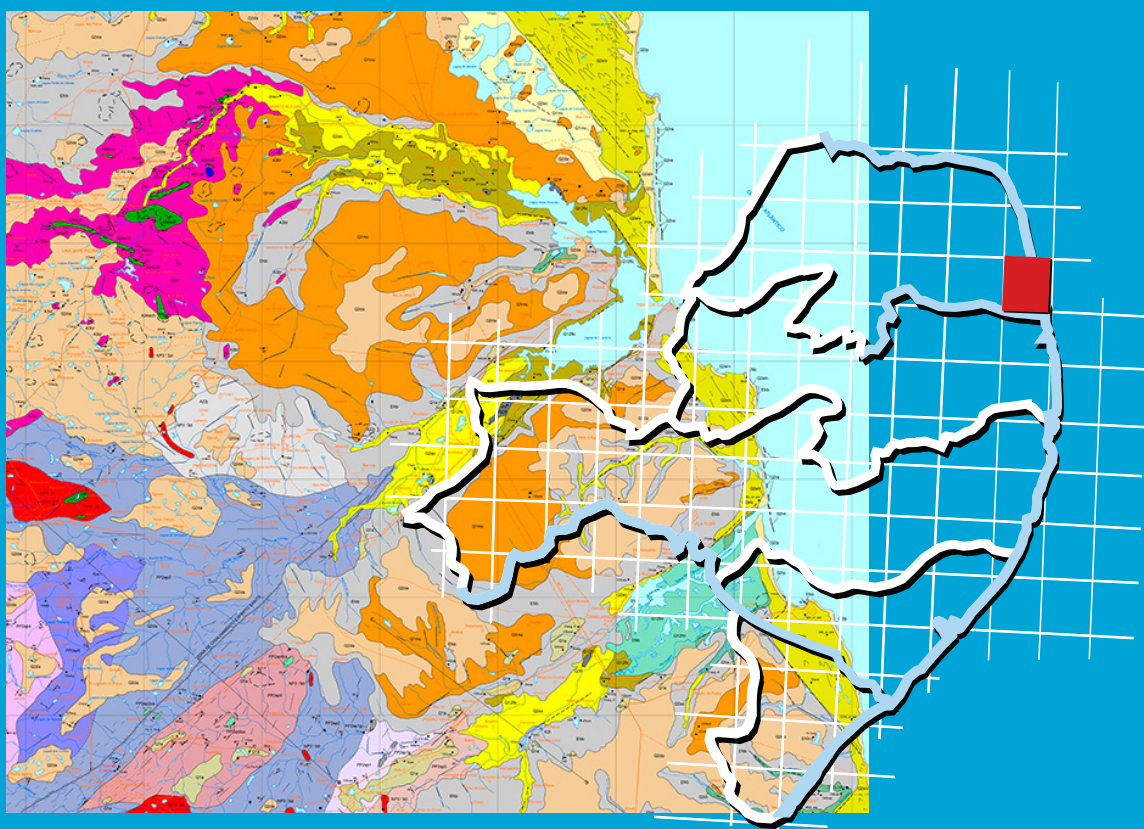


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS **DA FOLHA SÃO JOSÉ DE MIPIBU** **SB.24-Y-A-II (III)**



Escala: 1:100.000
2016

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
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE
NÚCLEO DE APOIO DE NATAL

Programa Geologia do Brasil

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA SÃO JOSÉ DE MIPIBU
SB.25-A-Y-II e III**

ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAÍBA

**Maria da Guia Lima
Eugênio Pacelli Dantas**



RECIFE
2016

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

CPRM - Superintendência Regional de Recife
Av. Sul, 2291 – Bairro Afogados
Recife – PE- 50.770-011
Fax: (81) 3316 1400
Tel: (81) 3316-1403
<http://www.cprm.gov.br>
bibliotecare@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
DIDOTE – Processamento Técnico

Lima, Maria da Guia.

Geologia e recursos minerais da folha São José de Mipibu
SB.25-A-Y-II e III: estados do Rio Grande do Norte e Paraíba /
[Organizadores] Maria da Guia Lima [e] Eugênio Pacelli Dantas. --
Recife : CPRM, 2016.

143 p.

1 CD-ROM - (Geologia e Recursos Minerais da Folha São José de Mipibu)

Programa Geologia do Brasil.

ISBN 978-85-7499-279-2

1.Geologia regional – Brasil – Rio Grande do Norte – Paraíba. 2.Recursos minerais –
Brasil – Rio Grande do Norte – Paraíba. I. Dantas, Eugênio Pacelli, Org. II. Título.

CDD 558.132

Ficha catalográfica elaborada na CPRM-BH por
Bibl. M.Madalena Costa Ferreira – CRB-MG1393

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

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
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE
NÚCLEO DE APOIO DE NATAL

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA SÃO JOSÉ DE MIPIBU

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Fernando Coelho Filho

Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Vicente Lôbo

Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor-Presidente

José Leonardo Silva Andriotti (interino)

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Barcelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Nelson Victor Le Cocq D'Oliveira

Diretor de Administração e Finanças

Marco Túlio Naves de Carvalho (interino)

Chefe do Departamento de Geologia

Edilton José dos Santos

Chefe da Divisão de Geologia Básica

Patrícia Durringer Jacques

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Marília Santos Salinas Rosário

Chefe da Divisão de Cartografia

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

Marcelo Augusto Teles Sampaio Junior

Superintendente Regional

Ana Claudia de Aguiar Accioly

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Douglas Silva Luna

Gerente 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
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE
NÚCLEO DE APOIO DE NATAL

CRÉDITOS DE AUTORIA DA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA
Maria da Guia Lima e Eugênio Pacelli Dantas - SB.25-Y-A-II e III

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

Eugênio Pacelli Dantas

Capítulo 2 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Eugênio Pacelli Dantas

Capítulo 3 - UNIDADES LITOTESTRATIGRÁFICAS

Maria da Guia Lima

Eugênio Pacelli Dantas

Mateus de Araújo Silva

Capítulo 4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

Maria da Guia Lima

Capítulo 5 – RECURSOS MINERAIS

Eugênio Pacelli Dantas

Capítulo 6 - GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

Silvana de Carvalho Melo

Capítulo 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Maria da Guia Lima

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dalvanise da Rocha S. Bezerril

APOIO TÉCNICO

Departamento de Geologia

Marco Tulio Naves de Carvalho

Divisão de Geologia Básica

Edilton José dos Santos

DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO

Patrícia Durringer Jacques

SUREG-RE

Sérgio Maurílio Coutinho Corrêa de Oliveira

GERÊNCIA DE RECURSOS MINERAIS

Ana Claudia de Aguiar Accioly

GERÊNCIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E

DESENVOLVIMENTO

Douglas Silva Luna

CHEFE DO PROJETO

Maria da Guia Lima

Eugênio Pacelli Dantas

SUPERVISOR TÉCNICO

Geysson de Almeida Lages

Maria de Fátima Lyra de Brito

REVISÃO DO TEXTO

Cleide Regina Moura

Geysson de Almeida Lages

PARTICIPAÇÃO TÉCNICA

Reginaldo Alves dos Santos

Francisco Valdir Silveira

Adeilson Alves Wanderley

Vladimir Cruz de Medeiros

Mônica Mazzine Perrota

Joseneusa Brilhante Rodrigues

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

Robson de Carlo da Silva

Ana Paula Rangel Jacques

Janaina Marise F. de Araújo

Larissa de Sá Menezes

TÉCNICO EM GEOCIÊNCIAS

Almir Gomes Freire

Coordenação de Revisão Bibliográfica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Organização e Controle da Editoração Final

Alan Düssel Schiros

Editoração para publicação

UNIKA Editora

EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - José Márcio Henriques Soares (interino)

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP/SA – Reginaldo Leão Neto SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O conhecimento geológico do território brasileiro, é 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 do imprescindível conhecimento do meio físico para 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 do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 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 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA SÃO JOSÉ DO MIPIBU - SB.25-Y-A-II e III executado pela Superintendência Regional de Recife/Núcleo de Apoio de Natal, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, onde é apresentado o estado da arte do conhecimento geológico e de recursos minerais na escala 1:100.000 de uma área aproximadamente de 3.000 km², está situada principalmente no litoral sudeste do Estado do Rio Grande do Norte com um pequeno segmento na porção Nordeste do Estado da Paraíba, abrangendo total ou parcialmente os municípios de São José de Mipibu, Arês, Baía Formosa, Brejinho, Canguaretama, Espírito Santo, Goianinha, Lagoa de Pedras, Lagoa Salgada, Macaíba, Montanhas, Monte Alegre, Nísia Floresta, Nova Cruz, Nova Cruz, Passagem, Pedro Velho, Santo Antônio, Sen. Georgino Avelino, Serrinha, Tibau do Sul, Várzea, Vera Cruz e Vila Flor, todos no Rio Grande do Norte, além de Caiçara, Mataraca e Logradouro na Paraíba.

Este produto é mais uma ação do PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL, do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento, que vem desenvolvendo trabalhos em todas as regiões geográficas do país e cujo objetivo é proporcionar o incremento do conhecimento geológico e hidrológico do território brasileiro.

Na preparação deste produto foram compiladas e integradas todas as informações geológicas, geoquímicas, geofísicas, geotectônicas e de recursos minerais disponíveis na região, complementadas com a interpretação de fotografias aéreas e de imagens de satélite, acompanhada 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.

Com mais este lançamento, o Serviço Geológico do Brasil segue dando cumprimento à política de atualizar o conhecimento geológico do país, seja pela retomada dos levantamentos geológicos básicos, nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, ou dos levantamentos aerogeofísicos, seja pelas integrações estaduais na escala 1:500.000 e 1:1.000.000, contribuindo desta forma, com o resgate da infra-estrutura de desenvolvimento regional, como subsídio importante à formulação de políticas públicas e apoio às tomadas de decisão de investimentos.

EDUARDO JORGE LEDSHAM
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

A Folha São José de Mipibu (SB.25-A-Y-II e III, escala 1:100.000) é delimitada pelas coordenadas 06°00'S a 06°30'S e 34°58'W a 35°30'W, estando situada na porção leste do estado do Rio Grande do Norte com um pequeno segmento (extremo sul) no estado da Paraíba.

Os dados e informações aqui apresentados reportam as considerações sobre a geologia, o levantamento geoquímico e os recursos minerais obtidos durante o mapeamento da Folha São José de Mipibu, no âmbito do Programa Geologia do Brasil (PGB), executado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, na Superintendência Regional de Recife, através do Núcleo de Apoio de Natal (NANA/ SUREG/RE). Adicionalmente foi elaborado o mapa geológico e os dados coletados no projeto foram inseridos no GEOBANK (banco de dados da CPRM).

A região está inserida na porção nordeste da Província Borborema, mais precisamente no Domínio São José do Campestre, sendo constituída, por rochas precambrianas, cambrianas e, em maior proporção, por coberturas/depósitos meso-cenozoicos.

O presente estudo, atualiza a cartografia da região, contribuindo para um melhor entendimento das rochas precambrianas, além da individualização dos depósitos siliciclásticos. Estes últimos, em geral, eram mapeados como pertencentes ao Grupo Barreiras, tendo sido revisados e diferenciados como depósitos mais recentes.

As unidades litoestratigráficas mais antigas da área estão representadas pelas rochas arqueanas dos Complexos Presidente Juscelino, Brejinho, Riacho das Telhas e Serra Caiada. A porção de idade paleoproterozoica é representada pelo Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp1, PP2sp1g, PP2sp2, PP2sp2cs, PP2sp3, PP2sp4, PP2sp5, PP2sp6, PP2sp6cs). Estas unidades encontram-se intrudidas pelo magmatismo ediacarano representado pelas Suítes Intrusivas São João do Sabugi, Itaporanga e Dona Inês. Diques/corpos pegmatitos cambrianos também foram cartografados.

As coberturas meso-cenozoicas representam as unidades de maior expressão cartográfica, sendo representadas pelos Recifes Arenosos, Depósitos Litorâneos Praiais, Depósitos Aluvionares de Canal, Depósitos de Mangue, Depósitos Eólicos Continentais Recentes, Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados, Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, Depósitos de Turfeira, Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos, Depósitos Flúvio-Marinhos, Depósitos Flúvio-Lacustrinos, Depósitos Marinhos e Continentais Antigos, Depósitos Aluvionares Antigos, Grupo Barreiras e pelo calcário Tamatanduba.

A área em estudo apresenta amplo registro de uma estruturação tectônica associada principalmente à atuação do Ciclo Orogênico Brasileiro. A maior expressão da deformação dúctil corresponde à zona de cisalhamento Espírito Santo, de direção geral NE-SW e cinemática sinistral. Estruturas relacionadas aos eventos mais antigos (de direção principal NW) encontram-se bem preservadas em setores de menor strain da zona de cisalhamento Espírito Santo.

No que diz respeito à estruturação frágil foi possível identificar, no mínimo, dois eventos tectônicos transcorrentes frágeis. O primeiro de compressão máxima segundo direção NS e o segundo com compressão máxima na direção E-W.

Foram cadastradas 213 ocorrências minerais na Folha São José do Mipibu, com destaque para areia, argila, turfa, diatomita, caulim, cascalho de quartzo, cascalho de laterita, brita, pedra de cantaria, rochas para material de empréstimo, calcário, ilmenita/zirconita, água mineral e tungstênio.

Os minerais explorados nessa folha são, predominantemente, relacionados com materiais de uso na construção civil, os quais são imprescindíveis em áreas que estão passando por

processos de expansão urbana, como é o caso de grande parte das cidades brasileiras. Diante da utilização cada vez maior destes materiais a Folha São José de Mipibu adquire enorme importância devido à grande quantidade desses materiais aí existentes. Adicionalmente, indícios geoquímicos e mineralógicos, anômalos, provenientes dos levantamentos prospectivos através de sedimentos de corrente e de concentrados de bateia, foram disponibilizado no GEOBANK.

ABSTRACT

The São José de Mipibu geographic sheet (SB.25-A-Y-II and III, scale 1:100,000) is delimited by the coordinates 06°00'S to 06°30'S and 34°58'W to 35°30'W, being located on the east section of Rio Grande do Norte state, with a small segment (extreme south) in the Paraíba state.

The data and information presented herein report the considerations of geology, geochemical survey and mineral resources obtained during mapping the São José de Mipibu sheet, as part of the Brazil Geology Program (PGB), executed by the Geological Survey of Brazil - CPRM, Regional Superintendency of Recife, through the Natal Supporting Center (NANA / SUREG / RE). In addition, a geological map was elaborated and the data collected throughout the project were added into GEOBANK (CPRM database).

The region is inserted in the northeastern section of the Borborema Province, more precisely in São José do Campestre Domain, consisting of Precambrian rocks, Cambrian and, to a greater proportion, Meso-Cenozoic sedimentary covers/deposits.

This study updates the cartography of the region, contributing for a better understanding of precambrian rocks, as well as the individualization of siliciclastic deposits. The latter, in general, were mapped as belonging to the Barreiras Group, which have been reviewed and differentiated as most recent deposits.

The oldest lithostratigraphic units in the area are represented by Archean rocks from the Presidente Juscelino Complex, Brejinho, Riacho das Telhas and Serra Caiada. The paleoproterozoic rocks are represented by the Serrinha-Pedro Velho Complex (PP2sp1, PP2sp1g, PP2sp2, PP2sp2cs, PP2sp3, PP2sp4, PP2sp5, PP2sp6, PP2sp6cs). These units are intruded by the Ediacaran magmatism represented by the intrusive suites São João do Sabugi, Itaporanga and Dona Inês. Furthermore, Cambrian pegmatite bodies/dikes were also mapped.

Meso-Cenozoic sedimentary covers depict the units of greater cartographic expression, being represented by Sandy Reefs, Beach Deposits, Alluvial Channel Deposits, Mangrove Deposits, Recent Continental Aeolian deposits, Not Vegetated Coastal Aeolian Deposits, Vegetated Coastal Aeolian Deposits, Peat Deposits, Sandy and Sandy-Clay Deposits, Fluvial-Marine Deposits, Fluvial-Lacustrine Deposits, Ancient Marine and Continental Deposits, Ancient Alluvial Deposits, the Barreiras Group and the Tamatanduba limestone.

The area being studied presents extensive record of tectonic structure mainly associated with the performance of the Brasiliano Orogenic Cycle. The greatest expression of ductile deformation corresponds to the Espírito Santo shear zone, generally showing main trend NE-SW and sinistral kinematics. Structures related to older events (NW main direction) are well-preserved in areas of lower strain from the Espírito Santo shear zone.

Regarding the fragile structures, it was possible to identify at least two transcurrent brittle tectonic events. The first one showing N-S trend of maximum compression, and the second event expressed by an E-W trend of maximum compression.

213 mineral occurrences were registered on the São José de Mipibu sheet, giving emphasis to sand, clay, peat, diatomite, kaolin, quartz gravel, laterite gravel, crushed stone, ashlar stone, aggregate, limestone, ilmenite/zircon, mineral water and tungsten.

Minerals exploited in this geographic sheet are mainly related to the use of these construction materials by the civil engineering industry, which are essential in areas that are undergoing urban expansion process, as it is the case among most Brazilian cities. By analyzing the fact that the use of these materials has increased over the years, the São José de Mipibu sheet is of great importance for being host of a large amount of these construction materials.

Additionally, geochemical and mineralogical anomalous evidence, from the prospective surveys by stream sediments and panning concentrates samples, are now available into GEOBANK.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	17
1.1 - METODOLOGIA E PRODUTOS	17
1.1.1 - Etapa Preparatória ou Preliminar	17
1.1.1.1 - Mapas pré-existentes.....	18
1.1.1.2 - Base cartográfica	18
1.1.1.3 - Imagens de satélite.....	18
1.1.1.4 - Fotografias aéreas	19
1.1.1.5 - Dados aerogeofísicos	19
1.1.1.6 - Bases de dados (GEOBANK).....	20
1.1.2 - Atividades de campo e análises laboratoriais.....	20
1.1.3 - Etapa final e produtos gerados	21
2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	23
3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	35
3.1 - UNIDADES ARQUEANAS	35
3.1.1 - Complexo Presidente Juscelino (A23j)	35
3.1.2 - Complexo Brejinho (A3br)	40
3.1.3 - Complexo Riacho das Telhas (A3 μ p1).....	42
3.1.4 - Complexo Serra Caiada (A34sc5).....	42
3.2 - UNIDADES PALEOPROTEROZOICAS	43
3.2.1 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp1/ PP2sp2/ PP2sp3/ PP2sp4/ PP2sp5/ PP2sp6)	43
3.2.1.1 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp1 e PP2sp1g).....	43
3.2.1.2 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp2 e PP2sp2cs).....	46
3.2.1.3 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp3).....	47
3.2.1.4 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp4).....	49
3.2.1.5 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp5).....	50
3.2.1.6 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp6 e PP2sp6cs).....	50
3.2.1.7 - Litogeoquímica.....	51
3.3 - MAGMATISMO BRASILIANO.....	56
3.3.1 - Suíte Intrusiva São João do Sabugi (NP3 δ 2s)	56
3.3.2 - Suíte Intrusiva Itaporanga (NP3 γ 2it)	59
3.3.3 - Suíte intrusiva Dona Inês (NP3 γ 3di)	60
3.4 - SEDIMENTOS E COBERTURAS MESO-CENOZOICAS	61
3.4.1 - Calcário Tamatanduba - Plataforma de Natal - (K2t)	61
3.4.2 - Grupo Barreiras (ENb)	64
3.4.3 - Depósitos Aluvionares Antigos (Q1a)	65
3.4.4 - Depósitos Marinhos e Continentais Antigos (Q1mc)	67
3.4.5 - Depósitos Flúvio-Marinhos (Q12fm)	68
3.4.6 - Depósitos Flúvio-Lacustrinos (Q12flc)	68
3.4.7 - Depósitos de Turfeiras (Q2tf)	69
3.4.8 - Depósitos de Mangue (Q2m)	70

3.4.9 - Recifes Arenosos (Q2ra)	71
3.4.10 - Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos (Q2da).....	72
3.4.11 - Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados (Q2elv)	73
3.4.12 - Depósitos Eólicos Continentais Recentes (Q2ec).....	74
3.4.13 - Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados (Q2eln).....	74
3.4.14 - Depósitos Litorâneos Praiais (Q2lp)	75
3.4.15 - Depósitos Aluvionares de Canal (Q2ac).....	75
4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL	77
4.1 - INTRODUÇÃO	77
5 – RECURSOS MINERAIS.....	83
5.1 - INTRODUÇÃO.....	83
5.2 - MATERIAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	83
5.2.1 - Areia	96
5.2.2 - Argila	96
5.2.3 - Cascalho (Quartzo e Laterita).....	101
5.2.3.1 - Cascalho de Quartzo	101
5.2.3.2 - Cascalho de Laterita	102
5.2.4 - Brita e Pedra de Cantaria (paralelepípedo e meio fio)	103
5.2.4.1 - Brita	103
5.2.4.2 - Pedra de Cantaria (paralelepípedo e meio fio)	105
5.2.5 - Material de Empréstimo	105
5.3 - ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS	106
5.3.1 - Diatomita	106
5.3.2 - Calcário	106
5.3.3 - Caulim	108
5.4 - RECURSOS MINERAIS ENERGÉTICOS.....	109
5.4.1 - Turfa.....	109
5.5 - METAIS NÃO FERROSOS E SEMI METAIS	110
5.5.1 - Minério de Titânio (Ilmenita) e Minério de Zircônio (Zirconita).....	110
5.6 - ÁGUA MINERAL OU POTÁVEL DE MESA.....	111
5.6.1 - Água mineral	112
5.7 - METAIS FERROSOS	112
5.7.1 - Minério de Tungstênio	113
6 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA.....	115
6.1 - GENERALIDADES	115
6.2 - METODOLOGIA	115
6.2.1 - Sedimento de corrente	115
6.2.2 - Concentrados de Bateia	115
6.3 - TRATAMENTOS DOS DADOS	116
6.3.1 - Sedimento de Corrente.....	116
6.3.1.1 - Estudo da Variância.....	116
6.3.1.2 - Sumário dos Estimadores	117

6. 4 - RESULTADOS OBTIDOS	118
6.4.1 - Sedimento de Corrente.....	118
6.4.1.1 - Análise de Correlação e Agrupamentos.....	119
6.4.2 - Concentrado de Bateia	123
6.5 - MAPA GEOQUÍMICO	124
6.6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	124
7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO	141

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
FOLHA SÃO JOSÉ DE MIPIBU**

**ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE
E PARAÍBA**

1 – INTRODUÇÃO

A Folha São José de Mipibu (SB.25-Y-A-II e SB.25-Y-A-III, escala 1:100.000) faz parte do Programa Geologia do Brasil (PGB), uma ação dos Levantamentos Geológicos Básicos, desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, na Superintendência Regional de Recife e no Núcleo de Apoio de Natal. A área total desta folha é de aproximadamente 3.000 km², a qual é delimitada pelas coordenadas 06°00'S a 06°30'S e 34°58'W a 35°30'W nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (Figura 1.1).

A região em questão situa-se no litoral do Nordeste do Brasil, abrangendo, total ou parcialmente, os municípios de Arês, Baía Formosa, Brejinho, Canguaretama, Espírito Santo, Goianinha, Lagoa de Pedra, Lagoa Salgada, Montanhas, Monte Alegre, Nísia Floresta, Nova Cruz, Passagem, Pedro Velho, Santo Antônio, São José de Mipibu, Senador Georgino Avelino, Serrinha, Tibau do Sul, Várzea, Vera Cruz e Vila Flor (todos no Rio Grande do Norte) e Caiçara; Logradouro; Mataraca e Tacima (na Paraíba).

1.1 - METODOLOGIA E PRODUTOS

A metodologia utilizada neste trabalho tomou por base a sistemática desenvolvida pelo Programa Geologia do Brasil (PGB) executado pela CPRM. Esta metodologia compreende as etapas descritas nos itens a seguir.

1.1.1 - Etapa Preparatória ou Preliminar

Corresponde à análise do acervo disponível envolvendo a aquisição de material técnico (mapas geológicos pré-existent, bases cartográficas, fotografias aéreas, dados e mapas aerogeofísicos, bases de dados do GEOBANK/CPRM, dados geocronológicos e litogeoquímicos, entre outros) e compilação de dados bibliográficos. Posteriormente, foram realizados os processamentos, interpretações e integrações das informações obtidas, gerando o mapa geológico preliminar. Ainda nesta etapa, foi realizado o planejamento das estações para o levantamento geoquímico de campo e dos recursos e ocorrências minerais a serem reavaliadas.



Figura 1.1 – Localização geográfica da Folha São José de Mipibú

1.1.1.1 - Mapas pré-existentes

Diversos foram os mapas geológicos pré-existentes encontrados. Dentre esses, podem ser destacados os mapas geológicos estaduais do Rio Grande do Norte e da Paraíba, além de mapas de monografias de graduação, de dissertações de mestrado, de teses de doutorado e de pós-graduação, como visto na Figura 1.2.

1.1.1.2 - Base cartográfica

A Divisão de Cartografia do Departamento de Apoio Técnico da CPRM (DICART, Escritório do Rio de Janeiro) preparou, a partir da carta topográfica em escala de 1:100.000 da Folha São José de Mipibu (SB.25-A-Y-II e SB.25-Y-A-III) a base cartográfica digital do projeto a qual foi ajustada à imagem GeoCover (*Global Land Cover Facility*) do ano de 2000 (Figura 1.3).

O mosaico GeoCover corresponde às imagens selecionadas do satélite Landsat 7 ETM+ (obtidas em 2000), das bandas 7, 4 e 2, e fusão com a banda 8, cuja precisão locacional foi obtida por meio de dados da NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) e USGS (*United States Geological Survey*) e consistida pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

1.1.1.3 - Imagens de satélite

Com o objetivo de auxiliar na elaboração do mapa geológico preliminar foram utilizados ainda produtos e imagens do satélite Landsat 7 ETM+ e do satélite ALOS (Quadro 1.1 e Figuras 1.4

e 1.5) processadas no software ENVI (versão 4.8), possibilitando a identificação e delimitação de prováveis unidades litológicas, traços de foliações e lineações, zonas de cisalhamento, dobras, falhas, diques, entre outras feições, às quais foram checadas posteriormente em campo.

Quadro 1.1 – Relação e características de dados/imagens de satélites utilizados na cartografia geológica.

Satélite	Órbita/ Referência	Período de Revisita (dias)	Sensor	Data
Landsat7	WRS-2 (214/064)	16	ETM+	04/08/2001
ALOS	Sol-síncrona e circular	46	PALSAR	03/05/2008

Outro produto utilizado foi o sensor PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*). Este produto é um sensor radar do satélite ALOS que opera na banda L (1270 MHz), tendo uma resolução espacial que varia entre 10 e 100 metros, a depender do modo que é operado. Essas imagens são úteis em locais que estão constantemente cobertos por nuvens, pois este consegue imagear.

O passo seguinte foi a importação das cenas (imagens) dos satélites Landsat e ALOS para o programa ENVI 4.8, recortando-as segundo os limites geográficos da Folha São José de Mipibu. Posteriormente, foi calculada a estatística das bandas, geradas imagens por Análise dos Principais

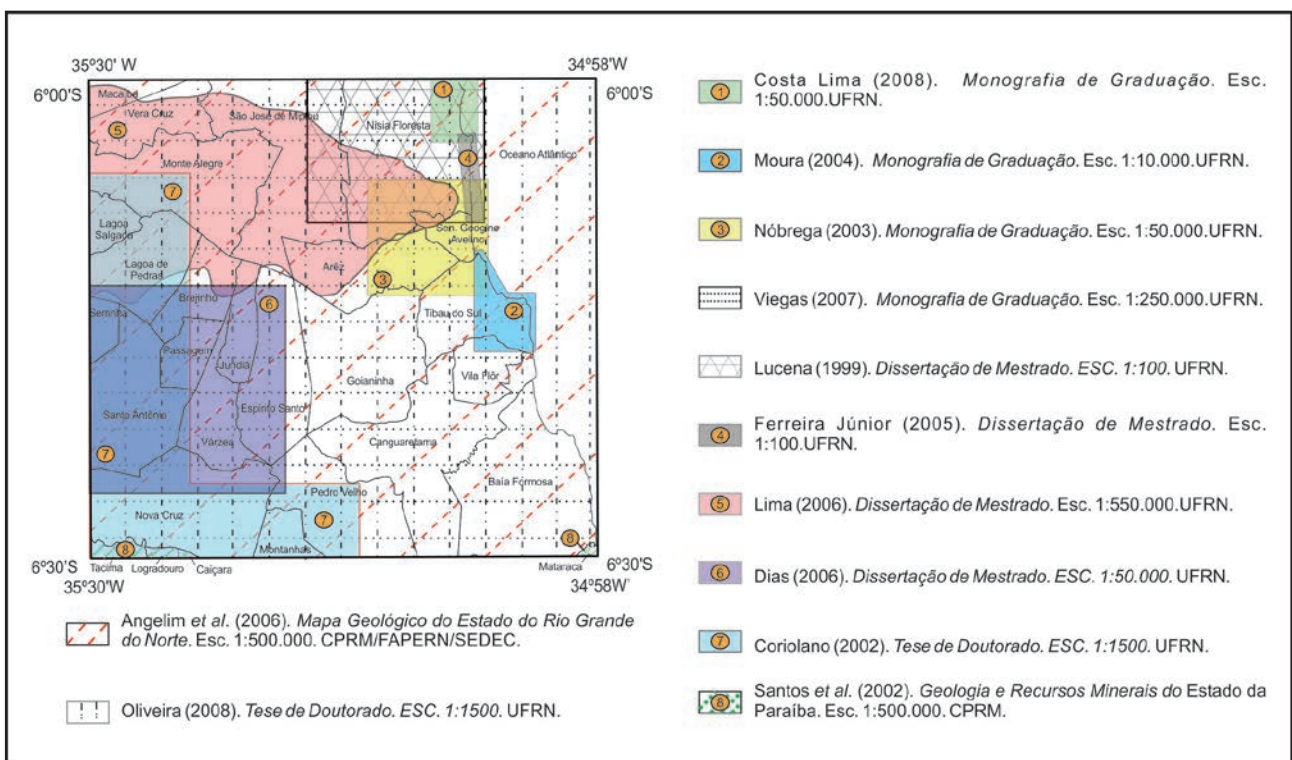


Figura 1.2 – Área da Folha São José de Mipibu, com os principais mapas utilizados na fase de integração de dados.

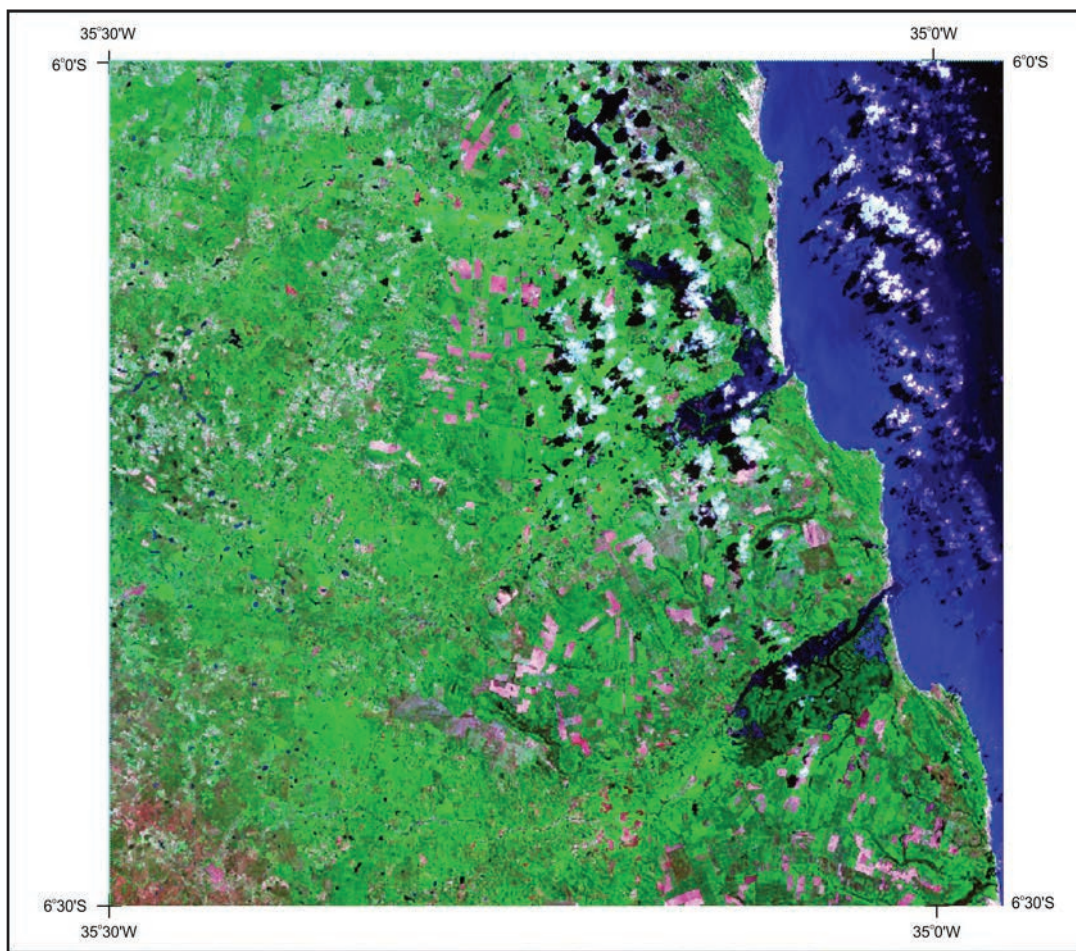


Figura 1.3 – Mosaico de imagem GeoCover do ano de 2000 (combinação em RGB742), utilizada para realizar os ajustes da base cartográfica da Folha São José de Mipibu.

Componentes (APC's), feitas as razões de bandas e as composições coloridas, além da aplicação dos realces de contraste, filtros direcionais e elaborados os modelos digitais de terreno.

A delimitação das bordas das zonas homólogas e unidades de paisagem, assim como extração dos lineamentos, foram obtidas, primeiramente, a partir da digitalização das imagens Landsat que tinham sido processadas. Todavia, durante o projeto e mesmo nas etapas de campo, esses lineamentos e limites de unidades foram confirmados ou ampliados, sendo traçados sobre o mapa preliminar (analógico) e depois vetorizados na fase final do projeto.

1.1.1.4 - Fotografias aéreas

Foram empregadas ainda na cartografia geológica da Folha São José de Mipibu, fotografias aéreas (Escala: 1:70.000) obtidas em 1966 pelo Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.

Após a conclusão das campanhas de campo e da fotointerpretação dessas, as feições obtidas foram transpostas para as bases cartográficas na escala 1:100.000. Depois de escaneadas, estas feições foram georeferenciadas no programa ENVI 4.8, digitalizadas em ambiente ArcGis e ajustadas a partir da imagem GeoCover.

1.1.1.5 - Dados aerogeofísicos

Os dados empregados (aeromagnetometria e aerogamaespectrometria) são oriundos do *Projeto Aerogeofísico Borda Leste do Planalto da Borborema* (CPRM 2008). Os parâmetros deste projeto estão relacionados na Tabela 1.1.

Assim como os demais produtos, as imagens aerogamaespectrométricas obtidas neste passo (Figura 1.6) foram empregadas de forma a auxiliar a cartografia geológica e identificar o potencial metalogenético da área, enquanto os

Tabela 1.1 – Parâmetros do levantamento aerogeofísico utilizado.

PARÂMETROS	PROJETO SERIDÓ
Data de conclusão	Abr./2008
Altura do voo	100 m
Direção das linhas de voo (LV)	N-S
Espaçamento das linhas de voo (LV)	500 m
Direção das linhas de controle (LC)	E-W
Espaçamento das linhas de controle (LC)	10 km

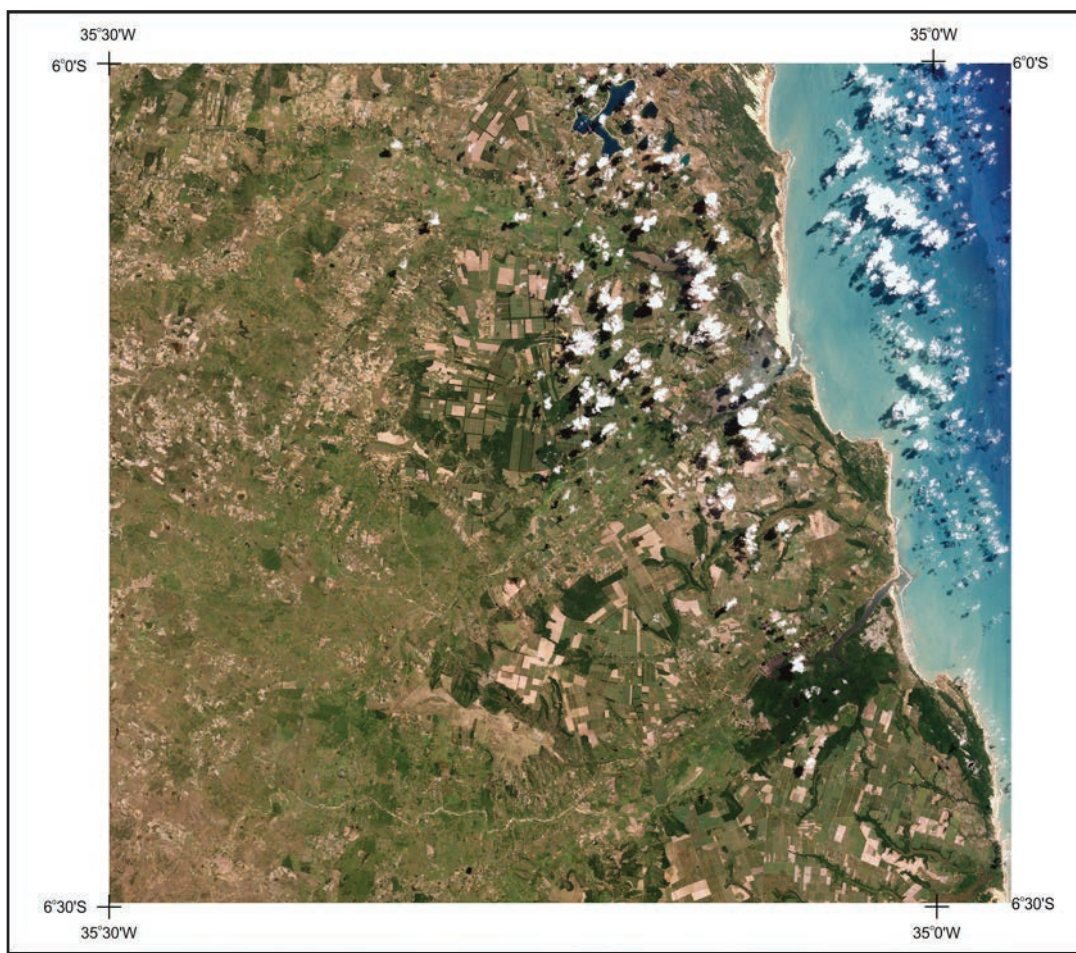


Figura 1.4 – Imagem do satélite Landsat 7 ETM+ da Folha São José de Mipibu (combinação RGB321). Imagem submetida à correção atmosférica, com filtro Laplaciano de realce de bordas com 85% de contribuição da banda original e realce fotográfico.

mapas aeromagnéticos (Figura 1.7) auxiliaram na definição do arcabouço tectônico regional, potencial metalogenético e na representatividade e/ou continuidade de estruturas geológicas em profundidade.

1.1.1.6 - Bases de dados (GEOBANK)

Após a análise do banco de dados da CPRM (GEOBANK), foram recuperadas informações de 69 ocorrências minerais já catalogadas na Folha São José de Mipibu. Nesta fase, dados sobre recursos minerais disponíveis na literatura também foram incorporados ao trabalho e, posteriormente, checados em campo sendo então atualizados ou descartados a depender de terem sido encontrados ou não.

1.1.2 - Atividades de campo e análises laboratoriais

As campanhas tiveram o objetivo de coletar dados para a cartografia geológica, para o levantamento e a reavaliação dos recursos minerais. Além disso, ainda foi feito o levantamento geoquímico e a coleta de amostras para análises litogeoquímicas e geocronológicas.

O mapeamento geológico no quadrante SW da folha foi realizado, principalmente, ao longo de seções transversais às unidades geológicas

anteriormente delimitadas e colocadas no mapa geológico preliminar. Esse mapeamento foi feito percorrendo-se as estradas existentes. Nos demais quadrante da folha, devido à predominância da cobertura sedimentar, foi utilizada a malha de acesso existente, a qual é composta por estradas, caminhos, trilhas e drenagens ligando povoados e canaviais.

Durante o mapeamento, foram descritos 600 afloramentos e coletadas 200 amostras de rochas para estudos petrográficos, das quais 18 foram usadas para litogeoquímica de elementos maiores, traços e terras raras; 06 para análises isotópicas de Sm e Nd e 03 para datação geocronológica (U-Pb LA-ICPMS).

As campanhas de campo para o cadastramento dos recursos minerais visaram consistir os dados previamente cadastrados no GEOBANK e os existentes na literatura, assim como o cadastramento de novas ocorrências que porventura viessem a ser encontradas. No final, entre os dados consistidos e os novos obtidos, 213 ocorrências foram visitadas e cadastradas.

O levantamento geoquímico foi realizado em 249 estações pré-selecionadas sobre as drenagens da Folha São José de Mipibu, quando então foram coletadas amostras de sedimento de corrente (249 amostras) para análises geoquímicas de multi-elementos e 65 amostras de concentrados de bateia para estudos mineralógicos.

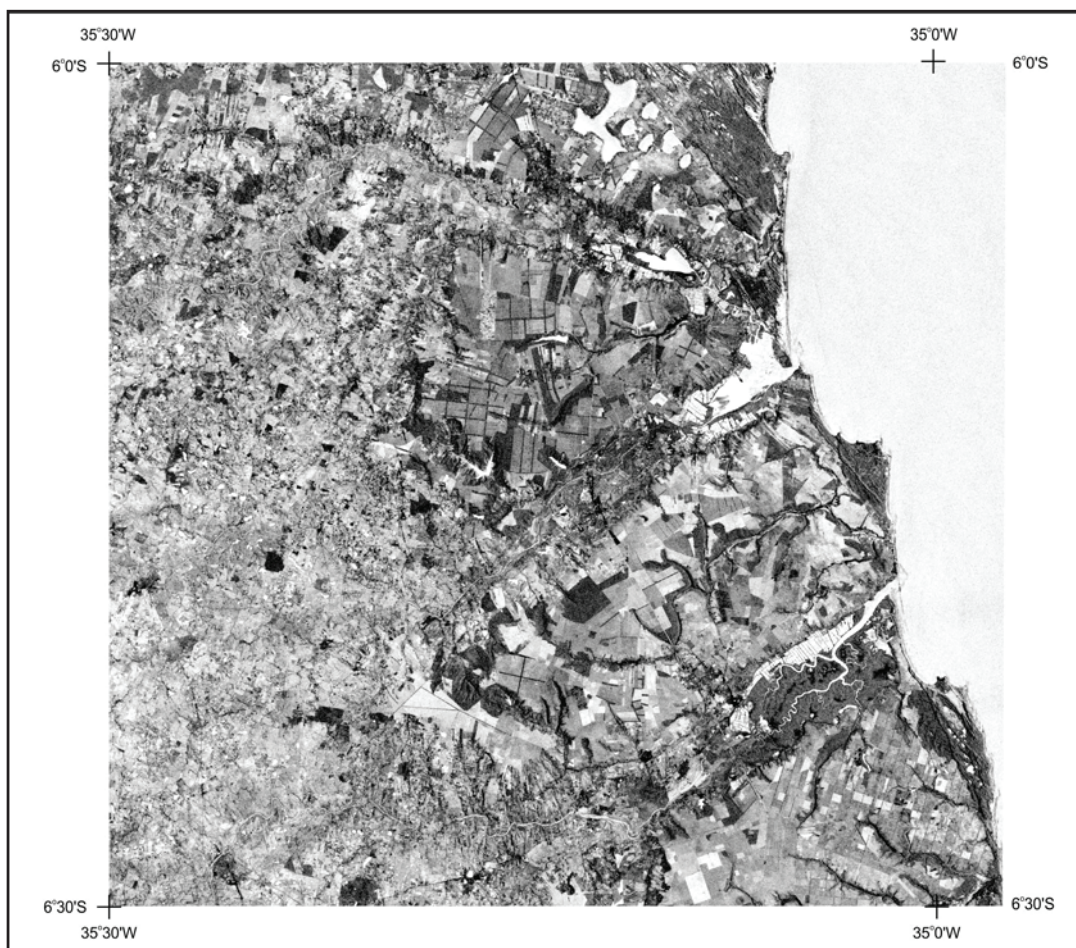


Figura 1.5 – Imagem do satélite ALOS/PARSAR da Folha São José de Mipibu. Pré-processamento com correção dos valores negativos da imagem e filtragem para correção de ruídos com filtro **enhaced lee**. Processamento por meio da aplicação de filtro de realce de bordas Laplaciano com 85% de contribuição da imagem original e ampliação linear do contraste com 2% de saturação nos extremos dos histogramas de ambas as polarizações.

No que tange às datações geocronológicas U-Pb em zircão, 03 amostras foram coletadas em gnaisses da região. Concluída a separação mecânica dos minerais, seu concentrado foi remetido ao Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília para datação. Por fim, descrições e registros fotográficos dos afloramentos e das amostras coletadas foram realizados pelos geólogos responsáveis.

Os trabalhos de preparação e das análises químicas dos multi-elementos em amostras de rocha, minério, sedimentos de corrente e estudos mineralógicos dos concentrados de bateia foram efetuados pela empresa SGS Geosol Laboratórios Ltda.

Os estudos petrográficos das seções delgadas de rochas foram realizados pelas empresas Terra & Mar Soluções em Geologia e Geofísica Ltda. e ANRESA Geologia e Meio Ambiente, além das petrógrafas Vanja Alcântara Coelho e Angélica Sampaio do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

1.1.3 - Etapa final e produtos gerados

Nesta etapa foi realizada a integração dos dados obtidos nas etapas anteriores, tais como a elaboração, digitalização e edição do mapa geológico,

a digitação da base de dados e a elaboração do presente relatório, gerando o mapa geológico na escala 1:100.000 (em anexo) e a presente nota explicativa, todos disponibilizados para impressão e consulta em formato PDF.

Além dos produtos citados, foi elaborado um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com o mapa geológico na escala 1:100.000, as imagens de satélites e os mapas aerogeofísicos obtidos nos processamentos anteriormente citados. Também constam no SIG a descrição dos afloramentos, as ocorrências de depósitos minerais, as fotografias de campo, etc. Arquivos digitais (formato ArcGis) dos diversos temas utilizados na elaboração dos mapas e do SIG, também estão disponibilizados.

Em todas as fases do trabalho as idades obtidas ou referidas assim como as siglas (letras-símbolos) das unidades litoestratigráficas foram retiradas da tabela/coluna do tempo geológico proposta pela Comissão Internacional de Estratigrafia - ICS (Cohen *et al.* 2013).

Todos os dados cadastrais foram acrescentados e/ou atualizados no banco de dados da CPRM (GEOBANK). Essas informações poderão ser consultadas via internet através do site <http://geobank.sa.cprm.gov.br>.

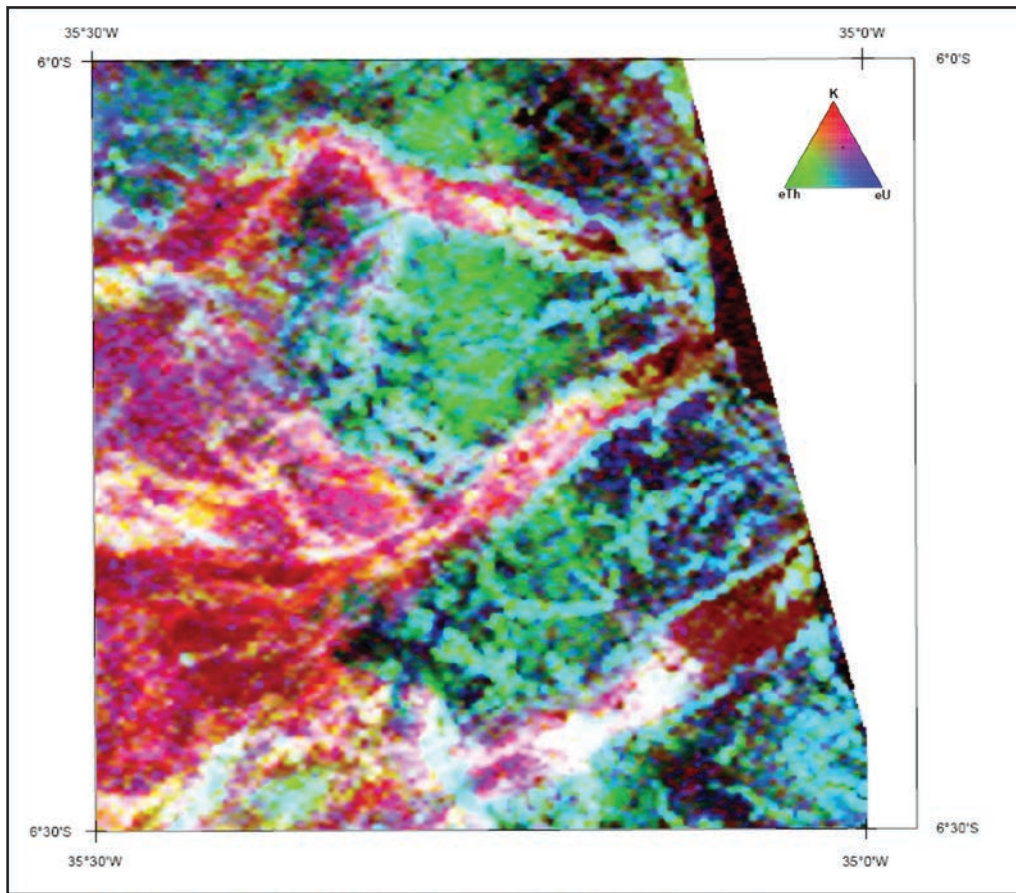


Figura 1.6 – Mapa radiométrico ternário da Folha São José de Mipibu.

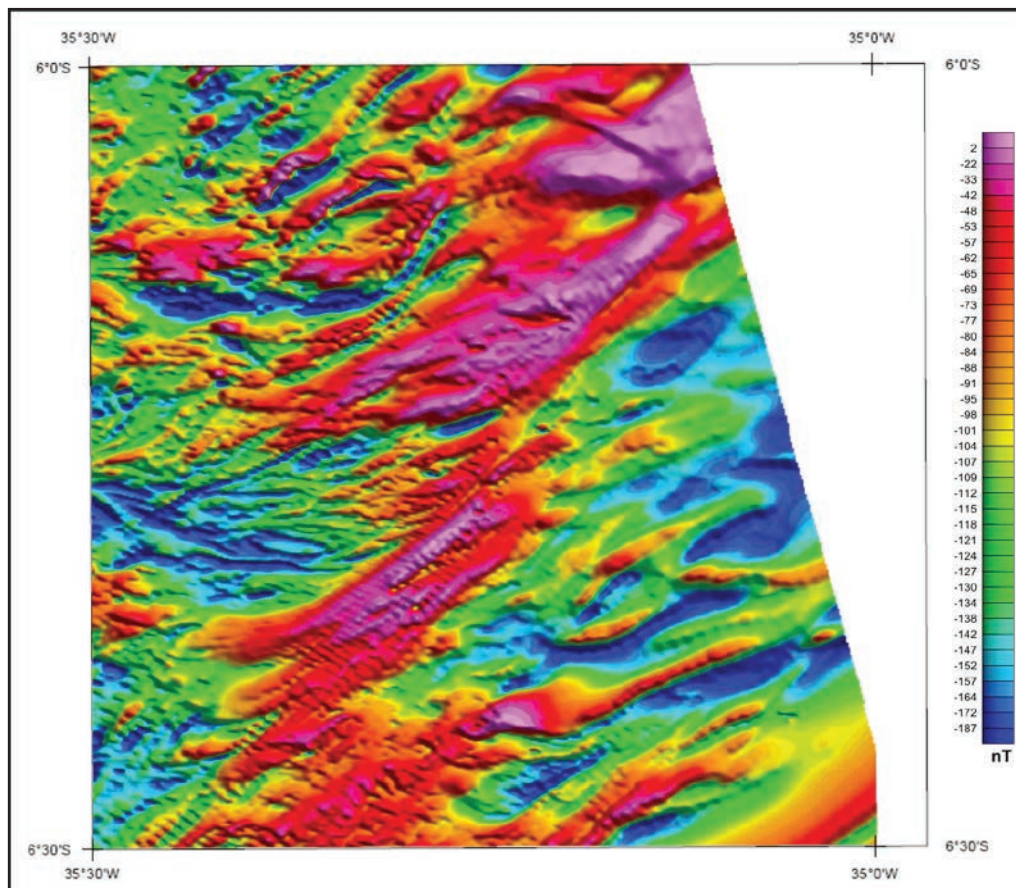


Figura 1.7 – Anomalia do campo magnético total residual da Folha São José de Mipibu.

2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Folha São José de Mipibu está localizada no litoral leste dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. É constituída, em grande parte, por coberturas fanerozoicas distribuídas do mesozoico ao cenozoico e, em menor escala, por um embasamento de rochas cristalinas arqueanas a proterozoicas, incluindo granitoides brasileiros (Figura 2.1).

Em um contexto geológico mais amplo, o embasamento cristalino faz parte da Região de Dobramentos Nordeste da Província Borborema de Almeida *et al.* (1977 e 1981), conforme pode ser observado na Figura 2.2, onde é mostrada a compartimentação do território brasileiro segundo Schobbenhaus *et al.* (1984). Nessa figura, ainda se observa as coberturas fanerozoicas que abrangem a Folha São José de Mipibu.

No tocante à Província Borborema, sabe-se que, desde a década de 1970, são desenvolvidos trabalhos objetivando conhecer os processos envolvidos na sua origem e evolução. Durante as décadas de 1970 e 1980 foram realizados trabalhos de caráter regional, os quais propuseram diferentes modelos de subdivisão e/ou compartimentação para esta Província tendo como base uma origem monocíclica para uns ou policíclica para outros.

Desse período podem ser citados estudos realizados por Brito Neves (1975 e 1983), Almeida *et al.* (1977), Santos & Brito Neves (1984), Santos *et al.* (1984), Jardim de Sá *et al.* (1988), Caby *et al.* (1991), dentre outros.

Na década seguinte (1990), autores como Jardim de Sá *et al.* (1992), Santos (1996) e Santos *et al.* (1999), propuseram uma evolução com base no modelo de terrenos alóctones e/ou exóticos de Coney *et al.* (1980), Coney (1989) e Howell (1995).

Posteriormente, com base nos modelos de terrenos alóctones e/ou exóticos, Santos (1996 e 2000) e Santos *et al.* (1999) propuseram a subdivisão da Província Borborema em domínios e terrenos sendo que, tais domínios, ditos tectono-estratigráficos, representariam segmentos crustais com estratigrafia e evolução tectônica características e distintas dos segmentos adjacentes e seus limites dados por zonas de cisalhamento marcantes e/ou profundas (suturas).

Nesse contexto geológico, o embasamento existente na Folha São José de Mipibu estaria localizado no Domínio Rio Grande do Norte, mais especificamente no terreno São José de Campestre (Figura 2.3).

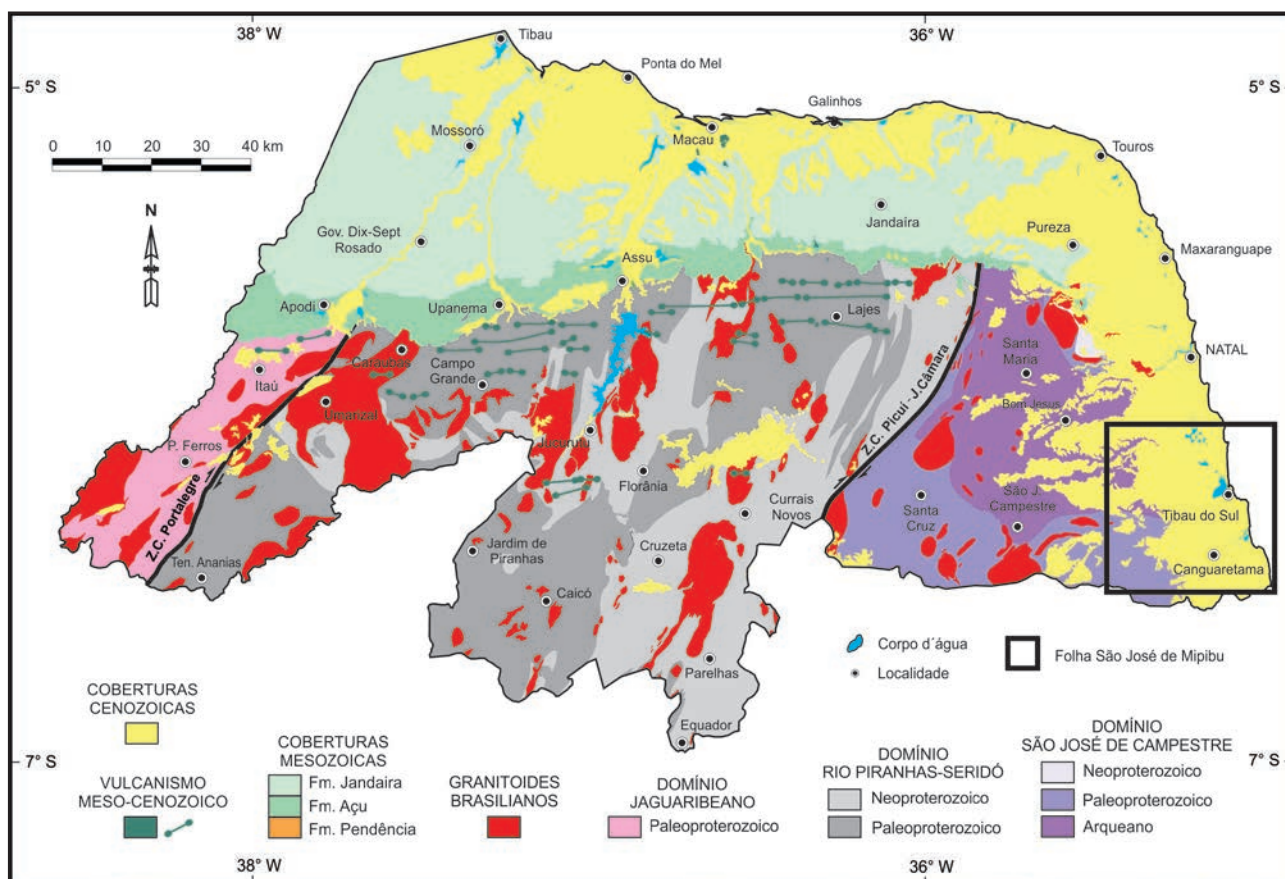


Figura 2.1 – Compartimentação tectônica do estado do Rio Grande do Norte, com a localização da Folha São José de Mipibu. Compilado do Mapa Geológico do RN Geodiversidade de Medeiros *et al.* (2010).

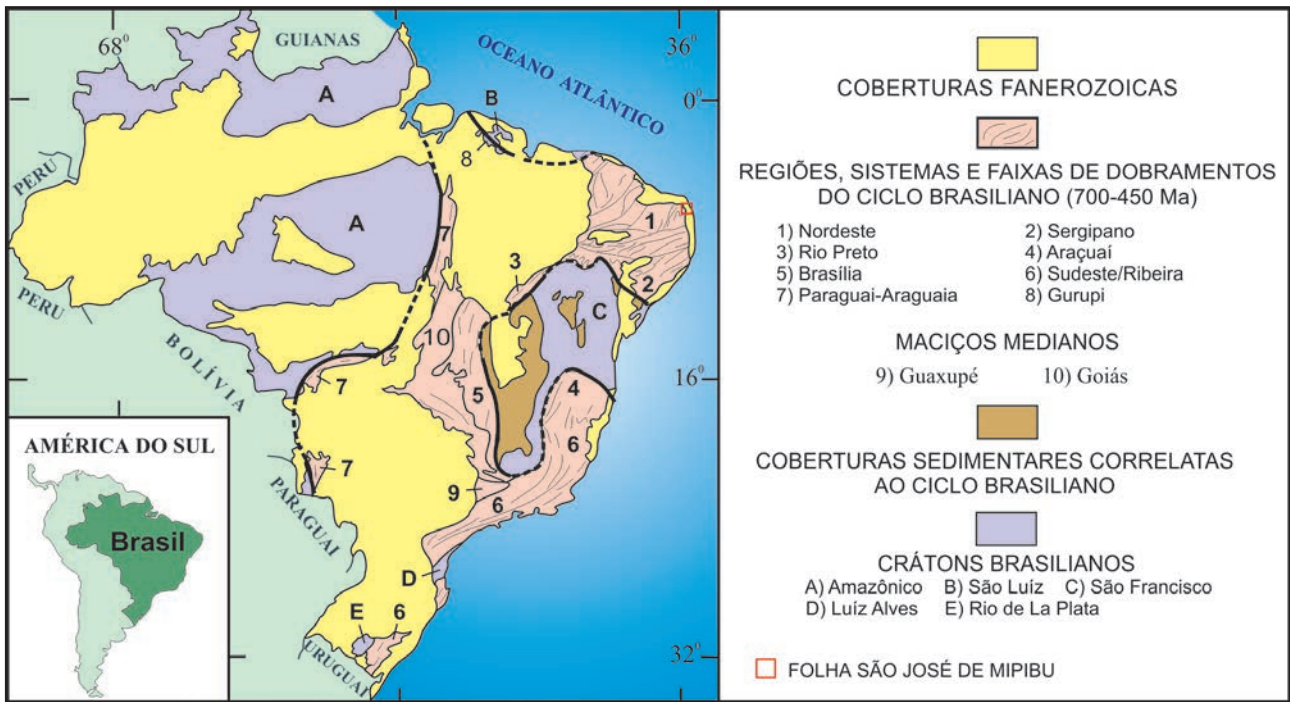


Figura 2.2 – Compartimentação do território brasileiro, segundo Schobbenhaus et al. (1984), com a localização da Folha São José de Mipibu.

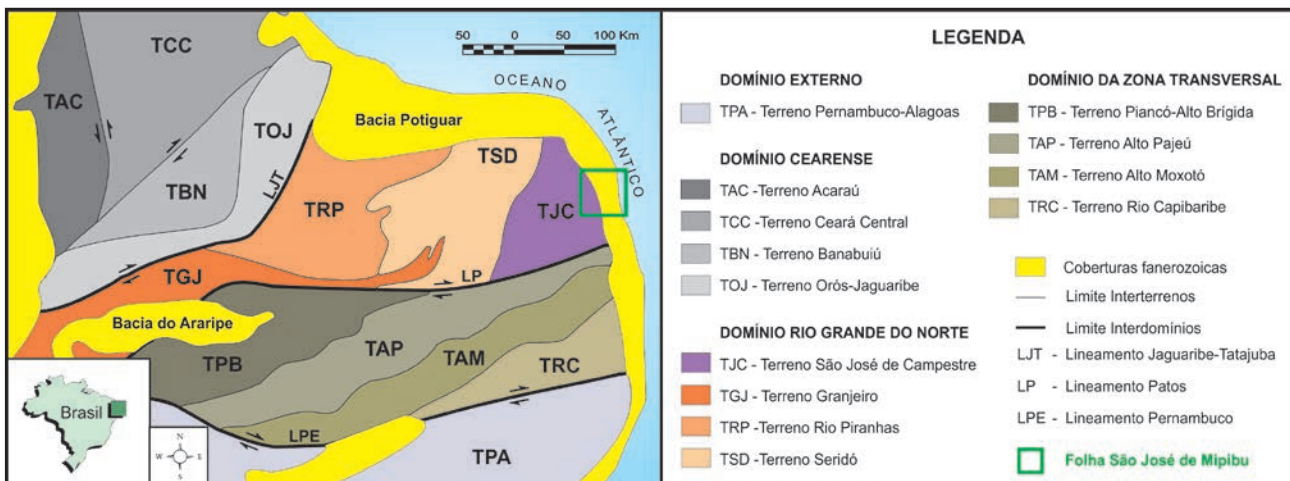


Figura 2.3 – Compartimentação do segmento central e norte da Província Borborema em domínios e terrenos tectono-estratigráficos, segundo Santos et al. (1999) e Santos (2000).

Por fim, nos anos 2000, Angelim *et al.* (2006) e Medeiros (2008, 2011) propuseram que os domínios da Província Borborema representariam grandes entidades tectônicas (Figura 2.4) delimitadas por zonas de cisalhamento e não necessariamente os terrenos alóctones e/ou exóticos concebidos por Coney *et al.* (1980), Coney (1989) e Howell (1995). Nessa concepção, o embasamento da Folha São José de Mipibu representaria parte da porção leste do Domínio São José de Campestre, correspondendo ao Maciço Caldas Brandão (Brito Neves *et al.* 1999) e atualmente chamado Maciço São José de Campestre (Dantas *et al.* 2004).

Esta região é formada por um núcleo rochoso arqueano dômico com dimensões em torno de 6.000 km², sendo envolvido por rochas paleoproterozoicas e, estas, intrudidas por granitoides brasileiros

(Dantas, 1997, 2007, 2009; Brito Neves *et al.* 2001a e 2001b; Bizzi *et al.* 2003; Dantas *et al.* 2004; Jesus 2011; Dantas *et al.* 2013; entre outros). Ainda segundo Dantas *et al.* (2004, 2007), este maciço teria evoluído por meio de diferentes pulsos de crescimento crustal em 3,45; 3,3; 3,25; 3,18 e 3,0 Ga, sendo que, os dois primeiros, teriam incluído crosta antiga e ocorrido nas proximidades de um bloco crustal arqueano mais velho, o pulso de 3,2 Ga representaria o acréscimo de um complexo arco juvenil e os demais teriam sido gerados a partir de crosta juvenil. Este maciço ainda teria sido afetado por um episódio tectonometamórfico de alta temperatura em 3,0 Ga e por uma fase de magmatismo em 2,7 Ga.

No centro do núcleo arqueano, em uma pequena área, encontra-se a Unidade Bom Jesus a qual, segundo Dantas (1997) e Dantas *et al.* (1998,

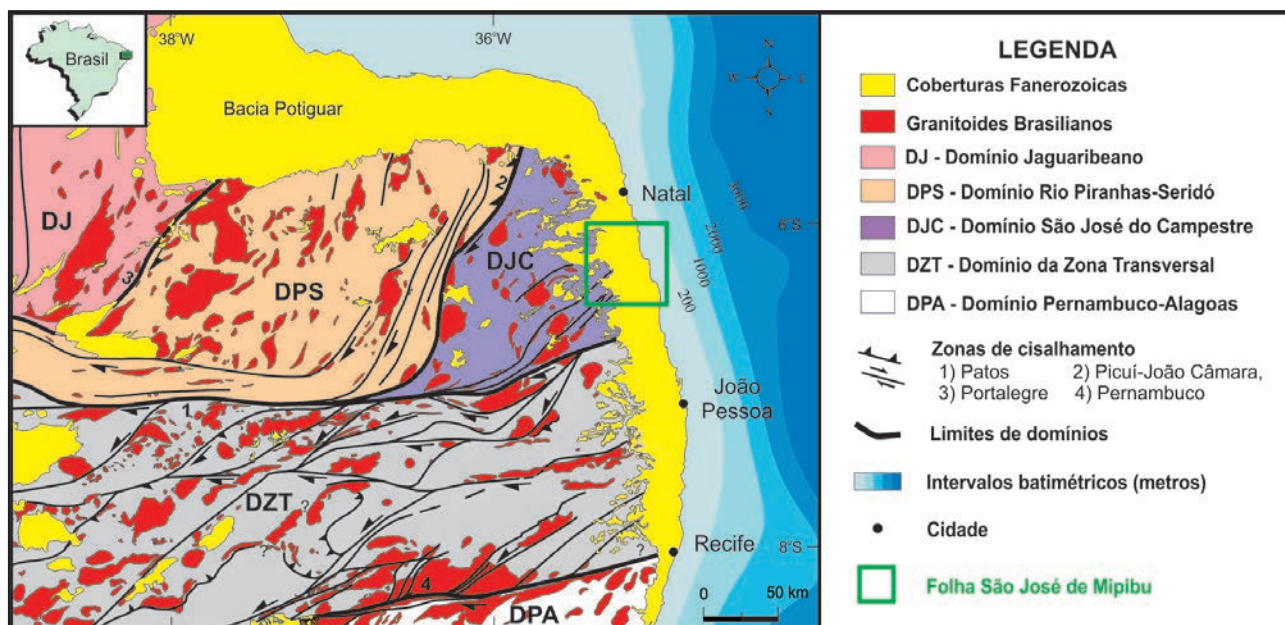


Figura 2.4 – Compartimentação tectônica da porção centro-norte da Província Borborema, segundo Medeiros (2011), com a localização da Folha São José de Mipibu.

2004, 2013), corresponderia à primeira geração de ortognaisses tonalíticos-trondhjemíticos, dentre outros descritos abaixo, ocorrida no Maciço São José de Campestre. Estes ortognaisses são peraluminosos e tem anfíbolitos e rochas metaultramáficas intercalados em seu interior. Os dados isotópicos de U-Pb obtidos pelos autores citados, indicariam uma idade de cristalização destas rochas em torno de 3,41 Ga, enquanto as idades modelo T_{DM} (isótopos de Sm-Nd) obtidas por ele estariam variando entre 3,5 a 3,77 Ga evidenciando uma derivação a partir de uma antiga crosta sílica ou de um manto enriquecido com mais de 3,5 Ga. Uma idade de 2,0 Ga (U-Pb) foi obtida e interpretada como a idade de ocorrência de um metamorfismo em fácies anfíbolito alto, associado à anatexia e migmatização.

Juntamente com a Unidade Bom Jesus, porém em muito maior volume, encontra-se também, no núcleo arqueano, o Complexo Presidente Juscelino. Este complexo foi mapeado inicialmente por Gomes *et al.* (1981). Dantas (1997), em novo estudo mais refinado, definiu este complexo como sendo constituído por ortognaisses tonalíticos-trondhjemíticos a granodioríticos migmatizados e por migmatitos estromáticos com leucossoma granadífero. Segundo Dantas (1997), as idades U-Pb para estas rochas variam entre 3,255 Ga (idade de cristalização dos ortognaisses) e 3,086 Ga (idade de cristalização do leucossoma nos migmatitos). Um forte enriquecimento em ETR Leves e empobrecimento em ETR pesados, quase sem anomalia de Európio indicariam características isotópicas de crosta sílica reciclada para estas rochas, enquanto idades modelo T_{DM} entre 3,4 e 3,6 Ga (isótopos de Sm-Nd) indicariam que uma fonte arqueana teria sido retrabalhada e gerado material para as rochas do Complexo Presidente Juscelino (Dantas, 1997).

Envolvendo o núcleo arqueano, como primeiro testemunho de acreção juvenil (Dantas, 1997; Bizzi *et al.* 2003; Dantas *et al.* 2004, 2013), ocorre o Complexo Brejinho, caracterizado por metatrondhjemitos peraluminosos cuja composição varia de granodiorito a monzogranito, com vários estágios de migmatização. Dantas (1997) datou amostras de rochas do Complexo Brejinho a partir de isótopos de U-Pb obtendo uma idade de cristalização da unidade em torno 3,17 Ga, com idades modelo T_{DM} em torno de 3,2 Ga seriam compatíveis com um material juvenil oriundo de um manto empobrecido. Posteriormente, Dantas *et al.* (2004), informaram ter obtido uma idade de cristalização desta unidade em outra amostra, em torno de 3,33 Ga, sugerindo que a datação pertence a um evento mais jovem. Nesta oportunidade, detectaram uma idade de 2,0 Ga, a qual pode está relacionada com uma migmatização ou re-homogeneização.

Outra unidade do núcleo arqueano e que data do mesoarqueano é o Complexo Senador Eloi de Souza. Ele é constituído por rochas intrusivas metamáficas (oligoclasitos, granulitos, anfíbolitos, metagabro anortositos e leuconoritos), verticalizadas, deformadas e concordantes com o *trend* da área de direção NW. Dantas (1997) e Dantas *et al.* (2004) obtiveram datações utilizando isótopos de U-Pb em torno de 3,03 Ga e 618 Ma, as quais os mesmos interpretaram como a idade de cristalização da sequência de rochas desta unidade e reativação durante o ciclo Brasileiro, respectivamente. Por sua vez, a própria origem deste complexo ainda é controversa, com Dantas (1997) sugerindo algumas teorias para sua formação sendo que, a mais coerente, segundo este autor, seria a situação onde uma intrusão arqueana profunda teria sofrido reativação por metassomatismo ao longo do Ciclo Brasileiro.

Dantas (2009) apresentou evidências de uma crosta oceânica no Domínio São José de Campestre a qual denominou *Greenstone Belt* de Serra Caiada. A unidade mapeada por ele era composta de uma sequência metavulcanossedimentar constituída por rochas metamáficas e metaultramáficas, além de formações ferríferas a qual denominou de Complexo Intrusivo Riacho das Telhas. Idades modelo T_{DM} nessa unidade variaram entre 3.5 Ga e 2.7 Ga, sugerindo sua origem a partir de diversas fontes relacionadas, possivelmente, de ambientes de rift continental, arcos de ilhas oceânicas, plumas ou platôs oceânicos. Neste trabalho, o autor ainda comenta que este tipo de sequência seria característica do mesoarqueano ao neoarqueano, variando entre 3.0 Ga até 2.7 Ga. Posteriormente, Roig e Dantas (2013), detalharam essa unidade, dividindo-a em Complexo Intrusivo Riacho das Telhas (xistos, piroxenitos, serpentinitos, gabros e gabro noritos) e Complexo Serra Caiada (anfíbolitos, magnetita metaleucogranitos com granada, formações ferríferas bandadas, gnaisses e migmatitos).

Souza *et al.* (2010), dataram dois pequenos *plútons* denominados de Monzogranito Serra Caiada e Plúton Serra Branca, no Domínio São José de Campestre, obtendo as idades de 3,35 Ga (intercepto inferior de 1183 ± 130 Ma) e 3,12 Ga (intercepto inferior em torno de 609 ± 130 Ma), respectivamente. Estes autores ainda sugeriram que teriam ocorrido vários eventos modestos de formação de crosta entre 3,0 a 2,7 Ga. Dantas *et al.* (2013), por sua vez, renomeia o Plúton Serra Branca como Gnaiss São Pedro do Potengi, mantendo a idade obtida anteriormente e mostrando-o como xenólitos dentro do quartzo diorito e sienogranito São José de Campestre, com uma foliação de mergulho médio, sendo cortada por zonas de cisalhamento discretas, verticais, de alta temperatura e provavelmente relacionadas a uma reativação neoproterozoica tardia.

Dantas (1997) mapeou também um evento de plutonismo neoarqueano no Domínio São José de Campestre ao qual denominou de plutonismo sienogranítico São José do Campestre. Trata-se, segundo o autor, de um corpo homogêneo com uma fraca deformação no centro e representaria o final da sequência de diferenciação das unidades arqueanas existentes neste Domínio, estando em contato com as unidades de idade paleoproterozoica. As datações U-Pb obtidas variaram em torno de 2,68 Ga a 2,65 Ga, enquanto as idades modelo T_{DM} resultaram em valores em torno de 3,18 Ga o que, segundo Dantas *et al.* (1998) indicaria que este pluton teria sido gerado por refusão de crosta mesoarqueana em cerca de 2,7 Ga e esta idade representaria o evento arqueano mais jovem, o qual incluiria ainda metamorfismo de alto grau.

Dentre essas unidades paleoproterozoicas, ocorre o Complexo João Câmara que bordejia o núcleo arqueano e, conforme Dantas (1997) e Bizzi *et al.* (2003), na sua constituição ocorrem, predominantemente,

migmatitos (hornblenda migmatitos, diatexitos e metatexitos) intensamente dobrados e contendo estruturas flebíticas, estromáticas, nebulíticas, *schlieren* e gnaisses bandados. As datações obtidas por isótopos de U-Pb para esta unidade variaram em torno de 2,68 Ga e 2,31 Ga, sugerindo a presença tanto de rochas neoarqueanas quanto paleoproterozoicas interdigitadas (Dantas, 1997). O quimismo dessas rochas mostrou-se variado com rochas metaluminosas de ambientes sin-colisionais e peraluminosas de ambientes pós-orogênicos, cujas análises químicas indicam que o magma teve participação de diversas fontes.

O Complexo Santa Cruz é formado por metagranitoides que variam desde os termos mais básicos, como dioritos e tonalitos até termos mais ácidos, como leucogranitos, com predominância de granodioritos (Dantas, 1997). Bizzi *et al.* (2003) comenta que esta série magmática estaria relacionada a um arco magmático implantado entre 2,23 e 2,06 Ga e que estas rochas, cálcio-alcalinas e metaluminosas seriam oriundas de ambientes pré a sin-colisionais e sua fonte proveniente de crosta arqueana reciclada.

Outra unidade mapeada do período paleoproterozoico foi a Suíte Inharé. Esta unidade é constituída por rochas máficas distribuídas ou como enxames de diques (anfíbolitos) ou corpos circulares (meta-hornblenditos). Datações U-Pb nestas rochas revelaram idades que variam de 1,97 Ga para os anfíbolitos e 2,19 Ga para os meta-hornblenditos, enquanto idades modelo T_{DM} entre 3,2 Ga e 3,56 Ga, respectivamente, sugerem uma fonte arqueana na geração destas rochas (Dantas, 1997; Dantas *et al.* 2013).

As rochas do Complexo Serrinha-Pedro Velho (Dantas, 1997), são tidas como de alto grau metamórfico e constituído por migmatitos e ortognaisses (Bizzi *et al.* 2003). A Unidade Serrinha é constituída por migmatitos originados a partir de magmas paleoproterozoicos e seu melanossoma varia de ortognaisses tonalíticos a graníticos enquanto o leucossoma é predominantemente granítico. A Unidade Pedro Velho, por sua vez, é constituída por migmatitos trondhjemiticos compostos por rochas félsicas (hornblenda leucogranitos, granulitos félsicos e gnaisses com clinopiroxênio) e por ortognaisses tonalíticos com granada e intercalações de rochas calcissilicáticas. As datações realizadas por Dantas (1997) nas rochas deste complexo resultaram em idades em torno de 2,18 Ga para a Unidade Serrinha e variando entre 2,27 Ga e 2,20 Ga para a Unidade Pedro Velho, enquanto as idades modelo T_{DM} variaram em torno de 2,5 Ga a 2,6 Ga nas primeiras e 2,3 Ga e 2,4 Ga nestas últimas, indicando diferentes fontes de magma quando da geração destas rochas.

Em síntese, durante o paleoproterozoico, amalgamaram-se em torno do núcleo arqueano, segmentos crustais, seja por eventos de acreção, seja por eventos colisionais, oriundos das mais

diversas fontes magmáticas (Dantas, 1997; Dantas *et al.* 1998), Dantas *et al.* (2004, 2013), Brito Neves *et al.* (2001a, 2001b, 2008), Bizzi *et al.* (2003), Angelim *et al.* (2006), entre outros.

Ainda no Domínio São José de Campestre, são encontradas rochas supracrustais da Formação Seridó assim como granitos brasileiros e diques graníticos.

A Formação Seridó foi descrita no Domínio São José de Campestre por Jardim de Sá (1984), Jardim de Sá *et al.* (1998), Fonseca *et al.* (2012), Roig e Dantas (2013). É composta por micaxistos feldspáticos e aluminosos, feições sedimentares primárias como estratificação gradacional silte-argila em setores de baixo grau metamórfico e baixo *strain*, além de intercalações de rochas metavulcânicas, mármore e rochas calcissilicáticas).

Outras rochas ainda são encontradas no Domínio São José de Campestre. São rochas intrusivas plutônicas de idades Ediacaranas a Cambrianas, ocorrendo como batólitos, stocks e diques. São elas (Nascimento *et al.*, 2015):

- **Suíte Catingueira** – constituída por um *stock* (Japi, RN) e diversos plutons (Caxexa, Serra do Algodão e Serra do Boqueirão, PB) intrusivos em zonas de cisalhamento transcorrentes. Tais eventos ocorreram tardiamente durante a orogênese brasileira, quando a crosta continental já estava bastante estabilizada. Essas rochas são definidas como Suíte Alcalina e são compostas por álcali-feldspato granitos leucocráticos, finos e equigranulares. Suas idades variam entre 578 ± 14 Ma (Plúton Caxexa, isócrona interna Sm e Nd) e 597 ± 4 Ma (Plúton Japi, U-Pb em zircão), conforme pode ser visto em Nascimento *et al.* (2015);

- **Dona Inês** – são enxames de diques, soleiras ou mesmo corpos isolados constituídos por monzogranitos (granodioritos e quartzo monzonitos, subordinados), hornblenda e/ou biotita granitos, além de leucogranitos. Possui granulação fina a média mostrando fácies com muscovita ou granada e feições migmatíticas. São rochas de afinidade calcialcalina de alto potássio, classificadas como Suíte Calcio-Alcalina de Alto K Equigranular. Nascimento *et al.* (2015) apresenta tabela de valores com idades U-Pb entre 582 ± 5 Ma (diques no Plúton Dona Inês) e 527 ± 8 Ma (Plúton Cerro Corá) para estas suítes;

- **São João do Sabugi** – Suíte Shoshonítica representada por plutons como Acari e São João do Sabugi (RN), por exemplo. São compostos por gabros, gabros norito, dioritos, quartzo dioritos, quartzo monzonitos de afinidade subalcalina shoshonítica. Apresenta textura média a fina no geral, porém grosseira em tipos gabroicos. São equigranulares ou porfiríticos inequigranulares (fenocristais de plagioclásio). Nascimento *et al.* (2015) relaciona diversas idades de plutons e, para esta Suíte, apresenta idades U-Pb que variam entre 599 ± 16 Ma (Plúton Poço Verde) a 579 ± 7 Ma (plutons Acari e São João do Sabugi).

Suíte Intrusiva Itaporanga – Suíte Calcio-Alcalina de Alto K Porfirítica, constituída por monzogranitos a sienogranitos ou granodioritos porfiríticos. Mostra granulação grossa a porfirítica. Segundo, Nascimento *et al.* (2015), esta suíte mostra idades entre 591 ± 4 Ma e 544 ± 7 Ma obtidas nos plutons Totoró e São José de Espinharas, respectivamente.

Numa breve análise da cobertura sedimentar existente observa-se que, em grande parte, são sedimentos fanerozoicos (Figuras 2.1 a 2.4) que recobrem o litoral dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e outros estados do nordeste do Brasil os quais, conforme autores como Alheiros *et al.* 1988, Mabesoone & Alheiros (1988), Bizzi *et al.* (2003), Barbosa *et al.* (2003, 2005a, 2005b, 2007), Barbosa (2004), Barbosa e Lima Filho (2005, 2006), Lima Filho *et al.* (2006), Angelim *et al.* (2006), Viegas (2007), Oliveira (2008), entre outros, constituiriam, no litoral norte do Rio Grande do Norte, a Bacia Potiguar e, no litoral leste de ambos esses estados, parte da Bacia Potiguar e Bacia Pernambuco – Paraíba.

Diversos modelos foram propostos para a evolução do litoral leste destes estados. Um dos primeiros a serem propostos, foi o de Mabesoone & Alheiros (1988). Neste modelo, os autores, baseados em dados estratigráficos e estruturais, sugeriram limites entre as bacias Pernambuco – Paraíba, Sergipe-Alagoas e Potiguar, assim como para a evolução dessa região. Segundo tais autores, o limite entre as bacias Bacia Pernambuco – Paraíba e Sergipe – Alagoas estaria situado no Alto de Maragogi (Figura 2.5).

Com relação ao limite entre as bacias Potiguar e Pernambuco – Paraíba é preciso analisar o que estes autores comentaram. Tais autores citam que a Bacia Potiguar, mas precisamente sua plataforma leste, estaria limitada pela Falha de Ceará Mirim, porém esta falha não seria o limite com a Bacia Pernambuco – Paraíba. Segundo eles, a região abaixo da Falha de Ceará Mirim e um ponto mediano entre a Sub-bacia de Canguaretama que a divide em norte e sul, constituiria uma extensão mais recente da Bacia Potiguar. Esse ponto mediano poderia ser interpretado como o Alto de Mamanguape o qual, segundo tais autores, teria provocado diferenças no registro litológico e estratigráfico, a sul e a norte, de sua posição. Além disso, a existência desse ponto mediano ainda seria sustentada pela informação de Mabesoone & Alheiros (1988) de que a Bacia Pernambuco – Paraíba seria constituída pelas sub-bacias Cabo, Olinda, Alhandra e a porção sul da Sub-bacia de Canguaretama, enquanto a Sub-bacia Natal e a parte norte da Sub-bacia de Canguaretama constituiriam uma extensão mais recente da Bacia Potiguar.

Estruturalmente, chegaram à conclusão que, à exceção da Sub-bacia Cabo, que seria um rifte e, provavelmente, uma extensão da Bacia Sergipe –

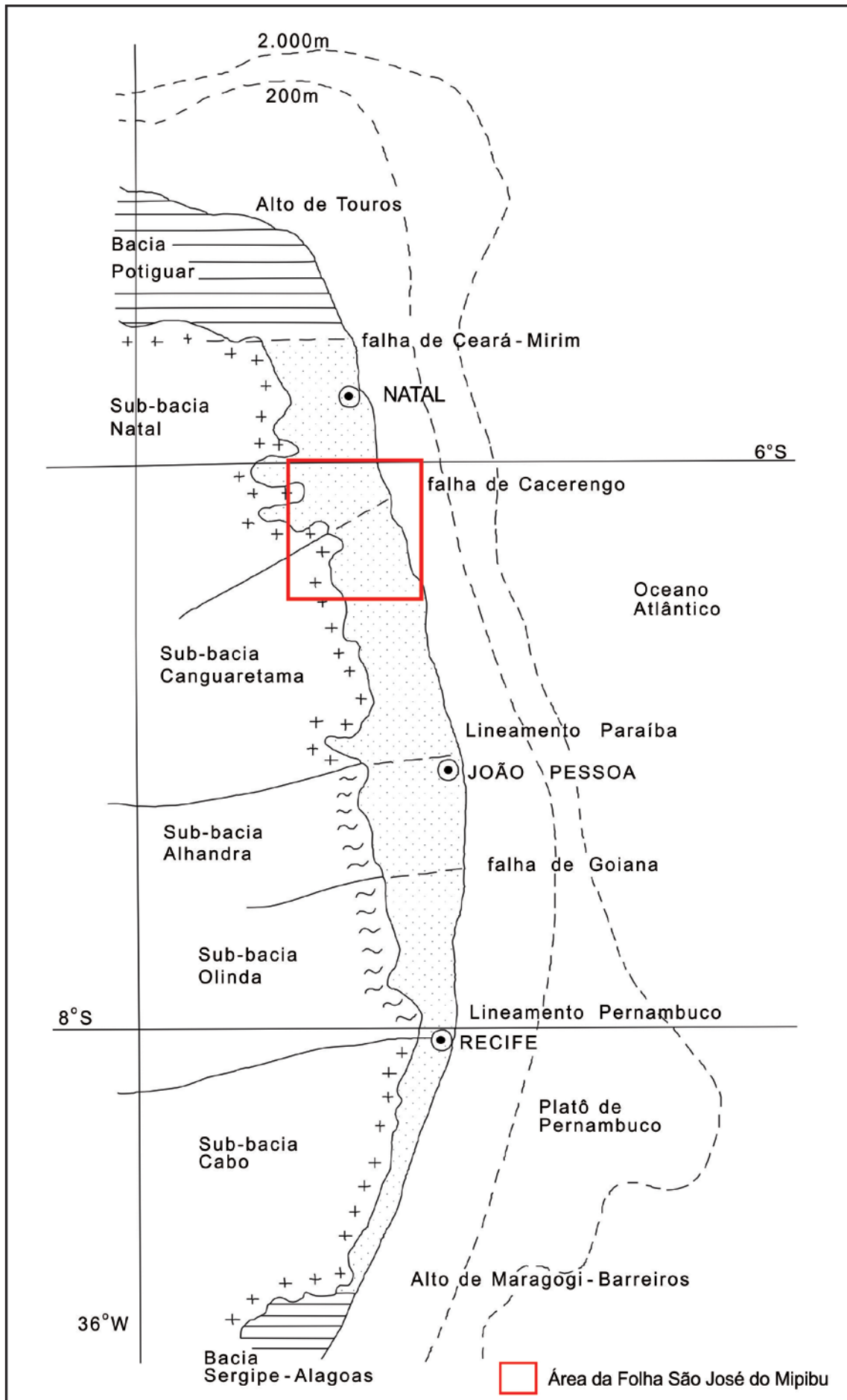


Figura 2.5 – Compartimentação do litoral dos estados do RN, PB e PE, segundo Mabesoone & Alheiros (1988).

Alagoas, as demais teriam comportamento de uma rampa homoclinal com um alto dividindo as sub-bacias Olinda e Alhandra a sul e Canguaretama e Natal a norte, o que teria provocado diferenças nos seus registros litológicos e estratigráficos. Apenas, a partir do Eoceno, tais bacias passariam a ter um registro geológico comum.

Para Mabesoone & Alheiros (1988) a sub-bacia Cabo é a mais antiga na estratigrafia (Aptiano) e que ela poderia ser uma extensão da Bacia Sergipe – Alagoas. Ela é constituída por conglomerados variando até argilas (Formação Cabo) cortadas e sotopostas por vulcanitos ácidos e alcalinos (riolitos, andesitos, basaltos, traquitos e granitos alcalinos) da Formação Ipojuca (Aptiano – Cenomaniano) a qual, por sua vez, é recoberta por sedimentos clásticos finos e calcários da Formação Estiva (Cenomaniano – Eoturoniano).

Os sedimentos encontrados nas sub-bacias Olinda, Alhandra e parte sul da sub-bacia Canguaretama compõem uma sequência que tem na base a Formação Beberibe (Santoniano – Campaniano) constituída por clásticos arenosos grossos a finos até arenitos calcíferos, próximo à costa. Acima destes sedimentos, resultantes de transgressão marinha, ocorrem calcarenitosossilíferos denominados de Formação Gramame (Maastrichtiano) os quais, localmente, mudam para arenitos e calcários fosfáticos.

Uma fase regressiva durante o Paleoceno é citada por Mabesoone & Alheiros (1988) onde são encontradas rochas calciclásticas finas e argilas calcíferas da Formação Maria Farinha.

Na parte norte da sub-bacia Canguaretama e na sub-bacia Natal, Mabesoone & Alheiros (1988) comentam que os sedimentos aí existentes seriam correlatos aos sedimentos da Bacia Potiguar. Estes autores relatam a ocorrência de arenitos e calcários não definidos, porém, com relação aos calcários, com base em estudos petrográficos, sugerem que seriam correlacionáveis aos calcários da Formação Guamaré, na Bacia Potiguar.

Vale ressaltar que Mabesoone & Alheiros (1988) comentam que os calcários da Formação Guamaré ocorreriam entre Canguaretama/RN e Natal/RN e os da Formação Gramame ocorreriam entre Recife/PE e o Rio Miriri na Paraíba sugerindo, com base nessas informações, uma separação entre esses calcários.

Posteriormente, Lima Filho (1998), pesquisando a região costeira entre a Falha de Goiana e o Alto de Maragogi, individualizou e sugeriu a separação entre as bacias de Pernambuco e da Paraíba, antes considerada como uma única bacia. O limite entre as duas foi marcado no Lineamento de Pernambuco. Assim, para este autor, a Bacia da Paraíba seria constituída pelas sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda e a Bacia de Pernambuco pela antiga Sub-bacia Cabo a qual possuiria características estratigráficas e tectônicas diferentes das sub-bacias

existentes entre Recife (PE) e Natal (RN), porém semelhantes à Bacia de Alagoas.

Nesse modelo já se observa que o limite entre a Bacia Potiguar e a Bacia da Paraíba seria marcado pela Falha de Mamanguape (Figura 2.6). Estudando propriamente a Bacia de Pernambuco, o autor traçou um quadro evolutivo que pode ser sintetizado como iniciando no Cretáceo inferior (Berriasiano) até o final Cretáceo Superior, sendo depositados nessa época, clásticos grossos passando a arenitos e, finalmente, folhelhos. Injeções de basaltos, riolitos, traquitos e granitos subvulcânicos completam a história geológica dessa época. Ainda nesse período a Bacia de Pernambuco passa por outro regime extensional e são depositadas uma nova sequência de clásticos em grabens formados.

Barbosa *et al.* (2003) e Barbosa (2004) estudaram a área entre a Falha de Mamanguape e o Lineamento de Pernambuco com foco nas sub-bacias Olinda, Alhandra e Miriri. Nesse estudo, eles elaboraram um modelo deposicional para a área denominada de Bacia da Paraíba. O modelo propôs uma evolução estratigráfica (Cretáceo superior a Eoceno) o qual envolveu, segundo esses autores, subsidência mais intensa, fase de transgressão rápida, domínio de mar alto, fase de regressão expondo e erodindo a plataforma e instalação de um trato de mar baixo.

Barbosa *et al.* (2003) apresentam ainda um compilado histórico da sedimentação nessa bacia (Bacia da Paraíba) onde o evento inicial se deu no Santoniano, durante a fase de subsidência, onde foram depositados arenitos continentais médios a grossos variando até arenitos conglomeráticos de ambientes flúvio lacustres (Formação Beberibe). Capeando essa formação, encontram-se depósitos costeiros de estuários e lagoas, compostos por arenitos carbonáticos, folhelhos e carbonatos com siliciclastos (fossilíferos), além de níveis de fosfato sedimentar no topo. Esses sedimentos representam a transição para a fase de transgressão marinha (Formação Itamaracá, Campaniano). Ocorrendo sobre a Formação Itamaracá, tem-se sedimentos marinhos representantes do domínio de mar alto constituídos, na base, por calcários com siliciclásticos e acima, indo até o topo, por calcários e margas alternados (Formação Gramame, final do Campaniano ao Maastrichtiano).

Posteriormente, conforme Barbosa *et al.* (2003), durante o evento de regressão marinha e instalação do trato de mar baixo, foram depositados, na base da unidade (Formação Maria Farinha, final do Maastrichtiano ao Paleoceno), calcários e calcários margosos, além de espessos níveis de marga. Na parte superior desta mesma unidade, os depósitos são de calcários dolomíticos detríticos com representantes de uma fauna fóssil de recifes e lagoas recifais. Estes sedimentos estariam restritos à Sub-bacia Olinda. Porém, estes autores citam ainda a ocorrência de calcários recifais nas sub-bacias Alhandra e Miriri de forma esparsa e em estreita faixa litorânea.

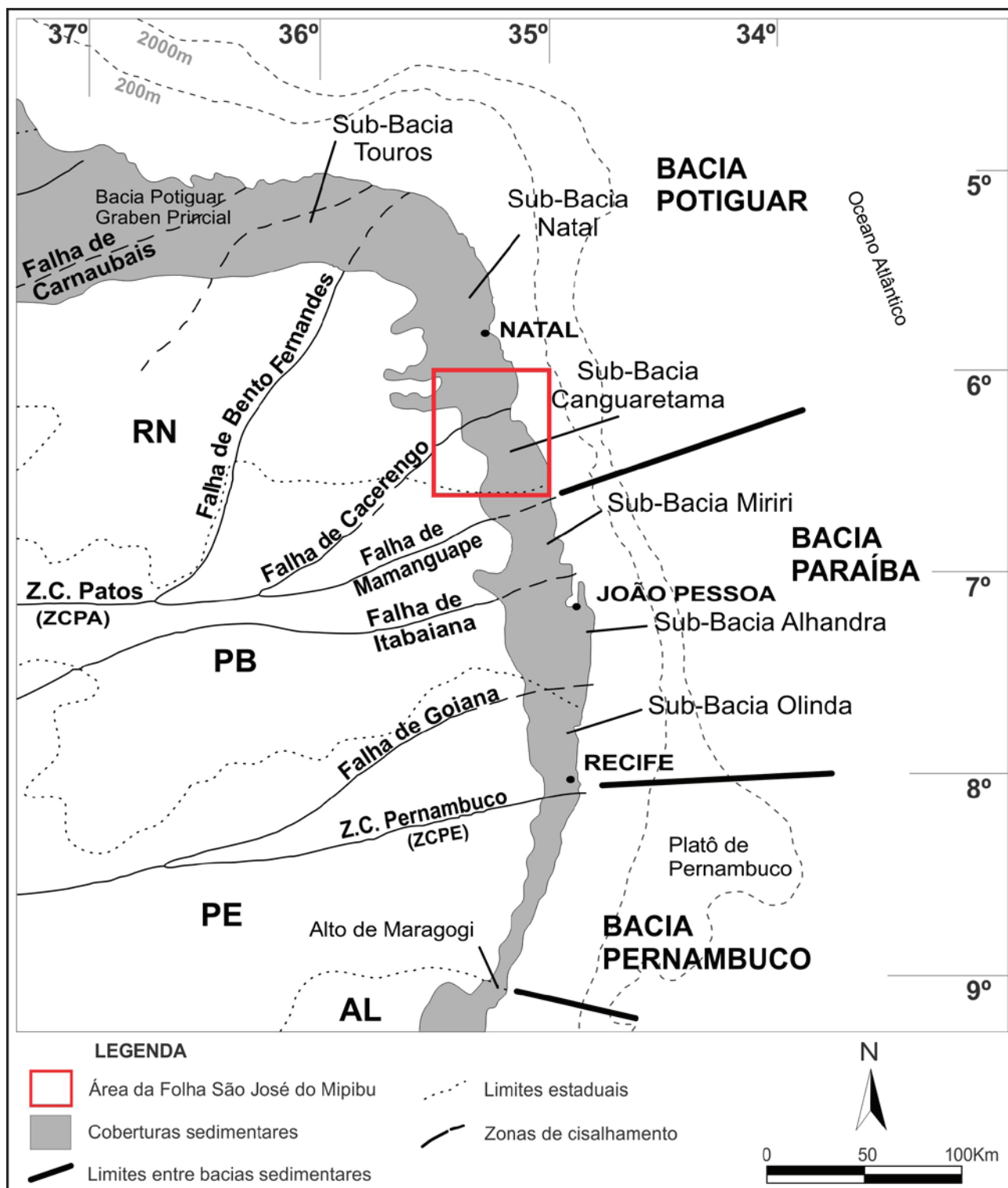


Figura 2.6 Compartimentação dos sedimentos fanerozoicos do litoral dos estados do RN, PB e PE, segundo Barbosa et al. (2003). Separação entre as bacias Pernambuco, Paraíba e Potiguar definida por Lima Filho (1998).

Por fim, segundo esses autores, depósitos de origem continental constituídos por arenitos e conglomerados, com matriz argilosa e níveis ou camadas intercaladas de siltitos e argilitos, além de crostas lateríticas ocorrem sobre toda a sequência na zona costeira (Formação Barreiras, Plio-Pleistoceno).

Barbosa e Lima Filho (2006) e Barbosa et al. (2007) ao realizarem estudos em dados de poços exploratórios para água e poços estratigráficos, na

área que corresponde a Bacia da Paraíba até a região de Natal (RN), concluíram pela existência de uma rampa suave, inclinada 1° a 3° para leste, formada pelo contorno do embasamento o qual termina em talude ao longo da quebra da plataforma. Todavia, relataram a existência de um maior gradiente de inclinação na Bacia da Paraíba que na área ao norte da Falha de Mamanguape a qual denominaram de Plataforma de Natal, implicando numa cobertura

sedimentar mais espessa e larga (máximo de 400 m) na primeira área que na segunda (máximo de 250 m). Estes autores admitiram os limites dessas estruturas como sendo entre o Alto de Maragogi (limite sul) e a Zona de Cisalhamento de Pernambuco (limite norte) para a Bacia de Pernambuco; a Zona de Cisalhamento de Pernambuco (limite sul) e a Falha de Mamanguape (limite norte) para a Bacia da Paraíba e esta falha (limite sul) e o Alto de Touros (limite norte) para a Plataforma de Natal (Figura 2.7). A norte do Alto de Touro estaria localizada a Bacia Potiguar.

Tais autores ainda citaram as principais feições existentes na área em questão como sub-bacias Olinda e Alhandra/Miriri, tidas como depocentros costeiros na Bacia da Paraíba e compartimentadas por um *trend* de falhas dominantes com direções NE-SW e E-W e as sub-bacias de Canguaretama e Natal com deposição sob influência da Bacia Potiguar, situadas na Plataforma de Natal e estruturadas por um *trend* de falhas com direções NE-SW e SE-NW.

Barbosa *et al.* (2007) analisando mais especificamente, tanto a partir da compilação de trabalhos anteriores (Mabesoone & Alheiros 1988; Lima Filho 1998; Barbosa 2004; Jardim de Sá *et al.* 2004; entre outros) como a partir do estudo de dados de poços, descreveram as unidades litoestratigráficas existentes na faixa costeira da Bacia da Paraíba e da Plataforma de Natal. Para estes autores, a Bacia da Paraíba restringiria em seus domínios as formações Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha (conforme descritas por Barbosa *et al.* 2003) as quais teriam iniciado sua deposição no Cretáceo Superior (Coniaciano? – Santoniano) e finalizado no Paleoceno. Por outro lado, a Plataforma de Natal (sub-bacias Canguaretama e Natal) teria em sua base sedimentos carbonáticos associados à Formação Jandaíra (Bacia Potiguar) e, na seção superior desses carbonatos, existiria uma correlação com os sedimentos da plataforma carbonática Gramame, restrita à Bacia da Paraíba. Essa correlação se daria pelo fato desses carbonatos terem sido depositados durante um estágio de mar alto, após rápida transgressão marinha que teria recoberto tanto a Plataforma de Natal quanto a Bacia da Paraíba.

Analisando os carbonatos existentes na Plataforma de Natal (Figura 2.7), Barbosa *et al.* (2007) optou por denominá-los de **Depósitos Carbonáticos Indivisos** devido à semelhança litológica nesses estratos. Mesmo com a semelhança existente, foi identificada uma porção basal (correspondente à Formação Jandaíra; Turoniano) e uma superior (Campaniano-Maastrichtiano) separadas por uma discordância Meso-Campaniana. Estes autores sugerem duas opções para esses carbonatos, caso eles sejam associados à Formação Jandaíra (basal) ou de idade Neo-Campaniana a Maastrichtiana (superior): (1) a primeira seria que, se a porção basal atingir o Maastrichtiano, não poderia ser afetada pela erosão Meso-Campaniana a qual limita o topo da Formação Jandaíra na Bacia Potiguar propriamente dita ou (2) os

depósitos da porção Basal sejam realmente correlatos aos sedimentos da Formação Jandaíra e os depósitos da porção superior, de idade Neo-Campaniana a Maastrichtiana, correspondam a uma unidade litoestratigráfica não definida, porém correlata, em tempo, às Formações Itamaracá e Gramame. Assim, conforme a opção (2), as porções basal e superior, delimitadas nas sub-bacias Canguaretama e Natal, estariam separadas por uma discordância a qual, por sua vez, limitaria o topo da Formação Jandaíra na região da Bacia Potiguar. Na Bacia da Paraíba esta mesma discordância, conseqüentemente, seria o evento separador das formações Beberibe e Itamaracá.

Nessa condição, para Barbosa *et al.* (2007), uma boa parte dos carbonatos da porção superior depositados em regime de mar alto na Plataforma de Natal (sub-bacias Canguaretama e Natal), seriam correlatos aos calcários da Formação Itamaracá e, principalmente, aos calcários da Plataforma Carbonática de Gramame, originados a partir de um pulso transgressivo (Campaniano) e logo seguido por um regime de mar alto que cobriu toda a área (Maastrichtiano).

Por fim, Barbosa *et al.* (2007), cita que, capeando discordantemente todos esses depósitos, ocorreriam areias quartzosas subarcoseanas e argilas de idade plio-pleistocênica (Mabesoone & Alheiros, 1988) constituintes da Formação Barreiras. Estes autores relatam ainda a identificação de três fácies (1) fácies de leques aluviais – entre o norte de Recife (PE) e o Alto de Mamanguape; (2) fácies fluviais de canais entrelaçados – entre Recife (PE) e Natal (RN) e (3) fácies de planície flúvio lacustre – entre Recife (PE) e João Pessoa (PB), além da região de São José do Mipibu (RN). Informam ainda que, no trecho estudado, dominam tabuleiros costeiros extensos entrecortados por vales de rios próximos à costa e, na faixa litorânea, planícies costeiras e falésias.

Mabesoone & Alheiros (1988), Rossetti *et al.* 1990, Fonseca (1996), Bizzi *et al.* (2001), Ferreira Júnior (2005), Angelim *et al.* (2006), Furrier *et al.* (2006), Barbosa *et al.* (2007), Fonseca *et al.* (2012), Pacelli Dantas *et al.* (2013), Lima *et al.* (2013a; 2013b; 2014a; 2014b), entre outros, descreveram diversas unidades cenozoicas, a saber:

Grupo Barreiras – constituído por arenitos e conglomerados envolvidos por uma matriz argilosa e, por vezes, possuindo níveis ou intercalações de siltitos e argilitos. Mostra cores variadas (vermelho, roxo, creme, amarelo, verde) devido a processos de laterização que chegam a formar concreções ferruginosas centimétricas a métricas. Ocorre normalmente em forma de tabuleiros ou falésias litorâneas desde a costa do Amazonas até a costa leste do Brasil capeando discordantemente rochas do embasamento pré-cambriano até sedimentos mesozoicos. Devido a uma total ausência de fósseis nessas rochas, uma datação precisa não foi possível, sendo então aceito um intervalo de sedimentação iniciando no Paleógeno (Oligoceno) indo até o Neógeno (Pleistoceno);



Figura 2.7 – Bacias sedimentares costeiras do litoral de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte com a inclusão da Plataforma de Natal, segundo compartimentação de Barbosa et al. (2007).

Depósitos Aluvionares Antigos – terraços fluviais de antigos vales de rios resultantes da migração de paleocanais. Intercalações existentes de areias finas e argilas poderiam representar fácies fluviais meandrantas proximais a distais, além de depósitos de transbordamento associados. Essa feição é constituída por areias grossas a médias, arenitos conglomeráticos, conglomerados e finas camadas de argilitos subordinadas. São friáveis e fracamente intemperizados e, por vezes, apresentam

estruturas de paleosismicidade. Nos níveis conglomeráticos normalmente ocorrem fragmentos de crosta laterítica, arenitos, gnaisses, pegmatitos, quartzitos e fragmentos de quartzos dispersos;

Depósitos Flúvio-Lacustrinos – são originários de rios em regime meandrante (areia fina a média intercalada com pelitos), do transbordamento de planície de inundação devido a cheias (material siltico-argiloso) e da sedimentação em lagoas

calmas (diatomita, argilas brancas, areias finas, siltes e argilas, além de matéria orgânica vegetal decomposta);

Depósitos Flúvio-Marinhas – compostos por areias finas a médias, esbranquiçadas, quartzosas, além de siltes e argilas laminados. São ricos em matéria orgânica viva e biodetrítica as quais provocam bioturbações nesses sedimentos. Constituem fácies de canal e barras de canal e são considerados como oriundos de processos de tração subaquosa resultantes da migração de dunas de acreção lateral;

Recifes Arenosos – formações rochosas, paralelas e próximas à linha de costa, submersas a pouca profundidade e constituídas por arenitos de granulometria média a grossa, cujos grãos estão unidos fortemente por cimentação carbonática. Possui bioclastos e é habitat de inúmeros organismos marinhos como esponjas, caranguejos, vermes, ostras, etc.;

Depósitos Aluvionares de Canal – constituídos por sedimentos arenosos e argilo-arenosos formando depósitos de canal e de barras de canal (areias predominantemente) e de planície de inundação (argilas vermelhas e, em menor quantidade, argilas brancas) originados por processos de tração subaquosa nos cursos médios dos rios;

Depósitos de Mangues – constituídos por uma lama plástica de base silte-argilosa, de cor cinza escura a preta, encontrada em foz de rios ao longo da zona costeira. Sua origem se dá a partir de processos de tração e/ou suspensão subaquosa, resultante da ação das marés nesses locais. São sedimentos não adensados, intensamente bioturbados, ricos em matéria orgânica (viva e biodetrítica) e restos

vegetais em decomposição, além de possuírem uma vegetação arbustiva característica. Normalmente, depósitos de turfeiras são encontrados associados aos sedimentos dos mangues;

Depósitos Colúvio-Eluviais – sedimentos arenosos a areno-argilosos, de cor variando de esbranquiçada a avermelhada e gerados em processos viscosos do tipo fluxo de detritos (fácies de leques aluviais de enxurradas). Algumas vezes, formam depósitos conglomeráticos onde há predominância de seixos de quartzo;

Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas – apresentam relevo rebaixado com descontinuidade nas estruturas típicas dessas dunas, tendo, inclusive, suas feições sedimentológicas sido destruídas ou cobertas por vegetação;

Depósitos Litorâneos de Praia e Dunas Móveis – os primeiros ocorrem na faixa de praia e são constituídos por areias quartzosas, finas a grossas, esbranquiçadas, bem selecionadas, ricas em bioclastos e, algumas vezes, minerais pesados (ilmenita, rutilo, titanita, etc.). São depósitos originados por tração subaquosa onde estruturas sedimentares como marcas de onda de corrente e de interferência, além de bioturbação podem ser observadas. Por outro lado, as dunas móveis são resultantes de processos de tração, saltação ou suspensão subaérea atuando sobre sedimentos da faixa de praia, transportando-os e empilhando-os em campos de dunas formados por areias cujos grãos são maduros, bem selecionadas e arredondados, de cores esbranquiçadas, com granulação fina a média. Esses campos de dunas mostram formas do tipo barcana, barcanóide e parabólica.

3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

As informações geológicas das unidades aflorantes na Folha São José do Mipibu (Figuras 3.1 e 3.2) constam no mapa geológico e a descrição sucinta das mesmas será apresentada a seguir.

3.1 - UNIDADES ARQUEANAS

As unidades arqueanas cartografadas na Folha São José do Mipibu estão representadas pelos complexos Presidente Juscelino (A23j), Brejinho

(A3br), Riacho das Telhas (A3 μ p1) e Serra Caiada (A34sc5), conforme apresentado na Figura 3.3.

3.1.1 - Complexo Presidente Juscelino (A23j)

O Complexo Presidente Juscelino foi descrito por Gomes *et al.* (1981), sendo posteriormente redefinido e detalhado por Dantas (1997) que o consideraram como uma unidade litoestratigráfica predominante no Núcleo Arqueano. Segundo este

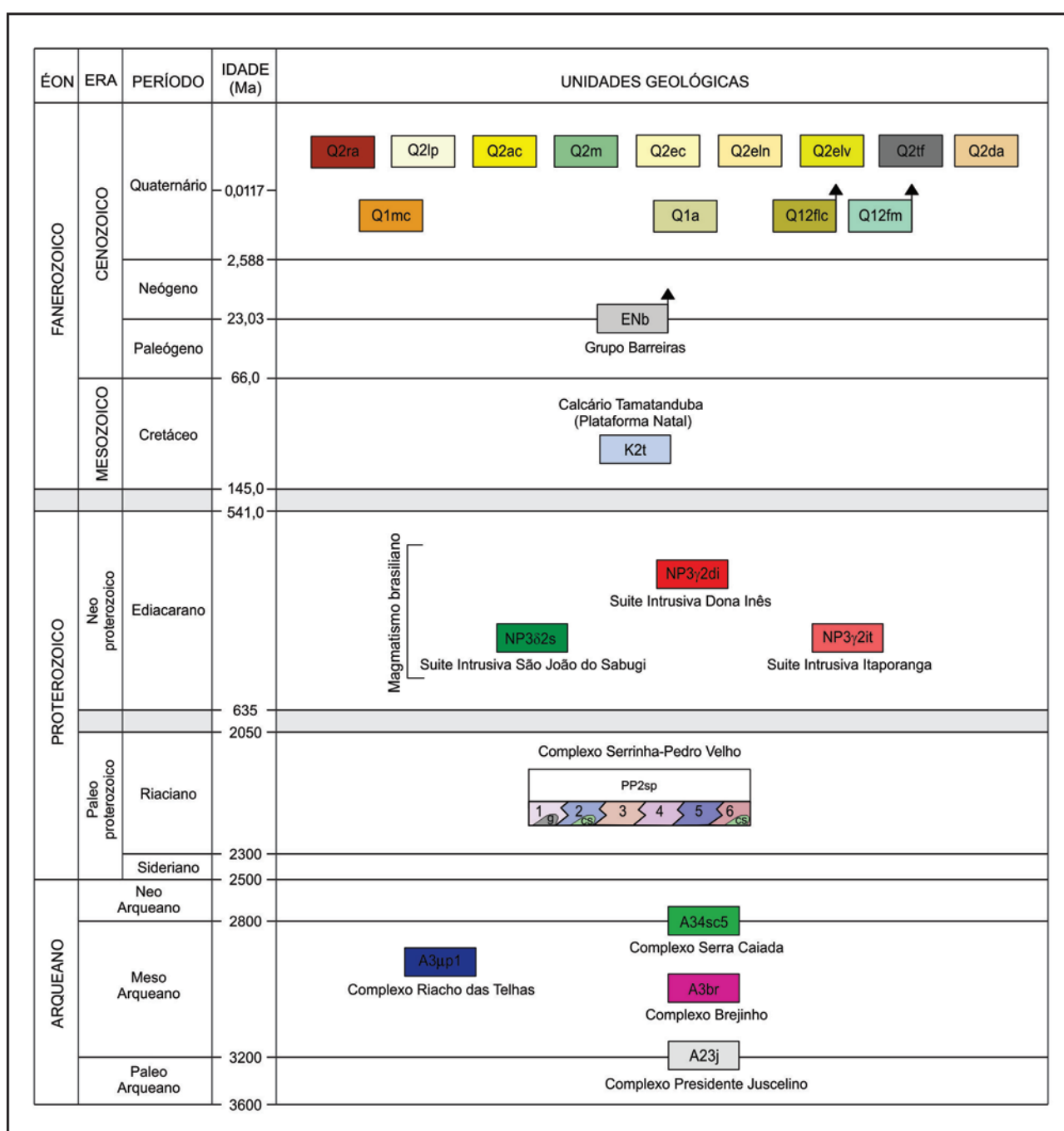


Figura 3.1 – Coluna Litoestratigráfica da Folha São José do Mipibu.

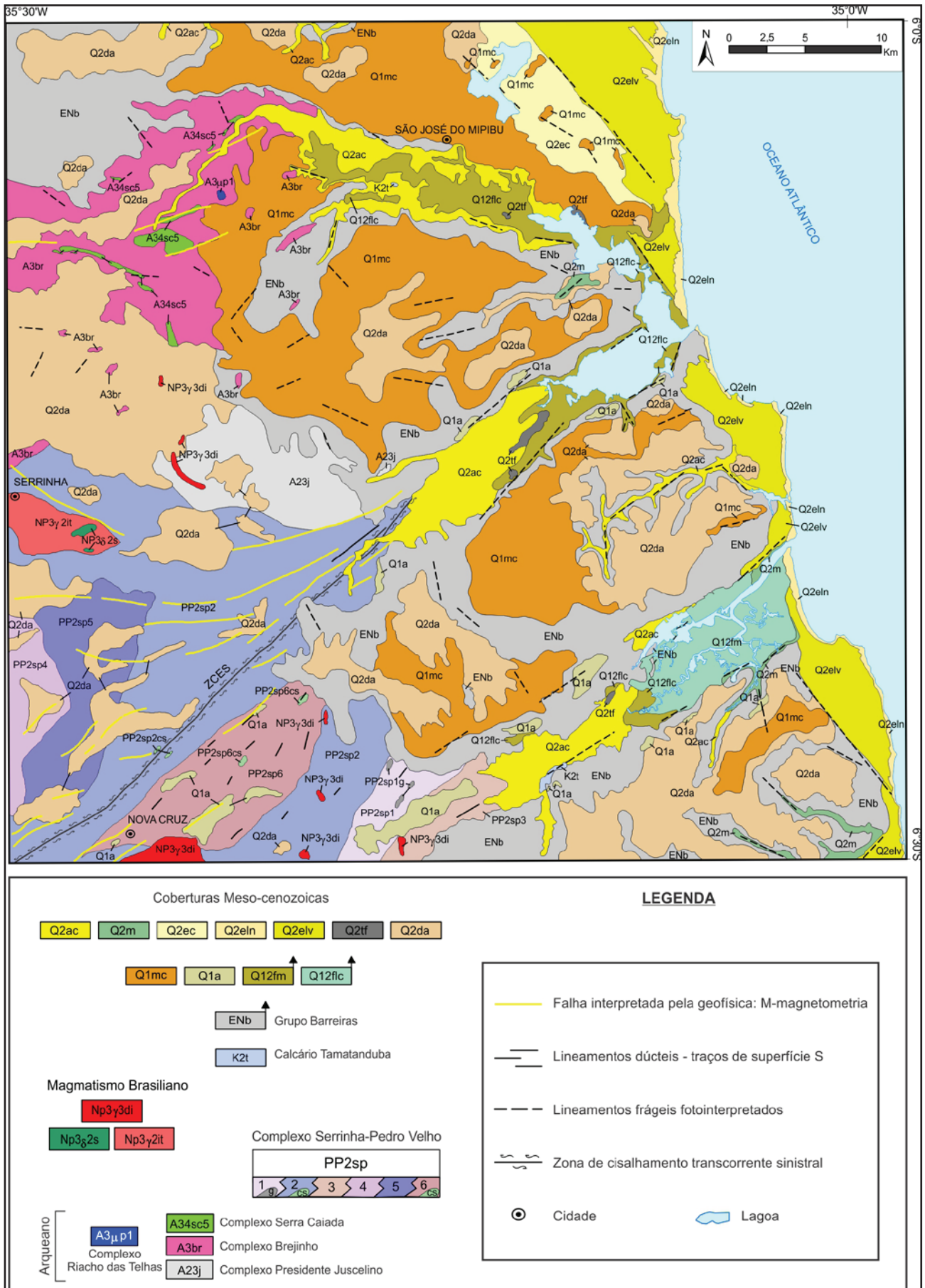


Figura 3.2 – Mapa Geológico simplificado da Folha São José do Mipibu.

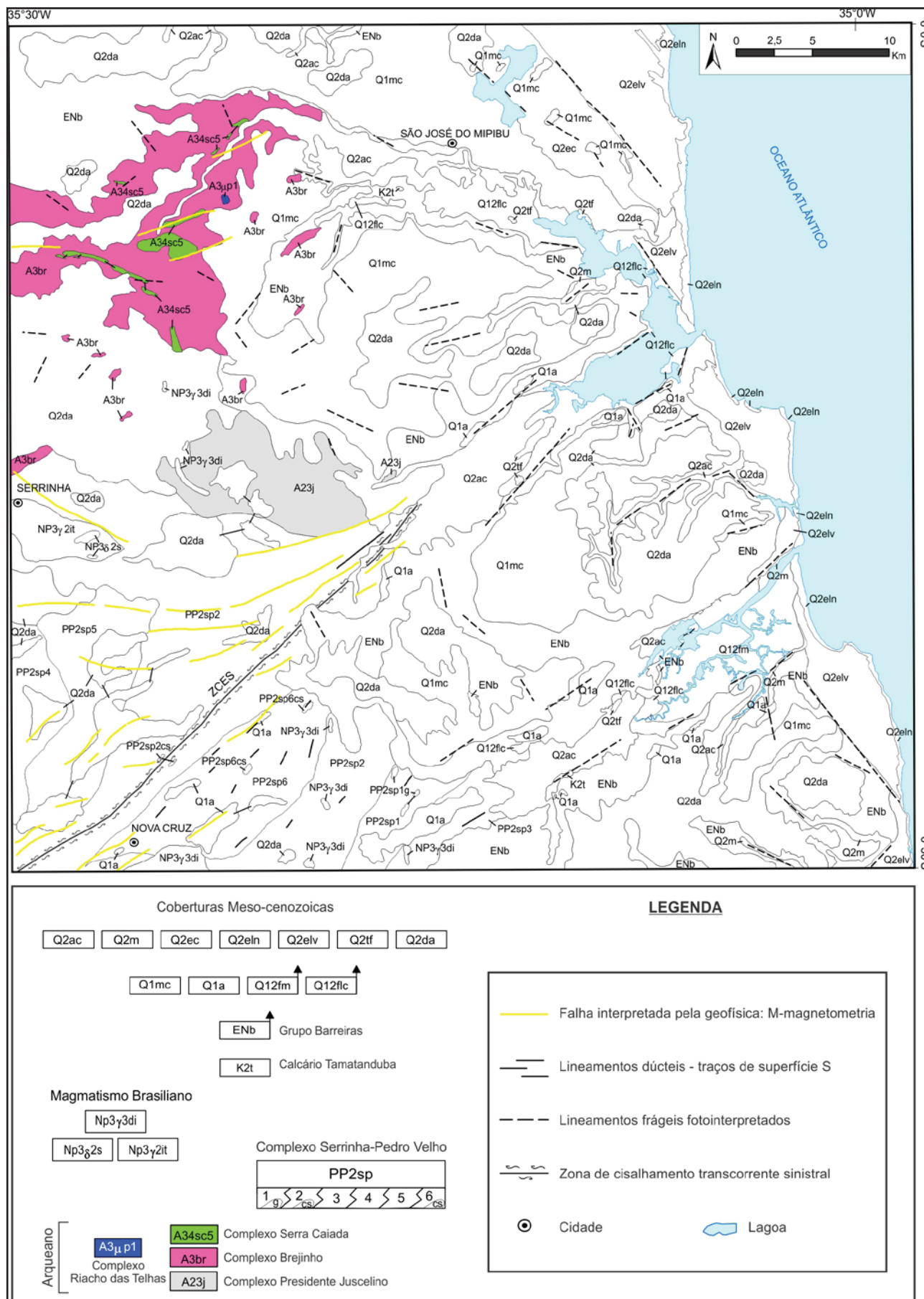


Figura 3.3 – Mapa geológico simplificado da Folha São José do Mipibu, ressaltando as unidades arqueanas.

último autor a localidade-tipo desta unidade ocorre na região entre as cidades de Macaíba-Serra Caiada e Tangará (RN).

As rochas do Complexo Presidente Juscelino ocorrem na porção central da Folha São José do Mipibu e, em geral, afloram na forma de lajedos, blocos e pequenas pedreiras. O complexo compreende migmatitos bandados contendo granada (mesossoma tonalíticos a granodioríticos e leucossomas graníticos), biotita-hornblenda augen gnaisses com granada, além de ortognaisses bandados com porções calcissilicáticas. Não foi possível individualizar na escala de trabalho estes diferentes tipos litológicos.

Os migmatitos bandados são caracterizados por um bandamento gnáissico descontínuo e irregular de espessura centimétrica a decimétrica. Este bandamento é marcado por alternância de bandas félsicas, enriquecida em quartzo, plagioclásio e feldspato potássico, e bandas máficas, enriquecidas em biotita e anfibólio. Localmente, é observado um intenso grau de migmatização apresentando neossomas de composição granítica, leucocrática, coloração rosa a cinza esbranquiçada (Figura 3.4) e mesossoma de composição granodiorítica a tonalítica, mesocrático, de coloração cinza. Os leucossomas gerados apresentam concentrações granadíferas de até 2 cm (Figura 3.5).

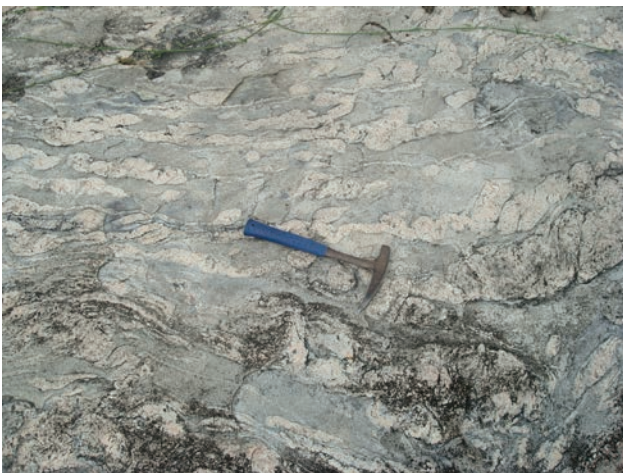


Figura 3.4 – Detalhe do neossoma granítico associado aos migmatitos do Complexo Presidente Juscelino. Afloramento MG-342, Jundiá (Espírito Santo/RN).

Localmente ocorrem dobramentos intrafoliares transpostos, além de diques de pegmatitos estirados e boudinados.

Os biotita-hornblenda *augens* gnaisses apresentam granulometria média a grossa, coloração cinza clara a rosada, leucocráticos, tendo como característica marcante, a presença de porfiroclastos estirados (*augens*) de feldspato potássico. Cristais de granadas hipidioblásticas ocorrem em agregados com o anfibólio (Figura 3.6). Sua composição é predominantemente sienogranítica, com raras porções quartzo-dioríticas de textura fina a média e coloração cinza escura.

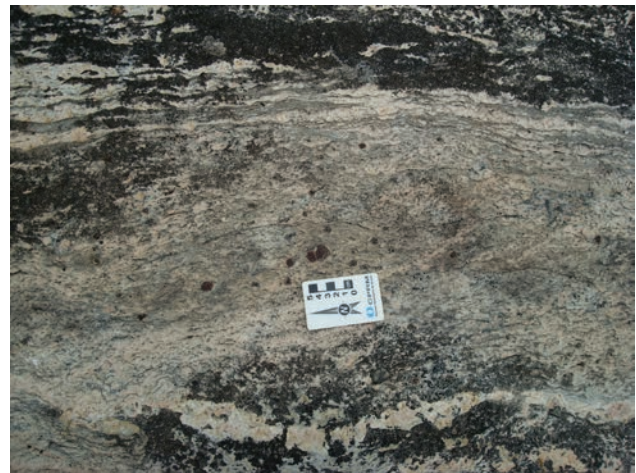


Figura 3.5 – Detalhe do leucossoma com alta concentração de granadas. Afloramento MG-342, Jundiá (Espírito Santo/RN).



Figura 3.6 – Detalhe do Biotita-hornblenda augen gnaisse bastante estirado com cristais de granadas. Afloramento MG-341, localidade de Riachão (Espírito Santo/RN).

Petrograficamente, possui textura granoblástica média a grossa, inequigranular, com uma foliação penetrativa e marcada pela orientação de porfiroblastos/*augens* de K-feldspato e dos minerais máficos (principalmente a associação anfibólio + biotita + epidoto), (Figura 3.7). A assembleia mineral predominante é constituída por microclina (38% a 48%), plagioclásio (20%), quartzo (10% a 17%), hornblenda (12% a 14%), biotita (7% a 8%), granada (0% a 5%), epidoto (0% a 3%), titanita (<1% a 2%), minerais opacos (0% a 2%). Como minerais traços ocorrem apatita, zircão e alanita. A associação mineral e a textura destas rochas permitem correlacionar o metamorfismo deste litotipo com pelo menos o fácies xisto verde superior.

Os *augens* apresentam-se fortemente estirados, caracterizando uma trama L>>S e o seu contato com os migmatitos bandados apresenta-se, em geral, bastante difuso. Diques de granito fino rosa de composição sienogranítica cortam os *augens* na direção N/S.

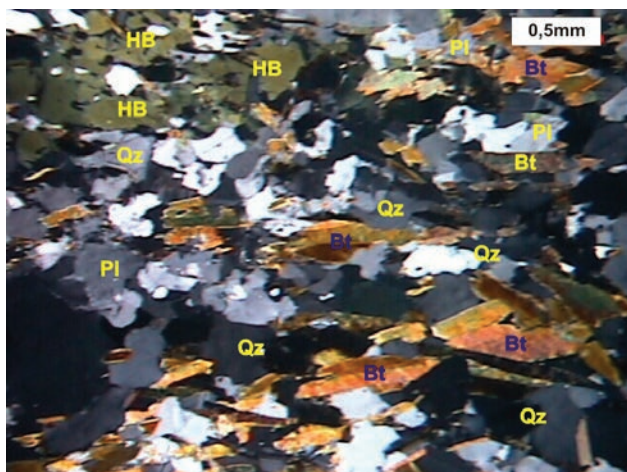


Figura 3.7 – Detalhe do Biotita-hornblenda augen gnaiss com foliação marcada pela orientação de plagioclásio (Pl), quartzo (Qz), hornblenda (HB) e biotitas (Bt). Afloramento MG-343, localidade de Jundiá de Cima (Jundiá/RN).



Figura 3.8 – Gnaisses calcissilicáticos de coloração verde claro associados ao Complexo Presidente Juscelino. Afloramento EP-153. Localidade de Jundiá de Cima (Jundiá/RN).

Outro litotipo que ocorre na folha são os ortognaisses bandados com gnaisses calcissilicáticos associados. Os ortognaisses bandados compreendem rochas leucocráticas a mesocráticas, granulação média a grossa, textura granoblástica inequigranular, magnéticos, coloração que varia de cinza-esbranquiçado a cinza-escuro, e de composição principal granodiorítica, podendo ocorrer variações monzograníticas. O bandamento gnáissico é caracterizado pela alternância de bandas félsicas, enriquecidas em quartzo, plagioclásio e feldspato potássico, e máficas, enriquecidas em biotita e anfibólio. São observados ainda diques de granito fino, rosa, intrusivos nestes ortognaisses.

A mineralogia principal é caracterizada por plagioclásio, quartzo, biotita, k-feldspato, anfibólio e epidoto. O mineral máfico predominante é a biotita. Granada, apatita, opacos, titanita, alanita e zircão são fases acessórias. Observa-se carbonato em pequena quantidade, resultando de alterações dos plagioclásios. As texturas e as relações observadas em lâminas indicam que a rocha atingiu fácies metamórfica do tipo xisto verde superior a anfibolito.

Os gnaisses calcissilicáticos possuem coloração verde claro (Figura 3.8) e granulação fina. Estes ocorrem paralelos à foliação principal e/ou porções contornadas pela foliação principal. Petrograficamente possuem textura granoblástica (Figura 3.9) e são caracterizados por epidoto, titanita, piroxênio, clorita, quartzo e plagioclásio. A titanita é secundária e o epidoto constitui o componente mais abundante. Os tipos de contatos entre os grãos são indicativos de recristalização estática. Nas lâminas ainda são observadas fraturas preenchidas por quartzo e plagioclásio.

Dantas (1997) identificou ainda a presença rochas calcissilicáticas, além de mármore, formações ferríferas (BIFs), metachertes e anfibolito

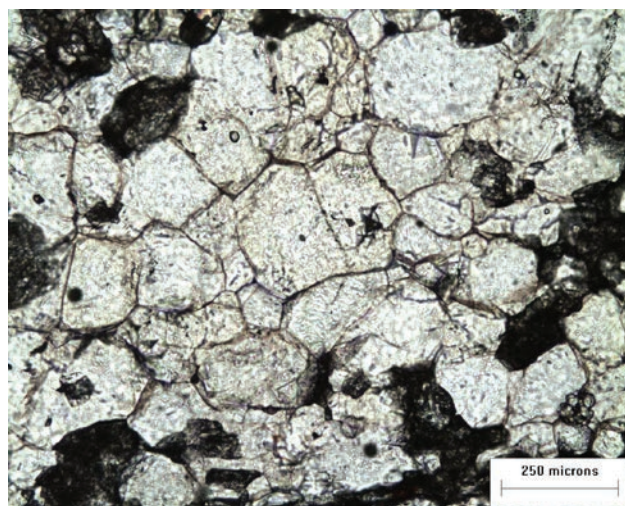


Figura 3.9 – Textura granoblástica desenvolvida nos gnaisses calcissilicáticos do Complexo Presidente Juscelino. Afloramento EP-153, Localidade de Jundiá de Cima (Jundiá/RN).

gnaisse formando pequenas faixas dispersas entre os gnaisses e migmatitos arqueanos. Este autor reconhece a dificuldade de identificação correta das relações de contato entre estes litotipos, entretanto levanta a possibilidade de que a única assembleia que pode ser originada de um protólito sedimentar, representando restos de rochas supracrustais, seria nos migmatitos do Complexo Presidente Juscelino.

Idades (U-Pb) de cristalização nestes gnaisses monzograníticos a granodioríticos são referidas na literatura como de 3356 ± 21 Ma e 3255 ± 44 Ma, respectivamente por Souza *et al.* (2010) e Dantas *et al.* (2004). A idade de cristalização dos leucossomas associados aos migmatitos foi definida por um conjunto de zircões que caracterizaram um bom alinhamento com intercepto superior em 3.086 ± 4 Ma (Dantas *et al.* 2004).

Dantas *et al.* (2013) obtiveram idades modelos T_{DM} para o Complexo Presidente Juscelino que

variaram em torno de 4.1 Ga e 3.4 Ga. Os valores de $\epsilon\text{Nd}(t)$ calculados por estes autores para as duas idades descritas acima (3356 ± 21 Ma e 3255 ± 44 Ma) variam entre +0,1 e -4,9, indicando para essas rochas uma possível fonte crustal retrabalhada.

No presente trabalho, foram realizadas datações U-Pb (SHRIMP) e Sm-Nd (rocha total) em uma amostra de quartzo-monzonito, mesocrático, de cor cinza escura, granulação fina a média, textura granolepidoblástica, com bandamento gnáissico, aflorante na localidade de Jundiá (Espírito Santo/RN). Foi analisado um total de onze (11) cristais de zircões que indicam uma idade no intercepto superior de 2169 ± 24 Ma (Tabela 3.1, Figura 3.10). Esta idade foi interpretada como a idade de cristalização do quartzo-monzonito e permite confirmar a natureza intrusiva deste *sheet* nos gnaisses arqueanos do Complexo Presidente Juscelino. O resultado da análise de Sm-Nd realizado na mesma rocha mostrou valores de $\epsilon\text{Nd}(t)$ negativo (-2,47) indicando que o protólito desta rocha apresenta mistura de material crustal (Tabela 3.2). A idade modelo T_{DM} obida para esta amostra é de 2.56 Ga confirmando a natureza paleoproterozoica da rocha.

3.1.2 - Complexo Brejinho (A3br)

Situa-se na borda sudeste (SE) do núcleo arqueano do Domínio São José do Campestre, sendo constituído por ortognaisses tonalíticos/trondhjêmíticos a granodioríticos, com variados graus de migmatização (Dantas, 1997). Ainda de

acordo com este autor as rochas deste complexo possuem afinidade geoquímica trondhjêmítica peraluminosa, com baixo a médio potássio, enriquecendo-se em CaO em direção ao limite com o domínio paleoproterozóico.

As rochas do Complexo Brejinho ocorrem na porção noroeste da Folha São José do Mipibu e, em geral, afloram na forma de lajedos e blocos. São constituídos por hornblenda-biotita ortognaisses granodioríticos a mongraníticos, incluindo metatonalitos com variados estágios de migmatização. São rochas leuco a mesocrática, coloração variando de esbranquiçada a cinza (Figura 3.11), textura média a grossa, e por vezes, ocorre um bandamento milimétrico a centimétrico (Figura 3.12). São constituídos, principalmente, por plagioclásio, quartzo, k-feldspato, biotita e hornblenda, tendo como minerais acessórios opacos, titanita, alanita, zircão, clorita, apatita, granada e epidoto. A assembleia mineral constituída por anfibólio, biotita e plagioclásio (oligoclásio cálcico), juntamente com as texturas observadas nas lâminas indicam que a rocha atingiu metamorfismo de fácies xisto verde superior a anfibolito. Ainda ocorrem associados veios/mobilizados de composição quartzo-feldspática.

Dantas *et al.* (2004) dataram quatro zircões euhedrais da amostra BR-68 e três zircões da amostra BR-72, ambas pertencentes ao Complexo Brejinho, e obtiveram idades respectivamente de 3.333 ± 77 Ma e de 3.178 ± 8 Ma, associadas a idade de cristalização do complexo. De acordo com Dantas

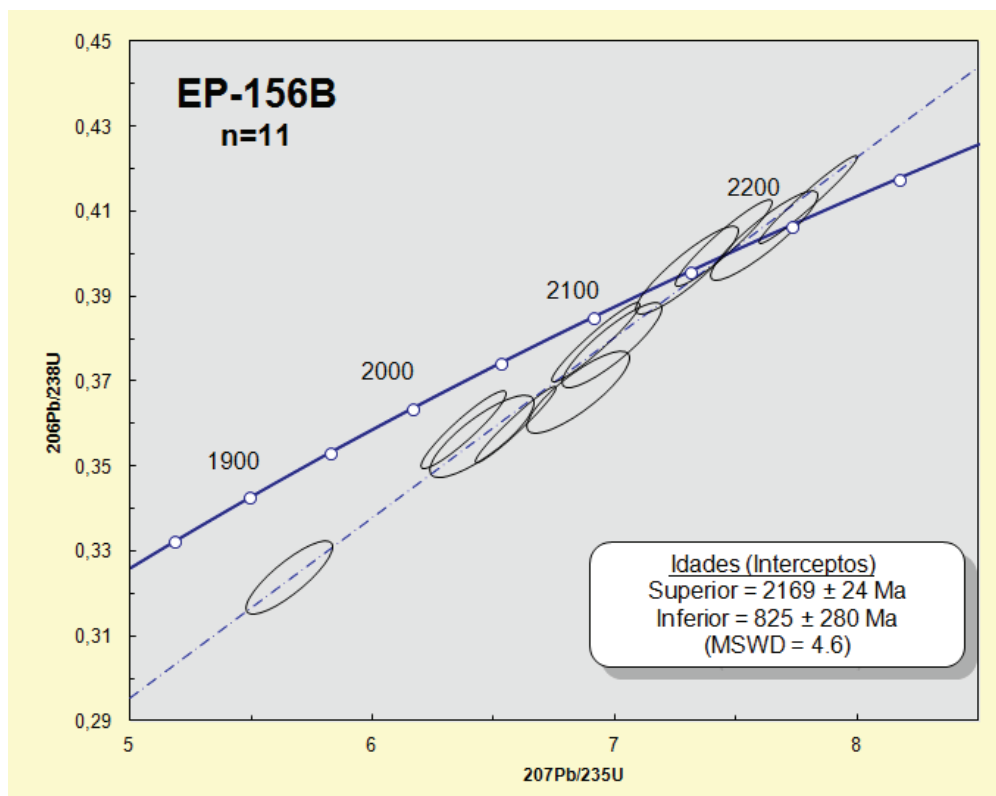


Figura 3.10 – Diagrama concórdia da amostra EP156B (quartzo-monzonito), coletada na localidade de Jundiá, município de Espírito Santo/RN.

Tabela 3.1 – Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb (SHRIMP) em zircões do quartzo monzonito intrusivo no ortognaisse do Complexo Presidente Juscelino, coletada na localidade de Jundiá, Espírito Santo/RN. Amostra EP-156B, coordenadas UTM: 242.446 mE; 9.305.585 mN (Datum WGS84, Zona 25).

Grão Spot	% comm 206	U (ppm)	Th (ppm)	²³² Th		²⁰⁶ Pb		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ P		²⁰⁴ corr		% err	1s err	% Discordant
				²³⁸ U	²⁰⁷ Pb	²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁶ P	²⁰⁴ corr	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁶ P	²⁰⁴ corr				
EP-156B-1.1	0,32	87	16	0,19	5,66	1,3	0,3237	1,1	0,840	2054	12	1807,9	17,1	14
EP-156B-2.1	0,19	60	28	0,47	6,45	1,4	0,3569	1,1	0,821	2112	14	1967,6	19,0	7
EP-156B-3.1	0,16	174	42	0,25	6,38	1,1	0,3585	1,1	0,933	2084	7	1975,3	17,9	6
EP-156B-4.1	0,03	359	106	0,30	6,92	1,1	0,3792	1,0	0,952	2129	6	2072,6	18,0	3
EP-156B-5.1	0,08	406	146	0,37	6,59	1,0	0,3598	1,0	0,968	2136	5	1981,1	17,3	8
EP-156B-6.1	0,01	360	247	0,71	7,80	1,1	0,4127	1,0	0,974	2190	4	2227,2	19,3	-2
EP-156B-7.1	0,27	101	72	0,74	6,99	1,2	0,3785	1,1	0,875	2150	10	2069,2	18,9	4
EP-156B-9.1	0,13	114	122	1,10	7,62	1,2	0,4042	1,1	0,902	2186	9	2188,5	19,9	0
EP-156B-12.1	0,57	479	205	0,44	6,85	1,3	0,3674	1,1	0,837	2167	12	2017,0	18,5	7
EP-156B-13.1	0,08	162	129	0,83	7,45	1,1	0,4026	1,0	0,945	2154	6	2181,0	19,2	-1
EP-156B-14.1	-0,04	147	59	0,41	7,30	1,2	0,3963	1,1	0,899	2146	9	2151,8	19,6	0

Tabela 3.2 – Sumário dos resultados Sm-Nd em rocha-total obtidos para as amostras analisadas da Folha São José do Mipibu.

Amostra	Unidade	Sm (ppm)	Nd (ppm)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd ± (2σ)	εNd (0)	εNd (t)	T _{DM} (Ga)	Idade U-Pb (Ma)	Idade Estimada (Ma)
EP156B	A23J	13.540	82.592	0.0991	0.511117±4	-29.68	-2.47	2.56	2.169±24	-
MG021B	PP2sp1	40.099	243.045	0.0997	0.511275±11	-26.60	0.84	2.36	-	2.200
MG014B	PP2sp2	3.380	17.977	0.1137	0.511481±13	-22.56	0.90	2.37	2.221±17	-
MG364C	PP2sp4	10.922	83.247	0.0793	0.510934±12	-33.24	-0.05	2.38	-	2.200
MG374C	PP2sp5	7.623	37.817	0.1219	0.511585±17	-20.54	0.61	2.41	2.180±13	-
MG010B	PP2sp6	2.932	14.664	0.1209	0.511395±12	-24.26	-2.83	2.71	-	2.200



Figura 3.11 – Visão geral do gnaiss leucocrático do Complexo Brejinho. Afloramento MG-407, localidade de Pajuçara (Lagoa de Pedras/RN).



Figura 3.12 – Detalhe do bandamento milimétrico a centimétrico dos gnaisses do Complexo Brejinho. Afloramento MG-415, Fazenda Ulisses (Monte Alegre/RN).

et al. (2013) as rochas deste complexo possuem idades modelo (T_{DM}) variando de 3,59 a 3,15 Ga e valores de $\epsilon Nd(t)$ que variam de -1,48 a +3,36, interpretados como indicativos de uma crosta juvenil no Mesozoico.

3.1.3 - Complexo Riacho das Telhas (A3 μ p1)

Dantas (2009) caracterizou o Complexo Riacho das Telhas como composto por rochas intrusivas máficas e ultramáficas, com idades modelo T_{DM} de até 3,9-3,7 Ga e idades absolutas obtidas em zircão pelo método U-Pb em torno de 3,0 Ga, interpretadas como relacionadas à idade de cristalização.

Posteriormente, Jesus (2011) realizou um estudo, petrográfico, geoquímico, geocronológico e de mapeamento na intrusão Riacho das Telhas que ocorre na forma de um corpo alongado na direção NW aflorante no Domínio São José do Campestre. Segundo tal autor, a intrusão é caracterizada por duas unidades: A unidade máfica formada por rochas melanocráticas de composição

básica, nas quais predominam metagabros e a unidade meta ultramáfica, composta por rochas metaultramáficas acamadadas, metaperidotitos, serpentinitos e principalmente metapiroxenitos. No contato entre estas duas unidades ocorre uma fina camada de metagabro rico em cromita. Os dados geocronológicos (U-Pb/LA) obtidos através de cristais de zircões da unidade máfica (gabro) mostraram idades em torno de 3083 ± 17 Ma interpretada como idade de cristalização do protólito máfico o qual caracteriza este magmatismo máfico-ultramáfico da região como de idade mesoarqueana.

Na Folha São José do Mipibu esta unidade ocorre na porção noroeste na forma de um pequeno corpo circular. Em campo é possível individualizar blocos de diopsídio piroxenito de coloração esverdeada, granulação média ocorrendo moderadamente intemperizado (Figura 3.13). Microveios foram observados com preenchimento de cristais de quartzo. Petrograficamente além de clinopiroxênio (diopsídio) ocorrem plagioclásio e anfibólio. Apatita, opacos e granada compõem os minerais acessórios.



Figura 3.13 – Detalhe do diopsídio piroxenito do Complexo Riacho das Telhas. Afloramento MG-416, Fazenda Ulisses (Monte Alegre/RN).

3.1.4 - Complexo Serra Caiada (A34sc5)

Segundo Dantas *et al.* (2013), o Complexo Serra Caiada ocorre associado à forma dômica do Domínio São José do Campestre, como faixas estreitas, sendo reconhecida desde a região de João Câmara, passando por São Paulo do Potengi, São José do Campestre até as proximidades de Bom Jesus (RN). Mapeamentos identificaram formações ferríferas, metacarbonatos, anfíbolitos bandados, anfibólio gnaisses, rochas calcissilicáticas e xistos aluminosos diversos. Junto a estas rochas também são observados metapiroxenitos, metaperidotitos, metadunitos, serpentinitos e metawerlitos.

Esta unidade, localizada na porção noroeste da folha São José do Mipibu, ocorre na forma de blocos e no piso de estradas, sendo caracterizada por

rochas melanocráticas, de coloração verde escura a preta, textura fina a grossa, nematoblástica, com foliação marcada pelo alinhamento dos minerais máficos (principalmente anfibólio) (Figura 3.14). É representada por anfibolitos e tremolita-actinolita anfibolitos, cuja mineralogia básica é constituída por anfibólio, minerais opacos e quartzo, além dos minerais acessórios plagioclásio, titanita, alanita, epidoto e piroxênio. Ainda associado a este complexo foram descritos clorititos constituído basicamente por clorita, anfibólio, opaco, epidoto e clinopiroxênio.



Figura 3.14 – Visão geral do corpo de anfibolito do Complexo Serra Caiada. Afloramento MG-409. Localidade de Marciano. Lagoa Salgada/RN.

As análises petrográficas mostraram que os anfibolitos são constituídos predominantemente por anfibólio, no qual observa-se que alguns destes grãos derivam de piroxênios, inclusive sendo destes a birrefringência exibida por parte de alguns cristais substituídos por anfibólios. Para o caso dos tremolita-actinolita anfibolitos a rocha é constituída basicamente por anfibólio da série tremolita-actinolita, que ocorrem em diversos tamanhos, inclusive finamente granulados e com frequência ocorrem junto a minerais opacos, a minerais bastante avermelhados (possivelmente óxidos de ferro) e a biotita. A geração de biotita e anfibólio implica em processo de hidratação da rocha, havendo neste caso diminuição do grau metamórfico, chegando a fácies anfibolito. Já para o cloritito a rocha é composta predominantemente por clorita e anfibólio, sendo a clorita gerada a partir do anfibólio. A rocha original, com elevado teor de piroxênio, possivelmente sofreu metamorfismo de alto grau, passando pelo fácies anfibolito com a formação dos anfibólios e posteriormente para fácies xisto verde.

3.2 - UNIDADES PALEOPROTEROZOICAS

3.2.1 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp1/ PP2sp2/ PP2sp3/ PP2sp4/ PP2sp5/ PP2sp6)

Dantas (1997) definiu como Terreno Serrinha-Pedro Velho duas assembleias de rochas que

ocorrem entre as cidades de Serrinha/RN e Pedro Velho/RN. Estas assembleias foram caracterizadas como Unidade Serrinha constituída basicamente por migmatitos, com melanossomas variando de ortognaisses tonalíticos a graníticos e leucossoma granítico ocorrendo entre as cidades de Serrinha/RN e Espírito Santo/RN e como Unidade Pedro-Velho, uma assembleia de migmatitos trondhjemiticos que ocorrem entre as cidades de Nova Cruz/RN e Pedro-Velho/RN.

Posteriormente, o Terreno Serrinha-Pedro Velho foi reclassificado como *complexo* por Santos *et al.* (2002). Esses autores consideraram o Complexo Serrinha-Pedro Velho como sendo formado por três associações litológicas (sp1, sp2 e sp3). Em estudos mais recentes, Angelim *et al.* (2004a, 2004b) acrescenta a unidade (sp4) e correlaciona as unidades sp2/sp4 às associações litológicas da Unidade Serrinha e as unidades sp1/sp3 as associações litológicas da Unidade Pedro Velho.

Datações U-Pb realizadas por Dantas (1997) em duas amostras de hornblenda-biotita ortognaisses tonalíticos migmatizados associadas à Unidade Serrinha mostraram idades de 2.183 ± 5 Ma e 2.187 ± 8 Ma, já para a Unidade Pedro Velho foram datados um granada-hedenbergita ortognaisse leucocrático da região de Pedro Velho apresentando idade de 2.273 ± 47 Ma e um migmatito trondhjemitico da região de Passagem com idade de 2.203 ± 4 Ma. Aquele autor sugere que parte do Complexo Serrinha-Pedro Velho possa pertencer ao Complexo Santa Cruz. Ainda de acordo com Dantas (1997) as idades-modelo (T_{DM}) obtidas para as amostras da unidade Pedro Velho variam de 2,3 a 2,4 Ga, já para a unidade Serrinha concentram no intervalo entre 2,5 e 2,6 Ga. Algumas amostras da unidade Pedro Velho mostraram ϵNd positivo em 2,2 Ga, indicando acreção de material juvenil.

Roig & Dantas (2013), em mapeamento da Folha São José do Campestre, mostraram idades-modelo (T_{DM}) de 3,37 Ga e 3,40 Ga, obtidas para as amostras do Complexo Serrinha-Pedro Velho (unidade PP2sp4).

As unidades que compõem o Complexo Serrinha - Pedro Velho na folha São José do Mipibu situam-se na porção sudoeste, entre as cidades de Pedro-Velho, Nova Cruz e Serrinha (RN) e ocorrem orientadas na direção principal NE-SW. As rochas destas unidades se apresentam principalmente sob a forma de lajedos, blocos, corte de estradas e pequenas pedreiras. No presente trabalho, este complexo é caracterizado por apresentar vários litotipos (Figura 3.15), os quais foram cartografados e subdividido em seis unidades descritas a seguir:

3.2.1.1 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp1 e PP2sp1g)

Esta unidade ocorre na porção centro-sul da folha São José do Mipibu, numa faixa restrita

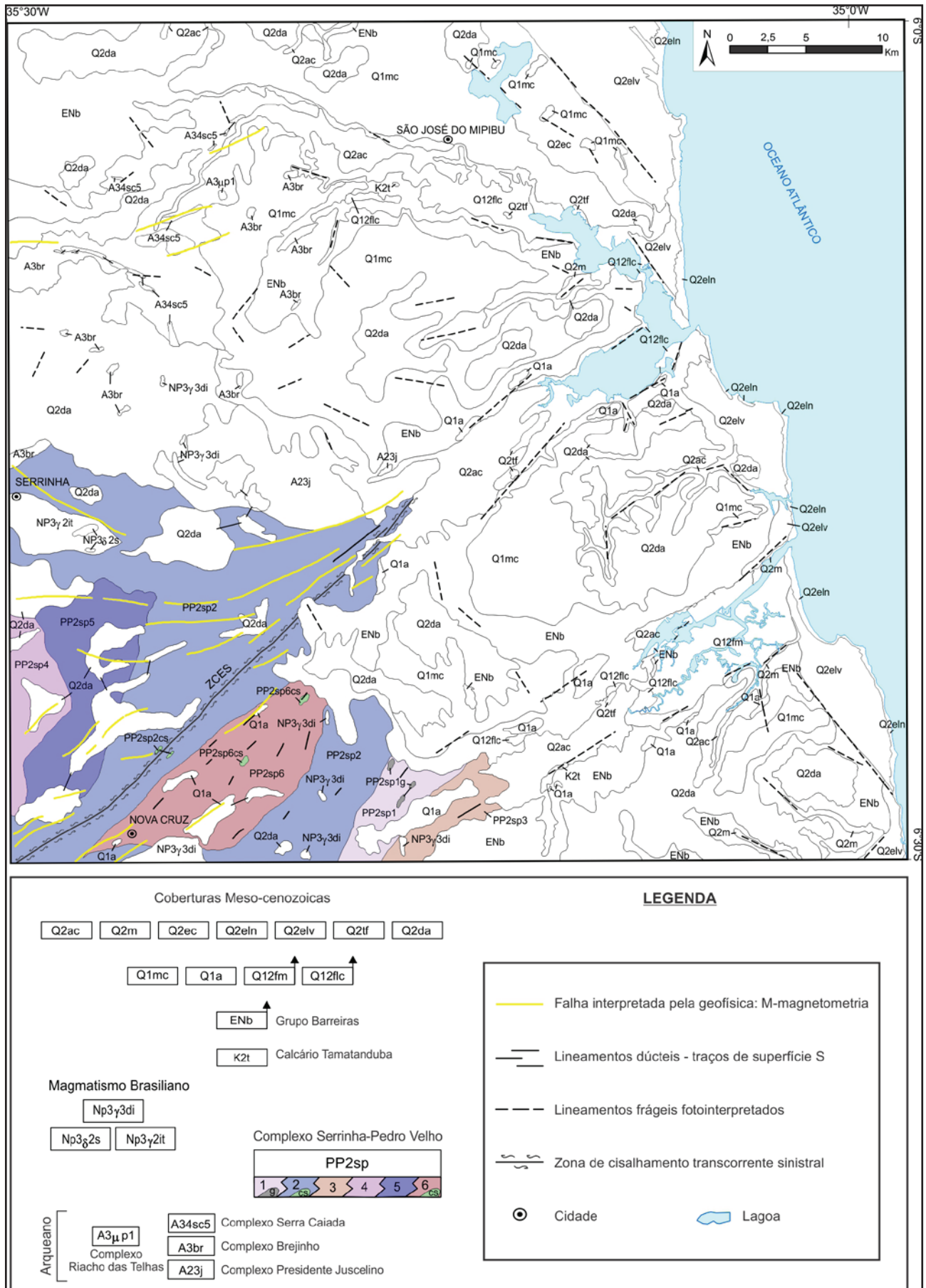


Figura 3.15 – Mapa geológico simplificado da Folha São José do Mipibu, ressaltando as unidades do complexo Serrinha-Pedro Velho.

de direção nordeste, sendo possível reconhecer dois litotipos principais compostas por: i) Biotita ortognaisses monzograníticos (Figura 3.16), finamente bandados, por vezes migmatizados (PP2sp1) e ii) Pequenas lentes de biotita gnaiss com granada de coloração cinza a amarronzada e textura fina (PP2sp1g).

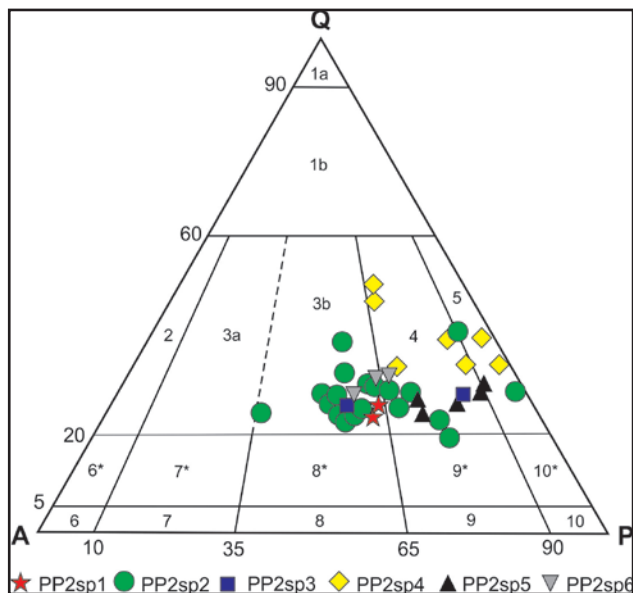


Figura 3.16 – Diagrama de classificação modal (QAP) de Streckeisen (1976) para as rochas do Complexo Serrinha-Pedro Velho.

Os biotita ortognaisses monzograníticos (PP2sp1) são rochas de coloração cinza, leucocráticas, finamente bandadas (Figura 3.17), com alternâncias de faixas milimétricas a centimétricas, ricas em biotita e hornblenda, e faixas compostas essencialmente quartzo, k-feldspato e plagioclásio. Petrograficamente, apresentam textura nematoblástica, com foliação marcada principalmente pela orientação dos cristais de biotita e anfibólio. A mineralogia máfica é representada por biotita, epídoto, hornblenda, tendo como minerais acessórios titanita, opacos, zircão e apatita. A assembleia félsica é representada por plagioclásio (An26-28), K-feldspato e quartzo. A possível paragênese metamórfica para essa rocha é definida por (1) zircão + apatita + titanita + opacos; (2) biotita + hornblenda; (3) plagioclásio + K-feldspato + quartzo; e (4) epídoto + saussurita. A presença de biotita, anfibólio e oligoclásio cálcico e as relações texturais observadas nestes minerais indicam que essa rocha sofreu um metamorfismo do tipo fácies xisto verde superior a anfibolito.

Os biotita gnaisses com granada (PP2sp1g) ocorrem na forma de lentes, apresentando coloração cinza a amarronzada, parcialmente intemperizados, com granulação fina a média e possuindo uma foliação bem desenvolvida marcada pelo alinhamento da biotita. Em lâmina, esta rocha apresenta textura lepidoblástica de granulometria fina, inequigranular,



Figura 3.17 – Detalhe do biotita ortognaisse monzogranítico finamente bandado da unidade PP2sp1 do Complexo Serrinha Pedro Velho. Afloramento MG-21, sítio Capim Grosso (Pedro Velho/RN).

mostrando uma foliação bem definida por palhetas de biotita orientadas e estiramento de quartzo e plagioclásio. Na foliação observam-se também cristais de granada. A mineralogia máfica é formada essencialmente por biotita e granada (Figura 3.18), tendo como acessórios minerais opacos, muscovita, apatita e zircão. A mineralogia félsica é formada por plagioclásio (An26-27), quartzo e K-feldspato. A paragênese dessa rocha é formada por (1) apatita + zircão + granada; (2) biotita (3) K-feldspato + plagioclásio + quartzo; e (4) saussurita + minerais opacos. A associação mineral (biotita e oligoclásio cálcico) e a textura das rochas observadas em lâminas permitem correlacionar o metamorfismo desta unidade com o fácies xisto verde. A grande quantidade de granada presente nestas lentes sugere uma unidade paraderivada (Figura 3.19), contudo a partir das análises de campo e lâmina não foi possível definir claramente o seu protólito (ígneo ou sedimentar).

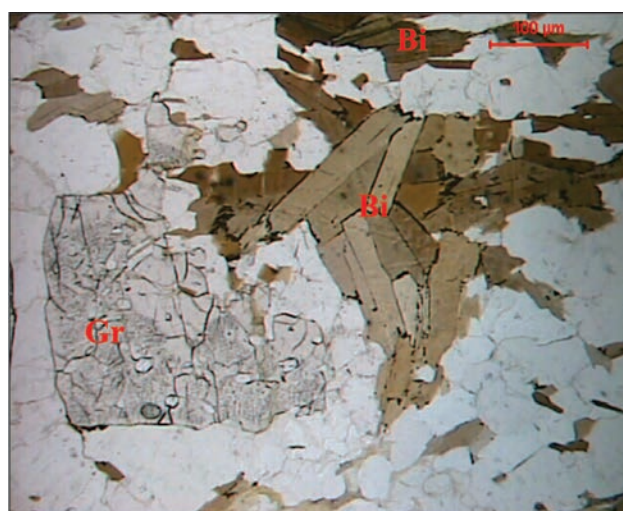


Figura 3.18 – Mineralogia máfica representada por palhetas de biotita (Bi) e cristais de granada (Gr). Afloramento MG-394, localidade de Moreira (Pedro Velho/RN).



Figura 3.19 – Detalhe do Biotita Gnaiss com granada da unidade PP2sp1g do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-394, localidade de Moreira (Pedro Velho/RN).

Uma amostra de biotita ortognaisse monzogranito coletada na localidade Capim Grosso foi selecionada para análise pelo método Sm-Nd. O resultado da análise fornece uma idade modelo (T_{DM}) de 2,36 Ga indicando uma idade paleoproterozoica para a fonte desta rocha. Considerando sua formação em torno de 2,20 Ga foram obtidos valores de $\epsilon Nd(t)$ positivo de +0,84 indicando acreção de material juvenil, todavia com ressalvas devido o valor ser bem próximo da composição do CHUR (Tabela 3.2).

3.2.1.2 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp2 e PP2sp2cs)

Os litotipos estudados, biotita-hornblenda gnaisses e biotita-gnaisses (**PP2sp2**), são ortognaises leucocráticos a mesocráticos, de coloração cinza, granulação média a grossa, textura granolepidoblástica, exibem um complexo padrão de deformação e apresentam uma composição que varia de monzogranítica a tonalítica (Figura 3.16).

Estas rochas apresentam um bandamento gnáissico centimétrico definido pela alternância de bandas máficas e félsicas. As bandas escuras são constituídas principalmente por biotita ou hornblenda/biotita e possuem uma composição granodiorítica a tonalítica, já as bandas mais claras são constituídas basicamente por quartzo, plagioclásio e microclina, apresentando uma composição monzogranítica.

Em diversos afloramentos visitados, deste ortognaisse, também foram observadas feições de migmatização com graus de intensidade diferenciados, sendo compostos por neossomas graníticos, leucocráticos, de coloração esbranquiçada a rosada e paleossoma de coloração cinza a preto, mesocráticos e de composição granodiorítica a tonalítica.

Petrograficamente apresentam granulometria fina a média, inequigranular, com uma foliação penetrativa marcada principalmente pela orientação

de minerais máficos (biotita, anfibólio, titanita e minerais opacos) e estiramento de alguns cristais de quartzo e feldspatos. A mineralogia principal que constitui a rocha é definida por hornblenda, biotita, quartzo, plagioclásio e K-feldspatos. Epidoto, titanita, zircão, allanita e opacos ocorrem como minerais acessórios. A associação mineral e a textura das rochas permitem correlacionar o metamorfismo desta unidade com o fácies xisto verde superior a anfibolito.

Em campo estes ortognaises ocorrem frequentemente associados a estreitos diques de anfibolito estirados e, por vezes, boudinados (Figura 3.20). Estas rochas possuem coloração cinza escura a esverdeada, textura fina a média, sendo compostos por hornblenda, plagioclásio, biotita, quartzo e opacos.



Figura 3.20 – Dique de anfibolito foliado e boudinado seguindo a direção de estiramento principal do ortognaisse. Afloramento MG-377, localidade de Jatobá (Santo Antônio/RN).

Por fim, ainda ocorrem lentes de rochas calcissilicáticas (**PP2sp2cs**) fortemente alteradas apresentando coloração esverdeada a avermelhada, textura fina e associada a ocorrência de scheelita (Figura 3.21). A mineralogia principal que constitui a rocha é representada pelo epidoto, plagioclásio, granada e titanita. Como minerais acessórios ocorrem anfibólio, piroxênio, minerais opacos e apatita. Ainda em lâmina, observa-se um fino mosaico em meio ao qual ocorrem granoblastos de granada, com foliação discreta. Os grãos apresentam contatos retos com grande frequência, por vezes com contatos triplos, indicando que a rocha sofreu recristalização estática. Alterações de piroxênio para anfibólio são observadas, além de alterações de anfibólio para clorita.

Uma amostra do biotita ortognaisse tonalítico bandado, leucocrático, de coloração cinza, magnético, granulação fina a média, textura granolepidoblástica, aflorante na pedreira localizada na saída nordeste de Nova Cruz/RN (RN 269) foi selecionada para datação pelo método U-Pb (LA). Em campo este



Figura 3.21 – Detalhe da rocha calcissilicática esverdeada associada a ocorrência de scheelita. Afloramento EP-007, localidade de Maurício (Nova Cruz/RN).

ortognaisse ocorre sendo intrudido por um biotita hornblenda ortognaisse granodiorítico não bandado, coloração cinza e granulação média (Figura 3.22). Um total de onze (11) cristais de zircões, obtidos da porção máfica da gnaiss, definiram alinhamento com intercepto superior em 2221 ± 16 Ma (Tabela 3.3, Figura 3.23). Esta idade foi interpretada como a idade de cristalização da rocha.



Figura 3.22 – Visão geral do biotita ortognaisse tonalítico bandado (a esquerda na foto) intrudido por um biotita-hornblenda ortognaisse granodiorítico homogêneo (a direita na foto). Afloramento MG-004, sítio Lapa (Nova Cruz/RN).

Ainda nesta unidade, uma amostra de biotita-hornblenda ortognaisse foi selecionada para análise pelo método Sm-Nd. O resultado da análise mostrou valores de $\epsilon Nd(t)$ positivo (+0,90), indicando acrescimento de material juvenil, porém com ressalvas devido o valor ser bem próximo da composição do CHUR (Tabela 3.2). A idade modelo T_{DM} obida para esta amostra é de 2.37 Ga indicando uma idade paleoproterozoica para a fonte desta rocha.

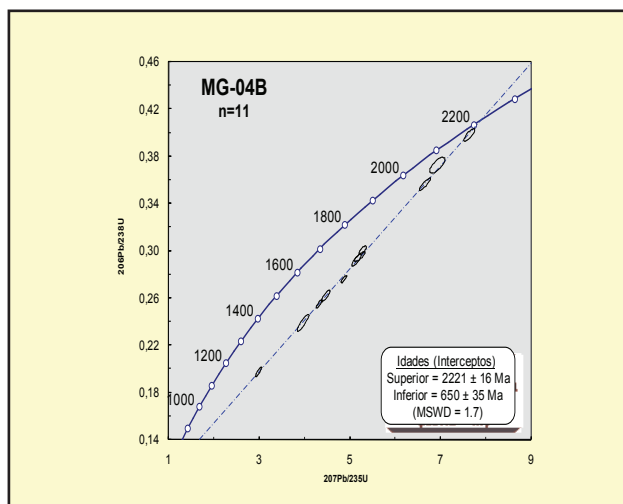


Figura 3.23 – Diagrama concórdia da amostra MG-04B (biotita ortognaisse tonalítico bandado), coletada na pedreira localizada na saída nordeste (RN 269) de Nova Cruz/RN.

3.2.1.3 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp3)

Esta unidade ocorre numa estreita faixa na porção centro-sul da folha, nas proximidades da cidade de Pedro Velho/RN. Os afloramentos se constituem na forma de pequenos cortes de estrada, lajedos e valas. Associados a unidade ocorrem hornblenda ortognaisses monzograníticos e biotita ortognaisses bandados, granodioríticos, por vezes migmatizados, podendo ocorrer mobilizados de quartzo (Figura 3.16).

Os hornblenda ortognaisses monzograníticos apresentam coloração cinza clara a amarelada (Figura 3.24), textura fina a média e uma foliação marcada principalmente pelo alinhamento dos minerais máficos (anfíbólio e minerais opacos). Hornblenda, epidoto, clinopiroxênio, biotita, titanita, opacos, zircão constituem a mineralogia máfica e plagioclásio, k-feldspato e quartzo completam a mineralogia félsica destas rochas. A mineralogia descrita, com presença de anfíbólio, epidoto e biotita, caracteriza a fácies anfibólito para essa rocha. A presença do clinopiroxênio dentro do Complexo Serrinha-Pedro Velho só foi observada na unidade PP2sp3 localizada nas imediações da cidade de Pedro Velho/RN. Este dado corrobora com a caracterização da unidade Pedro Velho, anteriormente definida por Dantas (1997).

Os biotita ortognaisses bandados granodioríticos apresentam coloração cinza, textura média, magnético e uma foliação bem marcada por palhetas de biotita estiradas. Bandas máficas e félsicas milimétricas a centimétricas ocorrem alternando-se na rocha, além da presença de mobilizados de quartzo dispersos na rocha (Figura 3.25). Localmente foram observadas porções migmatizadas no afloramento. Em lâmina a textura é lepidoblástica de granulometria fina, inequigranular, mostrando uma foliação bem marcada por finas palhetas de biotita

Tabela 3.3 – Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb (ICP-MS-LA) em zircões do ortogneisse tonalítico (PP2sp2) do Complexo Serrinha-Pedro Velho, coletada na pedreira da saída nordeste de Nova Cruz/RN. Amostra MG-04B, coordenadas UTM: 231.206 mE; 9.284.372 mN (Datum WGS84, Zona 25).

Grão.spot	f206(%)	Th U	Razões				Idades Aparentes										
			$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	err (%) 1sigma	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	err (%) 1sigma	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	err (%) 1sigma	Rho	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	(Ma) $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	(Ma) $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Conc.(%)			
Z02	0,02	0,36	81866	0,127782	0,37	4,865	0,79	0,276103	0,69	0,86	2068	7	1796	7	1572	10	76,01
Z03	0,04	0,23	37765	0,122807	0,50	4,320	0,99	0,255143	0,85	0,84	1997	9	1697	8	1465	11	73,34
Z04	0,17	0,28	9661	0,109489	0,60	2,981	1,46	0,197475	1,33	0,91	1791	11	1403	11	1162	14	64,87
Z05	0,05	0,19	30478	0,120221	0,97	3,963	2,15	0,239082	1,92	0,89	1960	17	1627	17	1382	24	70,52
Z06	0,02	0,45	87210	0,138994	0,58	7,628	1,05	0,398033	0,87	0,82	2215	10	2188	9	2160	16	97,53
Z07	0,01	0,68	186001	0,135386	0,79	6,655	1,25	0,356511	0,96	0,90	2169	14	2067	11	1966	16	90,62
Z09	0,49	0,32	3193	0,127400	0,62	5,281	0,97	0,300612	0,74	0,73	2062	11	1866	8	1694	11	82,15
Z11	0,02	0,36	92078	0,128149	1,11	5,217	1,47	0,295277	0,95	0,83	2073	19	1855	12	1668	14	80,47
Z12	0,01	0,32	263272	0,123672	0,70	4,466	1,42	0,261920	1,24	0,86	2010	12	1725	12	1500	17	74,61
Z13	0,01	0,31	223161	0,127773	0,67	5,146	1,33	0,292073	1,15	0,86	2068	12	1844	11	1652	17	79,90
Z14	0,03	0,46	49477	0,134829	1,10	6,925	1,61	0,372497	1,18	0,72	2162	19	2102	14	2041	21	94,42



Figura 3.24 – Detalhe do hornblenda ortognaisse monzogranítico da unidade PP2sp3 do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-094, leito do Rio Curimataú (Pedro Velho/RN).

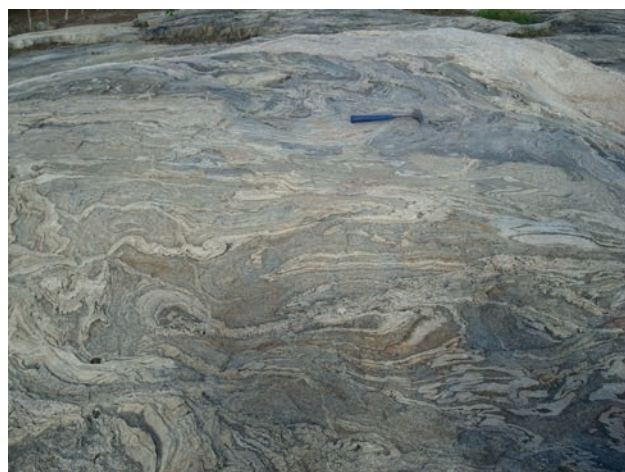


Figura 3.26 – Vista geral do ortognaisse migmatizado da unidade PP2sp4 do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-370, sítio Tanques (Santo Antônio/RN).

orientadas e estiramento de quartzo e plagioclásio. A mineralogia máfica é formada por cristais de biotita, zircão e apatita, já a mineralogia félsica é formada por plagioclásio, K-feldspato e quartzo. A presença de biotita e plagioclásio (oligoclásio cálcico) indica fácies metamórfica do tipo xisto verde.



Figura 3.25 – Biotita ortognaisses granodioríticos bandados e dobrado com mobilizados de quartzo dispersos na rocha. Afloramento MG-393, leito do Rio Pirari (Pedro Velho/RN).

e granada. Em lâmina, a textura é granoblástica de granulometria média, inequigranular, com uma foliação penetrativa marcada principalmente pela orientação da biotita e hornblenda. Granadas ocorrem com frequência, chegando a representar em alguns casos até 5% da rocha. Feições de migmatização ocorrem frequentemente apresentando porções de coloração rosa, leucocrática constituída basicamente por quartzo, plagioclásio e K-feldspato de composição sienogranítica e porções cinza escura, mesocrática composta principalmente por plagioclásio, biotita e hornblenda, apresentando composição tonalítica. Estas rochas ocorrem fortemente deformadas, apresentando por vezes estruturas do tipo domo e bacia.

Associado aos ortognaisses bandados ocorrem augens gnaisses de composição sienogranítica, leucocráticos, magnéticos, coloração rosa a esbranquiçado, apresentando cristais de k-feldspato de até 2 cm (Figura 3.27). Localmente, algumas amostras ocorrem com matriz de composição granodiorítica. O contato destes augens gnaisses com os ortognaisses e migmatitos é, em geral, difuso.

3.2.1.4 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp4)

Esta unidade ocorre na porção sudoeste da folha sendo caracterizada pela presença de hornblenda-biotita ortognaisses bandados, por vezes migmatizados (Figura 3.26), de composição granodiorítica a tonalítica (Figura 3.16), além de augen gnaisses graníticos.

Os hornblenda-biotita ortognaisses bandados possuem coloração cinza claro a cinza escuro, textura média, com bandas que variam de centimétricas a decimétricas. Mineralogicamente os ortognaisses são compostos por quartzo, plagioclásio, K-feldspato, hornblenda, biotita, apatita, zircão, minerais opacos



Figura 3.27 – Detalhe do Augen gnaisse sienogranítico com cristais de K-feldspato de até 2 cm. Afloramento MG-359, localidade de Jatobá (Nova Cruz/RN).

Em lâmina, a textura é granoblástica de granulometria média, inequigranular, com alguns cristais de feldspatos da ordem de 2,0-3,0cm na forma de *augens*. Sua mineralogia é constituída por plagioclásio, K-feldspato, quartzo, biotita, hornblenda, titanita, minerais opacos, apatita, zircão, e alanita. A textura da rocha, a associação mineral e a composição do plagioclásio (oligoclásio cálcico) indicam para este gnaisse metamorfismo pelo menos em fácies xisto verde superior.

Uma amostra deste augen gnaisse coletada na localidade Dois Lajedos forneceu idade modelo (T_{DM}) de 2,38 Ga e, considerando sua formação em torno de 2,20 Ga, fornece um $\epsilon Nd(t)$ nesta época de -0,05 (Tabela 3.2), que é sugestiva de uma fonte de composição próxima ao CHUR para estas rochas.

3.2.1.5 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp5)

Esta unidade se distribui na porção sudoeste da folha São José do Mipibu, ocorre na forma de lajedos, blocos e pedreiras, sendo caracterizada por biotita-hornblenda ortognaisses granodioríticos a tonalíticos (Figura 3.16), leucocráticos, de coloração cinza, textura média a grossa, com foliação marcada principalmente pelos minerais de biotita e hornblenda (Figura 3.28). Localmente, ocorrem finamente bandados e epidotizados, com concentrações de porções máficas. A mineralogia principal é constituída por biotita, hornblenda, quartzo, plagioclásio e K-feldspato. Como acessórios ocorrem titanita, apatita, zircão, alanita, epidoto e minerais opacos.



Figura 3.28 – Biotita-hornblenda ortognaisse tonalítico de cor cinza da unidade PP2sp5 do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-365, localidade Rio do Prego (Santo Antônio/RN).

Em lâmina, a textura é granoblástica, de granulometria média, inequigranular, com foliação marcada principalmente pela biotita, hornblenda e alguns cristais de quartzo estirados. As texturas e as relações observadas nos minerais de hornblenda, biotita e plagioclásio (oligoclásio cálcico) indicam fácies metamórfica do tipo xisto verde superior a anfíbolito.

Concentrados máficos também ocorrem nessa unidade, sendo possivelmente resquícios de uma rocha que sofreu processo de migmatização ou enclaves máficos (mistura de magma?). Estes concentrados máficos só foram observados nesta unidade (Figura 3.29). São rochas mesocráticas, cinza escura a preta, deformadas, textura fina a média constituídas basicamente por plagioclásio, hornblenda, biotita, microclina e quartzo. Cristais de apatita, titanita, epidoto e carbonato ocorrem como acessórios. Em lâmina apresentam textura granoblástica de granulometria média inequigranular sendo classificadas como metadiorito.

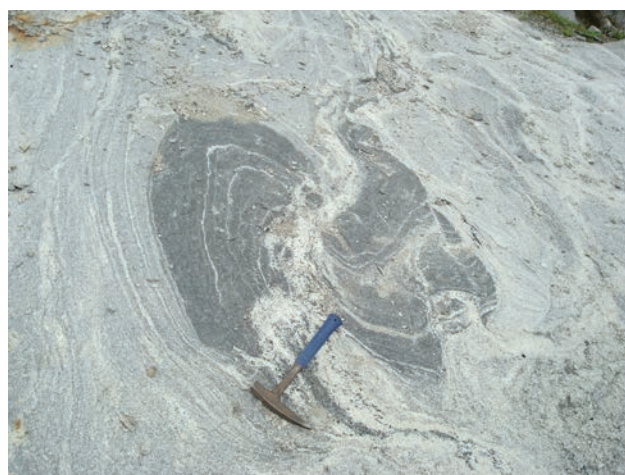


Figura 3.29 – Concentrados máficos de textura fina a média (metadiorito) que ocorrem na Unidade PP2sp5 do Complexo Serrinha Pedro Velho. Afloramento MG-353, pedreira em Santo Antônio/RN.

Uma amostra de biotita ortognaisse homogêneo, leucocrático, coloração cinza, granulometria média, aflorante no leito do rio Jacu, na saída nordeste de Nova Cruz/RN (RN 269), que intrude um biotita ortognaisse tonalítico bandado (PP2sp2) foi escolhida para datação pelo método U-Pb (LA). No total foram selecionados treze (13) cristais de zircões os quais definiram um alinhamento dos pontos analíticos, com intercepto superior na concordância em 2.180 ± 13 Ma (MSWD = 0.70), (Tabela 3.4, Figura 3.30). Esta idade foi interpretada como a idade de cristalização da rocha.

Ainda nesta unidade, uma amostra de biotita hornblenda ortognaisse tonalítico foi selecionada para ser analisada pelo método Sm-Nd. O resultado da análise mostrou valores de $\epsilon Nd(t)$ bem próximo da composição do CHUR (+0,61), Tabela 3.2. A idade modelo T_{DM} obtida para esta amostra foi de 2.41 Ga, indicando uma idade paleoproterozoica para a fonte da rocha.

3.2.1.6 - Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2sp6 e PP2sp6cs)

Esta unidade ocorre na porção sudoeste da Folha São José do Mipibu principalmente sob a forma

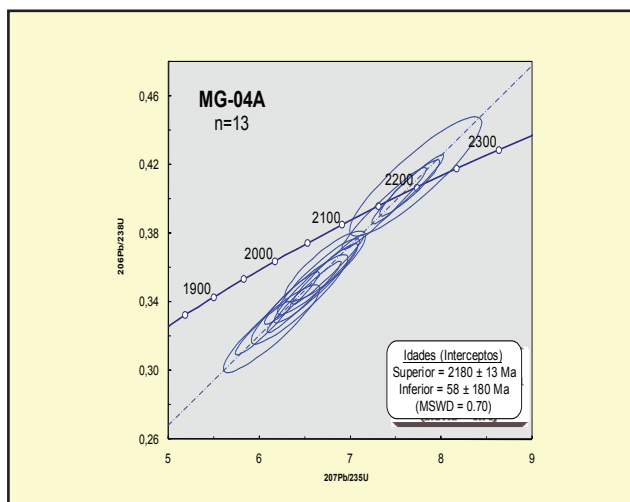


Figura 3.30 – Diagrama concórdia da amostra MG-04A (biotita ortognaisse), coletada no leito do rio Jacu na saída nordeste de Nova Cruz/RN (RN 269).

de lajeiros, matacões e em leitos de rios. Os litotipos estudados, biotita-hornblenda ortognaisses e biotita ortognaisses, são leucocráticos, de coloração cinza a esbranquiçada, fracamente magnético, granulção média a grossa, com porções finamente bandadas (Figura 3.31) e apresentam uma composição que varia de monzogranítica a granodiorítica (Figura 3.16).



Figura 3.31 – Ortognaisse finamente bandado e esbranquiçado da unidade PP2sp6 do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-351, Fazenda Barro Vermelho (Nova Cruz/RN).

A mineralogia principal da rocha é constituída por quartzo, plagiocásio, K-feldspato, biotita e hornblenda. Minerais opacos, titanita, apatita e allanita constituem os minerais acessórios destes ortognaisses, já os minerais de alteração estão representados pelo epidoto e sericita. As texturas e as relações observadas nos minerais de anfibólio, biotita e plagioclásio (oligoclásio cálcico) indicam fácies metamórfica do tipo xisto verde superior a anfíbolito.

Lentes de epidoto calcissilicática (PP2sp6cs) de granulometria fina e coloração esverdeada estão

presentes nesta unidade (Figura 3.32). Em seção delgada são granoblásticas com minerais máficos representados principalmente por cristais hipídio a xenomórficos de epidoto de cor variando em tons de amarelo a verde claro, sempre associado à biotita e, com inclusões de minerais opacos. A biotita ocorre na cor marrom, e por vezes transformadas em clorita. A titanita ocorre eventualmente associada às biotitas. Minerais opacos ocorrem associados aos epidotos e biotitas.

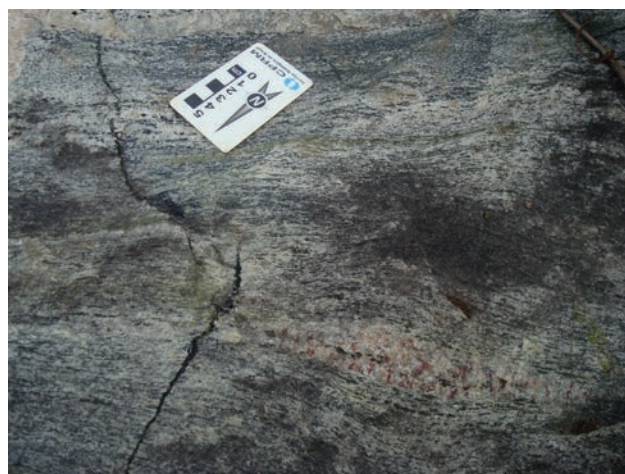


Figura 3.32 – Detalhe das lentes calcissilicáticas da unidade PP2sp6cs do Complexo Serrinha Pedro Velho. Afloramento MG-098, sítio Curralinho (Nova Cruz/RN).

A mineralogia félsica apresenta-se com uma granulometria fina sendo representada principalmente pelos cristais de plagioclásio. O plagioclásio possui geminação polissintética, apresentando intensamente saussuritizados, além de conter inclusões de biotita e epidoto. Os cristais de quartzo ocorrem mostrando extinção ondulante. A mineralogia e texturas descritas, com presença de epidoto e biotita, caracteriza a fácies xisto verde a anfíbolito para essa rocha.

Uma amostra de biotita ortognaisse monzogranítico coletada na RN 269 nas proximidades da localidade de Trigueiro forneceu uma idade modelo T_{DM} de 2.71 Ga, e um $\epsilon Nd(t)$ negativo de -2,83, calculado a 2,2 Ga (Tabela 3.2). As demais rochas do Complexo Serrinha Pedro Velho apresentaram idades T_{DM} variando entre 2.41 G.a e 2.36 Ga e $\epsilon Nd(t)$ com valores muito baixos, calculados a 2.2 Ga, significando assinaturas muito próximas ao CHUR, porém esta amostra apresentou possíveis protólitos arqueanos e fonte com assinatura ou indicando contaminação crustal.

3.2.1.7 - Litogeoquímica

Neste trabalho foram selecionadas dezessete amostras referentes às unidades PP2sp4 (7 amostras) e PP2sp5 (10 amostras) para análises geoquímicas dos elementos maiores, menores, traços e terra raras. Todas as análises químicas foram realizadas em rocha total na SGS Geosol Laboratórios LTDA, Tabela 3.5.

Tabela 3.4 – Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb (ICP-MS-LA) em zircões do biotita ortognaisse (PP2sp5) do Complexo Serrinha-Pedro Velho, coletada no leito do rio Jacu, na saída nordeste de Nova Cruz/RN. Amostra MG-04A, coordenadas UTM: 231.222 mE; 9.284.481 mN (Datum WGS84, Zona 25).

Grão.spot	f206(%)	Th U	Razões										Idades Aparentes							
			$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	err (%)	1sigma	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	err (%)	1sigma	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	err (%)	1sigma	Rho	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	(Ma)	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	(Ma)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	(Ma)	Conc.(%)
			Z03	0,12	0,27	12662	0,135137	1,38	6,721	2,70	0,360687	2,32	0,86	2166	24	2075	24	1985	40	91,67
Z04	0,25	0,14	6243	0,136753	1,29	6,442	3,38	0,341634	3,11	0,92	2186	22	2038	29	1895	51	86,65			
Z05	0,35	0,08	4442	0,137103	1,44	6,133	3,53	0,324450	3,21	0,91	2191	25	1995	30	1811	51	82,68			
Z08	0,55	0,25	2675	0,135466	1,67	7,717	3,85	0,413160	3,45	0,90	2170	29	2199	34	2229	65	102,73			
Z09	0,05	0,18	30892	0,136418	0,59	6,750	2,37	0,358866	2,29	0,97	2182	10	2079	21	1977	39	90,59			
Z10	0,05	0,16	33613	0,136523	0,61	7,653	1,76	0,406573	1,65	0,94	2184	11	2191	16	2199	31	100,72			
Z12	0,07	0,27	21968	0,134912	0,67	6,040	2,07	0,324704	1,96	0,95	2163	12	1982	18	1813	31	83,81			
Z15	0,08	0,18	21832	0,136377	0,56	7,631	2,11	0,405836	2,04	0,96	2182	10	2189	19	2196	38	100,65			
Z16	0,05	0,19	29093	0,134642	0,66	6,356	1,93	0,342351	1,82	0,94	2159	12	2026	17	1898	30	87,89			
Z17	0,15	0,14	10469	0,135927	1,04	6,649	2,76	0,354761	2,56	0,93	2176	18	2066	24	1957	43	89,95			
Z18	0,06	0,20	26432	0,135504	0,67	7,371	2,57	0,394516	2,48	0,97	2171	12	2157	23	2144	45	98,77			
Z20	0,05	0,16	33812	0,137247	0,62	6,490	2,57	0,342939	2,49	0,97	2193	11	2044	22	1901	41	86,69			
Z21	0,06	0,25	25539	0,136837	0,92	6,620	2,84	0,350864	2,69	0,95	2188	16	2062	25	1939	45	88,63			

Tabela 3.5 – Análises químicas de elementos maiores (%), traços (ppm) e terras raras (ppm) das unidades PP2sp4 e PP2sp5 do Complexo Serrinha-Pedro Velho.

Amostra	PP2sp4							PP2sp5		
	EP-163A	MG-359	MG-360	MG-363	MG-364	MG-368	MG-371	EP-161A	EP-162A	EP-164A
SiO ₂	72,30	64,70	63,30	69,00	70,80	71,00	61,80	67,80	70,70	70,80
Al ₂ O ₃	14,60	14,80	15,40	16,00	13,80	14,80	15,40	15,40	15,10	15,60
Fe ₂ O ₃	3,06	7,04	7,88	3,34	5,52	3,91	9,61	4,12	3,60	2,97
MnO	0,03	0,07	0,10	0,05	0,05	0,05	0,15	0,06	0,03	0,02
MgO	0,14	1,17	1,40	0,26	0,52	0,69	1,43	0,92	0,58	0,18
CaO	1,31	3,37	3,84	1,62	2,39	2,74	4,39	2,90	2,78	1,74
Na ₂ O	4,06	3,23	3,66	4,15	3,26	3,96	3,45	3,70	3,88	3,00
K ₂ O	4,24	4,15	3,13	5,26	3,80	3,05	3,09	4,01	3,09	6,44
TiO ₂	0,21	0,88	1,00	0,30	0,50	0,32	1,05	0,43	0,31	0,24
P ₂ O ₅	0,07	0,32	0,35	0,05	0,15	0,10	0,32	0,11	0,10	0,05
LOI	0,10	0,00	0,09	0,13	0,03	0,14	0,20	0,16	0,11	0,12
Soma	100,12	99,73	100,15	100,16	100,82	100,76	100,89	99,61	100,28	101,16
Ni	2,00	7,20	8,80	3,10	3,70	2,90	7,20	5,10	5,10	1,80
Co	1,40	9,60	11,30	2,40	5,20	5,60	11,00	5,60	4,40	2,80
Cu	5,00	16,00	12,80	4,90	5,00	1,50	19,60	4,40	3,90	1,70
Pb	1,80	2,30	1,30	3,10	2,80	2,30	2,70	2,90	2,10	3,30
Zn	39,00	83,00	86,00	48,00	79,00	41,00	127,00	55,00	44,00	30,00
Rb	90,80	55,90	59,60	125,40	80,90	72,90	71,10	114,50	72,80	139,80
Cs	0,43	0,30	0,60	1,94	0,81	1,26	0,34	1,58	0,71	1,14
Ba	864,00	4248,00	2541,00	1266,00	857,00	1173,00	1922,00	1283,00	1979,00	1860,00
Sr	198,10	537,90	547,10	264,00	229,20	409,10	393,60	534,90	681,70	360,80
Ga	21,30	23,80	23,90	18,10	22,10	17,70	25,90	21,70	20,80	16,60
Ta	0,16	0,63	0,83	0,53	0,40	0,61	1,25	0,33	0,24	0,15
Nb	5,28	16,49	20,08	9,22	15,53	5,61	23,94	6,88	4,24	1,95
Hf	9,60	19,08	18,15	24,07	13,26	3,85	15,47	5,63	4,91	7,53
Zr	455,40	772,20	742,20	1049,10	511,00	129,90	598,60	272,90	195,30	307,10
Y	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Th	8,10	3,40	7,40	26,80	14,20	8,80	2,40	9,40	6,70	4,30
U	0,80	0,59	0,66	1,92	2,02	2,46	0,61	0,96	0,38	0,77
La	66,90	79,90	147,90	411,30	109,20	49,20	57,10	18,10	42,90	26,50
Ce	127,80	159,40	294,10	530,70	218,60	82,10	111,10	70,80	72,90	38,50
Pr	11,68	19,17	34,59	61,06	24,22	8,35	15,34	5,81	8,06	3,97
Nd	35,80	73,20	125,20	179,20	81,50	27,30	64,90	22,70	27,30	12,70
Sm	4,70	12,50	20,70	16,20	13,10	4,10	13,10	5,40	3,80	1,40
Eu	0,68	2,65	2,95	1,70	1,50	0,97	3,35	1,17	1,29	1,37
Gd	3,56	9,36	15,80	8,16	9,49	3,11	13,14	4,92	2,61	0,92
Tb	0,47	1,31	2,20	0,88	1,25	0,36	1,95	0,77	0,32	0,10
Dy	2,36	7,18	11,83	4,04	6,99	2,15	11,12	4,50	1,37	0,60
Ho	0,45	1,36	2,25	0,75	1,52	0,44	2,31	0,81	0,26	0,13
Er	1,29	3,56	6,28	2,25	4,00	1,16	6,50	2,40	0,71	0,33
Tm	0,21	0,49	0,83	0,29	0,50	0,21	0,87	0,33	0,08	0,06
Yb	1,60	3,10	5,10	2,30	3,10	1,40	5,60	2,10	0,40	0,40
Lu	0,25	0,47	0,64	0,33	0,42	0,21	0,89	0,29	0,06	0,06
Sn	1,60	3,90	0,60	1,50	0,70	1,00	1,00	2,70	0,90	1,30
W	0,80	0,60	1,60	0,50	0,20	0,20	0,60	1,10	13,10	1,50
Mo	0,90	1,60	0,52	1,35	3,79	0,51	0,54	1,18	0,61	0,55
Be	1,40	1,30	4,40	1,90	0,80	1,70	3,10	1,60	1,70	0,40
As	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Au	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Se	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ag	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bi	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	<0,02
Cd	0,01	0,02	0,12	0,07	<0,01	0,01	0,12	0,02	0,02	0,02
Hg	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Para a unidade PP2sp4 os dados litogeoquímicos apontaram teores relativamente altos para SiO₂ (61,80% - 72,30%), Tabela 3.5. Nos diagramas de Harker utilizando-se a SiO₂ como índice de diferenciação *versus* os elementos maiores, observa-se que, no geral, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, P₂O₅, CaO, MnO e TiO₂ possuem

correlação negativa com SiO₂, enquanto que o K₂O e Na₂O apresentam dispersão (Figura 3.33). A correlação negativa Al₂O₃ e CaO pode indicar o fracionamento de plagioclásio e anfíbólio, enquanto que Fe₂O₃, MgO, P₂O₅, MnO e TiO₂ indicam fracionamento dos demais minerais máficos (biotita, apatita, opacos e titanita).

Tabela 3.5 – Análises químicas de elementos maiores (%), traços (ppm) e terras raras (ppm) das unidades PP2sp4 e PP2sp5 do Complexo Serrinha-Pedro Velho. (continuação)

Amostra	PP2sp5						
	EP-164B	EP-165A	MG-353	MG-361	MG-373A	MG-374	MG-376A
SiO ₂	63,70	72,60	67,00	66,70	65,70	67,00	66,70
Al ₂ O ₃	17,20	14,00	16,60	16,50	16,30	17,80	15,30
Fe ₂ O ₃	4,83	4,36	4,51	5,05	5,22	4,21	4,58
MnO	0,07	0,04	0,05	0,07	0,07	0,05	0,07
MgO	1,12	0,56	1,00	1,30	1,52	1,06	0,81
CaO	3,88	2,22	3,47	3,63	3,77	3,64	2,78
Na ₂ O	4,34	3,08	4,48	3,84	4,23	4,76	4,29
K ₂ O	3,02	3,71	2,44	3,20	2,44	2,52	3,03
TiO ₂	0,51	0,62	0,44	0,49	0,53	0,47	0,47
P ₂ O ₅	0,14	0,04	0,16	0,18	0,18	0,16	0,16
LOI	0,18	0,06	0,15	0,16	0,21	0,10	0,20
Soma	98,99	101,29	100,30	101,12	100,17	101,77	98,39
Ni	6,30	8,30	4,10	6,30	10,40	3,60	2,70
Co	7,60	8,50	6,50	9,30	10,20	6,50	5,70
Cu	6,50	44,00	2,40	5,20	4,60	2,60	6,00
Pb	2,50	2,50	1,90	3,50	1,70	2,50	1,60
Zn	60,00	37,00	71,00	63,00	72,00	67,00	63,00
Rb	100,80	91,80	87,30	124,50	77,80	77,60	83,10
Cs	1,34	1,17	1,50	2,44	1,31	1,38	1,17
Ba	1324,00	1960,00	984,00	1232,00	1141,00	1429,00	1306,00
Sr	545,80	452,30	595,60	532,80	548,40	720,00	406,10
Ga	24,40	19,90	24,10	22,20	24,00	24,40	23,20
Ta	0,44	0,51	0,35	0,41	0,37	0,32	0,38
Nb	11,32	7,89	6,15	9,39	8,64	6,74	9,37
Hf	8,63	8,79	5,86	5,66	5,74	6,17	7,04
Zr	338,80	293,70	219,20	218,70	209,30	238,90	258,40
Y	--	--	--	--	--	--	--
Th	5,00	4,30	7,00	8,70	7,00	5,10	7,50
U	0,73	0,85	0,83	0,84	0,53	0,45	1,15
La	55,80	32,50	41,40	59,40	46,70	36,50	60,80
Ce	106,10	36,60	76,00	109,20	86,30	68,00	116,20
Pr	13,42	5,27	8,21	13,07	9,87	7,76	14,24
Nd	53,10	17,70	27,40	47,20	34,30	27,90	51,70
Sm	10,30	2,70	4,20	7,40	5,50	4,80	8,20
Eu	1,82	1,39	1,04	1,37	1,49	1,34	1,45
Gd	8,33	2,02	2,58	5,72	4,49	3,73	6,04
Tb	1,27	0,24	0,29	0,76	0,53	0,47	0,89
Dy	7,16	1,41	1,54	4,27	2,98	2,22	4,85
Ho	1,48	0,26	0,27	0,88	0,57	0,45	0,87
Er	3,99	0,73	0,90	2,48	1,59	1,12	2,61
Tm	0,60	0,09	0,13	0,31	0,20	0,13	0,36
Yb	3,60	0,80	0,80	2,20	1,50	0,70	2,30
Lu	0,46	0,11	0,10	0,33	0,14	0,11	0,34
Sn	1,20	1,00	1,30	2,20	2,00	0,70	1,30
W	1,10	1,30	0,40	0,40	0,50	0,20	0,60
Mo	0,77	0,59	0,52	0,54	0,32	0,35	0,67
Be	3,60	1,80	3,70	0,80	1,00	3,00	1,40
As	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Au	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Se	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ag	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bi	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cd	0,05	0,02	<0,01	0,03	0,03	0,02	0,03
Hg	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Os dados litogeoquímicos da unidade PP2sp5 apontam um intervalo no teor de SiO₂ entre 63,70% e 72,60% (Tabela 3.5). Nos diagramas de variação tipo Harker para elementos maiores todos apresentam uma correlação negativa, com exceção do K₂O,

sugerindo o fracionamento de plagioclásio, biotita, anfibólio, titanita e zircão (Figura 3.33). K₂O tende a comportamento positivo sugerindo que os feldspatos potássicos não foram fases precocemente fracionadas durante a evolução magmática da unidade.

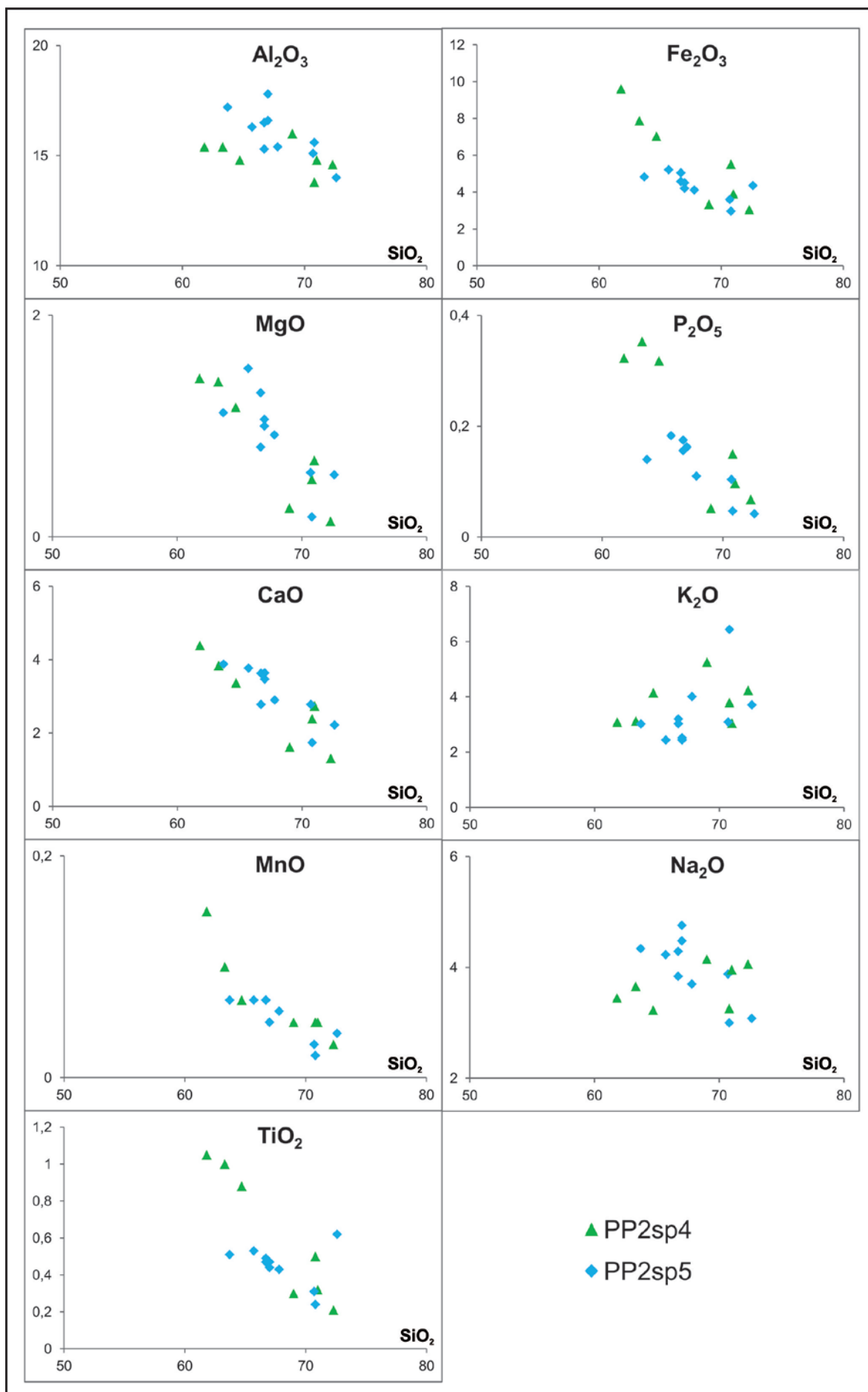


Figura 3.33 – Diagrama de variação de SiO₂(%) x elementos maiores (%) das unidades PP2sp4 e PP2sp5 do Complexo Serrinha-Pedro Velho.

Nestas duas unidades o padrão normalizado de distribuição dos ETRs mostram o enriquecimento de TRL com relação aos TRP e anomalia negativa de Eu, com exceção de uma amostra na unidade PP2sp5 que apresenta uma forte anomalia positiva (Figura 3.34).

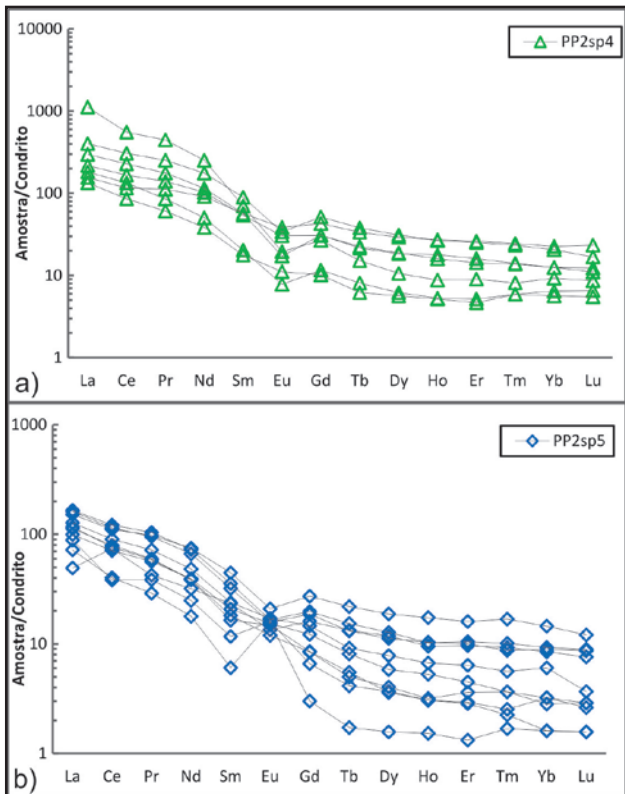


Figura 3.34 – Diagramas de elementos terras raras aplicado para as unidades PP2sp4 (a) e PP2sp5 (b) do Complexo Serrinha-Pedro Velho na Folha São José do Mipibu. Fonte: Evensen et al. (1978).

Compreendem rochas variando de metaluminosas a peraluminosas (Figura 3.35). No contexto de séries/associações magmáticas mostraram-se em diagramas discriminantes um comportamento transicional entre rochas de afinidades com as séries alcalina a calcioalcalina de alto potássio (Figura 3.36). No diagrama Irvine & Baragar (1971) as amostras analisadas plotam no campo da série subalcalina (Figura 3.37). A série calcioalcalina potássica também é referida na literatura como subalcalina ou transalcalina. A assinatura geoquímica indica ambiente tectônico de arco magmático para as unidades analisadas (Figura 3.38).

De maneira geral, os dados analisados pelos diagramas de variação definem uma pequena diferença quanto à assinatura geoquímica para as unidades PP2sp4 e PP2sp5, sendo essa última comparativamente mais homogênea, o que pode indicar origens distintas, entretanto assemelham-se quanto aos processos de evolução envolvendo séries magmáticas e ao ambiente tectônico.

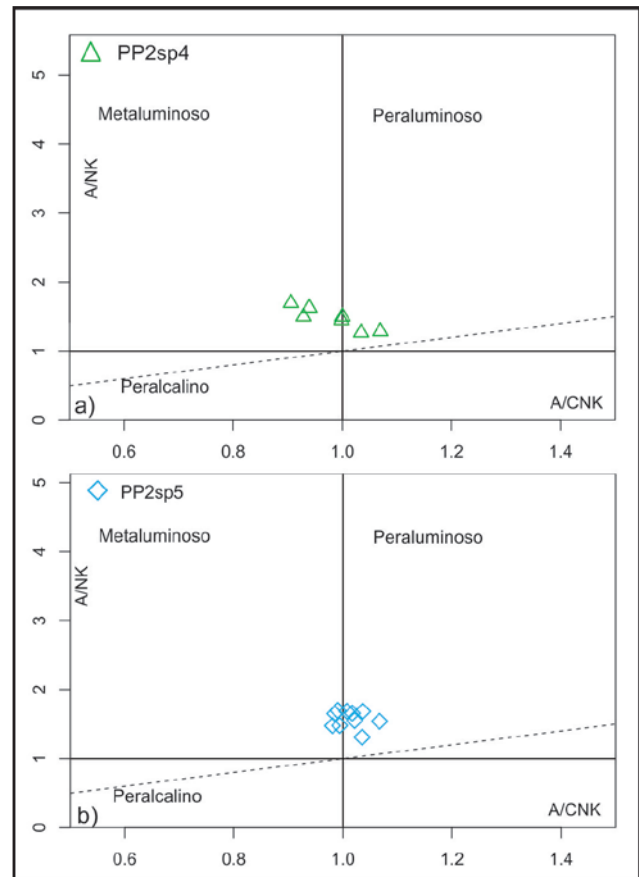


Figura 3.35 – Índice de shand segundo diagrama de Maniar e Piccoli (1989), para as unidades PP2sp4 (a) e PP2sp5 (b) do Complexo Serrinha-Pedro Velho.

3.3 - MAGMATISMO BRASILIANO

No contexto da Folha São José do Mipibu o magmatismo Brasileiro é constituído por vários corpos com dimensões e formas variadas, representados por rochas das suítes intrusivas São João do Sabugi, Itaporanga (plúton Serrinha) e Dona Inês (Figura 3.39). Ainda acrescenta-se corpos de pegmatitos que ocorrem na forma de diques cortando as unidades Ediacaranas a Arqueanas da folha.

3.3.1 - Suíte Intrusiva São João do Sabugi (NP3δ2s)

Conhecida como Suíte básica a intermediária (Jardim de Sá *et al.* 1987 e Jardim de Sá 1994) ou simplesmente *K-dioritos* (Sial 1986; Mariano 1989; entre outros), Suíte diorítica-tonalítica/Suíte gabro-diorítica (Ferreira 1998; Ferreira & Santos 2000), Suíte intrusiva Máfica a Intermediária (Bizzi *et al.* 2001), ou ainda Suíte Shoshonítica (Nascimento *et al.* 2015).

Na folha estudada, esta suíte é constituída por dioritos, quartzo dioritos e quartzo monzonitos, associados ao *pluton* Serrinha, e ocorre na forma de enclaves alongados ou de pequenos corpos isolados. Apresentam colorações cinza escura a preta,

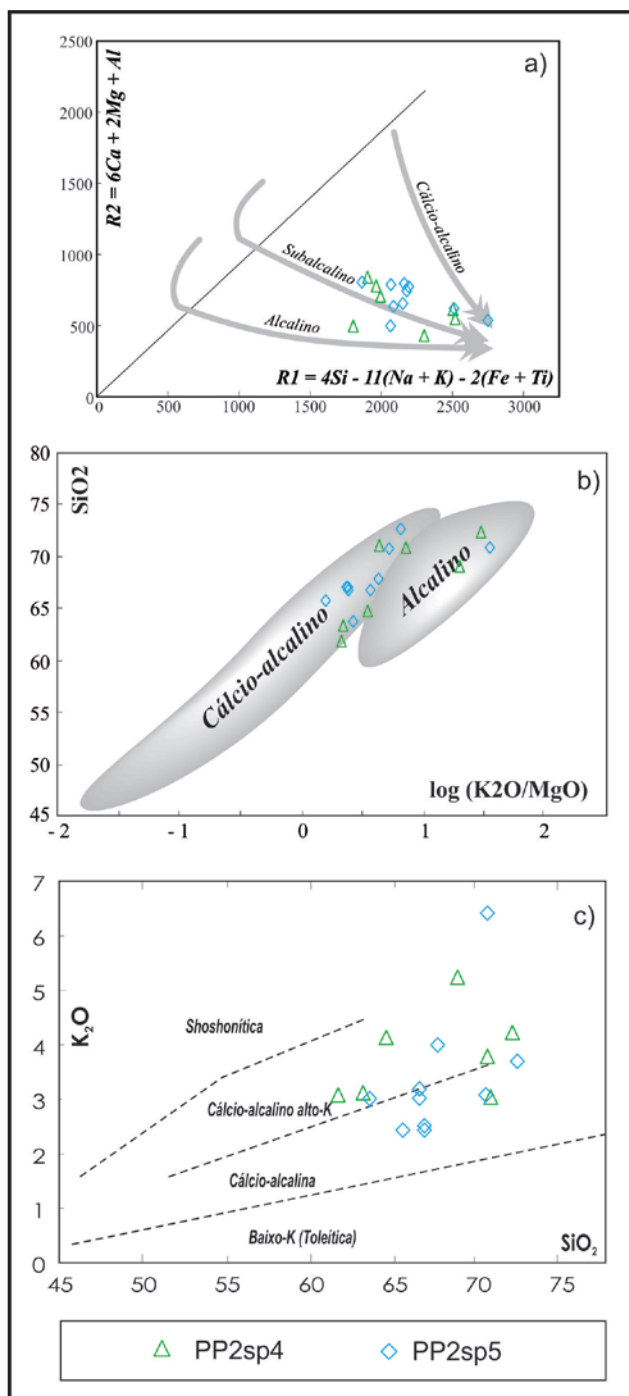


Figura 3.36 – Diagramas discriminantes litogeoquímicos para as unidades PP2sp4 e PP2sp5 do Complexo Serrinha-Pedro Velho: a) De La Roche et al. (1980); b) Rogers & Greenberg (1981) e c) Peccerillo & Taylor (1976) e Rickwood (1989).

mesocráticos a melanocráticos, textura fina a média, variações de equigranulares a inequigranulares e exibem feições de campo indicativas de *mixing* e *mingling* (Figura 3.40). Petrograficamente, são essencialmente compostos por plagioclásio, quartzo, anfibólio e biotita, ocorrendo K-feldspato e clinopiroxênio subordinadamente. Titanita, minerais opacos, epidoto, alanita, apatita e zircão constituem a mineralogia acessória. Secundariamente ainda ocorrem a saussurita e sericita, ambas produtos de alteração dos feldspatos.

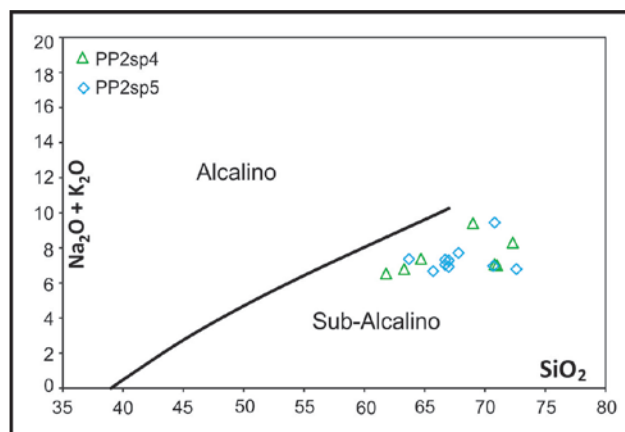
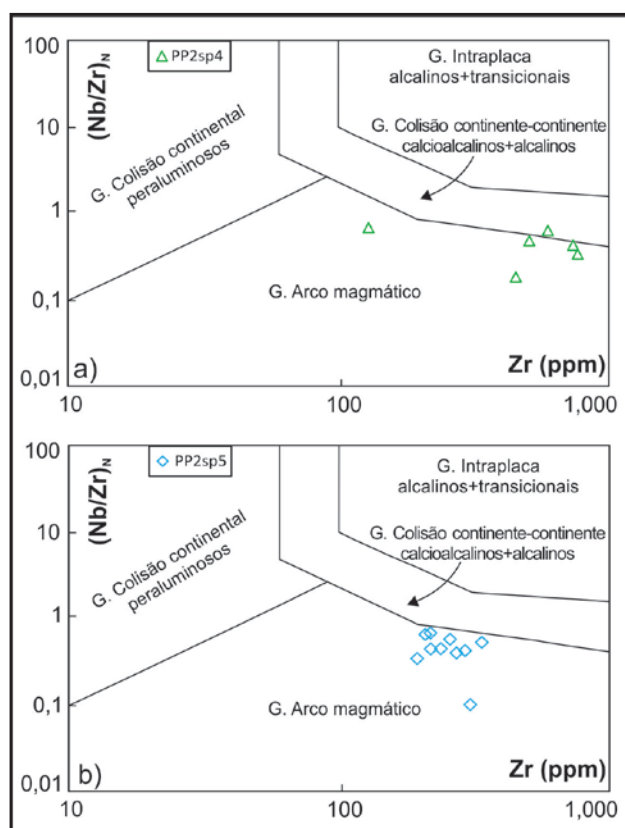


Figura 3.37 – Diagrama sílica versus álcalis com linha divisória de Irvine & Baragar (1971) para as unidades PP2sp4 e PP2sp5 do Complexo Serrinha-Pedro Velho.



Figuras 3.38 – Diagrama discriminante de ambientes tectônicos, segundo Thiéblemont & Tégéy (1994) para as unidades PP2sp4 (a) e PP2sp5 (b) do Complexo Serrinha-Pedro Velho. G = Granitos.

Nascimento et al. (2015) realizaram uma revisão das suítes magmáticas Ediacaranas a Cambrianas do Domínio Rio Grande do Norte, classificando as rochas da Suíte São João do Sabugi como de caráter metaluminoso e de afinidade geoquímica com as rochas da série shoshonítica. Com relação ao padrão dos elementos terras raras, esta suíte mostra um fraco a moderado fracionamento, com predomínio de anomalias negativas de Eu e eventualmente positiva. Ainda segundo Nascimento et al. (2015) esta unidade apresenta rochas do tipo transicional (transição cálcio-alcalina para alcalina ou subalcalina), de natureza ferromagnésiana.

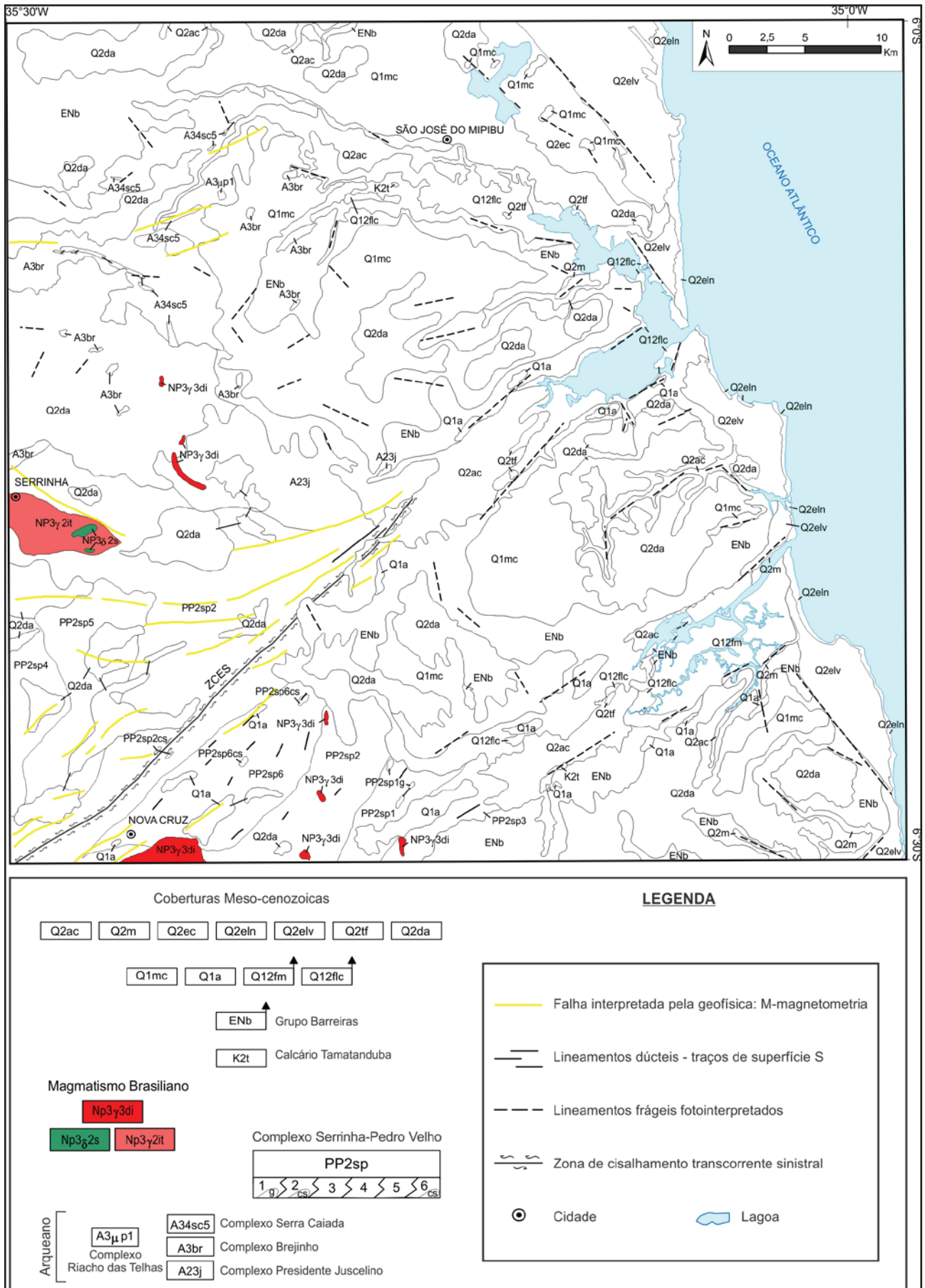


Figura 3.39 – Mapa geológico simplificado da Folha São José do Mipibu, ressaltando o magmatismo ediacarano.



Figura 3.40 – Enclave diorítico associado ao granito porfirítico de Serrinha. Afloramento MG-333, localidade de Marcelino (Santo Antônio/RN).

Leterrier *et al.* (1994) e Jardim de Sá (1994) dataram fácies da Suíte intrusiva São João do Sabugi, no Pluton de Acari, através do método U-Pb em zircão, e obtiveram idade similares de 579 ± 7 Ma. Dantas (1997) registra idade U-Pb, em zircão, de 599 ± 16 Ma para o norito de Poço Verde. Archanjo *et al.* (2013) obtiveram idades SHRIMP (U-Pb em zircão) de 595 ± 3 Ma em gabros do batólito de Totoró (RN) e nos termos dioríticos deste mesmo batólito Tororó (RN) idades de 597 ± 6 Ma. Nascimento *et al.* (2015), a partir dos dados disponíveis até o presente momento na literatura, mostraram que as idades obtidas para esta unidade variam de 579 ± 7 Ma a 599 ± 16 Ma.

3.3.2 - Suíte Intrusiva Itaporanga (NP3y2it)

Almeida *et al.* (1967) utilizaram o termo “Granitos tipo Itaporanga” para englobar um conjunto de rochas graníticas, sinorogênicas brasileiras, associadas a rochas máficas a intermediárias, com grande quantidade de cristais de feldspato potássico, ocorrente na Faixa Piacó-Alto Brígida. Posteriormente, Sial (1986), Mariano *et al.* (1996) e Ferreira *et al.* (1998) classificaram quimicamente os granitóides do tipo Itaporanga, que ocorrem nos diversos domínios da Província Borborema, como de afinidade calcialcalina de alto potássio, embora com ressalvas para algumas diferenças em termos de características mineralógicas e geoquímicas entre os diferentes segmentos crustais dos plútons. Recentemente, Nascimento *et al.* (2015) usaram para esta suíte a designação de suíte cálcio-alcálica de alto K porfirítica. Neste trabalho adota-se a denominação Suíte intrusiva Itaporanga utilizada por Angelim *et al.* (2004a, 2004b) e Kosin *et al.* (2004).

Esta unidade é representada na folha pelo plúton Serrinha que aflora no extremo oeste da área mapeada. Ocorre regionalmente na direção aproximada E-W, e é intrusivo em rochas gnáissicas do Complexo Serrinha-Pedro Velho. As rochas desta

unidade apresentam coloração cinza a rosa, são leucocráticas a mesocráticas, textura média a muito grossa, inequigranular a porfirítica (Figura 3.41), marcada pela presença de megacristais de feldspato potássico com até 10 cm. Estes cristais ocorrem inseridos numa matriz formada principalmente por quartzo, feldspatos, biotita e hornblenda, e subordinadamente titanita, minerais opacos, alanita, apatita, epídoto e zircão como acessórios. É comum observar, em amostras de mão, geminação Carlsbard e textura de zonação nos cristais de K-feldspatos. Composicionalmente variam de monzogranitos a sienogranitos.



Figura 3.41 – Aspecto de campo das rochas porfiríticas da Suíte Intrusiva Itaporanga relacionada ao Plúton de Serrinha. Afloramento MG-328, localidade Antôniozinho (Santo Antônio/RN).

Megacristais de K-feldspato potássico também ocorrem imersos em enclaves dioríticos evidenciando processo de mistura mecânica de magmas tipo *mingling*. Já a presença de rochas de caráter híbrido, denotadas por cristais de feldspato potássico ocorrendo disseminados na matriz diorítica dos enclaves sugere a atuação de processos de mistura do tipo *mixing*. Estas frequentes associações dos granitos porfiríticos com rochas dioríticas da Suíte São João do Sabugi, descritas anteriormente, bem como bordas côncavas/curvas de alguns enclaves, sugerem a coexistência e mistura de magmas (Figura 3.42).

Geoquimicamente, Dias (2006) classifica o granitoide porfirítico de Serrinha como tipicamente de afinidade subalcalina – cálcio-alcálica de alto K e os enclaves intermediários a máficos com afinidades shoshoníticas. Ainda segundo tal autor, as correlações da suíte plutônica neoproterozoica da região de Serrinha com um determinado ambiente tectônico, são mais consistentes com um contexto geotectônico pós-colisional.

Macedo *et al.* (1997) e Galindo (1982) realizaram datações no Plúton Serrinha, ambos, pelo método Rb-Sr a partir de uma isócrona em rocha total e obtiveram idades respectivamente de $603 \pm$



Figura 3.42 – Detalhe de megacristais de K-feldspatos imersos em enclaves dioríticos e bordas côncavas dos enclaves, evidenciando mistura magmática. Afloramento MG-333, localidade de Marcelino (Santo Antônio/RN).

22 Ma e 547 + 6 Ma. Mais recentemente, Dias (2006), através do método U-Pb datou o mesmo pluton e obteve uma idade de 575,8 + 2,7 Ma, interpretado como a idade de cristalização do corpo.

3.3.3 - Suíte intrusiva Dona Inês (NP3γ3di)

Denominação utilizada por Angelim *et al.* (2004a, 2004b) para designar as rochas plutônicas correspondentes àquelas da Suíte de Leucogranitos de Jardim de Sá (1994) e da Suíte Cálcio-alcalina de alto K Equigranular de Nascimento *et al.* (2015).

Na folha São José do Mipibu, esta unidade ocorre na forma de pequenos corpos e diques centimétricos a métricos intrusivos tanto nos litotipos arqueanos e riacianos (Figura 3.43) como também nos granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga. Composicionalmente, variam de sienogranitos a monzogranitos, de textura equigranular, fina a média, leucocráticos, possuindo coloração cinza a rosa (Figura 3.44).



Figura 3.43 – Dique granítico de espessura centimétrica da Suíte Intrusiva Dona Inês intrusivo em gnaisses do Complexo Serrinha-Pedro Velho. Afloramento MG-010, sítio Trigueiro (Nova Cruz/RN).



Figura 3.44 – Detalhe do monzogranito equigranular da Suíte Intrusiva Dona Inês. Afloramento MG-092, sítio Carnaúba (Nova Cruz/RN).

Frequentemente são observados xenólitos de rochas gnáissicas inseridos nas rochas desta unidade (Figura 3.45) e em alguns afloramentos observam-se ainda fraturas/falhas, bem como, diques de pegmatitos cortando esta unidade. Evidências de uma leve deformação dúctil é observada em apenas alguns poucos afloramentos, sendo a grande maioria das rochas isotrópicas, mostrando que possivelmente trata-se de rochas tardias à sequencia magmática do corpo de Serrinha.



Figura 3.45 – Xenólito de gnaisse em granito da Suíte Intrusiva Dona Inês. Afloramento MG-004, sítio Lapa (Nova Cruz/RN).

A mineralogia principal da rocha é constituída por biotita, quartzo, feldspato e k-feldspato. Alanita, titanita, epidoto, zircão, granada e minerais opacos ocorrem ainda como acessórios. Em lâmina, os cristais de plagioclásio ocorrem zonados, por vezes saussuritizados, e contendo inclusão de biotita, muscovita e zircão. Cristais de k-feldspato ocorrem em geral, como cristais subédricos a anédricos, apresentando microtextura pertítica e geminação no padrão xadrez. Os cristais de quartzo são essencialmente anédricos, intersticiais, mostrando eventualmente extinção ondulante. A mineralogia máfica é caracterizada principalmente por palhetas subédricas de biotita que eventualmente mostra-se transformada em clorita e muscovita.

De acordo com Nascimento *et al.* (2015), esta unidade compreende rochas transicionais entre os tipos metaluminosos e peraluminosos, enriquecidas em SiO₂ e com alta razão K₂O/Na₂O. Os elementos terra raras apresentam forte anomalia negativa de Eu. Ainda segundo tal autor, a natureza geoquímica desta unidade apresenta as variações subalcalina, transalcalina, monzonítica ou cálcio-alcalina de alto K.

Nascimento *et al.* (2015) detalharam as idades da literatura obtidas até o presente momento para esta unidade, apresentando valores entre 582 ± 5 Ma (diques no plúton Dona Inês) e 527 ± 8 Ma (plúton Cerro Corá). Tais autores ainda sugerem que a Suíte Intrusiva Dona Inês possui idades mais jovens que as idades obtidas para as demais suítes descritas no Domínio Rio Grande do Norte.

3.4 - SEDIMENTOS E COBERTURAS MESO-CENOZOICAS

Neste item serão descritas as rochas sedimentares, as quais ocorrem em toda porção leste e nas porções central e noroeste da área (compondo cerca de 70% da folha) e recobre todas as unidades arqueanas, paleoproterozoicas e neoproterozoicas presentes na área, Figura 3.46.

3.4.1 - Calcário Tamatanduba - Plataforma de Natal - (K2t)

Apesar de alguns estudos já terem sido realizados nos domínios das bacias marginais situadas entre Recife e o Alto de Touros, ainda existe uma dificuldade de interpretação e inclusive da ocorrência de suas unidades estratigráficas. Considerado o contexto apresentado para a cobertura sedimentar por Mabesoone & Alheiros (1988) a Folha São José de Mipibu estaria localizada na extensão da Bacia Potiguar (Figura 2.5). Para Lima Filho (1998) o limite entre a Bacia Potiguar e a Bacia da Paraíba é marcado pela Falha de Mamanguape estando a Folha São José de Mipibu situada neste contexto, na Bacia Potiguar (Figura 2.6). Todavia, no contexto apresentado por Barbosa *et al.* (2007), esta folha estaria situada na Plataforma de Natal, englobando a sub-bacia de Canguaretama e a porção sul da sub-bacia de Natal (Figura 2.7).

Lana & Roesner (1999a; 1999b) obtiveram o mapa de isópacas dos calcários da porção superior da faixa que corresponde as sub-bacias Canguaretama e Natal separando essa porção superior dos estratos da porção basal. Alguns autores sugeriram uma correlação da porção superior da sucessão sedimentar da Plataforma de Natal com a Formação Guamaré, que ocorre na Bacia Potiguar (Mabesoone *et al.* 1991; Mabesoone & Alheiros 1993; Campanha & Saad 1999; Lana & Roesner 1999b). Outros autores consideraram que os estratos da porção superior da sucessão sedimentar que recobre as sub-bacias Canguaretama e Natal seriam correlatos da Formação Itamaracá, devido a semelhanças litológicas (Feitosa

& Feitosa 1986; Feitosa *et al.* 2002; Barbosa *et al.* 2003; Barbosa 2004; Barbosa *et al.* 2004; Jardim de Sá *et al.* 2004; Barbosa & Lima Filho 2005; Barbosa *et al.* 2005a, 2005b; Hessel & Barbosa 2005a, 2005b). Lana & Roesner (1999a, 1999b) correlacionaram os calcários das sub-bacias Canguaretama e Natal como uma extensão da Formação Jandaíra.

Os trabalhos realizados em afloramentos na faixa entre o Alto de Mamanguape e a região de Natal revelaram que a porção superior desses depósitos consiste em estratos carbonáticos de plataforma rasa com forte influência de siliciclastos detríticos, cujas principais litologias são calcários com siliciclastos, arenitos calcíferos, margas e folhelhos (Campanha 1979; Campanha & Saad 1999; Mabesoone *et al.* 1991; Mabesoone & Alheiros 1993; Mabesoone & Silva 1991; Damasceno *et al.* 1984, 1986; Lana & Roesner 1999a, 1999b; Hessel & Barbosa 2005a, 2005b; Barbosa *et al.* 2005a, 2005b), porém com o aumento dos trabalhos realizados na região Barbosa *et al.* (2007) faz uma revisão acerca desta correlação.

Afloramentos existentes na região de Canguaretama-Pedro Velho, próximos à divisa entre Paraíba e Rio Grande do Norte, indicam que a porção superior desses estratos é caracterizada por estratos plataformais mistos depositados em uma rampa rasa sob condições de restrição e forte influência de siliciclastos (Barbosa *et al.* 2005a, 2005b). A fauna fóssil ali encontrada é dominada por moluscos gastrópodes e, todos os gêneros apresentam tamanho reduzido. A idade obtida através da identificação de alguns moluscos fósseis aponta para o período Campaniano-Maastrichtiano (Hessel & Barbosa 2005a, 2005b), com maior possibilidade de correlação com o Maastrichtiano, principalmente do oeste da África (Barbosa *et al.* 2007).

Barbosa *et al.* (2007) classifica estes depósitos como carbonáticos indivisos das sub-bacias Canguaretama e Natal com espessura máxima desse pacote superior, estimada para as regiões onde o embasamento está mais profundo, em torno de 135m.

Na Folha São José de Mipibu esta unidade superior descrita anteriormente por Barbosa *et al.* (2007) como depósitos carbonáticos indivisos foi denominada de Carbonato Tamatanduba. Feições cársticas são frequentemente observadas nas porções superiores dos afloramentos estudados. Ocorrem na porção sudeste da folha nas proximidades da escarpa do rio Curimataú, na forma de lajedos e pequenas pedreiras, bem como, na porção norte no leito do Rio Trairi, na forma de lajedos (Figura 3.46).

As rochas que afloram na porção sudeste da folha, nas proximidades da escarpa do rio Curimataú (região de Canguaretama-Pedro Velho) são compostas tipicamente por calcarenitos, calcilutitos e micritos, com ocasionais intercalações de argilitos (Figura 3.47). As camadas aflorantes de carbonatos apresentam espessura mínima de 40 cm e máxima de 90 cm formando relevos relativamente planos

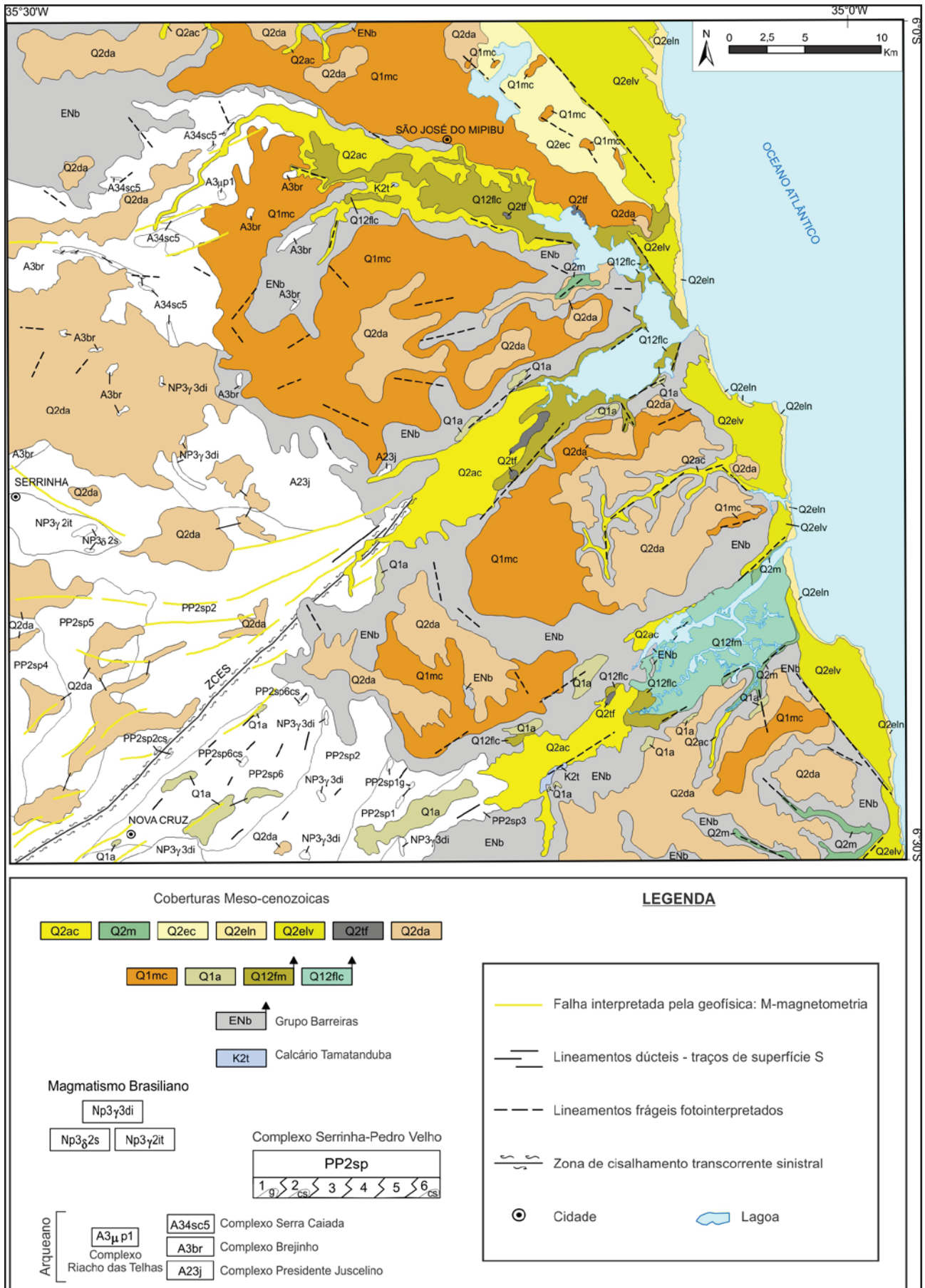


Figura 3.46 – Mapa geológico simplificado da Folha São José do Mipibu, ressaltando as unidades meso-cenozoicas.

com intercalações de camadas de argilas variando de 5 a 20 cm (Figura 3.47). As lâminas observadas são, em geral, arenitos com matriz carbonática, possivelmente dolomítica (apenas uma lâmina apresentou calcita espática) e em algumas lâminas a rocha é constituída apenas por carbonato micritico com raros grãos terrígenos, tendo sido denominada de micrito.

As camadas de calcarenitos são maciças, apresentam coloração creme, vestígios de porosidade vugular, sendo comum a presença de grãos de quartzo de tamanhos variáveis dispersos heterogeneamente na amostra de mão. Microscopicamente, a rocha possui granulometria variando na fração areia média a muito grossa, com grãos moderadamente selecionados, arredondamento variável, de muito angular a angular e esfericidade baixa. O contato fluante e pontual são aqueles que ocorrem com maior frequência. A composição mineralógica é constituída por grãos de quartzo, feldspato (plagioclásio), fragmentos de rocha metamórfica (quartzito), minerais opacos, epidoto e turmalina que comumente perfazem 20%, da rocha, Figura 3.48. O cimento é carbonático e constitui cerca de 80% da rocha. Em algumas destas camadas é possível observar a presença de fósseis (Figura 3.47).

As camadas de calcilutito apresentam-se maciças, coloração creme clara, sendo também possível observar vestígios de porosidade vugular. Petrograficamente, a rocha possui granulometria na fração areia fina, com grãos bem selecionados, arredondamento variável, de subangular a angular, e esfericidade baixa. O contato fluante é aquele que ocorre com maior frequência. A composição

mineralógica é constituída por grãos de quartzo, perfazendo cerca de 5% da amostra. O cimento é carbonático e constitui cerca de 95% da amostra.

Camadas de argilito friável e esverdeado com espessura de até 20 cm ocorrem intercaladas a estes calcarenitos e calcilutitos.

Na porção superior da coluna levantada na pedreirinha (localidade Tamatanduba) ainda ocorre uma camada de argilito, verde clara, bastante friável, espessura de 130 cm e com pouquíssima areia fina dispersa, que grada para uma camada de arenito constituído por areia fina com grânulos de quartzo dispersos, matriz argilosa, cor verde clara e espessura de 160 cm. No topo da coluna são observados arenitos constituído por areia média a grossa com grânulos e seixos dispersos (1 a 2 cm), subangulosos a subarredondados, matriz areno-argilosa, fortemente mosqueado/saprolitizado, possivelmente relacionados ao Grupo Barreiras (Figura 3.47).

A rocha que ocorre aflorando na porção norte, no leito do Rio Trairi apresenta coloração creme clara, amarelada e localmente cinza esbranquiçada. Na mineralogia foram observados cristais de calcita, extraclastos de quartzo, turmalina, além de óxidos e hidróxidos de ferro. Também foram encontrados fragmentos de bivalves com até 1,5 cm de comprimento. A granulometria dos extraclastos varia de areia fina a grossa, com raros grânulos, sendo mal selecionados. Não foram observadas estruturas sedimentares.

Microscopicamente a rocha apresenta 5% de aloquímicos (bioclastos; fragmentos de bivalves),

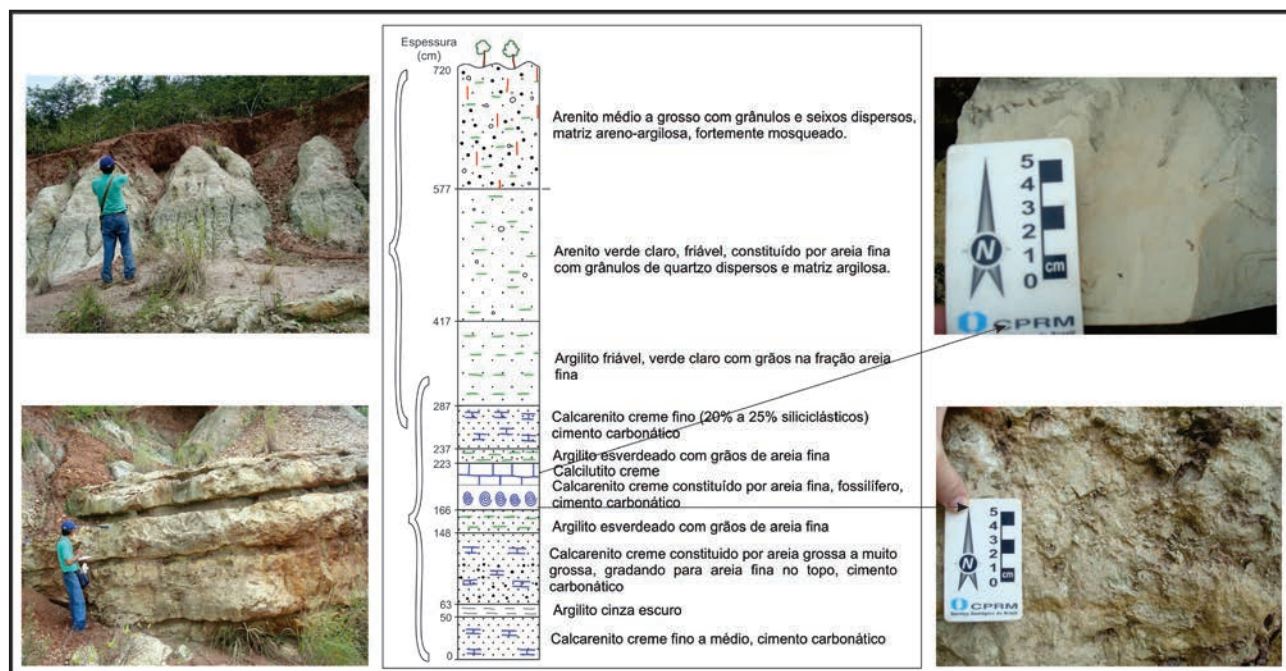


Figura 3.47 – Seção colunar levantada na pedreirinha da localidade Tamatanduba. No lado esquerdo observar a visão geral da seção levantada e no lado direito foto detalhe do calcarenito e do calcilutito selecionados para laminação. Afloramento MG-038 (Canguaretama/RN).

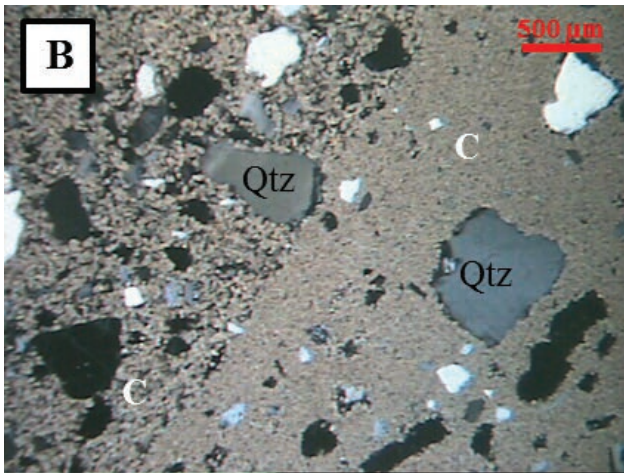


Figura 3.48 – Calcarenito com grãos de quartzo e matriz carbonática de Tamatanduba. Foto com nicóis cruzados. Afloramento MG-038, sítio Tamatanduba (Canguaretama/RN).

Figura 3.49, e 55% de ortoquímicos (calcita) em forma de cimento preenchendo espaço intergranular, como mosaico espático irregular, com forma cristalina equante, parcialmente dolomitizado e localmente, nota-se, substituição por material ferruginoso. Identifica-se a presença de 40% de extraclastos (quartzo, plagioclásio, K-feldspato, turmalina, minerais opacos, muscovita e zircão). Observa-se porosidade dos tipos fratura, intercrystalina e canal. As fases diagenéticas observadas são a compactação mecânica, cimentação e substituição (dolomitização e oxidação). Segundo a classificação de Dunham (1962) esta rocha caracteriza-se como carbonato cristalino extraclástico.

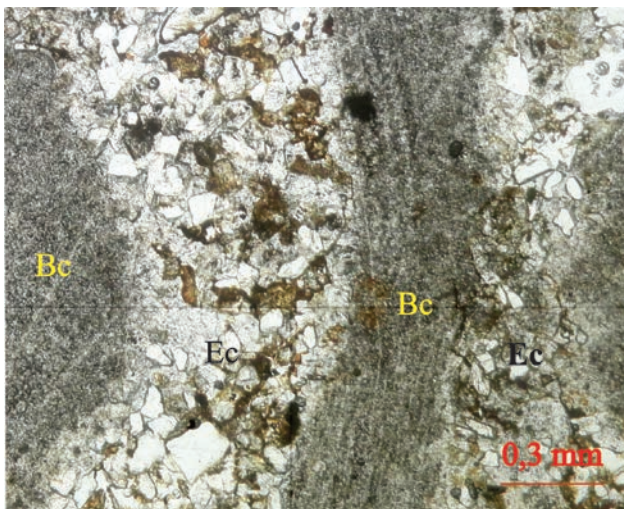


Figura 3.49 – Detalhe em lâmina dos fragmentos de bioclastos (Bc) e extraclastos (Ec). Foto com nicóis paralelos. Afloramento MG-294, leito do rio Trairi (São José de Mipibu/RN).

3.4.2 - Grupo Barreiras (ENb)

Os depósitos do Grupo Barreiras ocorrem na forma de tabuleiros em uma ampla faixa do litoral

brasileiro, que vai desde o Estado do Amapá até o Rio de Janeiro. O grupo vem sendo caracterizado por arenitos e conglomerados, de cores variadas, matriz argilosa, ocorrendo fortemente lateritizado ao longo de toda costa.

Diversos estudos foram realizados objetivando o entendimento do ambiente deposicional destas rochas do Grupo Barreiras. Araújo (2006) e Rossetti (2006) sugeriram que os sedimentos do Barreiras foram depositados em um sistema fluvial entrelaçado, associado a leques aluviais, com influência de marés na porção mais distal do sistema. Para Menezes *et al.* (1998), Araújo *et al.* (2006) e Morais *et al.* (2006) estes depósitos estão relacionados a sistema fluvial meandrante a estuarino. As análises de fácies nas rochas do Grupo Barreiras, realizadas nos estados do Pará, Maranhão, Bahia e Paraíba sugerem evidências do Grupo Barreiras em ambientes marinhos rasos e litorâneos (Rossetti 2006).

Divergências importantes existem em relação à idade desta unidade, sendo normalmente aceito no intervalo entre o Mioceno e o Plio-Pleistoceno. Lima (2008), a partir de datação de óxidos de manganês ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) e óxidos/hidróxidos de ferro supergênicos ((UTh)/He) atribui idade de deposição no intervalo entre 22 e 17 Ma para os sedimentos do Grupo Barreiras. Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo *et al.* (1988) que através de estudos palinológicos posicionaram a parte inferior da Grupo Barreiras no Mioceno Inferior a médio na região norte do Brasil (Pará e Maranhão).

O Grupo Barreiras na área da folha apresentam-se principalmente no extremo noroeste e nas bordas dos grandes vales (Trairi, Jacú e Curimataú), sendo recoberto pelos Depósitos Marinhos e Continentais Antigos, Depósitos Aluvionares Antigos, bem como pelos Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, Figura 3.46. Ocorrem na forma de falésias, cortes de estradas, jazidas para retirada de cascalho laterítico, pisos de estradas, entre outras formas. O Grupo Barreiras é composto por conglomerados e arenitos, com matriz argilosa, e comumente tem-se a presença de níveis ou camadas intercaladas de siltitos e argilitos (Figura 3.50). Falhas NE e NW são frequentemente observadas cortando esta unidade nos diversos afloramentos visitados. Esta unidade apresenta cores variadas dadas pelo processo de lateritização e em diversos afloramentos é possível identificar preservados os horizontes do saprólito, zona mosqueada e do ferricrete do perfil laterítico.

Microscopicamente os arenitos apresentam granulometria variando de areia fina a grossa e raros grãos na fração areia muito grossa, pobremente selecionados, arredondamento variável, de muito angular a subarredondado e esfericidade moderada a baixa. Os contatos flutuantes e pontuais são aqueles que ocorrem com maior frequência, sendo raros os contatos retos ou longos, o que confere à rocha um empacotamento frouxo. Texturalmente é considerada como sendo submatura. A composição

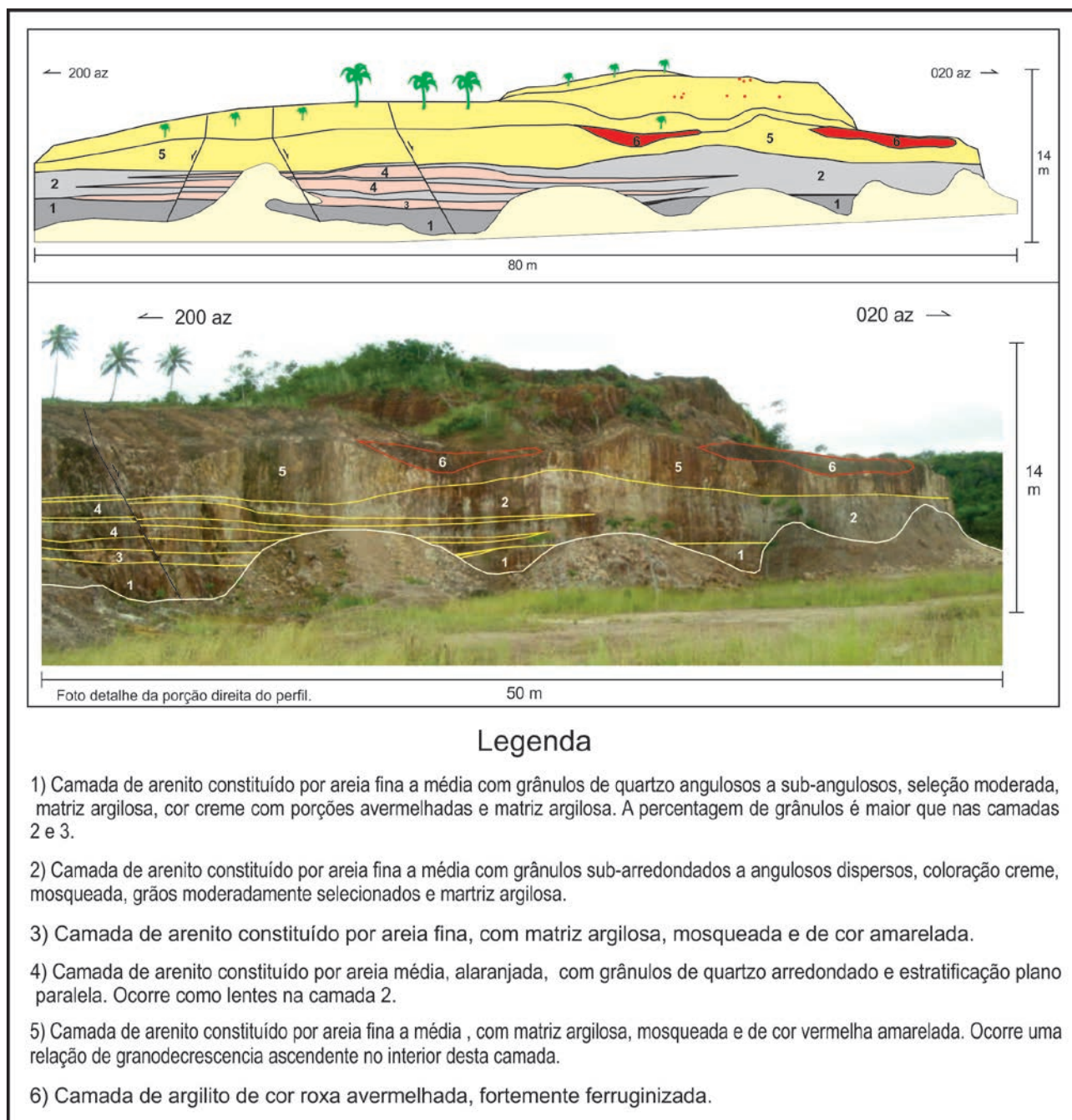


Figura 3.50 – Perfil geológico em corte do Grupo Barreiras mostrando camadas de arenitos intercaladas, com lentes de argilitos. Falhas normais são observadas afetando os arenitos desta unidade. Afloramento MG-053, sítio Maranhão do Albuquerque, Canguaretama/RN.

mineralógica é constituída predominantemente por grãos de quartzo (97%), o que lhe confere uma maturidade mineralógica madura. Ocorrem em menor percentagem, minerais opacos, feldspato, epidoto, turmalina, zircão e fragmentos de rocha metamórfica (comumente prefazem 3%); O cimento é composto por minerais de composição ferruginosa (hematita e goetita). Estes minerais ocorrem preenchendo espaços intergranulares ocupando, por vezes, cerca de 20 a 40% da composição da rocha, sob a forma “pore lining” (formando uma cutícula envolvendo os grãos do arcabouço) e “pore filling” (ocorrendo como preenchimento dos poros).

3.4.3 - Depósitos Aluvionares Antigos (Q1a)

Esta unidade, que ocorre nas bordas dos grandes vales, corresponde, entre outras denominações, as unidades anteriormente descritas como Terraços Aluvionares (Fonseca, 1996), Paleocascalheira (DNPM 1998) e Sedimentos Aluvionares (Ferreira *et al.* 2001). Mais recentemente Bezerra *et al.* (2009 e 2014) e Moura Lima *et al.* (2010) já utilizando a denominação Depósitos Aluvionares Antigos caracterizaram esta unidade como constituídas principalmente por conglomerados e arenitos, na forma de camadas com espessuras decimétrica a métrica, que se intercalam

e apresentam estrutura de granodecrescência ascendente. A idade de deposição por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) variam de aproximadamente 325 Ka a 13 Ka. Estas idades são semelhantes às idades pleistocênica de 30.190 ± 370 Ka obtidas por Silva (1991) para os depósitos pós-Barreiras no delta do rio Açú. Ainda segundo Bezerra *et al.* (2009) e Moura Lima *et al.* (2010) a área estudada é uma região com amplos indícios de reativações recentes de falhas, com estruturas de liquefação possivelmente associada a eventos sísmicos.

Estes sedimentos são encontrados principalmente nas bordas dos grandes vales dos rios Jacú e Curimataú (Figura 3.46), em cortes de estradas, pequenos morros e em barrancos de rios. Estão atualmente sendo explorados para utilização na pavimentação de estradas. Ocorrem depositados em contato discordante sobre o Complexo Serrinha-Pedro Velho e sobre o Grupo Barreiras.

Os depósitos aluvionares antigos são constituídos por conglomerados, arenitos e argilitos que se intercalam numa relação de granodecrescência ascendente, denotando uma variação de energia durante a deposição destes sedimentos (Figura 3.51). São rochas muito pouco compactadas e a espessura total destas camadas pode atingir até 20 m, como observado em algumas áreas de exploração

na região de Canguaretama/RN (Figura 3.52).

A litofácies conglomerática possui espessura de até 6 m e apresenta cores avermelhadas, arroxeadas e amareladas, dadas pelos processos de alteração intempérica. O arcabouço é constituído principalmente por fragmentos de quartzo, calcedônia, feldspato, fragmentos de crosta laterítica, arenitos, gnaisses e pegmatitos, todos dispersos numa matriz areno-argilosa (Figura 3.53). O grau do selecionamento é pobre evidenciado pela presença dos blocos, seixos e grânulos sustentados pela matriz. As frações maiores (blocos) possuem tamanho com até 15 cm, são sub-arredondados a arredondados e possuem média a baixa esfericidade, entretanto os seixos (1-2 cm) e grânulos são constituídos basicamente por quartzo sub-angulosos e de baixa esfericidade.

A litofácies arenítica é constituída principalmente por quartzo, e em menor proporção, feldspatos e fragmentos líticos. A seleção destes arenitos é pobre, com granulometria variando de areia fina a muito grossa, com seixos e grânulos dispersos numa matriz argilo-arenosa. Os seixos e grânulos são sub-angulosos a sub-arredondados e possuem esfericidade baixa. O arenito apresenta uma espessura de até 15 m, com alguns níveis de seixos de quartzo com até 50 cm de espessura, ocorrendo intercalados. Foram observadas no topo

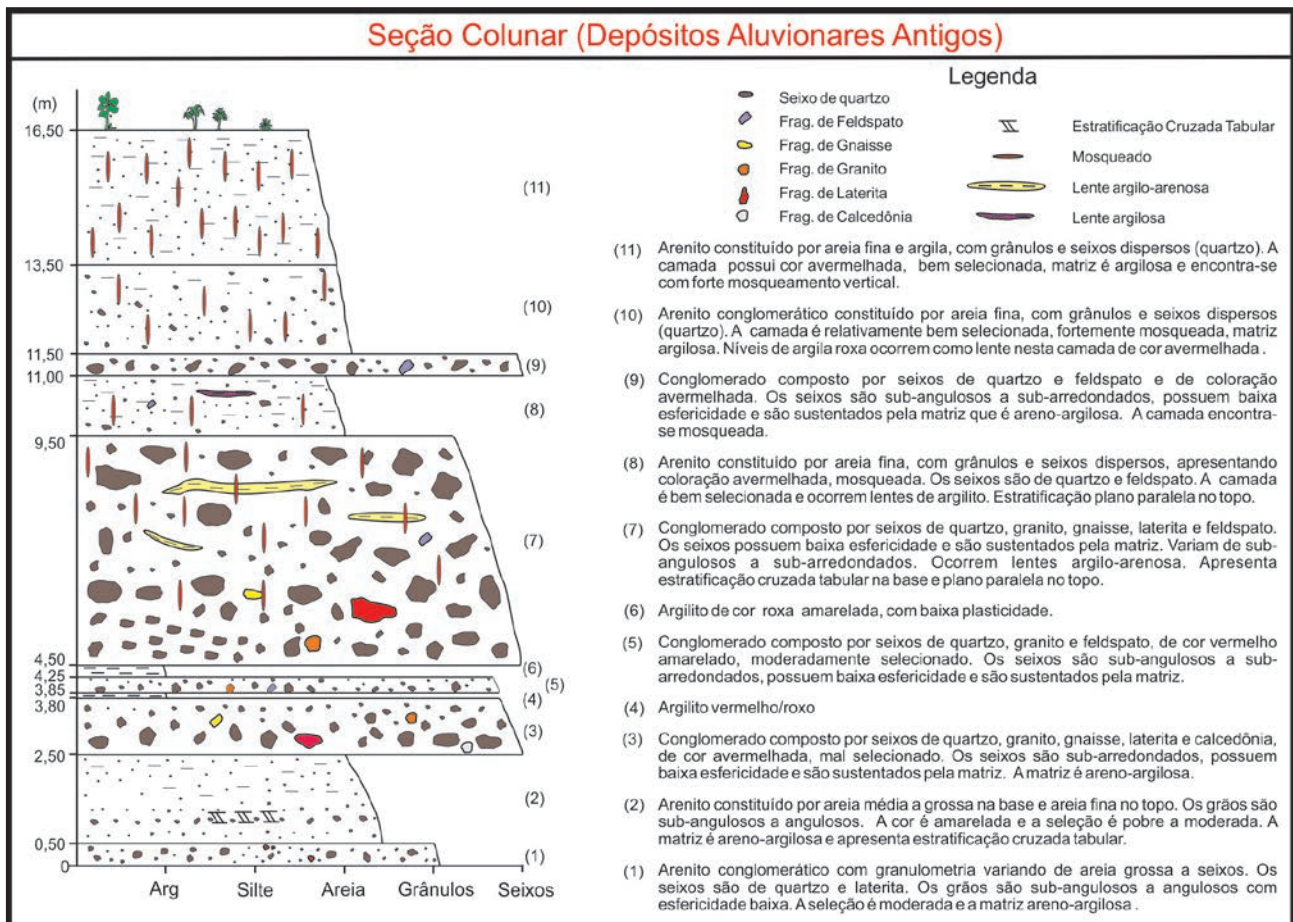


Figura 3.51 – Conglomerados, arenitos e argilitos que se intercalam numa relação de granodecrescência ascendente, denotando uma variação de energia durante a deposição destes sedimentos. Seção colunar, afloramento MG-030, sítio Arari (Canguaretama/RN).



Figura 3.52 – Aspecto de campo dos arenitos e conglomerados dos Depósitos Aluvionares Antigos. Afloramento MG 030, sítio Arari (Canguaretama/RN).

destes pacotes estratificações plano paralelas, já nas porções de contato com o conglomerado basal foram medidas estratificações cruzadas que indicam sentido de paleocorrente para NE. No topo do pacote de arenito foi observada uma forte alteração supergênica com o desenvolvimento de zonas mosqueadas dando as camadas uma variação de cores (vermelha, roxa e amarela).

A litofÁCie argilítica possui uma coloração roxa, com algumas porções avermelhadas, espessura variando de 25 cm a 1 m e apresenta baixa plasticidade. Esta litofÁCie ocorre acima das camadas de arenito e na forma de lentes.

Os estudos realizados até o presente momento permitiram caracterizar estes depósitos como resultantes de processos deposicionais fluviais, com variações significativas de energia. Apesar de apresentarem características texturais e mineralógicas semelhantes ao Grupo Barreiras foi possível separar estas unidades na folha proporcionando um melhor entendimento da evolução do cenozoico.



Figura 3.53 – Detalhe do nível conglomerático dos Depósitos Aluvionares Antigos mostrando no seu arcaouço seixos de quartzo e fragmentos de crosta laterítica. Afloramento MG030, sítio Arari, (Canguaretama/RN).

3.4.4 - Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos (Q1mc)

Rossetti *et al.* (2011a, b), em trabalhos realizados na região nordeste, caracterizaram duas unidades sedimentares depositadas na região após deposição e lateritização do Grupo Barreiras, denominadas de Pós-Barreiras 1 (PB1) e Pós-Barreiras 2 (PB2). Neste trabalho, a unidade PB1 foi denominada de Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos, já a unidade PB2 de Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos. Segundo Rossetti *et al.* (2011a) a idade de deposição dos depósitos (PB1), obtidas por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), mostraram dois grupos distintos com intervalo de $74.8 \pm 9.3\text{Ka}$ a $30.8 \pm 6.9\text{Ka}$ e de 28.0 ± 4.0 a 15.1 ± 1.8 Ka. Idades similares foram obtidas, pelo mesmo método, por Gandini *et al.* (2014) na mesma unidade PB1, na região da praia de Tambaba/Paraíba, apresentando range variando de 60.0 ± 1.4 Ka a 15.1 ± 1.8 Ka.

Na Folha São José do Mipibu esta unidade aflora com espessura de até 3 m, principalmente na porção central, norte e com algumas ocorrências na porção sudeste, Figura 3.46. A sua identificação foi facilitada a partir da abertura/melhorias de estradas na região como, por exemplo, a BR101, bem como a estrada que liga a BR101 a Pipa. Geralmente ocorre em corte de estradas, ravinas e em áreas de exploração dos cascalhos lateríticos do Grupo Barreiras, onde são retiradas as camadas das areias e dos arenitos para chegar no cascalho laterítico da base deste depósito.

A unidade Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos trata-se de um arenito fino a grosso, com grânulos dispersos, matriz areno-argilosa e de coloração creme a amarelada (Figura 3.54). A composição mineralógica é constituída por grãos de quartzo, opacos, turmalina, plagioclásio, estauroilita, zircão e titanita. Em alguns locais ocorrem níveis mais conglomeráticos apresentando seixos de quartzos e fragmentos de crostas lateríticas (Figura 3.55). É observado ainda um processo de ferruginização incipiente e, em alguns afloramentos, foram observados possíveis registros de icnofósseis. Gandini *et al.* (2014) descreve detalhadamente a presença destes icnofósseis na região da praia de Tambaba/Paraíba.

Em lâmina, o arenito possui granulometria variando de areia fina a grossa, com grãos pobremente a moderadamente selecionados, arredondamento variável, de angular a subarredondado, e esfericidade baixa. O contato flutuante é aquele que ocorre com maior frequência, sendo comum o contato pontual e raro o côncavo-côncavo, o que confere à rocha um empacotamento frouxo. A composição mineralógica é constituída predominantemente por quartzo, o que lhe confere uma maturidade mineralógica.

Recobrimdo estas unidades ocorrem os depósitos arenosos e areno-argilosos caracterizados



Figura 3.54 – Arenito de cor creme amarelada associado aos Depósitos Marinho e Continentais Antigos, sendo recoberto por areias esbranquiçadas (Q2da). Afloramento MG-125, estrada nova para Pipa (Tibau do Sul/RN).



Figura 3.55 – Detalhe de nível conglomerático constituído por seixos de quartzos e fragmentos de crostas lateríticas. Afloramento MG-134, estrada nova para Pipa (Tibau do Sul/RN).

por sedimentos inconsolidados de coloração cinza a esbranquiçada, sendo comumente encontrados na forma de bolsões arredondados nos Depósitos Marinho e Continentais Antigos possivelmente associados a processos deformacionais.

3.4.5 - Depósitos Flúvio-Marinhos (Q12fm)

Autores como Souza (2004), Correia e Sovierzoski (2005), Araújo *et al.* (2006), Maia Dantas (2009), Varela *et al.* (2009), entre outros, caracterizaram tais depósitos como sendo constituídos por uma areia lamosa/lama arenosa rica em matéria orgânica. Por sua vez, para Bezerra *et al.* (2009, 2014), esses depósitos teriam alto teor de carbonato de cálcio e matéria orgânica, sendo constituídos por areia fina a silte pobremente selecionados. Segundo estes últimos autores, tais depósitos ocorreriam em áreas atrás de esporões arenosos e ilhas de barreiras de forma tal que, estariam protegidos da energia que atua nos processos costeiros.

De acordo com Medeiros *et al.* (2010) e Angelim *et al.* (2006) estes depósitos são constituídos por sedimentos acumulados do Pleistoceno ao Holoceno e resultantes de processos subaquosos fluviais e marinhos que chegam, inclusive, a formar ilhas nos baixios dos grandes rios. A composição desses sedimentos, segundo tais autores, é de areia fina, esbranquiçada, quartzosa e texturalmente madura.

Vital *et al.* (2014), descrevendo tais depósitos, classificam os mesmos como resultado das interações entre marés e rios e que, enquanto as marés geram sedimentos siltico-argilosos, escuros e com restos vegetais os rios carregam sedimentos areno-quartzosos os quais, normalmente, são retrabalhados por ondas quando entram nos domínios das marés. O resultado dessas interações são camadas que se intercalam entre areia muito fina cinza esverdeada e argilas. Tais depósitos mostram altas concentrações em carbonatos e matéria orgânica. Conchas em posição de vida, seus fragmentos e clastos de lama também estão presentes. Segundo tais autores, os depósitos flúvio-marinhos possuem profundidade mínima de 4 m e são impermeáveis, condição que impede a contaminação de aquíferos profundos.

Na Folha São José de Mipibu os depósitos flúvio-marinhos ocorrem na região estuarina do baixo curso do rio Curimataú próximo às cidades de Vila Flor, Canguaretama e Baía Formosa/RN (Figura 3.46), sendo constituídos por areias finas a médias, siltes e argilas laminadas, ricas em matéria orgânica com ocorrência de bioturbações (Figura 3.56).



Figura 3.56 – Aspecto de campo das areias ricas em matéria orgânica dos Depósitos Flúvio-marinhos. Afloramento MG-311, localidade Estrela (Baía Formosa/RN).

3.4.6 - Depósitos Flúvio-Lacustrinos (Q12flc)

De acordo com Angelim *et al.* (2006) estes sedimentos são constituídos tanto por depósitos de barra de pontal originados em regime meandrante que depositam areia fina a média intercalada com pelitos, quanto por depósitos de transbordamento de planície de inundação com abundância de material siltico-argiloso.

Para Amaral *et al.* (2012), os depósitos flúvio-lacustrinos são constituídos por areia fina, silte, argila, restos vegetais decompostos e bioclastos dispersos além de, ocasionalmente, areia grossa de algumas lagoas. Estes depósitos, na concepção destes autores, também seriam resultantes do transbordamento de rios nas planícies de inundação.

Bezerra *et al.* (2009) e Vital *et al.* (2014) apresentaram os depósitos flúvio-lacustrinos como constituídos por areias finas, silte e argilas, porém associados à lagoas existentes nas respectivas áreas de estudo. Citam ainda a presença de areias e grânulos, ocasionalmente seixos, quando próximos à área fonte. Tais autores ainda comentam sobre a presença de restos vegetais e bioclastos no fundo de algumas lagoas, associados a estes depósitos.

No trabalho realizado na Folha São José de Mipibu, estes sedimentos foram caracterizados como sendo constituídos por areias finas, silte e argilas. Misturados a esses sedimentos observa ainda a presença de matéria vegetal decomposta e, ocasionalmente areias grossas em algumas lagoas.

No rio Trairí, nesse tipo de depósito, predominam argilas cinza, maciça, média a alta plasticidade onde a presença de areia é pequena, com algum material areno-siltoso em sua composição (Figura 3.57). É possível ver ainda material orgânico decomposto ou em processo de decomposição. Todavia, em um dos locais de exposição, mais precisamente na localidade de Belém em Nísia Floresta/RN ocorre uma argila, altamente plástica, maciça, de cor preta que tem sido muito usada na fabricação de telhas e tijolos. No rio Jacu, os depósitos flúvio-lacustrinos são bastante semelhantes aos encontrados no rio Trairí, sendo encontradas argilas cinza (clara a escura), em alguns locais maciças e plásticas, enquanto em outros, sedimentos mais arenosos. Por fim, no rio Curimataú, a predominância é das argilas pretas, maciças e/ou arenosa, com elevada plasticidade, fortemente coesa, contendo material orgânico em decomposição.

3.4.7 - Depósitos de Turfeiras (Q2tf)

Depósitos deste tipo são formados pela decomposição de restos vegetais tais como algas, plantas aquáticas, gramíneas, juncos e árvores, entre outros, em lagoas rasas ou rios sinuosos e com baixo declive. Nestes locais, bactérias anaeróbias, durante milhares de anos, decompõem esse material, transformando-os em turfeiras (Caldasso *et al.* 1981; Toledo 1999; Moraes 1984, 2001; FAPERN 2005; Angelim *et al.* 2006; Medeiros *et al.* 2010; entre outros).

Durante a realização do Projeto Turfa do Nordeste Oriental (Caldasso *et al.* 1981) foram mapeadas turfeiras em diversos rios nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Mais especificamente, no Rio Grande do Norte, no



Figura 3.57 – Aspecto de campo da argila cinza, com material areno-siltoso na composição. Afloramento MG-093, leito do rio Trairí na Fazenda Luis Carlos (Canguaretama/RN).

âmbito da Folha São José de Mipibu, essas turfeiras foram encontradas nos três grandes rios (Trairí, Jacu e Curimataú), além do rio Guaju, na fronteira desse estado com a Paraíba. Segundo aqueles autores, a turfa encontrada teria uma textura fibrosa a fibrolenhosa, esponjosa, de cor acastanhada, saturada em água e com variados percentuais de argila em sua composição.

Turfeiras estudadas por Moraes (2001) e, posteriormente, por Amaral *et al.* (2012) na região do baixo vale dos rios Maxaranguape e Ceará Mirim revelaram camadas de turfa localmente aflorantes, embora soterradas em sua maior extensão por um fino capeamento de argila e matéria orgânica que varia em torno de 2 m de espessura. São depósitos que assumem formas e dimensões variadas com espessuras variando entre 0,2 m e 12 m, com média de 1 a 2 metros de espessura.

É importante ressaltar que Bezerra *et al.* (2003a) datou conchas de bivalves encontradas em turfeiras na região de Rio do Fogo/RN encontrando valores em torno de 3.960 a 3.400 anos.

O mapeamento realizado na Folha São José de Mipibu, à exemplo dos mapeamentos realizados por, Caldasso *et al.* (1981), Moraes (1984 e 2001) e Amaral *et al.* (2012), identificou diversos afloramentos ao longo desses quatro rios (Trairí, Jacu, Curimataú e Guaju), assim como também nos rios Baldum e Catu. As turfeiras encontradas, de modo geral, são acastanhadas e com restos vegetais carbonizados. O solo onde se encontram varia do cinza escuro ao preto, a depender da quantidade de argila, silte ou areia presente.

No rio Trairí foram identificados sete (07) locais onde as turfeiras foram encontradas na superfície (Figura 3.58), porém, no contexto geral, elas encontram-se soterradas sob uma camada de argila cinza que varia de 1 m a 2 m de profundidade. Por sua vez, no rio Jacu, cinco (05) afloramentos de turfeiras foram identificados. À exemplo do rio Trairí, estes depósitos encontram-se soterrados em profundidades

de 1 m a 2 m por material areno-argiloso, cinza, localmente maciço, abundante em matéria orgânica em decomposição e com restos vegetais.

Exposições de turfeiras também foram identificadas ao longo do rio Curimataú, num total de quatro (04) pontos. Esses locais foram expostos por escavações diversas em torno de 1 m de profundidade. O material sobre as turfeiras é uma argila cinza escura a preta e relativamente abundante em matéria orgânica em decomposição. Vestígios de material carbonizado podem ser observados em alguns poucos locais.

Os afloramentos de turfa identificados nos rios Guaju, Baldum e Catu, a exemplo dos demais rios, também estão soterrados sob uma camada de argila cinza escura a preta numa espessura que varia de 1 m de argila.



Figura 3.58 – Detalhe das turfas aflorantes na Folha São José do Mipibu. Afloramento MG-288, localidade Ilha (Nísia Floresta/RN).

3.4.8 - Depósitos de Mangue (Q2m)

Na década de 1980, Caldaso *et al.* (1981), Bittencourt *et al.* (1983), entre outros, descreveram esses depósitos como sendo constituídos por argila, silte, areia fina e restos orgânicos. Caldaso *et al.* (1981), ainda incluiu nessa descrição carapaças de diatomáceas e espículas de espongiários, denominando-os de depósitos euxínicos (pobres em O₂ e ricos em H₂S) de mangue e de vasas.

Posteriormente, Lucena (1999 e 2005) a partir de estudos realizados próximos à desembocadura do rio Trairí, associou a flora (composta predominantemente por *Rhizophora mangle*), a fauna e o odor característico (ovo podre) resultante do processo de decomposição de resíduos (Vasconcelos *et al.* 2003; Correia e Sovierzoski 2005; Parejo 2007), a sua descrição de manguezal, acrescentando que o depósito propriamente dito seria constituído por uma base de lama escura e, em direção à praia, ocorreria o aumento de areia. Lucena (1999 e 2005) e Cunha (2004) associam a origem desses depósitos à evolução paleogeográfica dos estuários, nos quais os sedimentos foram preenchendo depressões e

reentrâncias morfológicas. Flutuações no nível do mar e efeito das correntes de marés seria outro fator associado à origem dos depósitos de mangue, conforme Lucena (1999 e 2005).

Melo (2000) conduziu estudos na lagoa de Guaraira (Tibau do Sul/RN), e observou que os mangues existentes estariam diretamente relacionados a ambientes de intermaré, sob influência das marés e correntes associadas assim como ao aporte de sedimentos provindos de rios próximos, como o Trairí e o Jacu. Os depósitos resultantes seriam constituídos por uma lama rica em matéria orgânica e, medida que se aproxima da zona de praia, um aumento na quantidade de areia. Por outro lado, para Dominguez *et al.* (1990), Silva (2004), Lima (2008), Maia Dantas (2009), Minora *et al.* (2010), Silva (2014), entre outros, os mangues seriam ambientes com posicionamento geográfico restrito, sujeitos a ação das marés, com solo (lamoso e escuro), fauna e flora característica tendo seus depósitos constituídos por argila e silte, salinizados. Cunha (2004) cita ainda que os sedimentos que constituem tais depósitos seriam lamacentos (85% seriam frações menores que 0,062 mm) com matéria orgânica (folhas, restos de troncos e raízes) em elevadas quantidades.

A partir de estudos realizados na Folha Macau, Bezerra *et al.* (2009) sugerem que estes depósitos seriam protegidos por cordões litorâneos e compostos por lamas orgânicas com argila, silte e areia fina, bioturbadas pela ação de crustáceos e moluscos. Para estes autores, a diferença entre depósitos flúvio-marinhos e depósitos de mangue, seria que estes últimos teriam matéria orgânica em maior proporção do que aqueles, além de possuírem uma biota típica composta por crustáceos, moluscos e vegetação mixohalina (vegetação em águas com salinidade dominada por sais de cloreto de sódio com valores entre 0,5 e 30,0 g/l).

Mais recentemente, Vital *et al.* (2014) associou depósitos de mangues mapeados na Folha Jandaíra a ecossistemas florestais costeiros situados na região de intermaré e, portanto, sob influência do mar. Tais depósitos teriam uma composição areno-siltosa a argilosa, exibindo gretas de contração e crostas de sais, além de uma cobertura formada por tapetes algais. Matéria orgânica viva, biodetrítica e intensamente bioturbadas estariam presentes.

A Folha São José de Mipibu propriamente dita tem seus mangues e respectivos depósitos sedimentares localizados nos estuários dos rios Baldum (quadrante nordeste) e Curimataú, Outeiro, Pau Brasil e Guajú todos no quadrante sudeste, Figura 3.46. Os sedimentos encontrados nestes depósitos são de coloração negra, grãos variando de silte a argila, ricos em matéria orgânica (Figura 3.59), fortemente bioturbados e colonizado por ostras. Observa-se um aumento na quantidade de areia à medida que se aproxima da praia, como visto por Melo (2000) em mangues no complexo lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guarairás.



Figura 3.59 – Aspecto de campo dos depósitos de mangue, rio Curimataú, Vila Flor/RN.

3.4.9 - Recifes Arenosos (Q2ra)

Recifes arenosos, *beachrocks*, arenitos de praia, são todos sinônimos para formações rochosas que ocorrem ao longo da costa de vários estados do litoral nordestino, assim como na costa do Estado do Rio Grande do Norte.

Ao longo dos anos diversos autores (Branner 1904; Heath 1915; Oliveira *et al.* 1990; Bezerra *et al.* 2003b; Santos *et al.* 2007; Cabral Neto *et al.* 2006 e 2011; Cabral Neto *et al.* 2014; Ferreira Júnior *et al.* 2011a, 2011b e 2011c; Oliveira 2012 e 2014; entre outros) estudaram os recifes arenosos definindo características texturais, composicionais e estruturais, assim como localização, biota e dimensões.

Mais recentemente, no estudo desses recifes arenosos (*beachrocks*) na costa do Rio Grande do Norte, Vital *et al.* (2006), destacaram que o paralelismo e a intermitência de tais rochas em relação à linha de costa mudariam o padrão de arrebatamento das ondas de forma a se comportarem como barreiras que modificariam a energia dessas (ondas). Estas mudanças originariam enseadas as quais possibilitariam a deposição de sedimentos nas partes protegidas e, erosão nas demais.

Por outro lado, Caldas *et al.* (2006), caracterizaram os *beachrocks* como sedimentos de praia de cor cinza, variando de areia muito fina a cascalho e formando depósitos mal selecionados, cimentados por carbonatos, além de muito semelhantes às areias das praias modernas. Essas rochas seriam encontradas na zona intertidal de praias tropicais. Sua constituição seria terrígena, com quartzo, feldspato, limonita, fragmentos de rochas quartzíticas, zircão, turmalina e minerais opacos. Outros constituintes destes sedimentos seriam os bioclásticos (algas vermelhas e bivalves, gastrópodes, corais, foraminíferos, equinodermos, briozoários e algas verdes).

Medeiros *et al.* (2010) distingue dois tipos de arenitos de praia, sendo o primeiro aquele constituído

por antigos cordões arenosos paralelos à linha de costa, formando ilhas-barreiras consolidadas por cimentação ferruginosa e/ ou carbonática (recifes de arenito de praia) e os recifes bancos de corais, que são resultantes da acumulação carbonática (atividade biogênica) submersos ou, quando em marés baixas, parcialmente submersos.

Cabral Neto (2011) e Cabral Neto *et al.* (2014) ao realizarem trabalhos nos *beachrocks* do litoral do Rio Grande do Norte, separaram dois grupos: um próximo à linha de costa (*beachrocks* de zona costeira) e outro mais afastado, na plataforma continental (*beachrocks* de zona costa-afora). O grupo da zona costeira ocorreria intermitente por todo o litoral potiguar, seriam *beachrocks* lineares e paralelos à costa. O outro grupo (zona costa-afora) seria semelhante, porém de menor extensão em relação ao grupo da zona costeira. Nessas rochas, três microfácies foram definidas: uma quartzarenítica e outra quartzarenítica bioclástica depositadas em zona de estirâncio, além de outra bio-quartzarenítica, depositada em zona de face litorânea. Para estes autores, a definição destas microfácies e sua relação com a zona em que foram formadas indicariam que estas rochas registrariam variações do nível do mar, já que a sucessão vertical dessas microfácies poderia representar um ciclo completo de transgressão e regressão marinha.

Recifes arenosos ou *Beachrocks* foram cartografados, na Folha São José de Mipibu, como dois conjuntos de rochas que se alinham com o litoral e estão situados próximos à linha de costa. O primeiro conjunto de rocha está situado no litoral dos municípios de Senador Georgino Avelino e Nísia Floresta e tem uma maior extensão que o segundo, localizado nos limites dos municípios de Baía Formosa, Canguaretama e Tibau do Sul, todos no Rio Grande do Norte (Figura 3.60). Sua constituição é de um arenito fino a grosso, por vezes conglomerático cimentados por carbonatos de cálcio, cinza, mal selecionado e com bioclastos.



Figura 3.60 – Visão geral dos recifes arenosos aflorantes na praia de Tabatinga (Nísia Floresta/RN).

3.4.10 - Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos (Q2da)

Nogueira *et al.* (1990) caracterizaram estes depósitos como sedimentos moderadamente selecionados constituindo uma superfície aplainada, com origem atribuída a processos eólicos, sendo relacionados a dunas dissipadas ou areias depositadas em lençóis. Já Barreto *et al.* (2004) caracterizam esta unidade como lençóis de areia constituídos por formas tênues ou dissipadas, com feições de reativação visíveis em imagens de satélites em todos os domínios de dunas inativas.

Estudos geocronológicos, através da Termoluminescência (TL), realizados por Barreto *et al.* (2004) ao longo da costa do Estado do Rio Grande do Norte (entre Tibau e Baía Formosa) mostraram idades que variaram de 390.000 a 5.700 anos para esta unidade. Estes autores interpretaram que as idades mais novas representariam um possível retrabalhamento dos depósitos eólicos, sugerindo possíveis reativações eólicas.

Na área estudada esta unidade ocorre principalmente na porção leste da folha, recobrendo as rochas do Grupo Barreiras, os Depósitos Aluvionares Antigos e os Depósitos Marinhos e Continentais Antigos (Figura 3.61), além das porções, oeste e sudoeste, que recobre as rochas dos Complexos Serrinha-Pedro Velho e Brejinho, Figura 3.46. A unidade apresenta relevo aplainado tornando-se difícil a avaliação em profundidade, porém foi possível observar alguns afloramentos em cortes de estrada, em poços cavados em áreas de plantio de cana de açúcar, e em regiões de extração da areia para construção civil. Nos afloramentos visitados ocorre uma variação na espessura desta unidade podendo atingir até 3 metros.

São caracterizados por sedimentos arenosos e areno-argilosos inconsolidados e apresentam cores que variam de cinza a esbranquiçada, podendo

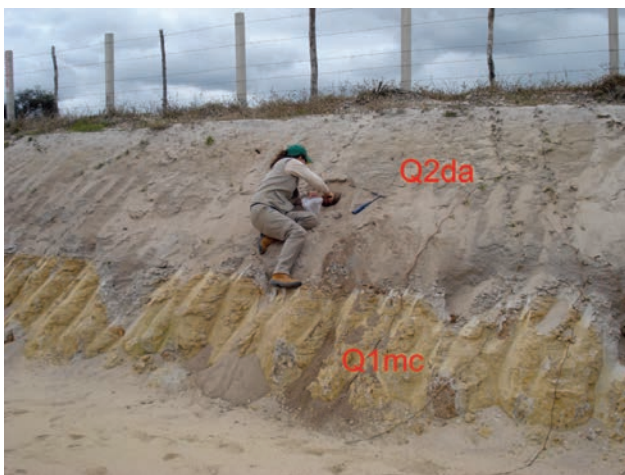


Figura 3.61 – Visão geral do contato entre os Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos (Q2da) e Depósitos Marinhos e Continentais Antigos (Q1mc). Afloramento MG-123, sítio Olho D'Água (Baía Formosa/RN).

ocorrer também na tonalidade amarronzada. Predominantemente são constituídos por grãos de quartzo e em menor quantidade grãos de feldspatos. São formados por areias finas a grossas com grânulos dispersos, sendo corroborado pelas análises granulométricas em laboratório, conforme descritas adiante. Localmente observam-se níveis estreitos constituídos por argilas, bem como, finos níveis compostos apenas por grânulos. Esta unidade ainda ocorre na forma de bolsões dentro dos Depósitos Marinhos e continentais, conforme observado na Figura 3.62.

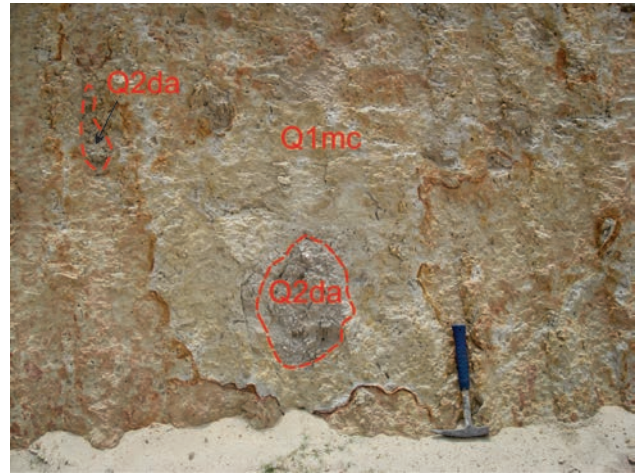


Figura 3.62 – Detalhe dos bolsões de areia (Q2da) dentro dos arenitos dos Depósitos Marinhos e Continentais Antigos (Q1mc). Afloramento MG-125, estrada nova para Pipa (Tibau do Sul/RN).

Neste trabalho foram realizadas análises granulométricas em 06 amostras destes Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos, sendo todas realizadas no Laboratório de Geografia Física (LABGEOFIS) da UFRN. A análise global das curvas de frequência granulométrica acumulada das amostras estudadas apresentou uma boa distribuição ao longo das várias frações, desde a fração cascalho fino até a fração argila, conforme mostrado na Figura 3.63 e na Tabela 3.6.

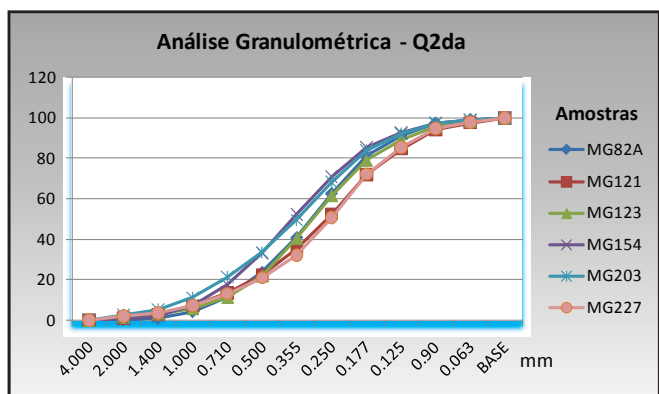


Figura 3.63 – Gráfico das curvas de freqüência acumulada dos Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos. Notar a boa distribuição ao longo das várias frações.

Tabela 3.6 – Valores percentuais de distribuição de sedimentos nas peneiras das seis amostras analisadas dos Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos.

Amostra		MG 82 A	MG 121	MG 123	MG 154	MG 203	MG 227
D(MM)	PHI	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência	Frequência
		Acumulada	Acumulada	Acumulada	Acumulada	Acumulada	Acumulada
4.000	-2	0	0	0	0	0	0
2.000	-1	0,1	1,0302	1,5402	0,6299	2,5203	2,0102
1.400	-0,5	0,9201	2,8506	3,2103	2,0098	5,1305	3,7304
1.000	0	4,2404	7,0414	5,8506	7,3993	11,2611	7,4507
0.710	0,5	11,5412	13,4827	11,3911	17,6382	21,4821	13,2113
0.500	1	23,6024	22,3345	21,9722	33,0167	33,5134	20,9821
0.355	1,5	40,7941	35,4671	40,5341	52,2848	49,505	32,0332
0.250	2	62,5763	52,5805	61,6362	71,0529	68,2468	50,6451
0.177	2,5	81,1681	71,8244	79,0979	85,4015	83,8884	72,2072
0.125	3	91,0991	84,6969	89,1189	92,7407	92,3092	85,4285
0.90	3,5	97,4197	94,1788	95,6996	97,2403	97,2897	94,7695
0.063	4	99,1299	97,6195	98,3998	98,8601	98,8299	97,9898
BASE	4,5	100	100	100	100	100	100

O histograma confeccionado para os Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos na Folha São José do Mipibu mostra um comportamento sedimentar semelhante aos histogramas elaborados por Amaral *et al.* (2012) para os Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, os Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados e os Depósitos Arenosos que ocorrem na Folha Touros. Amaral *et al.* (2012) interpreta esta semelhança a uma mesma gênese, eólica para todos estes sedimentos, transportados ao longo dos anos por ventos com características semelhantes, correspondendo a fases distintas de uma mesma história deposicional. O que difere os depósitos é a morfologia diversa e/ou a presença ou não de uma cobertura vegetal.

Os parâmetros dos sedimentos analisados, segundo Folk & Ward (1957) encontram-se descritos na Tabela 3.7. De acordo com estes parâmetros as amostras analisadas são de areia média com cascalho esparso.

3.4.11 - Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados (QZelv)

Barreto *et al.* (2004) caracterizaram, na região litorânea do Estado do Rio Grande do Norte (entre Tibau e Baía Formosa), quatro domínios de dunas eólicas, dos quais três inativas e uma ativa. Ainda de acordo com Barreto *et al.* (2004) os Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados são caracterizados como dunas inativas nítidas, correspondendo a dunas parabólicas compostas, vegetadas e com morfologia nítida nas imagens de satélites e fotografias aéreas. As idades obtidas por Termoluminescência (TL) em 36 amostras indicam que os depósitos eólicos da região litorânea do Estado do Rio Grande do Norte foram formados durante seis intervalos principais: 390.000 – 326.000, 270.000 – 240.000, 210.000 – 150.000, 63.000 – 24.000, 11.000 – 9.000 e, 6.500 anos ao presente, sugerindo que a deposição nesta região se deu tanto durante estágios glaciais como interglaciais Barreto *et al.* (2004).

Tabela 3.7 – Parâmetros dos sedimentos analisados segundo Folk & Ward (1957).

AMOSTRA	MG 82 A	MG 121	MG 123
Tipo de Sedimento:	UNIMODAL	UNIMODAL	UNIMODAL
Grupo Textural:	AREIA COM CASCALHO ESPARSO	AREIA COM CASCALHO ESPARSO	AREIA COM CASCALHO ESPARSO
Média:	AREIA MÉDIA	AREIA MÉDIA	AREIA MÉDIA
Seleção:	MODERADAMENTE SELECIONADA	POBREMENTE SELECIONADA	MODERADAMENTE SELECIONADA
Assimetria:	APROXIMADAMENTE SIMETRICA	ASSIMETRIA NEGATIVA	APROXIMADAMENTE SIMETRICA
Curtose:	MESOCURTICA	MESOCURTICA	LEPTOCURTICA
AMOSTRA	MG 154	MG 203	MG 227
Tipo de Sedimento:	UNIMODAL	UNIMODAL	UNIMODAL
Grupo Textural:	AREIA COM CASCALHO ESPARSO	AREIA COM CASCALHO ESPARSO	AREIA COM CASCALHO ESPARSO
Média:	AREIA MÉDIA	AREIA MÉDIA	AREIA MÉDIA
Seleção:	MODERADAMENTE SELECIONADA	POBREMENTE SELECIONADA	MODERADAMENTE SELECIONADA
Assimetria:	APROXIMADAMENTE SIMETRICA	ASSIMETRIA NEGATIVA	ASSIMETRIA NEGATIVA
Curtose:	MESOCURTICA	MESOCURTICA	LEPTOCURTICA

Na área estudada esta unidade ocorre ao longo de toda a porção leste ocupando uma faixa paralela à linha de costa. O relevo é em geral elevado podendo chegar até 40 m de altitude. As fotografias aéreas e imagens de satélites foram essenciais para delimitação cartográfica desta unidade, além do reconhecimento das feições geométricas presentes nas dunas. Esses sedimentos ocorrem dispostos, ora diretamente sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, em contato erosional, ora sobre os arenitos Pós-Barreiras. São recobertos por sedimentos de dunas recentes na faixa de praia.

Estes depósitos são constituídos por areias quartzosas, bem selecionadas, típicas de ambiente eólico, apresentando coloração amarelada a avermelhada, em virtude de alterações provocadas pelos processos de intemperismo e oxidação. Em alguns afloramentos, na base desta unidade, é possível observar níveis formados por fragmentos dos arenitos, associados aos Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos, denotando uma relação temporal mais recente para estes depósitos de dunas vegetadas (Figura 3.64). Texturalmente apresentam aspecto maciço, com algumas porções apresentando estratificações tabulares de pequeno porte. Nas fotografias aéreas e imagens de satélites foram observadas feições de dunas do tipo parabólicas. Vegetação típica da região litorânea ocorre distribuída ao longo de toda unidade auxiliando a fixação da mesma.



Figura 3.64 – Detalhe dos fragmentos de arenitos (Q1mc) dentro dos Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados (Q2elv). Afloramento MG-265, localidade de Boa Cica (Nísia Floresta/RN).

3.4.12 - Depósitos Eólicos Continentais Recentes (Q2ec)

Esta unidade corresponde, a anteriormente, descrita por Barreto *et al.* (2004) como dunas inativas (lençóis de areia) constituídas por formas tênues ou dissipadas.

Na Folha São José do Mipibu distribue-se na porção nordeste no entorno das lagoas do Bonfim,

Urubu, Redonda, Carnaúba, Carcará e Ferreira Grande. Ocorrem numa cota topográfica inferior aos Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, numa porção mais continental, porém com a geometria de duna preservada (Figura 3.65). Estes depósitos arenosos também são caracterizados pela ausência de vegetação e/ou presença de uma vegetação rasteira. São constituídos por areias fina a média, quartzosas, esbranquiçadas, com grãos subarredondados a arredondados e bem selecionados. Atribui-se origem eólica com um intenso retrabalhamento dado principalmente pela ausência de cobertura vegetal.



Figura 3.65 – Aspecto de campo das areias esbranquiçadas dos Depósitos Eólicos Continentais Recentes. Notar as dunas relacionadas aos Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados. Afloramento MG-245, Lagoa do Bonfim (Monte Alegre/RN).

3.4.13 - Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados (Q2eln)

Os Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados encontram-se distribuídos em toda a faixa litorânea da folha, ocorrendo associados ao desenvolvimento do litoral atual, formando extensos cordões arenosos paralelos à praia, que se deslocam dispostos e condicionados segundo a direção dos ventos. Esta unidade posiciona sobre os arenitos do Grupo Barreiras, os Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, os Depósitos Flúvio-Lacustres, ou ainda sobre sedimentos de mangue. Por vezes, também ocorrem transicionando para as dunas vegetadas. A ausência de vegetação nestes sedimentos atribui uma tonalidade esbranquiçada nas fotografias aéreas possibilitando uma melhor caracterização cartográfica (Figura 3.66).

São depósitos caracterizados por areias quartzosas, coloração esbranquiçada a amarelada, bem selecionadas, com grãos arredondados de granulometria média a fina, apresentando bom selecionamento. Mineralogicamente são constituídos predominantemente por quartzo, podendo ainda ocorrer fragmentos de conchas e líticos. A assembleia de minerais pesados identificada é composta principalmente por, ilmenita, zirconita, turmalina, apatita e granada. Como principal fonte de suprimento tem-se os sedimentos dos Depósitos Litorâneos



Figura 3.66 – Aspectos de campo das dunas não vegetadas. Afloramento MG 286, praia de Búzios (Nízia Floresta/RN).



Figura 3.67 – Visão geral das areias quartzosas dos Depósitos Litorâneos Praiais. Afloramento MG-068, praia de Baía Formosa/RN.

Praiais. Estes depósitos arenosos são de origem eólica, formando dunas de várias formas e tamanho, porém, com predomínio dos tipos barcanoides. Observa-se um intenso retrabalhamento que ocorre principalmente pela ausência de cobertura vegetal e pela ação do vento.

3.4.14 - Depósitos Litorâneos Praiais (Q2lp)

Na área estudada estes depósitos ocorrem paralelos à linha de costa, na zona de estirâncio, formando uma faixa contínua arenosa, sendo interrompida principalmente nas desembocaduras dos rios Curimataú, Brasil, Taboquinha, Catu, entre outros (Figura 3.67). Esses depósitos são caracterizados por areias quartzosas, de coloração cinza clara a amarelada, por vezes esbranquiçadas, com granulometria variando de areia fina a muito grossa, com predominância das frações areia média a fina, ricas em bioclastos e em minerais pesados, que definem os níveis mais escuros. As assembléias de minerais pesados são representadas por opacos, zircão e rutilo. Fragmentos de arenitos lateritizados, micas, e organismos marinhos diversos são frequentes e ocorrem numa granulometria variada.

Esta unidade sedimentar se desenvolve em ambientes altamente dinâmicos (ao longo da zona de praia) e está submetida à retrabalhamento constante, por processos fluviais, e principalmente, marinho e eólico. Estruturas do tipo ravinamentos, bioturbações e marcas de ondas foram frequentemente observadas.

3.4.15 - Depósitos Aluvionares de Canal (Q2ac)

Ocorrem principalmente ao longo dos canais dos principais rios que drenam a área estudada, bem como, nos seus afluentes intermitentes. São constituídos por sedimentos arenosos, intercalados por níveis argilosos e conglomeráticos (Figura 3.68). Segundo Angelim *et al.* (2006) estes depósitos ocorrem formando depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios.

Predominantemente são constituídos por areias quartzosas de coloração creme, granulção na fração areia fina a muito grossa, com seleção variando de moderadamente selecionada a pobremente selecionada, ocorrendo níveis de até 15 cm. Estes níveis são moderadamente magnéticos e apresentam minerais de quartzo, apatita, turmalina, epidoto, granada, estauroilita, cianita, monazita, rutilo, zircão, ilmenita, limonita e magnetita.

Os níveis conglomeráticos possuem espessura de até 25 cm e apresentam cores variando de creme a avermelhada. O arcabouço é constituído principalmente por seixos de quartzo, gnaisses, clastos de argila, além de crostas lateríticas. O grau do selecionamento é pobre evidenciado pela presença dos seixos e grânulos sustentados pela matriz arenosa. Estratificações cruzadas tabulares (Figura 3.69), acanaladas e plano paralela são observadas nos níveis arenosos e conglomeráticos.

Os níveis de argilas possuem coloração amarronzada, com algumas porções avermelhadas, e espessuras de até 5cm.



Figura 3.68 – Aspectos de campo dos Depósitos Aluvionares de Canal mostrando níveis intercalados de areias, argilas e seixos. Afloramento MG-294, leito do rio Trairi (São José de Mipibu/RN).



Figura 3.69 – Detalhe das estratificações cruzadas tabulares desenvolvidas nos Depósitos Aluvionares de Canal. Afloramento MG-294, leito do rio Trairí (São José de Mipibu/RN).

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

4.1 - INTRODUÇÃO

Na Folha São José do Mipibu foram utilizados produtos de sensores remotos, tais como, fotografias aéreas, imagens de satélite *Landsat*, imagens de radar e produtos SRTM (relevo sombreado), além de informações de campo e geofísica para caracterizar as principais estruturas presentes. A partir desta caracterização e baseando na natureza dúctil ou rúptil das estruturas, associadas às litologias, foi possível dividir a área estudada em três domínios estruturais, aqui denominados de Domínio Noroeste (constituído basicamente por rochas arqueanas e coberturas sedimentares), Domínio Sudoeste (constituído por rochas paleo e neoproterozoicas e algumas coberturas quaternárias) e Domínio Leste (caracterizado pelas rochas sedimentares), Figura 4.1.

A área em estudo apresenta amplo registro de uma estruturação tectônica associada principalmente à atuação do Ciclo Orogênico Brasileiro. A maior expressão da deformação dúctil corresponde à zona de cisalhamento Espírito Santo, de direção geral NE-SW. Os efeitos dessa estrutura são visualizados em grande parte da área mapeada, em graus variados de intensidade. As estruturas relacionadas aos eventos mais antigos encontram-se bem preservadas em setores de menor *strain* da zona de cisalhamento Espírito Santo, porém nos setores de maior *strain*, as estruturas estão paralelizadas, dificultando assim a caracterização de estruturas prévias.

Domínio Noroeste (DNW)

A caracterização das estruturas precambrianas deste domínio é prejudicada devido à ampla cobertura sedimentar cenozoica existente. A principal foliação presente nas rochas deste domínio apresenta direção NW com mergulho de baixo ângulo para NE, sendo gradativamente rotacionada para N, esta última com mergulho em torno de 60° para E (Figura 4.2). Localmente observam-se estas foliações reorientadas para a direção E-W, possivelmente associadas ao ciclo Brasileiro (Figuras 4.1 e 4.3). Padrões de interferências do tipo coaxial e domo e bacia são comumente encontrados.

Domínio Sudoeste (DSW)

Este domínio é constituído pelas rochas paleoproterozoicas do Complexo Serrinha-Pedro Velho, por granitoides neoproterozoicos e algumas coberturas quaternárias. A principal feição observada neste domínio é a zona de cisalhamento Espírito Santo (NE-NW), associada com uma foliação de direção EW, nas proximidades da cidade de Serrinha (RN).

Essa estrutura possui direção geral NE-SW, sendo caracterizada por uma foliação que apresenta mergulhos

fortes (60° a 75°) principalmente para NW. As lineações de estiramento mineral apresentam, no geral, caimentos suaves para NW, marcada pela orientação de anfíbólios e/ou biotitas e quartzo. Os marcadores cinemáticos do tipo *boudins* de veios, tramas SC e bandas de cisalhamento C', observados em campo, apontam uma cinemática transcorrente sinistral para esta zona de cisalhamento. Feições de arrasto observadas principalmente nas imagens de aerogeofísica (1ª derivada) também corroboram esta cinemática observada (Figura 4.1). Mesodobras (abertas a fechadas) atribuídas a esta estrutura são frequentemente observadas nos gnaisses do Complexo Serrinha-Pedro Velho (Figura 4.4).

Localmente, ocorrem áreas de baixo *strain* que preservam estruturas pretéritas do tipo bandamento gnáissico e dobras isoclinais a apertadas, com uma foliação de baixo ângulo de direção principal NW (Figura 4.5). O alto *strain* é refletido na rotação destas estruturas antigas, cuja orientação torna-se paralela a das estruturas geradas pela zona de cisalhamento Espírito Santo (Figura 4.4). A presença destas estruturas prévias também é corroborada pela presença de estruturas de redobramento do tipo domo e bacia (Figura 4.6) e coaxial neste domínio.

No domínio ainda ocorrem foliações de direção E-W, de mergulho forte para N, desenvolvida nos gnaisses do Complexo Serrinha-Pedro Velho (Figura 4.1). Nestes últimos, foliações prévias de direção NW são reorientadas para EW (Figura 4.7), passando para NE nas proximidades da zona de cisalhamento Espírito Santo (Figura 4.1).

O levantamento total das fraturas medidas em afloramentos na área da Folha São José do Mipibu apresentou variações nas suas direções, com *trend* preferencial NS, como pode ser observado na Figura 4.8. Para o DSW as principais estruturas frágeis observadas também mostraram uma variação no *trend* das fraturas, sendo a direção NS a mais representativa (Figura 4.9).

Nas unidades paleo-neoproterozoicas do DSW, a partir de observações de juntas de distensão, deslocamento de marcadores e ressaltos de estrias, foi possível concluir que as estruturas de direção variando entre N25°E a NS apresentam cinemática transcorrente sinistral (Figura 4.10). Esta feição é corroborada pelas juntas de distensão, com direção NS, preenchidas por minerais de quartzo (Figura 4.11). Finalmente, as fraturas de direção NW apresentam movimento transcorrente dextral (Figura 4.12). Pares conjugados de fraturas, desenvolvidos principalmente nos granitos da Suíte intrusiva Dona Inês, apresentam direção de compressão máxima NS e de extensão EW corroborando com o sistema acima descrito (Figura 4.13). Esse sistema de fratura possivelmente ocorre associado ao evento tardio, da zona de cisalhamento Espírito Santo ou durante o cretáceo.

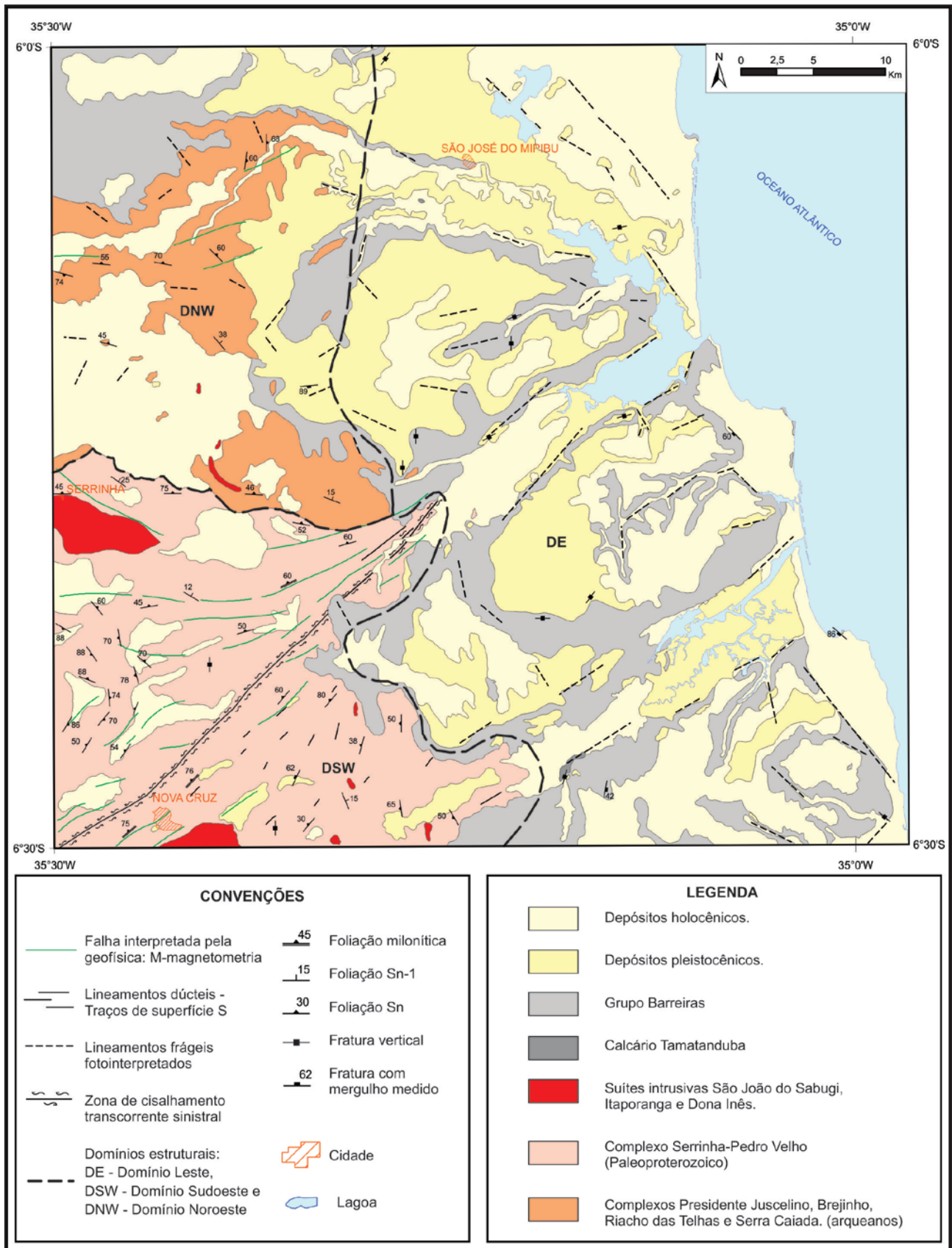


Figura 4.1 – Esboço das principais feições estruturais da Folha São José do Mipibu.

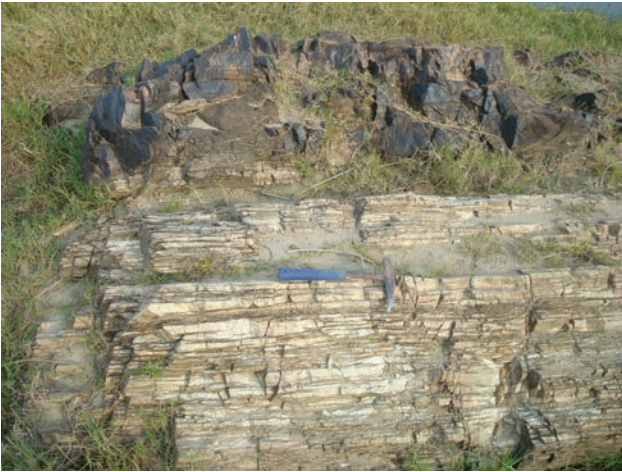


Figura 4.2 – Foliação com direção NS em gnaisses do Complexo Brejinho. Afloramento MG 210, leito do rio Trairi (Monte Alegre/RN).



Figura 4.5 – Foliação de baixo ângulo desenvolvida nos gnaisses bandados do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-366, Sítio Tanques (Santo Antônio/RN).



Figura 4.3 – Foliação com direção EW desenvolvida em gnaisses do Complexo Brejinho. Afloramento MG-410, abaixo da ponte do rio Trairi, na saída de Lagoa de Pedras/RN.



Figura 4.6 – Estrutura do tipo domo e bacia desenvolvida nos gnaisses do Complexo Serrinha-Pedro Velho. Afloramento MG-383, localidade Mestiça (Várzea/RN).

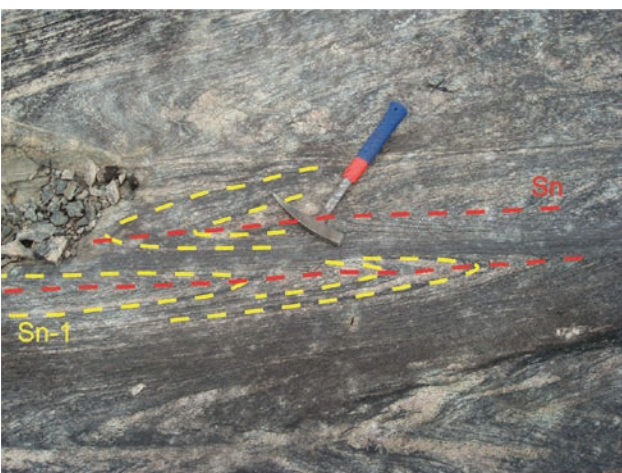


Figura 4.4 – Dobras apertadas, associadas à ZC Espírito Santo, desenvolvidas nos gnaisses do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Afloramento MG-338, Riacho da Várzea (Santo Antônio/RN).

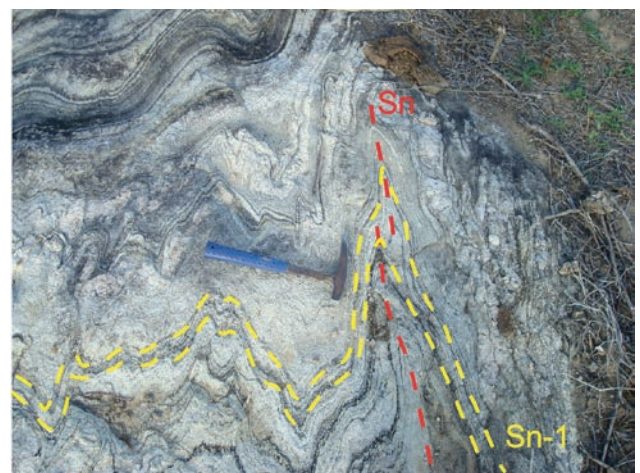


Figura 4.7 – Foliação prévia (Sn-1) desenvolvida nos gnaisses do Complexo Serrinha - Pedro Velho sendo reorientada/transposta na direção EW (Sn). Afloramento MG-376, localidade Umburana (Santo Antônio/RN).

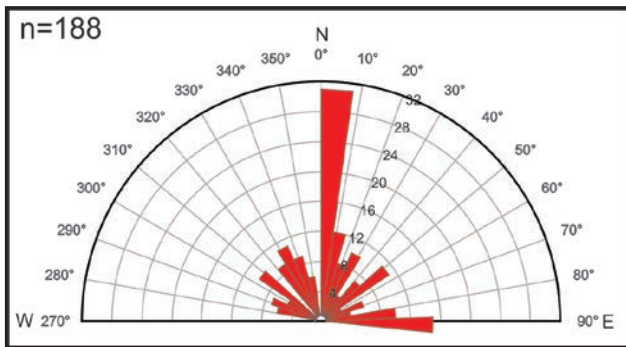


Figura 4.8 – Diagrama de roseta mostrando direção preferencial NS para as fraturas medidas na Folha São José do Mipibu. n= número de medidas.

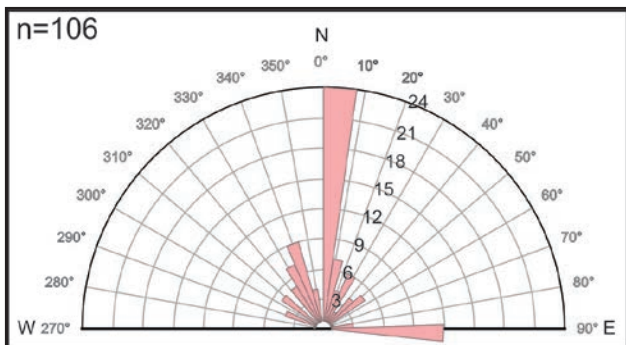


Figura 4.9 – Diagrama de roseta mostrando direção preferencial NS para as fraturas medidas nas unidades paleo-neoproterozoicas da Folha São José do Mipibu. n= número de medidas.



Figura 4.10 – Falha de direção NNE no gnaise do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Nota-se a cinemática sinistral evidenciada pelo deslocamento do veio de pegmatito. Afloramento MG-02, sítio Lagoa Seca (Nova Cruz/RN).

Domínio Leste (DE)

Este domínio é caracterizado pela deformação frágil desenvolvida principalmente nos sedimentos meso-cenozoicos da folha. A identificação dos lineamentos frágeis foi realizada a partir de imagens de satélites, fotografias aéreas, modelo digital de terreno, bem como, estudos de campo (Figura 4.1).



Figura 4.11 – Junta com direção NS preenchida por quartzo. Afloramento MG-389, localidade Lagoa de Pedra (Montanhas/RN).



Figura 4.12 – Fratura de direção NW em gnaisses do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Nota-se a cinemática dextral evidenciada pelo deslocamento do veio de pegmatito. Afloramento MG-324, localidade Redenção (Passagem/RN).



Figura 4.13 – Juntas de cisalhamento afetando granito equigranular da Suite Intrusiva Dona Inês, indicando um eixo de compressão máxima NS. Afloramento MG-98, localidade de Curralinho (Nova Cruz/RN).

As estruturas observadas nos sedimentos meso-cenozoicos mostraram uma variação no *trend* das fraturas, estando distribuídas principalmente nas direções NS, NW e NE (Figura 4.14). Todavia, diversos pares conjugados identificados em campo, juntamente com as juntas de distensão, mostraram dois campos de tensões principais atuantes na área, sendo um de compressão NS e extensão EW (Figura 4.15) e o outro compatível com o campo de tensão atual que apresenta compressão EW e extensão NS (Figura 4.16). Considerados como associados a esta deformação mais recente ainda ocorrem depósitos arenosos e areno-argilosos, na forma de bolsões de areia, dentro da unidade dos Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos (Figura 4.17).

Estes dados são compatíveis com os estudos realizados por Nogueira *et al.* (2006) que mostra a estruturação desta região fortemente condicionada por, no mínimo, dois eventos tectônicos transcorrentes frágeis. O primeiro de compressão máxima segundo direção NS e o segundo com compressão máxima na direção E-W. Segundo

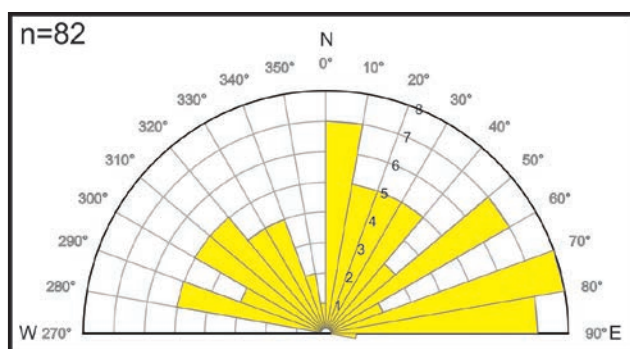


Figura 4.14 – Diagrama de roseta mostrando variação no *trend* das fraturas medidas nos sedimentos da Folha São José do Mipibu. n= número de medidas.

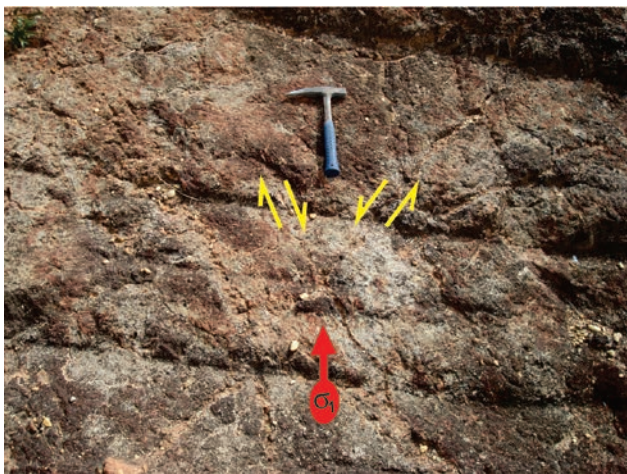


Figura 4.15 – Juntas de cisalhamento desenvolvidas no Grupo Barreiras, mostrando eixo de compressão máxima NS. Afloramento MG-170, localidade Pajuçara (viveiro tilápia Laurence), (Brejinho/RN).



Figura 4.16 – Juntas de cisalhamento desenvolvidas no Grupo Barreiras, mostrando eixo de compressão máxima EW. Afloramento MG-53, localidade Maranhão do Albuquerque (Canguaretama/RN).

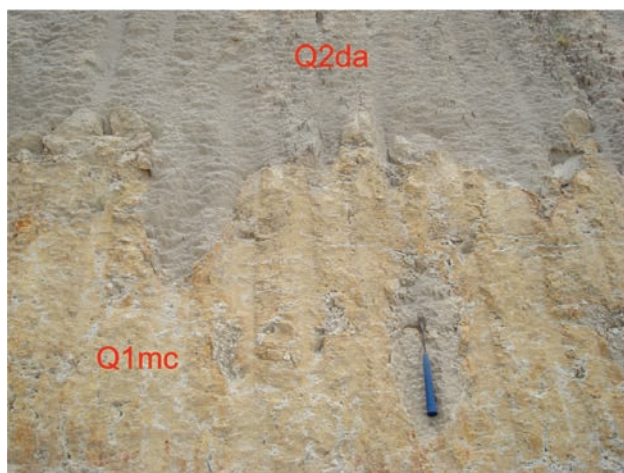


Figura 4.17 – Bolsões nos arenitos dos Depósitos Marinheiros e Continentais Antigos (Q1mc) preenchidos por sedimentos arenosos e areno-argilosos (Q2da) e associados a eventos de deformação recente. Afloramento MG-125, estrada nova para Pipa (Tibau do Sul/RN).

estes autores, tais eventos foram responsáveis pelas estruturas de direções NE-SW e NW-SE, que resultaram em falhas transcorrentes dextrais e sinistrais, associadas a uma componente normal, representadas principalmente pelos grandes vales dos rios Curimataú, Jacu e Trairi (Figura 4.18). Souza *et al.* (2005) posiciona a idade do primeiro evento no início do Cretáceo Superior durante até o início do período Neógeno, já o segundo ocorre no Neógeno exibindo uma compressão sub-horizontal E-W e distensão N-S, que é consistente com o atual campo de tensão da região.

De acordo com Nogueira *et al.* (2006), as falhas associadas aos dois campos de tensões, têm sua gênese associada à reativação de estruturas pretéritas desenvolvidas principalmente no embasamento cristalino.

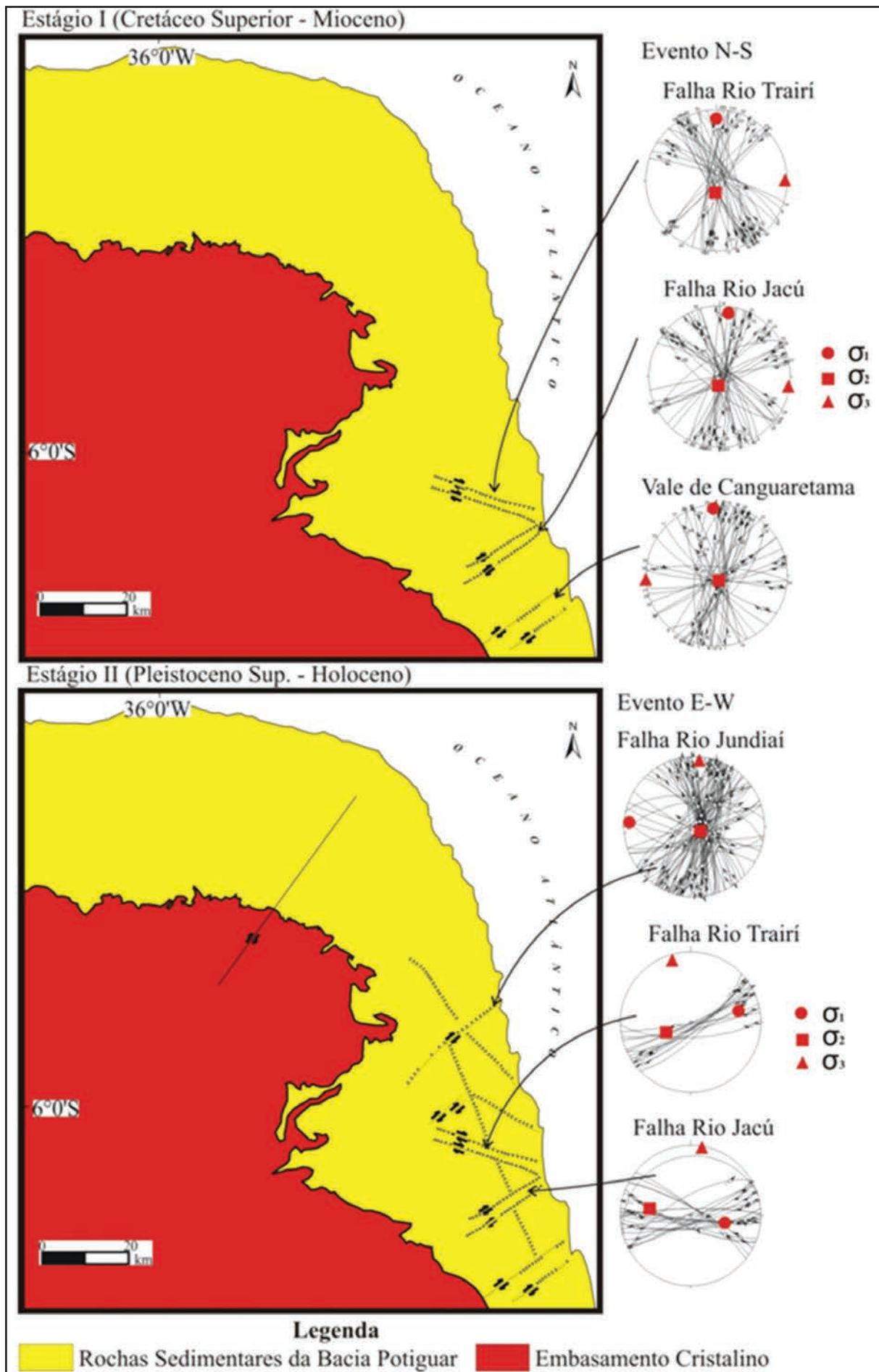


Figura 4.18 – Evolução cenozoica da faixa leste da Bacia Potiguar, segundo Nogueira et al. (2006).

5 – RECURSOS MINERAIS

5.1 - INTRODUÇÃO

A Folha São José de Mipibu está inserida na porção leste do estado do Rio Grande do Norte com uma pequena porção no estado da Paraíba. Os minerais explorados nessa folha são, predominantemente, relacionados a materiais de uso na construção civil, como areia, argila, brita e cascalho. Além destas substâncias, outras também foram identificadas com a realização deste projeto. Diversas substâncias estão com a exploração paralisada por vários motivos enquanto outras foram classificadas como novas ocorrências. Foram cadastrados e/ou revalidados 213 pontos de recursos minerais.

Dentre as classes de substância cujos minerais merecem destaque estão: materiais de uso na construção civil, rochas e minerais industriais, recursos minerais energéticos, metais não ferrosos e semimetais, água mineral ou potável de mesa e metais ferrosos (Figura 5.1).

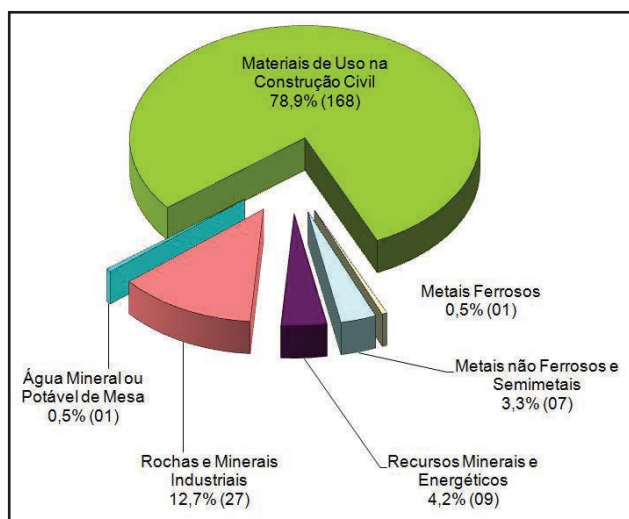


Figura 5.1 – Percentual de ocorrência das classes de substâncias minerais da Folha São José de Mipibu. Neste gráfico, pode-se observar a predominância dos materiais de uso na construção civil na folha. Os valores entre parênteses representam o número de recursos minerais cadastrados em cada classe.

5.2 - MATERIAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Materiais como areia, argila, cascalho (seja de laterita ou de quartzo) brita, pedra de cantaria (paralelepípedo e/ou meio fio) e material de empréstimo (areia argilosa), são bastante utilizados

em obras de construção civil. Areia, argila e brita são imprescindíveis em construções, principalmente em áreas que estão passando por processos de expansão urbana, como é o caso da maioria das cidades brasileiras.

Por sua vez, cascalho, rochas de material de empréstimo, brita e pedras de cantaria são empregadas principalmente como base na pavimentação nas cidades (ruas, avenidas, etc.) e fora delas (estradas, rodovias, etc.).

Diante da utilização cada vez maior dos materiais de uso na construção civil em cidades como Natal/RN e João Pessoa/PB (norte e sul da área, respectivamente), a Folha São José de Mipibu adquire enorme importância devido à grande quantidade desses materiais aí existentes. Nesta folha, foi revalidado ou encontrado um total de 168 jazimentos dessas substâncias, assim distribuídos: 101 garimpos (31 ativos e 70 inativos) e 67 ocorrências ainda não exploradas novas e/ou já cadastradas no GEOBANK (Tabela 5.1).

De uma maneira geral, os materiais de uso na construção civil estão por toda a área e ocorrem separados ou em associação com outras substâncias, principalmente da classe das Rochas e Minerais Industriais como diatomita e a classe dos Recursos Energéticos, como a turfa. Todavia, quando ocorrem isolados, atingem altos percentuais como no caso da areia, argila e cascalho, conforme pode ser visto na Figura 5.2. Quando as substâncias desta classe ocorrem em conjunto às outras classes acima citadas, seu percentual é relativamente pequeno.

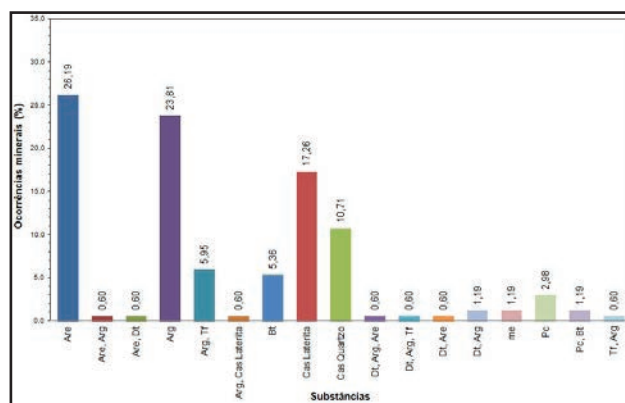


Figura 5.2 – Distribuição dos materiais de uso na construção civil na Folha São José de Mipibu. Nesta distribuição foi considerada a ocorrência da substância de forma isolada e em conjunto com outras substâncias, inclusive de outras classes utilitárias. O total de substâncias cadastradas/revalidadas é de 168.

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu.

Nº.	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
1	---	Localidade de Coqueiro	São José de Mipibu	RN	9335799	249721	33	Material de Empréstimo	me	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
2	50187	Laranjeira do Cosme	São José de Mipibu	RN	9328414	246316	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
3	---	Fazenda Olho D'Água	São José de Mipibu	RN	9330697	245490	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
4	50123	Lagoa Sobrado	Monte Alegre	RN	9324812	232267	33	Diatomita, Argila e Areia	Dt Arg Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
5	51189	Localidade de Reta	Pedro Velho	RN	9284919	250703	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
6	---	Fazenda Campo de São João	Nova Cruz	RN	9286619	235279	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
7	21268	Localidade de Maurício	Nova Cruz	RN	9287850	233679	33	Tungstênio	W	Garimpo	Inativo	Metais Ferrosos
8	50974	Suatão	Lagoa de Pedras	RN	9311590	228388	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
9	50966	Monte Alegre	Monte Alegre	RN	9328222	241279	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
10	50961	Localidade de Mendezinho	São José de Mipibu	RN	9335747	244350	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
11	---	Localidade de Araçá II	Vera Cruz	RN	9332552	230681	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
12	21274	Riacho Vera Cruz	Vera Cruz	RN	9331499	230894	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
13	---	Lagoa dos Patos	Macaíba	RN	9335744	229668	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
14	50963	Localidade de Barbaço	Macaíba	RN	9335433	225024	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
15	50326	Riacho Vera Cruz	Vera Cruz	RN	9331262	226015	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
16	21273	Sítio Pão de Vargem	Vera Cruz	RN	9331038	225553	33	Diatomita, Areia	Dt, Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
17	---	Lagoa da Tacaca	Lagoa Salgada	RN	9322433	223611	33	Diatomita	Dt	Garimpo	Ativo	Rochas e Minerais Industriais
18	50969	Lagoa da Palha	Lagoa de Pedras	RN	9316796	227572	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
19	---	Lagoa da Catirina	Lagoa de Pedras	RN	9316489	226921	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
20	50920	Localidade de Cabocla	Lagoa Salgada	RN	9317910	225645	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
21	---	Lagoa Limpa	Nova Cruz	RN	9288697	229257	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
22	---	Posto Luana II	Pedro Velho	RN	9288197	254209	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
23	---	Localidade de Recreio	Canguaretama	RN	9290180	258646	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
24	50287	Localidade de Recreio	Canguaretama	RN	9292677	262005	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
25	---	Fazenda Ilha	Nísia Floresta	RN	9324780	256684	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
26	---	Localidade de Morrinhos	Nísia Floresta	RN	9323239	261060	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
27	---	Praia de Barreta	Nísia Floresta	RN	9321316	267502	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
28	50363	Praia de Barreta	Nísia Floresta	RN	9324644	266648	33	Areia, Argila(?)	Are, Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
29	51182	Localidade de Alcaçuz	Nísia Floresta	RN	9334830	262119	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
30	---	Lagoa de Alcaçuz	Nísia Floresta	RN	9335741	262780	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
31	50952	Riacho da Pedra	Baía Formosa	RN	9291142	271193	33	Argila, Turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
32	22662	Rua Francisco Ferreira de Lima	Baía Formosa	RN	9294856	277846	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Garimpo	Inativo	Metais não Ferrosos e Semi Metais
33	21270	Fazenda do Coqueiral	Baía Formosa	RN	9294508	274651	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
34	22661	Praia de Baía Formosa	Baía Formosa	RN	9293499	279329	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Ocorrência	Não Explorado	Metais não Ferrosos e Semi Metais
35	---	Praia de Baía Formosa	Baía Formosa	RN	9290254	278269	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
36	50341	Localidade de Pituba	Baía Formosa	RN	9282870	278797	33	Diatomita, Argila, Turfa(?)	Dt Arg Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº.	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
37	50339	Riacho Pau Brasil	Baía Formosa	RN	9283021	280437	33	Argila, Cascvalho de Laterita	Arg, Cas	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
38	50340	Localidade de Pituba II	Baía Formosa	RN	9281650	277249	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
39	50578	Localidade de Pituba	Baía Formosa	RN	9281450	278371	33	Diatomita, Argila	Dt, Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
40	---	Viaduto da BR 101	Canguaretama	RN	9294037	262478	33	Argila, turfa	Arg, tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
41	---	Engenho Outeiro	Canguaretama	RN	9289299	264365	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
42	51046	Engenho Torto	Canguaretama	RN	9287840	262259	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
43	---	Engenho Torto	Canguaretama	RN	9287680	262650	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
44	---	Lagoa Boa Água	Nísia Floresta	RN	9331317	257716	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
45	---	Localidade de Belém	Nísia Floresta	RN	9326693	254217	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
46	50581	Lagoa Seca	Nísia Floresta	RN	9328026	259286	33	Diatomita	Dt	Garimpo	Inativo	Rochas e Minerais Industriais
47	---	Localidade de Alto	Nísia Floresta	RN	9326889	256452	33	Material de Empréstimo	me	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
48	---	Cerâmica Premium	São José de Mipibu	RN	9326893	251075	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
49	---	Riacho da Pedrinhas	São José de Mipibu	RN	9327310	250208	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
50	50323	Fazenda Laranjeira	São José de Mipibu	RN	9326811	248269	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
51	---	Centro de Treinamento da Emater - RN	São José de Mipibu	RN	9324332	247865	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
52	50086	Riacho Baldum	Arêz	RN	9317128	255256	33	Turfa, Argila	Tf, Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
53	---	Localidade de Mangabeira	Arêz	RN	9317477	256253	33	Caulim, Cascvalho de Quartzo e Laterita	Cli, Cas	Garimpo	Inativo	Rochas e Minerais Industriais

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
54	50965	Riacho Mendes	São José de Mipibu	RN	9333882	238978	33	Diatomita, Argila	Dt, Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
55	---	Lagoa Grande	Vera Cruz	RN	9333706	234691	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
56	50291	Goianinha	Goianinha	RN	9307808	256470	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
57	50362	Localidade de Aterro	Goianinha	RN	9307959	258303	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
58	---	Localidade de Sumaré	Goianinha	RN	9310190	257044	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
59	51045	Localidade de Aterro	Goianinha	RN	9309456	257922	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
60	---	Rio Jacu	Goianinha	RN	9309085	257657	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
61	50285	Localidade de Ilha Grande	Goianinha	RN	9310958	259462	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
62	50361	Localidade de Piauí	Tibau do Sul	RN	9311345	263282	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
63	---	Rio Catu	Tibau do Sul	RN	9305224	265281	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
64	---	Localidade de Olho Dágua	Tibau do Sul	RN	9305795	265857	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
65	---	Rio Catu	Tibau do Sul	RN	9307314	269973	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
66	---	Rio Catu	Tibau do Sul	RN	9307118	270307	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
67	---	Praia de Sibaúma	Tibau do Sul	RN	9306923	274355	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
68	22660	Praia de Sibaúma	Tibau do Sul	RN	9308425	274411	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais não Ferrosos e Semi Metais
69	50907	Praia de Pipa	Tibau do Sul	RN	9310949	273895	33	Caulim	Cli	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
70	22659	Praia de Barra de Cunhaú	Canguaretama	RN	9302610	274719	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais não Ferrosos e Semi Metais
71	---	Rio Curimataú	Canguaretama	RN	9299941	271704	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
72	---	Rio Curimataú	Canguaretama	RN	9298168	268749	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
73	---	Localidade de São Roque	Canguaretama	RN	9297798	268094	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
74	---	Localidade de São Roque	Canguaretama	RN	9297665	267844	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
75	50292	Localidade de Bosque	Goianinha	RN	9302752	251714	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
76	---	Localidade de Jardim	Goianinha	RN	9304398	251982	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
77	---	Localidade de Jardim	Goianinha	RN	9304763	251394	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
78	50909	Localidade de Jundiá de Baixo	Goianinha	RN	9307367	251726	33	Caulim, Argila	Cl, Arg	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
79	50366	Localidade de Jundiá de Baixo	Goianinha	RN	9307192	249569	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
80	50280	Localidade de Santa Rosa	Nísia Floresta	RN	9319436	260072	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
81	---	Localidade de Umbuzeiro	Arêz	RN	9312941	260194	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
82	50359	Localidade de Areal	São José de Mipibu	RN	9326308	244671	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
83	---	Riacho Mendes	São José de Mipibu	RN	9335335	242330	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
84	---	Fazenda Graúna	São José de Mipibu	RN	9333984	241288	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
85	---	Rio Trairí	Monte Alegre	RN	9330732	240120	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
86	50194	Rio Trairí	Monte Alegre	RN	9329566	238330	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
87	---	Localidade de Pitombeira	Vera Cruz	RN	9329392	223942	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
88	50964	Localidade de Areia Branca	Monte Alegre	RN	9325497	227534	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
89	---	Localidade de Matas	Monte Alegre	RN	9324176	226760	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº.	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
90	50191	Localidade de Lingau de Vaca	Monte Alegre	RN	9324967	234817	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
91	---	Localidade de Canadá	São José de Mipibu	RN	9326317	252713	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
92	51044	Sítio Belém	Nísia Floresta	RN	9324643	253963	33	Argila, turfa	Arg, Tf	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
93	50324	Localidade de São Roque	São José de Mipibu	RN	9324938	252609	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
94	---	Localidade de São Roque	São José de Mipibu	RN	9324674	252590	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
95	---	Sítio Bom Jardim	Brejinho	RN	9313990	234365	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
96	50209	Sítio Bom Jardim	Brejinho	RN	9313672	234840	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
97	---	Localidade de Marcelino	Santo Antônio	RN	9302334	226901	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
98	---	Fazenda Barro Vermelho	Nova Cruz	RN	9287808	235474	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
99	---	Localidade de Conceição	Nova Cruz	RN	9285716	241547	33	Pedra de Cantaria	Pc	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
100	---	Lagoa do Urubu	Nísia Floresta	RN	9332976	257841	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
101	---	Lagoa Redonda	Nísia Floresta	RN	9331691	258168	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
102	---	Lagoa Carnaúba	Nísia Floresta	RN	9328947	257137	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
103	---	Localidade de Barbaço	Nova Cruz	RN	9288017	227363	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
104	---	Localidade de Tamandúá	Santo Antônio	RN	9290964	227778	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
105	---	Lagoa Comprida	Santo Antônio	RN	9293924	228792	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
106	---	Localidade de Marcelino	Santo Antônio	RN	9302488	225879	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
107	---	Localidade de Malhadinha	Santo Antônio	RN	9303959	224712	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
108	---	Localidade de Serrinha	Serrinha	RN	9309019	224660	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
109	---	Localidade de Pimenta	Lagoa de Pedras	RN	9310760	226872	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
110	---	Localidade de Suatão	Lagoa de Pedras	RN	9311676	227313	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
111	---	Localidade de Mandacaru	Lagoa de Pedras	RN	9314493	228579	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
112	---	Lagoa da Palha	Lagoa de Pedras	RN	9316940	228845	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
113	---	Lagoa de Pedra	Lagoa de Pedras	RN	9318839	229792	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
114	---	Localidade de Timbaúba	Monte Alegre	RN	9323732	231710	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
115	---	Sítio Porteirais	Monte Alegre	RN	9326516	238626	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
116	---	Localidade de Trigueiro	Nova Cruz	RN	9285899	239909	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
117	---	Lagoa do Couro	Nova Cruz	RN	9289542	235482	33	Pedra de Cantaria	Pc	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
118	---	Lagoa do Peixe	Lagoa de Pedras	RN	9313057	230428	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
119	---	Lagoa da Porta	Jundiá	RN	9305587	242446	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
120	22664	Lagoa da Água Boa	Baía Formosa	RN	9290493	279988	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais não Ferrosos e Semi Metais
121	22671	Lagoa da Água Boa	Baía Formosa	RN	9287762	281013	33	Titânio	Ti, Zr, Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais não Ferrosos e Semi Metais
122	50906	Praia de Tibau do Sul	Tibau do Sul	RN	9315646	269191	33	Caulim	Cli	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e minerais industriais
123	51037	Araçá	Vera Cruz	RN	9332542	232206	33	Água mineral	Agm	Mina	Ativo	Água Mineral ou Potável de Mesa
124	---	Rio Curimataú	Nova Cruz	RN	9284438	231187	33	Brita	Bt	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
125	---	Localidade de Capim Grosso	Montanhas	RN	9283593	247327	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
126	---	Serrinha	Serrinha	RN	9304728	223608	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
127	---	Pedro Velho	Pedro Velho	RN	9286241	253560	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
128	---	Localidade de Recreio	Pedro Velho	RN	9289469	256126	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
129	---	Sítio Arari	Canguaretama	RN	9292475	261425	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
130	---	Sítio Arari	Canguaretama	RN	9293608	262239	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
131	---	Tamatanduba	Canguaretama	RN	9286548	259194	33	Calcário	Cc	Garimpo	Inativo	Rochas e Minerais Industriais
132	---	Tamatanduba	Canguaretama	RN	9285165	261487	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
133	50586	Rio Curimataú	Pedro Velho	RN	9285929	258604	33	Calcário	Cc	Garimpo	Inativo	Rochas e Minerais Industriais
134	---	Engenho Outeiro	Baía Formosa	RN	9289016	265468	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
135	---	Moreira	Pedro Velho	RN	9285521	253943	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
136	---	Localidade de Maranhão do Alburquerque	Canguaretama	RN	9298523	269191	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
137	---	Fazenda Estrela	Baía Formosa	RN	9294595	275302	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
138	---	Guaratuba	Baía Formosa	RN	9290607	268076	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
139	---	Rio Pau Brasil	Baía Formosa	RN	9282707	280288	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
140	---	Localidade de Pituba	Baía Formosa	RN	9282614	278918	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
141	---	Riacho Taboquinha	Baía Formosa	RN	9286554	278388	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
142	---	Uriúna	Baía Formosa	RN	9287280	270651	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
143	---	Uriúna	Baía Formosa	RN	9286748	270469	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
144	---	Localidade de Benfica	Goianinha	RN	9305381	255973	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
145	---	Fazenda Bom Jardim	Goianinha	RN	9303200	252217	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
146	---	Jardim	Goianinha	RN	9301255	250474	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
147	---	Localidade de Encantado	Canguaretama	RN	9293178	256424	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
148	---	Riacho Pequiri	Canguaretama	RN	9291489	253673	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
149	---	Fazenda Zumbi	Goianinha	RN	9306820	257399	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
150	---	Trevo Tibau do Sul/Sibaúma	Tibau do Sul	RN	9309436	270462	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
151	---	Localidade de São Luis	Tibau do Sul	RN	9310564	262636	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
152	---	São Roque	Canguaretama	RN	9296791	266222	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
153	---	Matadouro de Canguaretama	Canguaretama	RN	9297239	265882	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
154	---	Rio Catu	Canguaretama	RN	9302727	265234	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
155	---	Rio Catu	Goianinha	RN	9302828	259167	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
156	---	Localidade de Cameté	Aréz	RN	9312255	256437	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
157	50284	Localidade de Papeba	Senador Geogino Avelino	RN	9319797	263318	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
158	50282	Localidade de Golangi	Nísia Floresta	RN	9322513	254738	33	Caulim	Cli	Garimpo	Inativo	Rochas e Minerais Industriais
159	50908	Localidade de Santa Luzia	Nísia Floresta	RN	9323260	253073	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
160	50085	Localidade de Baldum	Aréz	RN	9316838	254552	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº.	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
161	---	Localidade de Santa Rosa	Arêz	RN	9318639	260722	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
162	---	Localidade de Lamarão	Goianinha	RN	9309111	253321	33	Cascalho de Quartzo	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
163	---	Localidade de Miranda	Espírito Santo	RN	9306729	247610	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
164	---	Localidade de Péri-Péri	São José de Mipibu	RN	9323427	245484	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
165	---	Localidade de Araçá	Vera Cruz	RN	9331551	229296	33	Diatomita	Dt	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
166	---	Sítio Areias	São José de Mipibu	RN	9333675	235524	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
167	---	Assentamento Gonçalo Soares	São José de Mipibu	RN	9335543	238999	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
168	---	Localidade de Mendezinho	São José de Mipibu	RN	9335733	244043	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
169	---	Localidade de Mendes	São José de Mipibu	RN	9335560	245711	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
170	---	Localidade de Mendes II	São José de Mipibu	RN	9332777	243714	33	Areia, Diatomita	Are, Dt	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
171	---	Fazenda Bela Vista	São José de Mipibu	RN	9327957	249878	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
172	---	Shopping Bar Motel	Brejinho	RN	9311933	237830	33	Cascalho de Laterita	Cas	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
173	---	Sítio Olho Dágua	São José de Mipibu	RN	9316506	239912	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
174	---	Localidade de Papa Terra	Monte Alegre	RN	9324699	243019	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
175	---	Rio Trairí	Monte Alegre	RN	9329578	238312	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
176	---	Fonte	Monte Alegre	RN	9326807	235946	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
177	---	Lagoa do Bonfim	Nísia Floresta	RN	9335884	256300	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
178	---	Lagoa do Urubu	Nísia Floresta	RN	9333764	258883	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº.	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
179	---	Boa Água	Nísia Floresta	RN	9331670	259449	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
180	---	Lagoa do Bonfim	Nísia Floresta	RN	9333358	253752	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
181	---	Lagoa do Bonfim	Nísia Floresta	RN	93333167	255345	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
182	---	Rua Carnaúba	Nísia Floresta	RN	9328254	257021	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
183	22670	Boa Cica	Nísia Floresta	RN	9327494	265979	33	Titânio	Ti, Zr, Mag, Are	Ocorrência	Não Explorado	Metais não Ferrosos e Semi Metais
184	---	Rio Trairí	Nísia Floresta	RN	9323516	256241	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
185	---	Rio Trairí	Nísia Floresta	RN	9324064	253633	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
186	---	Rio Trairí	São José de Mipibu	RN	9325098	249568	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
187	---	Rio Trairí	São José de Mipibu	RN	9325600	248882	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
188	21221	Afluentes do Rio Jacú	Goianinha	RN	9310466	256527	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
189	---	Sumaré	Goianinha	RN	9309556	258380	33	Turfa	Tf	Ocorrência	Não Explorado	Recursos Minerais e Energéticos
190	50290	Cametá	Arêz	RN	9311988	256805	33	Caulim	Cli	Ocorrência	Não Explorado	Rochas e Minerais Industriais
191	---	Ilha do Maranhão	Canguaretama	RN	9289658	264792	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
192	50286	Ilha do Maranhão	Canguaretama	RN	9290341	264221	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
193	---	Trevo Jaçaná-Brejinho-Santo Antônio	Espírito Santo	RN	9298857	245591	33	Brita	Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
194	---	Bar e Restaurante do Aldo	Santo Antônio	RN	9294949	228590	33	Brita	Bt	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
195	---	Riacho do Prego	Santo Antônio	RN	9292939	223594	33	Pedra de Cantaria	Pc	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil

Tabela 5.1 – Listagem dos recursos minerais da Folha São José de Mipibu. (continuação)

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	UTM(N)	UTM(E)	ZONA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
196	---	Riacho do Prego	Santo Antônio	RN	9295796	226360	33	Pedra de Cantaria	Pc	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
197	---	Umburana	Santo Antônio	RN	9296561	230562	33	Pedra de Cantaria, Brita	Pc, Bt	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
198	---	Serrote	Montanhas	RN	9280991	242411	33	Pedra de Cantaria, Brita	Pc, Bt	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
199	---	Rio Curimataú	Pedro Velho	RN	9286219	251469	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
200	---	Rio Curimataú	Pedro Velho	RN	9286836	253436	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
201	---	Pajuçara	Monte Alegre	RN	9322140	231628	33	Diatomita	Dt	Garimpo	Ativo	Rochas e Minerais Industriais
202	---	Olho Dágua	Lagoa Salgada	RN	9320171	225744	33	Pedra de Cantaria	Pc	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
203	---	Localidade de Marciana	Lagoa Salgada	RN	9321143	226544	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
204	---	Rio Trairí	Lagoa de Pedras	RN	9321182	230805	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
205	---	Rio Trairí	Monte Alegre	RN	9324617	234375	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
206	---	Quatro Bocas	Monte Alegre	RN	9324762	233912	33	Brita	Bt	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
207	---	Santíssima	Lagoa Salgada	RN	9319845	224438	33	Areia	Are	Garimpo	Ativo	Materiais de Uso na Construção Civil
208	50281	Santa Luzia	Nísia Floresta	RN	9324286	252740	33	Argila	Arg	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
209	51010	Retiro	Monte Alegre	RN	9330050	242275	33	Areia	Are	Garimpo	Inativo	Materiais de Uso na Construção Civil
210	51009	Barrenta	Monte Alegre	RN	9329768	239196	33	Areia	Are	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
211	50359	Ilha	Nísia Floresta	RN	9324179	256296	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
212	50360	Jenipapeira	Nísia Floresta	RN	9321595	259964	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil
213	50283	Jenipapeira	Senador Geogino Avelino	RN	9321298	260856	33	Argila	Arg	Ocorrência	Não Explorado	Materiais de Uso na Construção Civil

5.2.1 - Areia

Como citado por Mattos *et al.* (2005), Angelim *et al.* (2006), Dantas *et al.* (2002), Luz e Lins (2005, 2008), Quaresma (2009a), entre outros, areia é o termo usado para definir material detrítico constituído por fragmentos de minerais (principalmente quartzo) ou rochas os quais, segundo a Escala de Wentworth (Wentworth, 1922), variam entre 0,64 µm e 2,0 mm, sendo normalmente encontrados em aluviões, dunas, coberturas arenosas, praias, etc. Essas areias são largamente empregadas na construção civil, metalurgia, na indústria de cimento e vidro, defensivos agrícolas, abrasivos, filtros, entre outras aplicações.

Na Folha São José de Mipibu (Figura 5.3; Pacelli Dantas *et al.* 2013; Lima *et al.* 2014a), a quantidade de areia fica em torno de 26,19% em relação a outras substâncias, conforme pode ser observado na Figura 5.2.

Uma análise mais acurada da Figura 5.3, assim como da Tabela 5.1, mostra que foram cadastrados 44 afloramentos onde a areia ocorre como substância principal isolada e outros 11 afloramentos onde ela ocorre associada a outras substâncias, como no caso da associação com argila (01); com diatomita (02); com diatomita e argila (01) e como areia de duna (07), contendo titânio, zircônio, magnetita, entre outros. Vale ressaltar que as áreas onde as areias ocorrem como dunas são áreas de preservação ambiental, portanto, impedidas para exploração mineral.

A composição dessas areias, segundo Nesi & Carvalho (1999), FAPERN (2005), entre outros, normalmente, apresentam o teor de sílica (grãos de quartzo) acima de 90% e, em alguns locais como o leito do rio Trairí, teores entre 82% e 86%, ficando o restante por conta de impurezas como minerais de argila, fragmentos de feldspatos, entre outros. Ferreira Neto *et al.* (2013) realizaram a análise química de uma amostra de areia lavada em um dos muitos locais de dragagem e extração no rio Trairí, no município de Monte Alegre/RN, onde reconheceu uma composição com participação de 78,51 % de sílica, 10,6% de Al_2O_3 , 3,57% de K_2O e outros 7,32% de elementos diversos (MgO , Na_2O , CaO , etc.).

Os depósitos de areia encontrados na folha possuem diferentes origens, podendo ser resultantes do acúmulo em aluviões, dunas ou sobre tabuleiros e planícies (Figura 5.3); estando presentes nos depósitos Aluvionares de Canal (Figura 5.4), depósitos Eólicos Continentais Recentes (Figuras 5.5 e 5.6), depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados (Figura 5.7) e depósitos Arenosos e Areno-Argiloso (Figura 5.8).

No tocante à distribuição, tendo por base o mapa geológico (em anexo) e a Figura 5.3, observa-se que as areias estão espalhadas por toda a área da folha, porém com maior volume nos quadrantes nordeste e sudeste, em boa proporção no noroeste e, em menor, no sudoeste, onde predominam as unidades Arqueanas - Ediacaranas (Figura 5.3).

Em diversos locais, principalmente próximos aos centros urbanos, ocorre a lavra dessas areias. São basicamente garimpos que operam artesanalmente, os quais foram encontrados nos municípios de Canguaretama (01), Goianinha (01), Lagoa de Pedras (01), Lagoa Salgada (02), Monte Alegre (03), Nísia Floresta (04), Pedro Velho (02) e São José do Mipibu (03), todos no Rio Grande do Norte. A areia retirada é destinada (quase que) exclusivamente à construção civil.

Em alguns poucos locais, a extração da areia ocorre de forma semi mecanizada como, por exemplo, nos pontos 102are (Lagoa da Carnaúba, Nísia Floresta/RN), 186are (rio Trairí, São José de Mipibu/RN, Figura 5.9) e 205are (rio Trairí, Monte Alegre/RN). Nesses locais, geralmente, pode ser visto um pequeno trator ou uma escavadeira, alguns caminhões para o transporte e, ocasionalmente, uma bomba para drenagem de água do leito do rio para abertura de novas frentes.

Em outros locais foram encontrados sítios de extração inativos, por motivos diversos como falta de estrutura de transporte, sazonalidade das chuvas, existência de áreas de melhor acesso, viabilidade econômica e outras.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro mais recente a Produção Bruta de Minério (ROM - quantidade de minério bruto produzido no ano, obtido diretamente da mina, sem sofrer qualquer tipo de beneficiamento) relativa à areia no Rio Grande do Norte teria sido de 3.759.431 t e a produção comercializada de 3.751.111 t gerando um valor de R\$ 19.708.506,00. A produção dessa areia foi destinada a construção civil (67,10%), pavimentação asfáltica (16,38%), argamassa para construção (9,52%), sendo que outros 7,00% não foram informados. Seu mercado consumidor teria sido o próprio estado (87,80%), enquanto outros 12,20% não foram informados (BRASIL DNPM, 2010a).

Migliorini (2013) mostra que as importações e exportações, em 2012, de areia no Brasil são inexpressivas, com cifras de 1.641 t a valores de US\$ 289,6 mil e 24 t a valores US\$ 12,12 mil, respectivamente. O mercado interno é que seria o grande consumidor de toda areia produzida, o que no período informado, corresponderia a 368.957.000 de toneladas.

5.2.2 - Argila

Segundo Ferreira *et al.* (1977), Ferreira (1978), Meira (2001), Neto & Teixeira Neto (2009), Cessa *et al.* (2009), Coelho (2009), Mello *et al.* (2011), entre outros, as argilas tem sido usadas deste muito tempo pelos seres humanos para a fabricação de cerâmicas, tijolos e telhas. Mais recentemente, as argilas encontraram grande empregabilidade em áreas da indústria, agricultura, perfuração, química, medicina, entre outras, devido a propriedades como granulometria, capacidade de troca de cátions, superfície específica, viscosidade, etc.

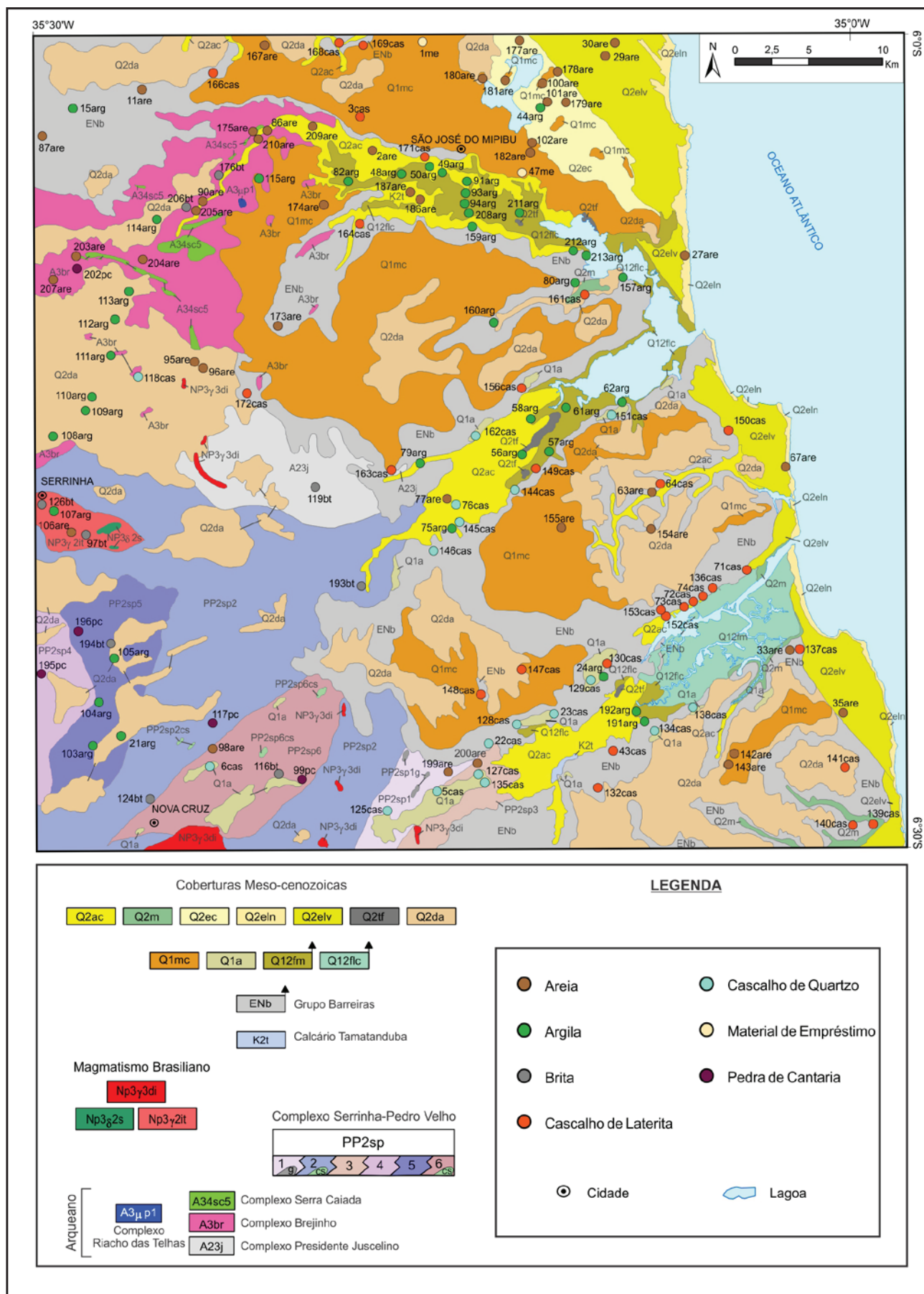


Figura 5.3 – Distribuição dos depósitos de uso na construção civil na Folha São José de Mipibu.



Figura 5.4 – Aspecto do leito do rio Trairí, em Monte Alegre (RN) onde ocorre intensa extração de areia. Afloramento MG413. Ponto de recurso mineral 205are, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.7 – Detalhe da areia explorada na Praia de Baía Formosa (RN). Afloramento EP036. Ponto de recurso mineral 35are, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.5 – Atividade de exploração de areia próximo à Lagoa do Bonfim, em Nísia Floresta (RN). Afloramento MG253. Ponto de recurso mineral 181are, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.8 – Areia exposta próximo à Lagoa do Bonfim, em Nísia Floresta (RN), onde ocorreu extração. Afloramento MG252. Ponto de recurso mineral 180are, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.6 – Detalhe da areia extraída próximo à Lagoa do Bonfim, em Nísia Floresta (RN). Afloramento MG253. Ponto de recurso mineral 181are, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.9 – Aspecto do local da retirada de areia no leito do rio Trairí no município de São José de Mipibu (RN). Afloramento MG293. Ponto de recurso mineral 186are, no mapa geológico. Garimpo ativo artesanal com coleta manual e transporte por caminhão caçamba.

Meira (2001), devido às diversas conceituações existentes de argila, optou por descrever genericamente a argila como um material terroso, natural, de granulometria muito fina, que desenvolve plasticidade quando úmido, sendo capaz de endurecer quando aquecido. Ainda segundo este autor, as argilas são formadas a partir de minerais como quartzo, feldspatos, micas, anfibólios e piroxênios, os quais, quando expostos às intempéries (processos físico-químicos), fragmentam e se dissolvem sendo posteriormente reorganizados na forma de argilas que são estáveis nas condições atmosféricas.

Ferreira *et al.* (1977) e Ferreira (1978) classificaram as argilas com base na configuração espacial das células unitárias, o que resultou nos seguintes grupos:

(1) **Grupo da Caulinita** – as argilas mais puras, tendo em sua composição silicatos hidratados de alumínio, sendo representados por caulinita, diquita, haloisita, anauxita, halofana e nacrita;

(2) **Grupo da Montmorilonita** – argilas com maior poder de expansão, contendo silicatos hidratados de alumínio, magnésio, ferro, além de íons permutáveis de sódio ou cálcio sendo representadas por montmorilonita, beidelita, nontronita, hecтонita e saucoita;

(3) **Grupo da Iilita** – argilas mais abundantes e que são representadas por variedades complexas de silicatos complexos hidratados de alumínio, potássio, ferro e magnésio;

(4) **argilas especiais** tipo *ball clay* e *terra fuller*, comentadas abaixo.

Com relação às propriedades das argilas, Meira (2001) enumera-as nos seguintes tipos:

(1) **Granulometria** – diz respeito ao tamanho dos grãos dos minerais e tem influência na plasticidade, porosidade, permeabilidade e resistência das argilas, cozidas ou não. Este autor considera como argila, materiais com granulometria inferior a 2 μm , enquanto na Escala de Wentworth (Wentworth, 1922) esse tamanho é inferior a 4 μm ;

(2) **Superfície Específica** – definida como a soma das superfícies externa e interna por unidade de massa (m^2/g) e representa o teor da fração argilosa;

(3) **Troca de Íons** – representa a capacidade das argilas trocarem íons com soluções aquosas envolventes resultando em desequilíbrio das cargas elétricas e alteração em suas propriedades;

(4) **Viscosidade** – relacionada com a forma que o sistema argila/água flui sob uma força qualquer interferindo diretamente na sua moldagem;

(5) **Plasticidade** – capacidade da argila de mudar de forma sem se romper até certo limite de força e quantidade de água presente, sendo afetada pela granulometria, mineralogia, forma dos cristais, carga elétrica;

(6) **Endurecimento após Secagem ou Cozimento** – resposta que as argilas mostram ao

serem expostas a temperaturas acima de 110° C, proporcionando aumento da resistência do material.

Por fim, existem diversos tipos de argilas e as denominações, normalmente, são utilizadas visando à área industrial. Nesse contexto, Meira (2001), Menezes *et al.* (2003), Mello *et al.* (2011), entre outros, relacionaram uma lista de argilas onde citam os tipos existentes como:

(1) **Caulinita** – resultado da alteração meteórica de feldspatos e micas, sendo normalmente branca, refratária e utilizada na fabricação de porcelana; louça sanitária; preparação de pigmentos à base de anilina; veículo inerte para inseticidas; abrasivos suaves; carga na fabricação de papel; em sabões e pós dentifrícios; constituinte do cimento Portland branco; absorvente de toxinas do aparelho digestivo; empregada na confecção de luvas para fins médicos e revestimentos de fusíveis; em cosméticos; etc.;

(2) **Bentonita** – argila residual oriunda da alteração de cinzas ou tufos vulcânicos ácidos e que aumenta grandemente de volume na presença de água, sendo usada como lama de sondagem nos furos de pesquisa e produção de petróleo entre outras aplicações;

(3) **Argilas Refratárias** – apresentam resistência ao calor, suportando temperaturas acima de 1500° C e, devido a isso, são utilizadas na produção de placas refratárias isolantes e no revestimento para fornos;

(4) **Argilas em Bolas (*ball clay*)** – são constituídas por caulinita, clorita, montmorilonita, iilita-montmorilonita interestratificadas e matéria orgânica, sendo extremamente plásticas e com apreciável poder ligante fato que as fazem extremamente úteis em produtos que necessitem de agentes de suspensão, de cargas e agentes ligantes;

(5) **Argilas Fibrosas** – minerais argilosos e fibrosos do grupo da **paligorsquita** e sepiolita que desenvolvem viscosidade alta nas suspensões ou dispersões aquosas, sendo usadas em artesanato; cerâmica; construção civil; cosméticos; filtração; fundição; impermeabilizante; indústria farmacêutica, petrolífera, e química; refratários; siderurgia; tintas; etc.;

(6) **Terra Fuller** – constituída, essencialmente, de montmorilonita com alto poder absorvente, sendo usada no branqueamento de sebo animal (produção de sabão, sabonetes e cosméticos); remoção de impurezas em óleos lubrificantes reciclados; clarificação de óleos vegetais; aglomerante na produção de fertilizantes e em areias de fundição; entre outras aplicações;

(7) **Argila Comum** – constituída por quartzo, feldspatos, micas, óxidos e hidróxidos de ferro, pirita e carbonatos sendo utilizada em olarias para produção de cerâmica de terracota (argila vermelha cozida e usada na fabricação de telhas, ladrilhos, estatuetas, etc.). Quando em sua composição entra silte, areia, fragmentos de rocha, sulfatos, sulfuretos, tornando-a mais grossa, é utilizado para a confecção de tijolos maciços, furados, telhas e pavimentos.

Com base no que os autores acima escreveram, pode-se concluir que as argilas, de acordo com a sua composição, tanto podem fazer parte da classe de Materiais da Construção Civil quanto da classe de Rochas e Minerais Industriais. Na Folha São José de Mipibu, mais especificamente, as argilas estão relacionadas com a classe dos Materiais da Construção Civil. Ferreira *et al.* (1977), Ferreira (1978) e Nesi & Carvalho (1999) comentam sobre ensaios tecnológicos realizados em argilas encontradas no Rio Grande do Norte, algumas inclusive na área dessa folha. Segundo estes autores, os resultados recomendariam o uso dessas argilas em cerâmicas vermelhas (tijolo, telhas, lajotas, manilhas, etc.) em alguns casos e como cerâmicas brancas (porcelanatos, ladrilhos, azulejos, louças sanitárias, etc.) em outros.

Neste mapeamento, foram encontrados 40 jazimentos de argila os quais são de pequeno a médio porte associados a depósitos flúvio-lacustrinos, flúvio-marinhos e depósitos de mangue, em sua maioria, ou situados em leitos de pequenos riachos e barragens (Figuras 5.10 a 5.13). Nos leitos dos três grandes rios da área (Trairí, Jacu e Curimataú), ocorrem as maiores concentrações de argila (Figura 5.3). Essa substância está distribuída em trinta e três (33) ocorrências não exploradas e sete (07) garimpos paralisados no momento do mapeamento. Além disso, dezessete (17) outros pontos foram encontrados onde a argila ocorre associada à areia, diatomita, cascalho, turfeiras e caulim (Tabela 5.1). Nesta folha, a quantidade de argila como substância principal fica em torno de 23,81% (Figura 5.2) em relação a outras substâncias. Especialmente, como substância principal, a argila ocorre nos municípios de Arêz e Vera Cruz (02 jazimentos em cada); Canguaretama e Santo Antônio (03 jazimentos em cada); Goianinha e Nísia Floresta (06 jazimentos em cada); Lagoa de Pedras (05 jazimentos); Monte Alegre, Nova Cruz, Tibau do Sul e Senador Georgino Avelino (02 jazimentos em cada); São José de Mipibu (07 jazimentos) e Serrinha (01 jazimento). Todos os municípios no Rio Grande do Norte.

Essas argilas são geralmente exploradas por métodos artesanais e são principalmente utilizadas na fabricação de telhas e tijolos de oito furos, embora ainda produzam tijolos maciços. A região compreendida pela Folha São José de Mipibu constitui um dos quatro importantes polos de produção de telhas do estado (FAPERN 2005), geralmente, constituídos por micro e pequenas empresas, onde a produção é destinada para o consumo local e regional. Ferreira Neto *et al.* (2013) analisou diversas amostras de argila na região da Folha São José de Mipibu e circunvizinhanças (São José do Mipibu/RN e Nísia Floresta/RN) reconhecendo um teor elevado de ferro (8,44% a 9,87% de Fe_2O_3) e sílica (47,65% a 53,89%), além de uma plasticidade de média a alta, configurações essas adequadas para cerâmicas de cor vermelha, as quais se prestam à fabricação de telhas e tijolos.



Figura 5.10 – Detalhe da argila encontrada no leito do rio Trairí, na localidade de Areal. São José de Mipibu (RN). Afloramento EP083. Ponto de recurso mineral 82arg, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.



Figura 5.11 – Detalhe da argila explorada no leito do rio Trairí, na localidade de São Roque. São José de Mipibu (RN). Afloramento EP095. Ponto de recurso mineral 94arg, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.12 – Pequeno barranco no rio Curimataú, na localidade de Ilha do Maranhão. São José de Mipibu (RN). Afloramento MG315. Ponto de recurso mineral 191arg, no mapa geológico. Ocorrência não explorada de argila.



Figura 5.13 – Detalhe da argila encontrada no leito do rio Curimataú, na localidade de Ilha do Maranhão. São José de Mipibu (RN). Afloramento MG315. Ponto de recurso mineral 191arg, no mapa geológico. Ocorrência não explorada de argila.

Conforme o Anuário Mineral Brasileiro mais recente as reservas de argila no Rio Grande do Norte, estão na casa das 6.191.906 t lavráveis de argila comum, além de mais 2.027.184 t (reservas medidas) e 420.801 t (reservas indicadas) de outras argilas. Ainda segundo este documento, a Produção Bruta de Minério (ROM) de argila foi de 187.949 t e a produção comercializada de 17.949 t gerando uma renda no valor de R\$ 862.567,00. A produção dessa argila comum foi destinada à cerâmica vermelha para consumo no Rio Grande do Norte (45,88%) enquanto outros 54,12% não foram informados a destinação (BRASIL DNPM, 2010a).

5.2.3 - Cascalho (Quartzo e Laterita)

O cascalho existente na Folha São José de Mipibu é oriundo de depósitos aluvionares antigos e de crostas lateríticas (ferricrete) na superfície do Grupo Barreiras (FAPERN 2005; Lima *et al.* 2014a). São depósitos sedimentares onde a característica principal são os seixos de quartzo que variam de 1 a 6 cm (Figuras 5.14 a 5.17), podendo chegar, em alguns locais, a 15 cm de diâmetro ou fragmentos de laterita de variados tamanhos.

5.2.3.1 - Cascalho de Quartzo

O cascalho de quartzo encontra-se, predominantemente, em locais ao longo dos rios Curimataú e Jacu (Figura 5.3; Lima *et al.* 2014a), com alguns poucos depósitos de menor porte distribuídos na área. Esses depósitos de cascalho são constituídos por arenitos e conglomerados ou por arenitos conglomeráticos suportados por uma matriz areno-argilosa. Em sua composição ainda ocorrem finos níveis de argilitos e siltitos intercalados, além de fragmentos de crosta laterítica, assim como de gnaisses, pegmatitos, quartzitos e seixos de quartzo dispersos nos níveis conglomeráticos. Apresentam variação de cores,



Figura 5.14 – Área de retirada de cascalho de quartzo no Sítio Arari, em Canguaretama (RN). Afloramento MG030. Ponto de recurso mineral 129cas, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.15 – Detalhe dos seixos de quartzo e fragmentos de rochas no cascalho semi consolidado explorado no Sítio Arari, em Canguaretama (RN). Afloramento MG030. Ponto de recurso mineral 129cas, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.16 – Área de retirada de cascalho de quartzo na localidade de Moreira, em Pedro Velho (RN). Afloramento MG051. Ponto de recurso mineral 135cas, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.17 – Detalhe dos seixos de quartzo no cascalho explorado na localidade de Moreira em Pedro Velho (RN). Afloramento MG051. Ponto de recurso mineral 135cas, no mapa geológico. Garimpo inativo.

associadas ao processo de laterização. Em alguns locais, mostram estruturas resultantes de paleosismicidade (Bezerra *et al.* 2001 e 2008; FAPERN 2005; Nogueira *et al.* 2010; Lima *et al.* 2014a).

O grau de seleção desses depósitos varia de mal a moderadamente bem selecionados e os seixos de quartzo presentes na matriz da rocha apresentam baixa a média esfericidade com grãos subarredondados. Os fragmentos de rocha propriamente ditos apresentam baixa esfericidade, variando de muito angulosos a angulosos.

No mapeamento da Folha São José de Mipibu foi revalidado ou cadastrado dezoito (18) pontos entre ocorrência não explorada, garimpos ativo e inativo (Tabela 5.1; Figura 5.3). Durante o mapeamento foi observado apenas um garimpo em atividade, o qual está localizado na Fazenda Campo de São João em Nova Cruz (RN). Os garimpos que se encontram inativos atualmente, contribuíram com material de empréstimo durante a duplicação da rodovia BR 101 (PAC2, 2014).

O Anuário Mineral Brasileiro (BRASIL DNPM, 2010b) cita como exemplo de utilização desses materiais a construção e manutenção de ferrovias, enrocamento de portos, etc. Este anuário também lista outros dados sobre cascalho, como reserva, produção bruta, produção beneficiada, mercado consumidor, entre outros. Porém, para este trabalho, apenas a produção bruta comercializada diz respeito exclusivamente a cascalho, uma vez que os demais dados associam o cascalho à pedra britada em usinas de tratamento de minérios. Desta forma, a produção bruta de cascalho no Rio Grande do Norte, em 2009, foi de 3.125.713 t (BRASIL DNPM, 2010a).

5.2.3.2 - Cascalho de Laterita

O cascalho de laterita pode ser encontrado em abundância ao longo do rio Curimataú, por toda a área onde afloram os sedimentos do

Grupo Barreiras (Figura 5.3). Esses depósitos são formados pela crosta laterítica que se desenvolve nestes sedimentos (Figuras 5.18 a 5.21). Em vários locais, estão recobertos por plantações de cana de açúcar. Essa crosta é o resultado da atuação do intemperismo nos sedimentos do Grupo Barreiras que originam fragmentos angulosos e extremamente duros formados pela crosta ferruginosa oxidada. Este horizonte superior do perfil de intemperismo laterítico (ferricrete) ocorre na forma maciça, colunar e/ou apresentando concreções.

Na Folha São José de Mipibu, cadastrou-se vinte e nove (29) garimpos de cascalho de laterita e revalidou-se um (01) em Baía Formosa onde ocorre associado com argila (37arg,cas). Entre os jazimentos cadastrados (Tabela 5.1; Lima *et al.* 2014a), oito (08) estão em atividade e os demais inativos. Os municípios onde os jazimentos foram encontrados são: Arêz e Tibau do Sul (02 jazimentos cada); Baía Formosa (04 jazimentos); Brejinho, Espírito e Santo Goianinha (01



Figura 5.18 – Detalhe dos seixos de laterita no cascalho explorado na localidade de Olho D'água, em Tibau do Sul (RN). Afloramento EP065. Ponto de recurso mineral 64cas, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.19 – Área de retirada de cascalho de laterita na localidade de Encantado, em Canguaretama (RN). Afloramento MG109. Ponto de recurso mineral 147cas, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.20 – Área de retirada de cascalho de laterita próximo ao Matadouro de Canguaretama (RN). Afloramento MG137. Ponto de recurso mineral 153cas, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.21 – Detalhe dos blocos de laterita no cascalho explorado na Fazenda Bela Vista em São José de Mipibu (RN). Afloramento MG220. Ponto de recurso mineral 171cas, no mapa geológico. Garimpo ativo.

jazimento em cada); Canguaretama (12 jazimentos) e São José de Mipibu (06 jazimentos), todos no Rio Grande do Norte. O material retirado nesses garimpos normalmente é empregado como piso em estradas dos canais para evitar o atolamento de caminhões e em outras atividades de menor relevância.

5.2.4 - Brita e Pedra de Cantaria (paralelepípedo e meio fio)

A área da Folha São José de Mipibu tem um bom potencial para rochas que podem ser transformadas em brita e pedra de cantaria (meio-fio e paralelepípedo), mesmo levando-se em conta a ampla cobertura sedimentar existente na área. Nessa folha, foram cadastrados dezesseis (16) garimpos de brita e/ou pedra de cantaria (Tabela 5.1). A exploração desse material, normalmente, é artesanal e realizada por grupos familiares, resultando em pequena produção.

5.2.4.1 - Brita

A brita (ou pedra britada) é o material resultante da fragmentação de rochas ígneas (granitos, basaltos, etc.), metamórficas (gnaisses, quartzitos, etc.) e sedimentares (calcários, dolomitos, etc.) em uma unidade mineradora a qual, geralmente, é responsável pelo processo de extração, britagem e peneiramento dessas rochas (FAPERN 2005; Vidal *et al.* 2005; Quaresma 2009b).

Este material é amplamente utilizado na área de construção civil e, dependendo da granulometria da brita, podem ser empregada em lastro ferroviário; decantação de fossa séptica; drenagem do solo; concretagem de sapatas e bueiros; aterramento para subestações elétricas; confecção de muros e pisos grossos; fabricação de concreto (edificações de prédios); artefatos de concreto como colunas, vigas e lajes (pré moldados) e na pavimentação de uma forma em geral.

Na Folha São José de Mipibu, o cadastramento desse material resultou em nove (09) jazimentos onde a rocha se presta para a produção de brita (Figuras 5.22 a 5.25) e outros dois (02) onde, associados à brita, seria produzida ainda a pedra de cantaria. A distribuição espacial é: Espírito Santo, Jundiá e Serrinha (01 jazimento cada); Monte Alegre, Nova Cruz e Santo Antônio (02 jazimentos cada), todos no Rio Grande do Norte (Figuras 5.22 a 5.29).

As rochas mais empregadas na produção desse material são as suítes intrusivas neoproterozoicas (Dona Inês, Itaporanga e São João do Sabugi) e os gnaisses paleoproterozoicos do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Na distribuição desses jazimentos, um é uma ocorrência ainda não explorada e os demais são garimpos artesanais, sendo dois ativos e seis inativos. Dos dois pontos onde a brita é produzida em associação com pedra de cantaria, um encontra-se ativo e outro não (Tabela 5.1; Lima *et al.* 2014a).



Figura 5.22 – Pedreira para extração de brita em Serrinha (RN). Afloramento MG019. Ponto de recurso mineral 126bt, no mapa geológico. Garimpo inativo



Figura 5.23 – Pedreira para extração de brita na localidade de Trigueiro em Nova Cruz (RN). Afloramento EP122, no mapa geológico. Ponto de recurso mineral 116bt. Garimpo inativo



Figura 5.26 – Pedreira no Riacho do Pregó em Santo Antônio (RN) para produção de pedra de cantaria (paralelepípedos e meio fio). Afloramento MG367. Ponto de recurso mineral 196pc, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.24 – Pedreira para extração de brita na localidade de Fonte, em Monte Alegre (RN). Afloramento MG242, no mapa geológico. Ponto de recurso mineral 176bt. Garimpo inativo.



Figura 5.27 – Detalhe do gnaiss explorado na pedreira no Riacho do Pregó em Santo Antônio (RN). Afloramento MG367. Ponto de recurso mineral 196pc, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.25 – Detalhe do paralelepípedo produzido em pedreira de Santo Antônio (RN). Afloramento MG353. Ponto de recurso mineral 194bt, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.28 – Acúmulo de paralelepípedos na pedreira de Serrote, Montanhas (RN). Afloramento MG390. Ponto de recurso mineral 198pc, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.29 – Detalhe do meio fio retirado na localidade de Olho D'água em Lagoa Salgada (RN). Afloramento MG408. Ponto de recurso mineral 208pc, no mapa geológico. Garimpo inativo.

5.2.4.2 - Pedra de Cantaria (paralelepípedo e meio fio)

A pedra de cantaria é também conhecida como pedra de talhe ou pedra marroada. É um material de acabamento simples que é cortado de forma artesanal e, algumas vezes, de forma mecanizada, gerando blocos de geometria irregular na forma de paralelepípedos e meios fios (Ferreira Neto *et al.* 2013; Figuras 5.26 a 5.29).

Esse material é bastante rudimentar e, dependendo do uso e da forma, é usado em meios fios e paralelepípedos (calçamento de ruas, estradas, muros de arrimo, calçadas, entre outros usos), pedra de mão ou pedra marroada (gabiões e muros de contenção, bases para drenagens, etc.) e placas (piso, revestimentos de paredes e muros, etc.).

Na Folha São José de Mipibu as rochas mais empregadas na produção desse material, assim como para a produção de brita, são as suítes intrusivas neoproterozoicas (Dona Inês, Itaporanga e São João do Sabugi) e os gnaisses paleoproterozoicos do Complexo Serrinha - Pedro Velho. Nesta folha foram cadastrados cinco (05) jazimentos próprios para a produção de pedra de cantaria, sendo três (03) ativos e dois (02) inativos. Eles estão distribuídos da seguinte forma: Lagoa Salgada (01 jazimento); Nova Cruz e Santo Antônio (02 jazimentos cada), todos no Rio Grande do Norte.

5.2.5 - Material de Empréstimo

Ferreira Neto *et al.* (2013) descreve como material de empréstimo os materiais areno-argilosos os quais são normalmente utilizados em barragens, aterros, estradas vicinais, pontes e em edificações.

Esse material pode ser entendido como sendo as substâncias que não se enquadram em areia, cascalho, brita, mas fazem parte da classe de Materiais da Construção Civil e, geralmente, são conhecidas

no mercado como saibro, saprolito ou regolito. Na sua composição se observa a presença de material areno-argiloso, siltico e/ou arcoseano. Mostram-se mal selecionados, variando nas tonalidades entre avermelhado, alaranjado, amarelado e esbranquiçado e distribuídos em camadas horizontais ou lenticulares. Linhas de seixos de quartzo marcam pequenas discordâncias erosionais dentro das próprias camadas. Esse conjunto pode atingir dezenas de metros de espessura.

Na Folha São José do Mipibu foi mapeado duas ocorrências desse material que parece ser uma alteração do Grupo Barreiras, ocorrendo nos municípios do Rio Grande do Norte de Nísia Floresta (1me) e São José de Mipibu (47me). Esses locais foram bastante explorados no passado para fins diversos, como pode ser visto nas Figuras 5.30 e 5.31. Entre sua utilização conhecida, está a conservação das estradas vicinais da área.



Figura 5.30 – Detalhe do material de empréstimo que era explorado na localidade de Coqueiro em São José de Mipibu (RN). Afloramento EP001. Ponto de recurso mineral 1me, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.31 – Aspecto da área de exploração do material de empréstimo na localidade de Alto em Nísia Floresta (RN). Área usada para depósito de lixo atualmente. Afloramento EP048. Ponto de recurso mineral 47me, no mapa geológico. Garimpo inativo.

5.3 - ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

Bizzi (2003), Lins (2005, 2008), Souza & Vidal (2005), Vidal *et al.* (2005), entre outros, consideram como pertencentes a esta classe de substâncias as rochas e minerais não metálicos (minerais sintéticos, inclusive) que são empregados em diversos campos (agricultura, indústria, metalurgia, etc.) devido as suas propriedades físico-químicas. Podem ser utilizados diretamente *in natura* ou após beneficiamento e processamento. Como exemplo de minerais pertencentes a esta classe, citam os minerais ardósia, argilas plásticas, barita, bentonita, calcário, caulim, diatomita, enxofre, fluorita, gipsita, grafita, quartzo, entre outros. Por essa lista pode-se observar que, dependendo do uso, um mineral pode pertence a mais de uma classe. Como exemplo de aplicação dos minerais industriais pode ser citado a fabricação do vidro, o uso em modelos de fundição, fundentes metalúrgicos, lama de perfuração, abrasivos, filtrantes, pigmentos, clarificantes, peletização, entre outros.

Na Folha São José de Mipibu, três minerais cadastrados pode ser considerado como pertencente a essa classe: diatomita, caulim e calcário, cuja distribuição na área pode ser visto na Figura 5.32.

5.3.1 - Diatomita

A diatomita, segundo Ferreira *et al.* (1977), Ferreira (1978), Dantas *et al.* (2002), Souza & Vidal (2005), Vidal *et al.* (2005), FAPERN (2005), entre outros, é uma rocha sedimentar, amorfa, muito rica em sílica, cinza, porém que adquire a cor branca após calcinação acima de 700° C. É uma substância bem leve e porosa, sendo friável ou consolidada a depender do local de deposição. Ela é resultante da acumulação de carapaças de algas diatomáceas associadas a outros organismos como radiolários e foraminíferos. Essas carapaças são constituídas por sílica amorfa hidratada ou opalina podendo conter impurezas como argilas, óxido de ferro, alumínio, substâncias orgânicas, entre outras.

Vidal *et al.* (2005), apresenta os resultados de análises químicas em diatomitas onde a sílica amorfa varia entre 58% e 91% com 3,5% a 8,5% de água e óxidos. Este autor ainda relaciona algumas propriedades tais como cores claras (branca, creme, cinza clara e cinza escura); dureza entre 1,0 e 1,5; ponto de fusão entre 1400° C e 1700° C; alta porosidade; quebradiça; entre outras que tornam seu uso bem aceito na indústria química onde é usada como filtrante e clarificante de bebidas, em tintas, vernizes e isolantes. Além disso, é utilizada na indústria ceramista, de produtos alimentícios, farmacêutica, na confecção de material refratário, plásticos, papelão, entre inúmeras outras aplicações.

A diatomita normalmente é encontrada em regiões costeiras no fundo de lagoas formando depósitos de tamanhos e formas diversos. Regiões

alagadas, leitos de rios, estuários e enseadas marinhas também acumulam este tipo de material. No caso da Folha São José de Mipibu, a diatomita, também conhecida como “Tabatinga” no Rio Grande do Norte, é encontrada em pequenas lagoas e leitos de riachos, além de aflorar em alguns trechos nos leitos dos rios Curimataú, Jacu e Trairí (Lima *et al.* 2014a).

O Anuário Mineral Brasileiro mostra que o Rio Grande do Norte, no ano de 2009, teria uma reserva medida em torno de 388.998 t, sendo 263.034 t de reserva lavrável. Neste mesmo documento é apresentado que a produção bruta de diatomita foi de 334 t com uma produção comercializada de 304 t gerando um valor de R\$ 45.600,00. O destino desse material foi o próprio estado (17,76%) e o estado de São Paulo (65,79%), com outros 16,45% não informados. Essa diatomita foi empregada na fabricação de tintas, esmaltes, vernizes (65,79%) e fertilizantes (17,76%). Os outros 16,45% não foram informados a que se destinaram (BRASIL DNPM, 2010a).

Por sua vez, o Sumário Mineral (Klein 2013), apresentou uma produção mundial de diatomita em 2012 em torno de 2.078.000 t onde o Brasil teria produzido 3.427 t e, nesse contexto, o Rio Grande do Norte participou com pouco mais de 0.5% dessa produção. Este autor mostra ainda que, enquanto a importação teria ficado em torno de 21.446 t a um custo de US\$ 12,29 milhões, as exportações não ultrapassaram as 184 t, gerando uma receita de US\$ 341.000.

Nesta folha, foi revalidado ou cadastrado vinte e cinco (25) jazimentos, sendo vinte (16) ocorrências não exploradas e dois (03) garimpos (dois ativos e um inativo). Em seis (06) outros locais a diatomita ocorre em associação com areia, argila e/ou turfa. No que tange a sua distribuição (Figura 5.32), eles são encontrados em Baía Formosa, Lagoa Salgada e Macaíba (02 jazimentos cada); Lagoa de Pedras (03 jazimentos); Monte Alegre (06 jazimentos); Nísia Floresta (01 jazimento); São José de Mipibu (05 jazimentos) e Vera Cruz (04 jazimentos), todos no Rio Grande do Norte (Figuras 5.33 e 5.34).

5.3.2 - Calcário

O calcário é uma rocha constituída por carbonato de cálcio e resultante de atividade algálica em condições marinhas, acúmulo de restos orgânicos e, mais raramente, de precipitação química. Geralmente são corpos estratiformes, variando de extensas camadas espessas até pequenas lentes métricas. São depósitos que, ocasionalmente, hospedam mineralizações de chumbo, zinco ou fosfatos uraníferos. O calcário também é bastante usado na fabricação de cimento, como corretivo de solos, produção de cal, indústria do vidro, rochas ornamentais, etc. (Ferreira *et al.* 1977; Ferreira 1978; FAPERN 2005; Vidal *et al.* 2005; Sampaio & Almeida 2005, 2008; Silva 2009a, b).

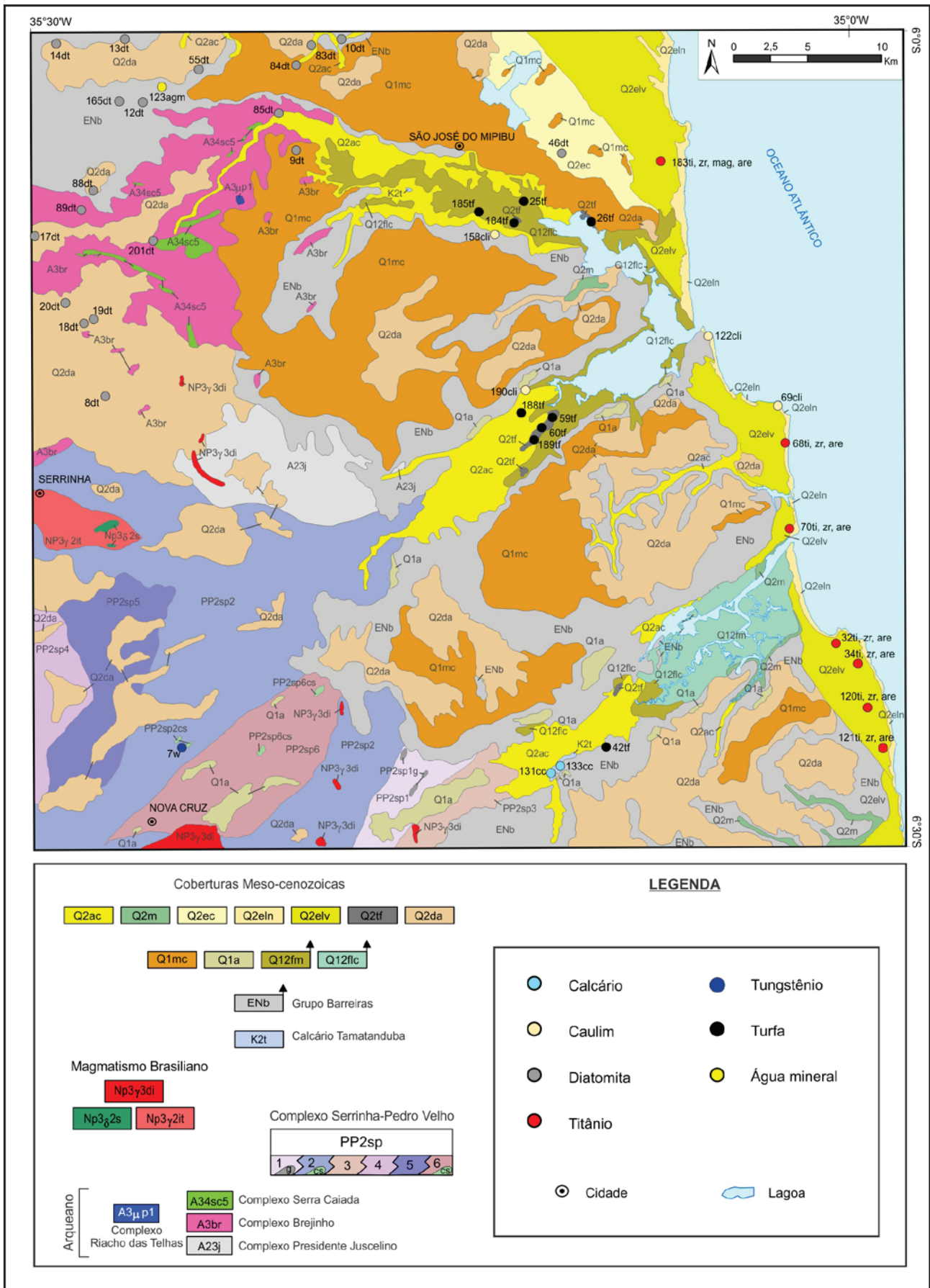


Figura 5.32 – Distribuição das demais substâncias na Folha São José de Mipibu.



Figura 5.33 – Blocos de diatomita explorados na Lagoa da Tacaca em Lagoa Salgada (RN). Afloramento EP017. Ponto de recurso mineral 17dt, no mapa geológico. Garimpo ativo.



Figura 5.34 – Visão geral da extração de diatomita em Pajuçara, Monte Alegre (RN). Este material é utilizado por olarias próximas para a confecção de telhas e tijolos brancos. Afloramento MG401. Ponto de recurso mineral 101dt, no mapa geológico. Garimpo ativo.

Conforme o Anuário Mineral Brasileiro, o Rio Grande do Norte em 2009, teria uma reserva medida em torno de 1.787.554,263 t, sendo 598.040.807 t de reserva lavrável. Sua produção bruta foi de 467.031 t. O calcário comercializado em estado bruto foi da ordem de 21.732 t e beneficiado da ordem de 463.867 t, gerando recursos da ordem de R\$ 1.358.935,00 e R\$ 8.606.589,00, respectivamente. O mercado consumidor do calcário bruto fez uso deste material para construção civil (97,70%), extração e beneficiamento de minerais (1,38%) com outros 0,92% não informados e do calcário beneficiado em cimento (88,17%), construção civil (4,16%) e outros 7,67% como corretivo de solos (BRASIL DNPM, 2010a).

Martins Júnior (2013) mostra que a produção de calcário em 2012 voltado para a produção agrícola interna foi da ordem de 33 milhões de toneladas, não havendo necessidade de importação ou exportação deste produto.

Nesta folha, foram revalidados ou cadastrados duas ocorrências de calcário constituídas por dois garimpos inativos localizados nos municípios de Pedro Velho e Canguaretama, ambos no Rio Grande do Norte (Tabela 5.1; Figura 5.32; Figuras 5.35 e 5.36).



Figura 5.35 – Aspecto geral de uma pedreira de calcário na localidade de Tamatanduba em Canguaretama (RN). Afloramento MG038. Ponto de recurso mineral 131cc, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.36 – Detalhe do calcário encontrado na localidade de Tamatanduba em Canguaretama (RN). Afloramento MG038. Ponto de recurso mineral 131cc, no mapa geológico. Garimpo inativo.

5.3.3 - Caulim

Devido ao fato de ser quimicamente inerte; ser branco; possuir baixa condutividade térmica e elétrica; ser macio e não abrasivo, o caulim é usado, principalmente na indústria do papel, fabricação de cerâmicas, tintas e refratários, entre outras aplicações (Luz e Damasceno 1993; Bizzi 2003; Luz et al. 2005, 2008; Farias 2009, entre outros).

Conforme o Anuário Mineral Brasileiro, o Rio Grande do Norte em 2009, teria uma reserva medida em torno de 729.008 t, sendo 153.654 t de reserva lavrável. Sua produção bruta foi de 6.200 t sendo

5.610 t beneficiadas e comercializadas a um valor de R\$ 787.424,00 (BRASIL DNPM, 2010a).

Soeiro (2013) comenta que a produção brasileira de caulim em 2012 foi da ordem de 2,2 milhões de toneladas sendo o Pará responsável por 70% dessa produção. Foram exportados 2,1 milhões de toneladas, gerando uma receita da ordem de US\$ 240 milhões. Mesmo com essa produção, em 2012, o Brasil ainda precisou importar em torno de 86,6 mil toneladas a um custo de US\$ 100 milhões.

No Rio Grande do Norte, mais especificamente na região do Seridó Potiguar, segundo FAPERN (2005), haveria extração de caulim, porém com uma produção pouco representativa a nível nacional. Todavia seria uma atividade de longa data, garimpeira, atuando nos locais (Município de Equador/RN, por exemplo) onde alterações nos pegmatitos da Província Borborema (Almeida *et al.* 1977, 1981) produziram tal material.

No mapeamento da Folha São José de Mipibu foi revalidado ou cadastrado seis (06) desses jazimentos, sendo quatro (04) ocorrências não exploradas e dois (02) garimpos inativos (Tabela 5.1). Em dois desses jazimentos, o caulim ocorre associado à argila, cascalho de quartzo e/ou de laterita. Em termos de distribuição (Figura 5.32), eles ocorrem em Arêz e Tibau do Sul (02 jazimentos cada); Goianinha e Nísia Floresta (01 jazimento cada), todos no Rio Grande do Norte (Figuras 5.37 e 5.38).

5.4 - RECURSOS MINERAIS ENERGÉTICOS

Segundo Silva *et al.* (2003) e Cruz (2012), desde tempos remotos que os seres humanos buscam recursos que os auxiliem em suas atividades, assim foi quando dominaram o fogo, domesticaram os animais, descobriram o uso dos metais, do carvão mineral, do vapor, do petróleo e de outros recursos energéticos.



Figura 5.37 – Exposição de caulim na localidade de Golandi. Nísia Floresta (RN). Afloramento MG150. Ponto de recurso mineral 158cli, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.38 – Afloramento de caulim na localidade de Cameté. Arêz (RN). Afloramento MG305. Ponto de recurso mineral 190cli, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.

5.4.1 - Turfa

A turfa é o estágio inicial da formação do carvão como resultado da decomposição de matéria vegetal hidrófita (plantas aquáticas, gramíneas, material lenhoso, líquens etc.) em locais rasos com acúmulo de água doce, como lagoas ou rios sinuosos e com baixo declive, onde bactérias anaeróbias passariam a decompor esse material durante milhares de anos.

De acordo com Santos *et al.* (2002) turfeiras encontradas no vale do rio Mamanguape (Paraíba), se apresentam geralmente fibrosas, com cores variando entre castanho e cinza. Por serem esponjosas, normalmente são saturadas com água. Estes autores apresentaram ainda uma classificação das turfas com base nos argilo-minerais presentes. Assim, segundo esta classificação teria a **turfa quase pura** (10% < teores de cinza < 15%), a **turfa impura ou argilosa** (15% < teores de cinza < 40%) e a **turfa argilo-turfosa** (40% < teores de cinza < 70%).

Ainda no próprio local de origem, a turfa contém 90% de água e quando posta para secar, esse valor reduz para 40%, em média. O aumento do seu poder calorífico é inversamente proporcional à quantidade de argilo-minerais, ou seja, quanto maior a quantidade de argilas, menor o poder calorífico das turfas. A classificação mais utilizada para as turfas estaria relacionada à quantidade de cinzas e ao seu poder calorífico, ou seja, valores menores, respectivamente, que 25% e maiores que 3.500 cal/g seria produto combustível e o inverso disso, teriam uma melhor utilização no setor agrícola.

Conforme os resultados do Projeto de Avaliação e Diagnóstico do Setor Mineral do Rio Grande do Norte (FAPERN 2005), as turfas encontradas somaram onze ocorrências ao longo do leito de vários rios (no caso da Folha São José de Mipibu os rios Trairí, Jacu e Curimataú), com espessuras em variando torno de 1,3 m e 3,3 m, recobertas por uma camada de solos de até 2 m de espessura, totalizando em torno de 7.000 hectares.

No mapeamento da Folha São José de Mipibu, foi cadastrado ou revalidado nove (09) ocorrências de turfa como substância principal e não explorada (Tabela 5.1). Em outros doze (12) jazimentos, a turfa ocorre associada à argila e ou diatomita, todas como ocorrências não exploradas. A distribuição (Figura 5.32) desse material no Rio Grande do Norte ocorre nos municípios de Canguaretama (01); Goianinha (04) e Nísia Floresta (02) quando a turfa é a substância principal e Arêz (02); Baía Formosa (03); Canguaretama (02); Nísia Floresta (02); São José de Mipibu (01) e Tibau do Sul (02), no caso dela ser a substância secundária.

Segundo (FAPERN 2005), as reservas inferidas no Rio Grande do Norte seriam da ordem de 100 milhões de m³ de turfa agrícola e 42 milhões de m³ de turfa combustível.

Em todas as ocorrências mapeadas observou-se que a turfa, mesmo ocorrendo como substância principal, tem uma parcela considerável de argila em sua composição (Figuras 5.39 e 5.40), o que a tornaria apropriada para o uso na agricultura como biofertilizantes, substratos de mudas, etc.

5.5 - METAIS NÃO FERROSOS E SEMI METAIS

Angelim *et al.* (2006) sugeriram o agrupamento de recursos minerais onde, na classe dos metais não ferrosos e semi metais estão situados minerais como berilo, tantalita-columbita, minério de lítio e de cobre. Nesta classe também se encontram os minerais de titânio e zircônio (ilmenita e zirconita, respectivamente, entre outros de menor importância). Estes elementos (titânio e zircônio) possuem características que os destacam tais como boa condutibilidade elétrico-térmica e elevado ponto de fusão/ebulição que os fazem bastante usados na indústria aeronáutica, em ligas metálicas, material refratário, entre outros (Lira 2014; Monteiro 2013; Leal 2014, etc.).



Figura 5.39 – Aspecto da escavação para viveiros (carcinocultura) onde foi encontrada a turfeira. Leito do rio Trairí em Nísia Floresta (RN). Afloramento MG288. Ponto de recurso mineral 184tf, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.



Figura 5.40 – Detalhe da turfa exposta após a escavação. Rio Trairí, Nísia Floresta/RN. Afloramento MG288. Ponto de recurso mineral 184tf, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.

5.5.1 - Minério de Titânio (Ilmenita) e Minério de Zircônio (Zirconita)

O titânio, nono elemento químico mais abundante do planeta, não é encontrado livre na natureza e sim formando óxidos como o anatásio (TiO₂), a brookita (TiO₂), a ilmenita (FeTiO₃), (CaTiO₃), o rutilo (TiO₂) e a titanita (CaTiSiO₅). É um metal de transição com características como uma alta resistência à corrosão, boa condutividade elétrico-térmica, rigidez, baixa densidade, ponto de fusão elevado (1.725° C), não atacável por ácido sulfúrico, clorídrico e orgânico, além de não ser tóxico e possuir compatibilidade com ossos e tecidos humanos. Essas propriedades fazem com que sejam utilizados em diversas áreas como produção de ligas metálicas com ferro, alumínio, vanádio, cobre, manganês entre outros metais, proporcionando produtos (chapas, placas, barras, arames, lingotes, etc.) mais resistentes e de melhor qualidade com aplicações no setor aeroespacial; de segurança (fabricação de carros blindados, cofres e portões de segurança); próteses em substituição a articulações (ossos e dentes); fabricação de fogos de artifício, entre outras aplicações (Lobato 2009; Santos 2010; Amorim Neto 2013; Monteiro 2013, entre outros).

O zircônio, assim como o titânio, também não é encontrado livremente na natureza e sim associados a outros elementos formando minerais como o zircão (ZrSiO₄) e a badeleíta (ZrO₂). É um metal branco acinzentado brilhante, com elevada resistência à corrosão e a ataques por ácidos, exceto o ácido fluorídrico. Este elemento é empregado em fundições, na indústria ceramista e na indústria de refratários. Uma área onde o zircônio é muito utilizado é no revestimento interno de reatores nucleares, pois este elemento apresenta uma baixa absorção de nêutrons, característica importante nesta área. Semelhantemente ao titânio, também é bem aceito pelo corpo humano, sendo empregado em próteses. Outros empregos do zircônio são em tubos de

vácuo; filamentos de lâmpadas; agente incendiário (bombas incendiárias); joalheria (assemelha-se a um diamante depois de polido), entre outras (FAPERN 2005; Amorim Neto 2013; Monteiro 2013; Santos 2014; etc.).

Segundo Santos *et al.* (2002), Monteiro (2013), Amorim Neto (2013), entre outros, minerais como rutilo, ilmenita, titanita, zircão, entre outros minerais de titânio e zircônio, na região estão associados tanto a rochas intrusivas alcalinas (depósitos de segregação magmática) e metamorfismo de contato quanto à placers (associados a dunas, depósitos marinhos e de aluviões). Na Folha São José de Mipibu, os depósitos estão associados a cordões litorâneos de dunas, conforme pode ser visto na Figura 5.32. Vale ressaltar que a maioria dessas dunas está em áreas de preservação ambiental, como o **Parque Mata da Pipa** (IDEMA 2013a – área de 290,88 hectares no município de Tibau do Sul); a **Área de Proteção Ambiental Bonfim-Guarairas** (IDEMA 2014 – 42 mil hectares nos municípios de Tibau do Sul, Goianinha, Arês, Senador Georgino Avelino, Nísia Floresta e São José de Mipibu) e a **Área de Proteção Ambiental Piquiri-Una** (IDEMA, 2013b – 40 mil hectares, nos municípios de Pedro Velho, Canguaretama, Espírito Santo, Goianinha e Várzea)

Conforme o Sumário Mineral mais recente (Amorim Neto 2013; Monteiro 2013), o Brasil tem tido um déficit progressivo na balança comercial ao longo dos anos quando se trata de concentrados/ produtos de titânio e zircônio. Os dados mostram que, no caso do titânio, as importações atingiram a ordem 200.000 t para uma produção de apenas 70.951 t de concentrados, representando um déficit na balança comercial brasileira de US\$ 584,5 milhões, pois as exportações renderam em torno de US\$ 55,3 milhões. Em relação ao zircônio, apesar de uma produção em torno de 20.400 t, ainda foi necessário uma importação de 13.550 t a um custo de US\$ 49 milhões. As exportações brasileiras de minerais de zircônio, neste mesmo ano, não ultrapassaram as 740 t, rendendo ao Brasil US\$ 2,05 milhões. O município de Mataraca/PB, no limite sul da Folha São José de Mipibu, é responsável por 95% da produção brasileira de titânio e zircônio, os quais são utilizados para a produção de pigmentos de tinta.

O Anuário Mineral Brasileiro mostra que a Paraíba teria uma reserva medida e lavrável em torno de 1.851.345 t de minerais de titânio e 411.824 t de minerais de zircônio (BRASIL DNPM, 2010c).

Na Folha São José de Mipibu foi revalidado sete (07) jazimentos, sendo seis (06) ocorrências não exploradas e um (01) garimpo ativo (Tabela 5.1; Figuras 5.41 a 5.42). Em termos de distribuição, eles ocorrem em Baía Formosa (04 jazimentos); Canguaretama, Nísia Floresta e Tibau do Sul (01 jazimento cada), todos no Rio Grande do Norte.



Figura 5.41 – Aspecto das dunas que contêm titânio, zircônio e minerais pesados. Praia de Sibaúma em Tibau do Sul (RN). Afloramento EP069. Ponto de recurso mineral 68ti,zr,are, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.



Figura 5.42 – Detalhe da areia das dunas que contêm titânio, zircônio e minerais pesados. Praia de Sibaúma em Tibau do Sul (RN). Afloramento EP069. Ponto de recurso mineral 68ti,zr,are, no mapa geológico. Ocorrência não explorada.

5.6 - ÁGUA MINERAL OU POTÁVEL DE MESA

A água é um bem mineral natural tida como recurso limitado e dotada de valor econômico, sendo de domínio público. Ela é usada nas mais diversas áreas como abastecimento doméstico; abastecimento industrial; irrigação; dessedentação de animais; aquicultura; preservação da flora e da fauna; recreação e lazer; harmonia paisagística; geração de energia elétrica; navegação e diluição de despejos (BRASIL 1997; Guimarães 2007).

BRASIL DNPM (1945) estabelece uma diferença básica entre água mineral e água potável de mesa, estabelecendo normas distintas para sua exploração e comercialização. Segundo este

documento, tanto água mineral quanto água potável de mesa seria encontrada em fontes naturais e fontes subterrâneas, a diferença fundamental é que aquela necessariamente precisaria possuir características medicamentosas, enquanto essas precisariam preencher as características de potabilidade da região onde se encontram. No Brasil, segundo a CPRM (2014), as águas envasadas são classificadas como minerais (89,8%) e potáveis de mesa (10,2%).

5.6.1 - Água mineral

As águas minerais ou também chamadas águas engarrafadas, conforme descrito acima, são extraídas tanto de fontes naturais como de fontes subterrâneas, devendo possuir características medicamentosas para assim poderem receber este nome, caso contrário serão denominadas de água potável ou de mesa. Essas águas podem ser classificadas segundo sua composição química e as fontes que as produzem, além de critérios químicos ainda podem ser classificados conforme a sua temperatura.

De acordo com BRASIL DNPM (1945, 2009) e Caetano (2009) a classificação dessas águas, segundo a composição química, seria de **Oligominerais** (possuem uma ação medicamentosa); **Radíferas** (com radioatividade permanente); **Alcalinas bicarbonatadas** (bicarbonato de sódio ≥ 200 mg/l); **Alcalinas terrosas** (carbonato de cálcio ≥ 120 mg/l); **Sulfatadas** (sulfatos ≥ 100 mg/l combinado a cátions de sódio, potássio e magnésio); **Sulfurosas** (sulfetos ≥ 1 mg/l); **Nitratadas** (NO_3 de origem mineral ≥ 100 mg/l); **Cloretadas** (cloro de sódio ≥ 500 mg/l); **Ferruginosas** (ferro ≥ 5 mg/l), **Radioativas** (com radônio dissolvido); **Toriativas** (com torônio dissolvido - ^{220}Rn é um dos três isótopos natural do radônio, recebendo este nome por ser originado da série do ^{232}Th ; Alberigi, 2011); **Carbogasosas** (quantidade de gás carbônico dissolvido ≥ 200 mg/l) e **Elemento Predominante** onde o elemento (I, Ar, Li, etc.) presente na água for superior a 0,01 mg/l, podem ser lodadas, Arseniadas, Litinadas, etc.

No que tange às fontes (BRASIL DNPM, 1945), essa classificação pode ser em relação aos gases emitidos (**Fontes radioativas** – relacionadas ao teor de radônio presente, **Toriativas** relacionadas ao teor de torônio presente e **Sulfurosas** quando liberam gás sulfídrico) e à temperatura (**Frias** $< 25^\circ\text{C}$; $25^\circ\text{C} \leq$ **Hipotermais** $\leq 33^\circ\text{C}$, $33^\circ\text{C} <$ **Mesotermais** $\leq 36^\circ\text{C}$, $36^\circ\text{C} <$ **Isotermais** $\leq 38^\circ\text{C}$ e **Hipertermais** $> 38^\circ\text{C}$).

Águas engarrafadas são bastante consumidas no Brasil. Os dados mais recentes disponíveis são do Sumário Mineral (Assirati 2013), os quais mostram que o consumo brasileiro em 2012 atingiu a ordem de 17,4 bilhões de litros, representando um crescimento 2,4% maior que o ano anterior, o que deixou o Brasil em quarto lugar no mundo como mercado consumidor. Internamente, os estados com maiores volumes envasados nesse ano foram São

Paulo (17%), Pernambuco (14%), Bahia (8%), Rio de Janeiro (8%), Ceará (7%) e Minas Gerais (6%), ficando os demais estados da União com os 40% restantes.

No Rio Grande do Norte mais especificamente, BRASIL DNPM (2010a), enumera cinco empresas que exploravam água mineral no Rio Grande do Norte a partir de fontes próprias em 2009, produzindo um total de 145,34 milhões de litros de água, gerando rendimentos da ordem de R\$ 10.286.098,00. Emprega um total de 399 pessoas, o que representa um percentual de 23,78% de empregabilidade em relação a outras substâncias.

Por sua vez, Correia (2014), informa que o consumo de água mineral aumentou no Rio Grande do Norte, atingindo 65% da população do estado e que, para suprir esta demanda, atuam dezoito empresas (exploração e/ou envase), as quais tiveram, durante o ano de 2013, produzido 228 milhões de litros de água e gerado 12 mil empregos (diretos e indiretos).

Dantas *et al.* (2002); Queiroz *et al.* (2004), Angelim *et al.* (2006), entre outros, comentam que, no Rio Grande do Norte, os aquíferos onde as águas minerais são captadas encontram-se nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos arenitos da Formação Açú (Grupo Apodi da Bacia Potiguar). Essa captação se dá tanto por surgência quanto por meio de poços tubulares com vazões que variam entre 1.500 l/h a 130.000 l/h.

Estas águas foram classificadas (Angelim *et al.* 2006) em três tipos principais: (1) fluoretada, litinada e hipotermal na fonte (temperatura entre 25°C a 33°C); (2) fluoretada mesotermal na fonte (temperatura entre 33°C a 36°C) e (3) hipotermal na fonte, sendo próprias para o consumo por ter uma composição físico-química definida que satisfazem condições de potabilidade e, desta forma, consideradas como águas potáveis de mesa.

5.7 - METAIS FERROSOS

Os metais ferrosos são empregados nas mais diversas áreas tais como indústria aeronáutica; automobilística; construção civil; eletrônicos; materiais esportivos; medicina (próteses e implantes dentários); ligas metálicas; chapas para tubos e pontes; brinquedos; complexos vitamínicos em alimentos; utensílios domésticos; arames e pregos; ferramentas, engrenagens, armamentos e inúmeras outras que tornam a lista interminável.

Angelim *et al.* (2006) cita como inclusos na classe dos metais ferrosos substâncias como ferro, molibdênio e tungstênio (scheelita), enquanto Santos *et al.* (2002) relaciona, além destes, minerais de titânio e zircônio, cobre, chumbo e níquel. Vale salientar que, para efeito de comparação, estes metais e outros mais, segundo a tabela periódica dos elementos químicos (Dayah 2014), seriam chamados de metais de transição (Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, Hf, Ta, W,

Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg e Cn, além dos lantanóides e actinóides) e estariam delimitados pelos metais alcalinos terrosos e metais de pós-transição.

5.7.1 - Minério de Tungstênio

Estados como o Rio Grande do Norte e a Paraíba, são os grandes produtores da scheelita, a partir dos anos 1943 quando esta substância foi descoberta no Brasil. O município de Currais Novos/RN, principalmente, produziu ininterruptamente cerca de 47.100 t no período de 1943 até 1997, respondendo por 63,5% da produção do concentrado de minério de tungstênio (Parahyba 2009).

O tungstênio é importante para diversas aplicações na indústria metalúrgica, aeronáutica, bélica, elétrica e mecânica, dentre outras, por ter uma boa elasticidade, ser resistente à tração e corrosão, ser um bom condutor de calor e de eletricidade, ser metálico, ter dureza alta e um peso específico em torno de $19,3 \text{ g/cm}^3$ e, principalmente, por possuir um elevado ponto de fusão, atingindo em torno de $3.400 \text{ }^\circ\text{C}$.

No mapeamento da Folha São José de Mipibu foi revalidado um garimpo inativo localizado no município de Nova Cruz/RN (Tabela 5.1; Figura 5.32). Nesse local, foi encontrada uma cava (Figuras 5.43 a 5.44) onde foi realizada uma tentativa de exploração da scheelita entre os anos 1970 e 1980, a qual se revelou infrutífera devido à baixa concentração dessa substância, conforme informado por moradores locais.

O que se pode observar é que o local está na área da zona de cisalhamento de Espírito Santo (Lima *et al.* 2014a), sendo resultante, muito provavelmente, da percolação de fluidos enriquecidos em tungstênio.



Figura 5.43 – Aspecto da cava utilizada na tentativa de exploração de Scheelita (W) na localidade de Maurício. Nova Cruz (RN). Afloramento EP007. Ponto de recurso mineral 7w, no mapa geológico. Garimpo inativo.



Figura 5.44 – Aspecto da rocha Calcissilicática com Scheelita (W). Na localidade de Maurício, Nova Cruz (RN). Afloramento EP007. Ponto de recurso mineral 7w, no mapa geológico. Garimpo inativo.

6 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

6.1 - GENERALIDADES

Neste levantamento foram coletadas 249 amostras de sedimento ativo de corrente incluindo 11 duplicatas de campo. Em 249 estações, aquelas representativas de bacias de drenagem de ordem mais elevada, foram coletadas amostras de concentrado de bateia. A equipe de coleta foi formada por dois técnicos, Lidiane Gomes F. Cordeiro e Almir Gomes Freire. As amostras foram coletadas em duas etapas de campo, de 20 dias corridos cada. A produção do projeto, em 40 dias de campo, foi de aproximadamente 5 amostras/dia de sedimento de corrente e 1,7 amostras/dia de concentrados de bateia. A produção da equipe foi de 6,7 amostras/dia.

Todas as informações de campo das amostras de sedimento ativo de corrente e de concentrados de bateia foram registradas em formulários próprios (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM no GEOBANK. Os dados analíticos produzidos estão disponibilizados na íntegra neste relatório, de forma a poderem ser retomados e reinterpretados.

6.2 - METODOLOGIA

6.2.1 - Sedimento de corrente

A distribuição das estações de amostragem obedeceu aos critérios determinados pela metodologia de mapeamento geoquímico dos levantamentos geológicos regionais da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

Os mapas de serviço foram previamente elaborados e, quando necessário, nos casos de impossibilidade de amostragem (em locais com novos açudes, por exemplo), corrigidos no campo, com o deslocamento da estação de amostragem para outro local mais apropriado. As estações de amostragem, para as amostras de sedimento de corrente e de

concentrado de bateia, foram distribuídas em uma malha regular, procurando-se sempre representar a maior quantidade de território possível dentro da folha. Em 11 estações, aleatoriamente distribuídas, foram coletadas duplicatas de campo das amostras de sedimento de corrente para teste de variância.

As amostras de sedimento ativo de corrente foram coletadas em trechos mais retilíneos do canal ativo do rio, de forma composta, em 5 a 10 porções dentro de um raio máximo de 20 metros.

Depois de secadas a 60°C e peneiradas a 80 mesh, as amostras foram pulverizadas e digeridas com água régia (0,5 g com 3 ml 2-2-2 HCl-HNO₃-H₂O a 95°C por uma hora). Diluídas para 10 ml, as amostras foram então analisadas para 50 elementos (Au, Ag, Al*, As, B*, Ba*, Be*, Bi, Ca*, Cd, Ce*, Co, Cr*, Cs*, Cu, Fe*, Ga, Ge*, Hf*, Hg, In, K*, La*, Li*, Mg*, Mn*, Mo, Na*, Nb*, Ni*, P*, Pb, Rb*, Re, S*, Sb, Sc*, Se, Sn*, Sr*, Ta*, Te, Th*, Ti*, U*, V*, W*, Y*, Zn, Zr*). A solubilidade dos elementos assinalados (*) foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos). As análises foram feitas pelo Geosol Laboratórios Ltda. Baseado nestas análises segue a Tabela 6.1 abaixo:

6.2.2 - Concentrados de Bateia

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas nos trechos da drenagem com concentradores naturais (curvas, corredeiras, rochas, etc.), Lins (2010). Os concentrados obtidos, ainda no campo foram secados e os minerais separados por densidade, em líquido denso (bromofórmio). As porções formadas pelos minerais de densidade abaixo de 2,97 são descartadas. Os minerais “pesados” foram então encaminhados para a separação magnética, utilizando-se um separador FRANTZ. As frações obtidas seguiram para o estudo analítico através de lupa binocular e microscópio. As amostras de minerais pesados foram analisadas na Seção de Laboratório da Geosol. A análise mineralógica foi reportada de forma semiquantitativa nos seguintes intervalos (Tabela 6.2):

Tabela 6.1 – Elementos químicos com suas respectivas características.

ELEMENTOS	QUANTIDADE	CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS
Fe, Ca, P, Mg, Ti, Al, Na, K, Mn, Ba, Hf, Zr, Sr, Li, Rb, Ga, S e Cs	18	Elementos formadores de rochas e seus elementos traços associados
Ag, Au, Pt	3	Metais preciosos
Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Ni, Cr, V, Nb, In, Sn, Be, As, Sb, Se, Te, Hg, Mo, Re, Bi, Tl, U, Th, La, Sc, Y, Ce	27	Elementos mineralizantes, associados e farejadores (alguns de importância ambiental).
B, Ge, Pd	3	Descartados

Tabela 6.2 – Tabela semiquantitativa com os percentuais de minerais pesados.

Tabela Semiquantitativa	
Código teor	Significado
85	75 - 100 %
60	50 - 75 %
40	25 - 50 %
15	5 - 25 %
03	1 - 5 %
01	< 1%

6.3 - TRATAMENTOS DOS DADOS

6.3.1 - Sedimento de Corrente

O estudo dos dados analíticos de sedimento de corrente obedeceu a um processo de interpretação sequencial: estudo da variância;

cálculo dos estimadores estatísticos; estudo do tipo de distribuição (histogramas, correlações e análise de agrupamentos); análise da distribuição espacial dos elementos; cálculo e consistência das anomalias.

6.3.1.1 - Estudo da Variância

Utilizando-se das amostras duplicatas, 11 pares de amostras, foi elaborada uma matriz de trabalho para o cálculo da variância.

Adotou-se o teste t-student ou teste das pequenas amostras para estabelecer a confiabilidade dos resultados analíticos. De acordo com os resultados obtidos, a hipótese nula para as populações originais e réplicas serem iguais foi aceita a um nível de significância de 95% para a totalidade dos elementos. Em grande parte das amostras analisadas, a concentração dos elementos Re, Ta, Te, esteve abaixo do limite de detecção, por este motivo prejudicou o cálculo do parâmetro t-student. Além desses, As, Bi, In, Ni e Sb não foram aceitos (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 – Variância e t-student para os 46 elementos analisados.

Elemento	N1=N2	X1	X2	N1*(S1)2	N2*(S2)2	N1+N2-2	ρ	t	T(0,95)	Hipóteses
Ag	21	1,012	1,13	117,875	118,669	40	2,17506	-0,22605	1,67	ACEITO
Al	21	0,81286	0,7663	7,4280	7,33240	40	0,543330	0,358490	1,67	ACEITO
As	21	2,16667	1,00	36,900	0,0000	40	0,85907	5,681168	1,67	NÃO
Ba	21	148,476	139,85	289112,27	253799,38	40	104,2028	0,346230	1,67	ACEITO
Be	21	0,4389	0,50	2,4503	1131,3700	40	0,1674754	0,75952	1,67	ACEITO
Bi	21	0,43888	4,09636	2,45029	1131,370	40	4,76198	-3,21301	1,67	NÃO
Ca	21	0,44762	0,39926	12,1851	4,77089	40	0,34740	0,34740	1,67	ACEITO
Cd	21	0,04214	0,04474	0,03372	0,00911	40	0,02927	0,37076	1,67	ACEITO
Ce	21	63,6919	51,54	63857,09	22008,4	40	41,4404	1,22647	1,67	ACEITO
Co	21	6,7286	6,27777	365,4489	399,00	40	3,91012	0,482288	1,67	ACEITO
Cr	21	341,1429	250,000	1625263,1	1019112,9	40	229,972	1,65792	1,67	ACEITO
Cs	21	0,45429	0,55814	11,69169	22,7753	40	0,83027	-0,52331	1,67	ACEITO
Cu	21	18,3380	9,8851	22273,20	1083,52	40	21,6133	1,6361	1,67	ACEITO
Fe	21	2,05191	1,58148	67,87115	17,7300	40	1,30844	1,50402	1,67	ACEITO
Ga	21	3,18571	3,1185	93,7787	105,22	40	0,06434	0,14090	1,67	ACEITO
Ge	21	0,15	0,13	0,135	0,0720	40	0,06434	1,08360	1,67	ACEITO
Hf	21	0,51571	0,36963	8,1709	3,3363	40	0,47973	1,27387	1,67	ACEITO
Hg	21	0,03111	0,03143	0,0084	0,00849	40	0,01838	-0,07227	1,67	ACEITO
In	21	0,02875	0,03667	0,00188	0,01755	40	0,01971	-1,67999	1,67	NÃO
K	21	0,20619	0,19778	0,84415	0,91059	40	0,18734	0,18786	1,67	ACEITO
La	21	34,3286	27,7220	19430,5	6260,19	40	22,6674	1,21921	1,67	ACEITO
Li	21	4,38462	4,1667	560,42	661,50	40	4,94353	0,18	1,67	ACEITO
Mg	21	0,24333	0,25423	1,06551	0,95087	40	0,20082	-0,22701	1,67	ACEITO
Mn	21	432,952	397,000	3227432,7	2634365,00	40	342,397	0,43925	1,67	ACEITO
Mo	21	4,14476	3,4537	285,176	261,774	40	3,30742	0,87407	1,67	ACEITO
Na	27	0,15286	0,1472	0,56542	0,38037	40	0,13753	0,17207	1,67	ACEITO
Nb	27	1,40571	1,29222	26,2976	25,3032	40	1,01588	0,46735	1,67	ACEITO
Ni	27	37,8285	24,8407	38853,70	4608,80	40	29,48300	1,84280	1,67	NÃO
P	27	289,052	330,080	1565185,40	3551944,32	40	319,9102	-0,53649	1,67	ACEITO

Tabela 6.3 – Variância e t-student para os 46 elementos analisados. (continuação)

Elemento	N1=N2	X1	X2	N1*(S1)2	N2*(S2)2	N1+N2-2	ρ	t	T(0,95)	Hipóteses
Pb	27	7,6381	6,9185	472,324	296,77	40	3,92198	0,77	1,67	ACEITO
Rb	27	13,4238	14,4074	6348,64	9900,13	40	18,0271	-0,22825	1,67	ACEITO
S	27	0,023333	0,02429	0,00753	0,006527	40	0,01676	-0,23763	1,67	ACEITO
Sb	27	0,1710	0,0850	0,19707	0,02655	40	0,06687	5,37957	1,67	NÃO
Sc	27	3,3905	3,44815	121,983	151,187	40	2,33739	-0,10322	1,67	ACEITO
Sn	27	2,0476	1,41111	212,561	17,10	40	2,14318	1,24241	1,67	ACEITO
Sr	27	32,8381	31,2148	28187,70	22343,90	40	31,7905	0,21361	1,67	ACEITO
Ta	27	0,11333	0,15714	0,10332	0,630640	40	0,12116	-1,51264	1,67	ACEITO
Te	27	2,02923	1,75211	57,9791	106,2610	40	1,81240	0,63965	1,67	ACEITO
Th	27	11,0429	8,11852	3304,87	873,409	40	9,14142	1,33824	1,67	ACEITO
Ti	27	0,18571	0,15148	0,62817	0,44585	40	0,14656	0,97710	1,67	ACEITO
U	27	1,44000	1,22333	74,0721	32,3022	40	1,45859	0,62141	1,67	ACEITO
V	27	26,0476	23,5185	6006,09	5990,62	40	15,48980	0,68303	1,67	ACEITO
W	27	18,5190	16,3407	6984,84	7270,94	40	16,88540	0,53967	1,67	ACEITO
Y	27	10,7695	9,46852	1797,2	819,623	40	7,23440	0,75231	1,67	ACEITO
Zn	27	20,3333	18,59260	6348,6	5670,54	40	15,5043	0,46968	1,67	ACEITO
Zr	27	22,4000	15,45220	16470,7	6276,91	40	21,3296	1,36265	1,67	ACEITO

6.3.1.2 - Sumário dos Estimadores

O estabelecimento dos valores limiares nos sedimentos de corrente foi baseado numa análise estatística simples levando em consideração: a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado. A média geométrica representa melhor os elementos traços, que normalmente possuem uma distribuição log normal. Este tipo de cálculo de limiar pode não ser a melhor maneira para determinados elementos, porém devido ao elevado número de

elementos e a exiguidade de tempo de disponibilizar as informações torna-o um método adequado às circunstâncias.

Os valores dos principais estimadores estatísticos, para os 50 elementos analisados, estão relacionados na Tabela 6.4. A localização das estações de amostragem consta no mapa de pontos (Figura 6.1). Dentre as 249 amostras analisadas, 11 amostras aleatórias, e suas duplicatas, foram submetidas ao teste de variância.

Tabela 6.4 – Parâmetros estatísticos para os 50 elementos analisados.

Elemento	Limite de Detecção	< Limite de Detecção	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média Aritmética	Média Geométrica	Desvio Aritmético	Desvio Geométrico	Limiar
Ag (ppb)	0,01	16	0,010	9,190	0,909	0,2578	1,6234	5,0519	6,580
Al (%)	0,01	0	0,060	2,730	0,764	0,6182	0,4717	2,0306	2,550
As (ppm)	1	165	1,00	12,00	1,828	-	1,6664	-	-
Au (ppb)	0,1	216	0,10	0,300	0,186	-	0,1069	-	-
B (ppm)	10	219	10,00	39,00	22,50	-	12,0692	-	-
Ba (ppm)	0,5	1	8	1301,00	165,248	117,59	157,57	2,3710	661,08
Be (ppm)	0,1	24	0,100	1,700	0,459	0,3761	0,3109	1,8960	1,350
Bi (ppm)	0,02	143	0,020	20,130	1,858	-	3,4718	-	-
Ca (%)	0,01	4	0,010	6,860	0,395	0,2188	0,5790	3,2204	2,270
Cd (ppm)	0,01	35	0,010	0,220	0,056	0,0444	0,0367	1,9331	0,170
Ce (ppm)	0,05	0	3,290	271,75	43,991	33,141	37,3648	2,1466	152,71
Co (ppm)	0,1	0	0,500	41,60	6,585	5,2560	5,1472	1,9877	20,78
Cr (ppm)	1	0	5,00	1166,00	259,076	191,812	194,666	2,3766	1083,42

Tabela 6.4 – Parâmetros estatísticos para os 50 elementos analisados.(continuação)

Elemento	Limite de Detecção	< Limite de Detecção	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média Aritmética	Média Geométrica	Desvio Aritmético	Desvio Geométrico	Limiar
Cs (ppm)	0,05	3	0,05	4,130	0,401	0,2735	0,4798	2,2946	1,440
Cu (ppm)	0,5	0	2,00	72,400	10,339	8,2437	9,5203	1,85213	28,28
Fe (%)	0,01	0	0,270	5,090	1,559	1,3570	0,8496	1,7165	4,00
Ga (ppm)	0,1	0	0,500	10,100	3,016	2,5640	1,7103	1,8186	8,48
Ge (ppm)	0,1	184	0,100	0,300	0,126	-	0,04983	-	-
Hf (ppm)	0,05	6	0,05	3,55	0,321	0,2050	0,3938	2,4413	1,220
Hg (ppb)	0,01	123	0,010	0,150	0,028	0,0243	0,0175	1,6687	0,070
In (ppm)	0,02	157	0,020	0,100	0,028	-	0,01267	-	-
K (%)	0,01	3	0,010	0,880	0,180	0,1320	0,13218	2,4354	0,780
La (ppm)	0,1	0	2,00	133,800	23,626	17,965	19,5955	2,1354	81,92
Li (ppm)	1	71	1,00	20,00	3,421	-	2,8853	-	-
Mg (%)	0,01	211	0,010	1,130	0,240	0,1665	0,1855	2,6825	1,20
Mn (ppm)	5	223	24,00	4468,0	395,39	257,974	493,14	2,4649	1567,4
Mo (ppm)	0,05	223	0,360	15,06	3,818	2,9161	2,9123	2,1657	13,68
Na (%)	0,01	207	0,010	1,010	0,164	0,1038	0,1604	2,8062	0,82
Nb (ppm)	0,05	222	0,180	5,660	1,065	0,8606	0,7979	1,9130	3,15
Ni (ppm)	0,5	223	3,700	196,40	27,997	23,084	20,8636	1,8383	78,01
P (%)	50	192	50,00	1976,0	321,818	219,48	329,912	2,342	1203,6
Pb (ppm)	0,2	223	2,400	46,800	8,066	7,087	4,9985	1,6319	18,88
Rb (ppm)	0,2	223	0,300	89,00	12,022	7,9377	11,3387	2,737	59,46
Re (ppb)	0,1	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-
S (%)	0,01	127	0,010	0,55	0,036	-	0,0559	-	-
Sb (ppm)	0,05	105	0,050	0,82	0,115	0,0977	0,08939	1,662	0,27
Sc (ppm)	0,1	223	0,300	16,30	3,133	2,5261	2,07262	2,0056	10,16
Se (ppm)	1	12	1,00	3,00	1,417	-	0,79296	-	-
Sn (ppm)	0,3	223	0,400	5,40	1,312	1,1633	0,7562	1,5941	2,96
Sr (ppm)	0,5	223	1,00	524,90	35,134	21,872	44,479	2,8289	175,04
Ta (ppm)	0,05	44	0,50	0,480	0,126	-	0,07801	-	-
Te (ppm)	0,05	122	0,050	8,88	1,166	-	1,46181	-	-
Th (ppm)	0,1	223	0,800	59,30	6,593	4,8141	7,1447	2,0884	21
Ti (%)	0,01	220	220,0	0,830	0,114	0,08213	0,10843	2,2352	0,41
U (ppm)	1	223	0,100	8,970	0,927	0,6466	1,0908	2,233	3,22
V (ppm)	0,1	223	3,00	82,00	20,879	17,5706	12,366	1,8334	59,10
W (ppm)	0,05	223	3,40	74,20	19,100	15,2305	13,359	1,9676	58,96
Y (ppm)	1	223	0,460	71,69	8,179	5,9251	7,6901	2,2868	30,99
Zn (ppm)	0,5	223	1,00	68,00	16,785	12,8745	11,9616	2,1761	60,97
Zr (ppm)	0,1	187	0,600	183,00	13,536	6,966	19,2473	3,2056	71,58

6. 4 - RESULTADOS OBTIDOS

6.4.1 - Sedimento de Corrente

O tratamento estatístico dos dados da folha revelou 56 pontos de anomalias. No entanto, para os objetivos deste trabalho, serão discutidas apenas as anomalias significativas, ou seja, elementos ou associações de elementos que apresentem indícios de representarem possíveis ocorrências minerais. Os

elementos considerados como móveis, exemplos os metais base; Cu, Zn, Pb (Pereira, 2012) são aqueles que se solubilizam com facilidade e são levados em solução, proporcionando as dispersões geoquímicas. Neste trabalho foram considerados os elementos mineralizantes (aqueles que possam gerar depósitos minerais) e seus elementos associados baseando-se na expectativa metalogenética da área sendo assim divididos em quatro tipos de associação:

(a) Hidrotermalismo – Cu, Ag, Pb – (As, Sb, Tl, Mo, Bi, Ni, Co)

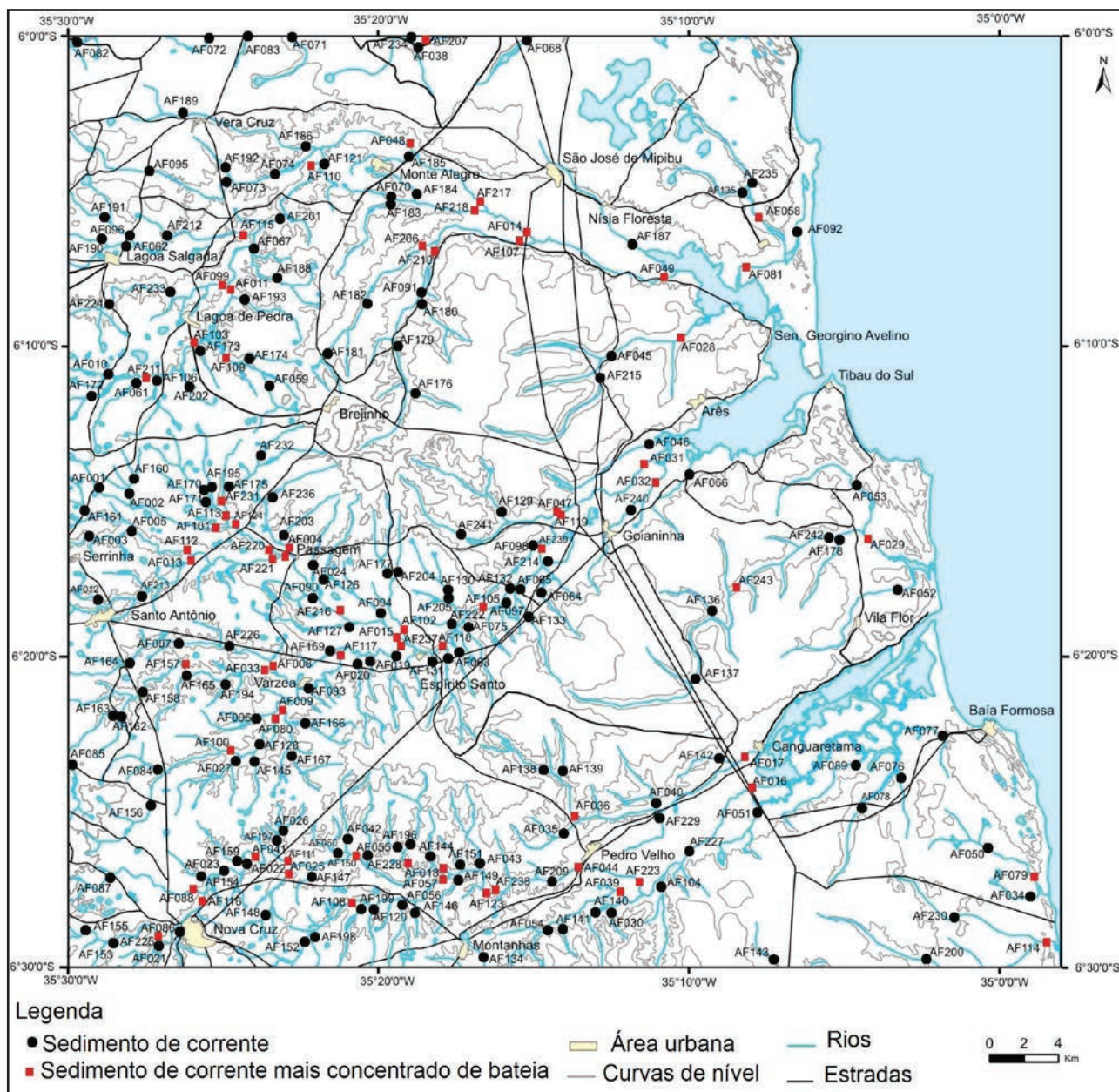


Figura 6.1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento de corrente e/ou concentrado de bateia.

(b) Corpos Máficos-ultramáficos – Cr, Ni (Co, Cu, Fe, Ti, V);

(c) Corpos enriquecidos em Terras Raras, Uraníferos e Alcalinos – U – Th – P (La, Yb);

(d) Granitos especializados – Sn, Nb, W, Be.

(1) Be, W, Zn;

(2) La, Ga, Th, e U;

(3) Mo, Fe, Cr, Ti, V;

A associação 1 reflete os tipos litológicos cartografados e seus minerais constituintes, sem maiores implicações com mineralizações.

O grupo 2 sugere o processo de adsorção de elementos terras-raras por lateritas e crostas aluminosas/ferruginosas.

O grupo 3 de associação metálica é o mais importante dos elementos considerados, porém não foi encontrada ainda ocorrências minerais destes elementos e farejadores na área, contudo o seu destaque é importante para ser considerado.

Levando em consideração a análise dos agrupamentos, os elementos que apresentam correlações significativas têm-se o dendograma apresentado na Figura 6.3, que utiliza o índice

6.4.1.1 - Análise de Correlação e Agrupamentos

Baseando-se na análise de correlação, os dados geoquímicos da Folha São José do Mipibu destacam algumas associações com correlações significativas. Para os dados analíticos de 249 amostras de sedimento de corrente executou-se uma análise de agrupamentos utilizando-se (*cluster analysis*), como critério de ligação e hierarquização do índice de correlação de Pearson (Figura 6.2).

As principais associações observadas com valores de Pearson acima de 0,7 entre si são:

	Be	Mo	Ce	Co	La	Cr	Cs	Cu _{total}	Fe	Ga	Sn	Ni	Ti	U	V	Nb	Th	W	Y	Zn	
Be	1,00	-0,09	0,45	0,68	0,42	-0,16	-0,03	0,22	0,61	0,73	0,26	0,17	0,15	0,20	0,60	0,45	0,14	-0,11	0,49	0,74	
Mo		1,00	0,05	0,12	0,05	0,87	-0,06	0,12	0,23	0,10	0,33	0,41	0,21	0,14	0,18	0,01	0,12	0,88	0,07	-0,05	
Ce			1,00	0,42	0,99	0,11	-0,03	0,40	0,61	0,54	0,36	0,31	0,56	0,84	0,50	0,56	0,85	0,02	0,70	0,50	
Co				1,00	0,38	0,10	-0,03	0,23	0,69	0,61	0,22	0,46	0,14	0,12	0,57	0,56	0,11	0,06	0,45	0,62	
La					1,00	0,11	-0,03	0,37	0,58	0,53	0,34	0,29	0,57	0,84	0,50	0,52	0,86	0,01	0,68	0,49	
Cr						1,00	0,01	0,26	0,31	0,05	0,40	0,60	0,32	0,17	0,16	0,04	0,20	0,85	0,14	-0,09	
Cs							1,00	0,01	-0,02	-0,05	-0,02	-0,01	-0,05	-0,03	-0,06	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,03	
Cu _{total}								1,00	0,67	0,33	0,49	0,59	0,36	0,34	0,28	0,43	0,38	0,23	0,34	0,27	
Fe									1,00	0,80	0,56	0,59	0,53	0,42	0,78	0,65	0,47	0,22	0,64	0,70	
Ga										1,00	0,42	0,25	0,39	0,38	0,87	0,53	0,37	0,00	0,56	0,82	
Sn											1,00	0,46	0,58	0,37	0,48	0,28	0,41	0,35	0,52	0,30	
Ni												1,00	0,29	0,21	0,30	0,34	0,27	0,46	0,33	0,16	
Ti													1,00	0,59	0,58	0,36	0,68	0,17	0,77	0,36	
U														1,00	0,40	0,45	0,91	0,14	0,62	0,31	
V															1,00	0,44	0,43	0,06	0,67	0,73	
Nb																1,00	0,42	0,04	0,53	0,51	
Th																	1,00	0,09	0,61	0,25	
W																		1,00	0,05	-0,10	
Y																			1,00	0,55	
Zn																				1,00	1,00

> 0,7 Boa
> 0,5 Regular

Figura 6.2 – Gráfico de correlação dos elementos analisados nas amostras de sedimentos de corrente de Falha São José do Mipibu.

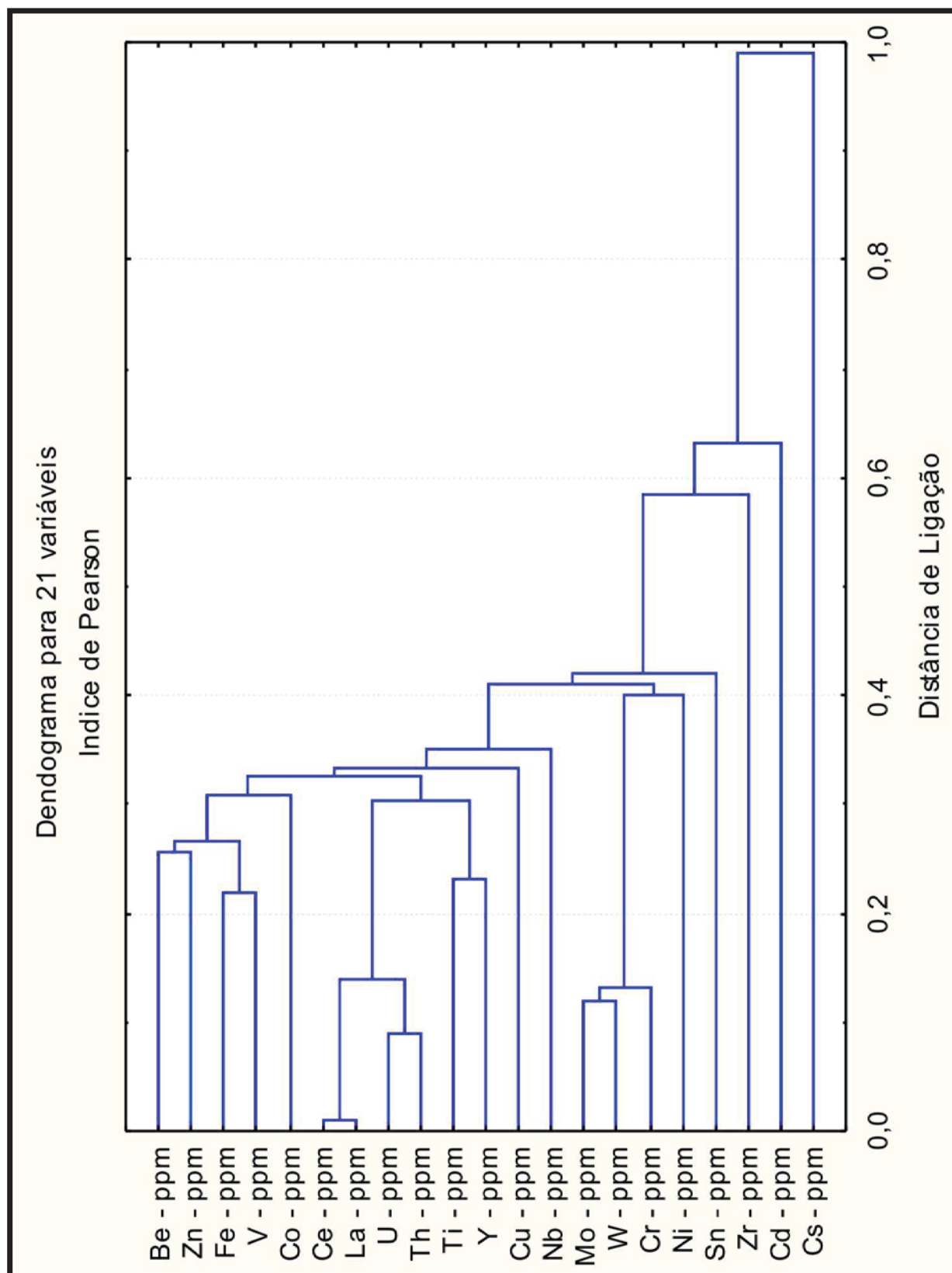


Figura 6.3 – Dendrograma com o índice de Pearson, para 21 variáveis, das amostras analisadas da folha São José do Mipibu.

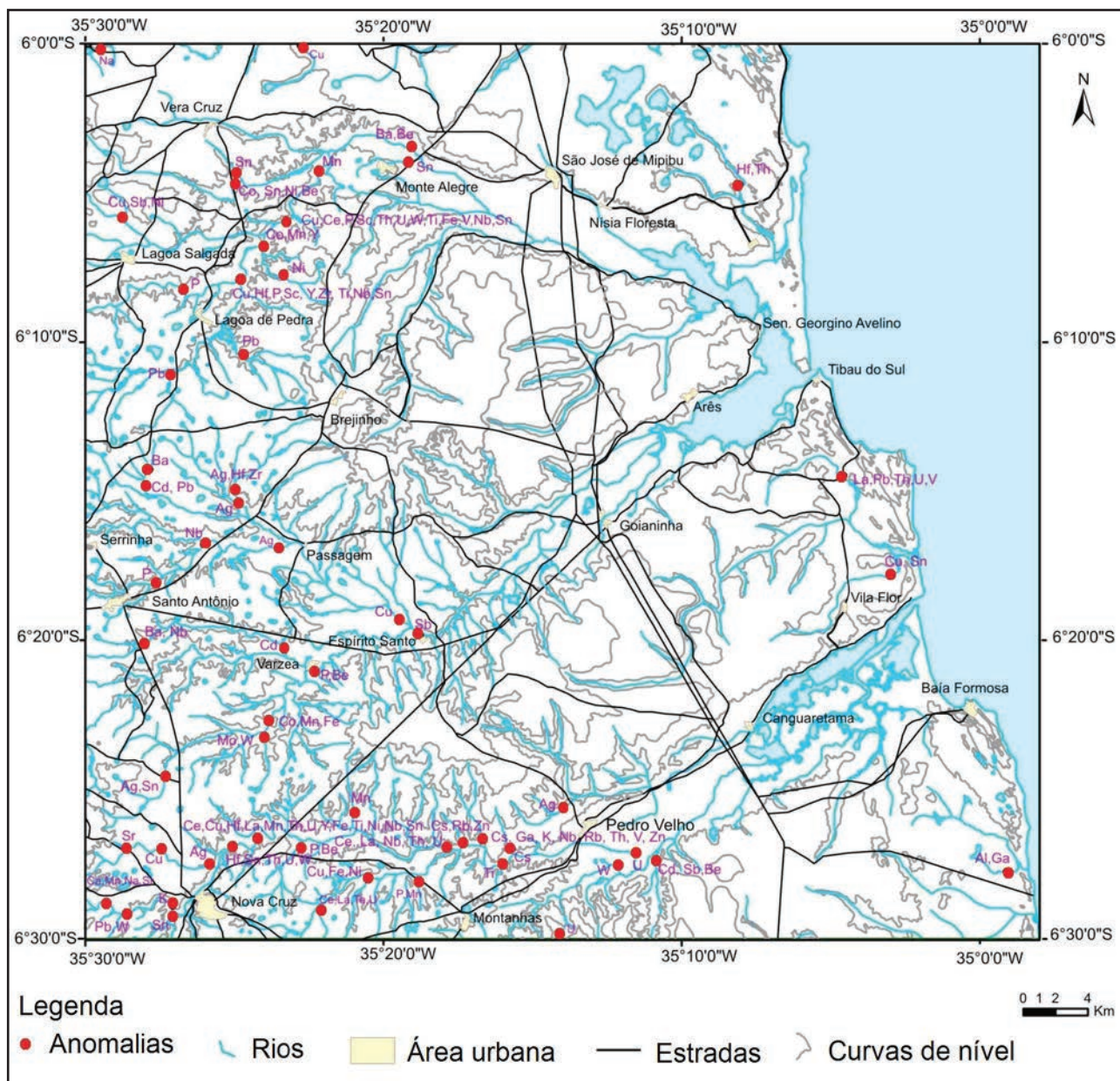


Figura 6.4 – Mapa com os pontos de anomalias totais.

de Pearson como critério de ligação. Na análise do dendograma observamos que existe um realce nítido das associações Fe-V, W-Mo, Be-Zn, subordinadamente Cu-Co e também uma ligação entre as Terras Raras, Uraníferos.

A variação litológica entre as unidades geológicas aflorantes da folha dificulta uma melhor análise de correlação entre os tipos litológicos constituintes das unidades e a distribuição dos elementos. Portanto o enfoque desta análise será dado as maiores unidades ao nível de grupos e complexos, enfatizando as principais litologias.

Grande parte dos pontos da Folha São José do Mipibu apresentam anomalias significativas para elementos terras raras ou elementos com baixa afinidade geoquímica (Tabela 6.3 e Figura 6.4).

O teste de variância revelou resultado negativo para os seguintes elementos: Ag, Hf, Hg, Cs, Hg, Mg,

P, Rb, S e Sc, enquanto que para os elementos B, Ge, In, Re, As, Li, Ta, e Au, os cálculos foram prejudicados pelo alto número de valores abaixo do limite de detecção (Tabela 6.4).

Estações anômalas de Ag são encontradas principalmente na porção centro-sul da folha (Figura 6.5), nas proximidades de São Bento (Nova Cruz), onde é possível observar rochas apresentando processo de hidrotermalismo, e este pode estar ligado à percolação de fluido através de cisalhamento regional com direção (NE-SW) que ocorre nesta região.

Um grupo de anomalia significativa sobressai-se com Ni, Ti, V, Cu e Fe nas porções noroeste e sudoeste da folha, que representam elementos associados aos minérios em rochas máficas e ultramáficas. Estas podem estar associadas às lentes de anfíbolitos que se encontram intercaladas

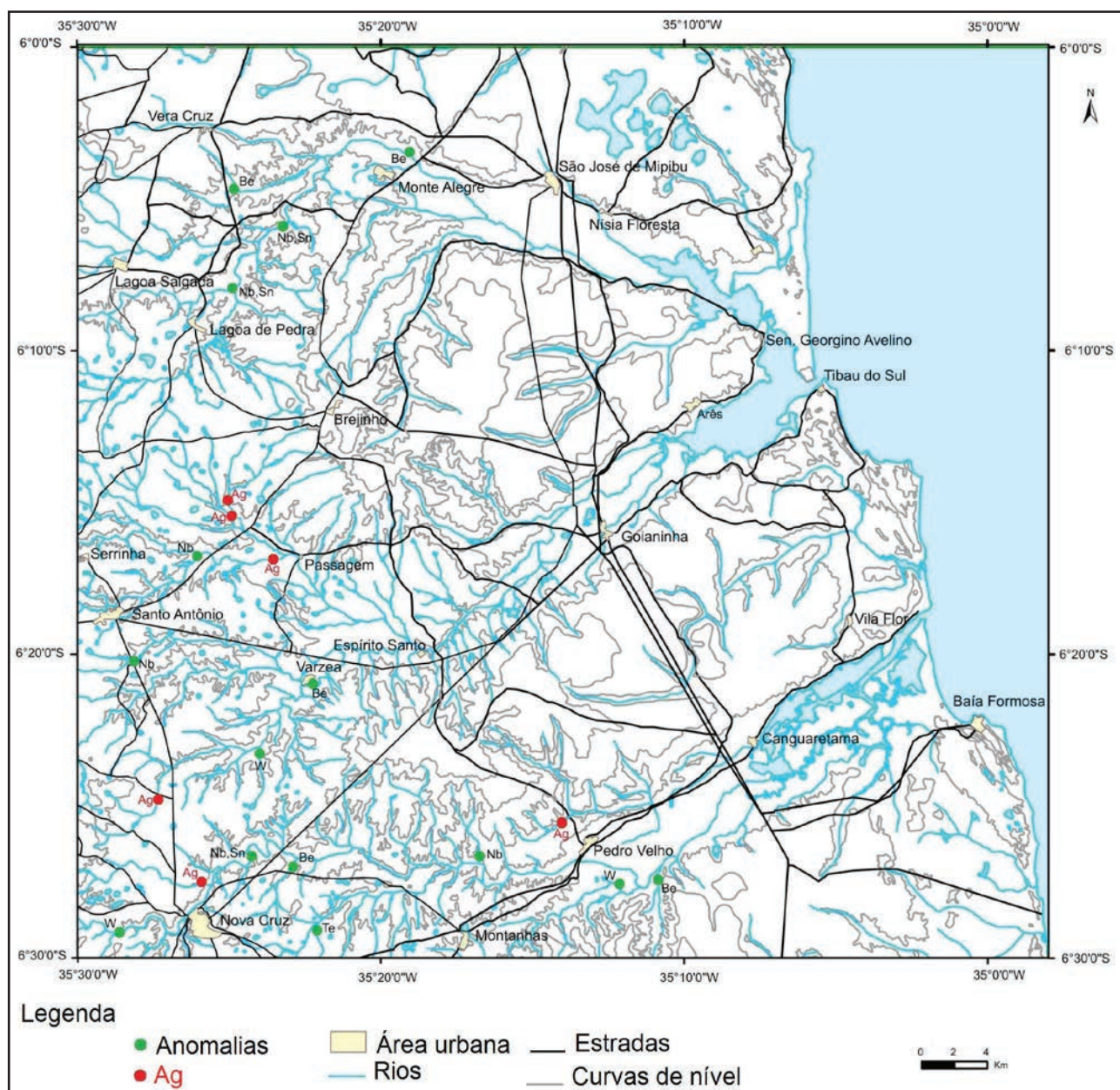


Figura 6.5 – Mapa de localização das anomalias com destaque dos elementos anômalos.

aos biotitas hornblenda migmatitos do Complexo Serrinha Pedro Velho e no complexo Brejinho. São observados nas áreas de drenagem dos pontos de anomalias.

Outro grupo de anomalias significativas observado na porção sul da folha é de ETR (Ce, U, Th e La). Neste caso, ETR são em decorrência de magmatismo granítico neoproterozóico da porção centro a sudoeste da folha, representado pelas Suítes São João do Sabugi, Itaporanga e Dona Inês; além dos gnaisses e ortognaisses do complexo Pedro Velho.

Anomalias de U e Th são observadas quase que exclusivamente na porção centro-sul da folha, nas proximidades de Montanhas. As anomalias estão dispersas e encontram-se eventualmente associadas a anomalias de La, Ce, Hf e outros terras raras.

As anomalias de Nb, Be, W e Sn ocorrem espalhadas na porção sul da folha, sobretudo onde aflora os plútons constituídos de biotita granitos a

granodioritos calcioalcalino de alto potássio com fases de mistura (Figura 6.6). Nos ortognaisses encaixantes observam-se a presença de diques pegmatíticos possivelmente associados ao plutonismo citado.

As estações que apresentam anomalias significativas de P estão situadas na porção oeste da folha em bacias hidrográficas disseminadas por toda área onde afloram mais precisamente hornblenda sienito médio a fino.

6.4.2 - Concentrado de Bateia

Os resultados analíticos de concentrados de bateia tiveram um tratamento específico e diferente dos sedimentos de corrente. Num total de 65 amostras de concentrados da Folha São José do Mipibu, o estudo mineralógico dos concentrados de bateia revelou a presença de dois minerais de importância econômica: apatita e scheelita (Figura

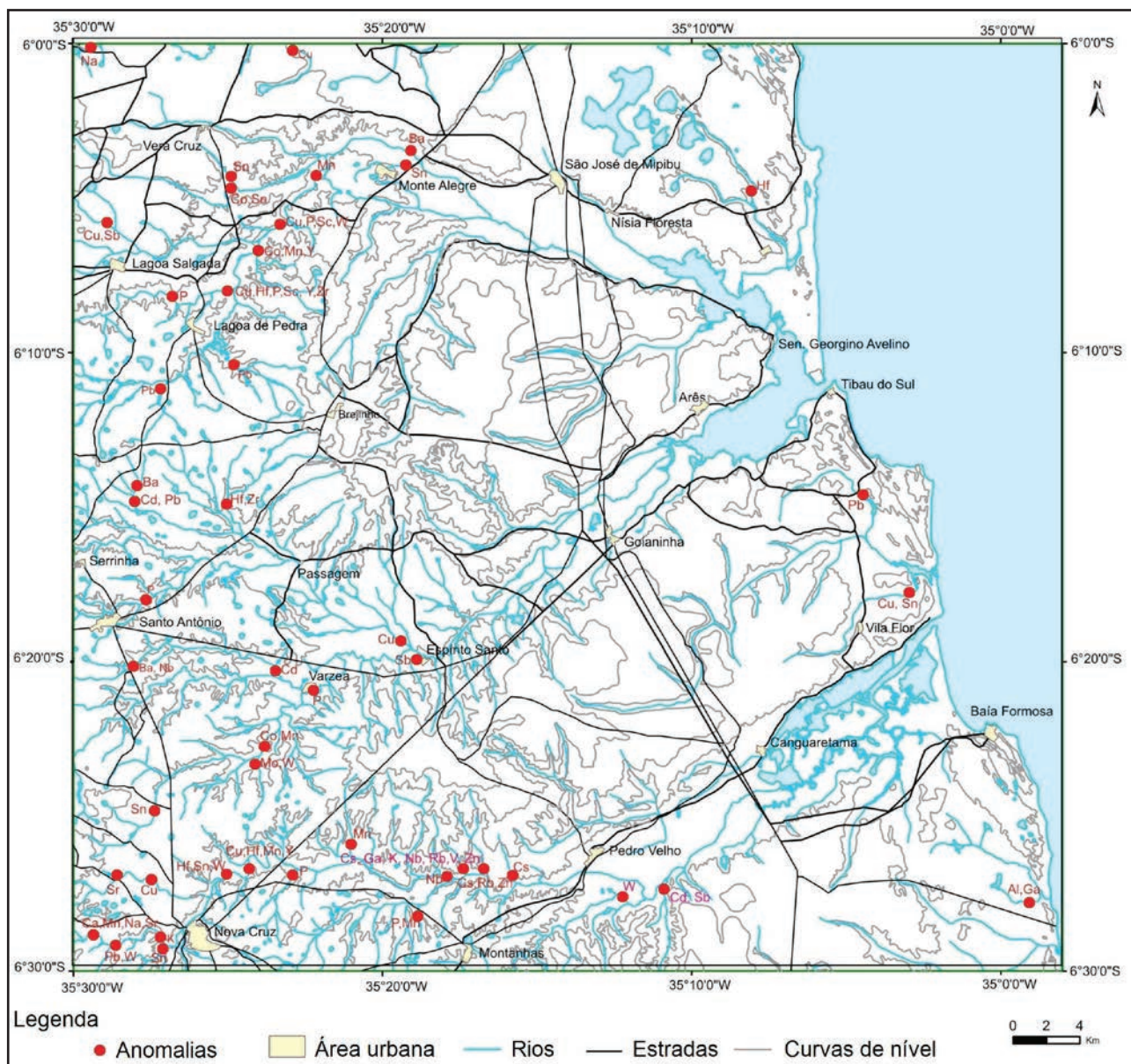


Figura 6.6 – Mapa de localização das áreas anômalas de área de granitoides.

6.7). A apatita aparece em quantidades menor que 1%, apenas em uma amostra em quantidade entre 1 e 5%, os demais minerais citados estão presentes em quantidades inferiores a 1%. Além da presença de monazita, granada e estauroлита, cianita em quase todas as amostras.

6.5 - MAPA GEOQUÍMICO

O mapa geoquímico (Melo, 2013) mostra a compatibilização dos dados geoquímicos e mineralógicos com a base geológica e a perspectiva metalogenética da área. Para sua elaboração foi considerada uma base geológica simplificada, os pontos anômalos da geoquímica de sedimento de corrente e os destaques mineralógicos da fração pesada dos concentrados de bateia, não foi possível delimitar zonas anômalas.

Sobre esta base geológica simplificada estão plotadas:

(1) As ocorrências minerais de diatomito, argila, areia, cascalho, brita, scheelita e turfa;

(2) Estações anômalas pontuais de Ce; Cr; Cu; La; Mo; Nb; Ni; Fe; V; P; Pb; Sc; Sn; Th; U e Y;

(3) Destaques mineralógicos de scheelita (sch), apatita (ap) e monazita (mz).

6.6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os pontos que apresentaram anomalias significativas na Folha São José do Mipibu podem ser explicadas pelas associações litológicas e/ou algumas feições estruturais reveladas pelo mapeamento geológico executado no projeto. Porém, recomenda-se trabalhos complementares, com maior adensamento de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de bateia, sobretudo nas porções noroeste e sudoeste da folha onde foi encontrada a anomalia de $Ni \pm Ti \pm V \pm Fe$. Um estudo detalhado pode permitir uma melhor compreensão

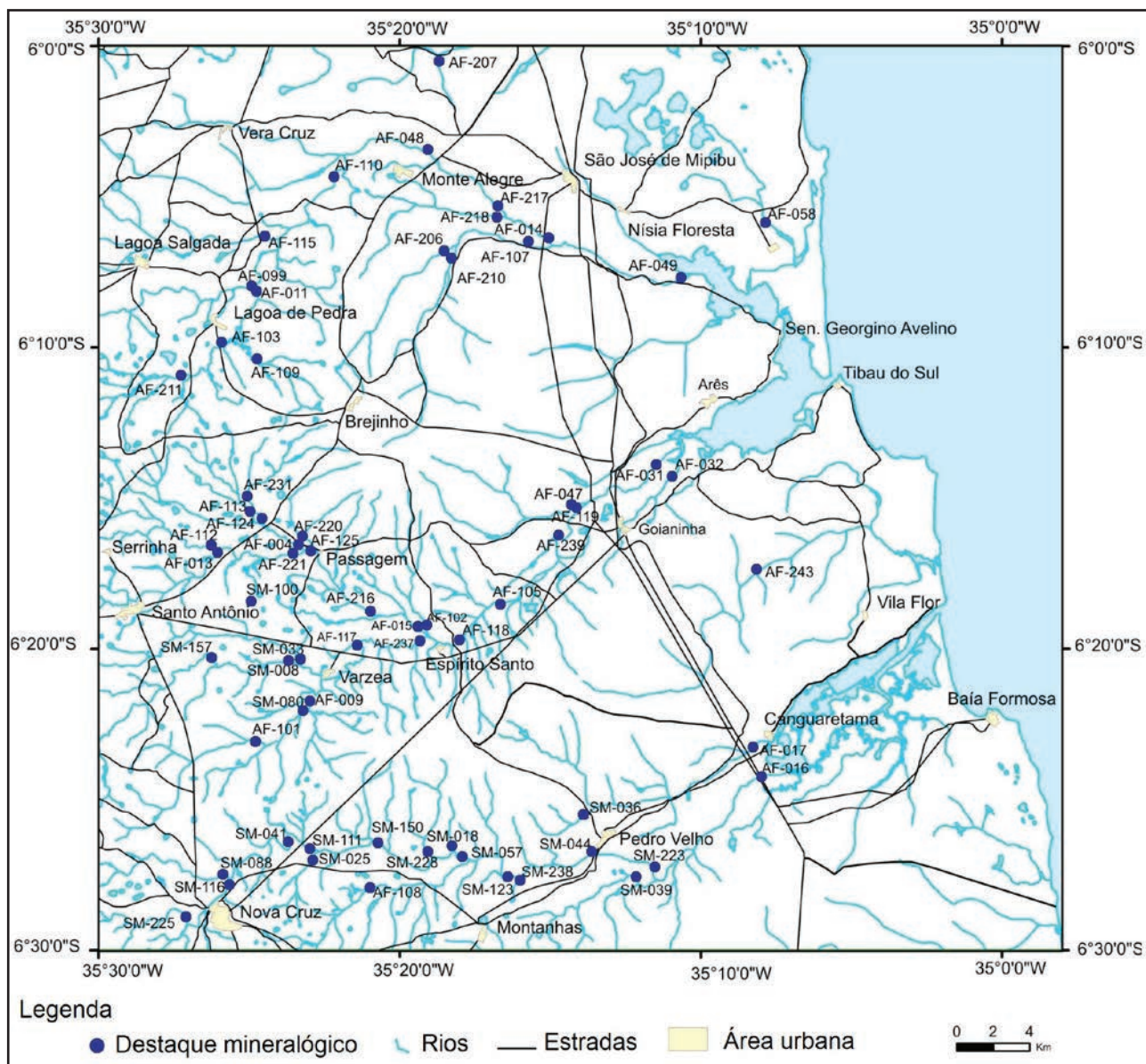


Figura 6.7 – Mapa de localização dos destaques mineralógicos.

do significado geológico destas anomalias, bem como uma avaliação da potencialidade econômica das mesmas.

No que diz respeito aos minerais pesados merece destaque a presença de apatita na região centro-sul da folha coincidindo com a área aflorante de grandes corpos graníticos e diques pegmatíticos.

7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O mapeamento geológico da Folha São José do Mipibu efetuado na escala 1:100.000, combinado com os dados geofísicos, petrográficos, litogeoquímicos, geocronológicos e com as informações disponíveis na literatura permitiram um avanço na cartografia geológica da porção leste dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

Os dados obtidos no presente trabalho permitiram uma atualização da cartografia da região, contribuindo para um melhor entendimento das rochas pré-cambrianas, além da individualização dos depósitos siliciclásticos. Esta individualização ajudou a melhor contextualizar a bacia, onde unidades previamente mapeadas como pertencente ao Grupo Barreiras foram revisadas e diferenciadas como depósitos mais recentes.

Durante o mapeamento foram individualizadas as seguintes unidades: As unidades litoestratigráficas arqueanas representadas pelos migmatitos e *augens* do *Complexo Presidente Juscelino*, ortognaisses migmatizados do *Complexo Brejinho*, piroxenitos do *Complexo Riacho das Telhas* e pelos anfíbolitos e gnaisses do *Complexo Serra Caiada*. Dique paleoproterozoico (quartzo monzonito) de idade 2.169 ± 24 Ma também foi identificado intrusivo no Complexo Presidente Juscelino. A porção paleoproterozoica é representada pelos ortognaisses sienograníticos a tonalíticos do *Complexo Serrinha-Pedro Velho*. Datações U/Pb (LA) dos gnaisses deste complexo mostraram idades de cristalização de 2.221 ± 17 Ma e 2.180 ± 13 Ma. Estas unidades encontram-se intrudidas pelo magmatismo ediacarano/brasiliano representado pelos dioritos e quartzo monzonitos da *Suíte Intrusiva São João do Sabugi*, pelos monzogranitos a sienogranitos da *Suíte Intrusiva Itaporanga* e pelos biotita monzogranitos da *Suíte Intrusiva Dona Inês*. Vários diques/corpos pegmatitos foram cartografados, aos quais é atribuída uma idade cambriana.

As unidades sedimentares mapeadas estão representadas pelos *Recifes Arenosos*, constituídos por arenitos com cimentação carbonática; *Depósitos Litorâneos Praiais* caracterizados por areias quartzosas fina a muito grossa, ricas em bioclastos e minerais pesados; *Depósitos Aluvionares de Canal* constituídos por areias quartzosas com intercalação de argila e seixos; *Depósitos de Mangue* constituídos por siltes e argilas associados com matéria orgânica; *Depósitos Eólicos Continentais Recentes* compostos por areias finas a médias com geometria de sedimentos espalhados; *Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados* formados por areias quartzosas fina a média; *Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados* caracterizados por areias avermelhadas, com geometria de dunas parabólicas e cobertas por

vegetação; *Depósitos de Turfeira* compostos por turfas heterogêneas pretas misturadas com areia e argila; *Depósitos Arenosos e Arenos-Argilosos* caracterizados por areia fina a muito grossa com grânulos dispersos; *Depósitos Flúvio-Marinhos* caracterizados por siltes e areias médias, ricos em matéria orgânica e com bioturbações; *Depósitos Flúvio-Lacustrinos* formados por areia fina, silte e argila escura, contendo matéria orgânica vegetal decomposta. Ainda ocorrem os *Depósitos Marinho e Continentais Antigos* compostos por arenito fino a médio, com grânulos dispersos, matriz arenos-argilosa, ferruginização incipiente, registros de possíveis icnofósseis e níveis conglomeráticos com fragmentos de crostas lateríticas; os *Depósitos Aluvionares Antigos* constituídos por conglomerados (seixos de crostas, arenitos e gnaisses), arenitos e argilitos, com alteração intempérica incipiente; o *Grupo Barreiras* composto por conglomerados e arenitos, com matriz argilosa, e comumente tem-se a presença de níveis ou camadas intercaladas de siltitos e argilitos e o *Calcário Tamatanduba* constituído por carbonato, calcarenito e calcilito.

A área em estudo apresenta amplo registro de uma estruturação tectônica associada principalmente à atuação do Ciclo Orogênico Brasileiro. A maior expressão da deformação dúctil corresponde à zona de cisalhamento Espírito Santo, de *trend* geral NE-SW e cinemática sinistral. Relacionada à estruturação dúctil ainda ocorrem foliações de direção E-W, de mergulho forte para N, desenvolvida nos gnaisses do Complexo Serrinha-Pedro Velho. Os efeitos dessa estrutura são visualizados em grande parte da área mapeada, em graus variados de intensidade. As estruturas relacionadas aos eventos mais antigos (de direção principal NW) encontram-se bem preservadas em setores de menor *strain* da zona de cisalhamento Espírito Santo, porém nos setores de maior *strain*, as estruturas estão paralelizadas, dificultando assim a caracterização destas estruturas prévias.

No que diz respeito à estruturação frágil da área foi possível identificar, no mínimo, dois eventos tectônicos transcorrentes frágeis. O primeiro de compressão máxima segundo direção NS e o segundo com compressão máxima na direção E-W, sendo consistente com o atual campo de tensão da região. Estas falhas e fraturas possivelmente estão associadas à reativação de estruturas pretéritas desenvolvidas principalmente no embasamento cristalino.

Foram cadastrados 213 pontos de recursos minerais na Folha São José do Mipibu, sendo 47 ocorrências de areia; 56 de argila; 19 de cascalho de quartzo, 31 de cascalho de laterita, 09 de brita, 07

de pedra de cantaria, 02 de material de empréstimo, 25 de diatomita, 02 de calcário, 06 de caulim, 19 de turfa, 07 de ilmenita e zirconita, 01 água mineral e 01 de tungstênio.

Dentre as classes de substâncias cujas ocorrências merecem destaque estão: materiais de uso na construção civil (168), rochas e minerais industriais (27), recursos minerais energéticos (09), metais não-ferrosos e semimetais (07), água mineral ou potável de mesa (01) e metais ferrosos (01).

No mapeamento geoquímico foi possível identificar pontos anômalos da geoquímica de sedimento de corrente (Nb-Sn-Be-W; Fe-Ni-V-Cu-Ti; Cd-Sn-Al-Ga-W-Y-Sr-P; Ag e La-U-Th-Ce) e destaques mineralógicos da fração pesada dos concentrados de bateia (scheelita, apatita e monazita), não sendo possível delimitar zonas anômalas. Os pontos anômalos presentes na folha estão concentrados nas vizinhanças da zona de cisalhamento Espírito Santo (La-U-Th-Ce; Nb-Sn-Be-W e Ag) e na porção noroeste onde aflora as rochas máficas/ultramáficas do arqueano (Fe-Ni-V-Cu-Ti; Cd-Sn-Al-Ga-W-Y-Sr-P). Estudos petrológicos e geoquímicos complementares devem ser realizados no sentido de se ter uma melhor compreensão destas análises.

No que diz respeito aos minerais pesados, merece destaque a presença de apatita na região centro-sul da folha, coincidindo com a área aflorante de grandes corpos graníticos e diques pegmatíticos.

Devido ao provável potencial em recursos minerais onde aflora as unidades arqueanas da folha, sugere-se um estudo de maior detalhe nos corpos máficos/ultramáficos, inclusive detalhando mais as anomalias geofísicas.

Recomenda-se estudos detalhados nos granitos equigranulares da Suíte Intrusiva Dona Inês (geoquímica, geocronologia, petrografia, etc) objetivando melhor entender a relação temporal da unidade, bem como, sua relação com as mineralizações da região.

Recomendam-se ainda trabalhos complementares, como um adensamento de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de bateia, sobretudo nas porções noroeste e sudoeste da folha onde foi encontrada a anomalia elementar de Ni-Ti-V-Fe. Um estudo detalhado pode permitir uma melhor compreensão do significado geológico destas anomalias, bem como uma avaliação da potencialidade econômica das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERIGI, S. **Sobre a influência de fatores ambientais nos níveis de radônio em cavernas dos parques estaduais do Vale do Ribeira, SP e avaliação do equilíbrio radioativo e fator de equilíbrio entre radônio e seus descendentes.** São Paulo, 2011. 105p. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- ALHEIROS, M. M. *et al.* Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no nordeste oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. **Anais do...** Belém: SBG. Núcleo Norte, 1988. v.2, p.753-760.
- ALMEIDA, F. F. M. *et al.* Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Sci. Rev.**, v.17, p.1-29, 1981.
- ALMEIDA, F. F. M. *et al.* Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, nov. 1977, Campina Grande, PB. **Atas do...** Campina Grande: SBG Núcleo Nordeste, 1977. 499p. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 6). p.363-391.
- ALMEIDA, F. F. M.; LEONARDOS JR., O. H.; VALENÇA, J. Granitic rocks of North-East South America. In: IUGS/UNESCO SYMPOSIUM, Recife. **Spec. Publ.** Recife: IUGS/UNESCO. 41 p. 1967.
- AMARAL, R. F. *et al.* Unidades Mapeadas. In: **CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Geologia da Folha Touros – SB-25-V-C-II: estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM, 2012. Escala 1:100.000. 2012.
- AMORIM NETO, A. A. Titânio. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013.** Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9007>. Acesso em: 13 nov. 2014.
- ANGELIM, L. A. A. *et al.* Folha SB.24 Jaguaribe. In: **CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: sistema de informações geográficas - SIG: folha SB.24 Jaguaribe. Geological map of Brasil 1:1.000.000 scale: geographic information system - GIS.** Brasília: CPRM. 41 CD ROM CD 17/41. 2004b.
- ANGELIM, L. A. A. *et al.* **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM/SEDEC-RN/FAPERJ, 119p. anexo + 2 mapas. 2006.
- ANGELIM, L. A. A.; CAMOZZATO, E.; WANDERLEY, A. A. Folha SB.25 Natal. In: **CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: sistema de informações geográficas - SIG: folha SB.25 Natal folha SC.25 Recife. Geological map of Brasil 1:1.000.000 scale: geographic information system - GIS.** Brasília: CPRM, 2004. 41 CD ROM CD 18/41. 2004a.
- ARAÍ, M. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.6, n.2, p.1-6, out. 2006.
- ARAÍ, M. *et al.* Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. **Anais do...** Belém: SBG. Núcleo Norte, 1988. v.2, p.738-750.
- ARAÚJO, V. D. *et al.* Fácies e Sistema Depositional da Formação Barreiras na região da Barreira do Inferno, litoral oriental do Rio Grande do Norte. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.6, n.2, p.43-49, out. 2006.
- ARCHANJO, C. J. *et al.* Timing of the HT/LP transpression in the Neoproterozoic Serido Belt (Borborema Province, Brazil): constraints from U-Pb (SHRIMP) geochronology and implications for the connections between NE Brazil and West Africa. **Gondwana Res.** V.23, p.701-714, 2013.
- ASSIRATI, D. M. Água Mineral. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013.** Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8963>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- BACELAR de ARAÚJO, T. (Org.) *et al.* Diagnóstico para o plano estratégico Natal – uma metrópole em formação. In: **Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Plano estratégico de desenvolvimento sustentável para região metropolitana de Natal - Natal Metrópole 2020** (Relatório temático da dimensão físico-territorial). Recife, 2006. v.3, p.18-20.
- BARBOSA, J. A. *et al.* A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. **Estudos Geológicos**, Recife, v.13, p.89-108, 2003.
- BARBOSA, J. A. *et al.* Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal), NE Brasil. **Estudos Geológicos**. Recife, v.17, n.2, p.3-30, 2007.
- BARBOSA, J. A. *et al.* Porosidade associada a microestruturas de bioturbação em carbonatos da

- Sub-bacia Canguaretama, Bacia Potiguar. **Estudos Geológicos**, Recife, v.15, p.41-54, 2005b.
- BARBOSA, J. A. *et al.* Porosidade provocada por bioturbação em carbonatos da Sub-bacia de Canguaretama, Bacia Potiguar. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 21, 2005a, Recife, PE. **Boletim de Resumos Expandidos**. Recife: SBG Núcleo Nordeste, 545 p. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 19). p. 238-241. 2005a.
- BARBOSA, J. A. *et al.* The stratigraphic evolution of the Paraíba Basin, NE Brazil, a basic analysis using sequence stratigraphy tools. **Am. Assoc. Petr. Geol.**, Annual Meeting. Dallas. Abstracts in CD Rom. 2004.
- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. Recife, 2004. 230p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.
- BARBOSA, J. A.; LIMA FILHO, M. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. Rio de Janeiro: **Boletim de Geociências da Petrobras**, v.14, n.2, p.287-306, maio/nov. 2006.
- BARBOSA, J. A.; LIMA FILHO, M. Os domínios da Bacia da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, Salvador. **Anais em CD-ROM**.
- BARRETO, A. M. F. *et al.* Geologia e Geomorfologia do Quaternário costeiro do Rio Grande do Norte. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v.4, n.2, p.1-12, 2004.
- BEZERRA, F. H. R. *et al.* **Beachrock fracturing and erosion in northeastern Brazil**. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, 2003b. Simultaneamente ao II CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA e II CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBÉRICA.
- BEZERRA, F. H. R. *et al.* Estratigrafia. In: **CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Geologia da Folha Macau – SB.24-X-D-II: estado do Rio Grande do Norte**. Brasília: CPRM, 2009. Escala 1:100.000. Programa de Geologia do Brasil.
- BEZERRA, F. H. R. *et al.* Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin – The Cariatá trough, northeastern Brazil. **Elsevier (ScienceDirect)**, v. 97, p. 555-582, 2008.
- BEZERRA, F. H. R. *et al.* Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.14, p.61-75, 2001.
- BEZERRA, F. H. R.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. **Marine Geology**, Holanda, v.196, p.73-89, 2003a.
- BEZERRA, F. H. R.; SRIVASTAVA, N. K.; SOUSA, M. O. L. Unidades litoestratigráficas. In: **CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Geologia da Folha Mossoró – SB.24-X-D-I: estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2014. Escala 1:100.000. Programa de Geologia do Brasil.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. *et al.* Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e da costa sul do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, v.31, n.2, p.93-97, jun. 1983.
- BIZZI, L. A. (Ed.) *et al.* **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Geology, tectonics and mineral resources of Brazil: text, maps & GIS**. Brasília: CPRM, 2003. 673p. il. Contém 1 DVD.
- BIZZI, L. A. *et al.* **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas**. Escala 1:2.500.000. Brasília, CPRM, 4 CD-ROM. 2001.
- BRANNER, J. C. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on coral reefs. **Bulletin of The Museum of Comparative Zoology**, v.44, p.1-285, 99 plates. 1904. Disponível em: <<https://archive.org/details/cu31924005015528>>. Acesso em: 09 de fev. 2015.
- BRASIL DNPM. Apêndice A3 – Produção e valor. In: _____ **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, 2010b. P. 865.
- BRASIL DNPM. **Código de Águas Minerais**. 1945. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/cam_00.php>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- BRASIL DNPM. Indústria da Água Mineral. In: _____ **Economia Mineral do Brasil 2009**. Brasília, 2009. p.717-730.
- BRASIL DNPM. Parte II – Unidades da federação: Paraíba. 2009. In: _____ **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, 2010c, p.260.
- BRASIL DNPM. Parte II – Unidades da federação: Rio Grande do Norte. 2009. In: _____ **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, 2010a. p.325-337.
- BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 8 out. 2014.
- BRITO NEVES, B. B. *et al.* As anomalias geológicas e geofísicas localizadas ao norte de Itapororoca (PB), folha Guarabira. **Revista Brasileira de Geociências**, v.38, n.1, p.1-23, mar. 2008.

- BRITO NEVES, B. B. *et al.* O “Sistema Pajeú-Paraíba” e o “Maciço” São José do Campestre no leste da Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, v.31, n.2, p.173-184, jun. 2001a.
- BRITO NEVES, B. B. *et al.* O sistema tafrogênico terciário do Saliente Oriental Nordestino: um legado proterozoico. In: SBG/Núcleo Bahia/Sergipe, SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 7, Lençóis - Bahia, **Anais**, Sessão 4, p.21-24. 1999.
- BRITO NEVES, B. B. *et al.* O Terreno Alto Moxotó no leste da Paraíba (“Maciço Caldas Brandão”). **Revista Brasileira de Geociências**, v.31, n.2, p.185-194, jun. 2001b.
- BRITO NEVES, B. B. **O mapa geológico do Nordeste Oriental do Brasil, escala 1:1.000.000.** São Paulo, 1983. 177p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.
- BRITO NEVES, B. B. **Regionalização geotectônica do Pré-cambriano Nordestino.** São Paulo, 1975. 198p. il. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1975.
- CABRAL NETO, I. **Beachrocks do Rio Grande do Norte: correlação entre os depósitos costeiros e os de zona costa – afora com base na faciologia, petrografia e diagênese.** Natal, 2011. 145p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2011.
- CABRAL NETO, I.; CÓRDOBA V. C.; VITAL H. Caracterização petrográfica dos depósitos rochosos submersos entre São Bento do Norte e Macau-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43, Aracaju, **Anais do...**, p.214. 2006.
- CABRAL NETO, I.; CÓRDOBA, V. C.; VITAL, H. Considerações Finais. In: _____ **Beachrocks do Rio Grande do Norte Brasil.** Natal: EDUFRN, 2014. p.133-136.
- CABY, R. *et al.* Crustal evolution and the Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil. In: **DALLMEYER, R. D.; LÉCORCHÉ, J. P. (eds.) The West African orogens and Circum-Atlantic correlatives.** Berlin: Springer-Verlag, 1991. 405p. il. p.373-397.
- CAETANO, L. C. Produto 31 – Água Mineral. **Relatório Técnico 57 - Perfil da água mineral.** Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009. 68p. Disponível em: < http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P31_RT57_Perfil_da_xgua_Mineral.pdf >. Acesso em: 18 set. 2014.
- CALDAS, L. H. O.; STATTEGGER, K.; VITAL, H. Holocene sea-level history: Evidence from coastal sediments of the northern Rio Grande do Norte coast, NE Brazil. **Marine Geology**, Amsterdam, v.228, p.39–53, 2006.
- CALDASSO, A. L. S. *et al.* **Projeto turfa do Nordeste Oriental. Etapa I. Relatório final.** Recife: DNPM/CPRM, 1981. 3v. il.
- CAMPANHA, V. A. Contribuição ao estudo do Calcário Oiteiros, RN. **Revista Brasileira de Geociências**, v.9, n.4, p.219-231, 1979.
- CAMPANHA, V. A.; SAAD, A. R. A Arquitetura Depositional Carbonática do Senoniano no Nordeste Brasileiro e o posicionamento dos Calcários Miriri e Oiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5. **Boletim de resumos**, v.1, p.115-119, 1999.
- CESSA, R. M. *et al.* **Área superficial específica, porosidade da fração argila e adsorção de fósforo em dois latossolos vermelhos.** **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Dourados, v.33, p.1153-1162, 2009.
- COELHO, J. M. **Produto 32 – Perfil de argilas para Cerâmica Vermelha. Relatório Técnico 32 - Perfil da argila.** Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009. 30p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P23_RT32_Perfil_da_Argila.pdf>. Acesso em: 16 set. 2014.
- COHEN, K. M. *et al.* **International Stratigraphic Chart.** England: International Commission on Stratigraphy, 2013.
- CONEY, P. J. Structural aspects of suspect terranes and accretionary tectonics in western North America. **Journ. Strut. Geol.**, v.11, p.107-125, 1989.
- CONEY, P. J.; JONES, D. L.; MONGER, J. W. H. Cordilleran suspect terranes. **Nature**, v.288, p.329-333, 1980.
- CORIOLOANO, A. C. **Reavaliação de critérios estruturais na hidrogeologia de terrenos cristalinos, com ênfase na neotectônica e sensoriamento remoto.** Natal, 2002. 197 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2002.
- CORREIA, J. R. Água mineral ficará mais cara no Rio Grande do Norte. Companhia da Notícia. Natal, 2014. Disponível em: <<http://companhiadanoticia.com.br/agua-mineral-ficara-cara-rio-grande-norte/>>. Acesso em: 4 dez. 2014.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos: recifes, praias e manguezais.** Maceió, UFAL, 2005. 55p.
- COSTA LIMA, F. A. **Análise da erosão costeira nas praias de Pirangi, Búzios e Tabatinga – RN através da análise morfodinâmica e mapeamento geoambiental.** Monografia de Graduação. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte/ Departamento de Geologia, 2008. 82p.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **A indústria de água mineral.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>

- cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1386&sid=46>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **GEOBANK**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>> Acesso em: 26 de jan. 2015.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto aerogeofísico Borda Leste do Planalto da Borborema: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos**. Rio de Janeiro: Lasa Engenharia e Prospecções, 2008. 27v. Não paginado. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- CRUZ, J. L. C. **Recursos energéticos renováveis: realidade e potencial. O Setor Eletrônico**. São Paulo, Ed. 74, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.oseletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/830-capitulo-ii-recursos-energeticos-renovaveis-realidade-e-potencial.html>>. Acesso em: 20 ago. 2014.
- CUNHA, E. M. S. **Evolução atual do litoral de natal – RN (Brasil) e suas aplicações a gestão integrada**. Barcelona, 2004. 393 p. Tese (Doutorado) – Programa de Doctorado de Ciencias del Mar. Barcelona, 2004.
- DAMASCENO, J. M. *et al.* Estudo Correlativo das microfácies carbonáticas da região ocidental de Natal e Canguaretama – RN. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, 1986, João Pessoa, PB. **Anais do...** João Pessoa: SBG Núcleo Nordeste, 1986. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 10). p.p.20-38, 1986.
- DAMASCENO, J. M. *et al.* Sedimentos da faixa Afonso Bezerra – Macaíba (borda meridional da Bacia Potiguar) – 6. Interpretação Estratigráfica. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, 1984, Recife, PE. **Boletim de Resumos**. Recife: SBG Núcleo Nordeste, 1984. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 9). p.135-141, 1984.
- DANTAS, E. L. *et al.* Archean accretion in the São José do Campestre Massif, Borborema Province, northeast Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.28, n.2, p.221-228, jun. 1998.
- DANTAS, E. L. *et al.* Crustal growth in the 3.4 – 2.7 Ga São José de Campestre Massif, Borborema Province, NE Brazil. **Precambrian Research** 227, p.120–156. 2013.
- DANTAS, E. L. *et al.* The 3.4 – 3.5 Ga São José do Campestre Massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. **Precambrian Research** 130, p.113–137. 2004.
- DANTAS, E. L. Geocronologia do extremo nordeste da Província Borborema: ênfase no núcleo arqueano do Maciço São José de Campestre. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22, nov. 2007, Natal, RN. **Resumo do...** Natal: SBG Núcleo Nordeste, 2007. 308 p. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 20). p.1.
- DANTAS, E. L. **Geocronologia U-Ph e Sm-Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozoicos do Maciço Caldas Brandão, NE do Brasil**. Rio Claro, 1997. 208p. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1997.
- DANTAS, E. L. O Greenstone Belt de Serra Caiada: Evidências de antiga crosta oceânica no Maciço São José do Campestre-RN. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 23, nov. 2009, Fortaleza, CE. **Anais do...** Natal: SBG Núcleo Nordeste, 2009.
- DANTAS, J. R. A. *et al.* Distritos mineiros do nordeste oriental. In: **Programa Nacional de Distritos Mineiros**, DNPM, Recife, 2002. p.37.
- DAYAH, M. **Dynamic Periodic Table**. Disponível em: <<http://www.ptable.com>>. Acesso em: 4 dez. 2014.
- De La Roche, H. *et al.* A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2 diagram and major element analysis – its relationship with current nomenclature. **Chem. Geol.**, v.29, p.183-210, 1980.
- DEBON, F.; LE FORT, P. A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, **Earth Sciences**, v. 73, p. 135-149, 1983.
- DIAS, L. G. S. **Caracterização geológica, geoquímica e geocronológica da suíte plutônica neoproterozoica da região de Serrinha, porção centro-leste do Maciço São José de Campestre, sudeste do RN**. Natal, 2006. 175p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.
- DOMINGUEZ, J. M. L. *et al.* Geologia do Quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. **Rev. Bras. Geoc.** 20(1-4): 208-215. 1990.
- DUNHAM, R. J. **Classification of carbonate rocks according to depositional texture**. Memoir AAPG, n.1,p.108-121. 1962.
- EVENSEN, N. H.; HAMILTON, P. J.; O’NIONS, R. K. Rare earth abundances in chondritic meteorite. **Geoch. Cosmch. Acta**, v.42, p.1199-1212, 1978.
- FAPERN – FUNDAÇÃO DE APOIO E PESQUISA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Avaliação e diagnóstico do setor mineral do estado do Rio Grande do Norte**. Natal: SEDEC/DNPM/CPRM. 260p. il. 2005.
- FARIAS, J. O. G. **Produto 28 – Outras rochas e minerais industriais. Relatório Técnico 39 - Perfil do caulim**. Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009. 61p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P28_RT39_Perfil_do_Caulim.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014.
- FEITOSA, E. C.; FEITOSA, F. A. C. Considerações sobre a Bacia Potiguar – Bacia Costeira Pernambuco-

- Paraíba Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. **Estudos Geológicos**, v.8, p.71-78, 1986.
- FEITOSA, E. C.; FEITOSA, F. A. C.; LIRA, H. M. P. Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB – uma hipótese de trabalho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, São Paulo. **Anais do... São Paulo**, 2002. CD-ROM.
- FERREIRA JÚNIOR, A. V. *et al.* Ambientes de formação, processos de cimentação de arenitos de praia e indicadores de variações do nível do mar. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.5 p.938-960, 2011c.
- FERREIRA JÚNIOR, A. V. *et al.* Aspectos petrográficos e sequência diagenética dos arenitos de praia (beachrocks) na costa central de Pernambuco. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 13, 2011, Natal. **Resumos XIV ABEQUA**, 2011a. Simultaneamente ao III ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SUL AMERICANO e XIII ABEQUA CONGRESS - THE SOUTH AMERICAN QUATERNARY: CHALLENGES AND PERSPECTIVES. 2011a.
- FERREIRA JÚNIOR, A. V. *et al.* Petrologia dos arenitos de praia (beachrocks) na costa central de Pernambuco. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.30, n.4, p.545-559, 2011b.
- FERREIRA JÚNIOR, A. V. **Mapeamento da zona costeira protegida por arenitos de praia (beachrocks) em Nísia Floresta - RN**. Natal, 2005. 92p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.
- FERREIRA NETO, M. H. *et al.* Projeto materiais de construção civil na região metropolitana de Natal – RN. 202p. : Il. color. + 5 mapas – (Informe de Recursos Minerais. **Série Rochas e Minerais Industriais**, 8. Recife: CPRM, 2013.
- FERREIRA, C. A. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. In: **CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Geologia da Folha Caicó. Folha SB.24-Z-B - Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Brasília: CPRM, 1998. 152p. il; + mapas. Escala 1:100.000. Programa de Geologia do Brasil.
- FERREIRA, C. A. **Síntese do relatório final do Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Rio Grande do Norte**. Natal: Manimbu, 1978. 60 p.
- FERREIRA, C. A.; HORIKAWA, Y.; SILVA, S. M. P. **Projeto cadastramento dos recursos minerais do Rio Grande do Norte. Relatório final**. Recife: CPRM/Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 1977. 5v. il.
- FERREIRA, C. A.; SANTOS, E. J. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Jaguaribe SE, Folha SC.24-Z**. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000. CD--ROM.
- FERREIRA, J. M.; BEZERRA, F. H. R.; OLIVEIRA, R. T. **Relatório de avaliação preliminar do risco sísmico na região de construção da termo-elétrica do açu termoaçú**. [S.l.]: FUNPEC, 2001. Inédito.
- FERREIRA, V. P.; SIAL, A. N.; JARDIM DE SÁ, E. F. Geochemical and isotopic signatures of Proterozoic granitoids in terrenes of the Borborema structural province, northeastern Brazil. **Journal of South America Earth Sciences**, v.2, n.5, p. 439 - 455, 1998.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar; a study in the significance of grain size parameters. **J. Sedim. Petrol.**, v.27, n.1, p.3-26. 1957.
- FONSECA, V. P. **Estudos morfo-neotectônicos na área do baixo curso do rio Açú (Açú-Macau), RN**. Belo Horizonte, 1996. 130p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.
- FONSECA, V. P. *et al.* **Carta geológica Folha Natal. Folha SB.25-V-C-V. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2012**. 1 mapa, color. Escala 1:100.000 92,0 cm x 73,0 cm. Disponível em: < <http://geobank.sa.cprm.gov.br> >. Acesso em: 9 dez. 2014.
- FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.6, n.2, p.61-70, out. 2006.
- GALINDO, A. C. **Estudo petrológico do corpo granítico de Monte das Gameleiras (RN-PB)**. Recife, 1982. 99p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1982.
- GALINDO, A. C. *et al.* Magmatismo granítico tipo Itaporanga no Maciço São José do Campestre (leste da Faixa Seridó-FSE): litogeoquímica e condições de cristalização do batólito Barcelona. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 21, 2005, Recife. **Resumos expandidos**. A geologia e a sociedade. Recife, SBG. Núcleo Nordeste, 2005. 545p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 19) p.71-77.
- GALINDO, A. C. **Petrologia dos granitoides brasileiros da região de Caraúbas e Umarizal (oeste do Rio Grande do Norte)**. 1993. 386 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará. Belém, 1993.
- GANDINI, R. *et al.* Neotectonic evolution of the Brazilian northeastern continental margin based on sedimentary facies and ichnology. **Quaternary Research** v.82, p.462–472, 2014.
- GOMES, J. R. C. *et al.* In: **BRASIL DNPM. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB.24 Jaguaribe/SB.25 Natal**. Rio de Janeiro, 1981, p. 27- 300 (Levantamento de Recursos Naturais, 23). 1981.

- GUIMARÃES, C. S. **SANEAMENTO BÁSICO, IT 179 – Saneamento Básico, Agosto/2007**. Disponível em: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2014.
- HEATH, H. The Papers of the Stanford Expedition to Brazil in 1911. **Bulletin of the American Geographical Society**, (Review) Vol. 47, No. 11, 1915, p. 887-888. Disponível em:< <http://www.jstor.org/stable/201627> >. Acesso: 09 de fev. 2015.
- HESSEL, M. A.; BARBOSA, J. A. Gastrópodos e bivalvíos Neocretácicos da região de Pedro Velho, Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 21, 2005a, Recife, PE. **Boletim de Resumos Expandidos**. Recife, SBG Núcleo Nordeste, 545 p. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 19). p.278-281. 2005a.
- HESSEL, M. A.; BARBOSA, J. A. Moluscos Neocretáceos da região de Pedro Velho -Canguaretama (RN), Bacia Potiguar. **Estudos Geológicos**, v.15, p.128-138, 2005b.
- HOLLANDA, M. H. B. M.; PIMENTEL, M. M.; JARDIM DE SÁ, E. F. Paleoproterozoic subduction-related metasomatic signatures in the lithospheric mantle beneath NE Brazil: inferences from trace element and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of Neoproterozoic high-K igneous rocks. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 15, n.8, p. 885-900, 2003.
- HOWELL, D. G. **Principles of terrane analysis. New application for global tectonics**. 2.ed. [S.l.]: Chapman & Hall, 1995. 245p.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. **Parque Estadual Mata da Pipa - PEMP**. 2013a. Disponível em: < <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=947&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o> >. Acesso em: 24 nov. 2014.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Área de Proteção Ambiental Bonfim – Guarairas. 2014. Disponível em: < <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=942&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o> >. Acesso em: 24 nov. 2014.
- IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Área de Proteção Ambiental Piquiri-Una. 2013b. Disponível em:<<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=945&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o>>. Acesso em: 24 nov. 2014.
- IRVINE, T. N.; BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, v. 8, n. 5, p. 523–548, 1971.
- JARDIM DE SÁ, E. F. **A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana**. Brasília, 1994. 803p. 2 mapas. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, 1994.
- JARDIM DE SÁ, E. F. *et al.* Geochronology of metaplutonics and the evolution of supracrustal belts in the Borborema Province, NE Brazil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, 1988, Belém. **Anais do...** Belém: SBG/DNPM, 1988. 617p. il. p.49-62.
- JARDIM DE SÁ, E. F. *et al.* **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: DNPM/UFRN/PETROBRÁS/CRM, 1998. Escala 1:500.000
- JARDIM DE SÁ, E. F. *et al.* Proterozoic granitoids in a poly-cyclic setting: the Serid region, NE Brazil. In: INTERN. SYMP. GRANITES AND ASSOC. MINERALIZ., 1. Salvador, 1987. Ext. **Abstr...** Salvador, SBG/SGM-BA, p. 103-110. 1987.
- JARDIM DE SÁ, E. F. *et al.* Terrenos proterozóicos na Província Borborema e a margem norte do Cráton São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.22, n.4, p.472-480, dez. 1992.
- JARDIM DE SÁ, E. F. Geologia da região Seridó: reavaliação de dados. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, 1984, Natal. **Atas do...** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1984. 473p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 9) p.278-296.
- JARDIM DE SÁ, E. F. *et al.* Tectônica Pós-Rifte na Sub-Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, 2004, Araxá. **Boletim de Resumos**. Araxá: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2004. CD-ROM
- JESUS, B. A. **Rochas máficas e ultramáficas do Complexo Riacho da Telha, Maciço São José do Campestre, Província Borborema – NE do Brasil**. Brasília, 2011. 80p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2011.
- KLEIN, S. L. Diatomita. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013**. Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: < https://sistemas.dnmp.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8981 >. Acesso em: 10 nov. 2014.
- KOSIN, M. *et al.* Folha Aracaju SC.24 In: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo : sistema de informações geográficas - SIG: folha SC.24 Aracaju**. [Geological map of Brasil 1:1.000.000 scale : geographic information system - GIS]. Brasília: CPRM, 2004. CD ROM 24/41. 41 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil

- LANA, M. C. C.; ROESNER, E. H. O Cretáceo Superior na região de Natal, RN: novas interpretações com base na palinologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, 1999, Crato. **Boletim de Resumos**. Crato: Universidade Regional do Cariri, 1999b. p.55-56.
- LANA, M. C. C.; ROESNER, E. H. Palinologia do Cretáceo Superior marinho subaflorante na região de Natal, RN. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.1, p.149-50, 1999a.
- LEAL, A. **Titânio**. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/titanio/> >. Acesso em: 13 nov. 2014.
- Leterrier, J. *et al.* Ages U-Pb sur zircon de granitoides "brasilianos" de la ceinture do Seridó (Province Borborema, NE Brésil). **C. R. Acad. Sci. Paris**, v.318, p.1505-1511, 1994.
- LETERRIER, J. *et al.* Magmatic and geodynamic signature of the Brasiliano cycle plutonism in Seridó belt, NE Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. **Anais do...** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1990. v.4. p.1640-1655.
- LIMA FILHO, M. **Análise estratigráfica e estrutura da Bacia Pernambuco**. São Paulo, 1998. 139p il. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- LIMA FILHO, M.; BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M. Eventos tectônicos e sedimentares nas bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações no quebraamento do Gondwana e correlação com a Bacia do Rio Muni. **Geociências**, São Paulo, v.25, n.1, p.117-126, 2006.
- LIMA, L. F. **Geoquímica de sedimentos de fundo dos rios Trairí e Ararí e da laguna de Nísia Floresta (RN)**. Natal, 2006. 56p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.
- LIMA, M. G. **A história do intemperismo na Província Borborema Oriental, nordeste do Brasil: Implicações paleoclimáticas e tectônicas**. Natal, 2008. 251 p + anexos. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.
- LIMA, M. G. *et al.* **Carta geológica Folha São José de Mipibu**. Folha SB.25-Y-A-II e III. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014a. 1 mapa, color. Escala 1:100.000 93,0 cm x 79,0 cm. Disponível em: < <http://geobank.sa.cprm.gov.br> >. Acesso em: 20 ago. 2014a.
- LIMA, M. G.; DANTAS, E. P.; MEDEIROS, V. C. Cartografia Geológica da Folha São José de Mipibu, porção leste do estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 47, 2014b, Salvador. **Anais do...** Salvador: SBG. Núcleo Nordeste, 2014b. CD-ROM.
- LIMA, M. G.; MEDEIROS, V. C.; DANTAS, E. P. Caracterização dos principais depósitos sedimentares da Folha São José de Mipibu, estado do Rio Grande do Norte/RN. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 25 e SIMPÓSIO DA PROVÍNCIA BORBOREMA, 3, 2013b, Gravatá, PE. **Boletim 23 - Conferências e Resumos**, 2013b.
- LIMA, M. G.; MEDEIROS, V. C.; DANTAS, E. P. Cartografia da porção leste da Folha São José de Mipibu, com ênfase na separação do Grupo Barreiras, dos depósitos marinho-continentais e dos depósitos aluvionares antigos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 14, 2013a, Natal. **Resumos XIV ABEQUA**, 2013a.
- LINS, C. A. C. **Manual Técnico da CPRM**, 6ª edição, 2010.
- LINS, F. F. Panorama da Produção e Consumo de Rochas e Minerais Industriais no Brasil. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p.11-29.
- LINS, F. F. Panorama da Produção e Consumo de Rochas e Minerais Industriais no Brasil. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p.3-23.
- LIRA, J. C. L. **Metais de Transição**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/metais-de-transicao/>>. Acesso em: 12 nov. 2014.
- LOBATO, E. **Produto 41 – A mineração brasileira. Relatório Técnico 49 - Perfil da zirconita**. Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009. 33p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P28_RT49_Perfil_da_Zirconita.pdf>. Acesso em: 1 out. 2014.
- LUCENA, L. R. F. **Implicações tectônicas na hidrologia do aquífero Barreiras e sistema lacustre do Bonfim, Nísia Floresta-RN**. Natal, 1999. 105p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 1999.
- LUZ, A. B. *et al.* Argila-Caulim. In: _____ **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p.255-294.
- LUZ, A. B. *et al.* Caulim. In: _____ **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p.231-262.
- LUZ, A. B.; DAMASCENO, E. C. **Caulim: um mineral industrial importante**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1993. 35p.
- LUZ, A. B.; LINS, F. F. Areia industrial. In: _____ **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações**.

2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p.110-130.
- LUZ, A. B.; LINS, F. F. Areia industrial. In: _____ **Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p.107-126.
- MABESOONE, J. M. *et al.* Sedimentos cretáceos do litoral leste do Rio Grande do Norte. In: MABESOONE, J.M. (coord.). Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. **Estudos Geológicos**, Série B, v.10, p.73-75, 1991.
- MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. **Geologie en Mijnbouw**, v.71, p.351-362. 1993.
- MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.18, n.4, p.476-482, jun. 1988.
- MABESOONE, J. M.; SILVA, J. C. Aspectos geomorfológicos – faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. In: J.M. Mabesoone, (coord.), Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. **Estudos Geológicos**, Série B, v.10. p.117–132, 1991.
- MACEDO, M. H. F. *et al.* Implantação do Laboratório Intermediário de Geocronologia na UFRN: a datação do granitóide Serrinha (RN) e da deformação extensional brasileira correlata. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17, 1997, Fortaleza, CE. **Boletim**. Fortaleza: SBG Núcleo Nordeste. V.15, p.238-241. 1997.
- MAIA DANTAS, L. C. **Relatório de Meio Físico. Subsídios ao Plano de Manejo do Parque Nacional de Jericoacoara.** Brasília, 2009. 43p.
- MANIAR, P. D.; PICCOLI, P. M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v.10, n.5, p.635-643, 1989.
- MARIANO, G. *et al.* The potassic calc-alkalic Itaporanga batholith, northeastern Brazil: Mineral chemistry and oxygen isotope data. **International Geology Review**, v.38, p.74-86, 1996.
- MARIANO, G. **Magma mixing origin of a potassic calcalkaline pluton: The Itaporanga batholith, state of Paraíba, northeastern Brazil:** Unpubl. Ph. D. thesis, University of Georgia, 180 p, 1989.
- MARTINS JÚNIOR, F. L. Calcário agrícola. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013.** Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8971>. Acesso em: 11 nov. 2014.
- MATTOS, I. C. *et al.* **Agregados. CT2005-177-00 – Contribuição Técnica elaborada para o Livro Rochas e Minerais Industriais do Ceará.** Rio de Janeiro p.95-108, 2005.
- McMURRY, J.; LONG, L. E.; SIAL, A. N. Evolution of a heterogeneous, continentally derived granite: Dona Inês pluton, NE Brazil. **J. Geol.** v.95, p.107-117, 1987.
- MEDEIROS, V. C. de. Contexto geológico regional. In: **RODRIGUES, S. W. O et al. Geologia e Recursos Minerais da Folha Campina Grande - SB.25-Y-C-I. Estados da Paraíba e Pernambuco. Escala 1:100.000.** Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. Programa Geologia do Brasil - PGB. (no prelo).
- MEDEIROS, V. C. de. **Geologia e recursos minerais da Folha Sousa - SB.24-Z-A Escala 1:250.000: Nota explicativa. Sistema de Informações Geográficas - SIG.** Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2008. 325 p. 1 CD ROM 1 mapa geológico. Programa de Geologia do Brasil - PGB. Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil
- MEDEIROS, V. C. *et al.* **Programa de geologia básica: carta geológica folha SB.24-Z-A Sousa.** Recife: CPRM, 2006. 1 mapa escala 1:250.000.
- MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; SOUSA, D. C. Geologia. In: **PFALTZGRAFF, P.A.S.; TORRES F. S. M.Org(s). Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. Programa Geologia do Brasil - levantamento da Geodiversidade.** Recife, CPRM, 2010. p.1-30.
- MEIRA, J. M. L. **Argilas: o que são, suas propriedades e classificações. Comunicações técnicas. 2001.** Disponível em: <http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA_com09.pdf>. Acesso em: 28 out. 2014.
- MELLO, I. S. *et al.* Revisão sobre argilo-minerais e suas modificações estruturais com ênfase em aplicações tecnológicas e adsorção - uma pesquisa inovadora em universidades. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.9, n.1, p.141-152, 2011.
- MELO, F. T. L. **Aspectos morfo-dinâmicos do complexo lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaráiras, região costeira sul oriental do RN.** Natal, 2000. 75p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2000.
- MELO, S. C. **Carta geoquímica Folha São José do Mipibu. Folha SB.25-Y-A-II e III.** Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2013. 1 mapa, color. Escala 1:100.000 100,0 cm x 70,0 cm. CD-ROM.
- MENEZES, M. R. F., SOUZA FILHO, L. V., BARROS, S. D. S. Discordâncias e inundações no Grupo Barreiras, litoral leste do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40,1998, Belo Horizonte. **Anais do...** Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 1998. p.75.

- MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S. G. A.; FERREIRA NEVES, H. C. Caracterização de argilas plásticas do tipo “ball clay” do litoral paraibano (Characterization of ball clays from the coastal region of the Paraíba state). *Cerâmica*, Campina Grande, v.49, p.120-127, 2003.
- MIGLIORINI, T. L. Areia para construção. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013**. Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8965>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- MINORA, P. L. S.; AMARO, V. E.; BOORI, M. S. Mapas de vulnerabilidade natural e ambiental em escala de detalhe para a região do complexo estuarino Apodi – Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6, p.26-30, 2010, Coimbra, Coimbra. [Actas]... Coimbra: [Universidade de Coimbra], 2010. Simultaneamente ao II Seminário Ibero-americano de Geografia Física.
- MONTEIRO, M. A. S. Zircônio. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013**. Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9012>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- MORAES, J. F. S. **Projeto turfa do nordeste oriental. Etapa III. Relatório final**. Recife: DNPM/CPRM, 1984. 76p. il.
- MORAES, J. F. S. Turfa nos estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte. 16 p. Il. (**Informe de Recursos Minerais) – Série Oportunidades Minerais – Exame Atualizado de Projeto**, 14. Recife: CPRM, 2001.
- MORAIS, R. M. O. *et al.* Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. v.6, n.2, p.19-30. 2006.
- MOURA LIMA, E. N. *et al.* Sedimentação e deformação tectônica cenozoicas na porção central da Bacia Potiguar. *Geol. USP, Sér. cient.*, São Paulo, v.10, n.1, 2010.
- MOURA, M. V. M. **Monitoramento da morfologia de superfícies praias na enseada dos golfinhos, Pipa/RN**. Monografia de Graduação. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Geologia, 2004. 84p.
- NASCIMENTO, M. A. L. *et al.* Geochemical signature of the brasiliano-age plutonism in the Seridó belt, northeastern Borborema Province (NE Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.30, n.1, p.161-164, mar. 2000.
- NASCIMENTO, M. A. L.; GALINDO, A. C.; MEDEIROS V. C. Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): Current knowledge. *Journal of South American Earth Sciences*, v.58, p.281-299, 2015.
- NESI, J. R.; CARVALHO, V. G. D. **Minerais Industriais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SINTEC/SEBRAE/SENAI/CEFET/FUNPEC, 1999. 156p. il. 1 mapa in bolso.
- NETO, E. T.; TEIXERA NETO, A. A. **Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado**. São Paulo, v.32, n.3, p.809-817, 2009.
- NÓBREGA, L. C. **Estudo Multitemporal dos Aspectos Geoambientais na Região do Complexo Lagunar Estuarino Nísia Floresta- Papeba -Guaraíras, Municípios de Arês, Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul/RN, com Vista a Elaboração de Mapa de Vulnerabilidade Ambiental**. Monografia de Graduação. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Geologia, 2003. 107p.
- NOGUEIRA, A. M. B., *et al.* Evolução ambiental da faixa costeira entre Ponta do Calcanhar e Ponta do Marcos-RN. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. **Anais do...** Natal: [s.n.], v.2. 1990. p. 784-795. 1990.
- NOGUEIRA, F. C. C.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, D. L. Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreira na porção leste da Bacia Potiguar. *Revista do instituto de geociências – USP*. 6 (2), p. 51 – 59. 2006.
- NOGUEIRA, F. C.; BEZERRA, F. H. R.; FUCK, R. A. Quaternary fault kinematics and chronology in intraplate northeastern Brasil. *Elsevier (Journal of Geodynamics)*, v.49, p.79-91, 2010.
- O’CONNOR, J. T. A. Classification for quartz-rich igneous rock based on feldspar ratios. *Geological Survey Professional Paper*, n.525-B, p.79-84, 1965.
- OLIVEIRA, A. L. O litoral do Nordeste do Brasil como objeto científico darwinista: as prospecções de John Casper Branner, 1899-1911. **Hist. cienc. saude-Manguinhos** [online]. 2014, vol.21, n.3, pp. 931-949.
- OLIVEIRA, A. L. **Recording reefs with Darwinian questions: historical studies on the Brazilian northeast coast**. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 12, 2012, Cairns, Austrália. 2012.
- OLIVEIRA, M. I. M. *et al.* Considerações sobre a geometria, petrografia, sedimentologia, diagênese e idades dos beachrocks do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, **Boletim de Resumos**, 2, 621–634. 1990.
- OLIVEIRA, R. G. **Arcabouço geofísico isostasia e causas do magmatismo cenozóico da Província Borborema e de sua margem continental (Nordeste do Brasil)**. Natal, 2008. 411 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas

e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

PAC2. BR-101/RN Subtrecho Arês/RN – Divisa – RN/**PB Duplicação e Adequação - Lote 2 – RN.** Disponível em <<http://www.pac.gov.br/obra/3898>>. Acesso em: 06. nov. 2014.

PACELLI DANTAS, E.; LIMA, M. G.; MEDEIROS, V. C. Principais recursos minerais da Folha São José de Mipibu: Dados preliminares. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 25, 2013, Gravatá, PE. Boletim 23 - **Conferências e Resumos**, 2013. Simultaneamente ao III SIMPÓSIO DA PROVÍNCIA BORBOREMA.

PARAHYBA, R. E. R. (Coord.). **Mineração no semiárido brasileiro.** Brasília: DNPM, 2009. 1 CD ROM.

PAREJO, L. C. **Mangue: Características e importância para o ambiente.** UOL Educação. 2007. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/mangue-caracteristicas-e-importancia-para-o-ambiente.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

PECERILLO, A.; TAYLOR, S. R. **Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology**, v.58, p.63-81, 1976.

PEREIRA, R. M. **Fundamentos da Prospecção Mineral**, 2ª edição. 323 pg. 2012

QUARESMA, L. F. **Produto 22 – Agregados para construção civil. Relatório Técnico 30 - Perfil de brita para construção civil.** Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009b. 30p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P22_RT30_Perfil_de_brita_para_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 16 set. 2014.

QUARESMA, L. F. **Produto 22 – Agregados para construção civil. Relatório Técnico 31 - Perfil de areia para construção civil.** Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009a. 30p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P22_RT31_Perfil_de_areia_para_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 11 set. 2014.

QUEIROZ, E. T.; SILVA, J. G. F.; BARRETO, A. M. Águas minerais do Brasil: distribuição, classificação e importância econômica. In: **Programa Nacional de Distritos Mineiros**, DNPM, Recife, 2004. p.20.

RICKWOOD P. C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements: **Lithos**, v.22, p.247-263. 1989.

Rogers, J. J. W.; GREENBERG, J. K. Trace elements in continental margin magmatismo. Part III. Alkali granites and their relationship to cratonization. **Bull. Geol. Soc. Amer.** v.92, p.6-9, 1981.

ROIG, H. L.; DANTAS, E. L. **Carta geológica Folha São José do Campestre SB.25-Y-A-I. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil/UNB, 2013.** 1 mapa , color. Escala 1:100.000 93,0 cm x 79,0 cm. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br>>. Acesso em: 23 set. 2014.

ROSSETTI, D. F. *et al.* Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Elsevier*, v.300, p.191-204. 2011b.

ROSSETTI, D. F. *et al.* Sediment deformation in Miocene and post-Miocene strata, Northeastern Brazil: evidence for paleoseismicity in a passive margin. *Elsevier (Sedimentary Geology)*, v.235, p.172–187, 2011a.

ROSSETTI, D. F. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. **Revista do Instituto de Geociências – USP.** v.6, n.2, p.7 – 18. 2006.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. A influência marinha nos Sedimentos Barreiras. Belém: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Ciências da Terra, v.2, p. 17-29, 1990.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e Dolomito. In: **LUZ, A. B.; LINS, F. F. Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p.327-350.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e Dolomito. In: **LUZ, A. B.; LINS, F. F. Rochas e Minerais industriais. Usos e especificações.** 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p.362-387.

SANTOS, C. L. A. *et al.* Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau a Maracajuá. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n.1, p.27-36. 2007.

SANTOS, E. J. Contexto tectônico regional. In: **MEDEIROS, V. C. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Aracaju NE. Folha SC.24-X. Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese.** Brasília: CPRM, 2000. 1 CD ROM.

SANTOS, E. J. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1-6 set. 1996, Salvador-Bahia. **Anais do...** Salvador: SBG. Núcleo Nordeste, 1996. 7v. il. v.6 p.47-50.

SANTOS, E. J. *et al.* A região de dobramentos Nordeste e a bacia do Parnaíba, incluindo o Cráton de São Luís e as bacias marginais. In: **SCHOBENHAUS, C. et al. Geologia do Brasil.** Brasília: DNPM, 1984. 501p. il. cap. 5, p.131-189.

SANTOS, E. J. *et al.* Terrane and their boundaries in the proterozoic Borborema Province, Northeast

- Brazil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 7, 1999, Lençóis - Bahia SNET / SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECTÔNICA DA SBG, 1999, Lençóis - Bahia. **Anais do...** Lençóis: SBG, 1999. "paginação irregular" il. p.121-124.
- SANTOS, E. J.; BRITO NEVES, B. B. Província Borborema. In: ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. **O pré-cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 378p. Cap.5 p.123-186.
- SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JÚNIOR, J. M. F. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba - Escala 1:500.000**. Recife: CPRM, 2002. Disponível em 1 CD.
- SANTOS, J. F. **Produto 16 – Titânio. Relatório Técnico 36 - Perfil do titânio**. Belo Horizonte: MME/BIRD, 2010. 29p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P16_RT36Perfil_do_Titxnio.pdf>. Acesso em: 1 out. 2014.
- SANTOS, L. R. Z **Zircônio**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/zirconio/>>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- Schobbenhaus, C. *et al.* **Geologia do Brasil. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil incluindo depósitos minerais escala 1: 2.500.000**. Brasília: DNPM, Brasília, 1984. 501p.
- SIAL, A. N. Granite-types in Northeastern Brazil: current knowledge. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 52-72, mar. 1986.
- SILVA, C. G. **Holocene Stratigraphy and Evolution of the Açú River Delta, Rio Grande do Norte State, Northeastern Brazil**. 1991. 400 p. Tese (Doutorado) - Duke University, D.U., Estados Unidos, 1991.
- SILVA, E. P. *et al.* **Recursos energéticos, meio ambiente e desenvolvimento. O futuro dos recursos. Multiciência UNICAMP, São Paulo, nov. 2003**. Disponível em: <<http://www.multiciencia.unicamp.br/art04.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2014.
- SILVA, J. O. **Produto RT 38 – Perfil do calcário**. Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009a. 56p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P27_RT38_Perfil_do_Calcxrio.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.
- SILVA, J. O. **Produto RT 55 – Perfil do calcário agrícola**. Belo Horizonte: MME/BIRD, 2009b. 45p. Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P29_RT55_Perfil_do_Calcxrio_Agrxcola.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.
- SILVA, L. A. **Sedimentologia do canal de Santa Cruz – Ilha de Itamaracá – PE**. Recife, 2004. 98p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.
- SILVA, M. G. **Geoindicadores de erosão e acumulação das praias do município de Aracaju – Sergipe. São Cristóvão, 2014. 71p**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2014.
- SOEIRO, E. R. Caulim. In: **BRASIL. DNPM. Sumário mineral 2013**. Brasília: DNPM, 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8973>. Acesso em: 11 nov. 2014.
- SOUZA, F. E. S. **Evolução morfodinâmica da região de influência estuarina do Rio Curimataú/RN, com ênfase nas alterações do ambiente deposicional de manguezal e a integração de geodados em SIG**. Natal, 2004. 150 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Natal, 2004.
- SOUZA, J. F.; VIDAL, F. W. H. **Perfil das principais rochas e minerais industriais. CT2005-171-00 – Contribuição Técnica elaborada para o Livro Rochas e Minerais Industriais do Ceará**. Fortaleza: CATE/MCT. p.19-25. 2005.
- SOUZA, M. O. L.; BEZERRA, F. H. R.; AQUINO, M. R. Reativação de falhas sísmicas associadas à alta pressão de fluidos nas regiões de João Câmara e São Rafael – RN. In: Simpósio Nacional de Estudos tectônicos, 20, 2005, Curitiba. **Anais do...** Curitiba: SBG, 2005. P. 155-157.
- SOUZA, Z. S. *et al.* New UPb geochronological data for Archean granitoids from the São José de Campestre Massif, NE Brazil. In: 45th BRAZILIAN GEOLOGICAL CONGRESS, Belém, **Abstract** vol, p.20–20. 2010.
- Thiéblemont, D.; TÉGYEY, M. Une discrimination géochimique des roches différenciées témoin de la diversité d'origine et de situation tectonique des magmas calcio-alcalins. **C. R. Acad. Sci.** Paris, v.319, p.87-94, 1994.
- TOLEDO, L. M. A. Considerações sobre a turfa no Brasil. **Akrópolis**. Curitiba, v. 7, n. 28, p. 27-41, 1999.
- VARELA, G. J. A. *et al.* Zoneamento geoambiental da área de proteção ambiental – APA do estuário do Rio Ceará, Fortaleza (CE). **Estudos Geológicos**. Recife, v.19, n.1, p.69-79, 2009.
- VASCONCELOS, W. E. *et al.* Caracterização bioquímica e enzimática de *Cunninghamella* isoladas de manguezal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.3, n.2, p., 2º Semestre 2003.
- VIDAL, F. W. H. *et al.* Org(s). **Rochas e Minerais industriais do Estado do Ceará**. Fortaleza: CETEM/UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005. 176p. il.

VIEGAS, M. C. **Síntese geológica do leste do Rio Grande do Norte na escala 1:250.000**. Monografia de Graduação. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Departamento de Geologia, 78p. 2007.

VITAL, H. *et al.* Rio Grande do Norte. In: MUEHE, D. Org(s). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 155-172.

VITAL, H. *et al.* Unidades Estratigráficas da Folha Jandaíra. In: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Jandaíra – SB.24-X-D-III: estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2014. Escala 1:100.000. Programa de Geologia do Brasil.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments; **Journal of Geology**, v.30, p.377-392, 1922.

ANEXO

SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

ATRIBUTO	UNIDADE	QUANTIDADE
Afloramentos descritos	Número	600
Amostras de rocha	Amostra	200
Análises geocronológicas U-Pb (ICP-MS-LA)	Número	03
Análises geoquímicas de sedimento de corrente	Amostra	249
Análises isotópicas Sm – Nd	Amostra	06
Análises litogeoquímicas (ICP-MS)	Amostra	18
Análises mineralógicas em concentrado de bateia	Amostra	65
Análises petrográficas	Seção delgada	144
Área mapeada	km ²	3000
Caminhamento geológico (a pé, carro)	km	580
Recursos minerais cadastrados	Ocorrência	213

A elaboração do mapa geológico da Folha São José de Mipibu, 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 Superintendência Regional de Recife 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 SÃO JOSÉ DE MIPIBU SB.20-Y-A- II (III)

Escala: 1:100.000

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAÍBA



DEZEMBRO DE 2016

PAC PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

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