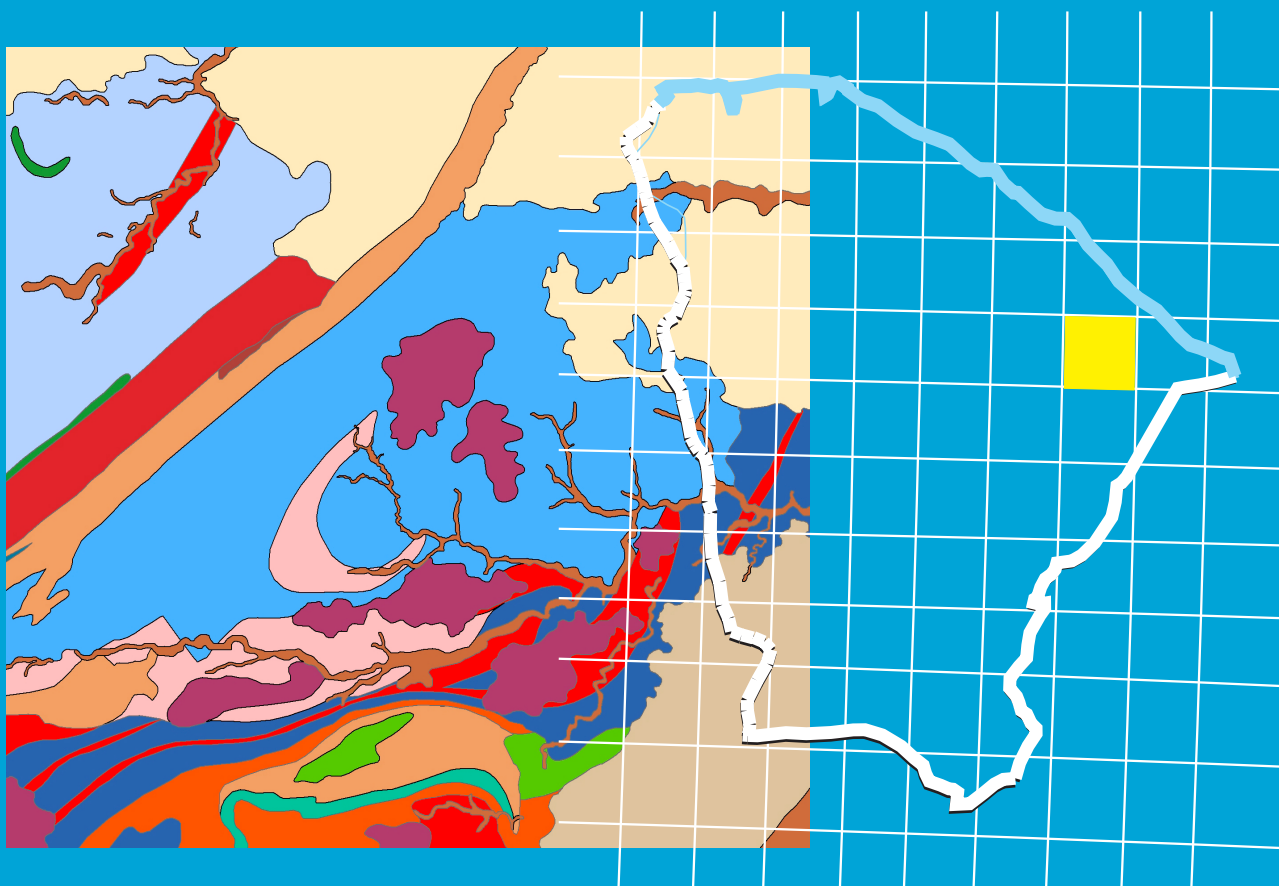


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS **DA FOLHA BONHU – SB.24-X-A-V**



Escala: 1:100.000
2017

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BONHU

SB.24-X-A-V

Escala 1:100.000

Bruno de Oliveira Calado (Org.)

ESTADO DO CEARÁ



FORTALEZA
2017

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL - PGB
INTEGRAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E DIFUSÃO DE DADOS DA GEOLOGIA DO BRASIL

CPRM – RESIDÊNCIA DE FORTALEZA
AV. ANTÔNIO SALES, 1418 – JOAQUIM TÁVORA
FORTALEZA – CE – 60135-101
FAX: (85) 3878.0240
TEL: (85) 3878.0200
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

C141g Calado, Bruno de Oliveira.
Geologia e recursos minerais da folha Bonhu – SB.24-X-A-V: estado do Ceará. Escala 1:100.000. / Bruno de Oliveira Calado --- Fortaleza: CPRM, 2017.
56p.: il.; + mapa (disponível em meio digital)
Programa Geologia do Brasil - PGB. Integração e Difusão de Dados da Geologia do Brasil.
ISBN: 978-85-7499-350-8.

1 Geologia Regional - Ceará. 2. Recursos Minerais. 3. Estratigrafia. 4. Geotectônica. 5. Petrologia. 6. Prospecção Geoquímica. I. Título.

CDD 558.131

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BANABUIÚ
ESTADO DO CEARÁ

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
FERNANDO BEZERRA COELHO
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
VICENTE HUMBERTO LÔBO CRUZ
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
ESTEVES PEDRO COLNAGO
Diretor Presidente

JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
ANTONIO CARLOS BACELAR NUNES
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
ESTEVES PEDRO COLNAGO

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento
JULIANO DE SOUZA OLIVEIRA

Diretor de Administração e Finanças
LÚCIA TRAVASSOS DA ROSA COSTA
Chefe do Departamento de Geologia
MARCELO ESTEVES ALMEIDA

Chefe do Departamento de Recursos Minerais
MARCO TÚLIO NAVES DE CARVALHO

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação
EDILTON JOSÉ DOS SANTOS

Chefe da Divisão de Geologia Básica
HIRAN SILVA DIAS

Chefe da Divisão de Geoprocessamento
DENISE PIMENTEL ASSIS

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA
DARLAN FILGUEIRA MACIEL
Chefe da Residência

ANTÔNIO MAURÍLIO VASCONCELOS
Coordenador Executivo da DGM

EDNEY SMITH DE MORAES PALHETA
Assistente de Produção do DGM

FRANCISCO EDSON M. GOMES
Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BONHU
ESTADO DO CEARÁ

CRÉDITOS DE AUTORIA DA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

Bruno de Oliveira Calado

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

1. Introdução

Bruno de Oliveira Calado

2. Contexto Geológico Regional

Bruno de Oliveira Calado

3. Unidades Litoestratigráficas

Bruno de Oliveira Calado

4. Geologia Estrutural e Tectônica

Bruno de Oliveira Calado

5. Geologia Econômica

Bruno de Oliveira Calado

6. Conclusões e Recomendações

Bruno de Oliveira Calado

Mapa Geológico

Bruno de Oliveira Calado

SIG Geológico

Bruno de Oliveira Calado

COORDENADOR EXECUTIVO DA DGM

Antônio Maurílio Vasconcelos

APOIO TÉCNICO

Iaponira Paiva Gomes (Petrografia)

Joseneusa Brilhante Rodrigues (Geocronologia)

Vicente Calixto Duarte Neto (Técnico em Mineração)

Antônio Celso R. de Melo (Técnico em Mineração)

Francisca Giovania F. Barros (Bibliotecária)

EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID – Marco Túlio Naves de Carvalho

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK – Denise Pimentel Assis

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP - Hiran Silva Dias

Editoração - Eriveldo da Silva Mendonça - REFO

APRESENTAÇÃO

O conhecimento geológico do território brasileiro constitui um instrumento indispensável para o planejamento e a implementação das políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável dos recursos minerais, petrolíferos e hídricos subterrâneos do país e, simultaneamente, fonte de dados imprescindível para o conhecimento do meio físico tendo em vista a execução de estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão ambiental do território nacional. É com esta premissa que a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia, através da CPRM - Serviço Geológico do Brasil têm a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral os resultados alcançados pelo PROJETO FOLHA BONHU - SB.24-X-A-V. Executado pela Residência Fortaleza da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, o projeto apresenta o estado da arte do conhecimento geológico e de recursos minerais na escala 1:100.000 de uma área de 3.000 km² abrangendo áreas dos municípios de Morada Nova, Beberibe, Russas, Ocara, Limoeiro do Norte, Palhano e Ibicuitinga, no estado do Ceará.

Na preparação deste produto foram compilados e integrados todos os dados e informações geológicas, tectônicas, geoquímicas, geofísicas e de recursos minerais disponíveis na região abrangida pela folha. Estes dados foram complementados com a interpretação de fotografias aéreas e de imagens de satélite, seguida de intensa programação de trabalhos de coleta de dados de campo e da elaboração de um texto explicativo. Todos estes dados estão hospedados em robusto e moderno banco de dados (GEOBANK) da CPRM.

Este produto é mais uma ação do PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL que vem desenvolvendo trabalhos em todas as regiões do país e cujo objetivo é proporcionar o incremento do conhecimento geológico e hidrogeológico do território brasileiro, como parte do PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO - PAC.

Com mais este lançamento, a CPRM - Serviço Geológico do Brasil dá continuidade à política governamental de atualizar o conhecimento geológico do país, seja através dos levantamentos geológicos básicos nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 e dos levantamentos aerogeofísicos de alta resolução, com linhas de vôo espaçadas de 500m, ou ainda pela integração da geologia e dos recursos minerais em mapas dos Estados da Federação nas escalas 1:500.000 e 1:1.000.000, contribuindo desta forma com o resgate e a caracterização do conhecimento geológico como uma obra de infra-estrutura de fundamental importância para o desenvolvimento regional e importante subsídio básico à formulação de políticas públicas e de apoio à tomada de decisão dos investimentos.

ESTEVES PEDRO COLNAGO
Diretor-Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

Este trabalho apresenta a nota explicativa da carta geológica da folha Bonhu (SB.24-X-A-V), na escala 1:100.000, integrante do Programa Geológicos do Brasil – PGB, em execução pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, com recursos do Programa de Aceleração ao Crescimento – PAC, do Governo Federal.

A folha é limitada pelos meridianos 38°00' - 38°30'W e paralelos 4°30' - 5°00'S e situa-se na região semiárida do Nordeste do Brasil, porção nordeste do Estado do Ceará. É constituída predominantemente por rochas pré-cambrianas da Província Borborema, sendo recobertas por coberturas sedimentares de idades paleógenas/neógenas e quaternárias.

A área pré-cambriana foi dividida em domínios tectono-estratigráficos, limitados por expressivas zonas de cisalhamentos neoproterozoicas, denominada Senador Pompeu e Orós-Jaguaribe, de cinemática transpressiva dextral, e que limita os domínios Ceará Central (noroeste) e Orós-Jaguaribe (sudeste). O Domínio Ceará Central compreende um embasamento paleoproterozoico, assim como o domínio Orós-Jaguaribe, sendo este último coberto por uma sequência metavulcanossedimentar associada com ortognaisses porfiríticos, depositados em sistema tipo rifte continental, de idade mesoproterozoica (Grupo Orós). Este embasamento apresenta indícios de migmatização durante o Ciclo Transamazônico, enquanto as supracrustais só foram deformadas no Ciclo Brasileiro. A orogênese brasileira afetou todos os terrenos através de um evento colisional com importante plutonismo granítico, formando suítes colocadas nos estágios sin a tardi tectônicas. Os principais bens minerais cadastrados em campo foram classificados segundo sua tipologia genética em: (i) depósitos de manganês metamórfico, intercalado na sequência paraderivada do Complexo Jaguaretama; (ii) depósitos magmáticos pegmatíticos, associado a evolução final do plutonismo granítico no neoproterozoico, e (iii) bens minerais empregados na construção civil e na indústria, como areia, argila e granito.

ABSTRACT

This report presents the explanatory notes to Geologic map of the Bonhu sheet (SB.24-XA-V), at the 1:100.000 scales, as the product of PGB (Geological Program Brazil) developed by the Geological Survey of Brazil - CPRM, with PAC resources from Federal Government.

The sheet is limited by the meridians 38°00' - 38°30'W and parallel 4°30' - 5°00'S, located in the semiarid region of Northeast Brazil, the northeastern part of the state of Ceará. It consists predominantly of Precambrian rocks of the Borborema Province, being covered by sedimentary covers old Paleogene / Neogene and Quaternary.

The Precambrian area was divided into tectonic-stratigraphic domains, limited by Neoproterozoic shear, called Senador Pompeu and Orós-Jaguaribe, with dextral transpressive kinematics, and limits the Ceará Central Domain (northwest) and Orós-Jaguaribe Domain (southeast). The Ceará Central Domain comprises a Paleoproterozoic basement, as well as the Orós-Jaguaribe Domain. The latter covered by metavolcanic-metasedimentary sequences associated with sub-alkaline porphyritic orthogneisses deposited in a continental rift system of Mesoproterozoic age (Orós Group). This basement has migmatization evidence during Transamazonian cycle, while the supracrustal were only deformed in the Brazilian Cycle. The Brasiliano orogeny affected all units by means of a collisional event with important plutonism granite, forming suites placed in sin to late tectonic stages.

The main registered minerals in the field were classified according to their genetic type in: (i) metamorphic manganese deposits, interlayer in metasedimentary sequence of Jaguaretama complex; (ii) magmatic pegmatite deposits, associated with final evolution of granitic plutonism in the Neoproterozoic, and (iii) minerals employed in construction and industry, such as sand, clay and granite.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	10
2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	12
2.1 - DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL	12
2.2 - DOMÍNIO ORÓS-JAGUARIBE	13
2.3 - MAGMATISMO GRANÍTICO NEOPROTEROZOICO.....	14
2.4 - COBERTURAS FANEROZOICAS	14
3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	15
3.1 - COMPLEXO JAGUARETAMA.....	16
3.1.1. Ortognaisses (PP2j2)	17
3.1.2. Migmatitos e paragnaisses (PP2j1)	18
3.2 - COMPLEXO CANINDÉ DO CEARÁ (PRcn)	19
3.3 - GRUPO ORÓS	21
3.3.1. Formação Santarém (PP4os)	21
3.4 - SUÍTE INTRUSIVA SERRA DO DESERTO (PP4 γ s)	22
3.5 - MAGMATISMO NEOPROTEROZOICO	23
3.5.1. Suíte Intrusiva Itaporanga (NP3 γ 2it)	25
3.5.2. Suíte Intrusiva Indiferenciada (NP3 γ 3it)	26
3.5.3. Suíte Intrusiva Lagoa da Serra (NP3 γ 3ls).....	29
3.6 - RIO CEARÁ MIRIM (K1 β cm).....	31
3.7 - GRUPO BARREIRAS (ENb)	32
3.8 - COBERTURAS RECENTES (N2Q1c e Q2a)	32
4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA.....	35
4.1 - COMPLEXO CANINDÉ DO CEARÁ.....	35
4.2 - COMPLEXO JAGUARETAMA.....	35
4.2.1 Ortognaisses	35
4.2.2 Paragnaisses e migmatitos	37
4.3 - GRUPO ÓROS.....	39
4.4 - SUÍTE INTRUSIVA SERRA DO DESERTO	40
4.5 - MAGMATISMO BRASILIANO	41
4.6 - SÍNTESE DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA	41
5 – GEOLOGIA ECONÔMICA	45
5.1 - DEPÓSITOS DE MANGANÊS METAMÓRFICO.....	45
5.2 - DEPÓSITOS MAGMÁTICOS PEGMATÍTICOS	47
5.3. - BEM MINERAL EMPREGADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL E INDÚSTRIAS.....	49
5.3.1 Areia	49
5.3.2 Argila, areia e saibro.....	49
5.3.3 Granito	49
6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	51

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 53

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BONHU

ESTADO DO CEARÁ

1 – INTRODUÇÃO

A folha Bonhu (SB.24-X-A-V) é parte integrante do Programa Geologia do Brasil (PGB), ação de Levantamento Geológico Sistemático, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, no âmbito da Residência de Fortaleza. Compreende uma área de aproximadamente 3.000km², definida pelas coordenadas 38°00' - 38°30' longitude W e 4°30' - 5°00' latitude S, inserida na região do Nordeste Brasileiro, no estado do Ceará (Figura 1.1). A região situa-se no semiárido nordestino, onde estão localizados os

municípios de Morada Nova, Beberibe, Russas, Ocara, Limoeiro do Norte, Palhano e Ibicutinga.

A partir de Fortaleza o acesso pode ser feito pelas rodovias BR-116 que corta a porção noroeste e sudeste da folha, até a cidade de Russas, ou pela rodovia CE-040 até a cidade de Aracati, em seguida a BR-304 até Boqueirão do Cesário, situado na área setentrional da folha. Outra importante rodovia pavimentada que corta a porção oeste de norte-sul é a CE-138 de Cristais a Morada Nova (Figura 1.1).

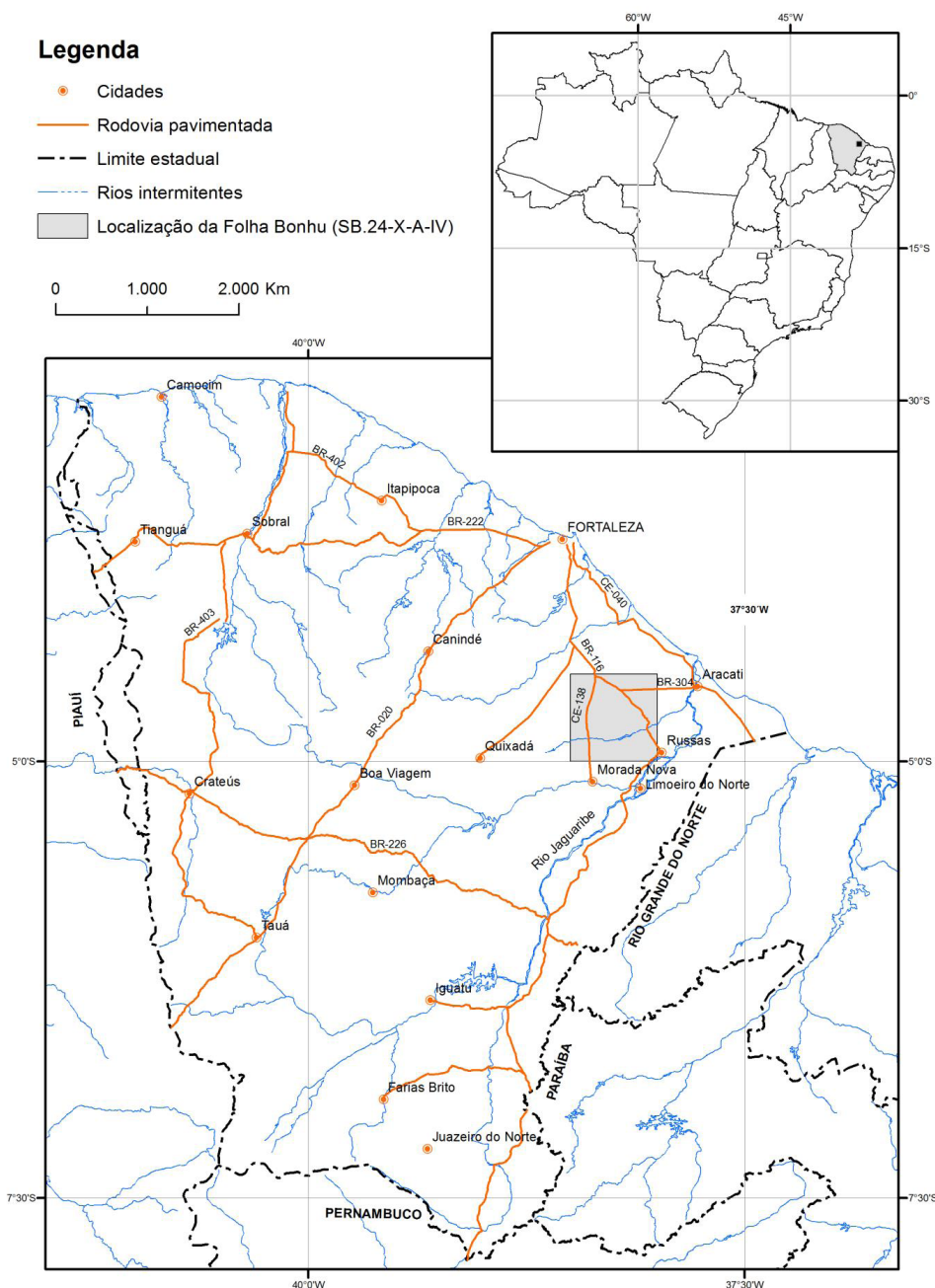


Figura 1.1 – Mapa de Localização da folha Bonhu.

2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Folha Bonhu encontra-se inserida na porção norte da Província Borborema, de Almeida et al. (1977), sendo constituída por um complexo embasamento gnáissico-migmatítico, cinturões de rochas metamórficas supracrustais, blocos arqueanos, numerosas intrusões brasileiras e uma rede de zonas de cisalhamento transcorrentes (NEVES, 2003; FETTER, 1999; VAUCHEZ et al., 1995).

A Província Borborema, cuja superfície abrange cerca de 380.000km² do Nordeste Brasileiro, encontra-se posicionada entre as unidades cratônicas São Francisco – Congo e São Luís – Oeste África. As rochas do embasamento são ortognaisses de composições de quartzo dioritos a granitos, mas metaultramáficas, metagabros, anfíbolitos e metassedimentos são localmente importantes. Dois núcleos arqueanos têm sido identificados na província, no Rio Grande do Norte e Ceará Central. Embasamentos paleoproterozoicos com idades entre 2.1 a 2.4 e idades Sm-Nd indicam um retrabalhamento da crosta arqueana, principalmente no Rio Grande do Norte, enquanto crostas juvenis dominam no Ceará Central (NEVES, 2003; FETTER, 2000). A formação de nova crosta e reformulação de segmentos crustais antigos no intervalo 2,2 – 2,0 Ga são características da província. Este grande período de acreção crustal é conhecido como Orogenia Transamazônica (CORDANI E SATO, 1999; BRITO NEVES et al., 2000), que foi seguido por rifteamento intracrustal e deposição de seqüências vulcanossedimentares, juntamente com a intrusão de granitos anorogênicos. Estas seqüências agora constituem o cinturão Orós-Jaguaribe, com metariolitos datados de 1,79 Ga (SÁ, 1991). O rifteamento e deposição de rochas supracrustais no Médio-Coreaú também ocorreram durante o paleoproterozoico, indicando condições estáveis 200-300 Ma após o evento Transamazônico (SANTOS et al., 2000). Idades de zircões detríticos do Seridó (<650 Ma) e Ceará (750-800 Ma) indicam que muitas supracrustais foram depositadas durante o neoproterozoico (VAN SCHMUS et al., 2003; FETTER, 1999). A orogenia brasileira no neoproterozoico afetou todas as unidades

pré-existentes, com importante metamorfismo e magmatismo granitoide, no contexto de amalgamação do Oeste Gondwana (ARTHAUD, 2007; VAN SCHMUS et al., 1998; BRITO NEVES, et al. 2000).

Diversos modelos de compartimentação tectônica foram elaborados para a Província Borborema com base na subdivisão em faixas dobradas e maciços, ou em domínios estruturais (KEGEL, et al. 1958, 1965; BRITO NEVES, 1975, 1983; CAVALCANTE et al., 1983; JARDIM SÁ, 1994). Neste trabalho os limites entre domínios foram adaptados de Arthaud et al. (1986) e Medeiros & Jardim de Sá (2009). A folha Bonhu está situada no limite entre os domínios: Ceará Central e Domínio Orós-Jaguaribe (fig. 2.1), delimitados pela zona de cisalhamento Senador Pompeu.

2.1 - DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL

Compreende a região entre as zonas de cisalhamento Sobral-Pedro II e a Senador Pompeu, e é limitado a oeste pela Bacia do Parnaíba. Este domínio engloba o “Maciço Arqueano de Tróia” (BRITO NEVES, 1975), representado pelo Complexo Cruzeta (unidades Tróia, Pedra Branca e Mombaça); e seqüências paleoproterozoicas, representadas pelo Complexo São José da Macaoca (TORRES et al., 2007), Suíte Madalena e Unidade Algodões (MARTINS, 2000; MARTINS et al., 2009; CASTRO, 2004; ARTHAUD et al., 2008). As unidades Tróia e Pedra Branca têm características de crosta juvenil com idade U-Pb entre 2,67 e 2,85 Ga e idade modelo TDM entre 2,81 e 3,04 Ga, envolvidas na colagem paleoproterozóica (DELGADO et al., 2003). Associadas a estas litologias (arqueana/paleoproterozoica) encontram-se seqüências supracrustais proterozoicas do Complexo Ceará (unidades Independência, Canindé, Quixeramobim e Arneiroz), Unidade Acopiara e Grupo Novo Oriente (CAVALCANTE et al., 2003). Também fazem parte do domínio Ceará Central um extenso magmatismo granítico neoproterozoico, representado pelo Complexo Tamboril-Santa Quitéria (620-640 Ma) (FETTER et al., 2003), granitoides pós-colisionais diversos

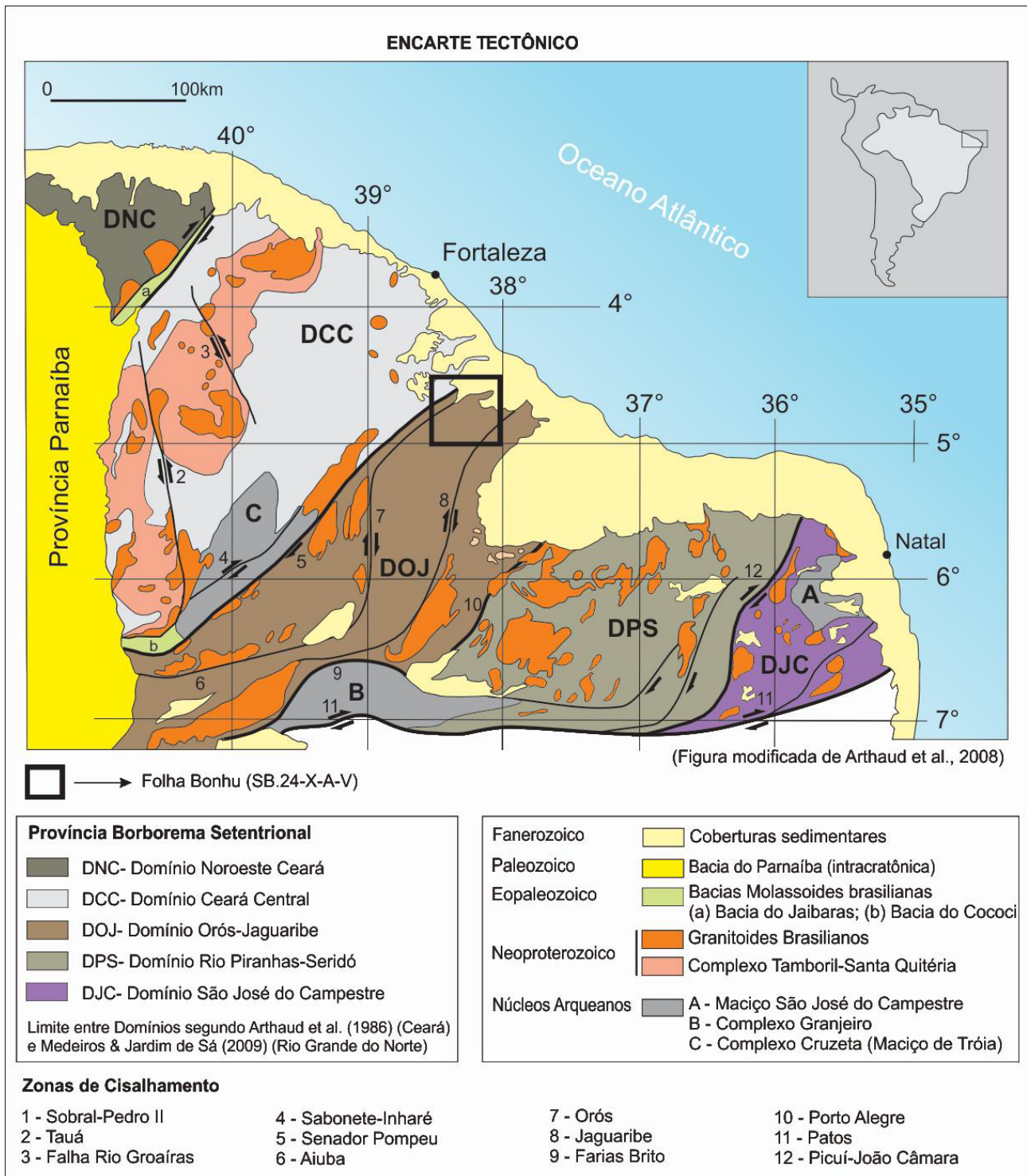


Figura 2.1 – Subdivisão da Província Borborema em Domínios tectono-estratigráficos.

(580-530 Ma) associados a zonas de cisalhamento de alto ângulo (NOGUEIRA, 2004; ALMEIDA et al., 2008) e pulsos tardios (anorogênicos ?) (460-480 Ma) (TEIXEIRA, 2005; CASTRO et al., 2009).

2.2 - DOMÍNIO ORÓS-JAGUARIBE

Corresponde ao segmento crustal limitado pelas zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais Senador Pompeu e Porta Alegre (fig.2.1), anteriormente denominado de

domínio Jaguaribeano por Brito Neves (1984) e Cavalcante et.al. (1999). Predominam rochas do embasamento gnáissico-migmatítico (Complexo Jaguaretama) de composição tonalítica a granodiorítica, associados a restos de rochas paraderivadas de alto grau metamórfico, de fácies anfibolito, com incidências locais da fácies granulito (BRITO NEVES, 1975; Cavalcante, 1999), e variável grau de migmatização. As idades de cristalização dos litotipos ortoderivados U-Pb de 2,21 a 1,98 Ga e idades modelos de neodímio

entre 2,77 e 2,5 sugerem segmento de crosta retrabalhada (FETTER, 1999; DELGADO et al., 2003; SÁ et al., 2013a). Sobre este embasamento, durante a tafrogenese Estateriana (BRITO NEVES et al., 1996), desenvolveu-se um sistema de bacias do tipo rifte ensiálicas, constituintes da Faixa Jaguaribean, que compõem rochas meta-vulcânicas-sedimentares (Grupo Óros-Jaguaribe), com registros geocronológicos entre 1,6 e 1,8 Ga (JARDIM de SÁ, 1994; SÁ et al., 1995; CAVALCANTE, 1999; McREATH, 1993). Neste sistema de rifte as rochas metassedimentares clásticas, transformadas em gnaisses, xistos aluminosos e quartzitos, estão associadas com mármore contendo magnetita, rochas cálcio-silicáticas, metavulcânicas de caráter bimodal com predomínio dos termos félsicos sobre os máficos. Lateralmente a essas faixas metavulcanossedimentares ocorrem corpos alongados de ortognaisse granítico e *augen* gnaiss alcalino (suítes Lima Campos e Serra do Deserto), sendo este último com idade U-Pb de cristalização de 1,77 Ga (SÁ, 1991; SÁ et al., 2013b).

2.3 - MAGMATISMO GRANÍTICO NEOPROTEROZOICO

A orogênese brasileira foi um importante evento tectono-termal acompanhado de volumosos magmas ácidos e básico-intermediários, de fontes de mistura entre componentes mantélicos e crustais (FERREIRA et al., 1998). Uma série de tipologias graníticas com base em feições de geologia regional e estudos petrográficos foram reconhecidos por Almeida et al. (1967), por exemplo, Conceição, Itaporanga etc. Brito Neves et al. (2003) analisaram estes tipos clássicos pelo método U-Pb em zircão e permitiram definir três etapas principais de magmatismo granítico na Borborema: 650 - 625 Ma; 580 - 570 Ma e 545 - 520 Ma, estes últimos com íntima relação com os eventos de extrusão tectônica da colagem orogênica Brasileiro-Pan Africana, que antecedeu a consolidação de uma massa supercontinental denominada Gondwana Ocidental.

Este ciclo trata da fissão diacrônica de um supercontinente denominado Rodínia,

com a formação de tipos crustais continentais, transicionais e marinhos, que foi aglutinado para a formação do supercontinente Gondwana no Eo-Ordoviciano. Os fragmentos descendentes de Rodínia exerceram os papéis de placas, microplacas, microcontinentes e terrenos no ciclo supercontinental do neoproterozoico. A granitização é marca característica da Província Borborema e afeta todo o contexto de embasamento pré-Brasileiro e supracrustais deste ciclo (SCHOBENHAUS & BRITO NEVES, 2003).

2.4 - COBERTURAS FANEROZOICAS

Compreende extensa área a nordeste e sudeste da folha constituída pelo Grupo Barreiras, que ocorre ao longo da faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o Rio de Janeiro. A unidade vinha sendo considerada como de origem continental, mas trabalhos recentes mostram evidências irrefutáveis de influência marinha, tanto de natureza paleontológica, como sedimentológica (ARAI, 2006). A datação palinológica e sua correlação com as unidades litoestratigráficas das partes submersas das bacias da margem continental brasileira permitiu relacionar a origem do Grupo Barreiras com a elevação eustática global que teve seu máximo na parte média do Mioceno, mais precisamente no intervalo do Burdigaliano ao Serravaliano (12 – 20 Ma). A sedimentação do Barreiras *lato sensu* sofreu uma interrupção no Tortoniano (início do Neomioceno), quando houve um rebaixamento eustático global que ocasionou um extenso evento erosivo nas áreas emersas e a formação de cunhas fortemente progradantes na porção submersa das bacias submersas (*offshore*). Com a retomada da subida eustática no Plioceno (Zancleano, 4 – 5 Ma), depositou-se o segundo ciclo (Barreiras Superior). A erosão e o retrabalhamento do Grupo Barreiras no Quaternário devem ter sido responsáveis, em parte, pela atual configuração da plataforma continental (ARAI, 2006).

Por fim, depósitos sedimentares aluviais, coluviais, tálus e eólicos litorâneos, caracterizados por argilas, areias, areias argilosas conglomeráticas ou não e cascalhos recentes (CAVALCANTE et al., 2003).

3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

A proposta litoestratigráfica para a folha Bonhu foi baseada principalmente na cartografia de Cavalcante et. al. (2003), além de trabalhos pioneiros como de Braga et. al. (1981) – Projeto Fortaleza e Gomes et. al. (1981) – Projeto RADAMBRASIL, conforme é mostrado na figura 3.1 e no Quadro 3.1.

A folha Bonhu situa-se entre dois terrenos ou domínios tectono-estratigráfico da Província Borborema, conforme modelos adaptados de Ferreira & Santos (2000) e Cavalcante et.al. (2003), limitado pela zona de cisalhamento de Senador Pompeu. O Domínio Ceará Central ocorre na região noroeste da folha, que constituem terrenos gnáissicos de alto grau do paleoproterozoico e sequências molássicas, QPC e vulcano-sedimentares, com

plutonismo granítico tardi a pós-tectônico e sin-tardi-tectônico do neoproterozoico. Na faixa leste da citada zona de cisalhamento, foi denominado Terreno Banabuiú por Ferreira & Santos (2000), e passou a ser incorporado no Domínio Jaguaribeano de Cavalcante et.al. (2003). Este domínio possui uma evolução complexa que envolve um embasamento paleoproterozoico e uma entidade tectônica intraplaca mesoproterozoica, que inclui granitoides anorogênicos e uma sequencia vulcano-sedimentar que varia de um ambiente rifte para uma margem passiva, intensamente deformada pela orogênese Brasiliana, formando um cinturão de cisalhamento, referido como Faixa Orós-Jaguaribe (FERREIRA & SANTOS, 2000).

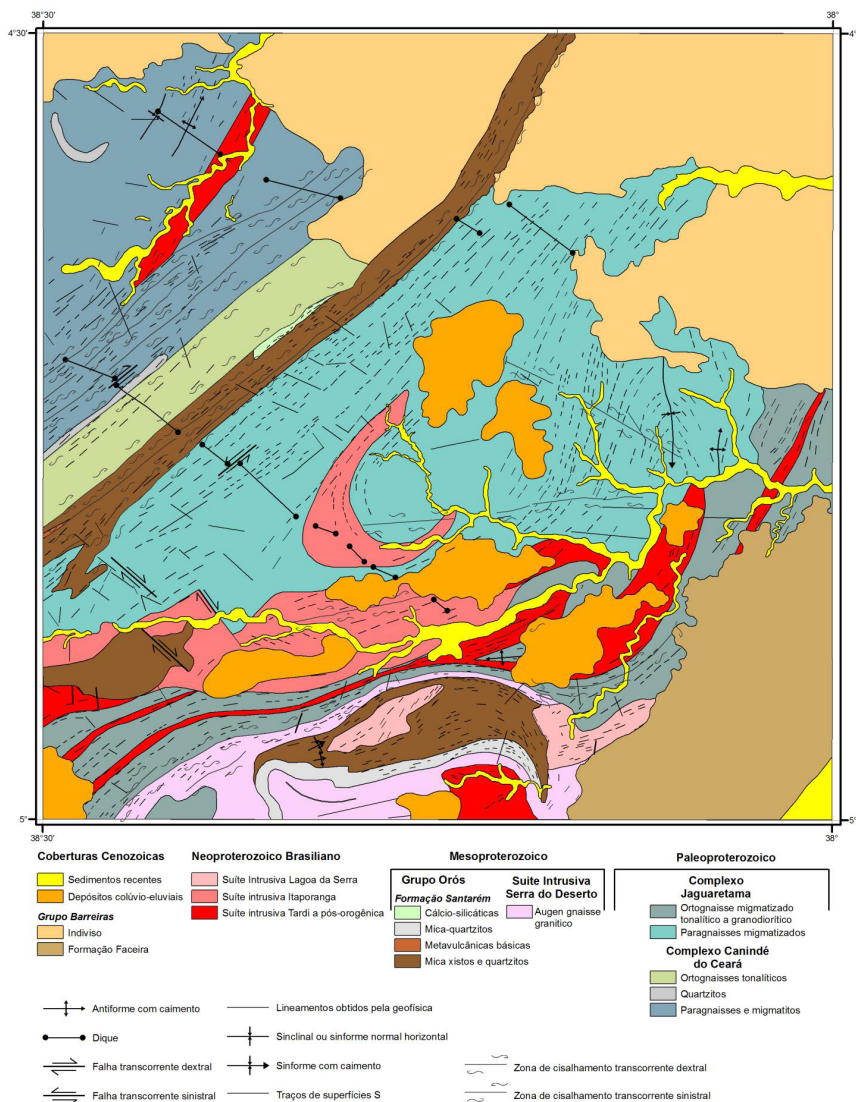
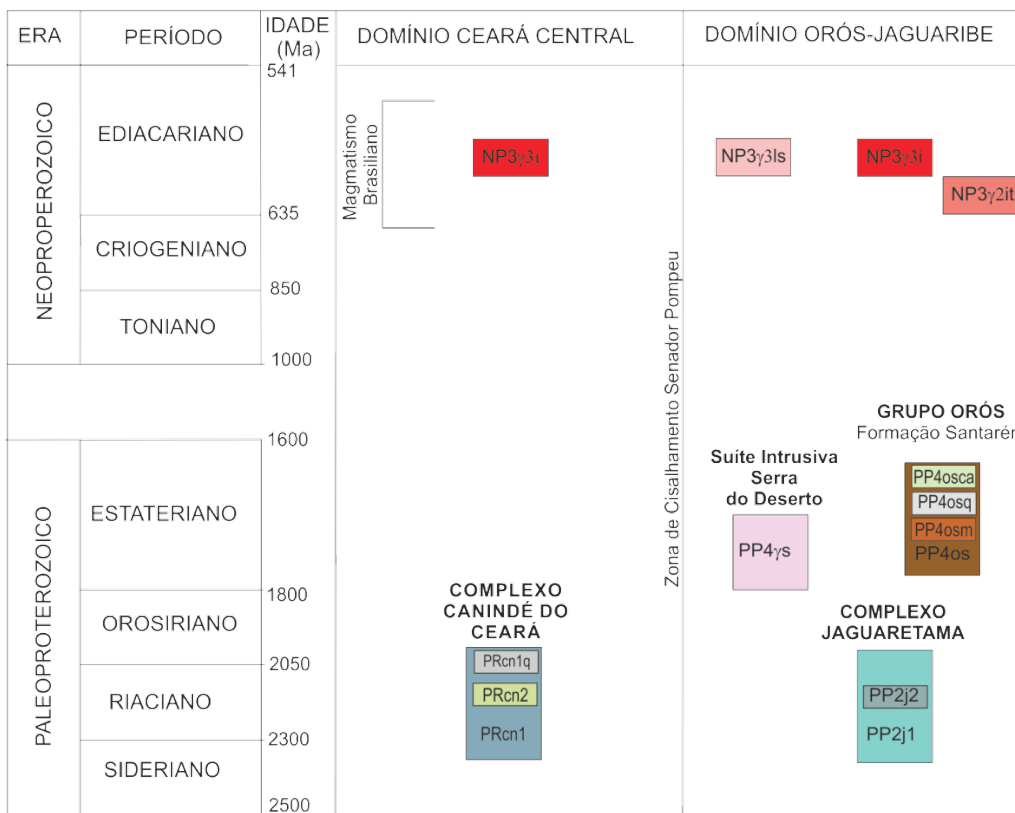


Figura 3.1 – Mapa geológico simplificado da Folha Bonhu.

RELAÇÕES TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS
DEPÓSITOS CENOZÓICOS

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	UNIDADES
CENOZOICO	QUATERNÁRIO	2,59	Q2a Coberturas aluvionares N2Q1c Coberturas colúvio-eluviais
	NEÓGENO		GRUPO BARREIRAS ENbf Formação Faceira ENb Indiviso
	PALEÓGENO	23	
MESOZOICO	CRETÁCEO	65,5	Diques Máficos Rio Ceará-Mirim K1βcm
		145,5	



Quadro 3.1 – Coluna tectono-estratigrafia da Folha Bonhu.

3.1 - COMPLEXO JAGUARETAMA

A denominação de Complexo Jaguaretama foi usada por Gomes e Vasconcelos (2000) e Ferreira e Santos (2000), para definir uma associação litológica metaplutônica com intercalações de rochas supracrustais que ocorre a leste da Faixa Orós. O complexo é constituído por ortognaisses bandados e migmatitos de composição tonalítica a granodiorítica e granítica, com intercalações de gnaisses anfibolíticos, xistos, augen gnaisses e raras calcissilicáticas (ANGELIM et al., 2007; FERREIRA

et.al., 2000). Embora não existam idades deposicionais para os paragnaisses e xistos, eles provavelmente foram depositados antes da orogênese Transamazônica, em algum momento entre 2,22 e 2,42 Ga, baseado em idades U-Pb em monazita. A idade U-Pb foi obtida a partir de três grãos de monazita em um leucossoma de migmatitos paraderivados, com um intercepto superior de 2,217±14 Ma (FETTER, 1999).

Cavalcante et al. (2003) subdividiram o Complexo Jaguaretama em um domínio predominantemente ortoderivado (PP2j2) e um segmento com importante participação

paraderivada (PP2j1). Esta subdivisão é confirmada pelas assinaturas geofísicas dos canais U-Th-K entre estes dois domínios. O domínio ortoderivado apresentou contagem moderada nos três elementos, enquanto o domínio paraderivado destacou tons de cor magenta, devido alta contagem do elemento Th (fig.3.2).

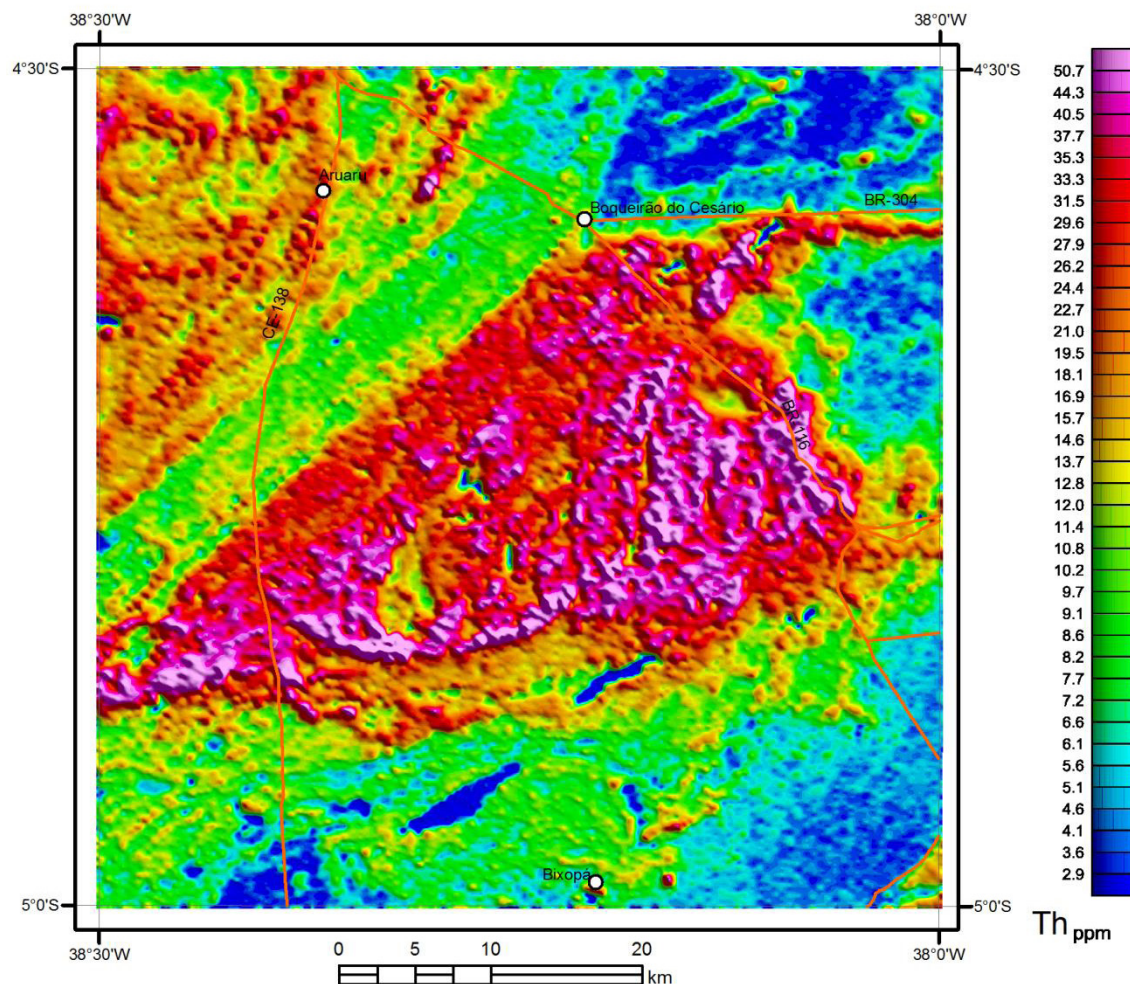


Figura 3.2 – Mapa gamaespectrométrico do canal de Th da Folha Bonhu.

3.1.1. Ortognaisses (PP2j2)

Esta unidade está distribuída na porção sudoeste, setentrional e leste da folha, em contato tectônico com a Suíte Intrusiva Serra do Deserto na região sudeste e transicional com as unidades metassedimentares do Complexo Jaguaretama na região leste. Predominam ortognaisses bandados, por vezes migmatizados, de coloração cinza, granulação média, contendo principalmente biotita, e frequentes leucossomas quartzo-feldspáticos. Apresentam composição granodiorítica a tonalítica, distribuídos em afloramentos alterados, ravinas ou rasteiros, raros lajedos, com bandamento gnáissico de direção predominante NE-SW, miloníticos e

com mergulhos médios para SE. Localmente são encontrados diques de granitoides róseos dobrados em cinemática dextral (fig. 3.3A) e veios leucocráticos tonalíticos (fig.3.3 B), por vezes ptigmáticos. Na região leste apresenta-se intrudido por monzogranitos, na forma de diques sin- e pós-sn, como também pegmatitos leucocráticos quartzo-feldspáticos (fig. 3.3C). Localmente os diques de monzogranitos formam boudans em resposta de uma compressão leste-oeste nesta região (fig. 3.3D). Na região setentrional desta unidade predominou uma compressão norte-sul (fig. 3.3E). Nesta unidade ocorrem subordinadas supracrustais, exemplificadas na localidade de Vaca Brava, região sudeste da área, com granada-biotita-muscovita-

gnaisse (fig. 3.3F) e rochas calcissilicáticas associadas. Mais a norte desta localidade, ortognaisses tonalíticos são intrudidos por monzogranitos (fig. 3.3 G).

Datações Rb-Sr com ca. 2,2 Ga neste complexo foram recolhidas de Cavalcante (1999). Para Ferreira & Santos (2000) estes dados sugerem um substrato paleoproterozóico contínuo, sobre o qual se depositou o Grupo Orós.

3.1.2. Migmatitos e paragneisses (PP2j1)

Esta unidade apresentou assinatura geofísica gamaespectrométrica expressiva com altos teores de Th (> 20 ppm) e ocorre em toda a porção setentrional da folha (fig. 3.2). Predominam migmatitos de origem paraderivada e metassedimentos com destaque para ocorrências de gnditos intercalados. No geral predominam granada-biotita-K-feldspato gnaisse, granuloblástico fino-médio, com granadas porfiroblásticas,

leucossomas quartzo-feldspáticos estirados, e por vezes bolsões de composição granítica. Falhas dextrais norte-sul são comuns nesta região (fig. 3.4 A). Na porção setentrional da folha, localidade de Fazenda Gondim, está unidade atinge elevado grau de anatexia, e são comuns lajedos de rocha cinzenta esbranquiçada, gnáissica, granuloblastica média, com porfiroblastos de granada centimétricos (fig. 3.4B, C, D e E), classificada em seção petrográfica em biotita-granada gnaisse de protólito sedimentar. Tem-se uma deformação com recristalização poligonizada dos cristais de plagioclásio em subgrãos e quartzo deformado exibindo extinção ondulante. A textura poligonizada, a presença de antipertita e de biotita de altas temperaturas (indicando elevado teor em titânio) e de rutilo, indicam um metamorfismo de alto grau, fácies anfibolito alto a granulito. A deformação por cisalhamento transpressivo dextral se acentua em direção ao contato com o Grupo Orós (fig.3.4F).

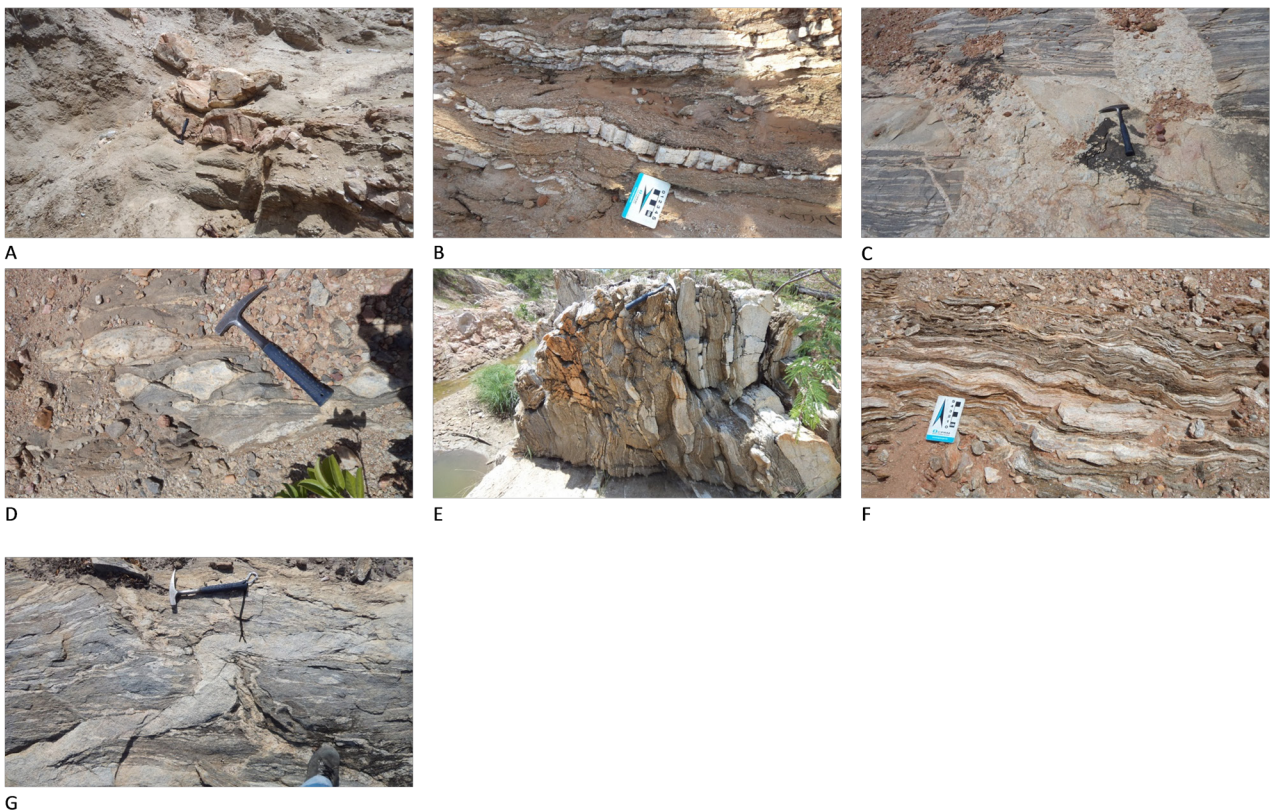


Figura 3.3 – Litotipos do Complexo Jaguaretama. A: Dique de granitoide róseo dobrado em cinemática dextral em ortognaisses tonalíticos (BC-211); B: Veios leucocráticos sin-sn em ortognaisses tonalíticos (BC-239); C: Diques de Metamonzogranito e Pegmatito cortando ortognaisse tonalítico (BC-046); D: Ortognaisse tonalítico com Leucogranitóide boudinado (BC-045); E: Metatonalito com compressão norte-sul marcante (BC-243); F: Granada-biotita-muscovita xisto crenulado, intercalado com bandas de quartzo-muscovita-plagioclásio granuloblásticos (BC-286); G: Diques de monzogranito intrusivo em ortognaisse tonalítico (BC142).

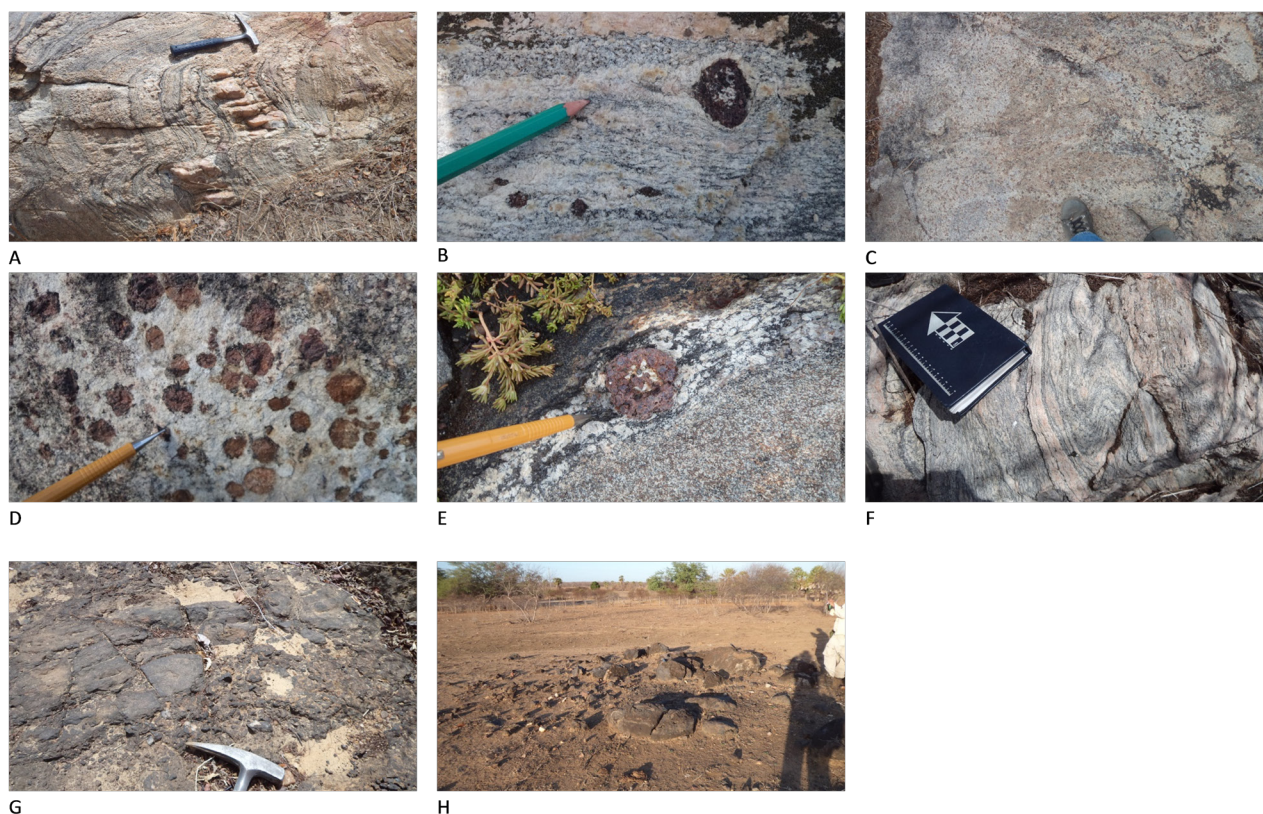


Figura 3.4 – Feições de campo do Complexo Jaguaretama. A: Granada-biotita gnaiss metatexítico falhado na direção N-S e cinemática dextral (BC-014); B: Granada-biotita-Kfeldspato gnaiss com porfiroblastos de granada poiquiloblásticas; C: Biotita-granada diatexito porfiroblastico (BC-096); D e E: Detalhe das granadas porfiroblásticas; F: Granada-biotita-kfeldspato gnaiss em zona de cisalhamento transpressiva dextral (BC-173); G e H: Gonditos (BC042).

Na região leste ocorrem rochas manganíferas (gonditos), em relevos planos, rasteiros, intercalados na sequência de biotita-gnaisses bandados (fig. 3.4 G e H). Nas proximidades destas rochas ocorrem conglomerados lateríticos com fragmentos de rocha manganíferas, seixos e grânulos de quartzo em matriz de óxido ferro.

3.2 - COMPLEXO CANINDÉ DO CEARÁ (PRcn)

Primeiramente denominada de Unidade Canindé por Cavalcante et. al. (2003) e depois definida Complexo Canindé do Ceará em Torres et.al. (2007), esta unidade ocorre na porção noroeste da folha Bonhu, associado à zona de cisalhamento transcorrente Senador Pompeu, de cinemática dextral, constituídos predominantemente de migmatitos diversos para e ortoderivados. As condições encontradas nessas rochas admite afirmar que ocorreu processo de fusão parcial considerável, dando origem a granitos peraluminosos, como os cartografados na unidade Leucogranito Itapiúna

(PALHETA & COSTA, em prep.).

Na folha Bonhu foram reconhecidos migmatitos metatexíticos estromáticos e dobrados, formados por mesossomas de biotita gnaiss, com ou sem granada, e leucossomas quartzo-feldspáticos com granada. Excelente exposição de migmatitos paraderivados ocorre no sangradouro do açude no Rio Pirangi, no limite da folha, região noroeste. Dobras suaves, dobras intrafoliares, dobras apertadas e verticais, foram comuns e indicaram cinemática dextral (fig. 3.5 A). Estas rochas por fusão parcial formaram bolsões de leucossomas félsicos, com granadas porfiroblásticas englobando paleossomas de biotita-gnaiss (fig.3.5 B). Alternância de bandas de granada-biotita granolepidoblásticas e bandas quartzo-feldspática com granada são comuns (fig.3.5 C).

Na região oeste do povoado de Foveira e na localidade de Flores afloram em relevo de serrote, quartzitos pouco micáceos maciços e bandados, com raras sillimanita, e textura granuloblástica fino-média, localmente com magnetitas porfiroblásticas (fig.3.5 D).

Na localidade de Currelinho, afloram

pequenos lajedos de biotita-muscovita ortognaisses granolepidoblásticos e miloníticos. Nestes ocorrem veios leucocráticos dobrados em compressão NW-SE, associado à zona de cisalhamento Senador Pompeu (fig. 3.5 E).

Diatexitos de composição monzogranítica predominam na região sudoeste da localidade de Tanques e Espora. Em seção petrográfica tem-se textura granular, xenomórfica, formada por feldspato potássico que predomina sobre o plagioclásio e por quartzo, biotita e secundariamente muscovita, e traços de zircão. Em campo foram

observados bolsões de textura pegmatítica (fig. 3.5 F) e veios extensionais associados à mesma direção E-W (fig. 3.5 G), assim como porfiroblastos de granada dispersos na matriz da rocha (fig. 3.5 H).

Na região da localidade de Serrote Piqui ocorrem lajedos de ortognaisse tonalítico milonitizado, com veios leucocráticos quartzo-feldspáticos, com direção NE-SW e mergulhos altos para noroeste. Estas rochas estão deformadas pela zona de cisalhamento Senador Pompeu com dobras de arrasto e falhas sinistrais N-S (fig.3.6 A e B).

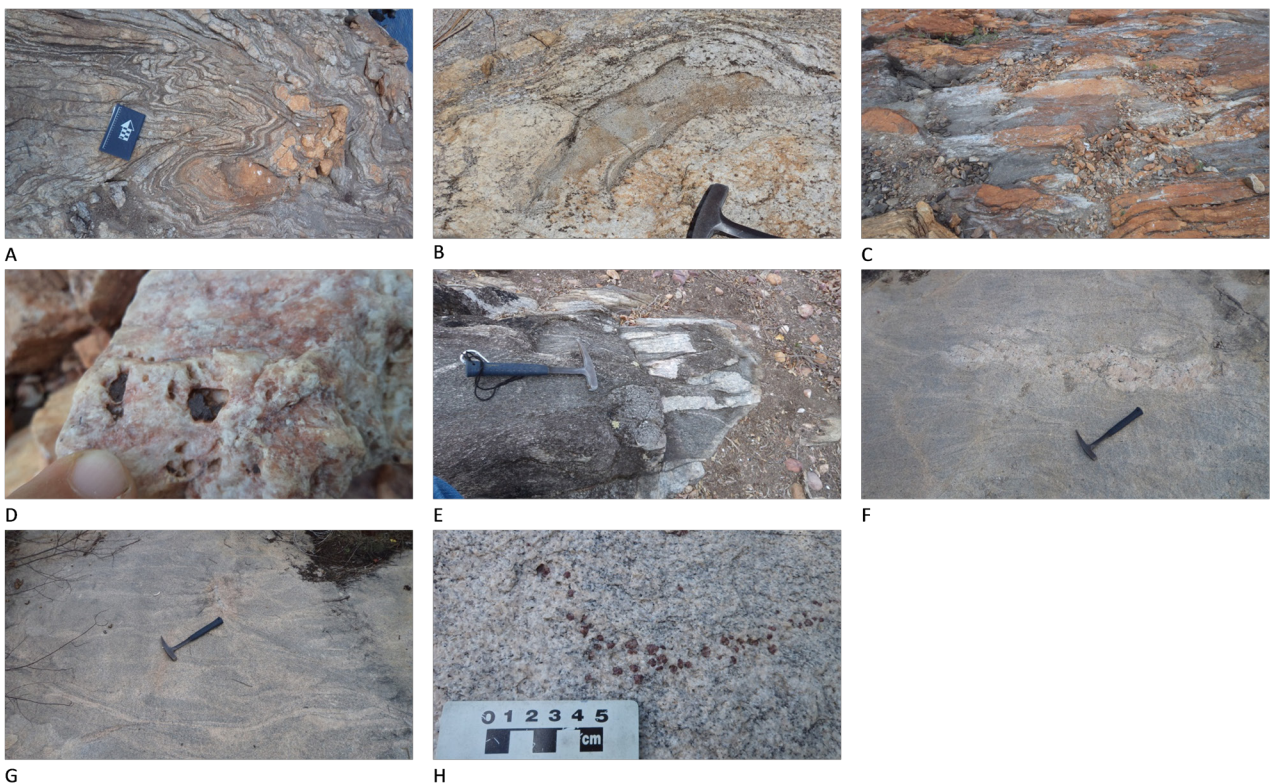


Figura 3.5 – Aspectos de campo do Complexo Canindé do Ceará: Granada-muscovita-biotita gnaisse metatexitico (BC-200); B: Bolsão de anatexia com granadas porfiroblásticas e paleossoma de bt-gnaisse; C: Alternância de bandas de granada-biotita granulepidoblastica com bandas quartzo-feldspáticas com granada; D: Porfiroblastos de magnetita em mica-quartzito (BC-298); E: Biotita-muscovita-sericita gnaisse milonítico (BC198); F: Bolsão de pegmatito em diatexito de composição monzogranítica (BC312); H: Porfiroblastos de granada disseminado em porções do diatexito monzogranítico (BC312).

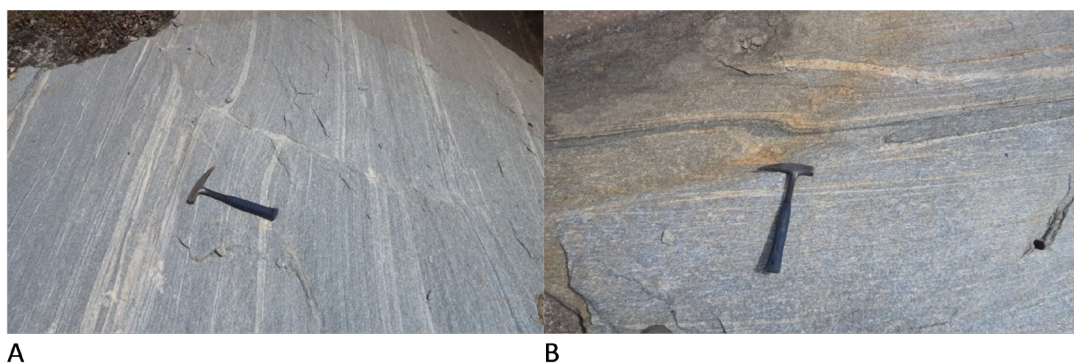


Figura 3.6 – continuação – I: Ortognaisse tonalítico com veios quartzo-feldspáticos falhados em cinemática sinistral (BC296); J: Ortognaisse tonalítico com enclaves máficos deformados (BC378).

3.3 - GRUPO ORÓS

O nome Orós remonta a Moraes (1924) cuja denominação foi “Zona de Orós” para uma associação de rochas metamórficas da série Ceará, existente em Orós. Brito Neves (1984) coloca-o no Domínio Jaguaribeano e define-o como sistemas de dobramentos vestigiais ou faixas xistosas. Braga & Mendonça (1984) estudaram em detalhe e reconheceram associações de rochas plutono-vulcânicas, intimamente ligadas ao desenvolvimento das unidades metassedimentares que compõem as faixas Orós e Jaguaribe.

A sequência é dominada por metassedimentos diversos, interpretado como de ambiente de águas rasas e localmente fácies de águas profundas. Em sua base incluem rochas ígneas vulcânicas félsicas, depositadas entre 1.8 e 1.7 Ga (MACEDO et.al. 1988, SÁ et.al. 1991). Em geral, sedimentos arenito+/-pelito+/-carbonatos indicam águas rasas, enquanto ocorrências de ritmitos indicam águas profundas. O modelo tectônico desta faixa foi interpretado, segundo McReath (1993) e Sá et.al. (1995), como um rifte em uma crosta continental, com magmas básicos de limitada diferenciação, embora com heterogeneidade mantélica. Estes magmas se acumularam e causaram anatexia das encaixantes. Os sedimentos confinaram o rifte sem uma abertura expressiva para formação de uma bacia oceânica. O cinturão de Orós representa, portanto, uma descontinuidade crustal formada no paleoproterozoico, imediatamente após a orogenia Transamazônica (2.0+/-0,2 Ga).

A rocha plutônica é um biotita granito porfirítico (atualmente augen gnaiss) com características químicas similares aos riolitos, que intrudiram a sequência vulcano-sedimentar em torno de 100 Ma após as atividades vulcânicas. Rochas máficas-ultramáficas com idades de 900 Ma representam plutônicas máficas da faixa. Todas estas unidades ígneas e sedimentares foram deformadas e metamorfizadas durante o ciclo Brasileiro, período no qual ocorreu a intrusão de um biotita granito microporfirítico do tipo-S (SÁ et.al. 1995). Cavalcante et.al. (2003) separou as sequências metavulcanossedimentares da faixa Orós nas formações Farias Brito, Gnáissica, Campo Alegre e Santarém, com litotipos metavulcânicos na base e metassedimentos no topo. As rochas augen gnaisses foram tratadas

separadamente como Suíte Magmática Serra do Deserto.

3.3.1. Formação Santarém (PP4os)

Esta unidade foi mapeada em três regiões distintas na folha Bonhu. Corroboram com o modelo de faixas xistosas vestigiais dentro do embasamento paloproterozoico, conforme Brito Neves (1984).

Destaque para os relevos em serrotes de direção NE-SW com extensão de 52 km e 1 Km de comprimento médio, com altitudes máximas de 320 metros, constituídos por mica-quartzitos milonitizados, inseridos na zona de cisalhamento Orós-Jaguaribe, com cinemática dextral (fig. 3.7A). Metasiltitos também foram observados intercalados nesta faixa (fig. 3.7B). Na localidade de Piauí de Dentro os mica-quartzitos apresentaram porfiroblastos de magnetita centimétricos, com lineação mineral marcante e mergulhos elevados para SE (fig. 3.7C). Em seção petrográfica essa rocha apresentou textura granoblástica composta basicamente por quartzo (95%), algumas placas de muscovita em cristais tabulares (3%), opacos (2%) e restos de feldspatos sericitizados.

Rochas cálcio-silicáticas intercalam nesta unidade, como na localidade Serra dos Barros, de coloração cinza-esverdeada, granulação fina, com bandamento gnaiss composto por minerais félsicos quartzo-feldspáticos e máficos como piroxênio, anfibólio, granada e epidoto (fig. 3.7 D), dobrados e estirados com formação de tectonito-L. Em seção petrográfica tem-se uma textura granoblástica, mal definida e formada por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e por porções aglomeradas de clinopiroxênio, epidoto, granada (grossularia), anfibólios (tremolita-actinolita), wollastonita, escapolita, secundariamente calcita e acessórios titanita, apatita e diminutos grãos de zircão.

Anfibólio-piroxênio gnaiss de granulação fina, em jazimentos lenticulares, ocorre intercalado nos micaxistos e quartzitos, especificamente na localidade de Olho d'água (fig. 3.7 E). Em seção petrográfica tem-se textura granoblástica, formada principalmente por clinopiroxênio hedenbergita (44%) e plagioclásio (38%), com anfibólio (hornblenda e uralita) e traços de titanita, epidoto e apatita.

Hornblenda-biotita ortognaisse também intercala as rochas da Formação Santarém, de composição dacítica e riolítica com mergulhos médios para sudeste. Dobras tipo-M estão associadas a importante compressão NW-SE com cisalhamento dextral e injeções de pegmatito sin-plano axial (fig. 3.7F). Estes ortognaises podem ser correlatos a Suíte Magmática Serro do Deserto, descrita a seguir, ou mesmo pertencer a Formação Campo Alegre do Grupo Orós, conforme Cavalcante et.al. (2003) para metariolitos, dacitos, ou metabasaltos e

metaandesitos na base da Formação Santarém.

No oeste da localidade de Piauí de Dentro afloram biotita ortognaisse associado à zona de cisalhamento Orós-Jaguaribe, com direção NE-SW e mergulhos altos para sudeste. Em seção petrográfica tem-se textura granoblástica a milonítica, com faixas ricas em cristais de quartzo tardios e faixas com maior concentração de plagioclásio (38%) e de feldspato potássico (8%). A presença de cristais de granada associado à clorita indicam fácies anfíbolito com retrometamorfismo em fácies xisto-verde.



Figura 3.7 – Principais litotipos da Formação Santarém. A: Mica-quartzitos (BC-227); B: Metasiltitos (BC-166); C: Magnetita-quartzito (BC-22); D: Cálcio-silicática (BC-162); E: Anfíbolitos intercalados em micaxistos (BC-228); F: Ortognaises deformados (BC-164); G: Ortognaisse com granada.

3.4 - SUÍTE INTRUSIVA SERRA DO DESERTO (PP4 γ s)

Essa suíte corresponde ao conjunto de augen ortognaises graníticos, à biotita +/- hornblenda, da Faixa Orós-Jaguaribe de Cavalcante (1999). Esta unidade está bem representada na região sul da área onde faz contato tectônico com os quartzitos e xistos da Formação Santarém.

Lajedo localizado a 3 km a oeste da localidade de Alpercatas é constituído de

K-feldspato ortognaisse com variação de granulção de muito fina a grossa foliada, composta por feldspatos porfiríticos e biotita como máfico predominante (BC114). Em seção petrográfica tem-se monzogranito pórfiro deformado por cisalhamento, em uma textura granoblástica com porfiroclastos de feldspatos potássico e plagioclásio em uma matriz quartzofeldspática, recristalizada poligonalmente em subcristais, com biotita, clorita, opaco (magnetita), apatita e epidoto. Também se tem o processo de potassificação do plagioclásio

em uma fase tardia. (fig. 3.8 A). Esta rocha foi contemplada para análise geocronológica pelo método U-Pb SHRIMP realizado no Centro de Pesquisa Geocronológica da Universidade de São Paulo. Foram datados 16 spots em 16 cristais magmáticos, euédricos e prismáticos, com razões Th/U tipicamente magmáticas (fig.3.8 G). Os resultados variaram de 1726,6 a 1843,0 Ma e constituíram um agrupamento no diagrama concórdia U-Pb, com idade concordante de 1793 ± 5 Ma para a cristalização do magma (fig. 3.8 H).

Alinhados em direção NE-SW e distantes 13 km para nordeste, aflora lajedos de K-feldspatos ortognaisse porfirítico e milonítico, que foram correlacionados na mesma unidade (BC072). Em seção petrográfica tem-se uma rocha deformada por cisalhamento, com textura milonítica, onde sobressaem grandes porfiroclastos de feldspatos potássico (42%) e de plagioclásios (15%) em matriz quartzo-feldspática recristalizada dinamicamente em subgrãos e envoltos por finos cordões oxidados de biotita (fig.3.8 B). Em campo observa-se diferença granulométrica, faixas ultramiloníticas (fig. 3.8 C), dobras assimétricas associadas à compressão (e_1 : 215/10) e dobras verticalizadas de cisalhamento (e_2 : 215/65). Localmente são identificados enclaves máficos estirados pela deformação (fig. 3.8 D). Em seção petrográfica deste enclave tem-se rocha de origem ígnea vulcânica com textura porfirítica

preservada, onde sobressaem fenocristais de plagioclásio (andesina) e quartzo policristalinos em uma matriz quartzo-feldspática recristalizada em subgrãos e com biotita em finíssimas lamelas. Tem-se restos de antigos fenocristais de feldspato potássico pertítico, deformados e com bordas recristalizadas em subgrãos e outros com bordas corroídas por albita e com mirmequita.

Na localidade de Fazenda Barbada afloram lajedos de ortognaises rosados, granulação média, com foliação definida pela orientação de porfiroclastos de feldspatos e principalmente dos minerais máficos como biotita e hornblenda (fig.3.8 E). Sobressaem nesta matriz alguns porfiroclastos (augens), subarredondados e alongados, de feldspato potássico, pertíticos em barras e com maclas da Albita-Periclina (xadrez) típica do microclínio, com bordas albitizadas e com reentrâncias de mirmequita.

3.5 - MAGMATISMO NEOPROTEROZOICO

O magmatismo neoproterozoico na Folha Bonhu é constituído por vários corpos graníticos com dimensões variadas de batólitos, stocks e diques, tendo como encaixantes rochas de diversas unidades, com relação de contato magmático-intrusivo e por zonas de cisalhamento. Em campo foram cartografados três grupos principais e serão descritos a seguir.

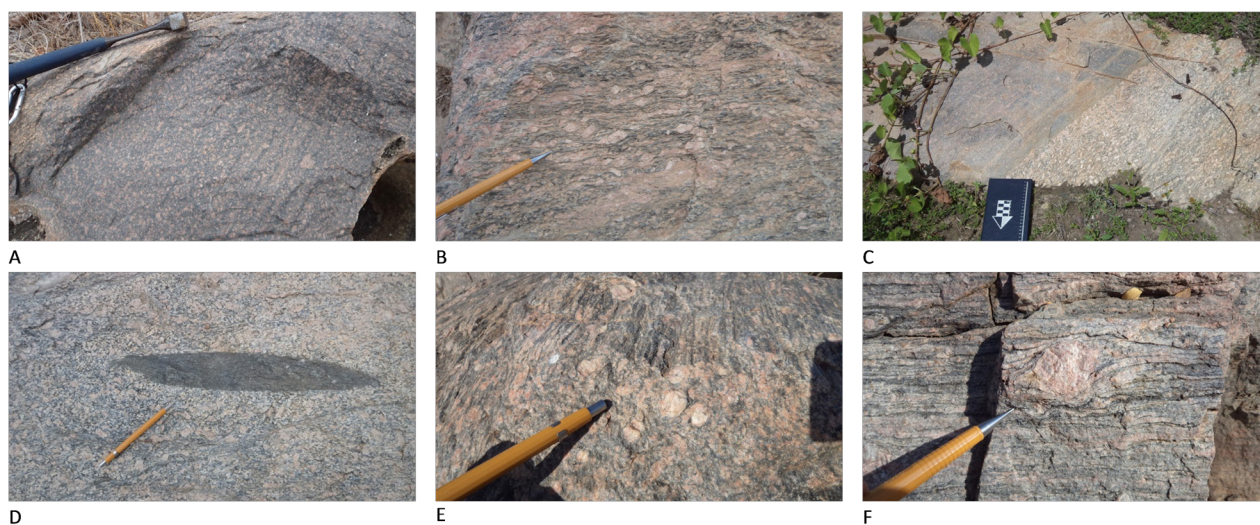


Figura 3.8 – Aspectos de campo da Suíte Serra do Deserto. A: Metamonzogranito pórfiro milonitizado (BC-114); B: Metamonzogranito pórfiro milonitizado (BC-072); C: Faixas ultramilonitizadas e diferença textural (BC072); D: Enclave de metadacito estirado em augen gnaisse (BC072); E: Augen gnaisse sienogranítico (BC-018); F: Detalhe do porfiroclasto de feldspato potássico rotacionado e com cauda de recristalização (sombra de pressão).

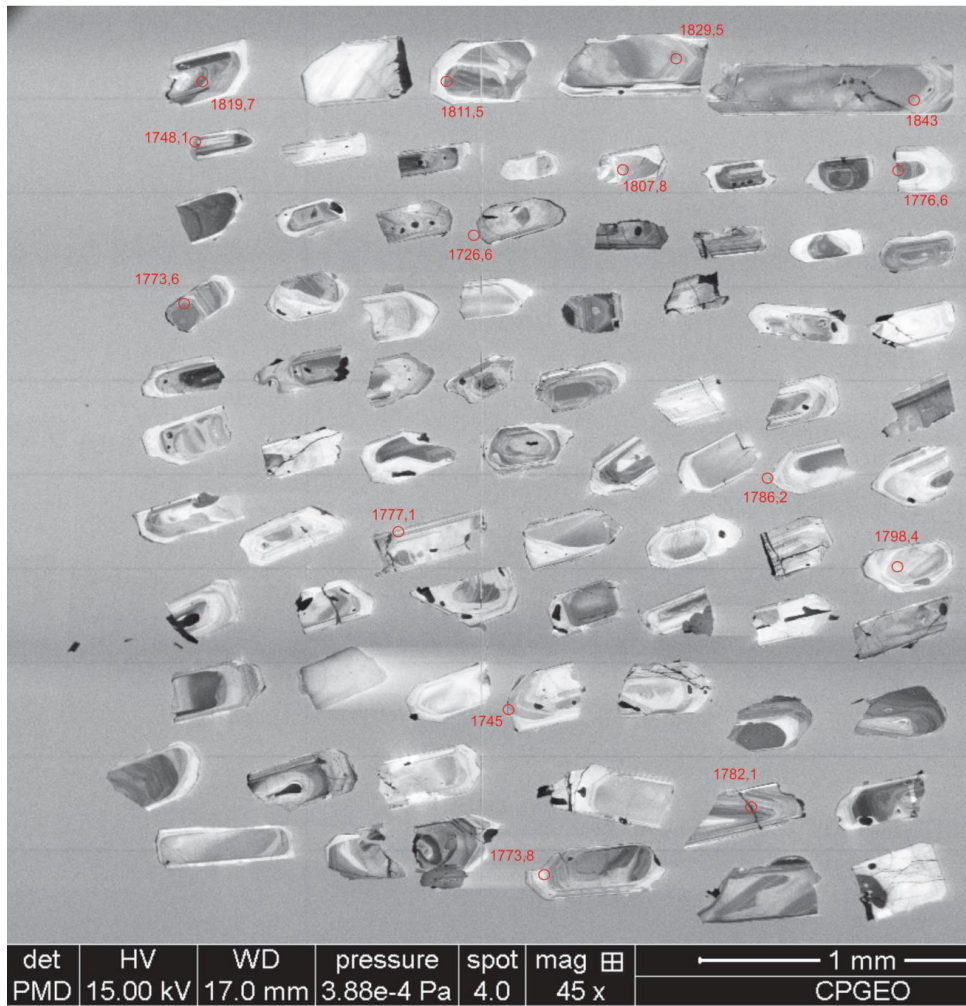


Figura 3.8 G – Spots em 16 cristais euédricos prismáticos de zircão magmático da Suíte Intrusiva Serra do Deserto (Amostra BC-114).

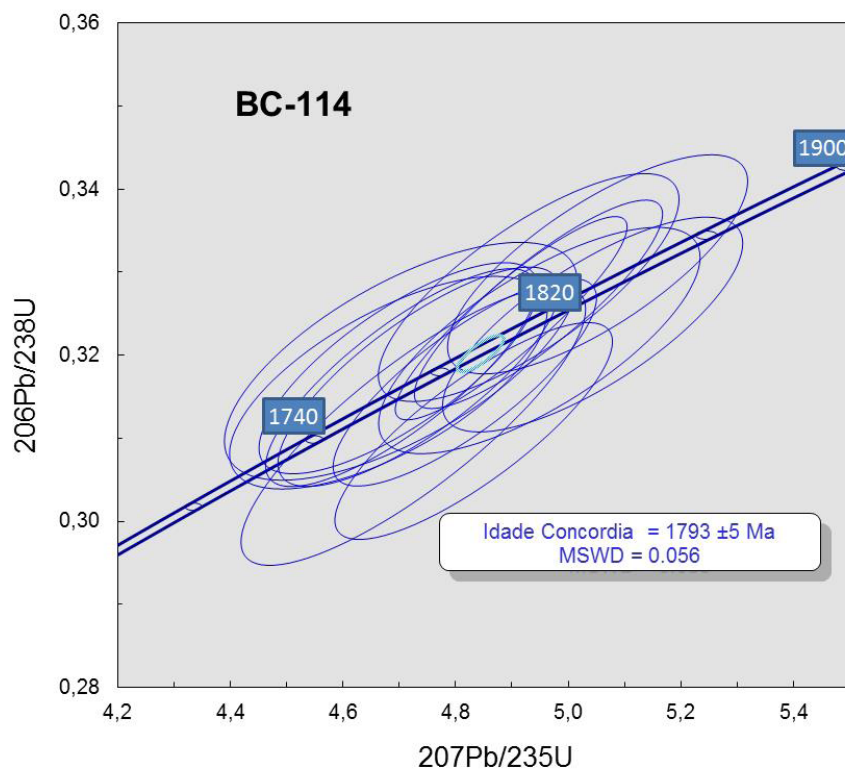


Figura 3.8 H – Diagrama Concórdia do augen gnaiss Serra do Deserto (Amostra BC-114).

3.5.1. Suíte Intrusiva Itaporanga (NP3γ2it)

A denominação original de granitos tipo Itaporanga foi usada por Almeida et al. (1967) para englobar um conjunto de rochas graníticas sin orogênicas brasileiras, associadas a rochas máficas e intermediárias, com abundantes fenocristais de feldspato potássico. Os granitos tipo Itaporanga ocorrem em lugares onde o grau metamórfico das rochas do Grupo Ceará atingem fácies anfibolito a processos de fusão parcial. Para Almeida (1967) constituem granitos anatóticos heterogêneos formados a custas de rochas do embasamento durante o ciclo de granitização Baykaliano.

Cavalcante et.al. (2003) e Angelim et.al. (2004) o colocam na Supersuíte Granitóide Sin-Tardi-orogênica de idade neoproterozoica superior.

Esta unidade apresenta-se bem distribuída ao longo do rio Palhano, com variação faciológica em função da quantidade de pórfiros e deformação. Na localidade de Mutamba Feiticeiro, região centro-sudoeste da folha, as rochas metaígneas apresentam composição granodiorítica

e pórfiros de feldspatos que chegam a 5 cm, imersos em uma matriz de quartzo, feldspato e biotita granuloblástico médio. Localmente apresentam-se cisalhadas, gnaissificadas e, com forte estiramento dos cristais de feldspatos, associados a zonas de cisalhamento E-W ao longo do Rio Palhano (fig. 3.9 A). Fácies de composição tonalítica podem estar associadas à mistura de magmas ou enclaves máficos (fig. 3.9 B e C). Diques de aplito e leucogranitoide cortam esta unidade (fig. 3.9 C e D).

No oeste da folha, localidade de Água Fria, aflora extenso lajedo da mistura de dois tipos magmáticos (fig. 3.9 E e F). Uma fácies com pórfiros de feldspatos e outra equigranular média, ambas de composição monzogranítica, intensamente deformado por compressão E-W e cisalhamento dextral N-S, no qual houve intrusão de rocha félsica tonalítica, condicionada estruturalmente (fig.3.9 F). Em seção petrográfica tem-se granulação média, textura granuloblástica a milonítica, xenoblástica, composta por feldspatos potássico (20%) e plagioclásio (32%), quartzo (27%) e biotita (16%), com traços de zircão, opaco e apatita.

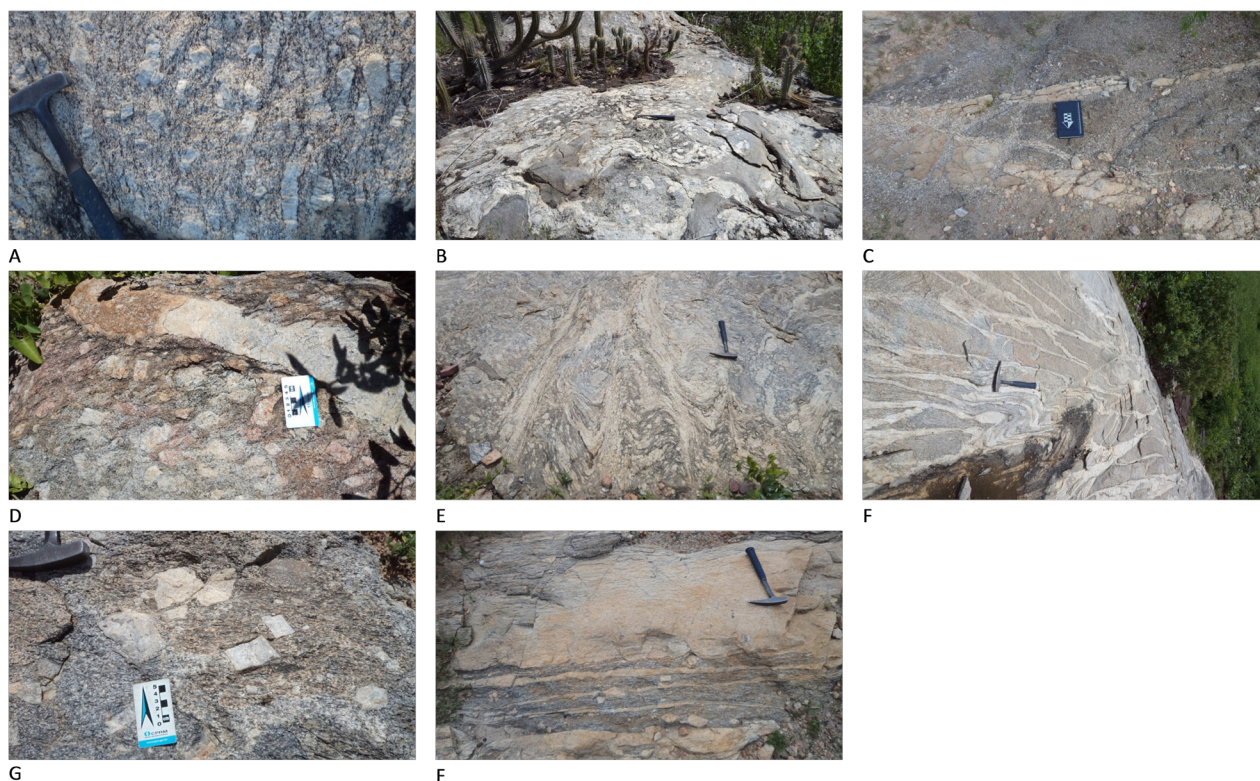


Figura 3.9 – Feições de campo da Suíte Intrusiva Itaporanga. A: Granitoide pórfiro com forte estiramento dos fenocristais de feldspatos associado a zona de cisalhamento (BC182); B: Granitoide pórfiro com enclaves ou mistura de magma intermediário (BC-281); C: Fácies equigranular tonalítica com diques de leucogranitoide (BC283); D: Dique de aplito cortando esta unidade (BC348); E e F: Deformação do granitoide pórfiro com intrusão de veios leucocráticos tonalíticos, associados ao cisalhamento dextral (BC-252); G: Detalhe de fenocristais de feldspatos centimétricos (BC-443); F: Zona de cisalhamento no Rio Palhano com colocação de leucogranitoides (BC-444).

Na localidade de Fazenda Casinhas os fenocristais de feldspatos potássicos chegam a até 10 cm (fig. 3.9 G). Localmente observa-se estiramento dos fenocristais de feldspato, associados a zonas de cisalhamentos no Rio Palhano, com presença de diques sin-sn de composição leucogranítica (fig.3.9 F).

3.5.2. Suíte Intrusiva Indiferenciada (NP3γ3it)

Essa suíte compreende as rochas tardi a pós-orogénica conforme proposto por Cavalcante (2003).

Na região sudeste da folha aparece intrusiva nos ortognaisses tonalíticos do Complexo Jaguaretama, como corpos alongados de granitoides cinzentos, equigranulares, granulação fina, foliada, composta por minerais félsicos quartzo-feldspáticos e biotita, com mergulhos médios para sudeste. Em seção petrográfica mostra-se textura granoblástica a milonítica e composição entre granodiorítica e monzogranítica (fig.3.10 A e B).

Relações de contato intrusivo magmático

podem ser observadas no sangradouro Olho d'água e na localidade de Vaca Brava, onde granitoides cinzentos são intrusivos em ortognaisses tonalíticos (fig.3.10 C e D), como também com xenólitos da encaixante na região da Fazenda Estrela (fig.3.10 E).

Na região de Fazenda Santa Rosa, Estrela e São Pedro ocorrem lajedos e *stocks* de muscovita-biotita granitoide equigranular, com foliação milonítica e com veios de pegmatitos, por vezes boudinados (fig.3.10 F), estirados e/ou dobrados (fig.3.10 G e H).

Na região noroeste da folha, localidade oeste de Aruaru, afloram lajedos e *stocks* de muscovita-biotita granitoide associado ao Complexo Canindé do Ceará (fig.3.11 A) com foliação milonítica e mergulhos médios para noroeste, com veios quartzo-feldspáticos boudinados e falhados (fig.3.11 B, C e D). No geral são equigranulares a porfiríticos com foliação definida pelo alongamento e orientação de minerais quartzo-feldspáticos e micáceos, como biotita e muscovita (fig.3.11 F). Em seção petrográfica tem-se textura granular, formada por feldspato potássico (38%), seguido de quartzo (24%), plagioclásio (23%),



Figura 3.10 – Aspectos de campo da Suíte Intrusiva Indiferenciada. A e B: granitoides cinzentos equigranulares foliados (BC213); C: Relações de contato intrusivos em ortognaisses tonalíticos (BC243); D: Diques de granitoide cinzento em ortognaisses tonalíticos (BC142); E: xenólitos da encaixante em granitoide cinzento (BC386); F: muscovita-biotita granitoide foliado com veios de pegmatito boudinado (BC085); G: muscovita-biotita granitoide com veios de pegmatito estirados e dobrados (BC459); H: Detalhe da deformação no granitoide.



Figura 3.11

Amostras	BC059A	BC061	BC134	BC213	BC005	BC207	BC212	BC104A	BC084	BC122	BC059B
SiO ₂	69,25	70,44	70,78	70,82	70,96	71,12	71,3	72,19	72,33	72,42	74,34
Al ₂ O ₃	16,32	14,65	14,71	14,27	15,25	15,98	14,93	14,7	14,6	13,93	15,07
Fe ₂ O ₃	2,31	2,53	2,55	2,42	2,42	2,52	2,66	1,72	2,16	2,3	1,33
FeO	1,33	1,9	2	2,05	1,81	1,78	2,03	1,39	1,74	1,63	0,71
LOI	0,14	0,55	0,2	0,46	0,65	0,61	0,36	0,11	0,43	0,22	0,34
MgO	0,55	0,5	0,44	0,35	0,54	0,59	0,45	0,25	0,31	0,38	0,11
MnO	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04
CaO	2,36	1,42	1,6	1,35	1,53	1,41	1,38	1,56	1,3	1,51	0,88
Na ₂ O	4,38	3	2,66	2,69	3,82	3,17	2,74	3,89	3,36	3,79	4,15
K ₂ O	3,37	5,51	5,79	5,95	4,41	5,57	6,16	4,27	5,11	4	3,98
P ₂ O ₅	0,07	0,08	0,1	0,09	0,13	0,29	0,08	0,02	0,08	0,08	0,05
TiO ₂	0,47	0,27	0,26	0,22	0,3	0,47	0,32	0,15	0,21	0,19	0,03
Total	99,27	98,99	99,13	98,63	100,05	101,76	100,41	98,89	99,93	98,87	100,33
Ba	2421	1276	1054	677	1398	643	1200	758	613	759	160
Be	0,8	1,2	1,2	2,5	3,1	3,6	0,7	3,5	3,4	3,7	4,6
Ce	350,6	191,4	240,8	181,8	103,1	238,6	230,8	86,4	140,7	115,3	37,3
Co	5	3,3	3,7	3	3,9	4,3	3,8	2,1	2,5	2,7	1,1
Cs	0,83	0,98	1,58	1,88	3,36	4	1,94	4,82	2,54	1,8	4,64
Dy	1,79	2,02	3,11	4,3	1,41	1,87	2,87	1,57	2,9	4,04	3,21
Er	0,82	1	1,06	1,68	0,57	0,69	1,15	0,7	1,12	1,82	1,84
Eu	1,93	0,94	1,05	0,88	0,99	0,99	0,91	0,71	0,69	1,03	0,23
Ga	18,3	18,7	17,2	18,1	20,9	26,2	16,9	24,7	21,9	15,6	22
Gd	6,37	4,88	6,87	8,21	2,74	5,7	8,83	2,41	5,25	5,68	2,39
Hf	13,64	6,52	6,82	6,2	5,27	8,29	7,85	4,47	5,42	4,81	1,56
Ho	0,32	0,35	0,53	0,67	0,24	0,26	0,43	0,25	0,48	0,64	0,64
La	203,8	105,5	123,7	92	59,1	103,7	116,9	47,8	71,3	65,1	20,3
Lu	0,1	0,11	0,14	0,19	0,07	0,07	0,12	0,09	0,13	0,21	0,27
Nb	4,05	8,12	9,1	9,96	4,91	4,15	8,14	7,41	11,04	11,15	7,27
Nd	113,5	65,1	93	76,9	35	104,5	95,4	32,4	53,1	45,4	13,7
Ni	11	8	8	6	14	10	8	7	6	8	6
Pr	35,14	19,65	27,34	21,58	10,51	29,33	27,32	9,3	15,19	12,62	4
Rb	75,7	175,1	155,3	226,3	163	318,5	201,5	204,9	262,4	168,5	166,4
Sm	12,9	8,7	13,2	12,7	4,6	13,9	15,9	4,8	8,3	7,5	2,9
Sn	0,8	1,3	1,6	2	2,6	2,7	1,5	4	3,3	2,9	3,8
Sr	644,2	221,3	239,8	185,7	314,8	180	227,2	261,1	129,3	223,6	46,9
Ta	0,5	0,78	0,66	0,89	0,78	0,6	0,58	1,59	2,06	1,36	1,22
Tb	0,57	0,57	0,86	1,06	0,37	0,55	0,78	0,38	0,68	0,8	0,55
Th	65,9	42,7	43	43,9	9,3	42,9	43,2	20,3	35,1	29,7	10,5
Tl	0,25	0,5	0,25	0,6	0,5	0,8	0,6	0,6	0,8	0,6	0,25
Tm	0,16	0,16	0,17	0,22	0,14	0,11	0,2	0,13	0,23	0,24	0,3
U	1,63	2,7	1,91	3,11	1,13	2,52	2,03	2,74	8,3	3,94	3,35
W	0,5	0,5	0,4	0,3	2,1	1,2	0,3	0,7	0,7	1,2	1,7
Y	7,99	8,72	11,78	17,24	6,59	6,96	10,6	7,26	13,5	17,48	18,12
Yb	0,8	0,8	0,8	1,2	0,5	0,5	0,8	0,8	1	1,5	1,7
Zr	552,2	236,7	232,5	208,9	206,6	286,8	260,1	135,7	162,8	156,8	33,6

Tabela 3.1 – Dados químicos dos granitoides da Suíte Intrusiva Indiferenciada.

biotita (10%) e muscovita (3%), e zircão como traços, classificada entre os campos monzo e sienogranitos. Relações de contato podem ser observadas na localidade a sudoeste de Cristais, onde ortognaisses tonalíticos são intrudidos por muscovita-biotita granitoides (fig.3.11 G e H).

Foram coletadas 12 amostras para litogeoquímica destes granitoides, cujos dados estão listados na Tabela 3.1.

Excelente exposição de rochas intrusivas no Complexo Jaguaretam pode ser vista na BR-116, em corte de estrada próximo a localidade de Almas. Dois tipos de diques intrusivos foram reconhecidos (Amostras BC059 A e B).

Um primeiro tipo compreende rocha granítica foliada, granulação média a grossa, textura granoblástica e xenoblástica, formada por feldspato potássico (33%), plagioclásios (18%) e por quartzo (30%), muscovita (10%) e restos de biotita (5%), intrusivo em paragnaisses metatexiticos do Complexo Jaguaretama, com mergulhos médios para noroeste (fig. 3.12 A). Um segundo tipo corta o dique anterior (fig.3.12 B), de composição granodiorítica, coloração cinza, granulação fina, foliado, composto de minerais de plagioclásio (34%), quartzo (28%), feldspato potássico (10%), biotita (18%), muscovita (2%), e zircão, monazita e opaco como acessórios,



Figura 3.12 – A: Dique de granito intrusivo em paragnaisses do Complexo Jaguaretam; B: Dique de granodiorito intrusivo em dique de granito róseo.

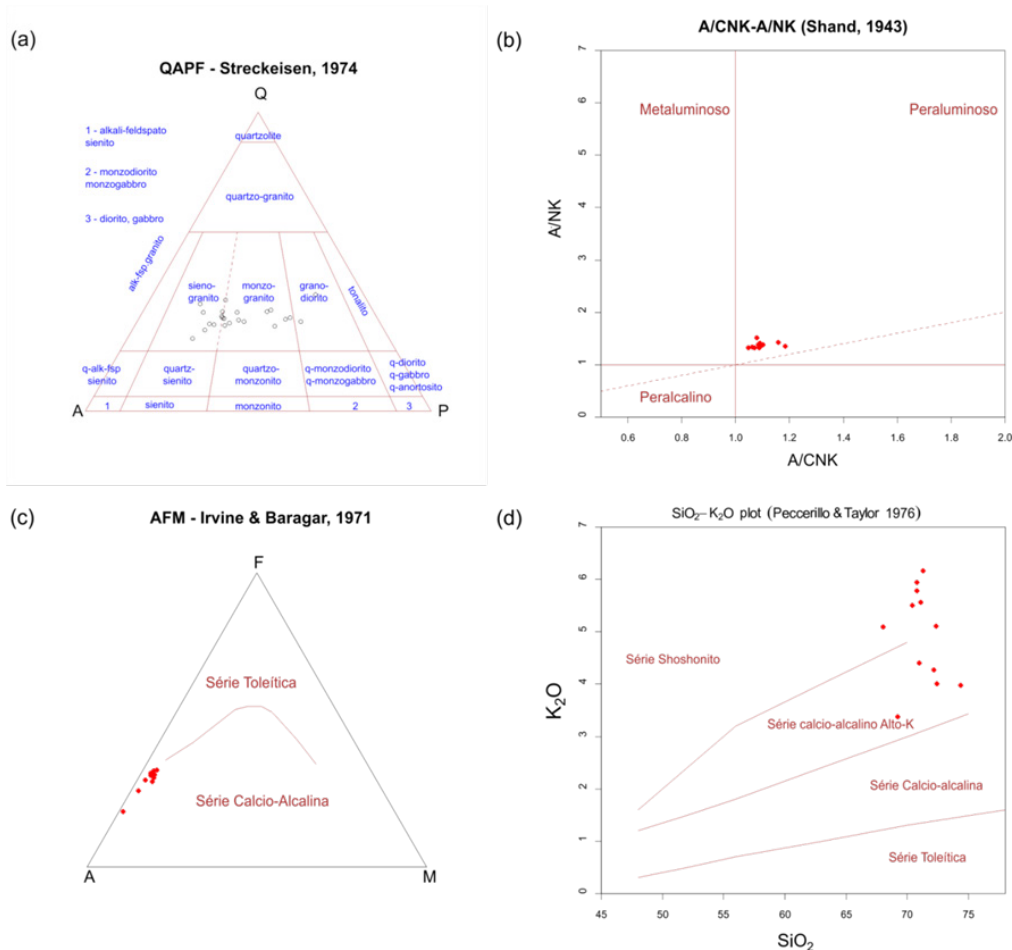


Figura 3.13 – Diagramas de classificação para os granitoides da Suíte Intrusiva Indiferenciada.

classificado em granodiorito pela petrografia.

Análise QAP (diagrama Streckeisen) para os granitoides refletiram uma mistura de granodioritos, monzogranitos e sienogranitos (Fig.3.13 a). Pelo índice de Shand estes litótipos são peraluminosos (fig. 3.13 b), enquanto que no diagrama AFM insere-se no campo da série cálcio-alcálica (fig. 3.13 c) e no diagrama SiO₂ x K₂O (fig. 3.13 d) plotam no campo das séries cálcio-alcálicas de alto potássio à shoshonítica.

3.5.3. Suíte Intrusiva Lagoa da Serra (NP3γ3Is)

Esta unidade encontra-se no sul da folha, na região da localidade de Lagoa da Serra, intrusiva em alto ângulo nos metassedimentos da Formação Santarém, e em contato intrusivo-magmático com biotita sienogranitos da unidade anterior. Afloram extensos lajedos em relevo plano, como também morrotes contínuos, constituídos de rochas leucocráticas de coloração creme-esbranquiçada e rósea, granulação fina e mais ou menos equigranular, formada por feldspatos e quartzo e pontuações de granada e

opaco (fig.3.14 A e B). Em seção petrográfica tem-se uma textura granoblastica a milonítica, com matriz quartzo-feldspática recristalizada, com porfiroclastos de feldspato e quartzo. A presença de granada e estauroлита indica protólito tipo-S.

Na localidade de Fazenda Tigre, em relevo de morrote, afloram leucogranitoides homogêneos e isótopos de granulação fina com fenocristais máficos (fig.3.14 C). Em seção petrográfica tem uma textura granular, hipidiomórfica, formada por plagioclásio (albita) que é dominante, e por feldspato potássico, quartzo e aegirina. Quartzo-albita-aegirina em associação pode ser interpretada como produto de alteração metassomática de um álcali-sienito (fig 3.14 D). Pouco mais para noroeste da localidade de Tapera ocorrem lajedos de rocha rósea equigranular média grossa, composta por feldspatos, quartzo e fenocristais de anfibólio (fig.3.14 E). Em seção petrográfica apresenta uma textura granular, hipi a xenomórfica, formada por plagioclásio e feldspato potássico, quartzo e anfibólio sódico (riebeckita), com titanita, fluorita e alanita, com menos de 3%. São comuns enclaves máficos anfibolíticos estirados, dobrados

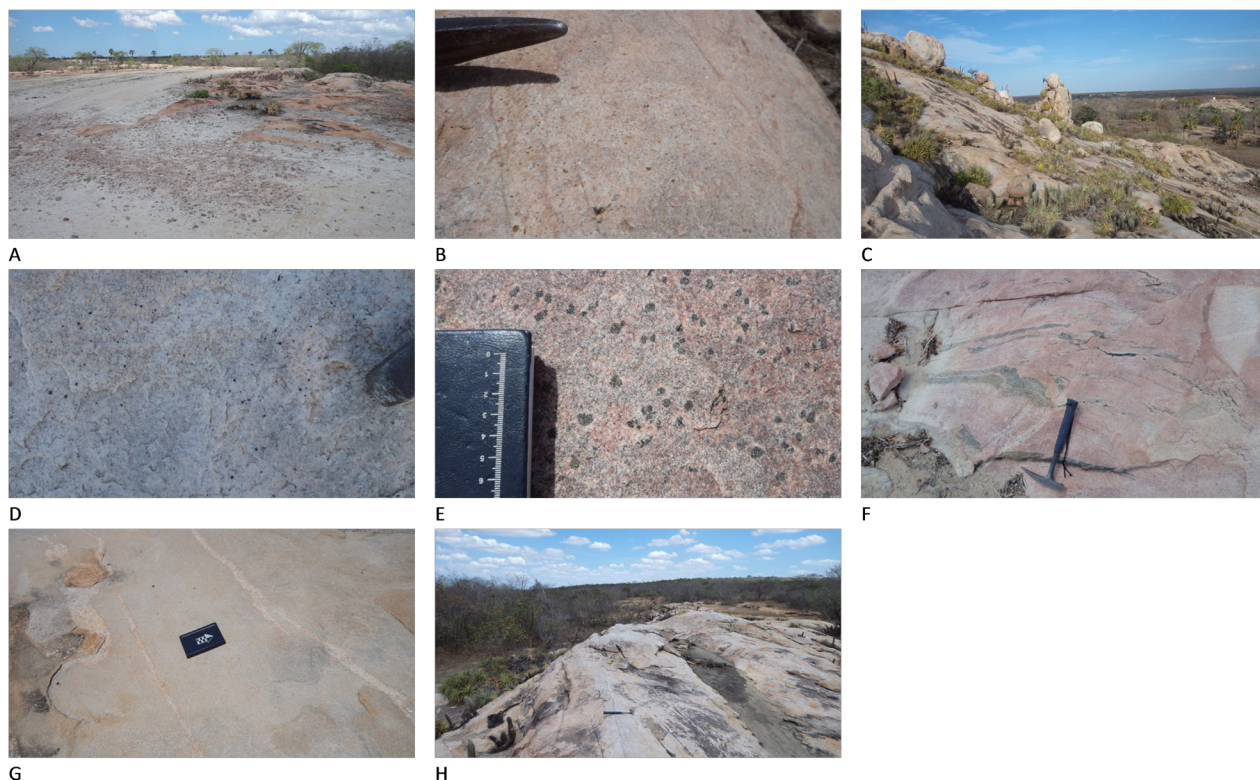


Figura 3.14 – Feições de campo da Suíte Intrusiva Lagoa da Serra. A: Extensos lajedos de leucogranitoides com granada (BC188); B: Detalhe da textura equigranular com porfiroclastos máficos (BC188); C: Afloramento em relevo de morrotes (BC128); D: Aegirina Augita Quartzo sienito (BC128); E: Riebeckita Monzogranito (BC131A) F: Enclaves máficos estirados e falhados (BC131); G: Monzogranito (BC132); H: Granada-Aegirina Sienogranito (BC398).

e falhados pela deformação (fig.3.14 F).

Foram coletadas seis amostras para litogeoquímica destes granitoides, cujos dados estão listados na Tabela 3.2. Análise QAP - Diagrama Streckeisen para estes granitoides refletiram predomínio de monzogranitos, com

uma amostra quartzo-monzodiorito (BC128) e um sienogranito (BC188) (Fig.3.15 a). Pelo índice de Shand foi possível separar dois tipos: peralcalinos a metaluminosos (fig. 3.15 b). No diagrama AFM e SiO₂ x K₂O (fig. 3.15 c e d) plotam no campo das séries cálcio-alcálicas de alto potássio.

Amostra	BC188	BC118	BC128	BC117	BC132	BC131A
SiO ₂	68,51	70,53	70,93	71,21	71,78	75,31
Al ₂ O ₃	16,54	15,09	16,66	14,71	14,66	13,93
CaO	0,92	0,27	0,95	0,14	1,41	1,03
Fe ₂ O ₃	1,06	0,85	1,1	0,82	1,63	1,98
FeO	0,37	0,46	0,41	0,3	1,22	1,19
K ₂ O	4,57	4,46	4,73	4,63	4,7	4,51
LOI	0,54	0,08	0,14	0,12	0,09	0,05
MgO	0,07	0,007	0,08	0,007	0,23	0,19
MnO	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05
Na ₂ O	6,33	6,54	6,37	6,51	3,8	4,21
P ₂ O ₅	0,03	0,13	0,03	0,16	0,02	0,04
TiO ₂	0,04	0,05	0,05	0,04	0,14	0,1
Total	98,63	97,96	101,07	98,29	98,5	101,41
Ba	937	866	1136	755	631	360
Be	6,8	5,7	5	4	4,3	4,6
Ce	10,2	9,9	15,5	13,7	78,9	43,4
Co	0,9	0,7	0,8	0,7	1,8	1,7
Cs	1,67	4,44	1,23	1,35	2,84	2,87
Dy	0,68	0,61	0,98	0,88	1,75	2,88
Er	0,45	0,66	0,72	0,57	1,01	1,65
Eu	0,26	0,29	0,32	0,28	0,58	0,46
Ga	18,7	19,5	17,3	20,1	20,8	20,7
Gd	0,58	0,67	1,01	0,7	2,48	3,37
Hf	2,8	1,88	2,11	2,74	4,24	2,94
Ho	0,14	0,16	0,19	0,15	0,28	0,57
La	6,5	7,1	12	8,6	40	20,5
Lu	0,07	0,13	0,13	0,12	0,09	0,27
Nb	6,01	6,03	7,93	6,9	7,36	13,59
Nd	3,8	3,7	5,5	4,8	28,4	18,3
Ni	7	6	3	3	6	6
Pr	1,11	1,05	1,5	1,27	8,34	4,74
Rb	110,5	112,2	119,3	115,6	235,4	172,4
Sm	0,6	0,7	0,8	0,7	4,5	3,9
Sn	1,3	1,6	1,4	1,9	4,2	5,5
Sr	615,8	572,4	627,1	524,9	174,6	232
Ta	0,54	0,63	0,59	0,77	1,05	2,42
Tb	0,09	0,11	0,15	0,13	0,32	0,5
Th	3	2,7	1,8	3,9	22,1	18,3
Tl	0,5	0,6	0,5	0,25	0,9	0,6
Tm	0,12	0,1	0,14	0,12	0,15	0,28
U	2,19	1,88	1,44	2,21	3,25	8,21
W	0,3	1,1	0,4	0,9	0,6	0,4
Y	4,22	4,78	6,32	5,68	8,95	17,38
Yb	0,6	0,6	0,8	0,9	0,8	1,8
Zr	92	66,7	72,6	109,4	127,3	82,1

Tabela 3.2 – Dados químicos dos granitoides da Suíte Intrusiva Lagoa da Serra.

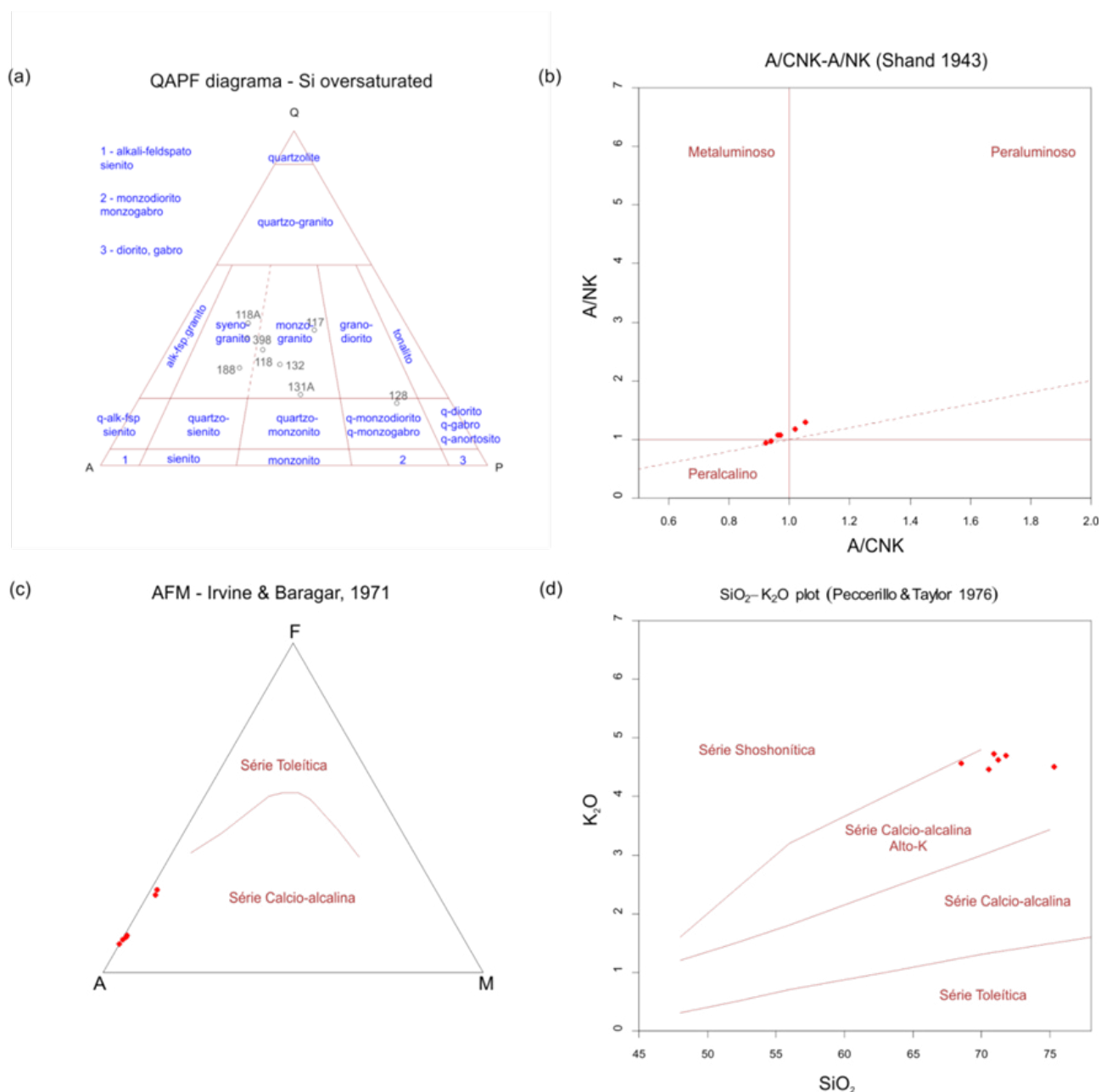


Figura 3.15 – Diagramas de classificação para os granitoides da Suíte Intrusiva Lagoa da Serra.

3.6 - RIO CEARÁ MIRIM (K1βcm)

As rochas vulcânicas estão associadas com a reativação de zonas de cisalhamento de escala continental, como por exemplo, os diques Rio Ceará-Mirim, que se estendem por toda a Província Borborema, composto de diabásio e direção predominante NE-SW e E-W, com idades K-Ar de 145 a 115 Ma (MIZUSAKI et.al., 2002). Mapa do pólo magnético indicam anomalias e zonas de cisalhamento, como também diques máficos de direção E-W para a margem continental leste da América do Sul (BEZERRA et.al., 2014).

Na área de estudo foram observados na forma de diques de diabásio, com direção NE-SW, como por exemplo, na região central, localidade de Fazenda Açude das Melancias, onde foi descrito um dique de diabásio, de espessura métrica, direção NE-SW e alto mergulho para oeste, associado a falha sinistral (fig.3.16 A e B), cortando rochas paleoproterozoicas pertencentes aos paragnais do Complexo Jaguaretama. O mesmo ocorre no canal do trabalhador que expõe diques de diabásio de direção NE-SW e 60° para oeste, cortando granada-biotita gnaisse metatexítico do Complexo Jaguaretama (fig. 3.16 C e D).

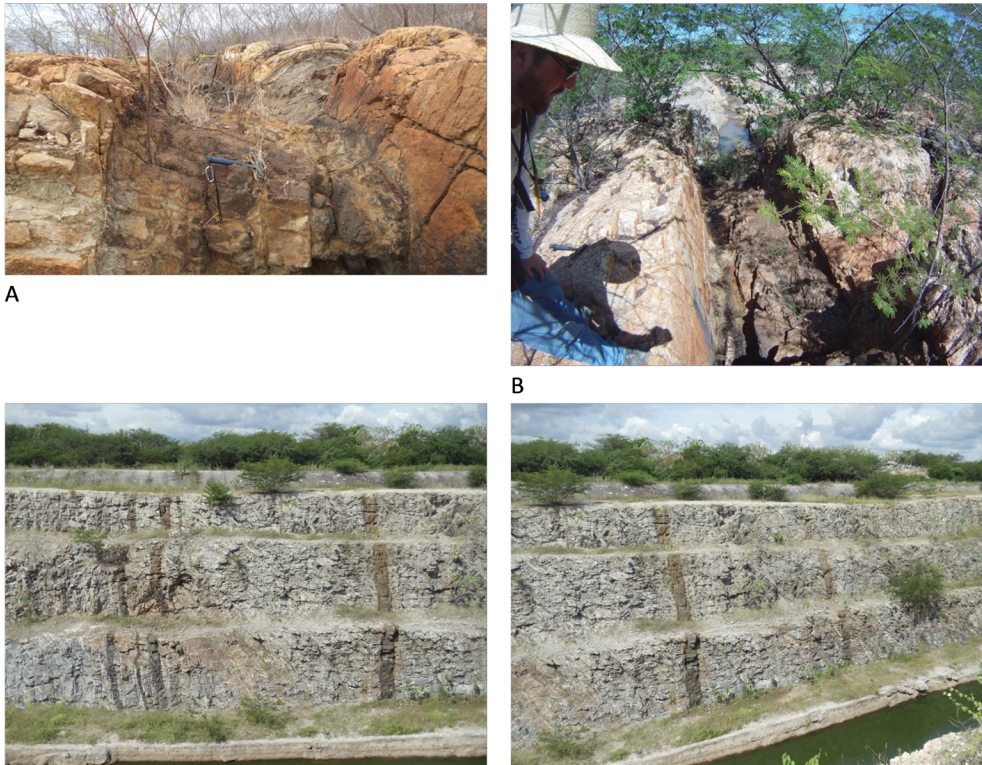


Figura 3.16 – Diabásio Rio Ceará-Mirim. A: Dique de diabásio (clar: 305/80); B: Dique de diabásio locado em falha sinistral; C e D: Visada dos diques de diabásio cortando granada-biotita gnaiss metatexítico do Complexo Jaguaretama.

3.7 - GRUPO BARREIRAS (ENb)

O Grupo Barreiras na folha Bonhu ocorre em extensas áreas, principalmente nas regiões nordeste, noroeste e sudeste. Nas faixas a nordeste e noroeste ocorrem relevos planos a suaves ondulados com ausência de cortes que pudesse diferenciar a estratigrafia desta unidade. Em sua maioria corresponde a depósitos arenosos e quartzosos. A melhor exposição de variação faciológica pode ser conferida no extremo sudeste da folha, localidade de Fazenda Jaguaribe, próximo à cidade de Russas, onde a exploração de argila vermelha expôs a Formação Faceira, na base da sequência. Primeiro observa-se conglomerados cascalhosos mal selecionados com clastos, seixos, calhaus e blocos arredondados e de baixa esfericidade, predominante de quartzo leitoso, interpretados como sistema fluviais. No topo desta seção observam-se canais de areias silto arenosas (fig.3.17A e B). Nesta exposição também se observa o contato entre conglomerados basais e sedimentos silto arenosos, mal selecionados e de coloração vermelha (fig. 3.17C). Ocorrem também fácies arenosas variegadas, com tons creme e alaranjados, e intercalação de conglomerados e seixos pingados (fig. 3.17D).

3.8 - COBERTURAS RECENTES (N2Q1c e Q2a)

As coberturas recentes se referem aos depósitos sedimentares arenosos, silto-argilosos e cascalhosos, derivados dos processos de superfície como erosão, transporte e deposição. São reconhecidos na folha dois tipos principais: (i) depósitos aluvionares (Q2a), constituídos de sedimentos inconsolidados com intercalação de depósitos arenosos e cascalhosos, relacionados às planícies aluvionares dos rios e riachos (fig. 3.18 A e B). E o tipo (ii), formados por planícies coluvionares e eluvionares (N2Q1c), de alteração intempérica, constituídos de depósitos arenosos e silto-arenosos, com influência de enxurradas periódicas com intercalação de grânulos, e com cores variadas, de ocre a amarelas e vermelho alaranjados, por vezes de cor homogênea a variegada (fig.3.18 C e D). Nesta unidade, nas cabeceiras do Riacho Carnaúba, a sul da localidade de Guanabara, aflora uma seção estratigráfica em um morro na CE-138, com depósitos argilosos cinzentos na base (fig.3.19 A), um pacote de intercalação de areias e argilas sem estruturas no meio da sequência (fig.3.19 B), e no topo conglomerados moderadamente selecionados, com matriz arenosa de mesma composição do pacote inferior, e grânulos, seixos e blocos de quartzo arredondados e de baixa esfericidade (fig.3.19 C e D).

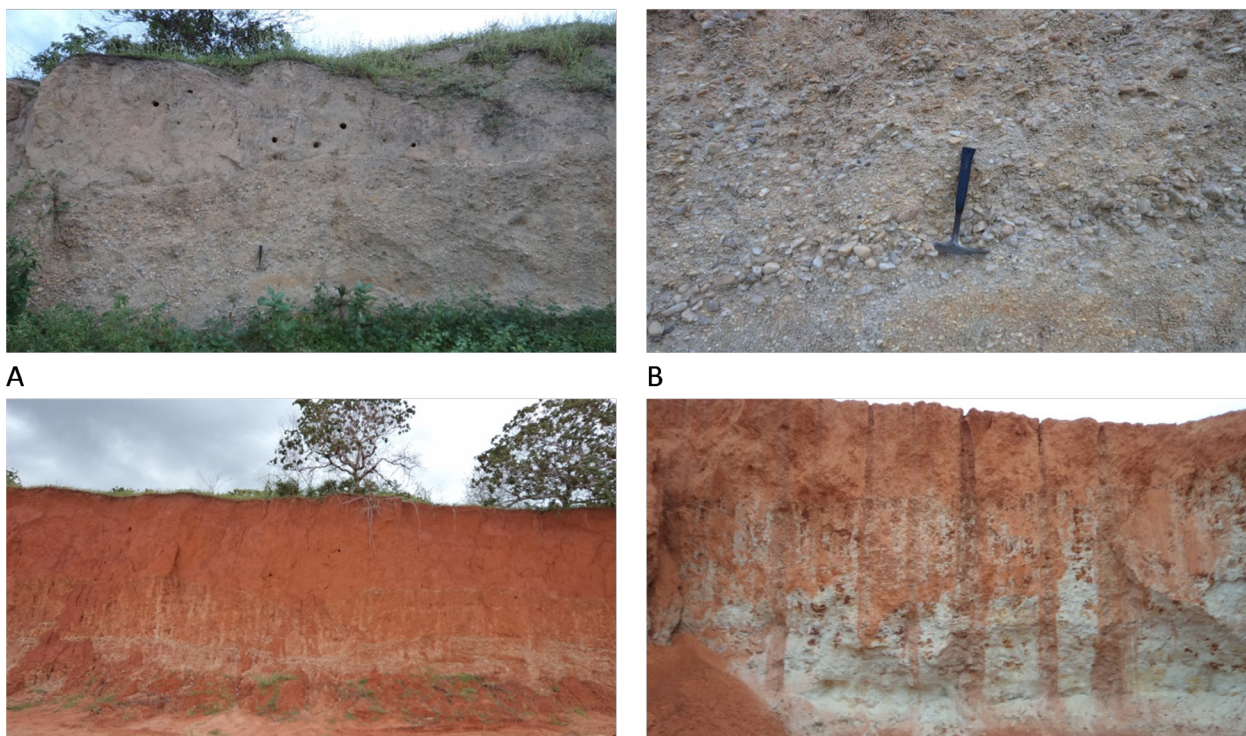


Figura 3.17 – Feições de campo do Grupo Barreiras - A: Formação Faceira constituída de conglomerados basais e no topo canais silto-arenosos; B: Detalhe dos conglomerados; C: Areias silto-arenosas, mal selecionadas, de coloração vermelha, sotoposta a conglomerados basais (BC291; 610502-9451757); D: Fácies silto-arenosas de coloração creme-alaranjada, com fragmentos da unidade superior e conglomerados e seixos pingados.

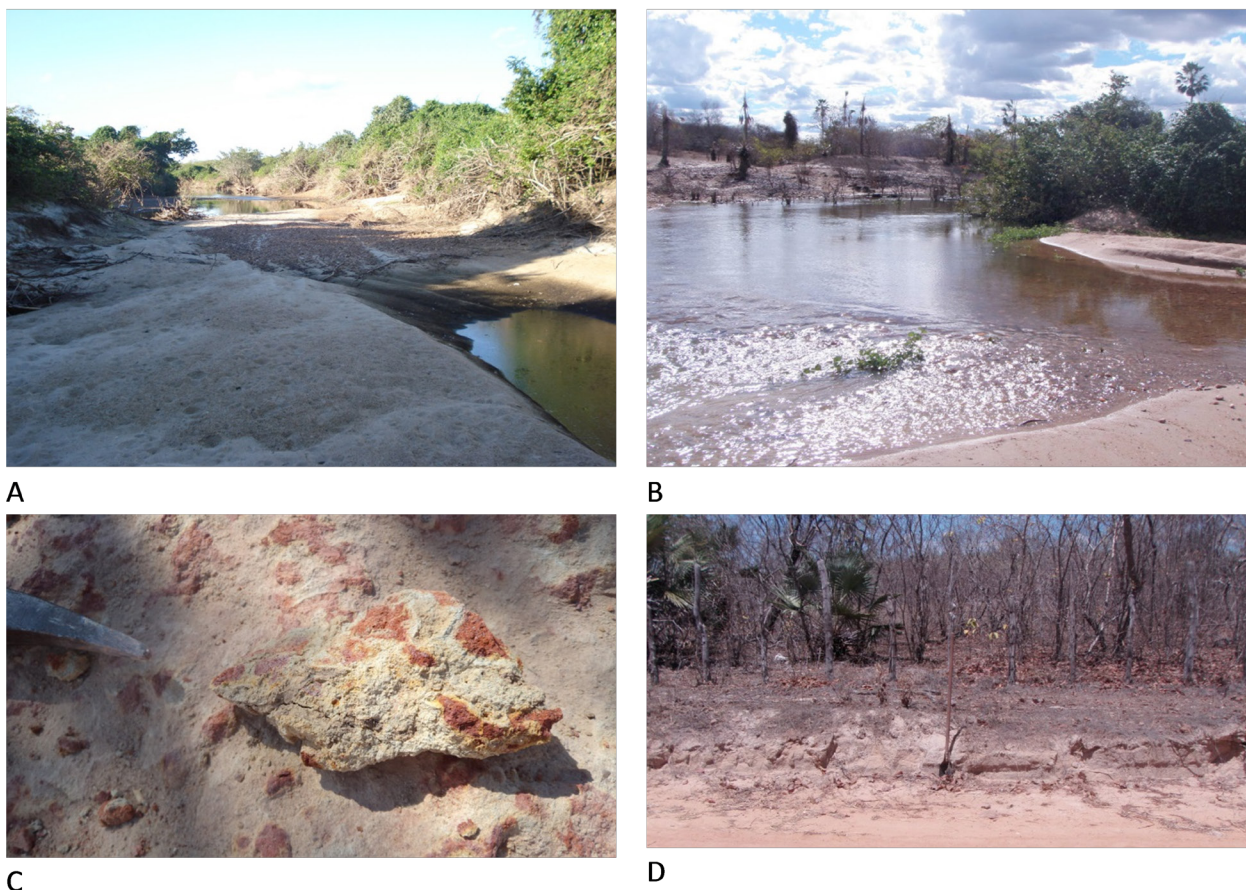


Figura 3.18 – Coberturas recentes – A e B: Intercalação de depósitos arenosos e cascalhosos nos rios e riachos; C e D: Solos e depósitos colúvio-eluvionares.

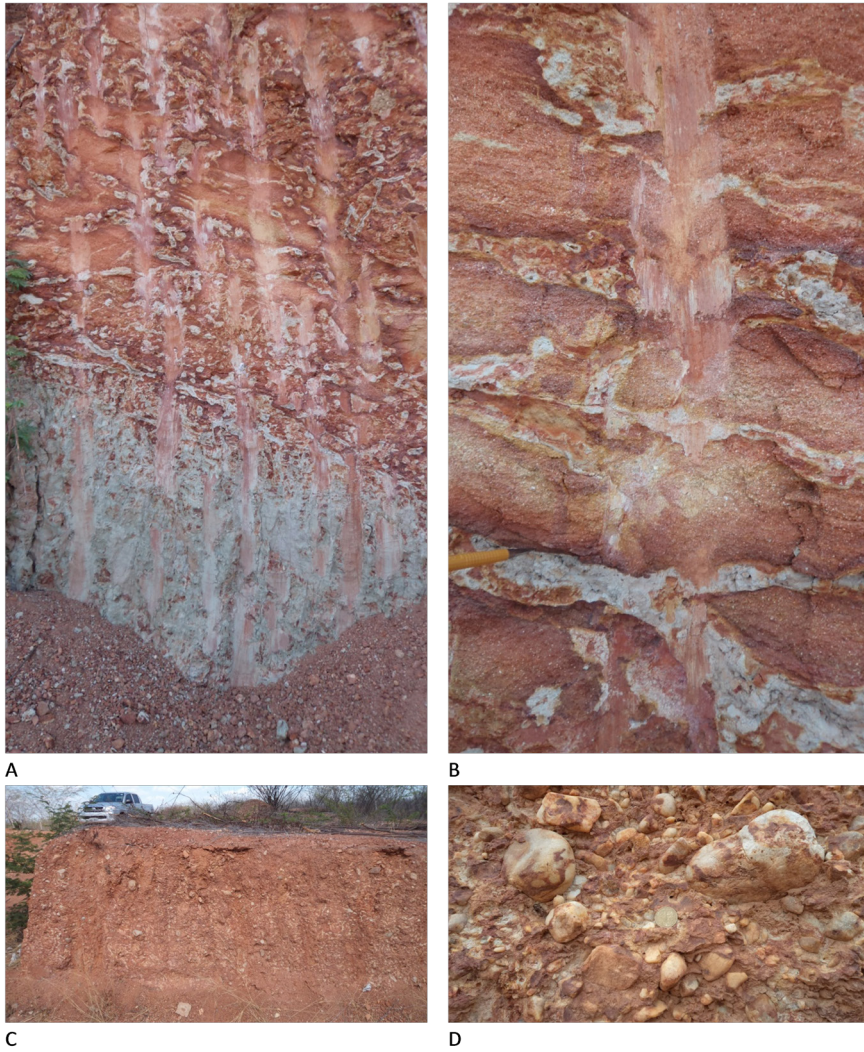


Figura 3.19 – Feições de campo das coberturas recentes - A: argilas cinzentas na base; B: areias intercaladas com argila no meio; C e D: no topo conglomerados mal selecionados (BC016).

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA

O estudo das estruturas é fundamental para o entendimento histórico de como as rochas crustais respondem aos processos físicos atuantes durante o tempo geológico (Davis, 1984). A análise estrutural envolveu a descrição e análise, em campo, das relações geométricas e cinemáticas das estruturas tectônicas. Na folha Bonhu são reconhecidos importantes sistemas de zonas de cisalhamento, como o de Senador Pompeu, Orós e Jaguaribe (fig.2.1). A zona de cisalhamento de Senador Pompeu constitui-se na descontinuidade que separa os domínios tectônicos Orós-Jaguaribe e Ceará Central (CAVALCANTE, 1999). A descrição e análise foi realizada para cada unidade litoestratigráfica separadamente.

4.1 - COMPLEXO CANINDÉ DO CEARÁ

O Complexo Canindé do Ceará apresenta-se com estruturação de direção nordeste, predomínio de bandamento gnáissico com mergulhos de médio a alto grau, em geral paralelo ao plano axial de dobras recumbentes (fig.4.1 A). Dobras assimétricas sin-cisalhamento estão associadas à zona de cisalhamento dextral que afeta esta região (fig.4.1 B). Feixes e bandas de cisalhamento (ultramilonitos) são observados com indicador cinemático de quartzo fragmentado (tipo dominó), com cinemática dextral (fig.4.1 C). Na superfície frontal ao movimento foi observada dobra do tipo bainha (fig.4.1 D). No noroeste da folha, a sul de cristais, ocorre intrusão de granitoides e pegmatitos na direção NW-SE.

Os polos do bandamento gnáissico, paralelos ao plano axial (Sn//PA) de dobras recumbentes, apresentam-se distribuídos ao longo de uma guirlanda de círculo máximo com orientação N65W/78NE, indicando dobras horizontais em pé e pouco inclinadas, segundo eixo estimado de direção azimute 205 e mergulho 12° (fig.4.2 a). As lineações de estiramento foram paralelas ao eixo de dobra calculado (fig.4.2 b). As estruturas rúpteis, como por exemplo, mica-quartzitos com mergulhos altos para noroeste e fraturas conjugadas nas proximidades de Cristais (fig.4.1 E e F), indicam sigma1 de direção NW-SE, confirmado regionalmente pelas fraturas obtidas em campo (fig.4.2 c).

Entre a zona de cisalhamento dextral de Senador Pompeu e Orós Jaguaribe afloram ortognaisses tonalíticos (PRcn2) em contato tectônico com supracrustais do Grupo Orós. Apresentam foliação milonítica de direção NE-SW e mergulhos altos para noroeste e sudeste (fig.4.2d). Veios aplíticos dobrados (fig.4.1 G), dobras rompidas (fig.4.1 H), lineações minerais de baixos ângulos, estão relacionados ao cisalhamento transpressivos destas rochas (fig.4.2 e).

4.2 - COMPLEXO JAGUARETAMA

O Complexo Jaguaretama foi subdividido em duas unidades: (i) predominantemente ortognaisses tonalíticos com restritas supracrustais; (ii) sequência de biotita-gnaisses com pegmatitos, metatexitos e diatexitos paraderivados, com intercalações de gonditos em sua porção leste. Estas duas unidades apresentaram distintas concentrações de tório, conforme gamaespectometria (fig. 3.2) e foram separadas na análise estrutural.

4.2.1 Ortognaisses

No extremo sudoeste da folha ocorrem ortognaisses granodioríticos com diques graníticos dobrados em cinemática dextral (fig. 3.2A). Nesta região o bandamento gnáissico predomina de direção NE-SW, com mergulhos médios a altos para sudeste, associados ao plano axial de dobras (fig. 4.3 A e B) com eixos de baixos ângulos para SW. Os veios pegmatíticos estiveram paralelos ao plano axial de dobras apertadas verticais (PA//Sn) (fig. 4.3C), como também ocorrem dobras rompidas (fig. 4.3D) e boudinagem (fig. 4.3 E). Fraturas em escala mesoscópica (fig. 4.3F), como veios extensionais de quartzo (fig. 4.3G) indicam sigma 1 de direção N-S. Falha dextral observada em escala de afloramento (fig. 4.3H) corrobora com esforços compressoriais de direção N-S e NW-SE (Fig. 4.4).

Na região leste desta unidade, diferentemente, os ortognaisses aparecem com bandamento gnáissico marcante na direção NNE-SSW e mergulhos médios para o quadrante oeste (fig.4.5).



Figura 4.1 – Feições de campo do Complexo Canindé do Ceará. A: Bandamento gnáissico paralelo a dobras recumbentes associadas a cisalhamentos (*drags folds*); B: Dobras assimétricas de cisalhamento; C: Detalhe de bandas de cisalhamento com quartzo fragmentado (tipo Dominó), indica cinemática dextral; D: Dobras em bainha; E e F: Fraturas em mica-quartzitos; G: Veios aplíticos dobrados em compressão NW-SE; H: Dobras rompidas em ortogneisses tonalíticos e miloníticos.

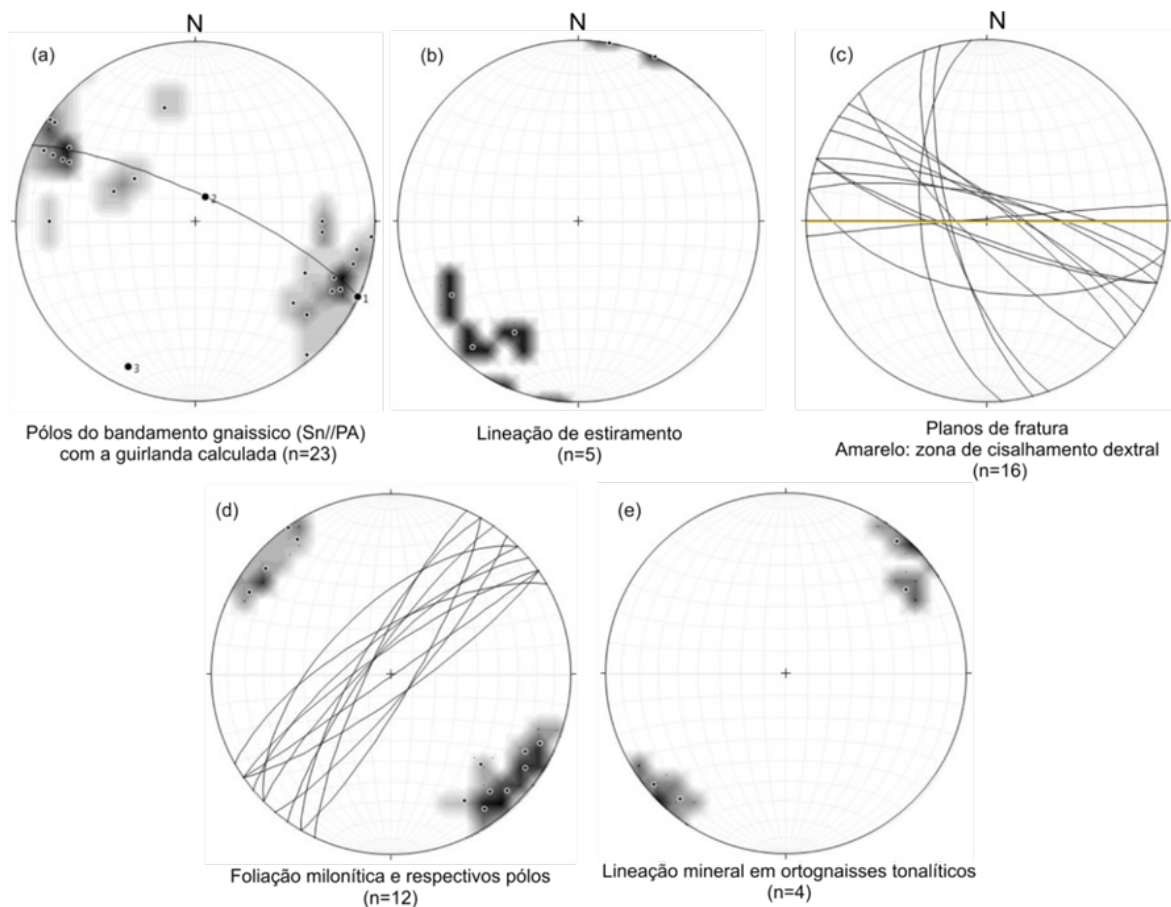


Figura 4.2 – Estereogramas do bandamento gnáissico e lineações de estiramento do Complexo Canindé do Ceará.

Em escala mesoscópica ocorrem dobras intrafoliares com cinemática sinistral (fig. 4.6A) e boudinagem de diques de leucogranitoide (fig. 4.6B). No sul da localidade de Vaca Brava ocorre importante lineamento geofísico, onde aflora paragnaisses com foliação milonítica e forte crenulação (fig. 4.6C).

4.2.2 Paragnaisses e migmatitos

Esta unidade apresenta-se bem mapeada pelos teores elevados de tório, conforme observado no mapa gamaespectrométrico (fig. 3.2). Importantes lineamentos aeromagnéticos foram interpretados como zonas de cisalhamento, associadas a uma compressão de direção E-W nesta região. No setor oeste desta unidade o bandamento

gnáissico apresenta dobras de cisalhamento, dobras isoclinais inclinadas (fig. 4.7 A) e boudinagem de bandas leucocráticas (fig. 4.7 B). Na região da Fazenda Santa Fé observa-se em escala macroscópica um sinforme com eixo calculado de N191/20° (fig.4.8 a). Em sentido oeste, região do Sossego, dobras apertadas verticais com eixo calculado N70/80° são observados (fig.4.7 C), como também veios extensionais escalonados de direção Az. 170 (fig.4.7 D). Um aumento do grau metamórfico em sentido oeste desta unidade se faz com o aparecimento de diatexitos com granadas porfiroblásticas, com dobras pitgmáticas (fig.4.7 E) e dobras isoclinais (fig.4.7 F). Análise em estereograma e dobras observadas em campo sugerem uma compressão de direção E-W nesta região (fig.4.8 b).



Figura 4.3 – A: Dobras no plano YZ com PA//Sn; B: Detalhe das dobras com eixo 240/03; C: Diques de pegmatito Sin-Sn paralelos a PA; D: Dobras rompidas e boudinadas; E: Fraturas indicam sigma 1 ~ N-S; F: Veios extensionais N-S; G: Falhas dexas; H: Boudinagem.

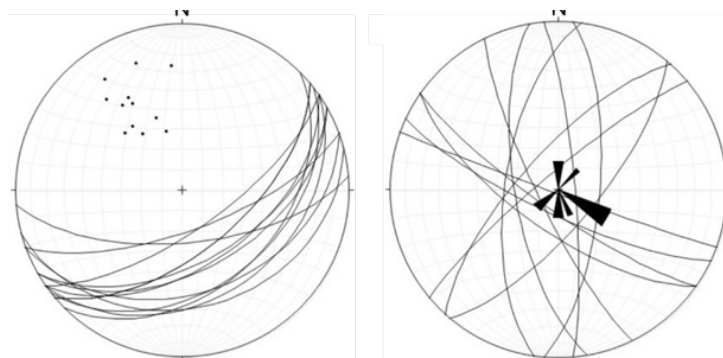


Figura 4.4 – Bandamento gnáissico e fraturas dos ortognaisses da região sudoeste da folha.

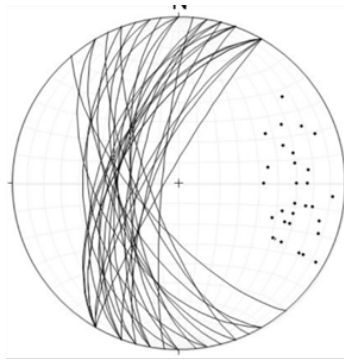


Figura 4.5 - Bandamento gnáissico dos ortogneisses do setor leste do Complexo Jaguaretama.



Figura 4.6 – A: Bandamento gnáissico com dobras intrafoliares de cinemática sinistral; B: Boudinagem de leucogranitoides; C: Crenulação em zona de cisalhamento.

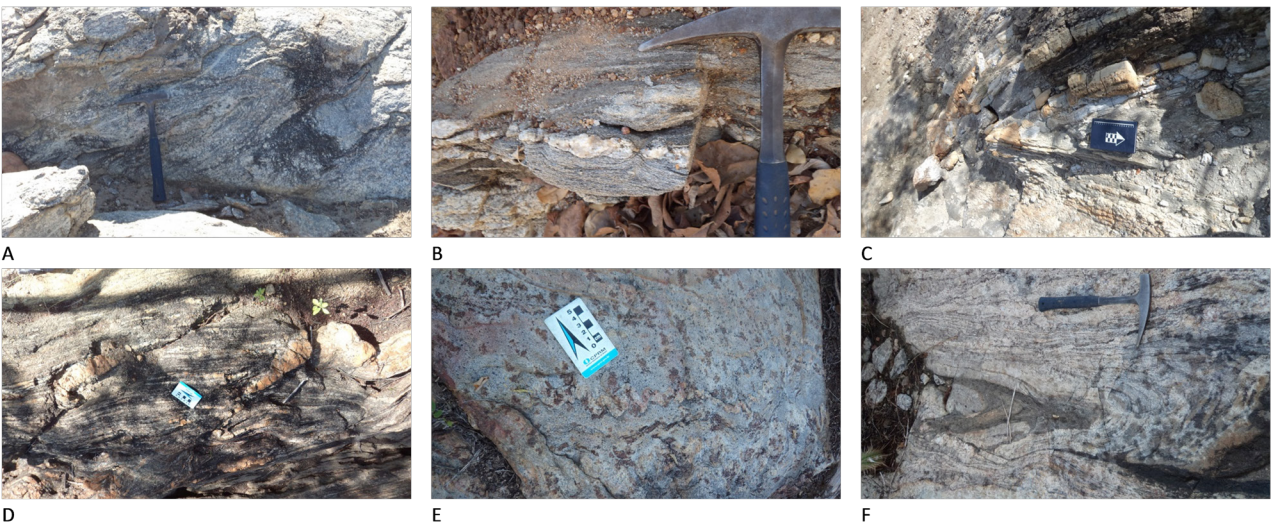


Figura 4.7 – A: Dobras isoclinais inclinadas; B: Boudinagem de bandas leucocráticas, associada a sigma 1 de E-W; C: Dobras apertadas verticais com eixo calculado de N70/80°; D: Veios extensionais escalonados de quartzo Az.170; E: Dobras pitgmáticas em Granada Diatexito; F: Dobra isoclinal vertical em granada diatexito.

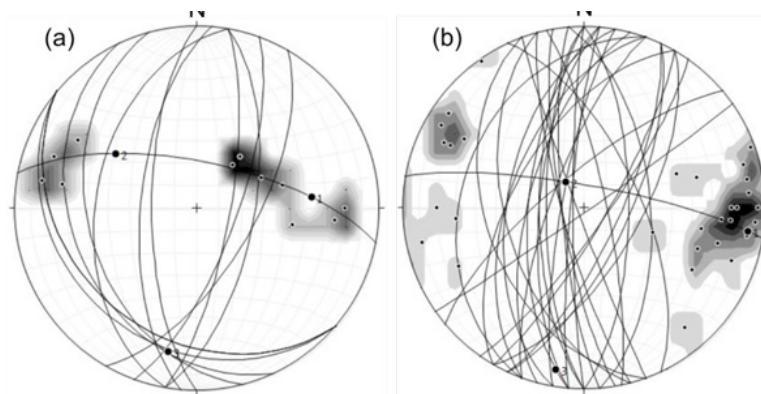


Figura 4.8 – Estereograma do bandamento gnáissico, pólos e círculo máximo calculado para as regiões de Fazenda Santa Fé e Sossego/Cajazeiras.

4.3 - GRUPO ÓROS

O Grupo Orós foi cartografado em três regiões na área de estudo. A mais marcante em exposição se deve ao relevo em serras e serrotes de direção NE-SW, que corta toda a extensão da folha, com larguras médias de 2 km. Afloram predominantemente mica-quartzitos, com intercalações de meta-ritmitos, ortognaisses e calcissilicáticas no topo da sequência. Bandamentos composicionais são observados nos metapelitos intercalados com quartzitos, com mergulhos elevados para sudeste e com fraturas ortogonais (fig.4.9 A). No geral esta unidade apresenta bandamento composicional de direção NE-SW e mergulhos médios a altos,

predominantemente para sudeste. Dobras macroscópicas horizontais apertadas em pé foram observadas no canal do trabalhador, que ressaltou 30 metros de exposição das rochas do Grupo Orós (fig.4.9 B). Na região a nordeste, localidade da Serra do Felix, as camadas mais competentes, como os quartzitos, apresentaram acentuado fraturamento (fig.4.9 C e D) e lineações minerais paralelas à direção da camada em zona de intensa deformação, associada à zona de cisalhamento Orós.

Análise dos estereogramas confirmam tensores de sigma₁ de direção NW-SE, assim como as dobras apertadas observadas em campo. A lineação mineral condiz com cinemática transcorrente da zona de cisalhamento de Orós (fig. 4.10).

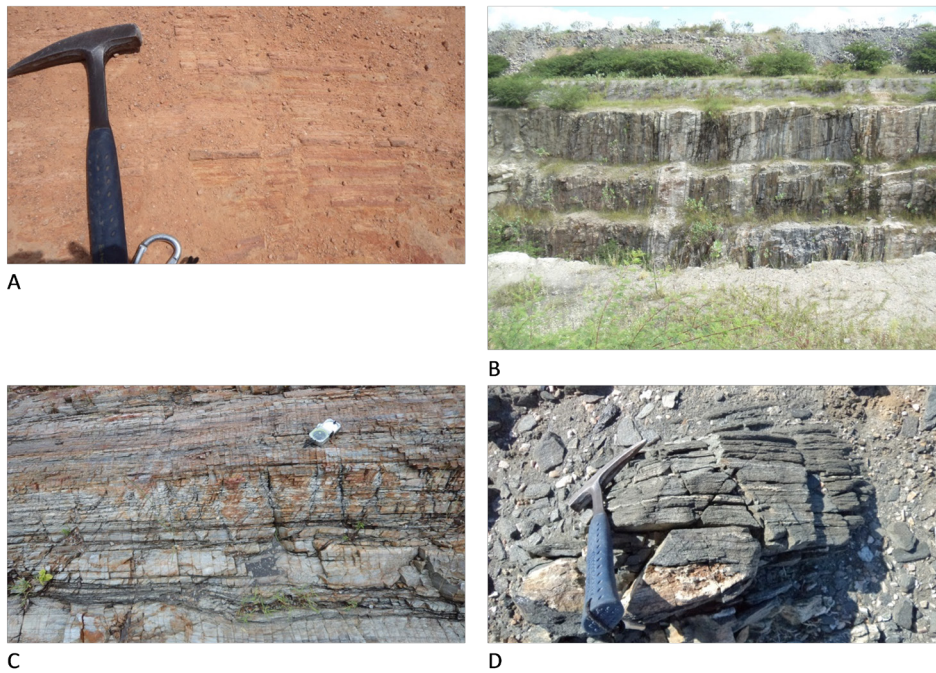


Figura 4.9 – Aspectos estruturais do Grupo Orós. A: Metarritmitos intercalados com quartzitos de alto ângulo; B: Dobra apertada horizontal; C: Fraturamento de quartzitos do Grupo Orós; D: Fraturamento em metabásicas intercaladas no Grupo Orós.

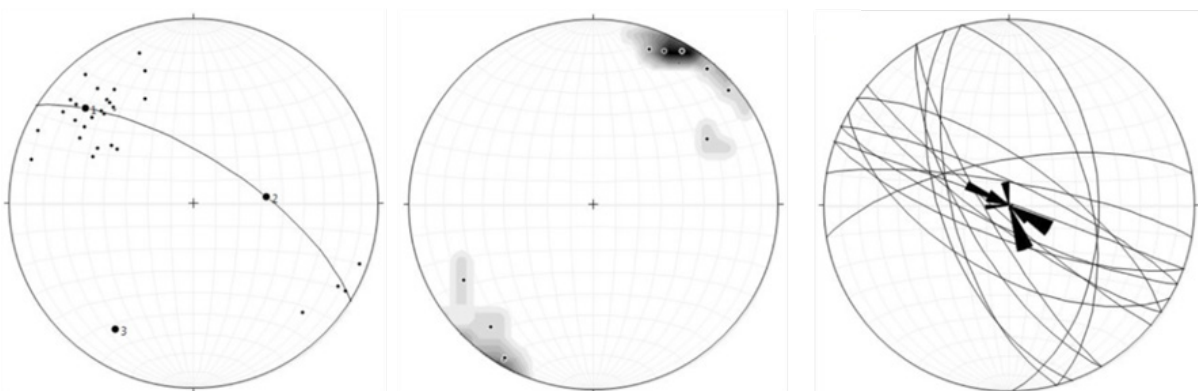


Figura 4.10 - Estereogramas do bandamento de mica-quartzitos, lineações minerais e fraturas do Grupo Orós – setor oeste-nordeste.

No setor sul da folha, localidade de Serra da Volta, afloram rochas da Formação Santarém, principalmente granada-sillimanita-muscovita-biotita xisto, estauroilita xisto, mica xistos e quartzitos, correlacionada a Sequencia Rio do Peixe de Cavalcante (1999). Poucos afloramentos foram observados e os mesmos, apresentaram estrutura xistosa crenulada de direção NE-SW, com mergulhos baixos a médios para NW e SE, caracterizando antiformes e sinformes, com eixos de baixos mergulhos para NE e E (fig.4.11 b, c). As fraturas indicaram uma componente sigma1 de direção N-S nesta região.

4.4 - SUÍTE INTRUSIVA SERRA DO DESERTO

Esta suíte compreende K-feldspatos ortognaisses que bordejam o Grupo Orós na região sul da área de estudo. Os perfis geológicos

realizados nesta região (fig. 4.11) separam dois domínios em função do caimento da foliação.

O Perfil A-A' em sua porção norte apresenta foliação milonítica de direção NE-SW, mergulhos que variaram de 30 a 80° para sudeste e lineação mineral NE-SW de baixos ângulos, o que condiz com uma cinemática transcorrente nesta região (fig. 4.11). Em escala mesoscópica observa-se lineação mineral e indicadores cinemáticos como porfiroclastos de K-Feldspato sigmoides, com sombra de pressão e fragmentados (fig. 4.12 A e B). São comuns faixas milonitizadas (fig. 4.12 C) e dobras intrafoliares recumbentes assimétricas, associadas ao cisalhamento dextral (fig.4.12 D). Em sua porção sul o mergulho se inverte para noroeste com mergulhos e lineações de médio ângulo.

O Perfil B-B' caracteriza-se pelo predomínio de foliações miloníticas com mergulhos médios para leste-nordeste e lineações minerais de baixo a médio ângulo de direção NNE.

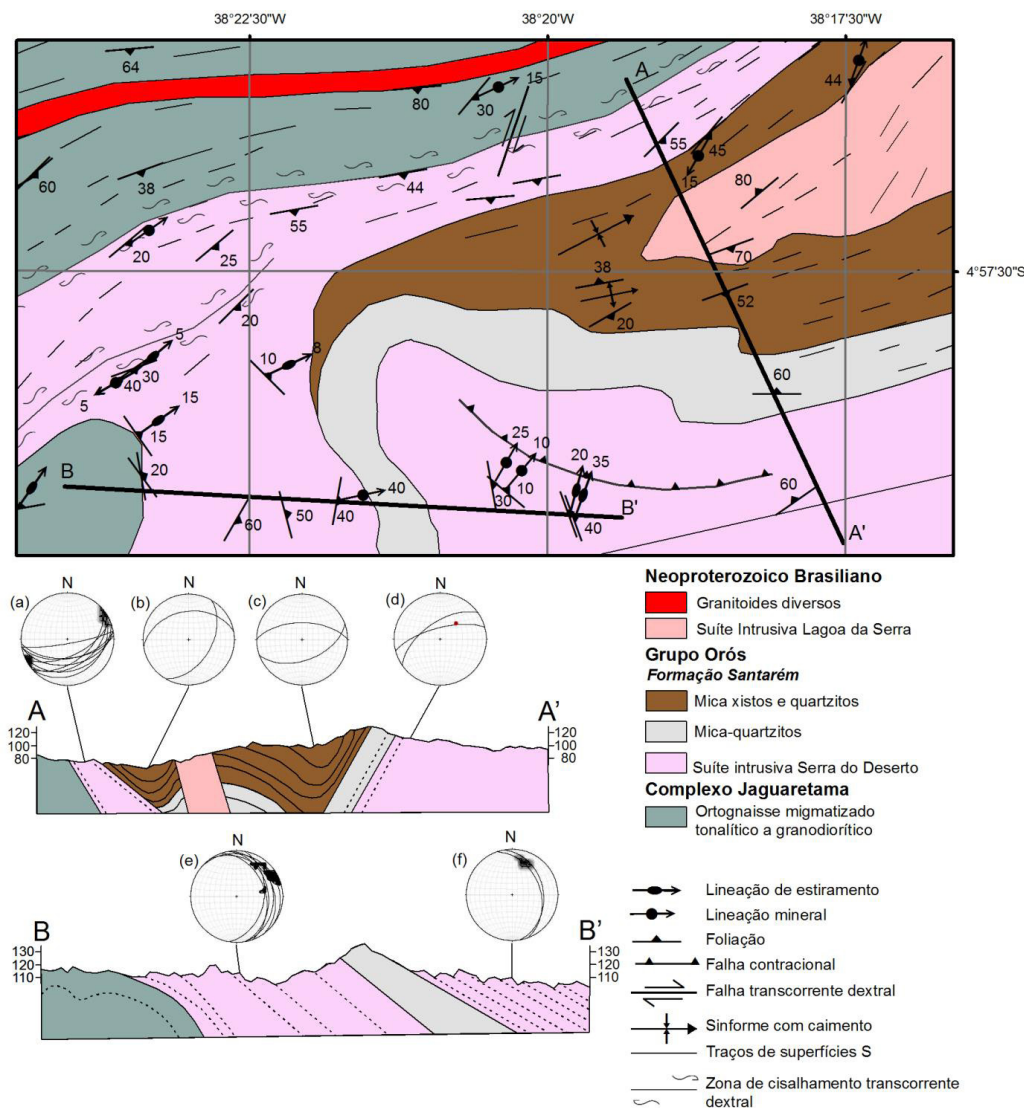


Figura 4.11 – Perfis Geológicos da relação entre a Suíte intrusiva Serra do Deserto e o Grupo Orós, no setor sul da folha mapeada.

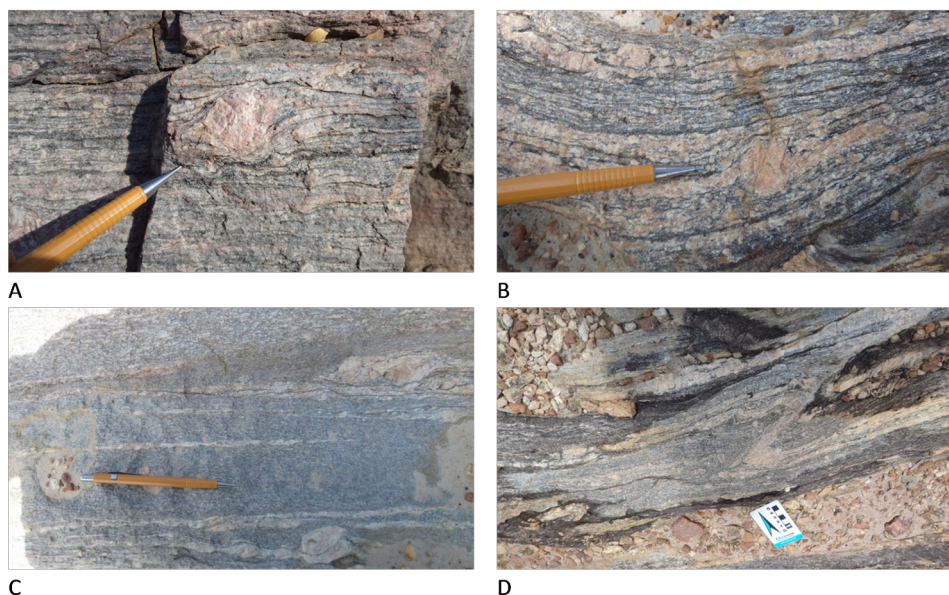


Figura 4.12 – Aspectos estruturais da Suíte Serra do Deserto. A: Porfiroclasto de K-Feldspato tipo sigma; B: Indicador cinemático em porfiroclasto de feldspato fragmentado; C: Faixas e zonas ultramilonitizadas; D: Dobras assimétricas intrafoliares associada a transcorrência dextral.

4.5 - MAGMATISMO BRASILIANO

A suíte intrusiva Itaporanga apresentou uma mistura entre a fácies porfirítica e fácies equigranular média. No geral apresenta foliação milonítica associada a zonas de cisalhamento. Na localidade de São José ocorrem dobras de arrasto associadas a uma cinemática transcorrente N-S, com eixo medido em campo de $N140/40^\circ$ (fig. 4.13 A). A foliação é predominantemente milonítica de direção N-S e NE-SW, com mergulhos médios a altos para leste e sudeste, associada a uma lineação de estiramento ENE (fig. 4.14 a). É possível ter ocorrido uma compressão E-W com cisalhamento N-S e fusão parcial por decompressão (fig. 4.13 B e C). Na região entre as localidades de Capim Grosso e Mutamba Feiticeira esta unidade apresenta foliação milonítica de direção ENE-WSW (fig. 4.14 b), mergulhos médios a elevados para NNW e SSE e estiramento dos pórfiros de feldspatos com baixos mergulhos para leste (fig. 4.13 D). Lineações de dobra foram reconhecidas em campo de direção $200/45^\circ$. As imagens aeromagnéticas apresentaram forte lineamento de direção ENE-WSW nesta região, o que reforça a ideia de zona de cisalhamento nesta unidade.

A suíte intrusiva indiferenciada apresenta-se na região sudoeste da folha com contato intrusivo em ortognaisses do Complexo Jaguaratama. Uma foliação milonítica de direção

NE-SE, com mergulhos médios a altos para SE, e lineação mineral medida em campo de $230/12^\circ$. Fraturas conjugadas corroboram esforços de sigma 1 de direção NE-SW e N-S (fig. 4.14 c, d), assim como veios extensionais em duas direções foram observados em campo (fig. 4.13 E).

Na região da localidade de São Pedro, nota-se foliação milonítica associada a cisalhamento com direção E-W, mergulhos altos para N e S. A presença de veios de pegmatito dobrados em função de uma compressão E-W e N-S indicam pelo menos dois vetores compressionais (fig. 4.13 F). Uma falha desloca veio sin-sn em cinemática sinistral, com provável sigma 1 de direção N-S (fig. 4.14 e). Veios extensionais de direção azimute 130° são falhados em cinemática sinistral (fig. 4.13 G e fig. 4.14 f). Os veios de pegmatito são sin-sn e por vezes boudinados (fig. 4.13 H).

4.6 - SÍNTESE DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA

As rochas mais antigas são atribuídas ao Complexo Canindé do Ceará e Complexo Jaguaratama, que registram um segmento crustal formado no Paleoproterozóico. Embora não existam determinações geocronológicas sobre a deposição do embasamento paraderivado, supõe-se que foi depositado antes da orogenia transamazônica, em algum momento entre

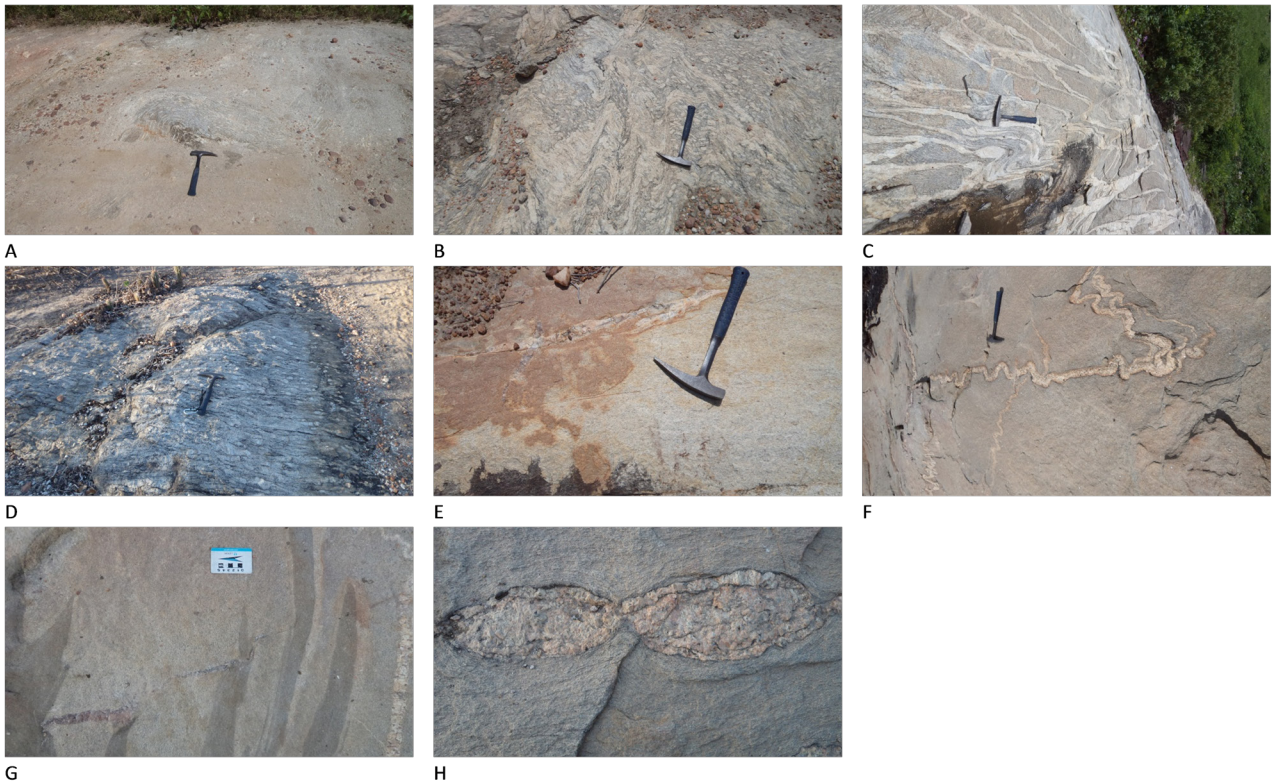


Figura 4.13 – A: Dobras de arrasto em escala métrica com eixo calculado de N140/40°; B: Compressão E-W com Cisalhamento N-S e fusão parcial; C: Dobras assimétricas de cisalhamento com injeção de veios tonalíticos sin-sn; D: Foliação milonítica marcante com estiramento de feldspatos centimétricos; E: Veios extensionais corroboram com sigma 1 de direção NE-SW e N-S; F: Veios de pegmatitos dobrados em N-S e E-W; G: Enclaves máficos estirados E-W com veios de quartzo N-S fraturados em cinemática sinistral.

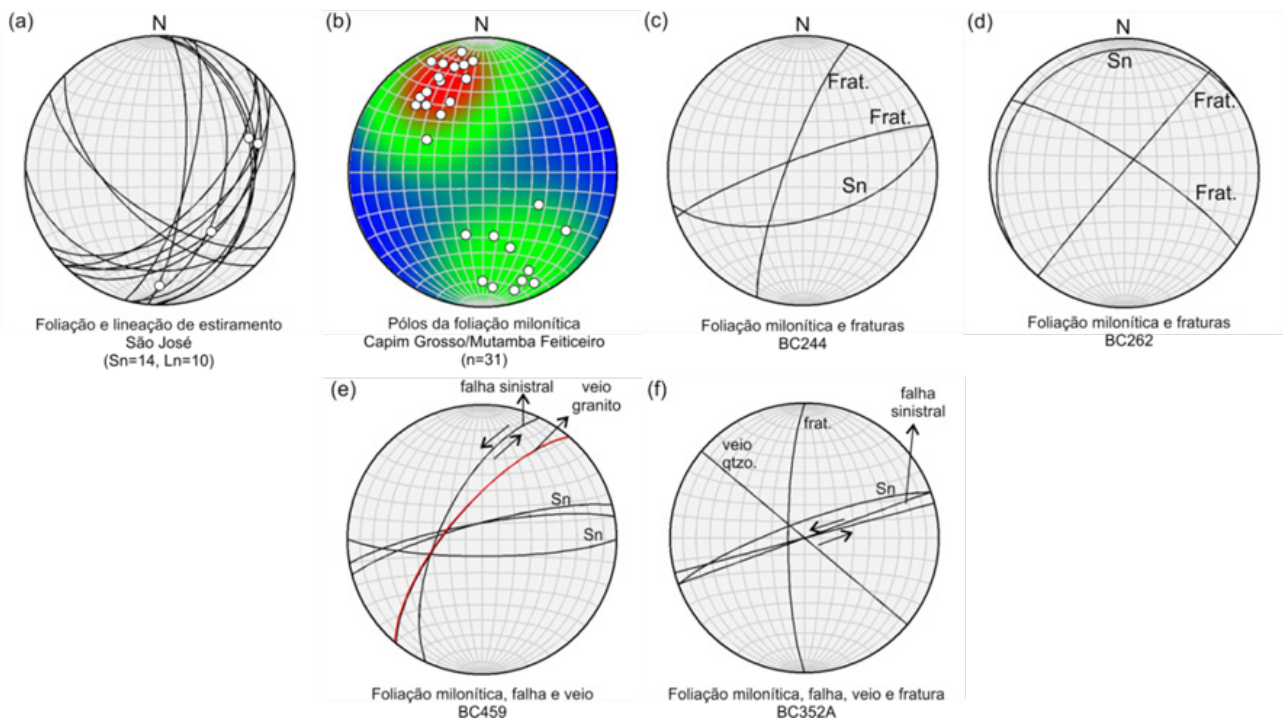


Figura 4.14 – Estereogramas dos dados estruturais da Suíte Intrusiva Itaporanga e Indiferenciada.

2,22 a 2,42 Ga, baseado em datações U-Pb em monazitas de leucossomas de migmatitos paraderivados (FETTER, 1999).

A existência de um evento tectono-

deformacional pretérito (pré-Brasiliano) se confirmou pela idade de 2,05 Ga (GOMES, 2013), obtida em leucossoma de ortogneisse de 2,13 Ga do Complexo Canindé do Ceará, o qual

foi interpretado como registro de migmatização durante evento orogenético entre o Riaciano-Orosiriano (PALHETA & COSTA, 2013).

Após este evento, o embasamento paleoproterozoico passa por um período de extensão crustal, que desencadeia um processo de rifteamento continental, com colapso e sedimentação (fig. 4.15). O início da sedimentação do Grupo Orós foi acompanhado de vulcanismo básico, seguido de vulcânicas ácidas (SÁ, 1991). Augen monzogranito pórfiro de idade U-Pb SHRIMP de $1,793 \pm 5$ Ma representa este vulcanismo na folha Bonhu. Palheta & Costa (2013) reportam idades U-Pb (LA-ICPMS) para zircões detríticos de quartzo xisto da Formação Santarém, com uma expressiva população de zircões paleoproterozoicos, alguns grãos de idade arqueana e zircões mais jovens em torno de 1700 Ma, o que define a idade máxima de deposição.

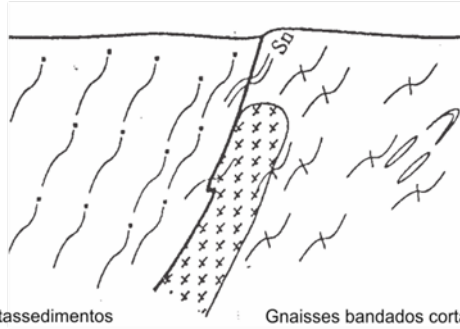
Em seguida ocorre o ciclo orogenético do Brasiliano, no intervalo compreendido entre 650 a 520 Ma (SÁ, 1991). Palheta & Costa (2013) reportam duas fases tectono-estruturais para este período. Uma fase tectônica compressiva (D1), de direção NW-SE, com transporte de massa para NW, metamorfismo de fácies anfibolito alto a granulito, migmatização e geração de leucogranitos a granada (granito tipo S de Itapiúna e Ibicuitinga). Essa tectônica também é expressiva nos quartzitos da Formação Santarém do Grupo Orós. E uma fase tectônica transcorrente (D2), cuja evolução foi progressiva

para regime transcorrente-transpressivo, de direção NE-SW e movimento dextral.

O mesmo ocorre na folha Bonhu, que diferentemente, apresentou transporte de massa para NW apenas em sua porção sudoeste. A fase compressiva está bem registrada com a formação de anticlinais horizontais a inclinados, sinclinais, dobras recumbentes, dobras de arrasto, dobras assimétricas de cisalhamento, nas unidades paraderivadas do Complexo Jaguaretama, Complexo Canindé do Ceará e Grupo Orós. A formação de núcleos metatexíticos a granada diatexitos, com pegmatíticos homogêneos de muscovita-feldspato-quartzo e colocação de granitos a duas micas, ocorre em sua porção setentrional, associado a rochas metassedimentares do Complexo Jaguaretama. Em sua porção noroeste, são observados granitos em zonas de cisalhamento, e a colocação de pegmatitos heterogêneos, com minerais de lítio.

Os granitos peraluminosos com muscovita, no geral, são colocados onde há espessamento crustal resultante da convergência de duas litosferas continentais e se concentram ao longo de zonas de cisalhamento transcorrente que cortam a crosta. Já os granitos peralcalinos e sienitos estão relacionados à domeamento da crosta e/ou rifteamento. Granitos de alto K e granodioritos cálcio-alcálicos estão presentes em vários ambientes geodinâmicos, tanto em períodos de relaxamento crustal, colisão, ou transição de um regime compressional a tensional (Barbarin, 1999).

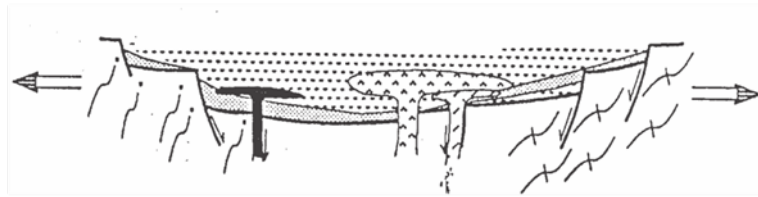
pré-1800 Ma



Embasamento composto por metassedimentos do paleoproterozoico

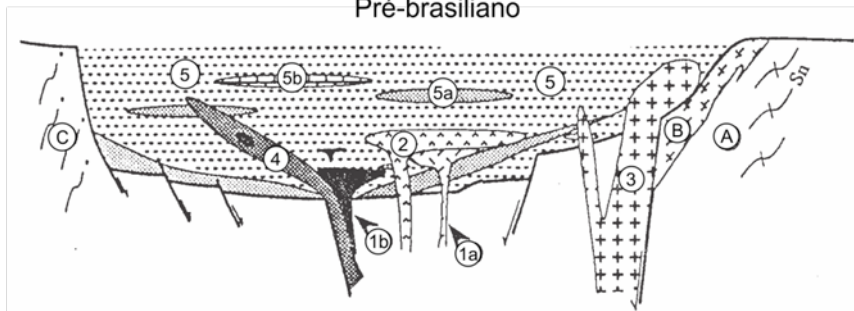
Gnaisses bandados cortado por ortogneisses (2,1 Ga)

1800 Ma



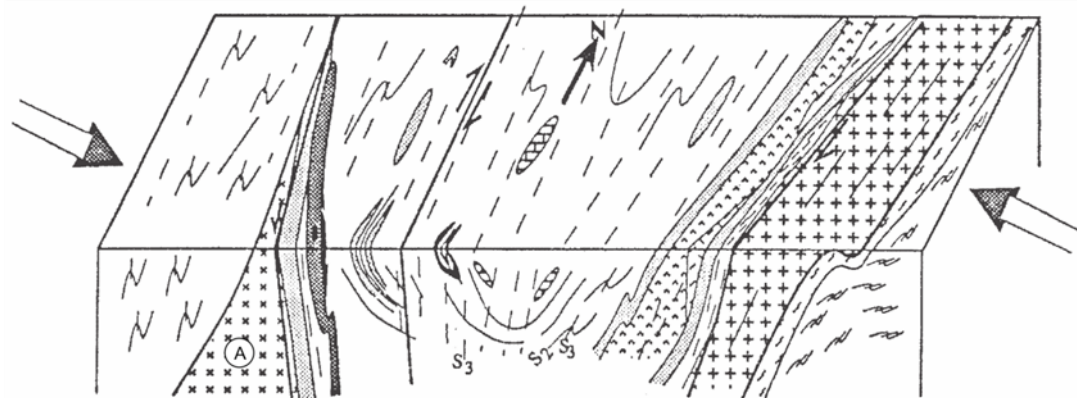
Extensão e rifting com deposição de sedimentos e colocação de rochas vulcanicas básicas seguido de vulcanismo ácido

Pré-brasiliano



Conclusão da bacia vulcano-sedimentar de Orós: Sn - foliação pré-rift; (A) - Gnaisses bandados com intrusão de (B) - ortogneisses (2,1 Ga); (C) - paragneisses da borda ocidental; (1a) Meta-andesitos; (1b) Basaltos (anfibolitos); (2) Metariolitos; (3) Granito porfirítico; (4) Metagabros; (5) Seqüência metassedimentar principalmente psamitos e pelitos (5a - arenitos; 5b - calcários e mármore)

650 - 520 Ma



Compressão durante o desenvolvimento do ciclo Brasileiro com dobramento e zonas de cisalhamento, com intrusão de (A) granito sintectônico.

Figura 4.15 – Modelo de evolução geodinâmica para o Cinturão de Orós, compilado de Sá (1991).

5 – GEOLOGIA ECONÔMICA

Na folha Bonhu foram cadastrados jazimentos minerais de diferentes classes utilitárias (fig. 5.1; Tab. 5.1). No contexto de sua evolução tectonoestratigráfica foram subdivididos em (i) depósitos de manganês metamórfico e (ii) depósitos magmáticos pegmatíticos (berilo, feldspato, lítio e muscovita).

5.1 - DEPÓSITOS DE MANGANÊS METAMÓRFICO

O nome gondito foi introduzido por Fermor (1909, apud Roy & Mitra, 1963) para designar rochas metamórficas caracterizadas pela presença essencial de espessartita e quartzo, com silicatos de manganês, produzidos pelo metamorfismo de sedimentos enriquecidos com manganês. Também conhecido como formação ferrífera manganésifera, como por exemplo, gonditos na Índia e kondalitos no Brasil (Dill, 2010), assemelham-se às formações ferríferas que se desenvolveram durante ciclos

transgressivos-regressivos do Paleoproterozoico, em condições transicionais entre águas profundas e rasas (Morey & Southwick, 1993). Gonditos contêm óxidos de Mn, granada espessartita e piroxênio rodonita.

Gomes (2013) reconheceu os protominérios gondíticos associados à unidade metassedimentares do Complexo Canindé do Ceará. Análises petrográficas e difratometria de raios-X permitiram caracterizar espessartita e quartzo nos gonditos e rodonita gonditos. Os minerais espessartita e rodonita foram posteriormente substituídos por fases mais novas de todorokita, criptomelana, manganita e pirolusita (GOMES, 2013).

Em campo, as rochas manganésíferas predominaram na bacia hidrográfica do Rio Palhano, mais precisamente no Riacho do Divertido. No geral apresentam afloramentos em blocos e raros lajedos intercalados em paragneisses do Complexo Jaguaratama.

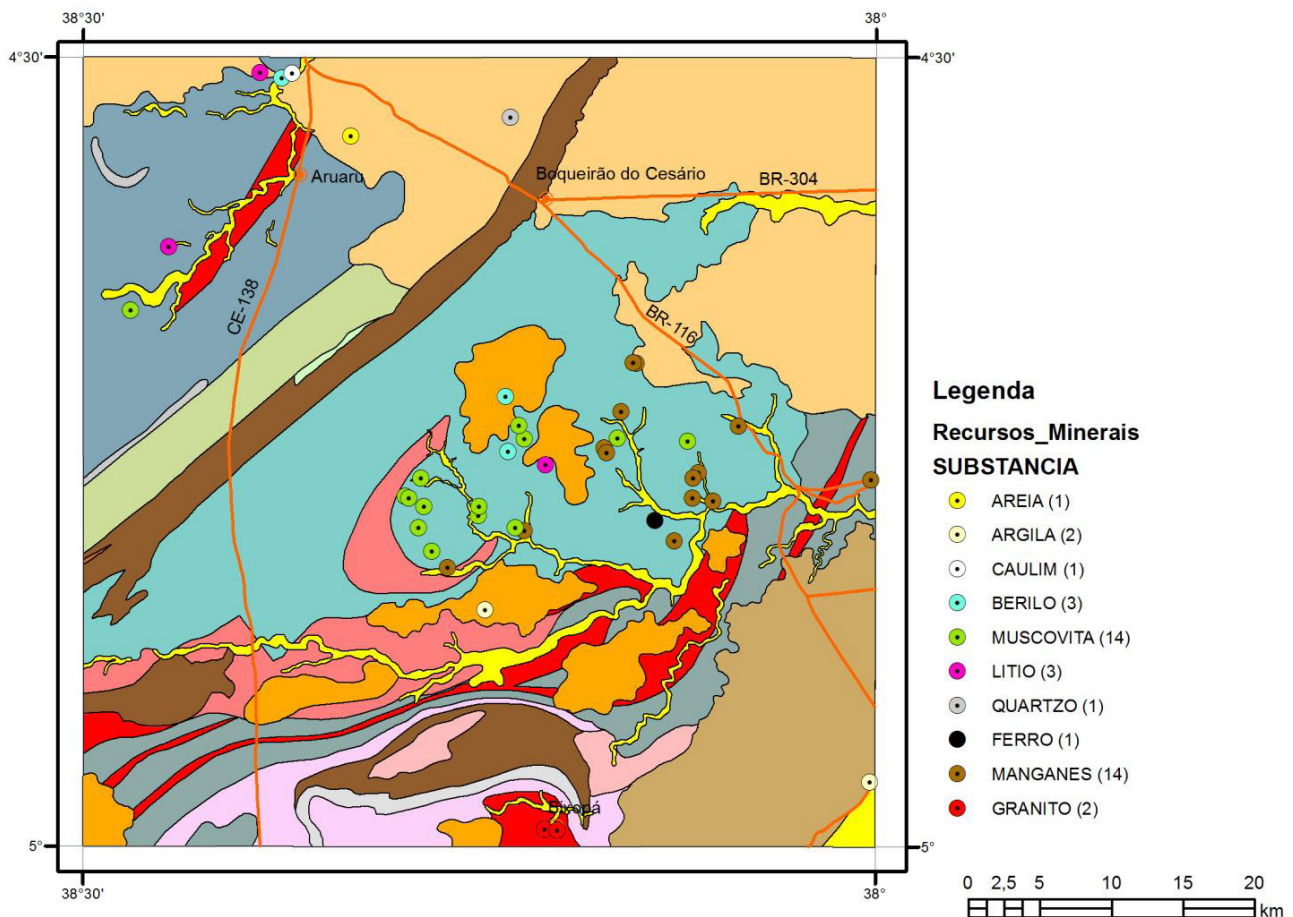


Figura 5.1 – Ocorrências minerais num contexto tectônico.

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM (N)	UTM (E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
1	9399	Fazenda Santa Fé	Russas	CE	9473433	598514	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
2	9400	Fazenda São Pedro	Morada Nova	CE	9469394	586310	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
3	9401	Fazenda Escondeiro	Morada Nova	CE	9466821	586947	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
4	9440	Fazenda Jordão	Russas	CE	9474923	585207	24	Berilo	be	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
5	9441	Fazenda Mundo Novo 2	Russas	CE	9478792	585027	24	Berilo	be	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
6	9459	Alto Alegre	Beberibe	CE	9501101	569334	24	Berilo	be	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
7	9472	Fazenda Escondeiro	Morada Nova	CE	9467927	579839	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
8	9473	Fazenda Escondeiro	Morada Nova	CE	9469587	578917	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
9	9474	Melancias II	Morada Nova	CE	9471798	577995	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
10	9475	Melancias II	Morada Nova	CE	9473087	579105	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
11	9477	Fazenda Santa Fé	Russas	CE	9475645	597777	24	Mescovita	mm	Garimpo	Ativo	Rochas e minerais industriais
12	9478	Fazenda Feijão	Russas	CE	9475843	586317	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
13	9479	Fazenda Mundo Novo 1	Russas	CE	9476765	585949	24	Mescovita	mm	Garimpo	Ativo	Rochas e minerais industriais
14	9483	Acado Melancias III	Morada Nova	CE	9471060	579288	24	Mescovita	mm	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
15	9488	Mundo Novo V	Cascavel	CE	9473999	587794	24	Lítio	Li	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
16	9510	Alto Alegre	Morada Nova	CE	9501469	570074	24	Caolín	ca	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
17		Fazenda Gaudim	Russas	CE	9470438	583117	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
18		Fazenda Gaudim	Russas	CE	9471084	583139	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
19		Fazenda Gaudim	Russas	CE	9469584	585707	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
20		Jordão	Russas	CE	9475858	592866	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
21		Fazenda Acade das Melancias	Russas	CE	9471662	578254	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
22		Carrahalho	Morada Nova	CE	9484828	585739	24	Mescovita	mm	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
23		Lagoa Comprida	Beberibe	CE	9498360	585358	24	Quartzo	qz	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
24		Cristais	Ocara	CE	9501478	567802	24	Lítio	Li	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
25		Rincho Moceré	Ocara	CE	9489296	561433	24	Lítio	Li	Garimpo	Inativo	Rochas e minerais industriais
26		Fazenda Rincho do Divertido	Russas	CE	9481116	594146	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
27		Fazenda Rincho do Divertido	Russas	CE	9481169	593962	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
28		Sítio Rincho da Fuma	Russas	CE	9477710	593119	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
29		Fazenda Santa Fé	Russas	CE	9473079	598160	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
30		Fazenda Santa Fé	Russas	CE	9471663	598116	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
31		Tamarana	Palhano	CE	9472957	610596	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
32		Fazenda Santa Fé	Russas	CE	9471461	599558	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
33		Nova Olinda	Russas	CE	9468648	596817	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
34		Pilombeira	Russas	CE	9470111	595495	24	Ferro	Fe	Ocorrência	Não explorado	Metais ferrosos
35		Rincho Volla	Russas	CE	9476699	601320	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
36		Fazenda Cajazeiras	Russas	CE	9475196	591939	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
37		Fazenda Cajazeiras	Russas	CE	9474870	592108	24	Manganes	Mn	Ocorrência	Não explorado	Minerais metálicos
38		Fazenda Rincho da Areia	Morada Nova	CE	9497026	574190	24	Areia	AR	Ocorrência	Não explorado	Materiais de uso na construção civil
39		Capim Grosso	Russas	CE	9463831	583570	24	Argila	AG	Garimpo	Ativo	Materiais de uso na construção civil
40		Russas	Russas	CE	9451757	610502	24	Argila	AG	Garimpo	Inativo	Materiais de uso na construção civil
41		Bixopá	Russas	CE	9448449	587712	24	Granito	GR	Garimpo	Ativo	Materiais de uso na construção civil
42		Bixopá	Limoeiro do Norte	CE	94488397	588612	24	Granito	GR	Mina	Ativo	Materiais de uso na construção civil

Tabela 5.1 – Recursos minerais cadastrados na folha Bonhu.

Na localidade de Sítio Botija foi descrita uma rocha de coloração marrom-escura, rica em ferro, laterizada, com estrutura bandada e com alto mergulho para noroeste (fig.5.2A). Em seção petrográfica tem-se uma rocha composta de um mineral fibroso tipo ferroactinolita (rica em ferro) associada ao opaco (óxido de ferro). Nesta região também ocorrem rochas de coloração creme esverdeada com pequenos geodos de quartzo ou sílica amorfa. Em seção têm-se texturas esferulítica e colloforme, formadas por esferulitos e geodos de calcedônia e/ou de opala e sílica criptocristalina, que consistem em minúsculos grânulos de quartzo com bordas argilosas e de formas esferulíticas radiais e colloformes concêntricas. Têm-se cristais de opaco de cor castanho-escuro a preto (óxido de ferro alterado para goethita), inclusos na maioria dos cristais de calcedônia e opala e sílica criptocristalina.

Na localidade de Fazenda Riacho do Divertido ocorrem coberturas conglomeráticas lateríticas, com grânulos e seixos de quartzo, em matriz silto-argilosa de óxido de ferro, com fragmentos de rochas manganíferas (fig.5.2 B). Nesta região ocorre gonditos intercalados aos paragnaisseis (fig. 5.2 C).

Na localidade de Tamarana foram descritos matacões de rocha de coloração cinza-escura, granulação fina, composta por grânulos de granada e quartzo e por fibras de anfibólio, com veios de quartzo (fig.5.2D e E). Em seção petrográfica tem-se uma textura granoblástica, com bandas ou faixas grossas constituídas por aglomerados de grânulos de granada, que se alternam e se misturam com quartzo e anfibólio fibroso (tipo actinolita). Inclusos em granada tem-se quartzo e opacos (ilmenita e óxido de ferro) alterados para leucoxênio e por vezes para titanita, denominado de gondito.

Muitas das ocorrências de manganês *in situ* estiveram associadas à gonditos, que seria o protominério das rochas manganíferas

maciças. Estas ocorreram como blocos em depósitos colúvio-eluvionares (fig. 5.2 F, G e H) com um aspecto maciço a bandado.



Figura 5.2 – Jazimentos e amostras de depósitos ferro-manganíferos. A: Ferroactinolítico hematítico; B: Conglomerados lateríticos sobre rochas gonditos; C: Gonditos intercalados aos paragnaisseis; D e E: Blocos e matácões de gondito hidrotermalizados; F, G e H: Blocos de rochas manganíferas maciças e bandadas.

5.2 - DEPÓSITOS MAGMÁTICOS PEGMATÍTICOS

Os pegmatitos da Província Borborema são conhecidos desde o final do século passado e foram explorados para mica durante a 1ª Guerra mundial. A procura por materiais estratégicos (Be, Li e Ta) durante a 2ª Guerra mundial aumentou o interesse nestes pegmatitos (DA SILVA et al., 1995).

Com o fim do conflito houve uma queda de produção, mas firmou-se na região uma cultura mineira que persiste até os nossos dias (BEZERRA et al., 2009). Os pegmatitos de composição granítica são constituídos essencialmente por elementos como Si, Al, K, Na e Ca. Entretanto, alguns minerais particulares podem se concentrar nos pegmatitos, tais como berilo (Be), ambligonita, espodumênio (Li), tantalita-columbita (Nb-Ta), apatita e monazita (P, terras raras, Zr, Th, U, etc.). Tais concentrações tornam os pegmatitos fontes naturais de elementos químicos aplicáveis a vários processos de beneficiamento industrial.

Os pegmatitos da Província Borborema

constituem, atualmente, fonte de suprimento das seguintes substâncias minerais: caulim, feldspato, mica, quartzo (sílica), tantalita/columbita, microlita, espodumênio, berilo e gemas ou peças ornamentais de turmalina, água marinha, cristal de rocha e apatita (VIDAL & NETO, 2005).

Beurlen et.al. (2014) salienta a importância de minérios de lítio e tântalo durante as últimas décadas, o que motivou a estudar ferramentas para diagnóstico do potencial de metais raros em pegmatitos. Os resultados permitiram estabelecer condições de cristalização em pressões isobáricas de 3,8 Kbar, temperaturas entre 580°C (líquido) e 400°C (sólido), a partir de um fundido peraluminoso saturado em meio aquo-carbônico, para uma fase volátil de baixa salinidade e fluxo enriquecido em elementos imiscíveis peralcalinos (H₂O, CO₂, F, B, Li, etc.), com base em estudos de inclusões fluidas. Dados de química mineral de 30 pegmatitos com metais raros permitiram classificar três deles como sendo do complexo espodumênio ou subtipo lepidolita

na classificação de Cerny, ambos os subtipos potencialmente férteis (altamente fracionado, e com boas chances para minérios de Li e Ta).

Na região em estudo os pegmatitos estiveram associados a granitos do tipo-S que cortam paragneisses do Complexo Jaguaretama e Canindé do Ceará. Nas localidades da Fazenda Gondim e Fazenda das Melancias, associados ao Complexo Jaguaretama, existem garimpos que foram explorados para mica na década de 70. Cavas de direção azimute 020 constituem pegmatitos de composição homogênea, principalmente feldspatos róseos, quartzo e muscovita (fig. 5.3 A). Placas centimétricas de muscovita estão imersas em quartzo leitoso (fig. 5.3 B) assim como ripas de quartzo estão inclusos em feldspatos (fig. 5.3 C) e paragênese muscovita-granada (fig.5.3 D).

Nas proximidades da cidade de Cristais ocorre garimpo de pegmatito intrusivo em zonas de charneiras de paragneisses do Complexo Canindé do Ceará. A cava apresenta aproximadamente 50 metros de diâmetro e rejeitos de 2 a 5 metros de altura. A encaixante constitui biotita-muscovita-gnaise granuloblastico com bandas leucocráticas de muscovita-quartzo-feldspato, com dobras suaves abertas e lineação de eixo medido em

campo Lb 215/05, com veios de pegmatito de direção E-W com mergulhos médios para norte (fig.5.3 E). Possuem micas abundantes, muscovita, lepidolita, assim como feldspatos, clivelandita, quartzo fumê e quartzo. Observa-se paragênese de feldspato e muscovita (fig.5.3 F), como também feldspato, quartzo e muscovita (fig. 5.3 G). Pilhas de muscovita estão armazenadas, o que indica uma exploração intermitente nesta região (fig. 5.3 H). Este pegmatito possui permissão de lavra garimpeira, publicada em 17/04/2009, conforme dados do Cadastro Mineral do DNPM.

Outro tipo de lavra garimpeira de pegmatito ocorre na região noroeste da folha, no riacho Moceré, a oeste de Vaca Morta. Nesta região observa-se muscovita-biotita granitoide com foliação milonítica de direção NE-SW e mergulho alto para noroeste, intrusivo em paragneisses do Complexo Canindé do Ceará (fig. 5.4 A). O garimpo apresenta uma área relativa de 50x30 metros (fig. 5.4 B) e uma paragênese mineral diferente do anterior. Neste caso, foram encontrados quartzo com clivelandita (fig. 5.4 C), megacristais de quartzo com turmalina inclusa (fig. 5.4 D), uma paragênese mineral de quartzo-turmalina (fig. 5.4 D), e clivelandita-turmalina (fig. 5.4 E).



Figura 5.3 – A: Garimpo abandonado homogêneo com feldspato, quartzo e muscovita; B: Detalhe de placas centimétricas de muscovita inclusas em quartzo leitoso; C: Inclusão de ripas de quartzo em feldspatos róseos; D: Veios de pegmatito intrusivo em plano axial de dobras abertas nas rochas encaixantes; E e F: Paragênese muscovita-feldspato-quartzo; G: Amostras de muscovita armazenadas.



Figura 5.4 – A: Diques de leucogranitoide intrusivo em Biotita-gnaiss do Complexo Canindé do Ceará; B: Vista da área de lavra garimpeira; C: Pilhas de quartzo leitoso; D: Mega cristal de quartzo com inclusão de agulhas de turmalina; E: Paragenese mineral de quartzo-turmalina; F: Paragenese mineral de feldspato-turmalina; G: Vista da cava de extração em área de pesquisa mineral; H: Escavações subterrâneas para extração de muscovita artesanal.

Na região a oeste de Curalinho, nas margens do Riacho Arapuã, em área com autorização de pesquisa para mica foram observadas escavações profundas para exploração de muscovita artesanal.

5.3. - BEM MINERAL EMPREGADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL E INDÚSTRIAS

5.3.1 Areia

Depósitos quaternários formados por sedimentos arenosos, silto-argilosos e conglomeráticos ocorrem nas principais planícies dos rios da região. Entretanto, destacam-se em quantidade as coberturas sedimentares pertencentes ao Grupo Barreiras, em relevos aplainados e com espessos pacotes arenosos.

Por exemplo, a ocorrência de extração de areia a oeste da localidade de Tanques (BC418), região noroeste da folha, com aproximadamente 5 metros de escavação de pacotes arenosos (fig. 5.5 A, B).

5.3.2 Argila, areia e saibro

Área de extração de argila, areia e saibro foi observada nas margens da BR-116,

no município de Russas. Esta ocorrência foi classificada como garimpo inativo, embora não descarte a exploração periódica. É constituído pela Formação Faceira do Grupo Barreiras, composto por pacotes basais de conglomerados mal selecionados, com clastos e seixos predominantes de quartzo, arredondados e de baixa esfericidade, e no topo areia silto-arenosa a silto-argilosa avermelhada (fig. 5.5 C, D).

Outra região com exploração de argila para cerâmica vermelha e com licença ambiental protocolizada pelo DNPM/2014 foi observada a norte da localidade de Capim Grosso (BC383), sendo constituído por depósitos argilosos em relevos aplainados e lagunares (fig. 5.4 E, F).

5.3.3 Granito

O distrito de Bixopá, no município de Limoeiro do Norte, representa a principal área de extração de granito para revestimento. A rocha é constituída por biotita sienogranito cinza-claro, granulação fina, foliada, inserida na Suíte Intrusiva Indiferenciada (NP333i). Os blocos são extraídos artesanalmente e talhados segundo o plano de foliação (fig. 5.5 G, H).



Figura 5.5 – Extração de areia em sedimentos do Grupo Barreiras (A, B,C e D); Extração de argila em sedimentos lagunares recentes (E e F); Extração de granito para revestimento (G e H).

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os litotipos mapeados na Folha Bonhu foram agrupados em dois domínios tectônicos: Ceará Central e Orós-Jaguaribe, separados pelas zonas de cisalhamento de Senador Pompeu e Orós-Jaguaribe, de comportamento transpressivo dextral. O primeiro domínio está representado na porção noroeste da folha, constituídos pelas rochas do Complexo Canindé do Ceará, e limitado a leste pelo Lineamento Senador Pompeu, como produto de uma colisão com esforços compressivos de direção NW-SE e colocação de granitos peraluminosos de idade brasileira. O outro domínio, Orós-Jaguaribe, é formado pelo Complexo Jaguaretama de idade paleoproterozoica, pela Suíte Intrusiva Serra do Deserto e por metassedimentos mesoproterozoicos da Formação Santarém do Grupo Orós. Por fim, as unidades de derivação granítica associadas ao ciclo orogênico brasileiro.

O Complexo Canindé do Ceará designa um segmento de crosta paleoproterozoica, representado por uma associação de migmatitos metatexiticos estromáticos e dobrados, formados por mesossomas de biotita gnaiss, com ou sem granada, e leucossomas quartzo-feldspáticos com granada. Seguidos de intercalações de mica-quartzitos e ortognaisses tonalíticos miloníticos.

O Complexo Jaguaretama, por sua vez, é formado por um segmento de crosta paleoproterozóica, representado por uma associação de biotita gnaisses bandados e granada-biotita gnaisses paraderivados, com níveis distintos de migmatização, de metatexitico a diatexitico com granadas porfiroblásticas, rochas cálcio-silicáticas, formações ferríferas-manganesíferas e ortognaisses subordinados.

A Suíte Intrusiva Serra do Deserto bordej as rochas metassedimentares da Formação Santarém (Grupo Orós), na região sul da folha. Representa um segmento intrusivo magmático, no período de tafrogenese do estateniano e contemporâneo ao surgimento de sedimentos psamíticos e pelíticos da Formação Santarém, em um ambiente de rifte intracontinental.

A Formação Santarém do Grupo Orós é representado por mica-quartzitos, metaritmicos, micaxistos diversos, rochas cálcio-

silicáticas, metavulcânicas máficas e félsicas, metamorfizados em fácies xisto verde a anfibolito alto, em resposta a orogênese brasileira.

O magmatismo neoproterozoico está representado pela Suíte Intrusiva Itaporanga, sin a tardi orogênica, constituída de granitos e granodioritos, de granulação grossa a porfirítica, com biotita predominante e fácies intermediária de mistura magmática. E as suítes intrusivas indiferenciada, constituídas de granodioritos, monzogranitos e sienogranitos, equigranulares fino-médio, de coloração cinza a rosa e afinidade cálcio-alcálica de alto potássio à shoshonítica, cortados pela Suíte Intrusiva Lagoa da Serra, formada por egrina-augita sienito, riebeckita monzogranito sódico com fluorita, granada-egrina sienogranito leucocrático, quartzo monzonitos e quartzo-monzodioríticos, peralcalinos e peraluminosos de afinidade cálcio-alcálica de alto potássio.

Por fim, depósitos sedimentares de idade paleógeno-neógeno pertencentes ao Grupo Barreiras, individualizados pela Formação Faceira, constituída de conglomerados basais, bem selecionados, com seixos e calhaus, predominantemente quartzo arredondados e de baixa esfericidade, com intercalações de arenitos e siltitos pouco litificados e avermelhados, com níveis de argila e cascalho. E pela porção indivisa, representado pelos arenitos argilosos de tonalidade variegada, matriz argilo-caulinitica, com cimento argiloso, ferruginoso, às vezes, silicoso, de granulação fina a média, e areias silticas bem selecionadas no topo.

Em relação aos recursos minerais da área destacam-se: (i) ocorrências de protominério gondítico intercalado na unidade paraderivada do Complexo Jaguaretama, e rochas manganesíferas como produto da alteração do protominério, principalmente em zona de contato com granitos peraluminosos a duas micas; (ii) depósitos minerais associados ao plutonismo granítico do neoproterozoico, com intrusão de pegmatitos homogêneos no Complexo Jaguaretama (paragênese muscovita-quartzo-feldspato) e heterogêneos no Complexo Canindé do Ceará (paragênese lepidolita-clevlandita, turmalina-quartzo, lepidolita rosa); e, (iii) bens minerais

empregados na construção civil, como areia e argila, associada ao Grupo Barreiras, e granito para revestimento, associado a biotita granitos cinzentos equigranulares e foliados.

Como recomendações propõem-se: (i) trabalho de mapeamento estrutural e geocronológico na região do Canal do Trabalhador, localidade de Piauí de Dentro, que expôs 6 km de afloramentos contínuos, com exposição de relações de contato entre o Complexo Jaguaretama, Grupo Orós e ortognaisses do Canindé do Ceará, e

representa uma excelente exposição para desvendar a evolução tectônica/estrutural da região; (ii) química mineral de minérios de Li e pegmatitos ricos em Ta para distinção de pegmatíticos “estéreis” dos pegmatitos complexos de espodumênio e lepidolita, que podem conter minérios de lítio e tântalo; (iii) caracterização litogeoquímica das rochas correlacionadas a Suíte Intrusiva Serra do Deserto, de maneira a contextualizar petrogeneticamente com as idades obtidas para esta unidade.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M.; LEONARDOS, O. H.; VALENÇA, J. 1967. Review on Granitic Rocks of Northeast South America. In: IUGS/UNESCO, Symposium on Granites, Recife. Anais, 41p. (Special Publication).
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: SGB/Núcleo Nordeste, Simpósio de Geologia do Nordeste, 7, Campina Grande, Atas, 363-391.
- ALMEIDA, A. R. 2008. Geologia e recursos minerais da Folha Quixeramobim (SB-24-V-D-III): escala 1:100.000. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos. 2008.
- ANGELIM, L.A.A. et.al. 2007. Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte – Escala 1:500.000. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 119p.
- ARTHAUD M.H., 2007. Evolução Neoproterozoica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da Sedimentação à Colisão Continental Brasileira. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília – UnB. Brasília – DF. 170p.
- ARTHAUD, M.H.; MAGINI, C. 2008. Geologia e Recursos Minerais da Folha Boa Viagem (SB-24-V-D-II). Escala 1:100.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos - Serviço Geológico do Brasil. Convenio UFC/CPRM.
- ARAI, MITSURU. 2006. A Grande Evolução Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol.USP Sér. Cient., São Paulo, v.6, n.2, p:1-6.
- BARBARIN B., 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. Lithos, 46. p.605-626.
- BEURLIN, H., THOMAS, R., DA SILVA, M.R.R., MÜLLER, A., RHEDE, D., SOARES, D.R., 2014. Perspectives for Li- and Ta-Mineralization in the Borborema Pegmatite Province, NE-Brazil: A review. Journal of South American Earth Sciences, doi: 10.1016/j.jsames.2014.08.007.
- BRAGA, A. P. G. et al. 1981. Geologia da região nordeste do Estado do Ceará. Projeto Fortaleza. Relatório Final. DNPM/CPRM. 123p
- BRITO NEVES, B. B.1975. Regionalização geotectônica do precambriano nordestino. São Paulo, 1975. 198 p. il. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.
- BRITO NEVES, B. B. 1983. O Mapa Geológico do Nordeste Oriental do Brasil, Escala 1/1.000.000. São Paulo, 1983. 177 p. il. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- BRITO NEVES, B.B.; SÁ, J.M., NILSON, A.A.; BOTELHO, N.F. 1996. A tafrogênese estateriana nos blocos paleoproterozoicos da América do Sul e processos subsequentes. Geonomos, 3(2): 1-21.
- BRITO NEVES, B.B.; SANTOS, E.J. & VAN SCHMUS, W.R. 2000. Tectonic History of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz-Filho, A. & Campos, D.A. Tectonic Evolution of South America, p.151-182. Rio de Janeiro, 2000.
- BRITO NEVES, B.B.; PASSARELLI, C. R.; BASEI, MIGUEL A. S.; SANTOS, E. J. 2003. Idades U-Pb em Zircão de Alguns Granitos Clássicos da Província Borborema. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 3, p. 25-38.
- BEZERRA M.S. et al., 2009. Arranjo produtivo local de minerais de pegmatito do Rio Grande do Norte e Paraíba. Plano de Desenvolvimento Preliminar. CT Mineral (Fonte: www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1247147072.pdf).
- CASTRO, N.A. Evolução geológica proterozóica da região entre Madalena e Taperuaba, domínio tectônico Ceará Central (Província Borborema). 2004. 221p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CASTRO, N. A.; BASEI, M. A. S.; OSAKO, L. S.; NUTMAN, A. P.; DUNYI, L. 2009. U-Pb SHRIMP and Id-Tims ages of ordovician anorogenic granitoid magmatism at Taperuaba region, Ceará Central tectonic domain, northeast Brazil. Simpósio 45 Anos de Geocronologia no

Brasil: CPGEIO 1964-2009. São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos. IGc/USP. p. 224-226.

CAMPOS, M.; BRAGA, A.P.G.; MELLO, A.A.; SOUZA, E.M.; SILVA, F.A.F.; FRANÇA, J.B., 1979. Projeto Rio Jaguaribe. Relatório Final de Geologia. DNPM/CPRM.

CAVALCANTE, José Carvalho et al. 2003. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Fortaleza: CPRM. 1 CD Rom. Escala 1:500.000.

CAVALCANTE, J. C. 1999. Limites e evolução do sistema Jaguaribeano, Província Borborema, Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 169p

CAVALCANTE, J.C. et.al. 1983. Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000. CPRM-REFO/DNPM. Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Planejamento e Coordenação.

CORDANI, U.G. & SATO, K. 1999. Crustal evolution of the South America Platform based on Nd isotopic systematics of igneous rocks, Episodes, 22, 167 – 173, 1999.

DA SILVA M.R.R., HÖLL R. & BEURLEN H. 1995. Borborema Pegmatitic Province: geological and geochemical characteristics. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 8, Nº3/4 pp. 355-364.

DAVIS, G.H. 1984. Structural Geology of Rocks and Regions. John Wiley & Sons, Inc.

DELGADO, I. M.; SOUZA, J. D.; SILVA, L. C.; FILHO, N. C.; SANTOS, R. A.; PEDREIRA, A. J.; GUIMARÃES, J. T.; ANGELIM, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; FILHO, J. V. L.; VALENTE, C. R.; Perrota, M. M.; HEINECK, C. A. 2003. Geotectônica do Escudo Atlântico. In: Bizzi, L.A. (ed.) et al. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003. Geotectônica do Escudo Atlântico, Cap. V, p. 227 - 334.

FERREIRA, C.A.; SANTOS, E.F. dos. [CD ROM]. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Jaguaribe SE. Folha SB.24-Z. Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese. Recife: CPRM, 2000. 1 CD ROM.

FERREIRA, V.P.; SIAL, A.N.; JARDIM DE SÁ, E.F. 1998. Geochemical and isotopic signatures

of Proterozoic granitoids in terranes of the Borborema structural province, northeastern Brazil. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 11, Nº 5, pp.439-455.

FETTER A.H. 1999. U/Pb and Sm/Nd Geochronological Constraints on the Crustal Framework and Geologic History of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly of Gondwana. PhD Thesis, Department of Geology, Kansas University, Lawrence, 164p.

FETTER, A. H. et al. 2003. 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.

FETTER, A.H. et al. 2000. U-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.

GOMES, E. N. 2013. Protominérios e minérios de manganês de Juá – CE. UFC, Departamento de Geologia. Fortaleza-CE. Dissertação de mestrado. 107p.

GOMES, J.R.C.; VASCONCELOS, A.M. [CD ROM] Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Jaguaribe SW. Folha SB.24-Y. Estado do Ceará, Pernambuco e Piauí. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD ROM.

GOMES, J. R. C.; GATTO, C. M. P. P.; SOUZA, G. M.; LUZ, D. S.; PIRES, J. L; TEIXEIRA, W. 1981. Projeto RADAM/BRASIL, Folhas SB 24/25-Jaguaribe/Natal (Geologia/Mapeamento Regional). 23: 27-176.

JARDIM DE SÁ, E. F. 1994. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia brasileira/pan-africana. Universidade de Brasília. Brasília - DF. Tese de Doutorado. 804p.

KEGEL, W.; SCORZA, E.P.; COELHO, F.C.P., 1958. Estudos Geológicos no Norte do Ceará. Boletim nº184. Rio de Janeiro, DNPM/DGM.

KEGEL, WILHELM. 1965. A estrutura geológica do nordeste do Brasil. Boletim nº 227. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 47p..

- IBGE, 1978. Mapa de Clima do Brasil – Escala 1:5.000.000.
- MACEDO, M.H.F.; SÁ, J.M.; KAWASHITA, K. 1988. A idade da Faixa Orós: Dados Preliminares. *Revista Brasileira de Geociências*, 18 (3), p.362-368.
- MARTINS, G. Litogeoquímica e controles geocronológicos da Suíte Metamórfica Algodões - Choró. 2000. 218p. Tese (Dotourado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARTINS, G.; OLIVEIRA, E.P.; LAFON, J.M. 2009. The Algodões amphibolite-tonalite gneiss sequence, Borborema Province, NE Brazil: geochemical and geocronological evidence for paleoproterozoic accretion of oceanic plateau/back-arc basalts and adakitic plutons. *Gondwana Research*, v. 15, p. 71-85.
- MIZUSAKI, A.M.P.; THOMAS-FILHO, A.; MILANI, E.J.; CÉSERO, P. 2002. Mesozoic and Cenozoic igneous activity and its tectonic control in northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.15, p. 183-198.
- McREATH, I. 1993. The proterozoic Orós belt, northeast Brazil: Geochemically diverse meta-igneous rocks, lithological associations and tectonic implications. *Geochim.Brasil.*, 7 (2), p.151-167.
- MORAES, L.J. 1924. Serras e Montanhas do Nordeste. Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Coleção Mossoroense, V.35, 1977.
- MOREY, G.B.; SOUTHWICK, D.L., 1993. Stratigraphic and sedimentological factors controlling the distribution of epigenetic manganese deposits in iron formation of the Emily District, Cuyuna Iron Range, east-central Minnesota. *Economic geology* 88, 104–122.
- NEVES, S.P. 2003. Proterozoic history of the Borborema province (NE Brazil): Correlations with neighboring cratons and Pan-African belts and implications for the evolution of western Gondwana. *TECTONICS*, VOL. 22, NO. 4, 1031, doi:10.1029/2001TC001352, 2003.
- NOGUEIRA, J. F. 2004. Estrutura, geocronologia e alojamento dos batólitos de Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu – Ceará Central. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP. Tese de Doutorado. 123p.
- PALHETA, E.S.M. & COSTA, F.G., 2013. Geologia e Recursos Minerais das Folhas Quixadá (SB.24-V-B-VI) e Itapiúna (SB.24-X-A-IV), Estado do Ceará, Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Residência de Fortaleza.
- PARENTE, C. V.; ARTHAUD, M. H. 1995. O Sistema Orós-Jaguaribe no Ceará, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. 25 (4): 297-306.
- ROY, S. & MITRA, F.N., 1963. Mineralogy and Genesis of the Gondites associated with metamorphic manganese ore bodies of Madhya Pradesh and Maharashtra, India. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 30, 395-438.
- SÁ, J. M. 1991. Evolution geodynamique de la ceinture protérozoïque d'Orós, Nord-Est du Brésil. Université de Nancy I, France. These docteur. 177p.
- SÁ, J.M. 1995. Petrology, geochemistry and geodynamic setting of Proterozoic igneous suites of the Orós fold belt (Borborema Province, Northeast Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 8, Nº ¾. pp. 299-314.
- SÁ, J.M., LEGRAND, J.M., SOUZA, L.C., GALINDO, A.C., MAIA, H.N., COSTA, L.S., 2013a. Dados isotópicos U-Pb e Sm-Nd em ortognaisses riacianos e estaterianos no oeste do Rio Grande do Norte. 25º Simpósio de Geologia do Nordeste. Gravatá-PE.
- SÁ, J.M.; GALINDO, A.C.; LEGRAND, J.M.; SOUZA, L.C.; MAIA, H.N.; COSTA, L.S.; 2013b. Dados isotópicos U-Pb e Sm-Nd em granitos ediacaranos no oeste do Rio Grande do Norte. 25º Simpósio de Geologia do Nordeste. Gravatá-PE.
- SANTOS, T. J. S.; FETTER, A.; NOGUEIRA NETO, J. A.; HACKSPACHER, P. C.; VAN SCHMUS, W. R. 2000. The Brasiliano cycle of the Médio Coreau domain, NW of the Borborema province, northeast Brazil, in 31st International Geological Congress [CD-ROM], Int. Union of Geol. Sci., Ottawa, Ont., Canada.
- SCHOBENHAUS, C et. al. 1984. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 501p.

- SCHOBENHAUS, C. & BRITO NEVES, B.B. 2003. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. In: Bizzi, L. A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R. M.; Gonçalves, J. H. (eds.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM, Brasília, 2003 .
- TEIXEIRA, M. L. A. 2005. Integração de dados aerogeofísicos, geológicos e isotópicos do limite norte do Complexo Tamboril - Santa Quitéria – CE (Província Borborema). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – DF. Dissertação de mestrado. 91p.
- TORRES, P. F. M. et al. 2007. Mapa Geológico da Folha Quixadá (SB-24-V-B): escala 1:250.000. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos.
- TROMPETTE, R. 1994. Geology of Western Gondwana, Pan African - Brasileiro aggregation of South America and Africa. Rotterdam, A. A. Balkema, Brookfield. 350p.
- TSIKOS, H.; BEUKES, N.J.; MOORE, J.M.; HARRIS, Ê.C. 2003. Deposition, diagenesis, and secondary enrichment of metals in the Paleoproterozoic Hotazel Iron Formation, Kalahari Manganese Field, South Africa. Economic geology 98, 1449–1462.
- VAN SCHMUS, W.R., BRITO NEVES, B.B., HACKSPACHER, P., FETTER, A.H., KOSUCH, M., DANTAS, E.L., BABINSKI, M. 1998. The Borborema Province: a collage of polycyclic domains in northeast Brazil. International Conference on Precambrian Craton Tectonics, Ouro Preto, Brazil, Abstracts, 80-83.
- VAN SCHMUS, W. R.; BRITO NEVES, B. B.; WILLIAMS, L. S.; HACKSPACHER, P. C.; FETTER, A. H.; DANTAS, E. L.; BABINSKI, M. 2003. The Seridó Group of NE Brazil, a late pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: insights from SHRIMP U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd crustal residence (TDM) ages. Precambrian Research, 127: 287-327.
- VAUCHEZ, A., NEVES, S., CABY, R., CORSINI, M. EGYDIO-SILVA, M., ARTHAUD, M. AMARO, V. 1995. The Borborema shear zone system, NE Brazil. Journal of South American Earth Sciences, 8, 247-266.
- VIDAL F.W.H. & NETO J.A.N., 2005. MINERAIS DE PEGMATITOS. Ministério da Ciência e Tecnologia. CETEM-Centro de Tecnologia Mineral.

ISBN
978-85-7499-350-8

A elaboração do mapa geológico e recursos minerais da Folha Bonhu, na escala 1:100.000, resulta de uma ação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia.

O projeto foi executado pela Residência de Fortaleza do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, dentro das diretrizes do Programa Geologia do Brasil.

A Carta Geológica na escala 1:100.000 – cujo objetivo é o de gerar e difundir informações geológicas e de recursos minerais para subsidiar o planejamento territorial e o uso do solo e subsolo, além de induzir o aumento dos investimentos em prospecção e pesquisa mineral, com vistas ao desenvolvimento da indústria de mineração no país.

Esse produto deverá auxiliar o governo do estado e órgãos de planejamento, no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que servirão de base para estudos de prospecção e exploração mineral e na adoção de ações estratégicas que visem o desenvolvimento econômico-social.

Nesse contexto, o conhecimento geológico sistematizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM também passa a ser considerado como fonte primordial de informação do meio físico e requisitado para os estudos de zoneamento ecológicoeconômico e de gestão ambiental.

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BONHU – SB.24-X-A-V

Escala: 1:100.000

ESTADO DO CEARÁ



DEZEMBRO DE 2017

PAC

www.cprm.gov.br

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS

Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

OUVIDORIA

Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA


BRASIL
GOVERNO FEDERAL