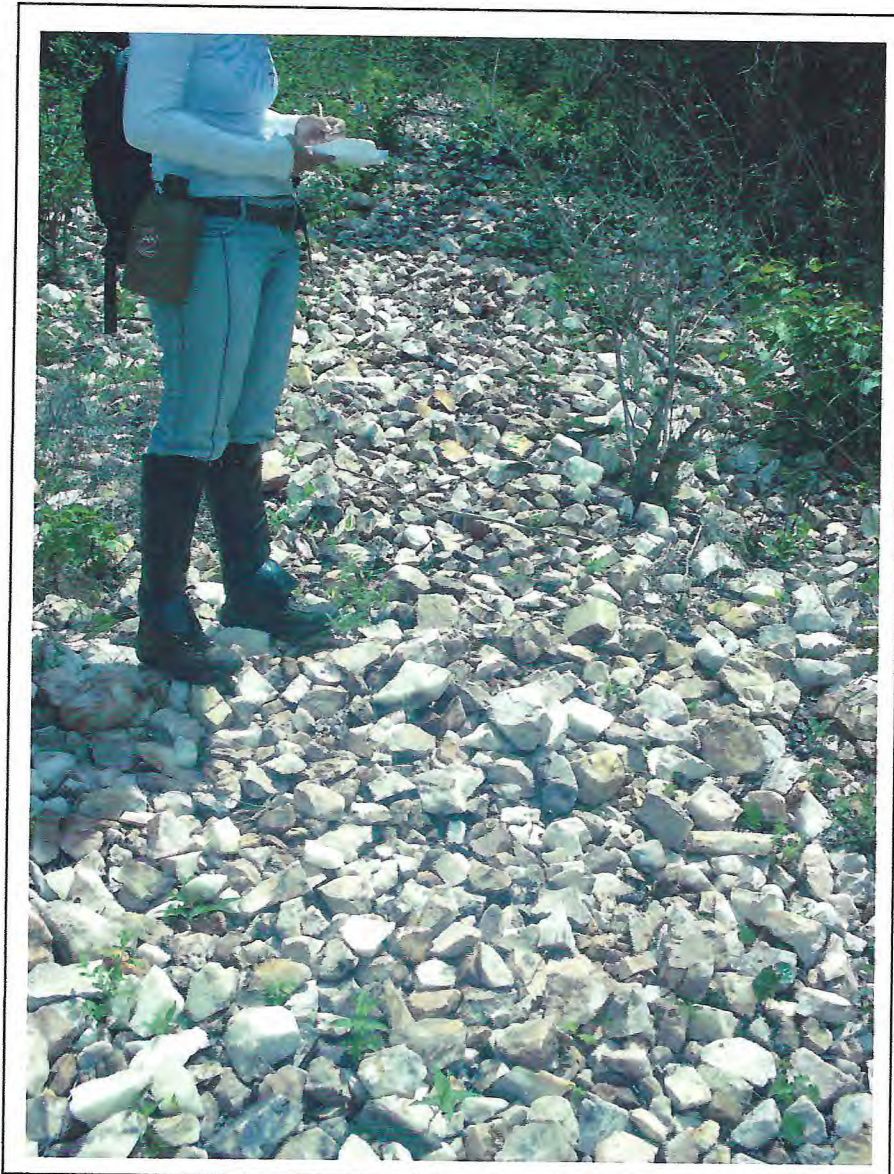


Foto 3.11 - Blocos de Quartzito leitoso, mostrando indícios de zona de falha. CM 19; Coord.: 331454/9634024.

Os quartzitos brechados possuem textura cataclástica, caracterizada pelo intenso fraturamento dos minerais, sendo geradas em zona de falha (*Foto 3.12*). Essas rochas foram submetidas a uma cominuição mecânica, devido à movimentação dos blocos da falha.



Foto 3.12 - Bloco rolado de brecha quartzítica com cristais de quartzo recristalizados. UR 32; Coord.: 329598/9636156.

3.4 – Dique Vulcânico

A ocorrência desses litotipos restringe - se aos gnaisses milonitos do Complexo Granja, é representada por dique com coloração cinza, de granulação fina a média e fraturados, aparecem com foliação de trend semelhante ao regional (*Foto 3.14*).



Foto 3.14 – Dique vulcânico. TR; Coord.: 330759/9637856.

3.5 – Quartenário

Esse tipo de cobertura é formado na área de estudo por uma camada de cascalho, são blocos de quartzitos de coloração creme ou cinza (encontrado na margem de rio), de formas arredondadas a subarredondadas. O tamanho dos seixos variam de 5 cm a 25cm. São encontrados sob solo claro de composição arenosa e mal selecionado. Pode observar junto aos seixos blocos anguloso de ganisses.

3.6 – Cobertura Lateritica

A cobertura lateritica, devido alterações físico-químicas que ocorrem nos quartzitos e filitos é, portanto a parte mais recente da coluna estratigráfica. Essa cobertura pode ser observada em alguns pontos da porção superior da área de estudo, encontrando-se junto com quartzito, apresentado coloração que varia do amarelo a vermelho, às vezes marrom quando está bastante oxidada com granulometria média a grossa e textura botroidal. É encontrada tanto “in situ” ou em forma de seixos que apresentam em tamanho que variam de 0,5 cm a 10 cm notando-se a presença de ferro e manganês disseminado (Foto 3.14).



Foto 3.14 – Cobertura Lateritica. CM 286; Coord.: 329456/9641096.

5 - PETROGRAFIA

Neste capítulo, serão abordados dados colhidos durante os trabalhos de campo e através da análise petrográfica, que serão identificados as variedades litológicas na área de estudo, os aspectos texturais, composição mineralógica e as principais estruturas presentes.

5.1 – Complexo Granja

O embasamento cristalino está representado por gnaisses ortoderivados, paraderivados, milonitizados, biotita gnaisses milonitizados e hornblenda gnaisses.

5.1.1 - Leucognaisse granítico

Microscopicamente foi descrito a lâmina UR 24A, está demonstrar a parte do leucossoma do embasamento, apresenta uma textura granoblástica fina a média (*Fotomicrográfica 5.1*), geralmente milonitizada, composta essencialmente por quartzo (35%), k-feldspato (16%), plagioclásio (15%) e biotita (15%). E como minerais acessórios têm-se opacos (9%), titanita (4%), muscovita (3%), clorita (3%) e opacos (4%).

O quartzo frequentemente associado aos feldspatos ocorrem com a forma anédricos, alongados e recristalizados, cristais em vários tamanhos, com contatos irregulares e exibe produto de alteração em suas bordas e em sua superfície, forte extinção ondulante. Inclusões de opacos de formas irregulares, titanita (número reduzido), com tamanhos aproximadamente inferiores que 1,0 mm.

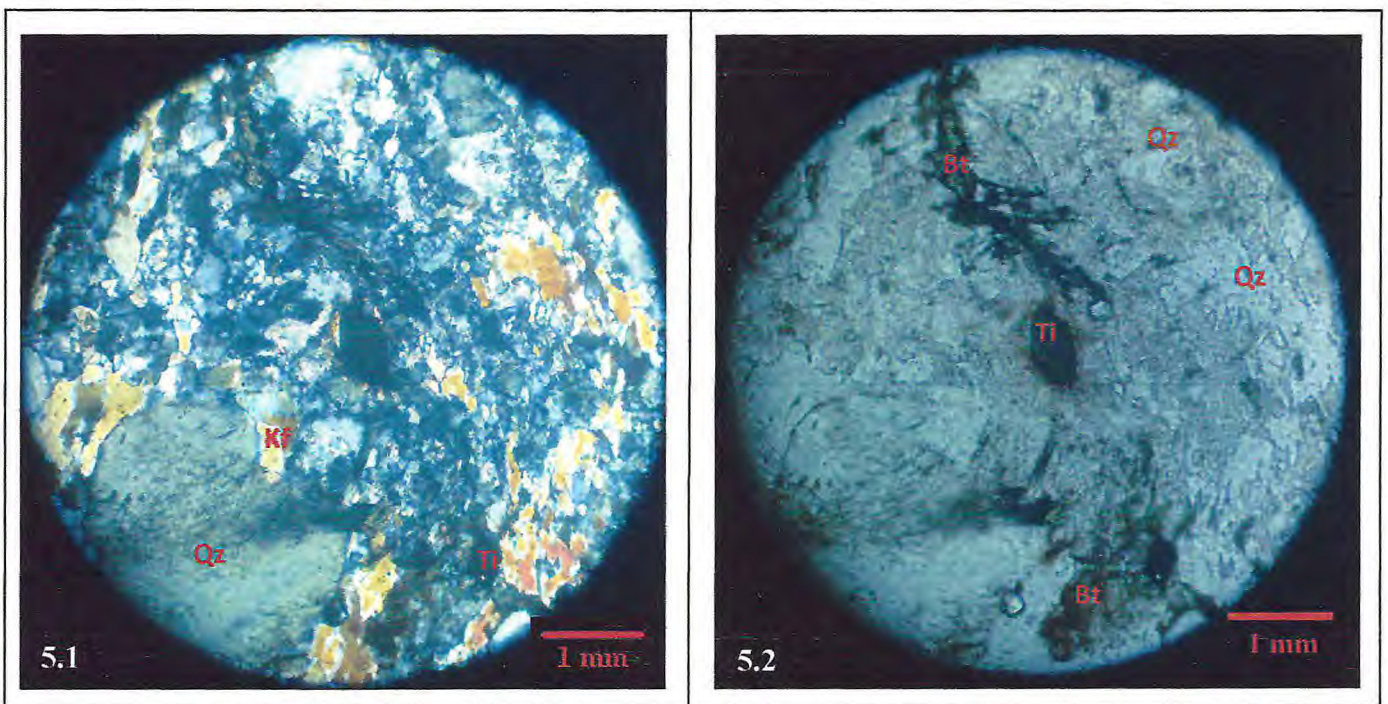
O k-feldspatos ocorre bastante alterado, sob forma anédricos, mostrando geminação carlsbad (Ortoclásio). Os plagioclásios (15%) apresentam-se em forma euédrico, fraturados, com ranhuras de alteração, alguns grãos levemente saussuritização e bordas irregulares, exibem maclamento polissintética fraca e extinção ondulante. E exibindo inclusão de quartzo subarredondados, opacos e titanita. Os tamanhos destes grãos variam em torno de 0,5 a 1,5mm

A biotita ocorre dispersa em toda a seção delgada em lamelas, exibe pleocroísmo marrom-claro, fraturas e linhas de clivagens, processo de oxidação e frequentemente

associados com titanita e opacos, com tamanhos variando em torno de 0,2 a 1,0 mm. Algumas lamelas de biotita raramente desestabilizada em muscovita e clorita.

Os opacos ocorrem na forma subeuédricos a anédricos, perfazem uma pequena porcentagem com grãos de até 0,5 mm de dimensão.

As titanitas ocorrem como acessórios com formas euédrico a subeuédricos, com relevo alto, com pleocroísmo marrom-claro a marrom-escuro, com bordas alteradas, em alguns cristais liberação de ferro (*Fotomicrografia 5.2*) e como inclusões de tamanho variado, principalmente no quartzo. A clorita apresenta sob forma de lamelas, formada por alteração da biotita. Produtos de alteração mostram-se como manchas amarronzadas, ranhuras de alterações observadas na superfície e contatos dos cristais, principalmente dos feldspatos, marcado a geminação.



Fotomicrografia 5.1 - Leucognaisse de composição granítica com textura granoblástica. 10x/LO.

Fotomicrografia 5.2 - Cristais de titanita e biotita bastante alterada em suas bordas, com liberação de ferro. 10x/LN. LAM UR 25A.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

5.1.2 - Biotita Gnaisse

Em seção delgada foi descrita a lâmina RT, que mostra textura granoblastica a granolepidoblástica (*Fotomicrografica 5.3*), composta essencialmente por quartzo (25%), k-feldspato (18%), plagioclásio (17%), anfibólio (15%) e biotita (15%). E como minerais acessórios principais tem-se opacos (7%), clorita (3%), apatita (3%), muscovita (3%), clorita (3%) e produtos de alteração.

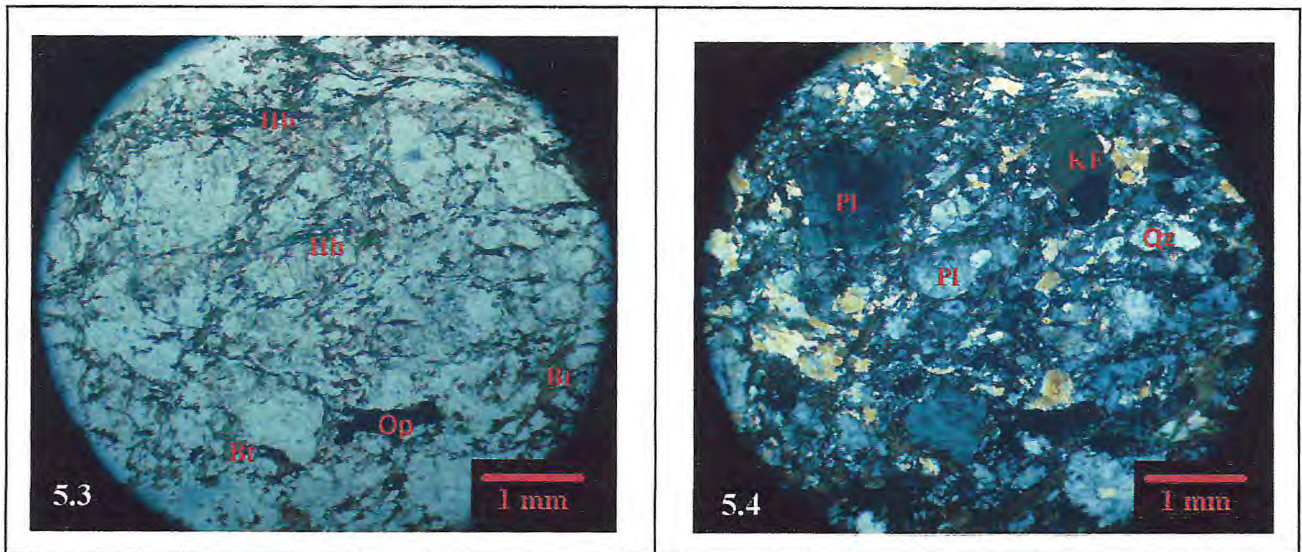
O quartzo mostra sob a forma anedral, frequentemente alongados, contatos irregulares com os feldspatos, exibem extinção ondulante, às vezes estriado e recristalizado e recuperação em sub-grão, inclusões de biotita com tamanhos em torno de 1,0mm.

O feldspato potássio ocorre sob a forma anédricos, com dimensões inferiores ao plagioclásio, em torno de 0,3 a 0,5mm. Mostra inclusões de biotita e quartzo e geminação carlsbad. O plagioclásio ocorrem cristais de vários tamanhos anédricos e subeudéricos (*Fotomicrografica 5.4*),. Exibem ranhuras de alteração, contatos bem marcados devido à percolação de substâncias de alteração (principalmente da biotita), inclusões de quartzo subarredondados, biotita, mostrando extinção ondulante.

O anfibólio, representado pela hornblenda, ocorre normalmente em formas imperfeitas, mostrando-se anedral a subeudral a associada com quartzo e biotita, apresenta coloração esverdeada. Alguns cristais ocorrem cloritização mal delimitados, e tamanho dos grãos variando em torno de 0,3 mm.

A biotita apresenta cristais laminares, exibem processo de oxidação nas bordas, linhas de clivagens. Todas as lamelas estão parcialmente liberando óxidos ou cloritizadas (algumas lamelas).

Os minerais acessórios mais significativos são muscovita formada por alteração da biotita. A clorita frequentemente em associação com a biotita. Os opacos e apatita em pequenos cristais em inclusão nos minerais essenciais.

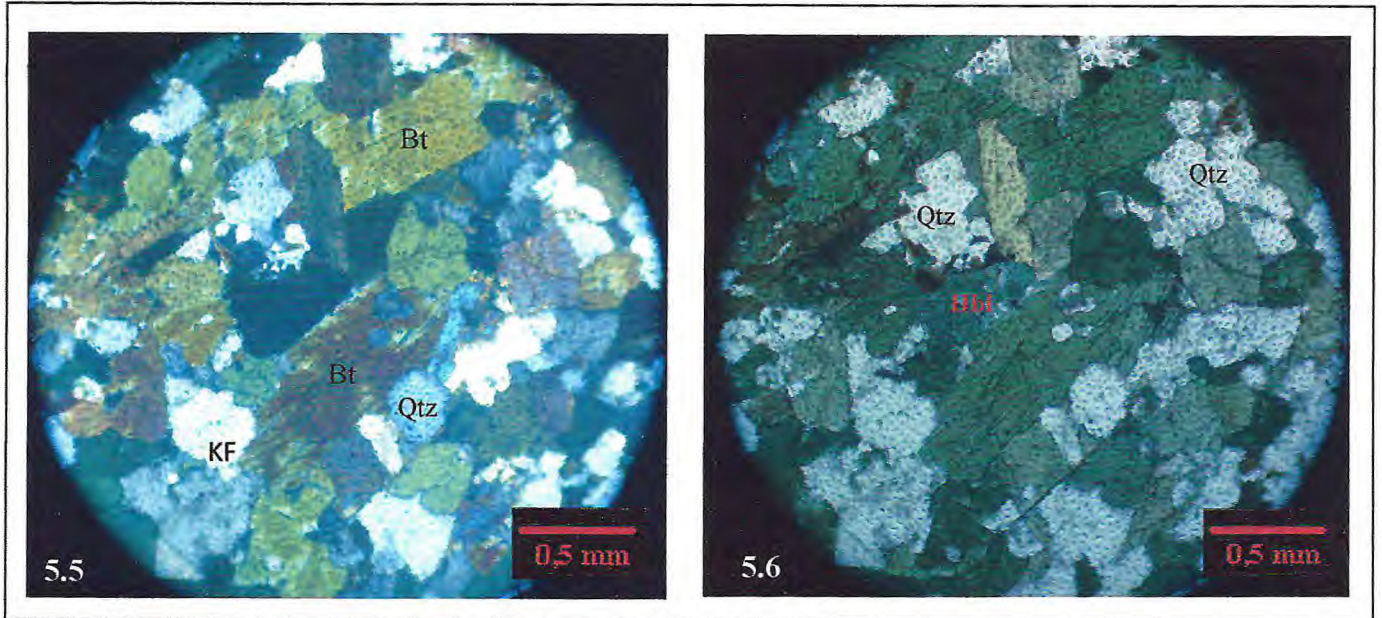


Fotomicrografia 5.3 e 5.4 – Mostrando textura granoblastica. 10x/LN/ LO. LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

5.1.3 - Hornblenda Gnaiss

Microscopicamente as amostras UR 25C, UR 26B, CM 255 1A, CM 255 1B. Mostram textura Granoblástica milonitizada, e por vezes variando de granolepidoblástica a granonematoblástica (*Fotomicrografia 5.5*). É constituída por quartzo (23%), k-feldspatos (20%), hornblenda (20%), plagioclásio (15%), epidoto (12%). Como acessório tem-se allanita (1%) e opacos (2%), às vezes a titanita (2%). Apresenta uma foliação com um padrão anastomosado formado principalmente pela biotita e produto de alteração.

Os cristais de quartzo ocorrem em pequenos a médios cristais, os tamanhos destes grãos variam em torno de 0,5mm, na forma anedral, microfraturados, bastante alterados, e frequentemente estirados ou margeando os porfiroblásticos de plagioclásio, e contatos irregulares e curvos com extinção ondulante, recristalização e recuperação em sub-grão, com inclusão de titanita, biotita e opacos. Juntamente com os feldspatos formam um mosaico granoblástico, e formando uma estrutura foliada da rocha.



Fotomicrografia 5.5 – Textura Granonematoblástica representada pelas biotitas, hornblendas, quartzos e álcali-feldspáticos. 4x/LO.

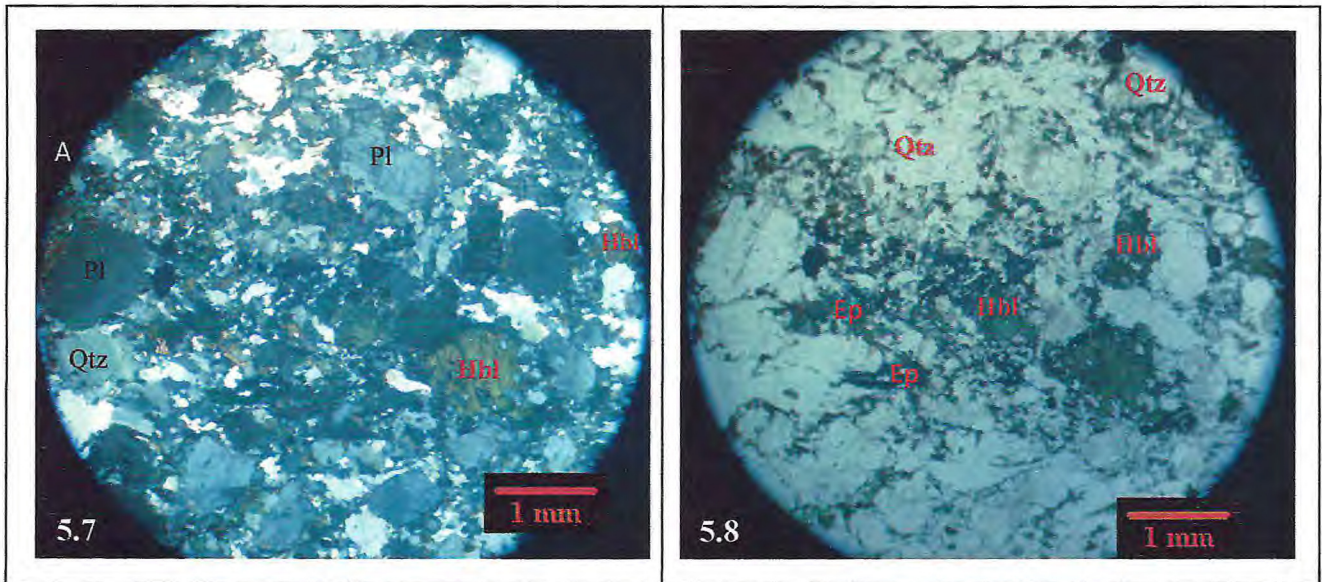
Fotomicrografia 5.6 - As biotitas exibem suas clivagens, presença de cristais de biotita antiga, por mostrar um pleocroísmo mais escuro. 4x/LN.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

O k-feldspato ocorre em forma anedral em tamanho variados de 1 mm a 1,5 mm, exibe macla carlsbad (ortoclásio), em alguns cristais essa macla fraca. Apresentam-se normalmente inclusões de biotita cloritizada, quartzo arredondados e subarredondados e opacos.

Os plagioclásios mostram-se em vários tamanhos de 1 mm a 1,5 mm, ocorrem em associação com quartzo, exibindo ranhuras de alteração, frequentemente estriados, a presença de macla albita e carlsbad + albita combinada e polissintética marcado pelo produto de alteração (saussaritização).

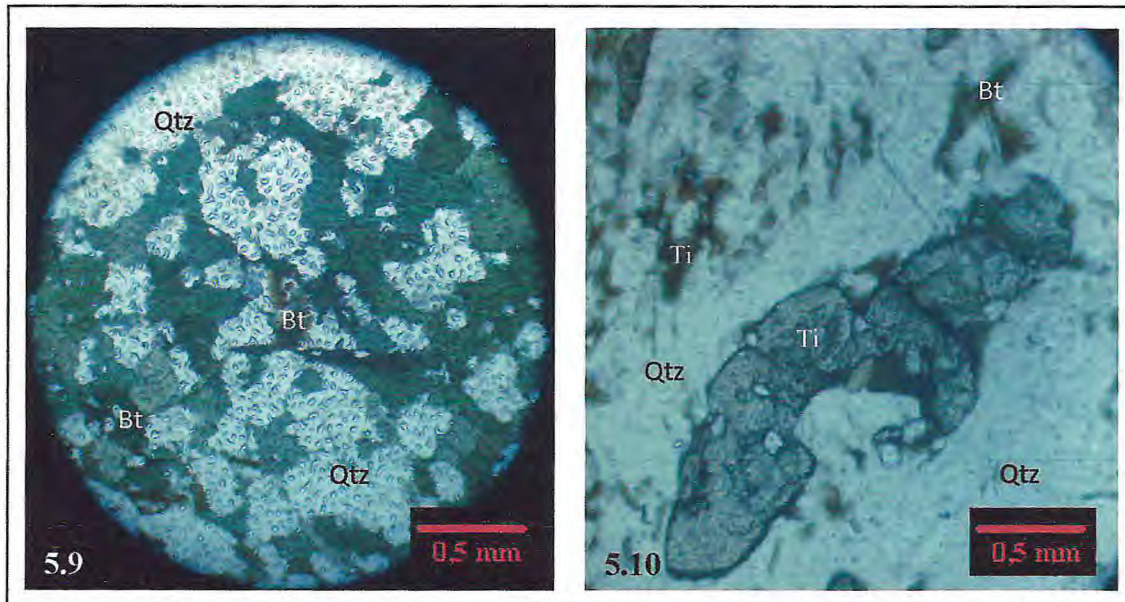
A hornblenda ocorre frequentemente em faixas orientadas em uma direção junto com a biotita, mostrado-se anédricos e subeuédricos alongados, e com bordas irregulares e às vezes cloritizadas e oxidadas, frequentemente a associada com biotita e frequentemente titanita (*Fotomicrografia 5.7*).



Fotomicrografia 5.7– Hornblendas circulasdas por quartzo, plagioclásio e biotita. 10x/LO.

Fotomicrografia 5.8 - Biotitas alterando para epidoto, em contato com grãos de quartzo e k-feldspáticos. 10x/LN.
LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

Os cristais de biotita ocorrem em faixas de cristais lamelares junto com a hornblenda, orientadas em uma direção preferencial, exibe pleocroísmo marrom escuro a marrom-claro (*Fotomicrografia 5.6*), comumente apresenta mancha de óxido de ferro em suas bordas, e superfície, às vezes halos pleocróicos e alteração para muscovita e clorita. A titanita é encontrada como um mineral acessório, de forma eudral a subeudral subarredondados, e são bem desenvolvidos em vários tamanhos, bastante fraturada (*Fotomicrografia 5.10*) e esse cristais não exibem geminação, frequentemente com bordas escuras, cristais secundários formados por alteração da biotita. As allanitas como minerais acessório formam pequenos núcleos arredondados raramente ocorrem como cristais bem formados.

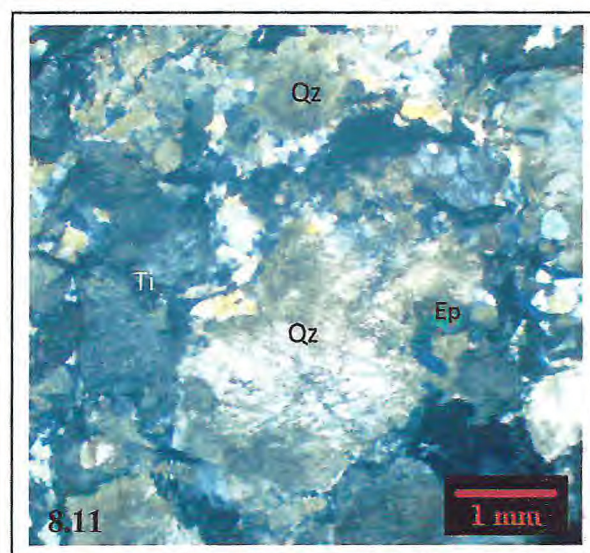


Fotomicrografia 5.9 – Caracterização de duas gerações de biotita, as mais antigas mostra um pleocroísmo mais escuro e as mais jovens com cor de pleocroísmo mais clara. 4x/LN.

Fotomicrografia 5.10 - Cristais de titanita corrido e bastante fraturado 4x/LN.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

Os minerais opacos mostra em forma anédricos, ocorrendo normalmente com cristais de hornblenda, titanita e biotita mais freqüente. A clorita apresenta-se em lamelas formada por desestabilização da hornblenda e biotita. Os epidoto vêm da alteração de biotitas (*Fotomicrograficas 5.8 e 5.11*), principalmente quando estão em contato com feldspatos. Os opacos mostram cristais anedricos, subédricos e raramente euédricos, fazendo parte da massa fina ou em inclusão nos feldspatos.



Fotomicrografia 5.11 – Cristais de epidoto em contato com grãos de quartzo. 4x/LO.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

5.1.4 - Gnaiss Milonitizado

Microscopicamente foi descrita e estuda a lâmina UR 26A. Exibe textura protomilonítica (*Fotomicrografica 5.12*) em uma matriz fina bem orientada. A rocha possui uma mineralogia composta por quartzo (27%), k-feldspatos (22%), plagioclásio (18%), e biotita (15%). E como minerais acessórios têm-se muscovita (5%), anfibólio (5%), opacos (5%), clorita (1%), apatita (1%), titanita (1%).

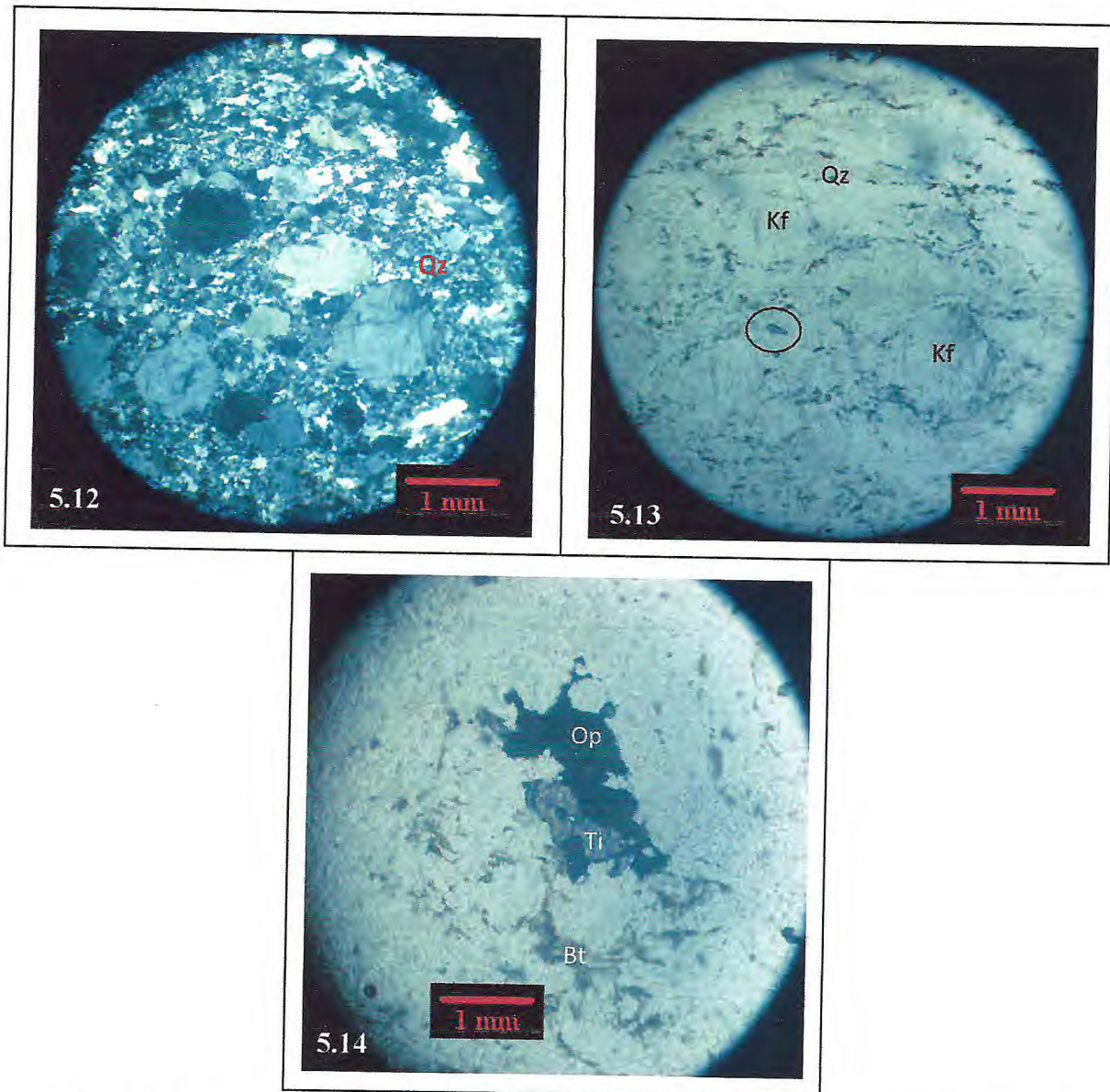
O quartzo ocorre preferencialmente na matriz recristalizada, em grãos anédricos e amebóides alongados segundo direção preferencial das micas, em torno de 1 mm a 1,5 mm. Exibem uma extinção ondulante, estrias e pequenas inclusões de opacos. Apresenta-se normalmente “recristalizados” exibindo “recuperação” em subgrãos, orientação segundo a direção gnaissificação e às vezes em inclusões nos feldspatos em grãos comumente arredondados.

Os cristais de feldspatos apresentam-se na forma de porfiroblásticos, orientados segundo uma direção preferencial, mostrando normalmente ranhuras de alteração, processo de sericitização (Plagioclásio), estrias, fraturas, recristalização, inclusão de opacos e quartzo. O plagioclásio exhibe geminação albita e carlsbad + albita combinado, enquanto no k-feldspatos mostra-se como porfiroblásticos (*Fotomicrografica 5.13*), e observado maclamento carlsbad. É observada em alguns pontos de lâmina, como cristais com inclusões de opacos, biotita e raramente muscovita.

A biotita ocorre agregada a dois, três ou mais cristais laminares raramente isoladas em torno de 1 mm, e é comum a liberação de ferro pela biotita e sua transformação em muscovita e às vezes cloritizadas. O anfibólio ocorre agregados juntos com a biotita, na forma de grãos anédricos, fraturados, com contatos irregulares.

Os minerais acessórios como opacos apresentam-se em cristais euédricos e subeuédricos normalmente como produto de alteração da biotita. A clorita raríssima são cristais laminares, formados por alteração da biotita. Produtos de alteração, manchas amarronzadas, ranhuras de alteração, observadas na superfície e contatos dos cristais, principalmente dos feldspatos. A muscovita raríssimas em ripas, formadas por alteração da biotita. Apatita ocorre em cristais anédricos, normalmente em inclusão nos

feldspatos. Titanita ocorre sob a forma de cristais anédricos com aspectos alterados, fraturados e com bordas escurecidas, e associadas com opacos (*Fotomicrografia 5.14*).



Fotomicrografia 5.12 – Textura protomilonítica representadas pelo k-feldspatos, quartzos, plagioclásio e biotita. 10x/LO.

Fotomicrografia 5.13-Cristais de k-feldspáticos porfiroblásticos e inclusão de titanita (circulo). 10x/LN.

Fotomicrografia 5.14 - Cristal de titanita associado com opacos. 10x/LN.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

5.2- Grupo Martinópolis

5.2.1 - Formação São Joaquim

A Formação São Joaquim é constituída por quartzito, são bastante fraturados. As fraturas apresentam finos níveis ferruginosos nos planos de fraturas. As rochas dessa Formação ocorrem em porções puras e impuras. Os quartzitos puros apresentam coloração branca e granulação fina a média. Os quartzitos impuros e estão associados à mica e minerais opacos. Com coloração cinza-claro e branco. Também apresentam intercalados nos filitos da Formação Santa Teresinha em forma de veios de espessura variáveis e foliação tectônica bem desenvolvida.

5.2.1.1 – Quartzito com sillimanita

Desta litologia foi estudado a lâmina CM 264, ao microscópio os quartzitos que compõe a Formação São Joaquim exibem textura granolepidoblástica (*Fotomicrográfica 5.15*). São constituídos essencialmente por quartzo (70%), feldspato de potássio (10%), biotitas (7%), sillimanita (5%) e minerais acessórios por opacos (4%) e muscovita (4%).

Os cristais de quartzo ocorrem como cristais alongados e com aspecto amebóides alongados segundo uma direção preferencial Sn, normalmente recristalizado e recuperação em subgrãos e exibindo forte extinção ondulante, às vezes estriado. Os tamanhos dos grãos em torno de 1,5 mm a 2 mm. Com associação com feldspatos e micas, contendo freqüentemente inclusões de biotitas, muscovitas, sillimanitas e opacos.

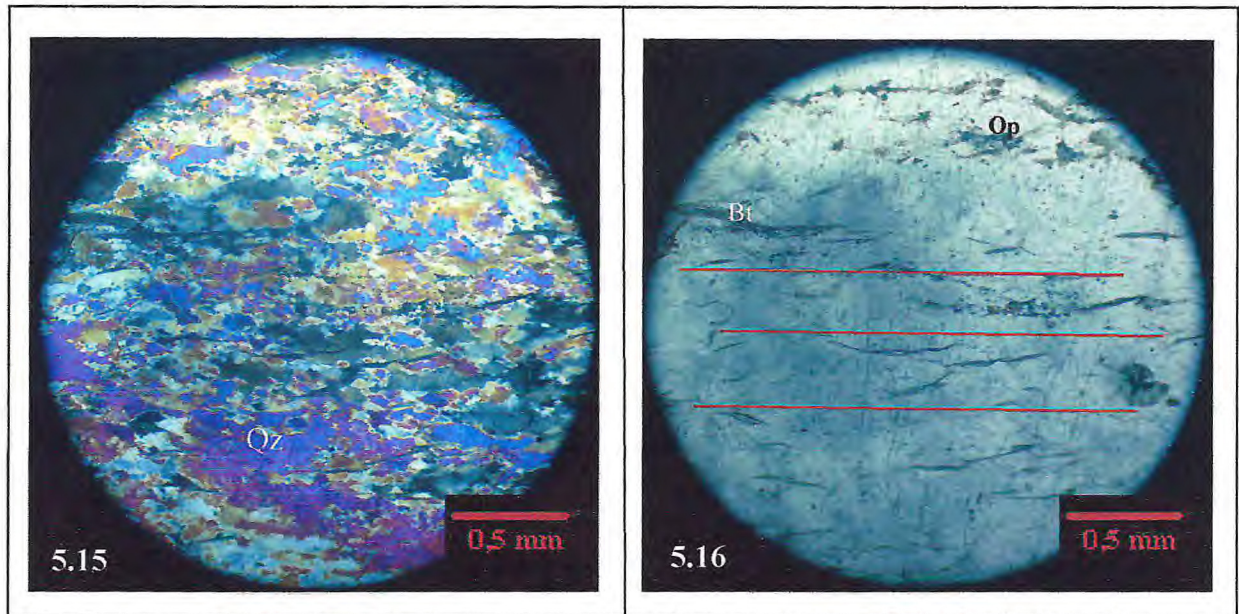
O feldspato potássio ocorrem seguindo a mesma direção dos cristais de quartzo, sob forma anédricos, fraturados, exibindo ranhuras de alteração, extinção ondulante e não geminados, contendo microinclusões de opacos, em torno de 0,5 mm.

A biotita ocorre em pequenas lamelas orientadas em uma direção preferencial (*Fotomicrográfica 5.16*), presença de feições em “mica-fich”, apresenta frequentemente linhas de clivagem, comumente processo de oxidação, enquanto que a muscovita sendo formada em parte por alteração da biotita e, considerada como mineral acessório (muscovita).

Os cristais de sillimanita ocorrem como cristais em forma de agulhas de aspecto fibroso apresentam uma direção preferencial (a mesma do alongamento dos cristais de

quartzo), em associação com quartzo e biotita, às vezes com muscovita, seguindo a orientação da rocha. As maiores fibras são de ordem de 0.3-0.5 mm.

Os opacos são cristais anédricos e estão dispersos por toda a seção. Também se distribuem ao longo dos planos de clivagem da biotita. Zircão apresenta-se sob a forma euédricos subarredondados em associação com quartzo e silimanita mais freqüentemente, ou em inclusão na massa quartzosa.



Fotomicrografia 5.15 – Quartzito da Formação São Joaquim com textura granolepidoblástica. 4x/LO.

Fotomicrografia 5.16- Biotitas ocorrem limitando bandas de recristalização de quartzo desenhando a foliação. 4x/LN.

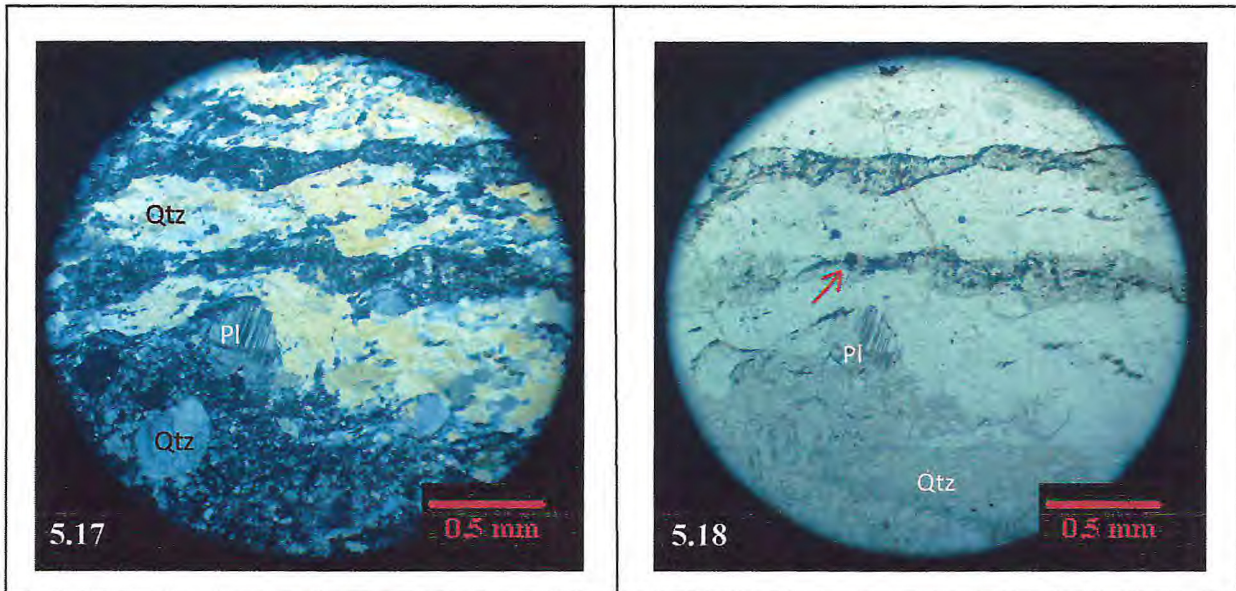
LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

5.2.2.2 - Quartzito milonítico

Em secção delgada esta litologia foi descrita e estudada em maior número de lâminas, CM 272, UR 20, UR 25A, UR 25B, UR 26C, e entre outras. Exibe textura protomilonítica a milonítica (*Fotomicrografia 5.21*), com variação dos tamanhos porfiroblásticos em matriz granoblástica fina orientada, os porfiroblásticos são considerados sigmóides. Essa rocha é composta essencialmente de quartzo (32%), k-feldspato (22%), plagioclásio (20%), biotita (16%). E tem como acessórios apatita e opacos (6%), titanita (2%) e raramente hornblenda (2%).

O quartzo ocorre em forma anedral, cristais alongados com tamanho de 1,5 mm , com aspectos amebóidal, com orientação preferencial, recristalizado formado micro

bandas sin-tectônicas que margeiam os porfiroblásticos de feldspatos e faixas descontínuas de massa quartzosa, com contornos irregulares (*Fotomicrografia 5.17*), e normalmente exibindo extinção ondulante e contatos não muito bem delimitados.

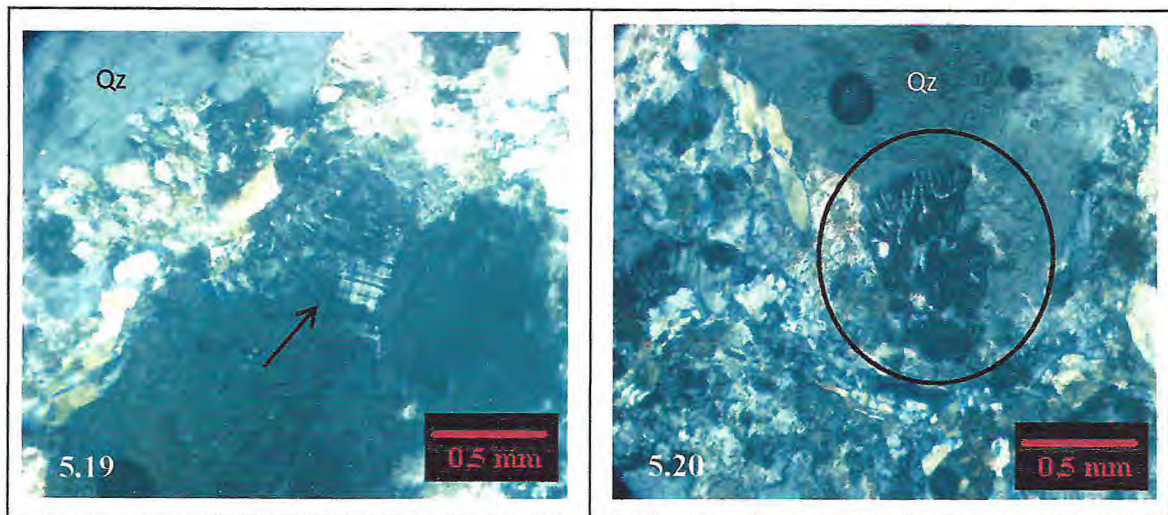


Fotomicrografia 5.17- Bandamento formado por minerais félsicos, com orientação uma direção preferencial de uma massa fina quartzosa. 4x/LO.

Fotomicrografia 5.18 - Plagioclásio mostra macla albita, com produtos de alteração em suas bordas. A presença de opacos (seta) em processo de oxidação. 4x/LN.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

Os cristais de plagioclásio ocorrem sob na forma anedral e subeudral, com bordas desgastadas, sob forma de porfiroblastos, arredondadas e subarredondadas, extinção ondulante, fraturados, normalmente com alteração mostrando geminações polissintética, albita, carlsbad + albita combinada (*Fotomicrografia 5.18*), processo de sericitização e, apresenta inclusões de quartzo e biotita, às vezes sem maclas exibindo apenas ranhuras de alteração. Apresentam sigmóides e algumas inclusões de minerais como titanita e biotita. O k-feldspato apresenta-se de forma anedral, e corresponde a porfiroblásticos, bastante alterados e exibem geminação Carlsbad (ortoclásio). A microclina mostra geminação em xadrez não muito bem individualizada (*Fotomicrografia 5.19*). Às vezes é encontrado intercrescimento de quartzo mostrando textura mimerquítica (*Fotomicrografia 5.20*).



Fotomicrografia 5.19 – Microclina (seta) mostra geminação xadrez. 4x/LO.

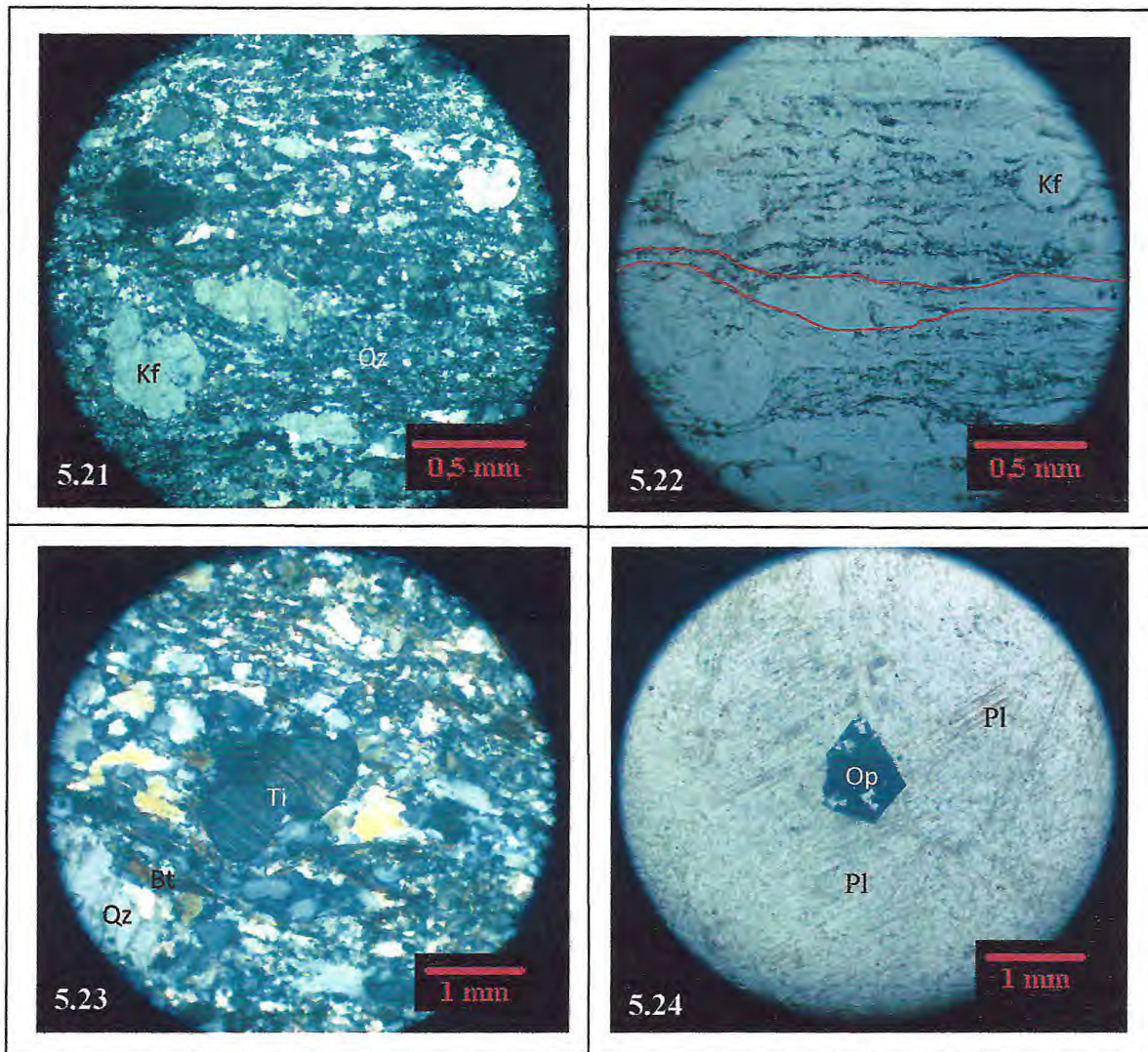
Fotomicrografia 5.20 - Mirmequita (circulo) em forma vermicular intercrescida de quartzo. 4x/LO.
LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

A biotita apresenta-se em forma lamelar, às vezes orientada seguindo uma direção preferencial, frequentemente exibindo alterações em suas bordas e linhas de clivagens, mostrando pleocroísmo marrom-claro e clivagens em uma direção e, exibindo processo de cloritização e efeitos tectônicos (lamelas levemente dobradas). Frequentemente, processo de oxidação formando foliação anastomosada (*Fotomicrografia 5.22*), a biotita altera-se para a muscovita e alteração para clorita e ainda liberação de opacos nos planos de clivagem.

A hornblenda mostra-se na forma anédricas a subeuédricas e exibe pleocroísmo variando sua coloração de verde-claro a verde-escuro, com inclusões de opacos e titanita, altera-se para clorita. Muitos cristais apresentam processo de oxidação nas fraturas e nas clivagens.

A titanita mostra os cristais relativamente euédricos e subeuédricos, às vezes isoladas, comumente com bordas escuras (liberação de óxidos) alto e exibindo pleocroísmo marrom-claro e estão em inclusão nos anfibólios e feldspatos preferencialmente, com tamanho de 1,0 mm. Ocorrem raramente macla polissintética (*Fotomicrografia 5.23*). Produtos de alteração são manchas amarronzadas, observadas frequentemente nos contatos, superfícies e bordas dos cristais e nas biotitas.

Os outros minerais acessórios são pequenos grãos de apatitas anédricas e opacos
(Fotomicrografia 5.24).



Fotomicrografia 5.21 - Textura protomilonítica a milonítica. 4x/LO.

Fotomicrografia 5.22-Exibi foliação anastomosada com base de biotita alterada e opacos. Microestrutura em forma de sigmóide constituída por cristais félsicos. 4x/LN.

Fotomicrografia 5.23 - Cristal de titanita exibindo geminação polissintética. 10x/LO.

Fotomicrografia 5.24 - Cristais de opacos euédricos. 10x/LO.

LO – Luz Ortoscópica; LN – Luz Natural.

6 - Geologia Estrutural

A orogênese Brasiliana/Pan-Africano na Província Borborema é resultado da colisão entre três grandes domínios continentais: o Cráton Oeste Africano (COA), o Cráton São Francisco-Congo e a Faixa Móvel Neoproterozóica (Províncias do embasamento policíclico do Hoggar, Nigéria, Borborema e África Central, circundados pelos Pharusian, Atacora, Sergipano, Médio Coreau e cinturões de cavalgamento da África Central) (Castaing *et al.* 1993).

As rochas do embasamento da região noroeste do Ceará apresentam uma evolução deformacional policíclica e polifásica, com atuação dos ciclos Transamazônica e Brasiliano.

Durante as etapas de campo foi identificada a principal feição, é uma zona de cisalhamento (o sentido destal desta transcorrência, sendo universalmente aceito) que possui um trend NE-SW (*Figura 9.1*).

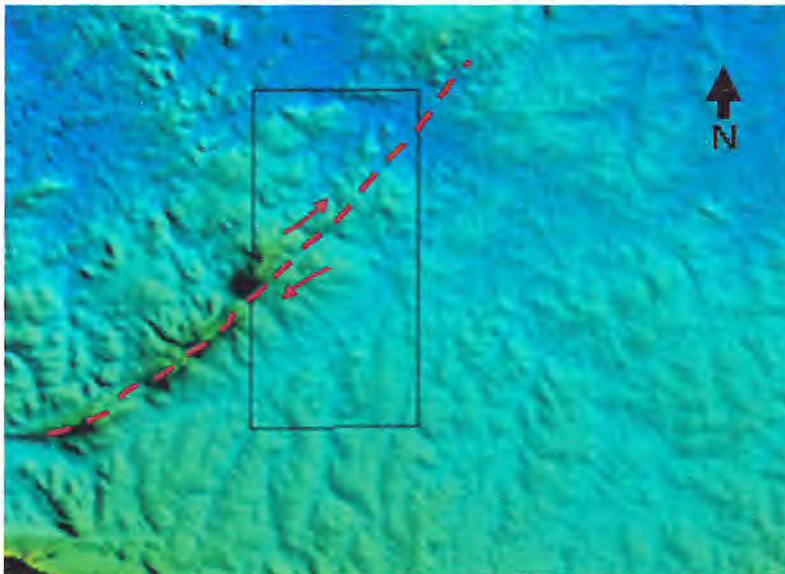


Figura 6.1 – Destaca a zona de cisalhamento transcorrente com sentido destal Uruoca-Tucunduba.

E outras feições estruturais que correspondem a feições do tipo dúctil são foliações, dobras, rúpteis sendo fraturas com ou sem preenchimento e lineações de estiramento mineral, que serão descrito a seguir:

6.1 Complexo Granja

6.1.1 – Foliações

A foliação S_n é encontrada no embasamento do Complexo Granja, que apresenta uma foliação bem penetrativa de direção NE-SW (140, 120, 140, 45), e mostram mergulhos variam de médio a alto (44° a 85°) para NW. Possui um trend NE-SW, característico da região, à qual influencia da Zona de Cisalhamento, que proporcionou foliações e lineações preferenciais tanto nos quartzitos como nos filitos, que também encontram-se bastante fraturados e falhados.

A foliação S_n do Complexo Granja é definida pela orientação dos minerais e pelo bandamento gnáissico formado pela alternância de minerais máficos (biotita e anfibólio) e félsicas (quartzo, álcali feldspato e plagioclásio) de espessura milimétrica a centimétricas (*Foto 6.2*), e às vezes milonitizado, marcando uma orientação mineral, formando uma foliação milonítica, com direção NE-SW (*Figura 6.3 e 6.4*) às vezes com mergulhos são subverticais. A foliação S_{n+1} , esta relacionada à deformação, resultante em dobras abertas (*Foto 6.1*).

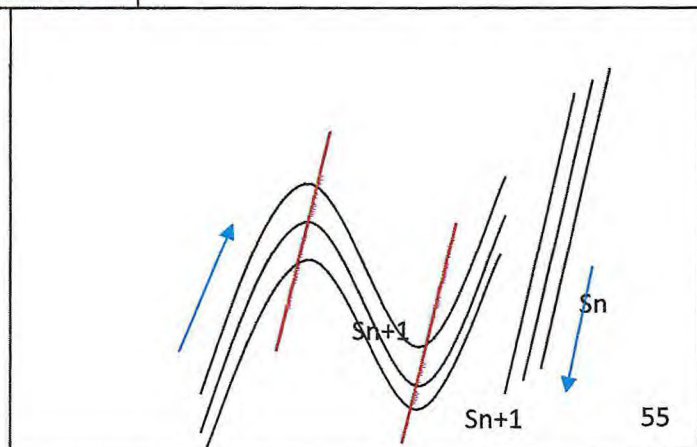
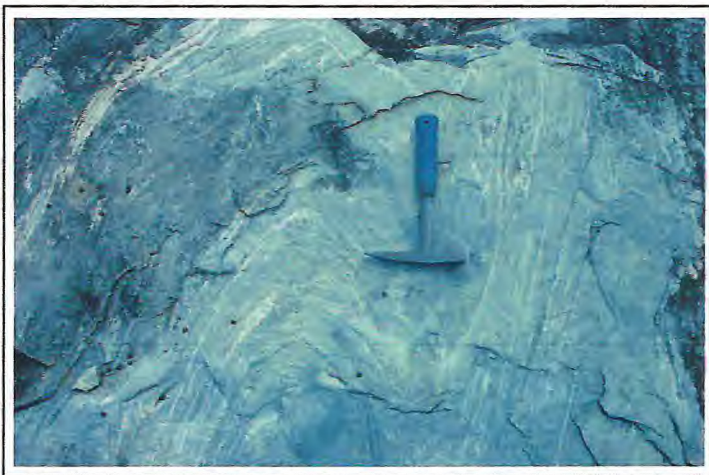


Foto 6.1 – Gnaiss migmatito do Complexo Granja exibindo bandamento Gnáissico por S_n e dobramentos exibindo foliação S_{n+1} , com representação abaixo. CM 26; Coord.: 330229/9635184.

O estereograma gerado para as rochas do Complexo Granja evidencia a foliação Sn, com direção preferencial para NE-SW

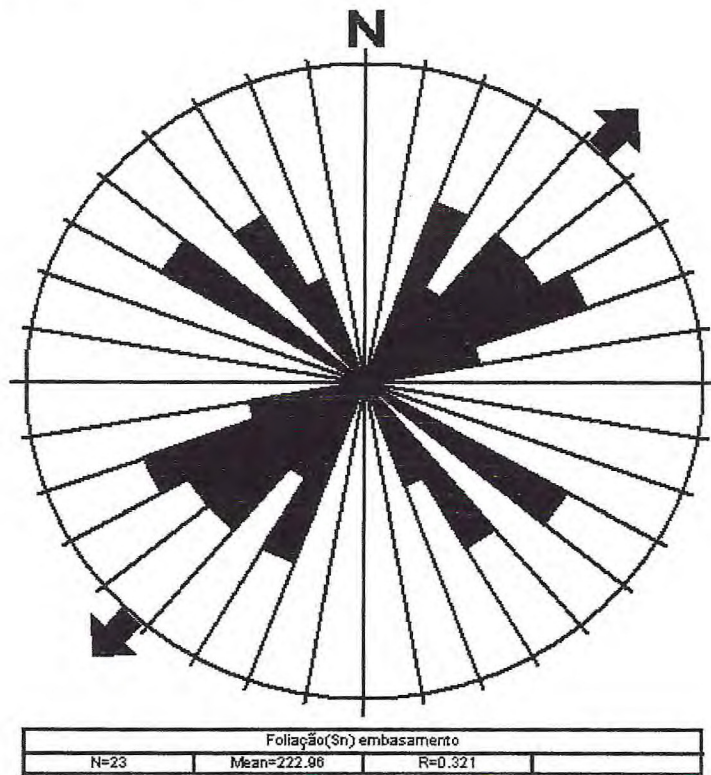


Figura 6.1 – Diagrama de roseta com as direções planas de foliação (Sn) mostradas direções preferenciais NE- SW, 23 medidas.

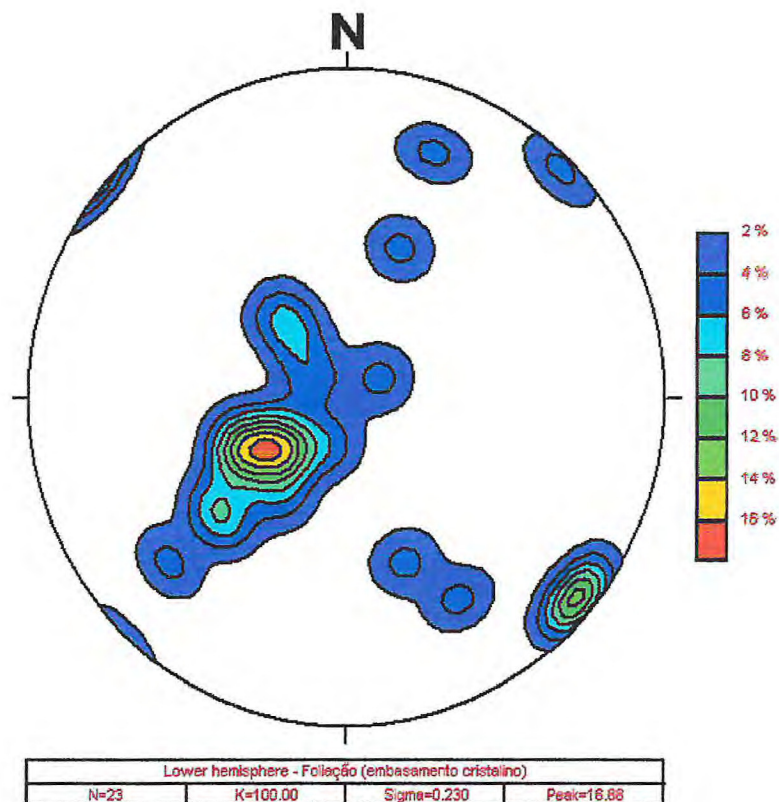


Figura 6.2 – Diagrama de contorno do plano para pólo de foliação, mostrado para NE e SW.

6.1. 2 – Lineações (Ln)

As lineações de estiramento mineral (Ln) é observada nas rochas do embasamento do Complexo Granja e nos cristais de biotita, anfibólio, quartzo e feldspato de potássio na mesma direção junto com a foliação (Sn). A lineações (Ln) possuem mergulhos que variam entre 20°- 40° para NW, outras possuem pequenos caimentos, tem-se mergulhos que variam de 2° e 5°, o que significando que pode ser um movimento transcorrente ao longo da zona de cisalhamento, que afetou as rochas do embasamento do Complexo Granja (*Figura 6.4*).

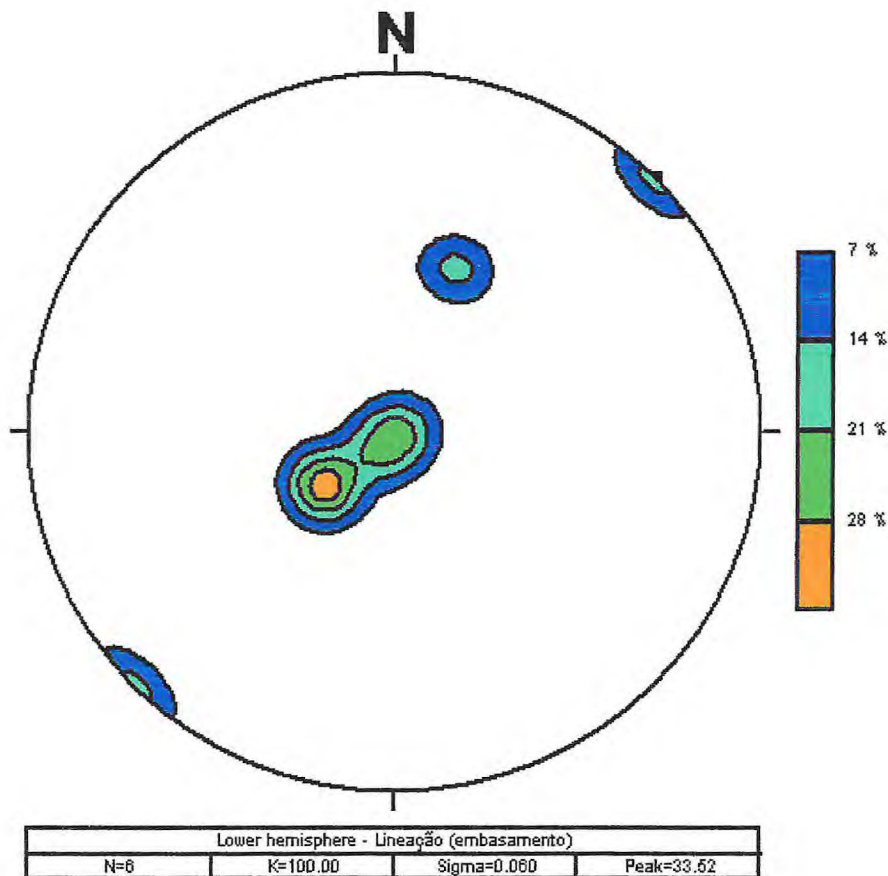


Figura 6.4- Diagrama de contorno do plano para pólo de lineações sub-horizontais, mostrado a direção para NE-SW.

6.1. 3 – Dobras

São feições do tipo dúctil que as rochas do Complexo Granja mostram em escala que variam de milimétricas a centimétricas são geradas essencialmente pelo movimento de zonas de cisalhamento (Foto 6.3). Essas dobras apresentam-se do tipo abertas a partir de uma geradas transposição, deformando a foliação S_n , gerando a foliação S_{n+1} , caracterizando dobras comuns com estrutura do tipo “S” e “Z” e raramente “M” (Foto 6.4), que pode caracterizar zona de cisalhamento transcorrente.

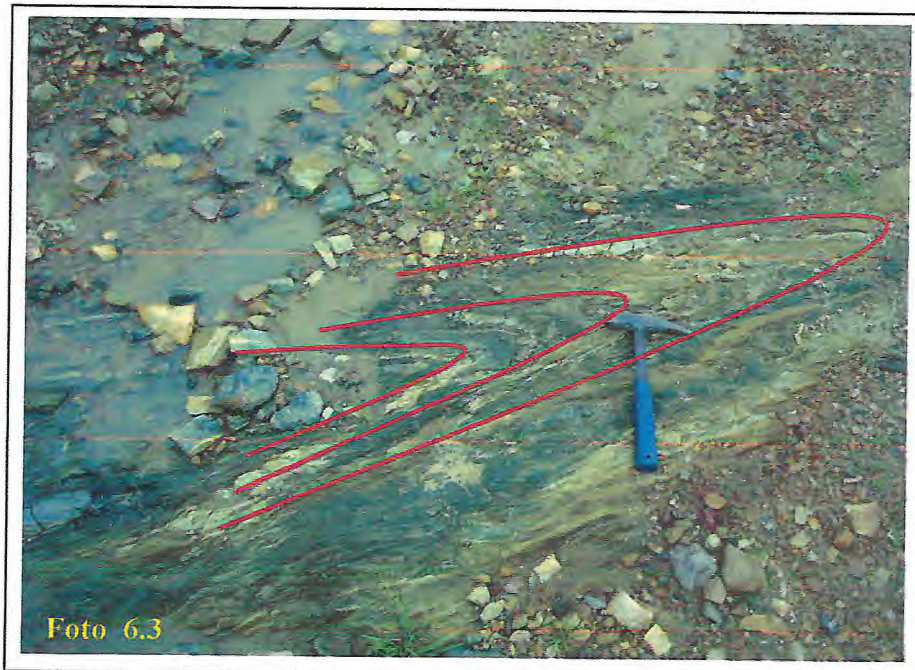


Foto 6.3 – Dobra marcante formada pelo cisalhamento do Complexo Granja. UR 21; Coord. 327036/963472.



Foto 6.4 – Dobra do tipo “M” em gnaisse do Complexo Granja. UR 26; Coord.: 329215/9637332.

6.1. 4 – Fraturas

Essas fraturas ocorrem perpendiculares à foliação (Sn) (*Foto 6.5*), representa uma reativação recortando os afloramentos, podendo ser originar a zona de cisalhamento e possuem direções preferenciais 140°Az , 135°Az e 185°Az . No Complexo Granja essas fraturas apresentam dimensões variáveis, às vezes preenchida por quartzo e epidoto (*Foto 6.6*). As medidas dos planos e fratura em direção principal NW-SE e planos secundários para NE-SW.

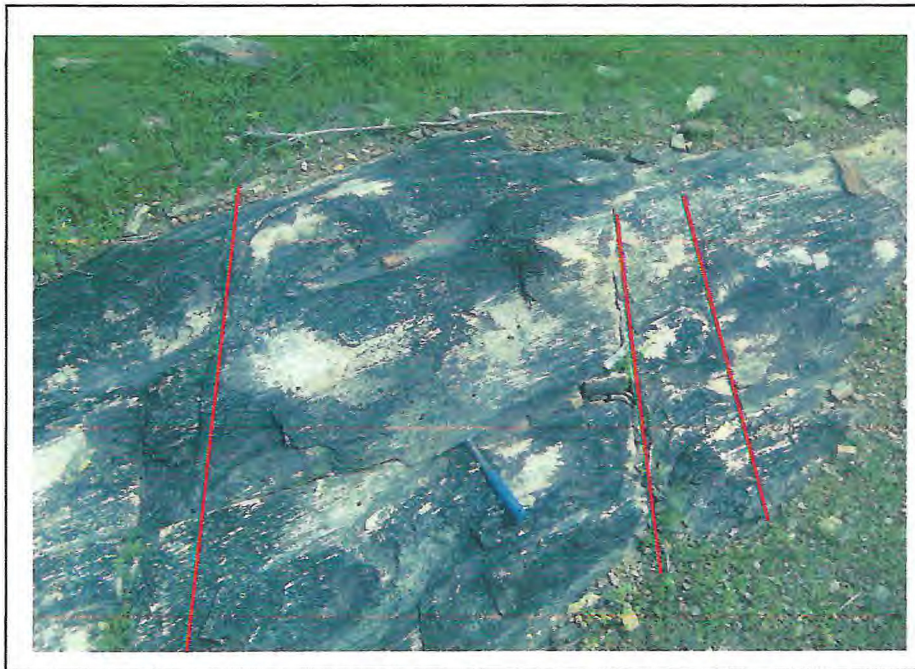


Foto 6.5 – Fraturas recortado os ortognaisse com direção NW-SE. RT 09; Coord.: 330768/9638286.

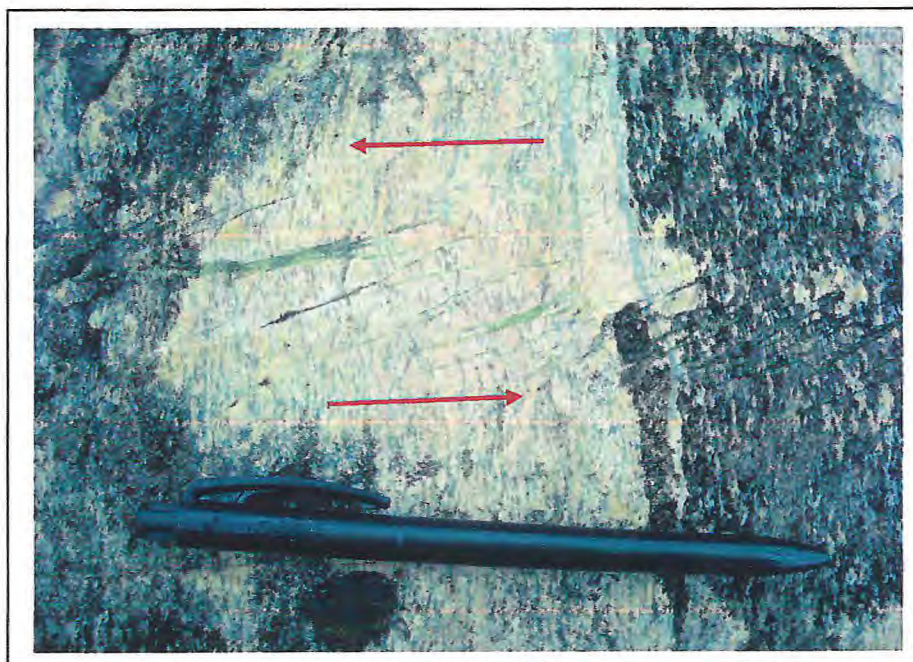


Foto 6.6 - Juntas escalonadas com preenchimento de epidoto. UR 26; Coord.: 329215/9637332.

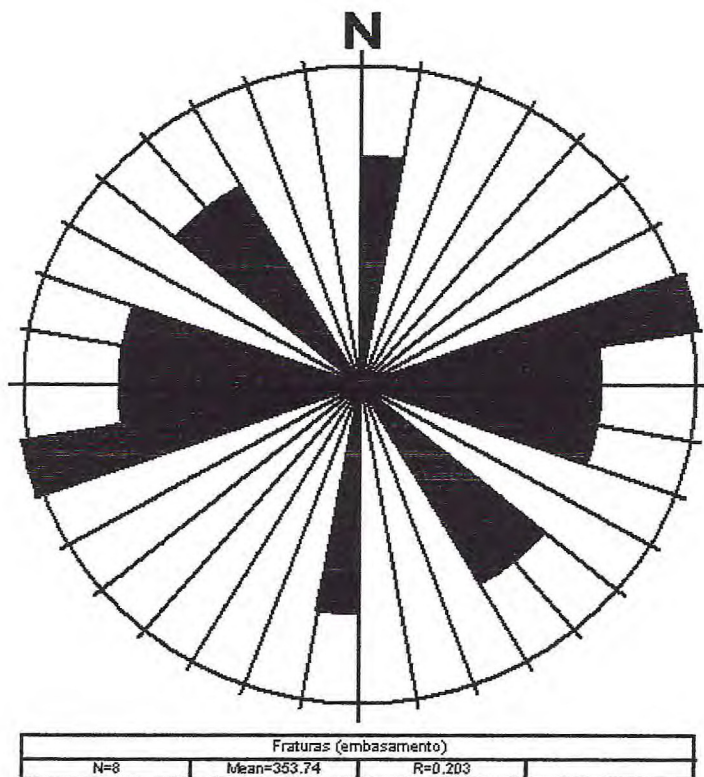
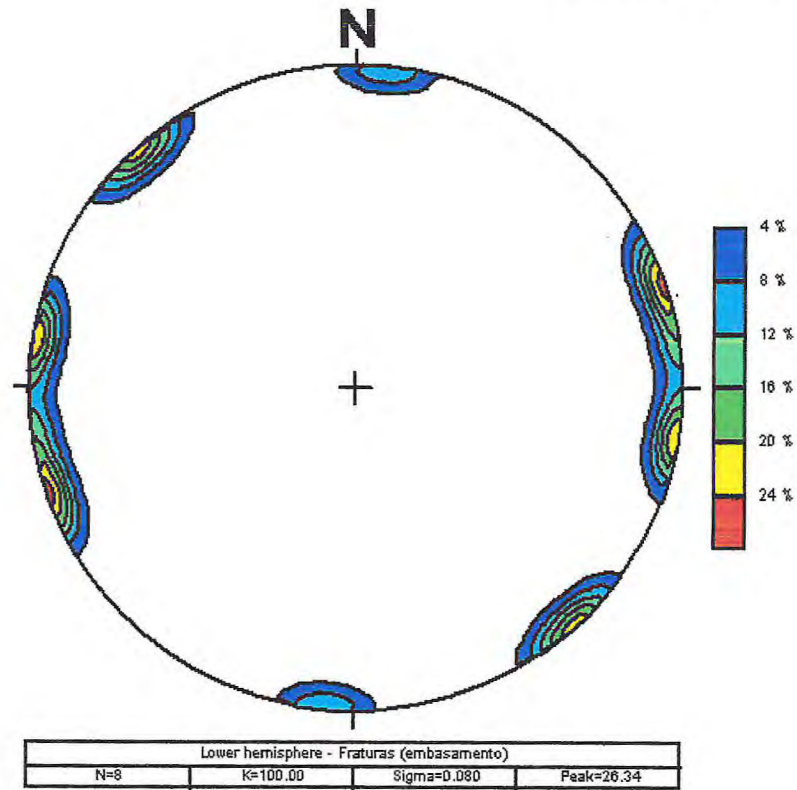


Figura 6.5 - Diagrama de contorno do plano para pólo de fraturas e diagrama de rosetas com direções principais NW-SE.

6.1.5 – Zona de Cisalhamento

As rochas da área de estudo são caracterizadas por esforços extensionais com o trend regional, apresentando planos de foliação subverticais de direção NE-SW e mergulhos que variam tanto para SE como para NW, presença de dobras geradas por uma foliação bem penetrativa (S_{n+1}), originados pelos movimentos da zona de cisalhamento. São dobras comuns do tipo “S” e “Z”.

Presenças de indicadores cinemáticos são representados por sigmóides de feldspato de potássio evidenciando uma movimento dextral, podendo indica uma possível zona de cisalhamento (*Foto 6.7*). Em seção delgada são observados cristais de feldspato de potássio e plagioclásio evidenciando movimento dextral.



Foto 6.7 - Cristais de feldspato de potássio, forma de sigmóides que dão indícios de cisalhamento com movimento dextral. CM 25 A ; Coord.: 330463/9635204.

A nível microscópico são observados microbandamento de quartzo, recristalização dinâmica, além de cristais desse mesmo mineral como característica sigmóidais evidenciando um sistema S/C. A presença de cristais alongados de quartzo com forte extinção e contatos irregulares.

6.2 Grupo Martinopóle

6.2.1 - Formação São Joaquim

Esta Formação caracteriza-se estruturalmente por feições do tipo planar dúctil (foliações) e rúptil (fraturas), e feições lineares (estiramento), é constituída principalmente por quartzitos, exibem foliação (Sn) penetrativa bem marcada com direções preferenciais NE-SW com direção preferenciais para entre 70° - 150° Az (Foto 6.6), seus mergulhos são de alto ângulo com direções NW-SE, que variam de 15° a 90° , e apresentando-se verticais a subverticais.

Os quartzitos da Formação São Joaquim exibem acamamento So, observável a partir de estratificação plano paralelo. Frequentemente associada a foliação tem-se a desenvolver lineamentos minerais que são definidos principalmente pela orientação de minerais como quartzo e muscovita, formados em condições metamórficas de baixa temperatura em fácies xisto-verde.

Microscopicamente a foliação é caracterizada pela presença de cristais de quartzos alongados “Platten”, com extinção ondulante e apresentado alinhamento da silimanita e muscovita



Foto 6.6 - Contato entre Gnaiss e Quartzito localizado na porção SW da área. UR 18; Coord.: 327874/9634708.

7- Metamorfismo

A partir das observações feitas em sessões delgadas, visando o estabelecimento das associações minerais e texturais dos litotipos mapeados, em objetivo de caracterizar as fácies metamorfa (condições de T e P) atuante nessas rochas, os prováveis protólitos e seus respectivos ambientes geológicos do Complexo Granja e do Grupo Martinópole, segue-se

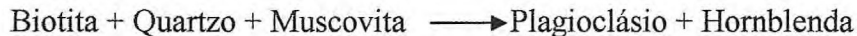
7.1 - Complexo Granja

Na área de estudo foram registrados os litotipos, biotita gnaiss, hornblenda Gnaiss, gnaiss milonítico, que compõem o Complexo Granja.

7.1.1 - Biotita gnaiss

A associação mineral é composta por: quartzo (Qz) + k-feldspato (Kf) + plagioclásio (Pl) + hornblenda (Hbl) + biotita (Bt) + muscovita (Ms) + clorita (Cl).

Apresentando a seguinte reação:

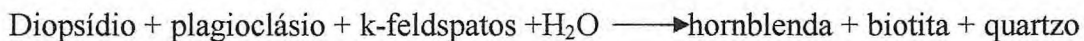


A presença de plagioclásio e hornblenda no produto da reação, indica condições de metamorfismo no fácies anfíbolito (Yardley, 1994).

7.1.2 - Hornblenda Gnaiss

A associação mineral constituinte dos hornblenda gnaiss é constituído por: quartzo (Qz) + k-feldspatos (Kf) + hornblenda (Hbl) + plagioclásio (Pl) + epidoto (Ep) + biotita (Bt) + muscovita (Ms).

A reação sugerida na associação escrita acima:



Com a presença de hornblenda e plagioclásio sugere que o metamorfismo ocorreu no fácies anfíbolito (Yardley, 1994).

A presença de epidoto indica que a rocha sofreu metamorfismo de média a alta temperatura, que sugere condições metamórficas da fácies anfibólito.

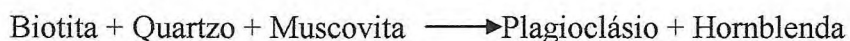
A reação para esta associação pode ser da seguinte maneira:



7.1.3 - Gnaiss milonítico

Nos Gnaiss milonítico a associação mineral corresponde a quartzo (Qz) + k-feldspatos (Kf) + plagioclásio (Pl) + biotita (Bt) + muscovita (Ms) + hornblenda (Hbl).

Para esta associação a reação é a seguinte:



Quando o produto da reação apresenta, plagioclásio e hornblenda, indicam condições de metamorfismo ocorrido no fácies anfibólito, sendo portanto considerado como médio grau metamórfico (Yardley, 1994).

O Complexo Granja foi posicionado no fácies anfibólito, sendo considerado como de médio grau metamórfico. Com existência de hornblenda indicando o começo do fácies anfibólito, e provavelmente o aparecimento do fácies da estauroлита. A cloritização que atinge a biotita e a hornblenda, e a presença de epidoto, evidencia o retrometamorfismo.

Este metamorfismo esta associados a orogênese Brasileira, os gnaisses do Complexo possuem uma história mais antiga, contudo atribuir essa mineralogia esta associada a eventos do Paleoproterozóico torna-se mais difícil e incoerente.

7.2 - Grupo Martinópolis

7.2.1 - Formação São Joaquim

Os quartzitos da Formação São Joaquim apresentam a seguinte associação: quartzo (Qz) + feldspato de potássio (Kf) + biotita (Bt) + sillimanita (Sil) + muscovita (Mus).

O surgimento da sillimanita sugere condições mais elevadas de temperatura para o conjunto, podendo originar as seguintes reações.

Muscovita + Quartzo + H₂O → Silimanita + fusão

Muscovita + biotita + Quartzo + H₂O → Silimanita + fusão

Muscovita + Quartzo → K-feldspato + Silimanita + fusão

Com base Winkler (1977), a presença da silimanita indica condições metamórfica ocorrido no fácies anfibólito (Zona da Silimanita).

Essa associação apresentam condições de alta temperatura e baixa pressão do fácies anfibólito, tendo como principal mineral índice do metamorfismo “silimanita”. Essa associação pode ser representada no fácies anfibólito. Sendo associado a orogênese Brasileira, e mais novos que o embasamento do Complexo Granja.

8 - Litoestratigrafia

A coluna estratigráfica proposta neste relatório, baseia-se em observações de campo visto que a área em questão. Foram agrupadas unidades de mesmas características litoestruturais.

Os litotipos mais importantes neste trabalho referem-se ao Complexo Granja, em cerca de 60% da área de estudo e é recoberta pelas supracrustais do Grupo Martinópole e sedimentos Quartenário.

8.1 –Complexo Granja

Esse complexo que ocorre com maior frequência na área de estudo, é representada por rochas gnáissicas, parcialmente migmatizadas e/ou milonitizadas, nas proximidades de zonas de cisalhamento. Frequentemente ocorre sob a forma de lajedos de escala métricas a decamétricas, às vezes sendo encontrados em blocos soltos e em corte de estrada.

Conforme os aspectos mineralógicos e em análises petrográficos foram identificados quatro litotipos distintos para a área de estudo: ortognaisses, hornblenda gnaisses, gnaisses miloníticos, gnaisses migmatitos.

Estas rochas apresentam coloração em várias tonalidades de rosada a cinza c, quando estão alteradas encontramos em tons marrons, com granulação que variam de média a grossa. O bandamento gnáissico é marcado pela orientação das biotitas, anfibólios e feldspatos e às vezes este bandamento pode ser migmatizado.

8.2 – Grupo Martinópole

8.2.1 – Formação São Joaquim

A formação São Joaquim é constituindo por quartzitos, encontram-se em torno de 40% da área de estudo, constituindo-se na forma de blocos soltos, e estão preservados em importante alinhamento de crista na Serra do Soim.

Os quartzitos impuros encontram-se, normalmente estratificadas e com estrutura maciça, granulação variando de fina a média, apresentam cores entre o cinza a creme e o branco. Já os quartzitos brechados possuem textura cataclástica, caracterizada pelo intenso fraturamento dos minerais, sendo geradas em zona de falha.

8.3 – Coberturas Quaternárias

São representadas por areias quartzosas, que possuem coloração creme até um solo mais avermelhado, de espessura variável, podendo encontrar cascalhos grosseiros, blocos de quartzitos e gnaisses. Os aluvões aparecem nas margens dos córregos são representados por areia fina a grossa, de coloração cinza-claro com variações para tonalidades escuras, ocorrem também cascalhos grosseira e argila com matéria orgânica em decomposição.

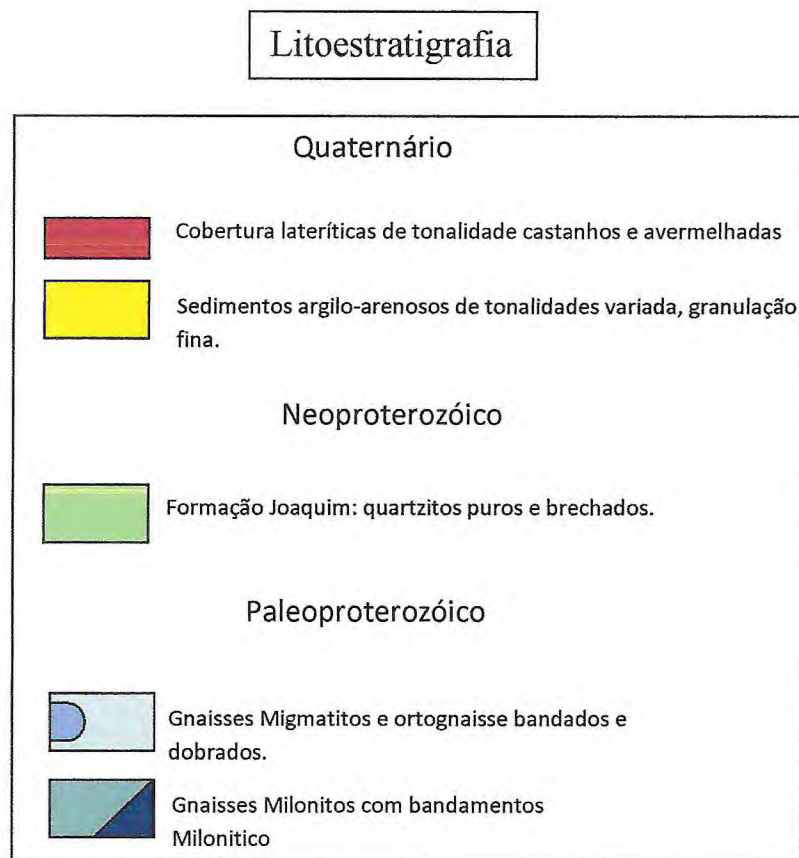


Figura 8.1 – Coluna estratigráfica proposto para a área.

9 - Evolução Geológica

A área está inserida no sistema médio Coreau, a região noroeste do estado do Ceará, afetado por uma tectônica tangencial (empurrão), que ocorreu durante o Ciclo Orogênico Brasileiro envolvendo tanto o embasamento quanto à sequência supracrustal. A designação procura enquadrar, na porção adjacente a noroeste do lineamento Sobral Pedro II, a principal delas que é classificada como Lineamento Transbrasiliano.

O Domínio é delimitado por importantes falhamentos e apresenta um alto ângulo estrutural denominado Horst de Tucunduba que separa uma faixa a noroeste (Martinópolis). Na margem noroeste do sistema encontra-se o maciço de Granja, é controlado por zonas de cisalhamentos e falhas de natureza dúcteis/rúpteis, com direções NE – SW com movimentações destrais e mergulhos variados.

As rochas do embasamento, litologicamente constituídas de gnaisses diversos seriam formados por um material de idade situada entre 2.3 e 2.2 Ga e apresentam lineações em direções NE-SW, com muitos dobramentos e padrões de interferências, devido a tectônica e onde os dobramentos são as feições predominantes.

O Complexo Granja é conhecido pelo desenvolvimento de paragêneses metamórficas de fácies granulito a anfibolito alto com associação de silimanita + granada + piroxênio e migmatitos, e por uma foliação de baixo ângulo, que vai adquirindo maior mergulho próximo as grandes zonas de cisalhamento transcorrente de direção NE-SW. Representado como a porção autóctone em relação com pacote alóctone (metassedimentos) do Grupo Martinópolis.

O Grupo Martinópolis compreende supracrustais, mostrando idades Proterozóicas ainda duvidosa. Segundo Prado *et al.* (1981), durante o Proterozóico Médio, todo o mega continente do “Pangea”, teria sido submetido a tensões, devido ao alívio teria resultado uma intensa tectônica que teriam se originado e foram preenchidas por espessa sequências pelítico-carbonática.

Prado *et al.* (1979), admite a deposição de arenitos em zonas próximo são litoral, numa bacia “Rift” isolada, de característica miogeossinclinal, na plataforma Transamazônica onde os arenitos sofreram posterior transporte para níveis crustais mais

profundos. Ocorreram atividade vulcânicas, com que os arenitos foram metamorfisados no fácies anfíbolito, e originaram os quartzitos e as metavulcânicas associadas.

O Grupo Martinópolis apresenta associações minerais de baixa pressão e alta temperatura (predomínio da silimanita) com comportamento alóctone, são limitados por descontinuidades tectônicas que variam de rampas de cavalgamento em sistema de nappes até transcorrências. A movimentação desses blocos nas transcorrências NE-SW, evoluíram de cavalgamentos e podem representar rampas laterais de escape tectônico por mecanismos transpressivos, originando estruturas em flor positiva.

O Ciclo Brasileiro caracterizou-se por um metamorfismo regional, concomitante a deformação rúptil/dúctil, que afetou tanto os terrenos supracrustais, quanto os terrenos gnáissicos mais antigos.

10 - Conclusão

A área mapeada é dividida litoestratigraficamente da base para o topo em: embasamento cristalino compõe-se de gnaisses diversos dos tipos: ortognaisses, hornblenda gnaisses, gnaisse miloníticos e gnaisses migmatitos e o Grupo Martinópole com quartzitos.

O Complexo Granja, os gnaisses encontram-se sob a forma de lajedos, com granulação média a grossa, apresentando cores cinza a cinza escuro, estruturalmente bandados cortados por veios quartzosos, podendo ser observado sigmóides rotacionados indicando uma movimento dextral no regime dúctil e dobrados.

Observamos dois tipos de foliação, uma foliação S_n que representa o bandamento gnáissicos, com direção NE-SW e mergulhos que variam de médio a alto (44° a 85°) para NW, às vezes verticalizados e paralelos ao bandamento, caracterizada pela milonitização das rochas encontradas em locais próximos às zonas de cisalhamento (Uruoca-Tucunduba)

O grupo Martinópole é representado pela Formação São Joaquim com os quartzitos e quartzitos brechados, sua maioria são blocos soltos, geralmente e com estrutura maciça e granulação variando de fina a média. Apresentam cores entre o cinza a creme e o branco, bastante fraturados às vezes preenchidos por epidoto. Os quartzitos brechados apresentam textura cataclástica, caracterizada pelo intenso fraturamento dos minerais, sendo geradas em zona de falha. Essas rochas foram submetidas a uma cominuição mecânica, devido à movimentação dos blocos da falha.

O metamorfismo no Complexo Granja de acordo com associação de minerais, mostra que o embasamento atingiu a fácies anfíbolito e médio grau metamórfico devido ao aparecimento de plagioclásio e hornblenda. Tendo como características a variação de alta temperatura e alta pressão. O Grupo Martinópole representa associação alta temperatura e baixa pressão do fácies anfíbolito até sillimanita e sericita.

O Complexo Granja apresenta-se autóctone em relação ao pacote alóctone do Grupo Martinópole, são limitados por discontinuidades tectônicas que variam de

rampas de cavalgamento ou nappes, evoluindo para transcorrências, as quais formam os típicos lineamentos brasileiros.

11-Referência Bibliográfica

- ABREU, F.A.M.; GAMA Jr., T.G.; GORAYEB, P.S.S.; HASUI, Y. O cinturão de cisalhamento noroeste do Ceará: In: Congresso Latinoamericano de Geologia, 7., 1988, Belém, Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988. p. .
- ALMEIDA, F.F.M.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Províncias Estruturais Brasileiras: In: VIII Simpósio Geologia do Nordeste, 1977, Campina Grande, Atas... Campina Grande, 1977. p. 363-391.
- ARTHAUD, M.H, VASCONCELOS, A.M AND OLIVEIRA, F.V.C. As seqüências Metasedimentares do Ceará Central: In: XL Congresso Brasileiro de Geologia, 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998. p. 16.
- BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J. & VAN, S. W. R. 2000. Tectonic History of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: Cordani, U., Milani, E. J., Thomaz F, A. & Campos, D. A. (eds) Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brazil, 151–182.
- BRITO NEVES, B.B. Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino. 1975, 198 f. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRITO NEVES, B.B. Geocronologia da Borborema. os fatos e as questões abertas: In: Simposio de Geologia Do Nordeste, 16., 1995, Recife. Atas... Recife: Bol. Núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia 14 (2), 1995. p. 410-413.
- CABY, R.; SIAL, A. N.; ARTHAUD, M. & VAUCHEZ, A. 1991. Crustal evolution and the Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil. In: R. Dallmeyer & P. Lecorché (eds.), Springer-Verlag. p 373-397.
- CAVALCANTE, J. C. & FERREIRA, C. A. 1983. Mapa geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000, MME. CPRM/DNPM.
- FETTER, A.H.; SCHMUS, W.R.V.; SANTOS, T.J.S.; NOGUEIRA NETO, J.A.; ARTHAUD, M.H. Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará state, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the paleoproterozoic supercontinent "atlantica". Revista Brasileira de Geociências, V. 30, n.1, p. 102-106, 2000.
- FETTER, A.H.; SANTOS, T.J.S.; SCHMUS, W.R.V.; HACKSPACHER, P.C.; BRITO NEVES, B.B.; ARTHAUD, M.H.; NOGUEIRA NETO, J.A.; WERNICK, E. Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly of West Gondwana. Gondwana Research, v. 6, n. 2, p. 265-273, 2003.

FETTER, A. H. 1999. *U-Pb and Sm-Nd Geochronological constraints on the crustal framework and geological history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brasil: implications for the assembly of Gondwana.* PhD thesis, University of Kansas.

GAMA Jr, T. Geologia do setor nordeste da zona de cisalhamento de Granja – Noroeste do Ceará. 189 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Pará, Pará.

HACKSPACHER, P. C.; SANTOS, T. J. S.; LAFON, J. M. 1991. Evolução geocronológica do Complexo gnáissico-migmatítico do NW Ceará. XIV Simpósio de Geologia do Nordeste, Recife, Anais:268-271.

NOVAIS, F. R. G.; BRITO NEVES, B. B. de.; KAWASHITA, K. Reconhecimento cronoestratigráfico da região noroeste do Ceará: In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 9.1979, Nata. Resumos...Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1979.p. 93-110.

NOGUEIRA NETO, J. A. 2000. Evolução Geodinâmica das faixas granulíticas de Granja e Cariré, extremo noroeste da Província Borborema. Tese de Doutorado. IGCE-UNESP inédito 171pp.

NOGUEIRA NETO, J. A., MARQUES Jr., F., NERI, T. F. O., PEDREIRA, L. H. S. T., 1989. Contribuição à geologia do município de Chaval (CE). Atas do XIII Simpósio de Geologia do NE. Fortaleza, SBG. 11, 27-28.

OLIVEIRA, D.C. Geologia do Graben Martinópole, área de Campanário/Paula Pessoa (Granja- CE). Implicações na evolução litoestratigráfica e tectonomagmática do noroeste do Ceará. 1992. Revista Brasileira de Geociências. v. 22 n. 2 : p.143-156.

PRADO, F.S. *et al.*, Projeto Martinópole. DNPM/CPRM. 1981- Relatório final. Vol. 5. SANTOS, T.J.S & HACKSPACHER, P.C. Geologia do Grupo Martinópole, noroeste do Ceará. In: Cong. Bras. Geol. 37. São Paulo, 1992. Anais ... São Paulo, SBG. V.1. p. 298-299.

PRADO, E. S.; MENDONÇA, J. C. G. S.; MORAIS, J. B. A.; MEDEIROS, M. E.; ASSUNÇÃO, P. R. S.; ANDRADE, V. A.; MEDEIROS, R. P. 1981. Geologia da região NW do Estado do Ceará – Projeto Martinópole. DNPM/CPRM – Série geologia básica 17 – Brasília – 59 pp, incluindo mapa.

SANTOS, T.J.S. Contribuição ao estudo da região noroeste do Ceará. Mapeamento de uma área a Sudoeste de Granja (CE). Área de Pitumbu. 1988, 126 f. Relatório de Graduação (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

SANTOS, T.J.S. Deformação monocíclica Brasileira/Pan-Africana das seqüências supracrustais do Domínio Médio Coreau – Região Noroeste do Ceará: In: V Simpósio

Nacional de Estudos Tectônicos, 5., 1995. Anais...São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1995. p. 81-83 .

SANTOS, T. J. S. Aspectos geológicos de uma área a sudoeste de Granja. Região noroeste do Ceará. 1993, 159 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Rio Claro.

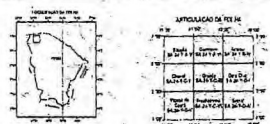
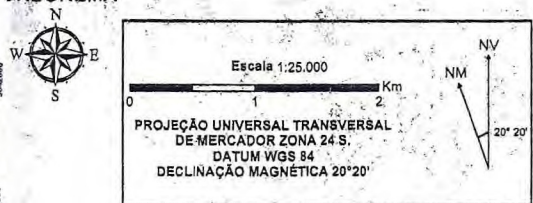
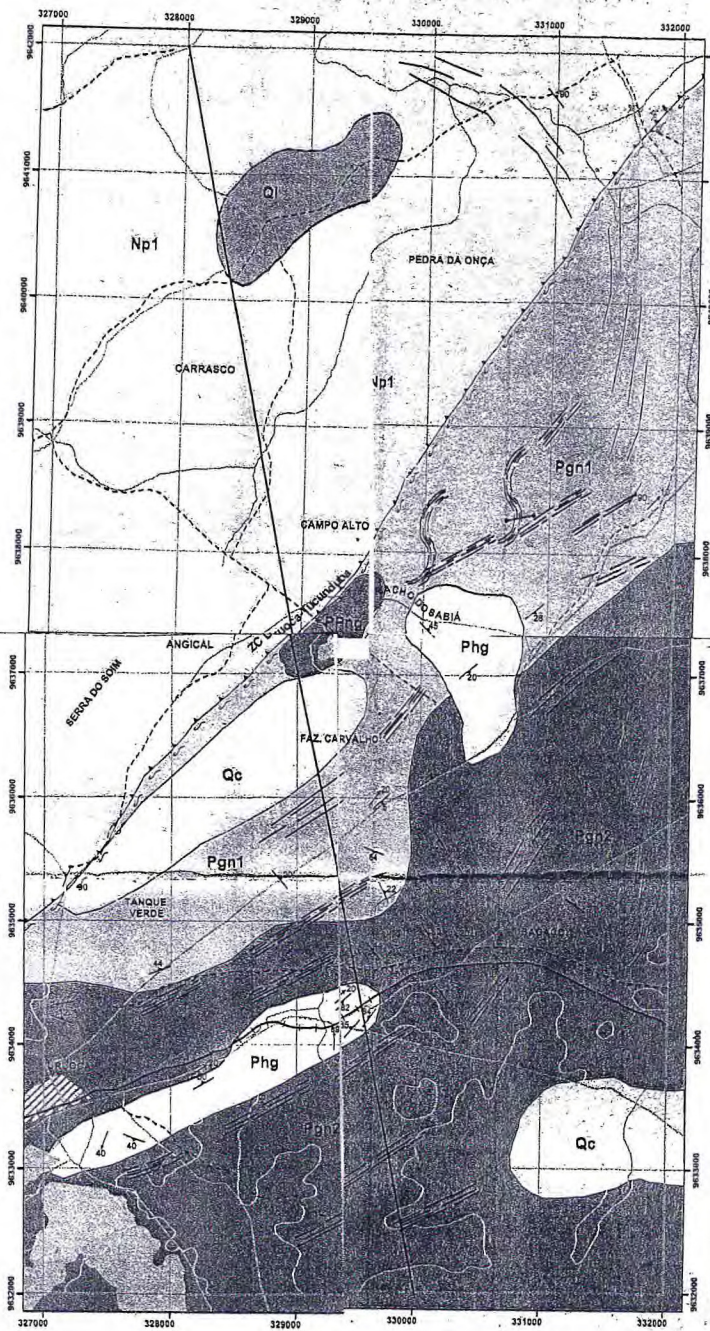
SANTOS, T. J. S. Evolução Tectônica e Geocronológica do Extremo Noroeste da Província Borborema. 1999, 186 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Rio Claro.

TORQUATO, J.R. & PEDREIRA, L.H.S.T. Considerações sobre a geologia da região de Granja-Martinópolis (CE): In: Congresso Brasileiro de . Geologia, 38.,1994, Camboriú. Anais Camboriú 1994.p. 239-240.

TORQUATO, J. R. A Geologia do Noroeste do Ceará (Uma Visão Histórica). 1995. Revista de Geologia v. 8: p. 5-183.

TORQUATO, J. R. & NOGUEIRA NETO, J.A. Historiografia da Região de Dobramentos do Médio Coreau. 1996. Revista Brasileira de Geociências. v. 26 n. 4 p: 303--314.

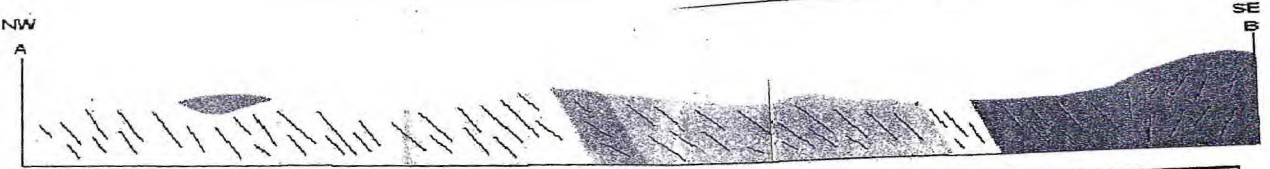
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO CONTATO ENTRE DO GRUPO MARTINÓPOLE E COMPLEXO GRANJA,
DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ, PROVÍNCIA BORBOREMA



LITOESTRATIGRAFIA	
QUATERNÁRIO	
	Nódulos lateríticos ferruginosos de tonalidades castanhos e avermelhados.
	Sedimentos argilo-arenosos de tonalidade variada, granulação fina.
	Dique Vulcânico
NEOPROTEROZOICO	
	Formação São Joaquim: quartzitos puros e brechados e cimentados por materiais lateríticos ferruginosos, de tons amarelados e avermelhados.
PALEOPROTEROZOICO	
	Gnaisses Migmatitos e ortogneisses bandados e dobrados de composição granodiorítica a monzogranítica, com lentes de hornblenda gnaíssa.
	Gnaisses-Milonitos com bandamento milonítico e dobras suaves, com de hornblenda gnaíssa.

Convenções Cartográfica	
	Estrada de ferro
	Caminhos
	Açude
	Curvas de nível
	Drenagem
	Acesso
	Município de Uruoca
	Área de pesquisa

Convenções Geológicas	
	Dique
	Lineação
	Foliação
	Traços Estruturais
	Zona de Cisalhamento destal

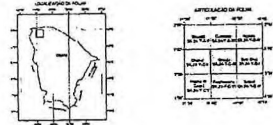
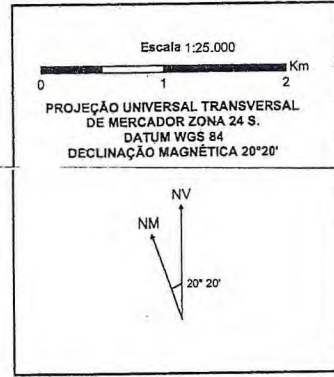
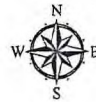
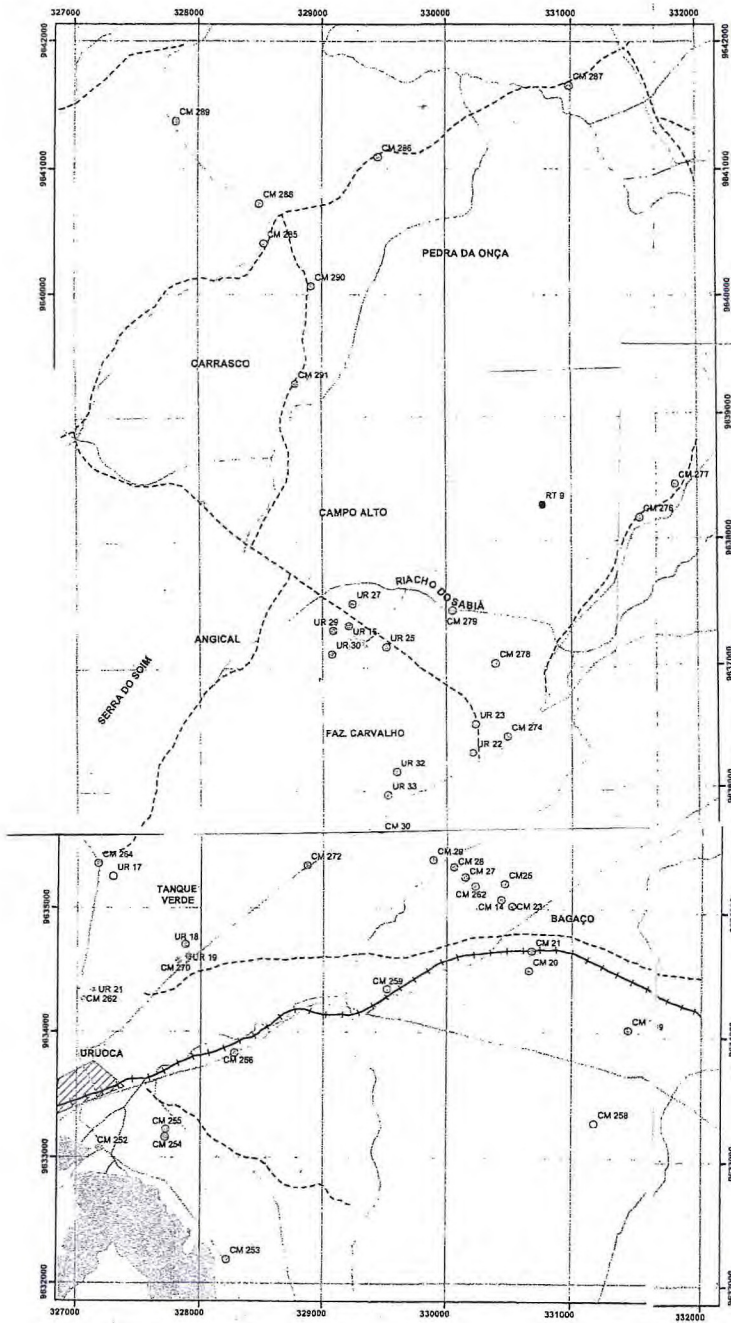


EH: 1:25.000
EV: 1:125.000

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GRADUANDA:
FRANCISCA IDELNEZI SOUSA DOS SANTOS
ORIENTADOR:
PROF. DR. CRHRISTIANO MAGINI

MAPA DE PONTOS (Anexo I)
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO CONTATO ENTRE DO GRUPO MARTINÓPOLE E COMPLEXO GRANJA,
DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ, PROVÍNCIA BORBOREMA



Convenções Cartográficas

- Estrada de ferro
- Caminhos
- Açude
- Curvas de nível
- Drenagem
- Acesso
- Município de Uruoca
- Área de pesquisa

Pontos

- Gnaiss Migmatito
- Gnaiss Milonítico
- Hornblenda Gnaiss
- Ortognaiss
- Cobertura
- Dique


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GRADUANDA:
FRANCISCA IDELNIZI SOUSA DOS SANTOS
ORIENTADOR:
PROF. DR. CRHISTIANO MAGINI