

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 NATAL

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA MOSSORÓ*

SB.24-X-D-I

Escala 1:100.000

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

* Parceria com



Contrato Nº 059/PR/08



RECIFE
2014

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE
AV. SUL, 2291 – BAIRRO AFOGADOS
RECIFE – PE – 50.770-011
Fax: (81) 3216-1400
Tel: (81) 3316-1403
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR
BIBLIOTECARE@CPRM.GOV.BR

Companhia de Pesquisa de Recursos Mineral-CPRM

Geologia e recursos minerais da Folha Mossoró, estado do Rio Grande do Norte: texto explicativo. Sérgio Willian de Oliveira Rodrigues e Vladimir Cruz de Medeiros Brito, Org.- Recife: CPRM-RE, 2013.

72p., 01 mapa geológico, escala 1:100.000 (Série Programa Geologia do Brasil) versão impressa em papel e em meio digital, textos e mapas.

Conteúdo: Inclui a folha geológica de : Mossoró.

ISBN 978-85-7499-218-1

Projeto Desenvolvido em SIG-Sistema de Informações Geográficas utilizando o GEOBANK-Bancos de Dados Geoespacial da CPRM.

1. Geologia da Paraíba. 2. Mapeamento Geológico I Projeto Geologia e recursos minerais da Folha Mossoró II Rodrigues, Sérgio Willians de Oliveira. III. Programa Geologia do Brasil.

CDD 558.133

CDU

Ficha catalográfica elaborada na CPRM-RE por Bibl. Dalvanise da Rocha S. Bezeril

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 NATAL

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA MOSSORÓ

ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE

Francisco Hilário Rego Bezerra
Narendra Kumar Srivastava
Maria Osvalneide Lucena Sousa



RECIFE
2014

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

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA MOSSORÓ

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena

Diretor de Administração e Finanças

Reginaldo Alves dos Santos

Chefe do Departamento de Geologia

Edilton José dos Santos

Chefe de Divisão de Geologia Básica

Patrícia Düringer Jacques

Chefe de Divisão de Geoprocessamento

Paulo Roberto Macedo Bastos

Chefe da Divisão de Cartografia

Ernesto von Sperling

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

José Márcio Henriques Soares

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

José Wilson de Castro Temoteo

Superintendente Regional

Adeilson Alves Wanderley

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José Veiga Júnior

Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Angela Maria Paiva Cruz

Reitora

Heitor Neves Maia

Chefe do Departamento de Geologia

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 NATAL

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Francisco Hilário Rego Bezerra - UFRN
Narendra Kumar Srivastava - UFRN
Maria Osvalneide Lucena Sousa - UFRN

EQUIPE TÉCNICA DA UFRN

Departamento de Geologia - UFRN

Francisco Hilário Rego Bezerra
Narendra Kumar Srivastava
Maria Osvalneide Lucena Sousa

Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica - UFRN

Elissandra Nascimento de Moura Lima - Doutora
Rubson Pinheiro Maia - Doutorando

Rafael Duarte Santos – Doutorando

Curso de Graduação em Geologia

Daniel Fernandes de Menezes
Iara Gonçalves Costa
Jordão Douglas de Lima Nogueira
Mariana Carolina Araújo Mendonça
Raphael Nóbrega Câmara

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Departamento de Geologia

Reginaldo Alves dos Santos

Divisão de Geologia Básica

Edilton José dos Santos

Divisão de Geoprocessamento

João Henrique Gonçalves

Superintendência Regional de Belo Horizonte

José Wilson de Castro Temoteo

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Adeilson Alves Wanderley

Vladimir Cruz Medeiros

Carlos Alberto dos Santos

Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

José Veiga Júnior

Natália Dantas Pimentel

Robson Carlos de Silva

Ana Paula Rangel Jacques

Janaína Marise F. de Araújo

Executores do Projeto

Luiz Carlos da Silva (Coordenador Nacional)

Adeilson Alves Wanderley

Vladimir Cruz de Medeiros

Revisão preliminar do Texto

Adeilson Alves Wanderley

Vladimir Cruz de Medeiros

Coordenação de Revisão Bibliográfica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Organização, Preparo 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 - Ernesto von Sperling

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

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

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo a ampliação acelerada do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios para mais investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros, com a conseqüente geração de oportunidades de emprego e renda. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa também são aplicados em projetos de águas subterrâneas, gestão territorial e em outras atividades de interesse social. Destaca-se, entre as ações mais importantes e inovadoras desse programa, a estratégia de implementação de parcerias com grupos de pesquisa de universidades públicas brasileiras, em trabalhos de cartografia geológica básica na escala 1:100.000. Trata-se de uma experiência que, embora de rotina em outros países, foi de caráter pioneiro no Brasil, representando uma importante quebra de paradigmas para as instituições envolvidas. Essa parceria representa assim, uma nova modalidade de interação com outros setores de geração de conhecimento geológico, à medida que abre espaço para a atuação de professores, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho e possibilitam a inserção de outros membros do universo acadêmico.

Esses grupos incluem também diversos pesquisadores associados, bolsistas de doutorado e mestrado, recém-doutores, bolsistas de graduação, estudantes em programas de iniciação científica, dentre outros. A sinergia entre a interação de parcela considerável do universo acadêmico com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil resulta em enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico, que beneficia não apenas a academia e a CPRM, mas também a comunidade geocientífica e à indústria mineral.

Os resultados obtidos mostram um importante avanço, tanto na cartografia geológica quanto no estudo da potencialidade mineral e do conhecimento territorial em amplas áreas do território. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou àqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outras aplicações.

Além disso, o projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos da CPRM (GEOBANK), incorporando o que existe de mais atualizado em técnicas de geoprocessamento aplicada à cartografia geológica básica. Este volume contém a Nota Explicativa da Folha Mossoró (SB.24-X-D-I) na escala 1:100.000 em ambiente SIG, executado pela UFRN, através do Contrato CPRM-UFRN No.059/PR/08.

Esse conjunto também está disponível no Portal da CPRM na Internet, no endereço www.cprm.gov.br.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

O presente relatório é parte do Programa Geologia do Brasil, através de um convênio celebrado entre o Ministério das Minas e Energia/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com interveniência da Fundação de Pesquisa do Rio Grande do Norte (FUNPEC). A área de estudo corresponde a Folha Mossoró (SB.24-X-D-I) na escala 1:100.000. Este produto corresponde aos resultados de trabalhos realizados no campo e no laboratório, além de compilação de dados da bibliografia tais como: relatórios de graduação, teses de doutorado e relatórios técnicos feitos na área da Folha Mossoró. No mapeamento geológico foram identificadas 05 unidades litoestratigráficas (da base para o topo): Formação Jandaíra, Grupo Barreiras e depósitos quaternários (depósitos aluvionares antigos, depósitos aluvionares de canal e depósitos flúvio-marinhos). Os principais processos diagenéticos que afetaram as rochas carbonáticas foram micritização, cimentação, compactação, neomorfismo, substituição, fraturamento, dissolução e oxidação. Alguns desses processos contribuem para a redução da porosidade, enquanto outros aumentam a porosidade. Os sistemas de falhas apresentam duas direções principais. Os de direção NW-SE pertencem aos sistemas de falhas Afonso Bezerra e Poço Verde-Caraúbas. Os NE-SW controlam a morfologia do vale do Rio Apodi-Mossoró e os depósitos aluvionares antigos e os de canais. A área da Folha Mossoró se caracteriza pela exploração de recursos naturais e a mesma tem grande importância para a economia regional. Esta área possui o maior campo de petróleo em terra do Brasil, além de grandes reservas de calcário. Os recursos minerais identificados incluem areia, argila, cascalho, calcário, gipsita e fosfato.

ABSTRACT

The present report is part of the Geology of Brazil Program, which is an agreement between the Ministry of Mines and Energy/Company of Mineral Research and the Federal University of Rio Grande do Norte. The agreement was carried out by the Fundação de Pesquisa do Rio Grande do Norte (FUNPEC). The study area comprises the Mossoró Sheet (SB.24-X-D-I), which was mapped at the 1:100,000 scale. The report comprises the results of field and laboratory studies, and the compilation of bibliographic data from undergraduate reports, PhD thesis and technical reports about the study area. Five lithostratigraphic units were identified (from base to top): Jandaíra Formation, Barreiras Group, and Quaternary deposits (old alluvial deposits, channel alluvial deposits, and fluvio-marine deposits). Este estudo identificou onze fácies carbonáticas de acordo com a composição e textura. This study identified eleven carbonate facies according to composition and texture. The main diagenetic processes that affected the carbonate rocks were micritization, cementation, compaction, neomorphism, replacement, fracturing, dissolution, and oxidization. Some of them contribute to porosity reduction, whereas others contribute to porosity increase. The fault systems trend in two main directions. The NW-SE-trending systems comprise the Afonso Bezerra and Caraubas faults. The NE-SW-trending systems control the morphology of the Apodi-Mossoró valley and the geometry of the old alluvial deposits and the channel alluvial deposits. The study area is characterized by the exploitation of mineral resources, which has a great regional significance. This area exhibits the major onshore oil field in Brazil, as well huge as limestone reserves. The mineral resources identified comprise sand, gravel, gypsum, and phosphate.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	17
2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	19
2.1 - Clima.....	19
2.2 - Geomorfologia.....	19
2.3 - Solos	20
2.4 - Hidrografia	20
2.5 - Vegetação	21
2.6 - Aspectos Sócio-econômicos.....	22
3 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	23
3.1 - Introdução	23
3.2 - Litoestratigrafia da Bacia Potiguar	23
3.3 - Arcabouço Estrutural da Bacia Potiguar	23
3.4 - Evolução Tectono-Sedimentar da Bacia Potiguar.....	24
4 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	27
4.1 - Unidades Litoestratigráficas/litofaciológicas.....	27
4.1.1 - Formação Jandaíra (K2j)	27
4.1.1.1 - Doloesparito (K2jdle).....	27
4.1.1.2 - Marga (K2jmg)	27
4.1.1.3 - Biomicrito (K2jbm)	29
4.1.1.4 - Dolomicroesparito (K2jdme)	30
4.1.1.5 - Pelmicrito (K2jpm).....	30
4.1.1.6 - Biopesparito (K2jbpe).....	31
4.1.1.7 - Biolitito (K2jbl).....	32
4.1.1.8 - Dismicrito (K2jdm).....	32
4.1.1.9 - Pelesparito (K2jpe)	33
4.1.1.10 - Bioesparito (K2jbe).....	33
4.1.1.11 - Biomicroesparito (K2jbme)	34
4.1.2 - Grupo Barreiras (Enb)	36
4.1.3 - Depósitos aluvionares antigos (N3a)	38
4.1.3.1 - Associações faciológicas dos depósitos aluvionares antigos.....	39
4.1.4 - Depósitos aluvionares de canal (N4ac).....	40
4.1.5 - Depósitos flúvio-marinhos (N34fm)	40
5 – SISTEMAS DEPOSICIONAIS E PETROLOGIA DAS ROCHAS DA FORMAÇÃO JANDAÍRA	41
5.1 - Sistemas deposicionais	41
5.1.1 - Rampa interna	41
5.1.1.1 - Planície de maré	41
5.1.1.2 - Barras de maré	41
5.1.2 - Rampa intermediária	42
5.2 - Diagênese	42

5.2.1 - Eventos diagenéticos	42
5.2.1.1 - Micritização	42
5.2.1.2 - Cimentação	42
5.2.1.3 - Compactação	43
5.2.1.4 - Neomorfismo	44
5.2.1.5 - Substituição	44
5.2.1.6 - Fraturamento	45
5.2.1.7 - Dissolução	45
5.2.1.8 - Oxidação	45
5.2.2 - Porosidade e sistema poroso	45
5.3 - História Diagenética dos Calcários da Formação Jandaíra	46
5.3.1 - Sequência diagenética.....	49
6 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA.....	51
6.1 - Introdução	51
6.2 - Caracterização Estrutural Através da Interpretação de Produtos de Sensoriamento Remoto e Mapeamento Estrutural	51
6.2.1 - Falhas	52
6.2.1.1 - Silicificação tectônica em arenitos do Grupo Barreiras.....	53
6.2.2 - Juntas	53
7 – RECURSOS MINERAIS E CONTROLES DAS MINERALIZAÇÕES	55
7.1 - Areia	60
7.2 - Argila.....	60
7.3 - Brita.....	60
7.4 - Calcário.....	60
7.5 - Gipsita	61
7.6 - Fosfato.....	61
7.7 - Marga dolomítica.....	62
7.8 - Petróleo e Gás.....	62
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	65
9 – SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA MOSSORÓ

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

1 – INTRODUÇÃO

O presente relatório é parte do projeto PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL, executado por um convênio entre o Ministério das Minas e Energia (através da CPRM-Serviço Geológico do Brasil) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O Projeto foi realizado através da interveniência da Fundação de Pesquisa e Cultura do Rio Grande do Norte, FUNPEC.

O relatório aqui apresentado refere-se aos trabalhos de mapeamento geológico e de recursos minerais da Folha Mossoró (SB24-X-D-I). Quatro mapas geológicos prévios foram compilados e reunidos em

um mapa geológico preliminar, que serviu como ponto de partida para o presente trabalho. A localização e autoria dos mesmos são apresentadas na Figura 1.1.

A área cartografada localiza-se no Estado do Rio Grande do Norte entre os paralelos $05^{\circ} 00' - 5^{\circ} 30'$ de latitude sul e os meridianos $37^{\circ} 00' - 37^{\circ} 30'$ de longitude a oeste de Greenwich.

Do ponto de vista geológico, a Folha Mossoró engloba rochas mesozoicas e cenozoicas relacionadas à Bacia Potiguar e registros sedimentares fluviais e costeiros quaternários (Figura 1.2).

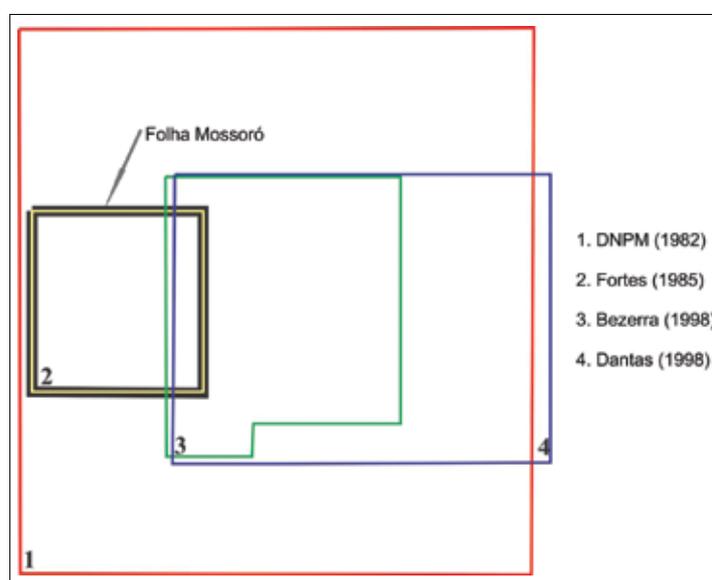


Figura 1.1 - Esboço da cobertura das bases geológicas compiladas (diferentes escalas e ênfases) para a elaboração do mapa preliminar relativo à Folha Mossoró (em preto)

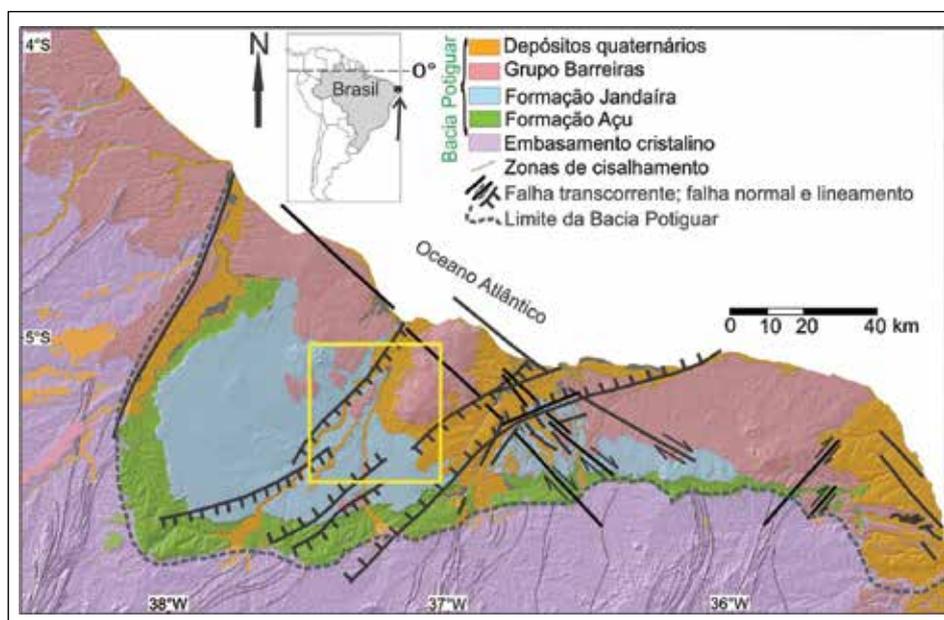


Figura 1.2 - Arcabouço litoestrutural da Bacia Potiguar, com destaque para a localização da Folha Mossoró (quadrado amarelo). Modificado de Moura-Lima et al. (2010a)

2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.1 - CLIMA

A área objeto deste trabalho está localizada numa região de clima semi árido quente BSW'h, segundo a classificação de Koppen (RADAMBRASIL, 1981) onde predominam estações secas com 7 a 8 meses de duração (junho a janeiro), uma estação chuvosa de fevereiro a maio (período úmido) e um período super úmido de março a meados de maio (IDEMA, 2002). A região de Mossoró (RN) apresenta precipitação pluviométrica média anual de 695,8 mm, temperatura média anual em torno de 27,4° C, com mínima de 21° C e máxima de 36° C (IDEMA, 2002). A umidade relativa do ar ao longo do ano na região acompanha a curva de precipitação pluviométrica (o período de chuvas), com maiores valores observados de fevereiro a maio e valores menores de junho a janeiro. A média de umidade relativa anual observada na Estação Meteorológica da UFERSA, no período de 1969 a 1990, foi de 68,9% (IDEMA, 2002). Os ventos predominantes são os de nordeste (47,92% dos dias), seguidos pelos de sudeste (31,50%), sendo os últimos mais fortes que os primeiros (IDEMA, 2002).

2.2 - GEOMORFOLOGIA

A região é representada pelas seguintes Unidades de Relevo: Tabuleiros Costeiros e a Planície Litorânea. Os elementos do relevo associados são: Serra do Mel e Serra de Mossoró (Tabuleiros Costeiros), Planície do Rio Apodi-Mossoró (a qual modela os Tabuleiros Costeiros), Planície flúvio-marinha (Planície Litorânea) (Figura 2.1).

Na área estudada não se encontram relevos pronunciados. Em geral a região é plana a levemente ondulada, com pequeno declive (0,06°) em direção ao norte. As máximas altitudes estão associadas à Serra do Mel (com cotas máximas de 230 m, tomada como divisor de águas das sub-bacias do médio para o baixo rio Piranhas-Açu) e a Serra de Mossoró com cerca de 250 m.

No domínio das planícies predominam os terrenos de neoformação, resultantes de processos de acumulação fluvial, transicional ou eólica. Este domínio é caracterizado por terrenos planos e baixos situados nas proximidades dos rios e em seus baixos cursos.

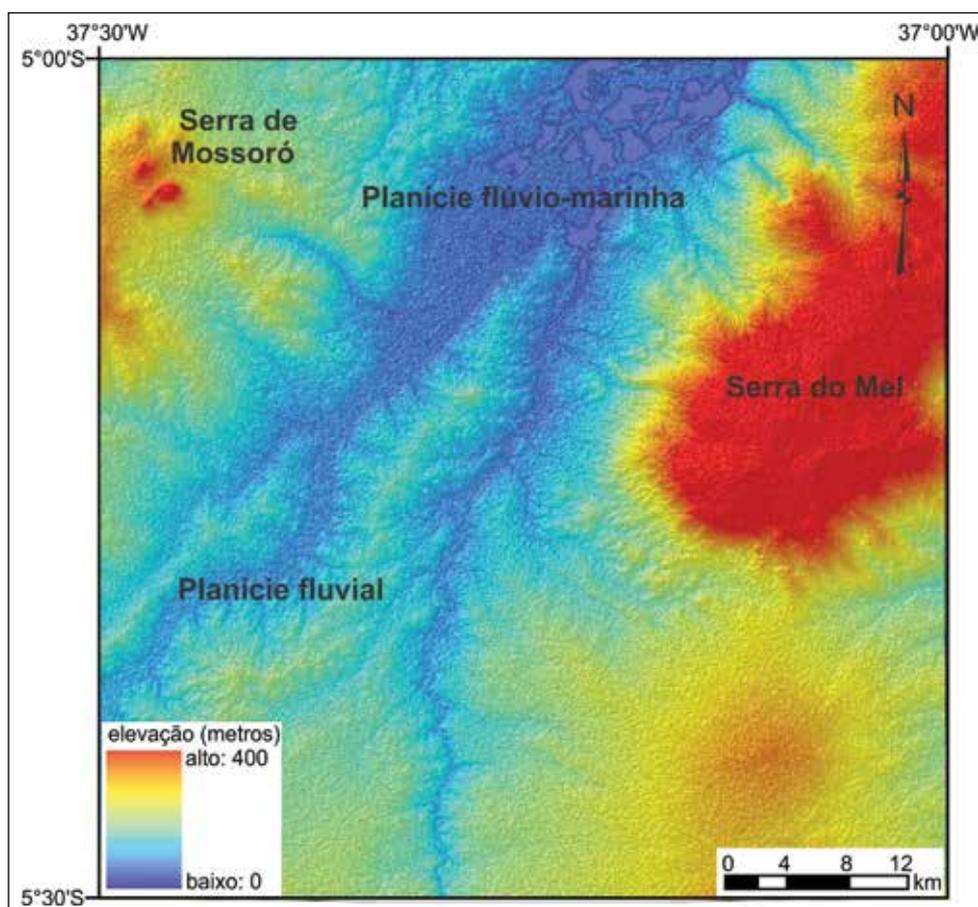


Figura 2.1 - Geomorfologia da Folha Mossoró. Imagem do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com relevo sombreado

Os tabuleiros apresentam topografia suave em forma de rampas que se inclinam para o litoral com declives inferiores a 5°. São cobertos por sedimentos areno-argilosos em estágio inicial de dissecação originando interflúvios tabulares que individualizam a rede de drenagem.

2.3 - SOLOS

Os solos mais comuns na área de estudo, segundo o mapa de solos Folha Jaguaribe/Natal de RADAM-BRASIL (1981) e EMBRAPA (1999), são os seguintes:

- Solo latossolo vermelho amarelo eutrófico: apresenta uma fertilidade média a alta, com textura média. Ele é bem a extremamente drenado, poroso, friável, predominantemente ácido, tem baixo teor de matéria orgânica e apresenta relevo plano.

- Solo rendzina (Chernossolo): apresenta relevo plano, é moderado a imperfeitamente drenado e oferece aptidões regulares e restritas para pastagens naturais e lavouras, apresentando alta fertilidade e uma textura argilosa, com boa qualidade para o cultivo de algodão, coco, caju e sisal. Este solo é derivado de calcários e, por isso, são solos alcalinos (IDEMA, 2005).

- Solo cambissolo eutrófico: característico de terrenos sedimentares é um solo de fertilidade alta,

apresenta textura argilosa e é moderadamente drenado. São solos rasos a profundos, desenvolvidos a partir de diversas rochas, destacando-se os calcários, granitos e migmatitos, em áreas de relevo plano a fortemente ondulado, sob vegetação de caatinga hipo e hiperxerófila (IDEMA, 2005) (Figura 2.2).

- Solo salino: também chamados Planossolos Solonchak e Solonetz, ocorrem em pequenas áreas. Rasos a poucos profundos, apresentam limitação moderada a forte quanto ao uso agrícola, em decorrência principalmente, das más condições de drenagem e dos teores médios a altos em sódio (IDEMA, 2005).

2.4 - HIDROGRAFIA

A área encontra-se inserida nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró (CPRM, 2005), cujo rio principal (Rio do Carmo), ocupa um terço da área total desta bacia, perene no seu curso inferior. O rio Apodi-Mossoró, por se tratar de uma área que apresenta alto índice de ocupação, está sob grande influência das ações antrópicas, sendo submetida à utilização desordenada do terreno, comprometendo o uso do solo e a organização paisagística (CPRM, 2005).

A região é representada pelo estuário Apodi-Mossoró (Figura 2.3), considerado o segundo

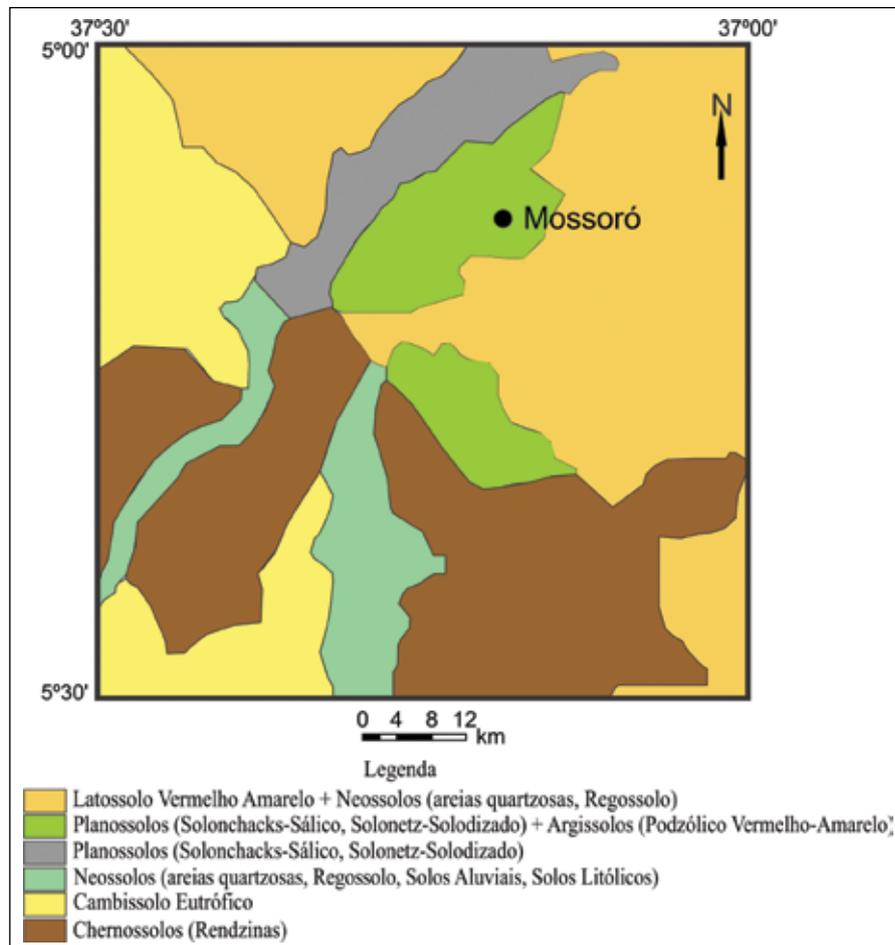


Figura 2.2 - Tipos de solos presentes na área da Folha Mossoró (adaptado de IDEMA, 2005)

mais importante do Rio Grande do Norte devido à sua grande extensão (IDEMA, 2005). Os rios que alimentam o estuário Apodi–Mossoró recebem contribuições do continente por meio de drenagens ativas apenas durante o período chuvoso. Na maioria das vezes, esses rios, na forma de pequenos canais, são fortemente influenciados pela ação das marés (Minora *et al.*, 2010). O Rio Apodi-Mossoró é o maior rio em extensão do Estado do Rio Grande do Norte. Nasce na Serra da Queimada, em Luiz Gomes (RN), atravessa a Chapada do Apodi, e ao entrar no município de Mossoró recebe o nome de Rio Mossoró. Este rio deságua no Oceano Atlântico e sua foz localiza-se na cidade de Areia Branca.

No que se diz respeito ao domínio hidrogeológico, a região em estudo encontra-se inserida principalmente no domínio cárstico-fissural. O domínio intersticial é composto por rochas sedimentares do Grupo Barreiras e dos depósitos aluvionares (CPRM, 2005). Neste setor, a baixa densidade dos canais se dá em função da maior permeabilidade do substrato constituído por arenitos da Formação Açú e calcários da Formação Jandaíra (Sequência pós-rifte superior da Bacia Potiguar).

2.5 - VEGETAÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte é representado por duas formações vegetais: caatinga (hiperxerófila e hipoxerófila) e mata atlântica. A fisiologia da caatinga é interessante, pois durante o período de seca (julho a dezembro) aparenta estar totalmente morta, mas aos primeiros sinais de chuva torna-se exuberante. Esta vegetação é composta de espécies xerófilas e, na sua maioria, caducifólias, de porte pequeno, com estratificação arbustiva arbórea, espinhenta. Por ocasião das chuvas, apresenta um estrato herbáceo bastante desenvolvido (IDEMA, 2005).

Na área de estudo a vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, que possui caráter mais seco, e a caatinga hipoxerófila, que apresenta arbustos e árvores com espinhos e é típica de clima semi árido (IDEMA, 2005).

A caatinga é o típico vegetal que predomina na região semi árida do Rio Grande do Norte e ocorre em duas comunidades facilmente reconhecíveis no campo: florestal e não florestal, reconhecendo neste último caso, vegetação herbáceo-lenhosa e

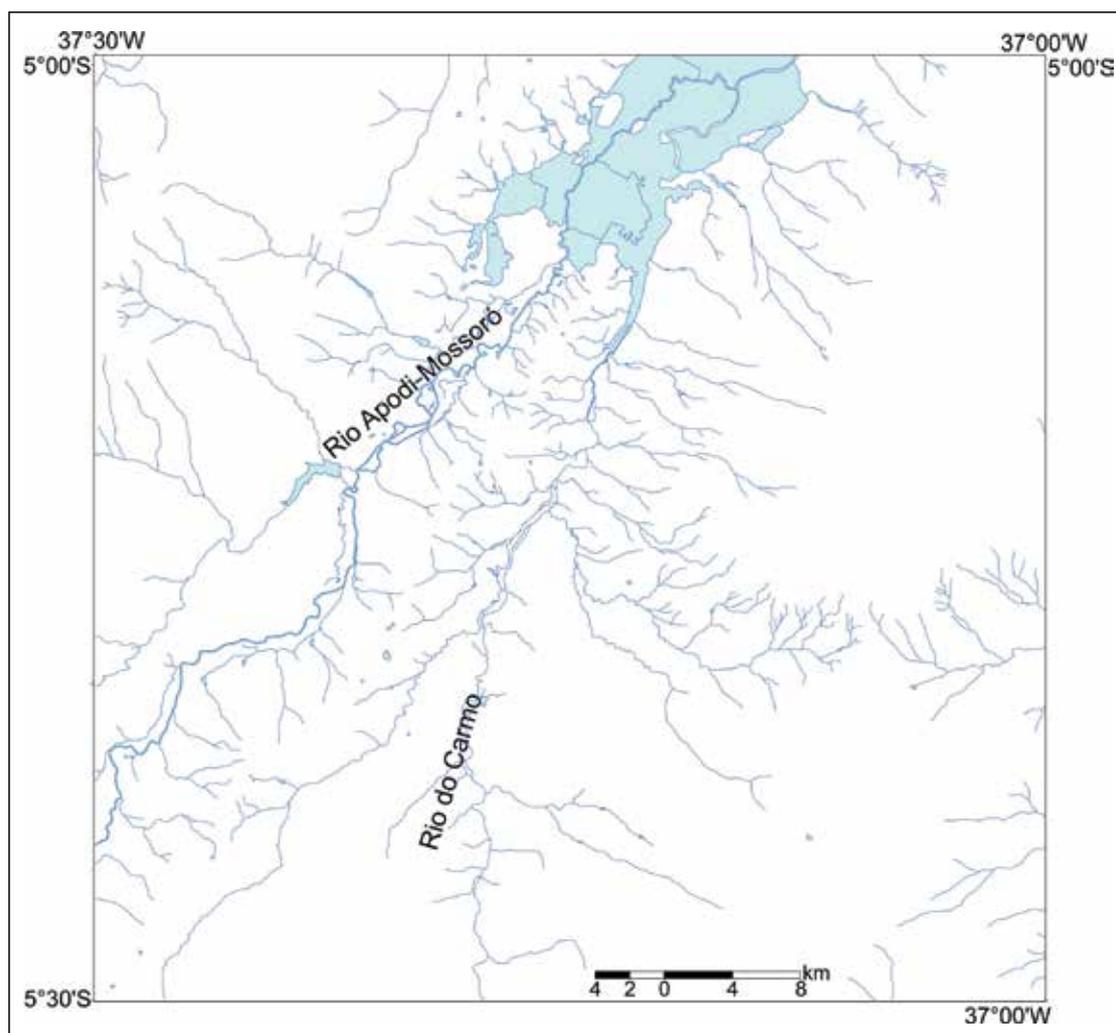


Figura 2.3 - Rede de drenagem na área da Folha Mossoró

puramente herbácea (Andrade, 1981). A vegetação é representada também por inúmeras cactáceas e plantas de menor porte, destacando-se o faveleiro, marmeleiro, jurema-preta, mufumbo, xique-xique e facheiro (IDEMA, 2005).

A carnaúba (*Copernicia cerifera*) é uma das espécies responsáveis pelo povoamento da região e ocorre nos vales dos rios da região. Esta espécie é endêmica e sua extração para cera, palha e tronco já teve imensa importância econômica (Figura 2.4). Nas últimas décadas, em função da mudança do foco econômico, vem ocorrendo a derrubada indiscriminada dos carnaubais, reduzindo sensivelmente a sua área de ocorrência (IDEMA, 2005).



Figura 2.4 - Ocorrência de carnaúbas (*Copernicia cerifera*), no vale do Rio do Carmo (porção sudeste da Folha Mossoró)

2.6 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

As atividades econômicas da região, assim como em todo o estado do Rio Grande do Norte, são o turismo, a produção de sal marinho, a extração de petróleo, mineração de calcário, agricultura, carcinicultura e a pesca artesanal. A maioria dessas atividades ocorre nas proximidades do estuário ou nos leitos dos rios (IDEMA, 2002).

Na região de Mossoró a produção de petróleo e gás natural tem enfoque especial por ser esta uma das maiores produtoras do país, com 801 poços perfurados e 754 poços produtores, até o ano de 2002 (IDEMA, 2002).

A mineração de calcário é realizada através de empresas e através de garimpagem por moradores. Esta rocha é utilizada como matéria-prima para a produção de cimento, cal virgem, siderurgia (cal e brita), ração animal, corretivo de solos, e nas indústrias química, de vidro, cerâmica e de tintas (IDEMA, 2002).

A região converteu-se numa importante área para a agricultura irrigada, especialmente de frutas para exportação, aproveitando as condições de clima predominantemente seco e a perenização do rio Mossoró. Os principais produtos agrícolas locais são as frutas tropicais como manga, caju, além de algodão herbáceo, feijão, melão, milho, castanha de caju e sorgo granífero (IDEMA, 2002).

Os maiores rebanhos são os bovinos, suínos, equinos, caprinos, ovinos, asininos, e em menores proporções muars e coelhos. Os principais produtos de origem animal são o leite, ovos de galinha e mel de abelha (IDEMA, 2002).

3 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

3.1 - INTRODUÇÃO

A Folha Mossoró está inserida na porção central da Bacia Potiguar emersa (Figura 1.2). A Bacia Potiguar localiza-se no extremo nordeste brasileiro. Sua maior parte encontra-se no Estado do Rio Grande do Norte e uma pequena porção mais ocidental ocorre no Estado do Ceará. A bacia está limitada a norte e a leste pelo Oceano Atlântico, até a cota batimétrica de -200 m, a sul e a oeste pelo embasamento cristalino e a noroeste, através do Alto de Fortaleza, pela Bacia do Ceará. Araripe & Feijó (1994) inferem uma área de aproximadamente 60.000 km² para a bacia, sendo 40% emersos. A seguir, tem-se uma sucinta revisão bibliográfica dos elementos da Bacia Potiguar, incluindo a litoestratigrafia, arcabouço estrutural e evolução tectono-sedimentar.

3.2 - LITOESTRATIGRAFIA DA BACIA POTIGUAR

A Bacia Potiguar está dividida em três grupos: Areia Branca, Apodi e Agulha, como proposto por Souza (1982) e Araripe & Feijó (1994). A carta estratigráfica mais recente da Bacia Potiguar foi proposta por Pessoa Neto *et al.* (2007) (Figura 3.1). A formulação desta carta deu-se a partir da coleta de dados de diversos autores durante décadas e acompanhou o avanço da exploração petrolífera na Bacia.

O Grupo Areia Branca, de acordo com Araripe & Feijó (1994), é constituído predominantemente por rochas sedimentares clásticas e reúne as formações Pendências, Pescada e Alagamar. O Grupo Apodi, definido inicialmente por Oliveira & Leonardos (1943), engloba as formações Açú, Ponta do Mel, Quebradas e Jandaíra (Araripe & Feijó, 1994). O Grupo Agulha (Araripe & Feijó, 1994) é constituído pelas Formações Ubarana, Guamaré, Tibau e Macau. O Grupo Barreiras, definido por Oliveira & Leonardos (1943), é o equivalente continental do Grupo Agulha e também compõe parte da Folha Mossoró. Sedimentos quaternários agrupados em unidades informais recobrem todo o conjunto.

3.3 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA BACIA POTIGUAR

Bertani *et al.* (1990) simplificou o arcabouço estrutural da Bacia Potiguar em três feições tectono-estruturais: grábens, altos internos e plataformas rasas. Os grábens da parte terrestre são os de Apodi, Umbuzeiro, Guamaré e Boa Vista. Eles exibem feições lineares de direção NE-SW. Tais grabens têm forma assimétrica e estão limitados a sudeste e sudoeste por falhas que ultrapassam 5.000 m de rejeito. Os grábens da parte submersa também são assimétricos e estão orientados aproximadamente paralelos à atual linha de costa. Tanto os grábens da parte ter-

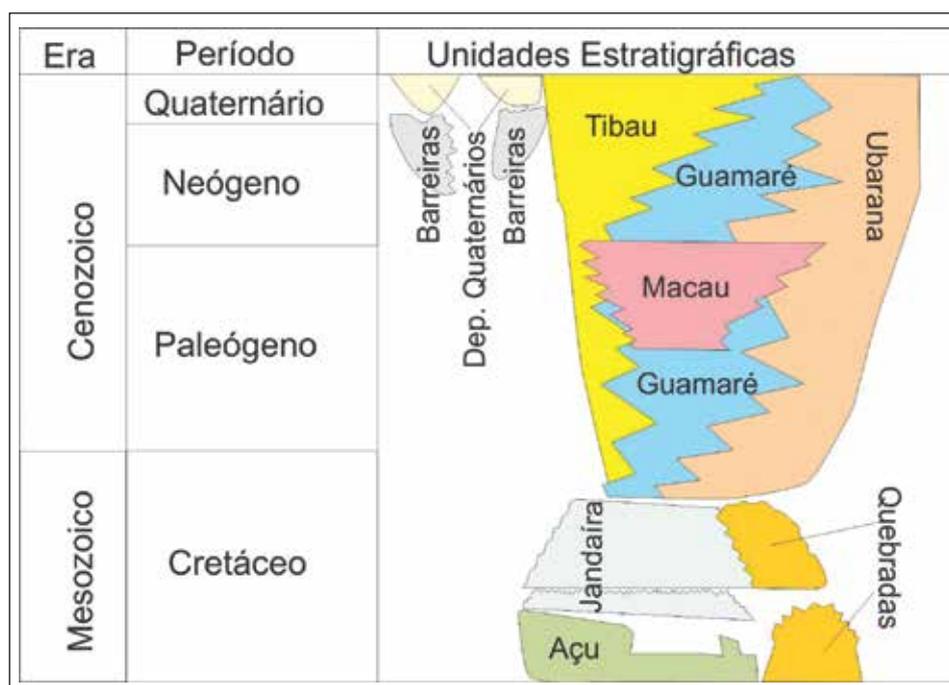


Figura 3.1 - Carta estratigráfica da Bacia Potiguar (simplificada de Pessoa Neto *et al.* (2007)).

restre, como os submersos, estão preenchidos por sequências sedimentares do Cretáceo Inferior.

Os altos internos correspondem às cristas alongadas do embasamento, separando os principais grábens. São compostos por blocos de gnaisses, migmatitos ou xistos soerguidos por falhas normais. Os principais altos internos são os Altos de Quixaba, Serra do Carmo e Macau. As sequências do Cretáceo Inferior estão ausentes sobre os altos internos devido à erosão ou não-deposição.

As plataformas rasas do embasamento de Touros (RN) e Aracati (CE) flanqueiam os grábens centrais a leste e oeste, respectivamente. Essas plataformas são normalmente recobertas por sedimentos do Aptiano e Cretáceo Superior na parte terrestre e também por sequências cenozoicas na parte marítima.

Segundo Matos (1992) e De Castro *et al.* (2012), o Rifte Potiguar aproveitou o *trend* NE-SW das estruturas dúcteis do embasamento cristalino durante o Cretáceo Inferior. O Sistema de Falhas de Carnaubais é o principal sistema do Rifte Potiguar e foi associado por Hackspacher & Oliveira (1984) à reativação da Zona de Cisalhamento brasileira de Portalegre. Hackspacher *et al.* (1985) interpretaram as estruturas de direção NW-SE, também presentes na bacia, como produto de reativações pós-campanianas. Matos (1992) definiu estas estruturas como sendo falhas de transferência durante a fase rifte inicial. Cremonini *et al.* (1996) caracterizaram o padrão de falhamento NW-SE e NE-SW na porção submersa da bacia como sendo o produto de superposição de fases de rifteamento.

3.4 - EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR DA BACIA POTIGUAR

A origem da Bacia Potiguar está relacionada à evolução da margem equatorial atlântica, iniciada ao final do Jurássico. Diversas teorias foram propostas para sua evolução. A primeira (Françolin & Szatmari, 1987) atribuiu sua origem a uma rotação diferencial dextral entre a América do Sul e a África, que gerou na Província Borborema um regime de esforços com distensão N-S e compressão E-W. Tais tensões propiciaram o desenvolvimento de diversas bacias rifte, sob regime transtensional, como é o caso do Rifte Potiguar.

A segunda hipótese para a geração da Bacia Potiguar foi proposta por Teixeira (1991) e Matos (1992), que indicaram a existência de pelo menos três importantes estágios tectônicos, em resposta à dinâmica das placas tectônicas durante o início da fragmentação do Gondwana: Sin-Rifte I, Sin-Rifte II e Sin-Rifte III. A evolução do Rifte Potiguar teria se dado através de duas das principais fases de rifteamento. Durante a fase Sin-Rifte II, entre o Neocomiano e o Eobarremiano, teria ocorrido a formação da bacia e seu preenchimento mais expressivo. Esta fase seria

originada através de esforços distensivos máximos de direção WNW-ESE. Durante o Neobarremiano e o Eoaptiano ocorreu uma nova fase de rifteamento denominada de Sin-Rifte III. Esta fase foi originada por esforços distensivos máximos que passaram a atuar segundo a direção aproximadamente E-W, causando ruptura principalmente na porção submersa da bacia.

Por outro lado, Pessoa Neto *et al.* (2007) diferenciaram três supersequências: Rifte, Pós-rifte e Drifte. A Supersequência Rifte corresponde a duas fases de rifteamento e foi depositada no Cretáceo Inferior, sendo representada pelos depósitos flúvio-deltaicos e lacustres das Formações Pendência e Pescada (Berriasiano/Eoaptiano). A Supersequência Pós-rifte foi depositada durante o Andar Alagoas, sendo caracterizada pela deposição de uma sequência flúvio-deltaica, com os primeiros registros de ingressão marinha (Formação Alagamar). A Supersequência Drifte, correspondente à fase de evolução tectônica termal, que foi depositada entre o Albiano e o Recente. Esta Supersequência é caracterizada por uma sequência flúvio-marinha transgressiva (Formações Açú, Ponta do Mel, Quebradas, Jandaíra e Ubarana) e é recoberta por uma sequência clástica e carbonática regressiva (Formações Ubarana, Tibau e Guamaré). Rochas vulcânicas associadas à Formação Macau foram depositadas entre o Eoceno e o Oligoceno na bacia. Depósitos sedimentares quaternários ocorrem recobrendo estas formações: Aluvionares Antigos, Mangues, Litorâneos Praiais, Dunas, Aluvionares de Canal, Aluvionares de Planície de Inundação, Flúvio-lacustrinos e Flúvio-marinhos (Moura-Lima *et al.*, 2010b).

Diversos autores consideram que a transição Mesozoico-Cenozoico na Bacia Potiguar foi marcada por uma erosão generalizada, ratificada pela discordância sobre as formações Jandaíra e Ubarana e posterior deposição da Sequência Marinha Regressiva. Nesta transição, a Bacia Potiguar estaria submetida à forte compressão N-S, responsável por falhamentos reversos e dobras nas formações Açú e Jandaíra e, ainda, reativação de estruturas pré-existentes (Françolin & Szatmari, 1987). Entretanto, há uma discussão sobre a existência de dois eventos que marcaram a transição do Mesozoico para o Cenozoico e que são representativos para a evolução tectono-sedimentar da era cenozoica: o Magmatismo Serra do Cuó e o soerguimento da Bacia Potiguar no Mesocampaniano, ambos ainda no final do Mesozoico. O Magmatismo Serra do Cuó, segundo Pereira (1992), seria o indício de um evento tectônico intraplaca que ocorreu no interior do continente e gerou uma discordância de caráter erosivo (subaérea e submarina), no Neoturoniano/Eocomiano. Matos (1993) afirmou que o limite Cretáceo/Paleógeno, onde ocorreu esta discordância, corresponde à fase de grande erosão campaniana das sequências cretáceas.

Cremonini & Karner (1995) sugeriram que o fluxo de calor proveniente da crosta oceânica, que se formava ao longo da margem equatorial brasileira,

teria provocado o soerguimento regional, responsável pela erosão generalizada e reativações de falhas importantes, como os do sistema de falhas de Afonso Bezerra.

Diferentemente do Mesozoico, o tectonismo atuante no Cenozoico apresenta menor expressividade regional. Contudo, ocorreram eventos como a reativação de importantes falhas (sistemas de falhas de Carnaubais e de Afonso Bezerra), dobramentos com grandes comprimentos de onda e eixos orientados na direção N-S, resultantes de esforços compressivos E-W que afetaram a Bacia Potiguar no Paleógeno-Neógeno (Cremonini, 1993). Neste período ocorreram ainda reativações tectônicas associadas às intrusões básicas relacionadas à Formação Macau (Costa Neto, 1985). Além disso, regiões arqueadas durante o Mesozoico teriam sofrido alívio de pressão no Paleógeno, devido aos ajustes internos da placa Sul-Americana, os quais permitiriam a ascensão de magmas relacionados aos litotipos da Formação Macau (Sial, 1975).

O Paleógeno-Neógeno representa o período onde a movimentação do sistema de Falhas de Afonso Bezerra teria sido mais complexa. Para *Hackspacker et al.* (1985), *Oliveira et al.* (1993) e *Dantas* (1998), o tectonismo que gerou o Magmatismo Macau corresponde ao mesmo evento relacionado a uma das fases de reativação mais importante deste sistema de falhas, com cinemática dextral.

Por muitos anos, foi dada pouca importância ao padrão deformacional pós-rifte que aflora na Bacia Potiguar. Nos mapeamentos prévios (*Jardim de Sá et al.* 1998), o embasamento cristalino se apresentava densamente recoberto por lineamentos estruturais, que eram descontinuados no contato com a bacia, sugerindo que certas estruturas não a afetavam. Estudos mais recentes (e.g., *Bezerra & Vita-Finzi*, 2000; *Bezerra et al.* 2001, 2008; *Nogueira et al.* 2006; *Moura-Lima et al.* 2010b; *Moura-Lima et al.* 2011), porém, já demonstram como as rochas da Bacia Potiguar são atingidas por deformação tectônica, provocada por diferentes sistemas de falhas, principalmente pelo Sistema de Falhas de Afonso Bezerra, com direção NW-SE e o de

Carnaubais, com direção NE-SW.

Alguns trabalhos recentes mostraram dados específicos sobre o sistema de falhas Afonso Bezerra (*Dantas*, 1998; *Dantas*, 2004; *Melo*, 2005; *Legrand et al.* 2008). *Moura-Lima et al.* (2010a,b; 2011) propuseram que o sistema de falhas de Afonso Bezerra não se restringe ao embasamento cristalino da Bacia Potiguar, mas afeta todas as suas unidades litoestratigráficas pós-rifte, inclusive coberturas quaternárias. Estes autores demonstraram como elementos geomorfológicos, sedimentares e estruturais foram afetados por esse sistema, indicando que, este atuou não somente na fase rifte da bacia, mas também foi reativado em períodos pós-campanianos. Segundo *Moura-Lima et al.* (2010a,b; 2011) a expressão superficial desta reativação se deu através do controle de drenagens, altos topográficos silicificados e disposição de depósitos cenozoicos.

Sousa & Bezerra (2005) caracterizaram dois campos de tensões de idade pós-rifte na Bacia Potiguar. O primeiro atuou do Campaniano ao Mioceno e o segundo do Plioceno ao Holoceno. O primeiro campo afetou apenas as formações Açú e Jandaíra, até o final do Vulcanismo Macau e o início da deposição do Grupo Barreiras, no Mioceno. Esta fase foi dominada por compressão sub-horizontal de orientação aproximada N-S e distensão aproximada E-W. Provavelmente, este foi o mais importante campo de tensão na fase pós-rifte do ponto de vista de deformação, devido às estruturas com penetratividade e ampla distribuição na bacia. O segundo campo de tensões tem atuado do Plioceno ao Holoceno, sendo o único campo a ser observado no Grupo Barreiras e sedimentos neogênicos e quaternários. Este campo de tensões é caracterizado por distensão de direção aproximada N-S, desenvolvido em um domínio transcorrente (*Bezerra & Vita-Finzi*, 2000; *Sousa & Bezerra*, 2005). *Lima et al.* (1997) e *Ferreira et al.* (1998) descreveram um campo de tensões atual que coincide com o segundo campo supracitado através de estudos envolvendo *breakout* e sismologia, respectivamente. Os sistemas de falhas da Bacia Potiguar sofreram influência destes dois relevantes campos de tensões.

4 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

A partir do mapeamento geológico definiram-se, além das unidades litoestratigráficas encontradas na área, as diversas litofácies da Formação Jandaíra. Um resumo do quadro litoestratigráfico-litofaciológico da Folha Mossoró é apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Unidades litoestratigráficas/litofaciológicas da Folha Mossoró

Unidades	Sigla/hierarquia (de acordo com o GEOBANK)
Formação Jandaíra, doloesparito	K2jdle
Formação Jandaíra, marga	K2jmg
Formação Jandaíra, biomicrito	K2jbm
Formação Jandaíra, dolomicroesparito	K2jdme
Formação Jandaíra, pelmicrito	K2jpm
Formação Jandaíra, biopelasparito	K2jbpe
Formação Jandaíra, biolitito	K2jbl
Formação Jandaíra, dismicrito	K2jdm
Formação Jandaíra, peloesparito	K2jpe
Formação Jandaíra, bioesparito	K2jbe
Formação Jandaíra, biomicroesparito	K2jbme
Grupo Barreiras	ENb
Depósitos Aluvionares Antigos	N3a
Depósitos Aluvionares de Canal	N4ac
Depósitos Flúvio-Marinhas	N34fm

4.1 - UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS/LITOFACIOLÓGICAS

As unidades que afloram na área da Folha Mossoró são as seguintes: Formação Jandaíra, Grupo Barreiras, Depósitos Aluvionares Antigos, Depósitos Aluvionares de Canal e Depósitos Flúvio-marinhas.

4.1.1 - FORMAÇÃO JANDAÍRA (K2j)

Esta unidade ocupa ampla área da Folha Mossoró. Em afloramento, exibem pacotes com espessura mínima de 1,0 m e máxima de 6,0 m, formando

relevos relativamente planos. As rochas da Formação Jandaíra são observadas em margens e leitos de drenagens secas, lajedos e em algumas pedreiras. Têm em geral coloração acinzentada (calcários dolomitizados e dolomitos) a creme-clara (calcários), com textura variando de fina a grossa.

As rochas carbonáticas da Formação Jandaíra foram estudadas em campo e seção delgada. Para a separação das litofácies, foi realizada a descrição macroscópica das rochas e a descrição petrográfica de 129 seções delgadas. Os critérios microscópicos utilizados para a individualização das fácies nas lâminas carbonáticas foram os aspectos composicionais e texturais, com ênfase nos tipos e proporção de grãos, matriz e cimento.

Foi utilizada a classificação proposta por Folk (1959) para nomear as fácies carbonáticas. Esta classificação baseia-se no tipo de constituintes aloquímicos (grãos do arcabouço) predominante e nas proporções de constituintes ortoquímicos (matriz e cimento). Neste trabalho, associada a esta classificação foi ainda acrescentado o nome do constituinte aloquímico que ocorria na rocha, quando era necessário (Figura 4.1).

Com o estudo das lâminas delgadas foi possível identificar onze litofácies, classificadas de acordo com Folk (1959). As fácies serão apresentadas a seguir de acordo com suas características texturais:

4.1.1.1 - Doloesparito (K2jdle)

Macroscopicamente essa fácies apresenta rochas com textura fina, cor creme e encontram-se comumente fraturadas. Microscopicamente o doloesparito é formado apenas por cristais romboédricos de dolomita microcristalina (0,008 a 0,016 mm de diâmetro) que compõem o cimento da rocha e chegam até 70% de sua composição. Há também um pouco de matriz, que não ultrapassa 20%. São observados fósseis do tipo bivalves e miliólídeos, em pequena quantidade. Geralmente essa mineralogia é característica de estágio avançado de diagênese e pode apresentar algumas porções oxidadas (Figura 4.2).

4.1.1.2 - Marga (K2jmg)

A marga, em campo, mostra-se com coloração acinzentada. Possui grãos muito finos. Frequentemente mostra-se bioturbada, com fósseis e concreções de limonita. A marga pode ter uma grande variação litológica, desde o calcário argiloso a argila carbonática. Muitas vezes podem ser encontrados restos de raiz e fósseis de vegetais, tais como polens,

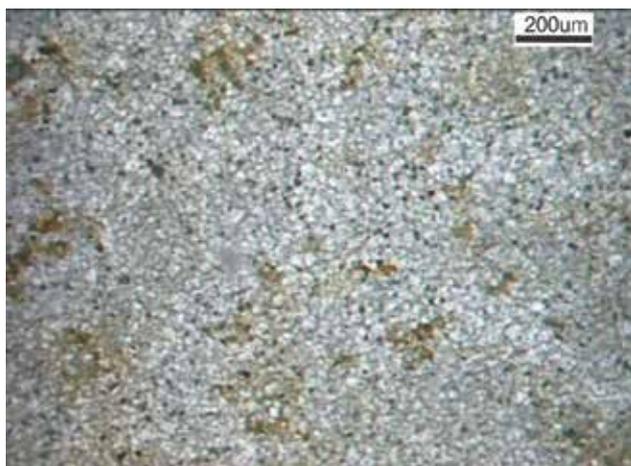


Figura 4.2 - Fotomicrografia da fácies Dolosparito (K2jdle): cristais de dolomita. Comunidade de Pau d'água, Sítio Malhada da Onça, município de Governador Dix-sept Rosado, afloramento 94

esporos, folhas e galhos de plantas do ambiente mangue ou supamaré. O seu ambiente deposicional pode variar dependendo do contexto geológico. Na Formação Jandaíra as margas são do ambiente de mangue.

4.1.1.3 - Biomicrito (K2jbm)

Em campo, as rochas desta fácies apresentam coloração esbranquiçada, creme e granulometria bastante variada. Macrofósseis são encontrados com frequência nas rochas desta fácies (Figura 4.3). Tam-

bém ocorrem gretas de contração e bioturbações no topo de suas camadas. Em alguns afloramentos são observados sílex e limonita e ainda a ocorrência de fraturas principais, não preenchidas, com direções NW-SE e NE-SW. As estruturas sedimentares encontradas foram estratificações cruzadas e estilólitos. A presença de estilólitos horizontais indica que o evento diagenético de dissolução química por pressão atuou de forma mais abundante nesta fácies.

Em algumas lâminas delgadas foi possível determinar a presença de material terrígeno e em outras, o material encontrava-se dolomitizado (Figura 4.4). Os grãos ocorrem de forma predominante na rocha (50%), sendo os bioclastos os grãos mais comuns, ocorrendo principalmente miliólídeos, equinodermas, gastrópodes, espinhos de equinoderma, bivalves, algas verdes, briozoários, foraminíferos bentônicos e plantônicos (Figura 4.5), ostracodes e algas vermelhas. Ocorrem ainda em menores proporções peloides e intraclastos. A granulometria varia de areia fina a muito grossa, caracterizando uma seleção pobre.

Os contatos entre os grãos são principalmente pontuais, ocorrendo também retos e côncavos-convexos, sugerindo um empacotamento normal. Muitos grãos apresentam neomorfismo e bioturbações. A matriz perfaz aproximadamente 40% da composição total da rocha, e é principalmente do tipo deposicional micrítica. A matriz ocorre também preenchendo internamente os grãos e pode ser do tipo síltica-peloidal. O cimento aparece em menores pro-

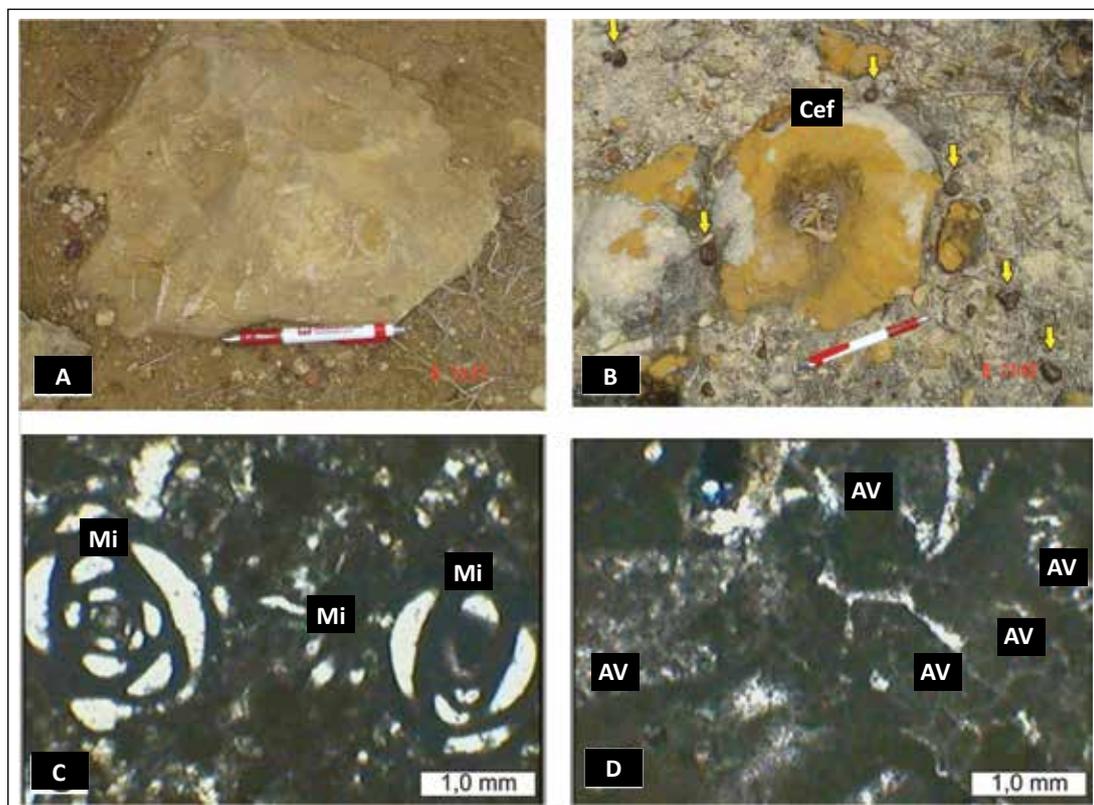


Figura 4.3 - Fácies Biomicrito (K2jbm): (A) afloramento com macrofósseis; (B) fósseis de cefalópode com grãos de limonita indicados pelas setas de cor amarela; próximo ao povoado de Santana, município de Mossoró, afloramento 517; (C) fotomicrografia de miliólídeos (Mi); (D) fotomicrografia de algas verdes (AV). Nicóis //

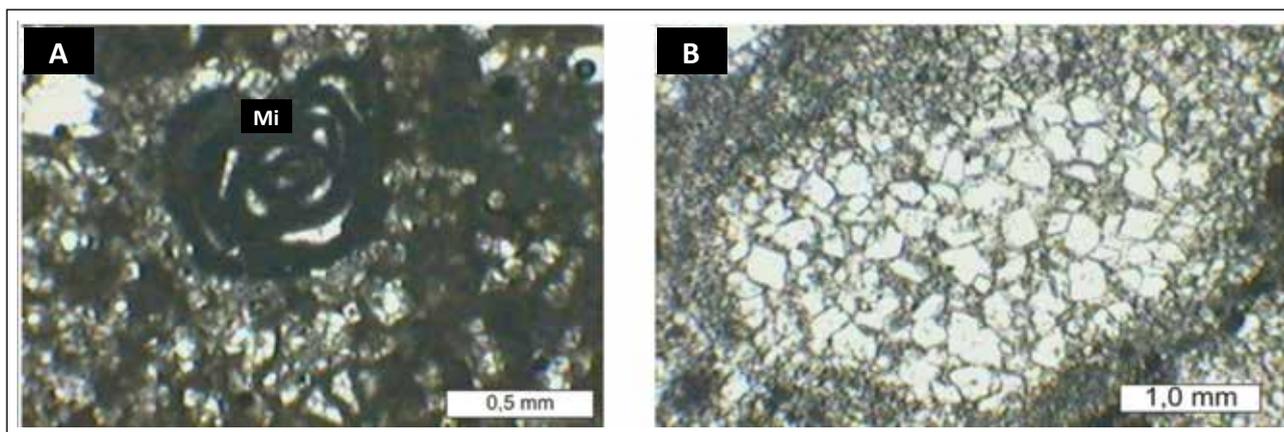


Figura 4.4 - Biomicrito dolomitizado: (A) miliolídeos (Mi); (B) fóssil totalmente dolomitizado. Nicóis //. Próximo a localidade de Trapiá, município de Açú, afloramento 514

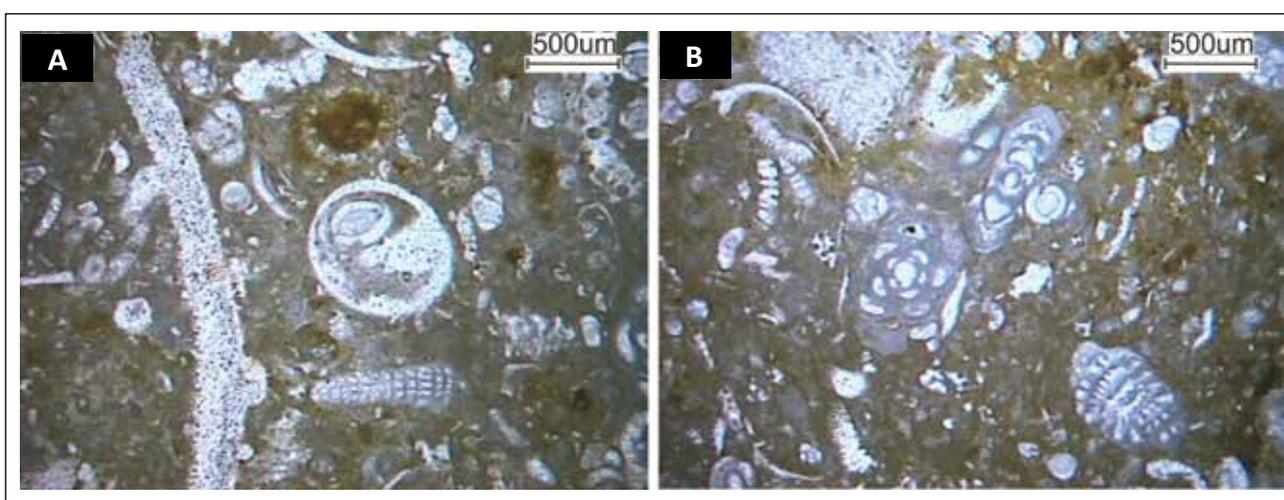


Figura 4.5 - Biomicrito com fósseis plantônicos: (A) gastrópoda, bivalve em matriz micrítica; (B) miliolídeos, em matriz micrítica. Próximo a localidade Jucuri, município de Mossoró, estrada para Vertente, afloramento 591

porções, e ocorre preenchendo o espaço intergranular, como um mosaico espático de cristalinidade fina a grossa. Por vezes, o cimento ocorre preenchendo as fraturas, indicando tectônica pós-deposicional. Cimento sintaxial também ocorre em torno dos bioclastos. A grande presença de miliolídeos indica um ambiente de inframaré lagunar com salinidade um pouco mais alta. Em áreas restritas, ocorre alta concentração de algas verdes, indicando que há pequenas construções recifais.

4.1.1.4 - Dolomicroesparito (K2jdme)

As rochas desta fácies apresentam-se com coloração cinza e textura fina em afloramento. Microscopicamente, esta fácies é constituída principalmente por cristais romboédricos de dolomita (Figura 4.6), formados principalmente penecontemporaneamente, ou seja, formados sob influência de uma zona de mistura entre água marinha e água meteórica. Ocorrem ainda oxidações em algumas porções desta fácies, gerados nos últimos estágios da diagênese. A matriz é principalmente do tipo deposicional micrítica

ca recristalizada e, em locais isolados, do tipo síltica-peloidal em menores proporções. Observam-se ainda fraturas com direção preferencial NW-SE gerando porosidade secundária.

4.1.1.5 - Pelmicrito (K2jpm)

A presente fácies é caracterizada por rochas de textura muito fina e coloração cinza escuro. Possui gretas de contração no topo de suas camadas (Figura 4.7A), associadas aos *birdseyes*, feições originadas a partir do escape de gases durante a deposição da matriz em regiões de supramaré.

Esta fácies é caracterizada por apresentar grande quantidade de matriz (>50%), de coloração marrom escura, predominantemente de síltica peloidal e micrítica deposicional. O cimento ocorre de forma mais incipiente sob a forma de mosaicos microcristalinos a mesocristalinos de calcita, preenchendo os *birdseyes* e os estilólitos (Figura 4.7C). Observa-se ainda uma cimentação em menisco, indicadora de zona vadosa e feições geopetal nos *birdseyes*, sugerindo que a deposição da matriz ocorreu antes da cimentação (Figura 4.7D). Os grãos perfazem cerca

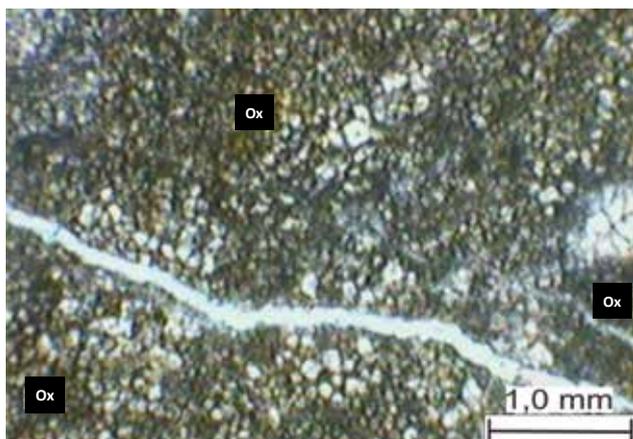


Figura 4.6 - Fotomicrografia da fácies dolomicroesparito (K2jdme) evidenciando a dolomitização através de cristais romboédricos de dolomita, oxidações (Ox) e fraturas gerando porosidade secundária. Próximo a localidade de Trapiá, município de Açu, afloramento 457

de 20% da rocha, com a predominância de peloides (Figura 4.7B). Localmente observa-se miliolídeos, ostracodes e foraminíferos planctônicos. É possível identificar ainda cristais romboédricos de piritas, indicando ambientes redutores na sua deposição.

4.1.1.6 - Biopeloesparito (K2jbpe)

Em campo, o biopeloesparito apresenta textura arenosa, podendo assim ser chamado de calcarenito, e com coloração esbranquiçada. Geralmente fósseis de gastrópodes e foraminíferos são bem visíveis em afloramento. Além dos fósseis, também podem ser encontrados dendritos de pirolusita, por vezes fraturados.

Microscopicamente, esta fácies apresenta-se sustentada por grãos (> 50%) e com cerca de 10% de matriz. Os grãos que ocorrem em maior proporção são peloides, gastrópodes e intraclastos (Figura 4.8A). Esta fácies apresenta secundariamente miliolídeos, equinodermas, algas verdes (daci cladáceas) e briozoários. A granulometria varia de grânulo a areia fina. Os grãos são pobremente selecionados e seus contatos são predominantemente flutuantes, sendo comuns contatos pontuais, e raramente os retos. Estas características fazem com que esta rocha tenha empacotamento normal. Muitos grãos encontram-se micritizados e/ou preenchidos por matriz. O cimento é composto de calcita e pode ocorrer sob as formas microcristalina (Figura 4.8B) ou sintaxial. A matriz é do tipo micrítica deposicional.

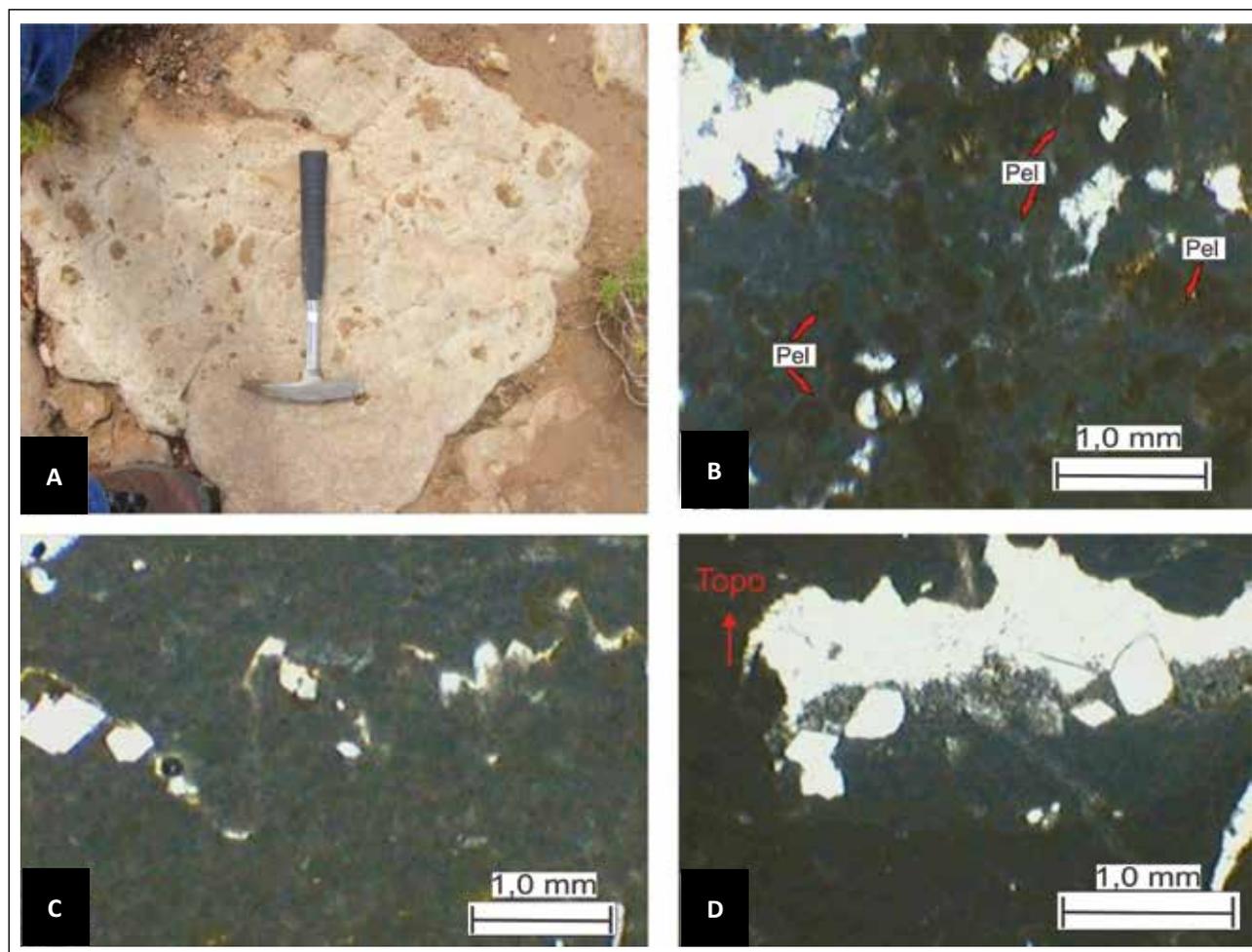


Figura 4.7 - Fácies pelmicrito (K2jpm) no afloramento 507 próximo a localidade de Carne Gorda, município de Açu: (A) gretas de contração. Fotomicrografias da fácies pelmicrito: (B) grande presença de peloides (Pel) - setas vermelhas; (C) estilólitos; (D) feição geopetal, indicando o topo da camada, Nicóis //

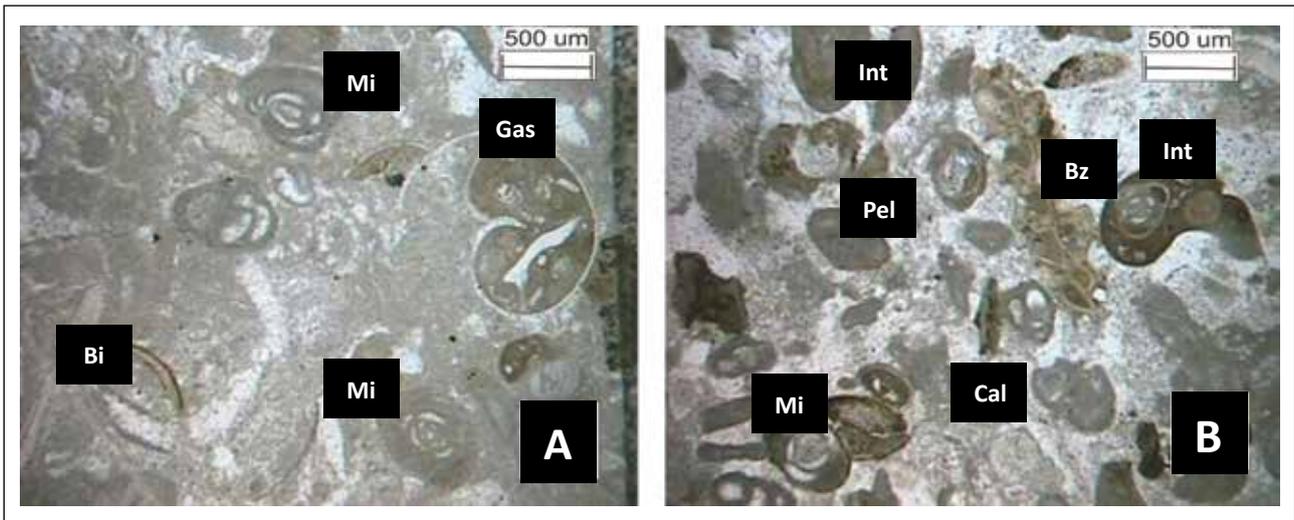


Figura 4.8 - Fácies biopelasparto (K2jbpe): (A) fotomicrografia evidenciando os grãos que ocorrem com maior proporção: bivalve (Bi), miliolídeo (Mi), gastrópode (Gas); (B) fotomicrografia indicando a grande presença de intraclasto (Int), briozoário (Bz), peloide (Pel), miliolídeo (Mi) e cimento de calcita (Cal). Notar que os grãos estão envolvidos por cimento microcristalino. Nicóis // . Próximo a localidade “Lagoa do Marizeiro”, município de Governador Dix-Sept Rosado, afloramento 45

4.1.1.7 - Biolitito (K2jbl)

Esta fácies ocorre sob a forma de bancos de ostras (Figura 4.9), denominados *lumachelle*. A coloração destas rochas é cinza clara e sua granulometria é grossa. Os biolititos são rochas carbonáticas essencialmente compostas de carapaças de bivalves, que não sofreram grande transporte ou foram formadas *in situ*, com pouca matriz e cimento. Nos afloramentos é encontrada uma única espécie de organismo, mas podem ocorrer os fósseis de equinoderma, cascata de tartaruga de água doce e fragmentos de amínioides. Na área de mapeamento esta litofácies forma uma franja depositada na interface de continente e o mar, na zona de intermaré ou numa faixa de laguna que funciona com uma barreira.



Figura 4.9 - Fácies biolitito (K2jbl). Afloramento de banco de ostras (*Lumachelle*), próximo a localidade Lagoa do Marizeiro, município de Governador Dix-Sept Rosado, afloramento 488

4.1.1.8 - Dismicrito (K2jdm)

A presente fácies é caracterizada por rochas de textura muito fina, coloração bege claro, poucas bio-turbações, marcas onduladas, gretas de contração e birdseyes no topo de camadas. Em alguns afloramentos a presença de sílex e de uma crosta ferruginosa deixa uma capa amarelada na rocha. Fraturas não preenchidas de direção NW-SE e NE-SW e estilólitos horizontais são encontrados.

Microscopicamente, o dismicrito é composto principalmente por matriz micrítica deposicional (>80%), cuja coloração é marrom escura. A matriz ocorre também na forma síltica-peloidal e preenchendo internamente os miliolídeos (Figura 4.10A).

Os grãos são pouco observados nesta fácies, sendo encontrados apenas gastrópodes, miliolídeos, peloides, bivalves e algas verdes (*daciladáceas* e *Cayeuxia*). A granulometria varia de areia muito grossa a areia muito fina. Os contatos entre os grãos do arcabouço são flutuantes, comprovando que seu empacotamento é frouxo. Alguns grãos podem apresentar neomorfismo.

O cimento ocorre principalmente preenchendo os *birdseyes*, as fraturas e os estilólitos, sob a forma de mosaicos microcristalinos a mesocristalinos. O cimento ocorre ainda na forma pendular e menisco, indicativo de zona vadosa para esta fácies. Observam-se ainda feições *geopetals* nos *birdseyes* (Figura 4.10B), evidenciando que a deposição da matriz ocorreu antes da cimentação. Esta fácies também exhibe carstificação. Localmente é observada pirolusita (óxido de manganês).

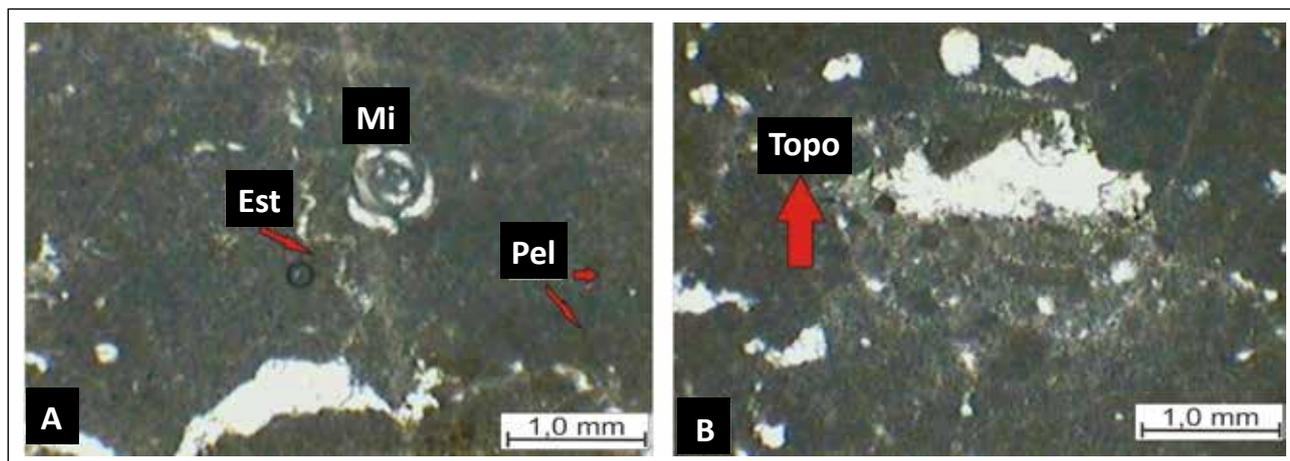


Figura 4.10. Fácies dismicrito (K2jdm): (A) Fotomicrografia de estilólitos (Est), miliolídeo (Mi), peloides (Pel); (B) Fotomicrografia de feição geopetal indicando o topo da camada, Nicóis//. Próximo a localidade de Nova Colônia, município de Governador Dix-Sept Rosado, afloramento 46

4.1.1.9 - Pelesparito (K2jpe)

Trata-se de uma fácies de coloração branca, textura fina a média e comumente carstificada devido à atuação do intemperismo. Microscopicamente essa fácies é clasto-suportada, pois os grãos ultrapassam 65% da composição modal. O principal constituinte aloquímico são peloides, porém, também ocorrem bioclastos (principalmente miliolídeos). A presença da grande quantidade de peloides arredondados, de tamanho areia média, confere à rocha um arcabouço muito bem selecionado. Os contatos predominantes são pontuais; os contatos flutuantes ocorrem comumente; e os retos de forma rara, conferindo à rocha um empacotamento normal. É muito comum encontrar bioturbações (Figura 4.11A) e grãos intensamente micritizados (figura 4.11B).

A matriz é do tipo micrítica deposicional e em alguns pontos ela ocorre preenchendo internamente os bioclastos. O cimento presente é de calcita, ocorrendo em forma de mosaico microcristalino e em franja fibrosa em torno dos grãos.

4.1.1.10 - Bioesparito (K2jbe)

As rochas desta fácies apresentam coloração variando em tons de amarelo claro e acinzentado, granulometria média a muito grossa, estratificação cruzada acanalada e plano paralela. Esta fácies apresenta fósseis como moluscos, gastrópodes e bivalves e variações de bioclastos para biomorfos (Figura 4.12A). No campo, observou-se que em alguns locais, a fácies bioesparito ocorre sob a forma de banco de ostras (*Iumachelle*).

Vista ao microscópio, esta fácies apresenta-se sustentada por grãos (> 65%). Os grãos que ocorrem em maiores proporções são os bioclastos, principalmente bivalvíos e equinodermas, seguidos de gastrópodes, tubos de vermes, briozoários, ostracodes, espinhos de equinodermas (Figuras 4.12B, C e D) e algas verdes (dasicladácias), e em menores proporções ocorrem peloides e intraclastos.

A granulometria desta rocha varia de areia fina a grânulo, envolvidos por cimento de calcita. Dessa forma, a rocha é sustentada por grãos pobremente selecionados. Esta fácies ostenta um empacotamen-

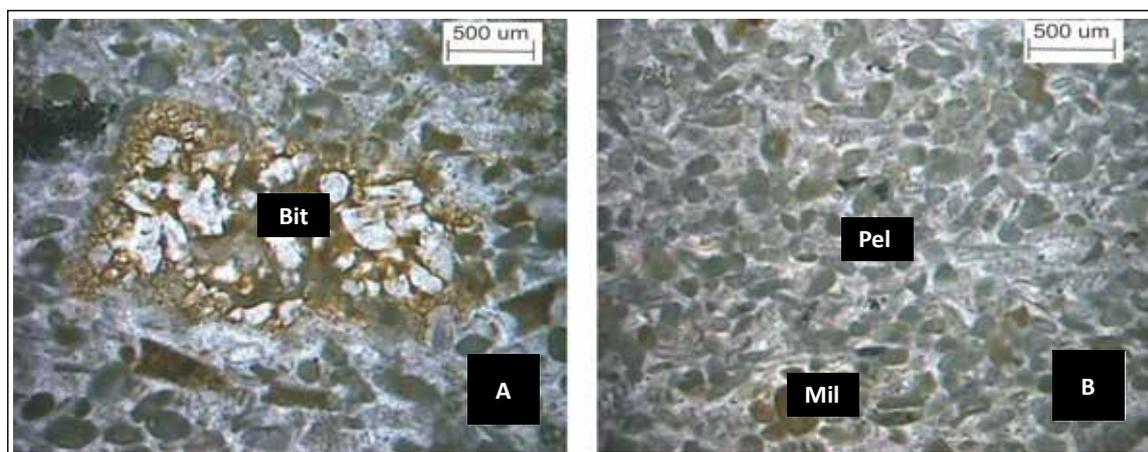


Figura 4.11 - Fotomicrografias da fácies Pelesparito (K2jpe): (A) bioturbação (Bit); (B) peloides (pel) e/ou miliolídeo (Mi) no tamanho areia, esféricos e alongados intensamente micritizados, Nicóis//. Afloramento 113, município de Governador Dix-Sept Rosado

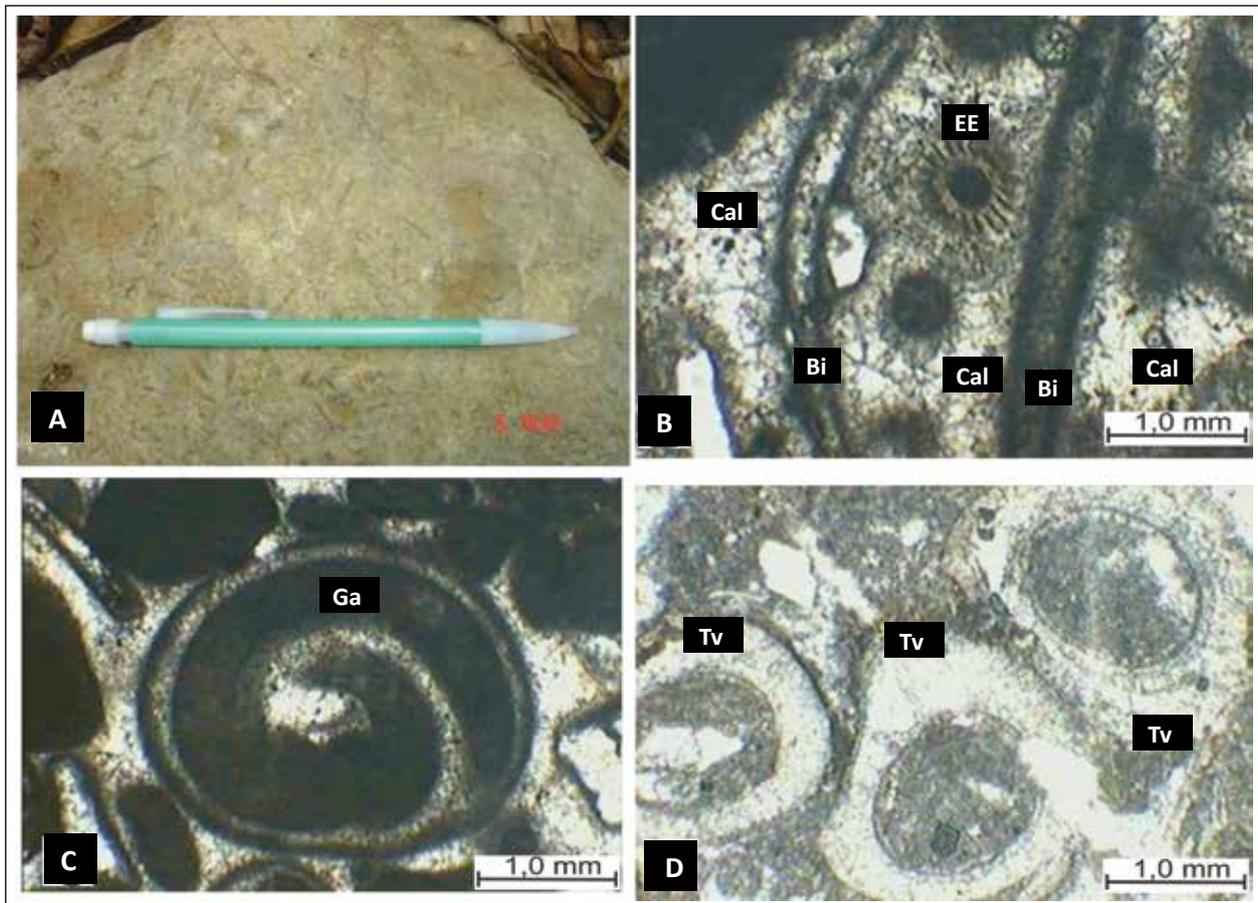


Figura 4.12 - Fácies bioesparito (K2jbe): (A) Afloramento 521 com evidência de macrofósseis, próximo a localidade Olho d'Água, município de Mossoró; Fotomicrografias da fácies bioesparito com: (B) espinhos de equinoderma (EE), bivalvios (Bi), calcita (Cal); (C) gastrópode (Ga) micritizado; (D) tubos de verme (TV), Nicóis //

to normal, com contatos, na sua maioria, pontuais, seguidos de flutuantes e em menores proporções, contatos suturados e retos. Bioturbações ocorrem frequentemente nos grãos. Os grãos aparecem recristalizados e a textura interna dos fósseis foi alterada, provavelmente devido à entrada de água doce.

O cimento ocorre preenchendo o espaço intergranular como um mosaico espático de cristalinidade fina a média. Ocorre também em franja ao redor dos grãos e ainda é encontrada de forma sintaxial em torno dos bioclastos. O cimento perfaz em torno de 40% da fácies, variando de microcristalino (0,004 a 0,008 mm) a mesocristalino (> 0,025 mm). Ocorre também com textura sintaxial, em franja prismática (“dente de cachorro”) e preenchendo as bioturbações. Nota-se em algumas porções um fraco processo de dolomitização. A matriz aparece em pequenas proporções (< 10%) do tipo deposicional micrítica e ocorre em forma grumosa, também preenchendo o espaço interno de alguns grãos como, por exemplo, em *turritelas* e nos briozoários (Figuras 4.13A e B).

4.1.1.11 - Biomicroesparito (K2jbme)

Em campo, o biomicroesparito ocorre com coloração que varia de esbranquiçada a tons de amare-

lo claro, e granulometria que varia de fina a grossa, sendo possível identificar vários fósseis de gastrópodes. Em alguns locais, esta fácies ocorre sob a forma de pequenos lajedos que apresentam intensa atuação de intemperismo químico, o que leva a formação de estruturas cársticas. Dois sistemas de fraturas principais são bem definidos, com direções NE-SW e NW-SE. Estratificação cruzada do tipo *hummocky* foi localmente identificada (Figura 4.14A), indicando eventos de tempestades.

Esta fácies ao microscópio apresenta arcabouço suportado por grãos (>60%). Os grãos predominantes são os bioclastos, como briozoários, bivalvios, equinodermas, miliolídeos, espinhos de equinodermas e algas vermelhas (Figura 4.14B e D). Peloides e intraclastos ocorrem secundariamente em pequenas proporções.

Os grãos variam de areia fina a grânulo, com um selecionamento pobre, comprovando que o ambiente foi agitado. Predominam os contatos flutuantes, mas são comuns os contatos pontuais e, em menor proporção, observam-se os contatos retos e côncavos-convexos. Dessa forma, o empacotamento da rocha é normal. Muitos dos seus grãos estão micritizados (Figura 4.15B) e neomorfizados. Envelopes micríticos estão quebrados, indicando que a compactação ou deformação dos sedimentos ocorreu antes da cimentação, pois pela natureza frágil des-

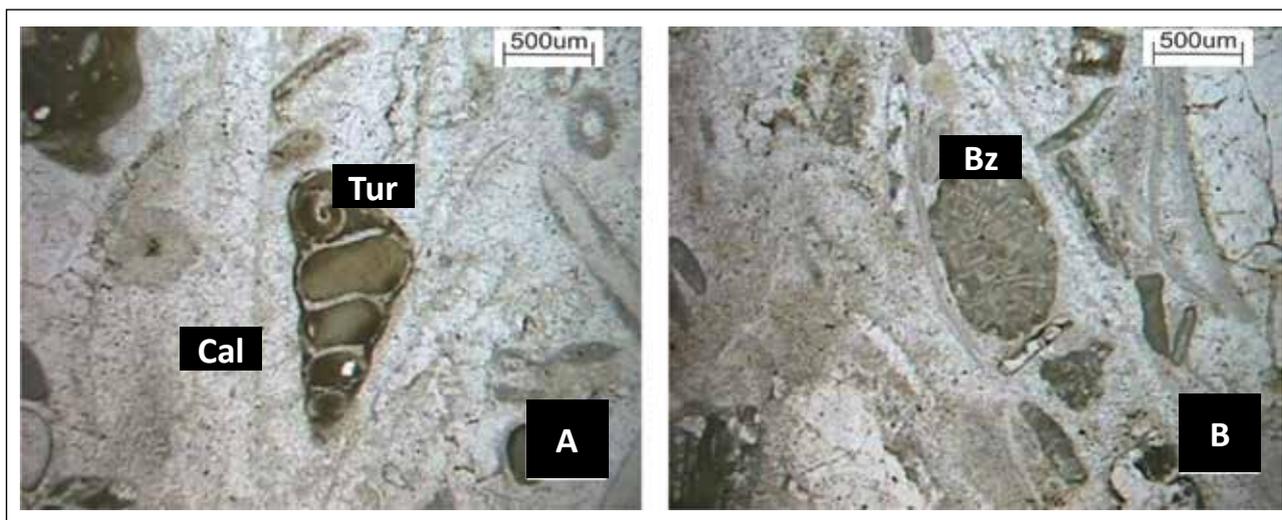


Figura 4.13 - Fotomicrografias da fácies bioesparito (K2jb): (A) turrítela (Tur) preenchido por matriz, envolvido em cimento de calcita (Cal); (B) briozoários (Bz). Nicóis //. Afloramento 44, próximo ao povoado de Santana, município de Governador Dix-Sept Rosado

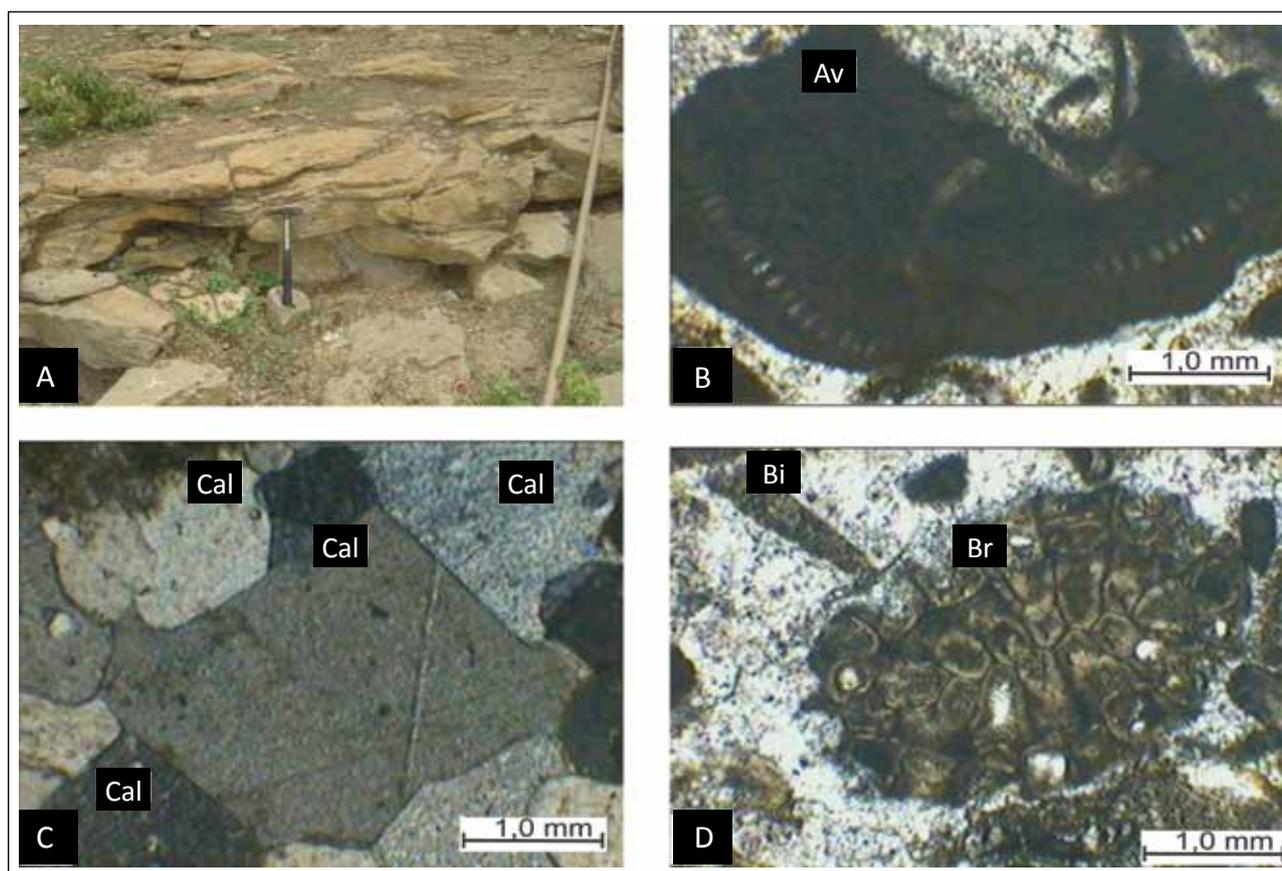


Figura 4.14 Fácies Biomicroesparito (K2jbme): (A) afloramento evidenciando estratificação cruzada Hummocky, próximo ao Sítio Olho d'Água Velho, município de Mossoró, afloramento 520; (B) fotomicrografia de alga vermelha (AV) - Nicóis//; (C) fotomicrografia evidenciando cimentação em mosaico espático de cristalinidade média a grossa (Nicóis Cruzados); (D) fotomicrografia de briozoário (Br), bivalvio (Bi). Nicóis //

ses envelopes, uma compactação mais forte poderia destruí-los completamente (Figura 4.15B e C).

Muitos grãos mostram-se quebrados devido à compactação mecânica, outros exibem estrutura interna preenchida por calcita e outros possuem envelope micrítico. Estes últimos foram produzidos por algas que perfuram a carapaça original dando origem a um envelope escuro. Além disso, a aragonita instá-

vel foi substituída por calcita, caracterizando o processo de neomorfismo.

A matriz presente na rocha é principalmente do tipo micrítica deposicional, mas também ocorre matriz do tipo síltica-peloidal. Pode-se observar a matriz preenchendo o espaço interno dos grãos. O cimento é predominantemente de calcita e pode ser observado de forma sintaxial em torno dos bioclastos

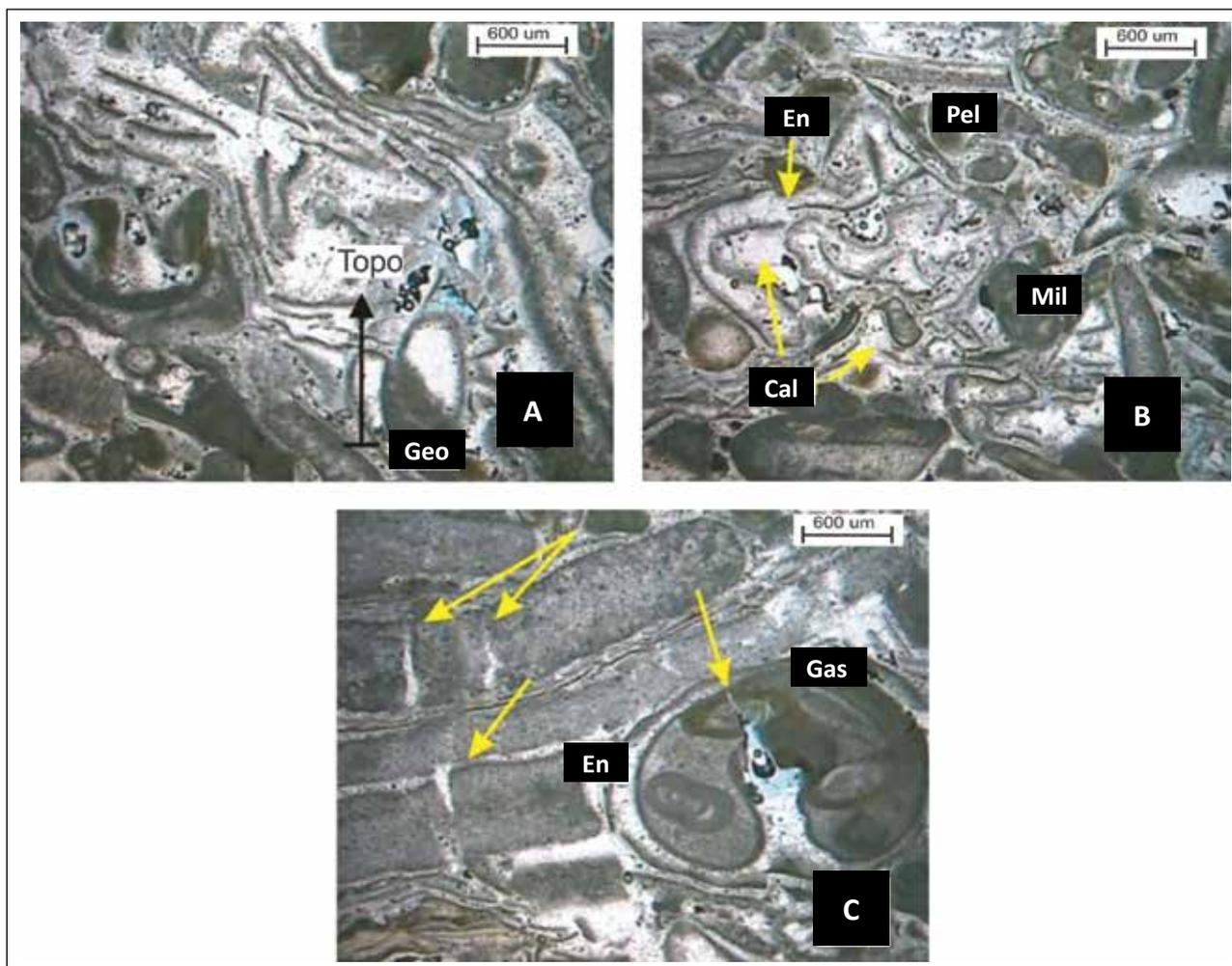


Figura 4.15 - Fotomicrografias da fácies biomicroesparito (K2jbme): (A) feições geopetal (Geo) indicando o topo da camada; (B) cimento de calcita (Cal), envelopes micríticos quebrados (En), miliolídeos (Mil) intensamente micritizados e peloides (Pel); (C) gastrópodes (Gas), envelopes micríticos quebrados (En). As setas amarelas indicam grãos quebrados por processo de compactação. Afloramento próximo a localidade Rancho Velho, município de Upanema, afloramento 49. Nicóis //

e preenchendo o espaço intergranular, como um mosaico espático de cristalinidade fina a grossa (Figura 4.14C). O cimento ocorre também com texturas em mosaico microcristalino, franja fibrosa, em torno dos gastrópodes, e sintaxial nos equinodermas. A trama *geopetal* ocorre onde o sedimento silte-vadoso deposita-se na base das carapaças de alguns bioclastos (Figura 4.15A), indicando base e topo da camada. Essa trama ocorre em sedimentação prediagenética ou em deformação compactacional.

4.1.2 - Grupo Barreiras (Enb)

O Grupo Barreiras estende-se ao longo do litoral brasileiro, desde o Rio de Janeiro até o estado do Amapá, recobrando o embasamento cristalino e os depósitos sedimentares mesozoicos das bacias costeiras. Sua origem tem sido motivo de muitas discussões. Esta unidade vinha sendo considerada como de origem continental, mas trabalhos recentes vêm mostrando evidências de influência marinha. Trabalhos desenvolvidos em diversas partes do Brasil permitiram avanços, sobretudo nas interpretações rela-

tivas aos ambientes deposicionais, sugerindo que o Grupo Barreiras foi depositado em um sistema fluvial entrelaçado, associado a leques aluviais (Morais *et al.* 2006), com influência de marés na porção mais distal do sistema (Arai, 2006; Rosseti, 2006; Rosseti *et al.* 2010, 2011) ou ainda fluvial meandrante a estuarino (Araújo *et al.* 2006).

No Nordeste setentrional, em sua porção continental, o Grupo Barreiras é composto por conglomerados e arenitos ferruginosos intercalados por níveis de siltitos e argilitos. As cores desta unidade variam de vermelho a laranja, compondo uma variedade de estratos oxidados de origem predominantemente continental, que estão expostos nas formas de falésias, cortes de estradas, terraços fluviais e lavras de exploração mineral.

Grande parte das idades atribuídas ao Grupo Barreiras foi inferida a partir de interpretações geomorfológicas e paleoclimáticas. Entretanto, mais recentemente, estudos palinológicos e radiométricos apontam para uma idade miocênica (Arai, 2006; Lima, 2008). De acordo com Lima (2008), o Grupo Barreiras já estava depositado há aproximadamente

17 M.a e os processos de intemperismo que atuaram sobre o mesmo perduraram até 7 M.a, indicando possivelmente, a ocorrência de um período quente e úmido. Na Bacia Potiguar a idade das rochas do Grupo Barreiras ainda é motivo de debate, embora sua correlação com o Grupo Agulha seja a mais aceita. Lima (2008) atribuiu idades que variam entre 17 e 22 Ma para as rochas do Grupo Barreiras, utilizando a datação de óxidos de manganês e óxidos/hidróxidos de ferro supergênicos por $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ e $(\text{U,Th})/\text{He}$, respectivamente, o que permitiu determinar a idade de precipitação destes minerais. Arai (2006) encontrou resultados semelhantes através da datação do conteúdo microfossilífero do Grupo Barreiras.

Estas condições climáticas mais úmidas deram origem a uma crosta laterítica no Grupo Barreiras. Tal processo teria ocorrido a partir de um ambiente redutor, onde a lixiviação do Fe e posterior ascensão da água, por capilaridade e evaporação em superfície, promoveram a concentração de Fe menos solúvel em superfície. Rosseti (2006) utilizou este nível de laterita como marco estratigráfico superior do Grupo Barreiras nos estados do Pará e Maranhão. O mesmo se apresenta como uma discordância salientada por horizonte de solo laterítico contendo concreções ferruginosas, em geral sob forma de colunas verticalizadas de até 3 m de comprimento.

Como a laterização autóctone não é encontrada nos depósitos mais novos, este foi um critério usado em campo para a diferenciação entre o Grupo Barreiras e os depósitos neogênicos encontrados na Folha Mossoró (Moura-Lima *et al.* 2010a).

Moura-Lima *et al.* (2010b) constataram que vários depósitos antes denominados como Grupo Barreiras, a leste, norte e centro-sul da Folha Mossoró, correspondem na verdade a depósitos aluvionares antigos (N3a). A porção leste da área era anteriormente mapeada quase em sua totalidade como Grupo Barreiras, mas estudos feitos por estes autores foram constatados que, nessa porção, o predomínio é, na verdade, dos depósitos aluvionares antigos, sendo que o Grupo Barreiras aflora restritamente no topo da Serra do Mel. Segundo Moura-Lima *et al.* (2010b), assim como na porção central da Bacia Potiguar, possivelmente muitos dos depósitos siliciclásticos mapeados como Grupo Barreiras ao longo do litoral brasileiro precisam ser revisados, no sentido de diferenciá-los de depósitos mais jovens.

O Grupo Barreiras na Folha Mossoró é composto por conglomerados e arenitos ferruginosos, de cores variadas (vermelho, laranja, marrom, com porções roxas, amarelas, esbranquiçadas e creme), com matriz argilosa, e abundantes concreções ferruginosas (Figura 4.16). O arcabouço é predominantemente quartzoso, com clastos subangulosos a subarredondados, de até 5 cm. Frequentemente tem-se a presença de níveis ou camadas de siltitos e argilitos, intercalados a níveis conglomeráticos. O Grupo Barreiras apresenta também matriz argilosa com bolsões e/ou níveis de seixos. Na maioria dos afloramentos

ocorrem porções ferruginosas e concreções lateríticas (Figuras 4.17 e 4.18). Em alguns afloramentos são verificados blocos de calcedônia, indicando níveis onde ocorreu silicificação mais intensa (Figuras 4.19 e 4.20). Normalmente essa unidade litoestratigráfica encontra-se bem consolidada e recoberta por uma camada de cascalho ou crosta laterítica.



Figura 4.16 - Arenito do Grupo Barreiras de coloração vermelha-alaranjada e produtos de alteração (oxidação). Local: extremo nordeste da Folha Mossoró, afloramento 262, município de Areia Branca



Figura 4.17 - Arenito do Grupo Barreiras com porções ferruginosas. Local: extremo nordeste da Folha Mossoró, afloramento 300, município de Areia Branca



Figura 4.18 - Arenito do Grupo Barreiras com concreções lateríticas. Local: extremo nordeste da Folha Mossoró, afloramento 300, município de Areia Branca



Figura 4.19 - Arenito do Grupo Barreiras com níveis silicificados. Próximo a localidade de Vermelhas, afloramento 304, município de Areia Branca



Figura 4.20 - Blocos de calcedônia indicando intensa silicificação no arenito do Grupo Barreira. Próximo a localidade de Vermelhas, afloramento 304, município de Areia Branca

4.1.3 - Depósitos aluvionares antigos (N3a)

Os depósitos aluvionares antigos são os espessos pacotes de material formado por cascalhos que recobrem o Grupo Barreiras, e que em trabalhos anteriores eram denominados de Paleocascalheiras (Jardim de Sá *et al.* 1998) ou mapeados como Grupo Barreiras.

Sob a designação de depósitos aluvionares antigos são incluídos os depósitos de antigos canais fluviais que, à medida que migraram para as cotas topográficas mais baixas, deixaram seus registros na forma de terraços aluvionares. Na área estudada, isto pode ser evidenciado ao longo do Rio Apodi (porção central da Folha Mossoró) e ao longo do Rio Açú (porção leste da Folha Mossoró).

A região apresenta uma grande área de exposição (dimensão de até dezenas de metros quadrados), em especial locais de retirada de material para construção civil (Figura 4.21). Em menor dimensão, observam-se afloramentos em barrancos de rios, cortes e leitos de estrada e ainda como materiais dispersos na superfície.



Figura 4.21 - Arenito do depósito aluvionar antigo (N3a). Visão geral do afloramento em cavas de grandes dimensões para retirada de material usado na construção civil (afloramento 367, próximo a localidade de Vermelhas, município de Areia Branca)

Esta unidade é representada principalmente por conglomerados e arenitos, na forma de níveis ou bolsões conglomeráticos (Figura 4.22), com espessura de poucos decímetros a muitos metros, que se intercalam numa relação de granodecrescência ascendente, indicando a diminuição de regime de fluxo. O arcabouço dos conglomerados é constituído predominantemente por fragmentos de quartzo. O selecionamento é pobre, com a presença de silte até blocos com 40 cm.

Os clastos são de quartzo e mais raramente de feldspatos, e são de modo geral arredondados a subarredondados (Figura 4.23A). Ocorrem em pacotes com espessura de 0,50 cm até 5,0 m. O contato entre os clastos do arcabouço dos conglomerados em geral é pontual, raras vezes, diferentes porções apresentam os extremos da classificação: ora contatos retos e ora flutuantes. Tratam-se, portanto, de conglomerados polimíticos suportados por clastos. A matriz é areno-argilosa, com predominância de quartzo na fração areia média a grossa. A matriz



Figura 4.22 - Arenito conglomerático do depósito aluvionar antigo (afloramento 362, próximo a localidade Lajeirinho, município de Areia Branca)

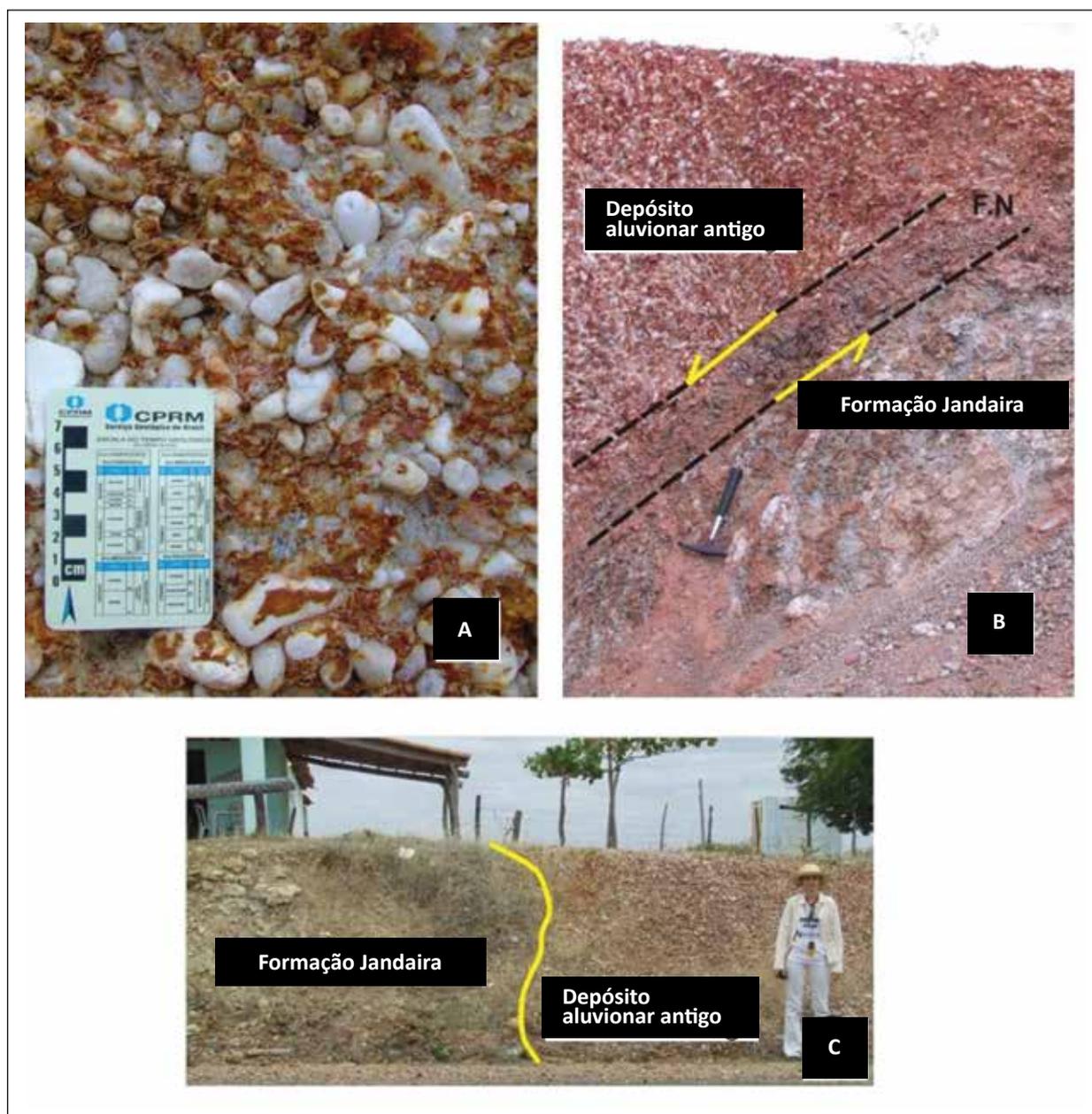


Figura 4.23 - Depósito aluvionar antigo (N3a): (A) seixos de quartzo arredondados a subarredondados de tamanho variado; (B) contato por falha normal do depósito aluvionar antigo com o calcário da Formação Jandaíra; (C) contato lateral por falha do depósito aluvionar antigo com o calcário da Formação Jandaíra. Afloramento 113, próximo a localidade de Umari, município de Governador Dix-Sept Rosado

apresenta variações quanto às cores, assim sendo, é comum encontrarem-se porções esbranquiçadas, alaranjadas ou avermelhadas, embora, às colorações avermelhadas sejam predominantes, provavelmente decorrentes do cimento ferruginoso e da própria alteração diagenética da matriz.

Na região da Folha Mossoró, os depósitos aluvionares antigos ocorrem depositados sobre as rochas da Formação Jandaíra e do Grupo Barreiras. Localmente, estes depósitos encontram-se em contato lateral com o calcário da Formação Jandaíra, dado por falha normal de atitude $020^{\circ}/50^{\circ}\text{SE}$ (Figuras 4.23B e C).

Os arenitos dos depósitos aluvionares antigos correspondem a sedimentos friáveis, cujo seleciona-

mento é pobre a moderado, com granulação variando entre fina e média. Em tais sedimentos, há pouca matriz siltica-argilosa e incipiente cimentação por óxido de ferro. De forma genérica, trata-se de espessos pacotes de areia de até 5 m de espessura, cuja coloração varia entre o avermelhado e o esbranquiçado.

4.1.3.1 - Associações faciológicas dos depósitos aluvionares antigos

Os sedimentos dos depósitos aluvionares antigos no baixo vale do rio Mossoró são caracterizados por arenitos conglomeráticos intercalados por níveis de areia média a fina, silte e argila. Suas associações

faciológicas sugerem, em termos genéticos, a ocorrência de processos deposicionais características de um sistema fluvial, sendo a granulação de maior calibre relativa ao preenchimento de canais e a de menor, relacionada à planície de inundação.

As associações de maior granulação, relativa ao preenchimento de canais correspondem:

- aos conglomerados sustentados por matriz arenosa ou clasto-suportado, geralmente com estrutura maciça ou mascarada pela oxidação. No seu arcabouço, predominam seixos de baixa esfericidade e formato de elipsoide compostos de quartzo e ocorrem também seixos de feldspato e clastos de laterita, resultantes da erosão e remobilização da crosta laterítica do Grupo Barreiras. A cimentação ferruginosa, por vezes incipiente, confere a esta fácies uma coloração alaranjada.

- aos arenitos de textura grossa, com coloração alaranjada e estratificação cruzada acanalada, com a ocorrência de grânulos e seixos dispersos. As estratificações cruzadas estão marcadas principalmente por grânulos de quartzo, dispostos em camadas de 5 a 10 cm de espessuras. Compõem estratificações de médio porte, resultante da migração de formas de leito. As camadas possuem até 2 m de espessura, com contatos erosivos entre as fácies, sendo que por vezes, a geometria do canal é preservada.

A associação faciológica de menor granulação, associada a um sistema fluvial, relacionada à planície de inundação apresenta o grau de seleção dos sedimentos maior que os correspondentes ao preenchimento de canais. Ocorrem arenitos com textura média a fina, também podem ocorrer níveis argilosos com laminação plano-paralela, típicos de um sistema fluvial de baixa energia.

4.1.4 - Depósitos aluvionares de canal (N4ac)

Esta unidade é representada por sedimentos recentes que se encontram principalmente ao longo dos atuais canais dos rios Apodi-Mossoró e do Carmo

e em seus afluentes intermitentes. Os sedimentos são predominantemente quartzosos e com granulação média a grossa. A presença de material mais fino (areia fina a argila) é variável. Também podem ocorrer seixos e grânulos de quartzo e sílex, fragmentos de rocha e concreções ferruginosas, clastos de argila até 2 cm, fragmentos de conchas e restos vegetais misturados às areias. A seleção varia de moderada a pobre. As cores oscilam de creme a marrom escuro devido à presença de matéria orgânica decomposta. As principais estruturas observadas são estratificações cruzadas tabulares e acanaladas e também marcas onduladas.

4.1.5 - Depósitos flúvio-marinhos (N34fm)

Os depósitos flúvio-marinhos estão concentrados na região estuarina do rio Apodi-Mossoró, incluindo suas margens e canais secundários. Estes depósitos estão associados à planície de maré e ocorrem nas áreas abrigadas da energia da costa por esporões arenosos e por ilhas barreiras. Os depósitos flúvio-marinhos correspondem aos sedimentos constituídos basicamente por areia fina a silte, pobremente selecionados e com alto teor de carbonato de cálcio e matéria orgânica. As áreas que permanecem emersas durante longo tempo e que são cobertas pelas águas oceânicas apenas nas grandes marés de sizígia, estão recobertas por extensos tapetes de algas azuis-verdes (classe *Cyanophita*) (Silva, 1991).

Silva (1991) cita como os principais mecanismos responsáveis pela deposição e distribuição de fácies/subfácies na planície de maré, a agradação e progradação, bem como a acresção lateral em associação com barras em pontal (*point bars*) em canais de maré meandrantos e seus tributários (*tidal creeks*). A planície flúvio-marinha, área de transição, com interpenetração do ambiente marinho e fluvial, tem características singulares fortemente condicionadas pela alta salinidade e baixas concentrações de oxigênio (Minora *et al.* 2010).

5 – SISTEMAS DEPOSICIONAIS E PETROLOGIA DAS ROCHAS DA FORMAÇÃO JANDAÍRA

5.1 - SISTEMAS DEPOSICIONAIS

De acordo com as características das fácies carbonáticas das rochas da Formação Jandaíra, descritas através das análises petrográficas, foi possível propor uma interpretação da gênese e do ambiente deposicional. Os parâmetros utilizados para tal interpretação foram textura, composição do arcabouço e os processos diagenéticos atuantes nas rochas. O modelo deposicional adotado para este trabalho baseou-se na proposta de Córdoba (2001) para a porção oeste da bacia, que consiste em uma rampa subdividida em interna, intermediária e externa. As fácies descritas representam as porções interna e intermediária da rampa. A rampa externa não será abordada, visto que não foi encontrada nenhuma fácies que caracterize esse sistema.

A rampa interna abrange a zona desde a linha de costa até o nível de base de ondas normais (NBON), onde os sedimentos são submetidos à ação de ondas e/ou marés. A rampa intermediária encontra-se entre o nível de base de ondas normais (NBON) e o nível de base de ondas de tempestades (NBOT).

5.1.1 - Rampa interna

De acordo com Córdoba (2001) na rampa interna, porção oeste da bacia, desenvolveram-se os seguintes sistemas deposicionais: planície de maré e barras de maré carbonática.

5.1.1.1 - Planície de maré

A planície de maré é um sistema integrado por vários subsistemas que se desenvolvem na região entre a porção subárea e o mar, protegidos da ação de ondas e influenciadas por marés e grandes tempestades (James, 1984). Segundo Hardie *et al.* (1986), as planícies de maré são divididas em três zonas de acordo com a oscilação do nível de maré: zona de supramaré, zona de intermaré e zona de inframaré. A zona de supramaré ocorre acima do nível

de maré alta, que permanece normalmente exposta, sendo somente inundada por marés de sizígia ou de tempestades; zona de intermaré, região entre os níveis de maré alta e maré baixa, cujos sedimentos somente são expostos uma ou duas vezes ao dia; e a zona de inframaré ou laguna, na qual os sedimentos depositam-se abaixo do nível normal de maré baixa, sendo raramente expostos às condições subáreas.

Na área de estudo, a região de supramaré a intermaré é representada pelas fácies K2jdm e K2jdle. Algumas estruturas diagnósticas supracitadas, como *birdseyes* e gretas de contração, decorrentes da exposição subárea, foram os critérios utilizados para a sua interpretação.

A zona inframaré é representada pela fácies K2jbe, K2jbm e K2jmg, formada por quantidade significativa de matriz indicando ambiente de baixa energia na deposição. Esta zona apresenta intensa bioturbação e uma biota composta principalmente por miliólídeos, algas verdes e moluscos, permitindo inferir que esta fácies depositou-se em uma laguna de águas calmas e protegidas.

Na localidade de Canudos (porção sudoeste da Folha Mossoró), há um exemplo da fácies de planície de maré. Neste afloramento ocorrem seqüências de calcários biomicríticos, margas e calcários bioesparíticos (Figura 5.1), como também um banco de ostras preservado e *in situ*. Cassab (2003), que também descreveu este afloramento, relata que nele podem ser encontrados gastrópodes de grande porte, bivalvíos fossilizados com as conchas fechadas e duas espécies de equinoides.

5.1.1.2 - Barras de maré

Este sistema deposicional apresenta associação de fácies de ambiente com energia alta a moderada. As fácies que representam tal sistema são K2jbm e K2jbpe. As fácies K2jbm, K2jbpe representam condições de energia moderada a alta, em áreas menos rasas das barras. De acordo com Córdoba (2001), a grande quantidade de miliólídeos, algas verdes e ostracodes encontrada nas fácies do sistema de barras de maré, revela que esses depósitos se instalaram em locais próximo à costa e com certa restrição de vida marinha.

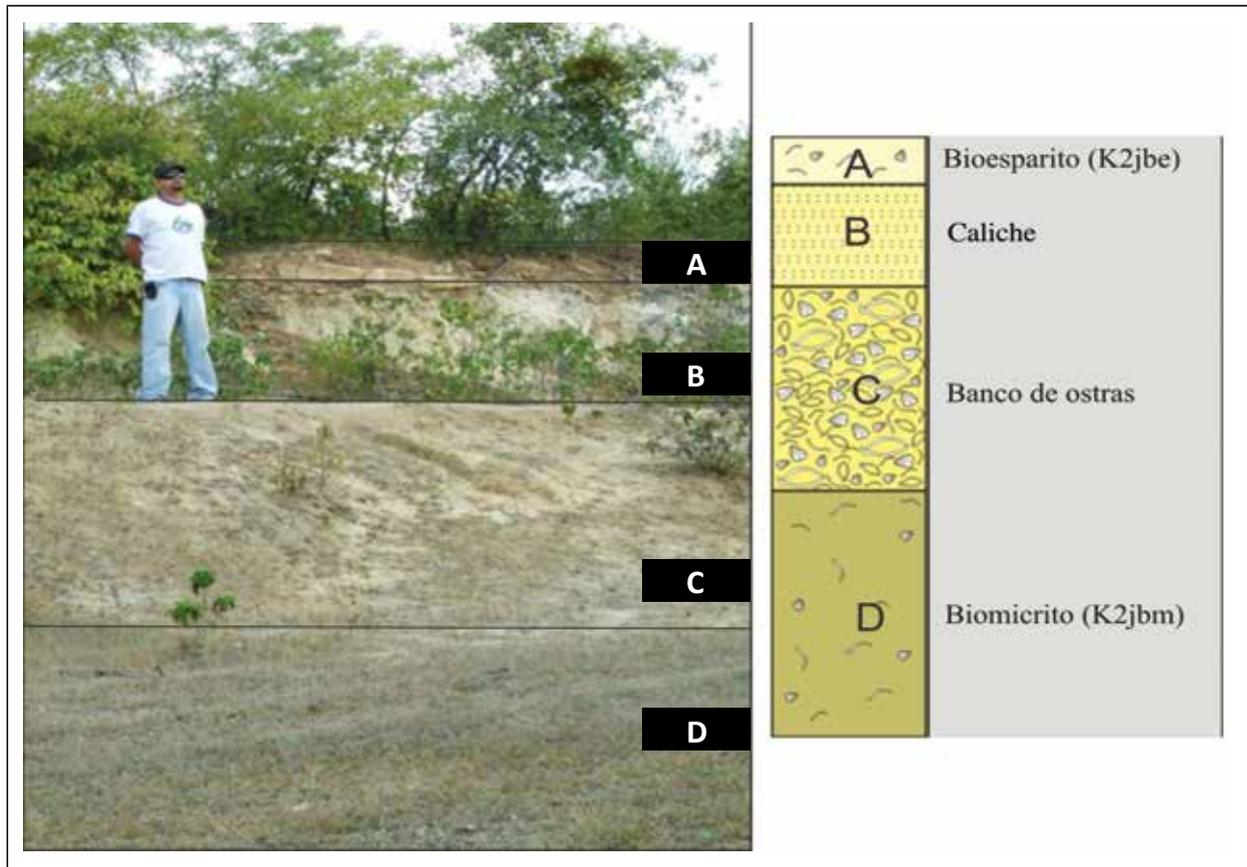


Figura 5.1 - Afloramento representativo da fácies de planície de maré (afloramento 111, próximo a localidade de Canudos, município de Governador Dix-Sept Rosado)

5.1.2 - Rampa intermediária

Nesta zona, os sedimentos são frequentemente retrabalhados por ondas de tempestades, resultando em uma variedade de estruturas. Neste contexto, sedimentos mais finos, como as lamas carbonáticas, são trazidos das porções mais profundas até as porções mais rasas pelo trabalho das ondas de tempestade.

A rampa intermediária é composta pela fácies K2jbm. Esta fácies apresenta uma biota característica de águas rasas como miliólídeos, ostracodes e moluscos, além de foraminíferos planctônicos, típicos de águas profundas. Esta associação de fósseis confirma o retrabalhamento de ondas de tempestade nesta fácies, trazendo para porções mais rasas uma biota característica de águas profundas.

Apesar de bastante bioturbada, a fácies K2jbm possui aspectos texturais que demonstram energia moderada a alta no ambiente. Entretanto, não foram encontradas estruturas sedimentares que comprovem essa energia no ambiente. Possivelmente essas estruturas foram destruídas pelo retrabalhamento de organismos bioturbadores, em períodos de calma no seu ambiente deposicional.

5.2 - DIAGÊNESE

Os principais eventos diagenéticos identificados nos calcários da Formação Jandaíra foram: micritização, cimentação, compactação, neomorfismo, substituição, fraturamento, dissolução e oxidação.

5.2.1 - Eventos diagenéticos

5.2.1.1 - Micritização

A micritização é um processo que resulta da atuação de micro-organismos perfurando os grãos, da atividade algácea e da dissolução superficial dos grãos (Kobluk & Risk, 1977). Este processo altera os bioclastos, oolitos e oncolitos pela ação principalmente de algas, bactérias e fungos endolíticos.

A micritização é observada principalmente nas fácies K2jbe, K2jbm e K2jbpe. Em alguns casos, os grãos encontram-se totalmente micritizados, mas este processo é melhor observado nas bordas dos grãos (Figura 5.2).

5.2.1.2 - Cimentação

O cimento dominante observado é o de calcita, que por vezes, aparece substituído por dolomita. Os cristais variam de microcristalinos a blocoso, de formato irregular. Os cimentos ocorrem sob quatro formas texturais: em franja ao redor dos grãos, em menisco exibindo feição pendular, sintaxial em torno dos grãos de equinoderma, onde a calcita se precipitou em continuidade óptica com os grãos de equinodermas, e em mosaico ocorrendo com textura blocosa irregular (Figura 5.3A e B).

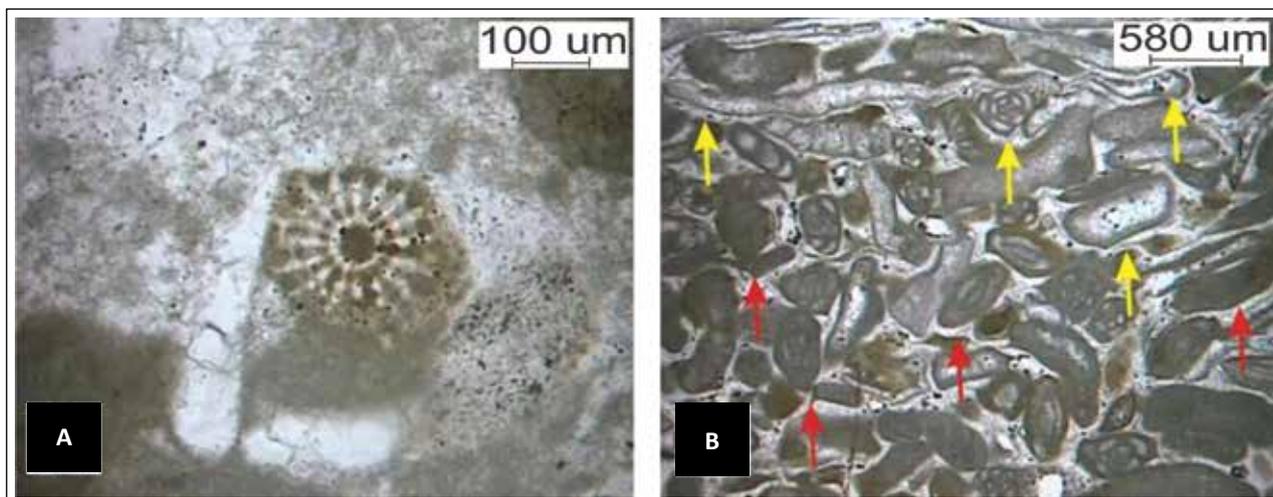


Figura 5.2 - Fotomicrografias evidenciando o processo de micritização: (A) micritização parcial em bioclastos (equinoderma) na fácies K2jbpe; (B) micritização na fácies K2jbme. As setas em amarelo indicam grãos com as bordas micritizadas e as setas em vermelho indicam grãos totalmente micritizados. Nicóis //

O cimento em mosaico ocorre com textura blocosa irregular e mostra tamanho que varia de microcristalino a mesocristalino médio. Este cimento ocorre em quase todas as fácies e comumente exibe-se na fácies K2jpm e K2jdm preenchendo os *birdseyes*. Através das características, texturais e mineralógicas do cimento, é possível relacioná-lo a um ambiente diagenético específico. Nas rochas analisadas, a fácies K2jdm, apresenta cimento em meniscos, indicando zona vadosa.

A cimentação em franja fibrosa indica que a rocha foi exposta as condições marinhas. As fácies que apresentam esses tipos de cimento em franja são K2jbme e K2jbpe. Os cimentos em mosaico e sintaxiais representam uma zona meteórica freática. Esse tipo de cimento é encontrado em quase todas as fácies que contém cimento de calcita e equinodermas. O cimento blocoso é encontrado de forma mais localizada em algumas fácies e quando ocorre, obstrui o espaço poroso original.

5.2.1.3 - Compactação

A compactação nas rochas carbonáticas pode ser de dois tipos: mecânica e química. A compactação mecânica inicia-se após a deposição dos sedimentos e gera mudanças no empacotamento dos grãos (rotação, deformação e quebra dos grãos), que passa a ficar mais fechado como resposta ao soterramento (Figura 5.4A). A compactação causa perda de porosidade das rochas devido à redução na espessura das camadas. A compactação química engloba a dissolução por pressão através da concentração de esforços ao longo dos contatos intergranulares. Este tipo de compactação é representado pelos contatos suturados e côncavos-convexos (Figura 5.4B). Outro efeito dessa compactação é a presença de estilólitos, que acarretará na dissolução dos grãos gerando uma porosidade secundária.

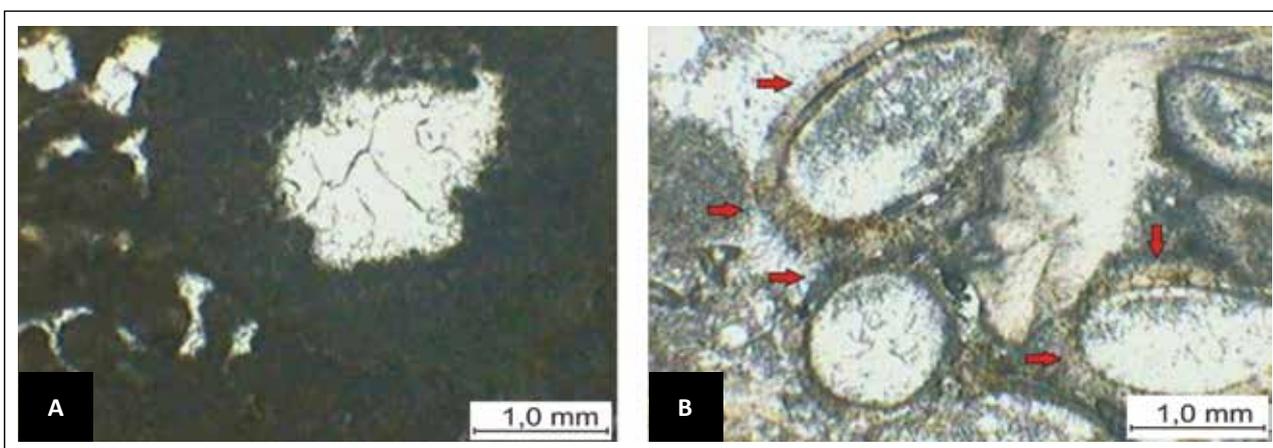


Figura 5.3 -Fotomicrografias evidenciando o processo de cimentação: (A) cimentação blocosa irregular na fácies K2jpm; (B) cimentação em franja prismática na fácies K2jbme, indicadas pelas setas vermelhas. Nicóis //

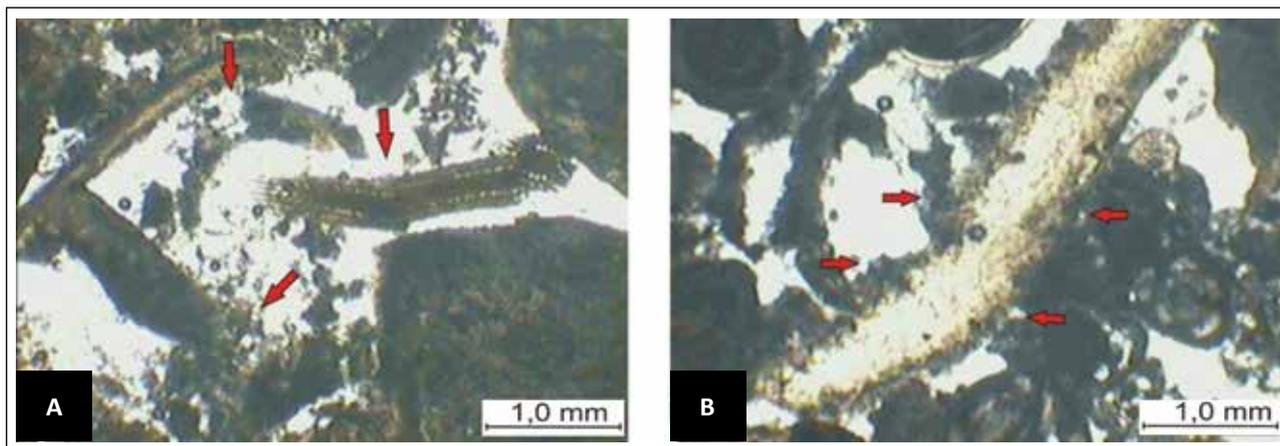


Figura 5.4 -Fotomicrografias do processo de compactação mecânica e química na fácies K2jbme: (A) grãos fraturados indicados pela seta em vermelho; (B) grãos com contatos suturados e côncavos-convexos. Nicóis //

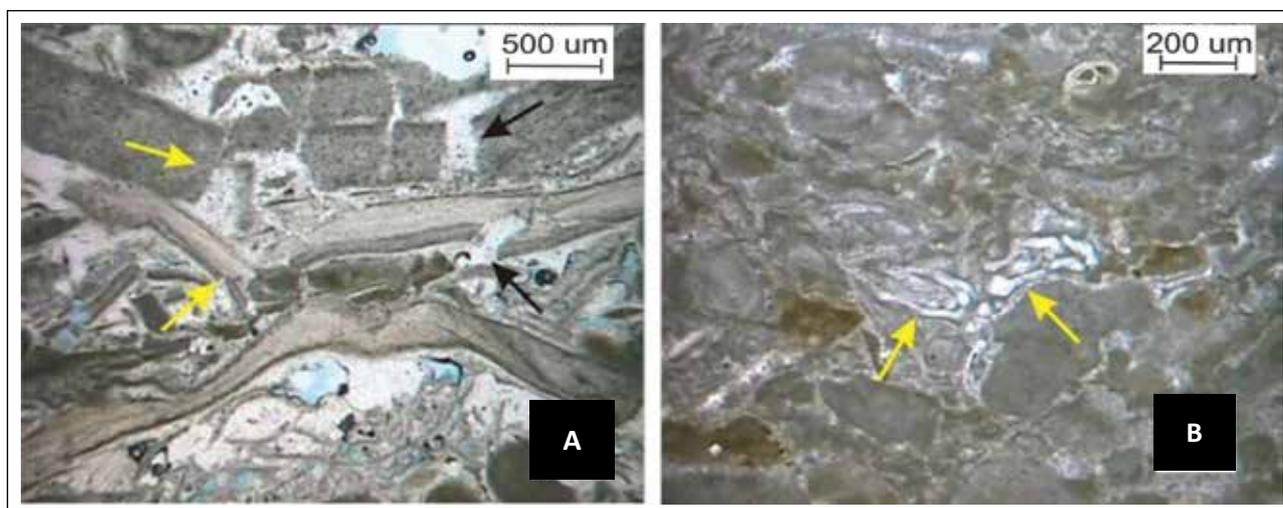


Figura 5.5 - Fotomicrografias do processo de compactação mecânica e química: (A) grãos quebrados por processo de compactação mecânica (indicados pelas setas amarelas) na fácies K2jbme; (B) grãos dissolvidos e em contatos suturados e côncavos-convexos. As setas em amarelo indicam dois grãos de miliolídeos dissolvidos e deformados por processo de compactação mecânica e química na fácies K2jpm. Nicóis //

A compactação mecânica é bem observada nas rochas das fácies de mais alta energia como K2jbme (Figura 5.5A). A compactação química é observada nas fácies K2jbm, K2jbme. Os estilólitos são observados principalmente nas fácies K2jbm, K2jpm e K2jdm (Figura 5.5B).

5.2.1.4 - Neomorfismo

Este processo indica mudanças na mineralogia e na textura cristalina do material sedimentar, envolvendo a substituição de um mineral por outro de mesma composição química, porém, com diferentes sistemas cristalográficos. Segundo Scholle (1978), o neomorfismo engloba três processos: (a) inversão, quando um mineral é substituído pelo seu polimorfo; (b) recristalização por deformação, quando um mineral deformado transforma-se em um mosaico de cristais não deformados do mesmo mineral; (c) recristalização, quando um mineral não deformado

muda sua forma, tamanho ou orientação. O neomorfismo ocorre em quase todas as fácies, sendo muito observada nos bioclastos, principalmente nos gastrópodes e nos bivalvíos (Figura 5.6).

5.2.1.5 - Substituição

Processo que modifica a composição química, podendo ser: dolomitização (calcita para dolomita); silicificação (calcita para sílica); anidritização (calcita para anidrita); piritização (calcita para pirita); fosfatização (calcita para fosfato). O presente trabalho irá abordar apenas os processos de dolomitização e silicificação, por serem os únicos processos que ocorrem nas rochas em estudo.

A dolomitização é um processo geoquímico onde íons magnésio substituem íons cálcio, na calcita, originando dolomita $[CaMg(CO_3)_2]$. A fácies que apresenta este processo de forma mais intensa é a K2jdlme. A dolomitização mascarou completamente

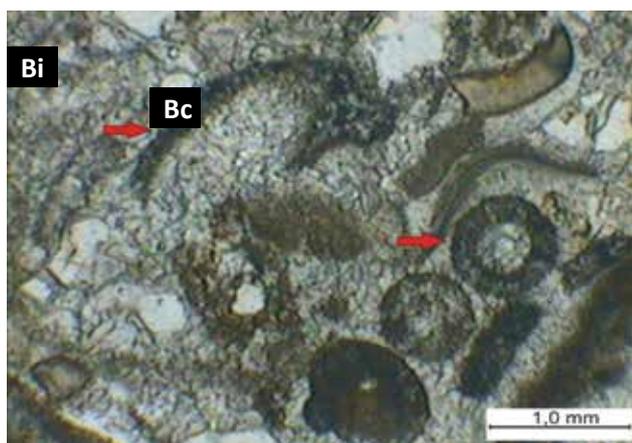


Figura 5.6 - Fotomicrografia de neomorfismo na fácies K2jbpe. As setas em vermelho indicam os grãos neomorfizados. Bc = bioclastos; Bi = bivalvíos. Nicóis //

a textura da rocha que se assemelha a um carbonato cristalino (Figura 5.7). Este processo também ocorre de forma mais incipiente na fácies K2jbm.

A silicificação é um processo em que a sílica altera a calcita, modificando radicalmente sua composição. Isto ocorre porque a calcita e a sílica possuem comportamentos geoquímicos diametralmente opostos, ou seja, a dissolução de um, implica em condições favoráveis, a precipitação do outro (Giannini, 2001).

5.2.1.6 - Fraturamento

Diversos tipos de fraturas foram identificados em afloramentos, principalmente de forma subverticalizada com cortes verticais e subhorizontais em afloramentos na forma de lajedos. Em seções delgadas também foram identificadas microfaturas, e elas ocorrem principalmente nas fácies K2jbm, K2jdm e K2jdle (Figura 5.8). Este processo ocorre em superfície e também em subsuperfície, e é responsável por um aumento na porosidade das rochas.

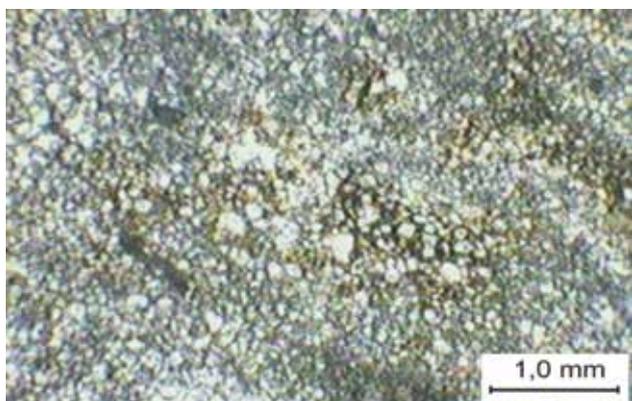


Figura 5.7. Fotomicrografia do processo de dolomitização na fácies K2jdlme. Nicóis //

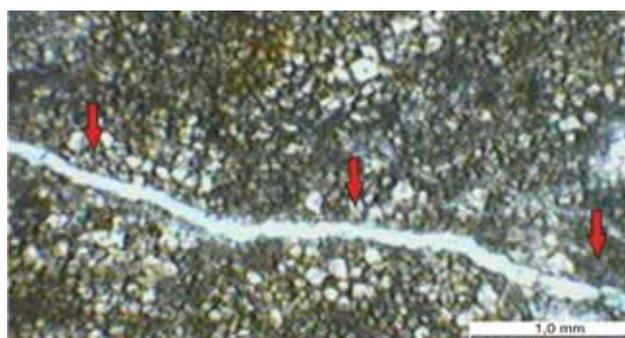


Figura 5.8 - (A) Fotomicrografia do processo de fraturamento nos calcários da Formação Jandaíra na fácies K2jdlme. As setas vermelhas indicam a fratura preenchida. Nicóis //

5.2.1.7 - Dissolução

Este processo ocorre pelo efeito da percolação de fluidos, sob condições superficiais ou de soterramento efetivo, causando a dissolução dos grãos, podendo ser observado tanto em escala de afloramento, quanto em escala microscópica. Dependendo do grau de reação da rocha com os fluidos, podem ser gerados desde pequenas cavidades até a geração de extensos sistemas de cavernas (carstificação), facilitando o aumento da porosidade nas rochas.

O processo de dissolução das rochas carbonáticas ocorre em pequenos lajedos aflorantes na área, levando a carstificação destas rochas ao longo das fraturas (Figura 5.9A). Microscopicamente, a dissolução dos grãos não é bem desenvolvida. As fácies que apresentam porosidade ocasionada pela dissolução são: K2jbm e K2jdme (intrapartícula e móldica, Figura 5.9B), K2jbm (estilólitos) e K2jdme (interpartícula).

5.2.1.8 - Oxidação

Este processo ocorre devido à exposição subaérea das rochas carbonáticas, causado pela alteração de minerais opacos que gera um aspecto ferruginoso nos grãos e na matriz (Figura 5.10A e B). Este processo é observado nas fácies: K2jbm, K2jpm, K2jdme, K2jbme, K2jbpe e K2jdm.

5.2.2 - Porosidade e sistema poroso

O sistema poroso pode ser do tipo primário, originado no momento da deposição dos sedimentos, ou do tipo secundário, gerado durante a diagenese por processos de contração, dissolução e fraturamento. Choquette & Pray (1970) relacionaram o espaço poroso dos carbonatos em duas classes principais: trama seletiva e trama não seletiva (Figura 5.11).



Figura 5.9 - Exemplos de dissolução nos carbonatos da Formação Jandaíra: (A) dissolução nas rochas promovendo o alargamento das fraturas (setas vermelhas), afloramento 504, próximo a localidade de Trapiá, município de Açú; (B) dissolução em escala microscópica (setas vermelha e amarela) na fácies K2jdme. Nicóis //

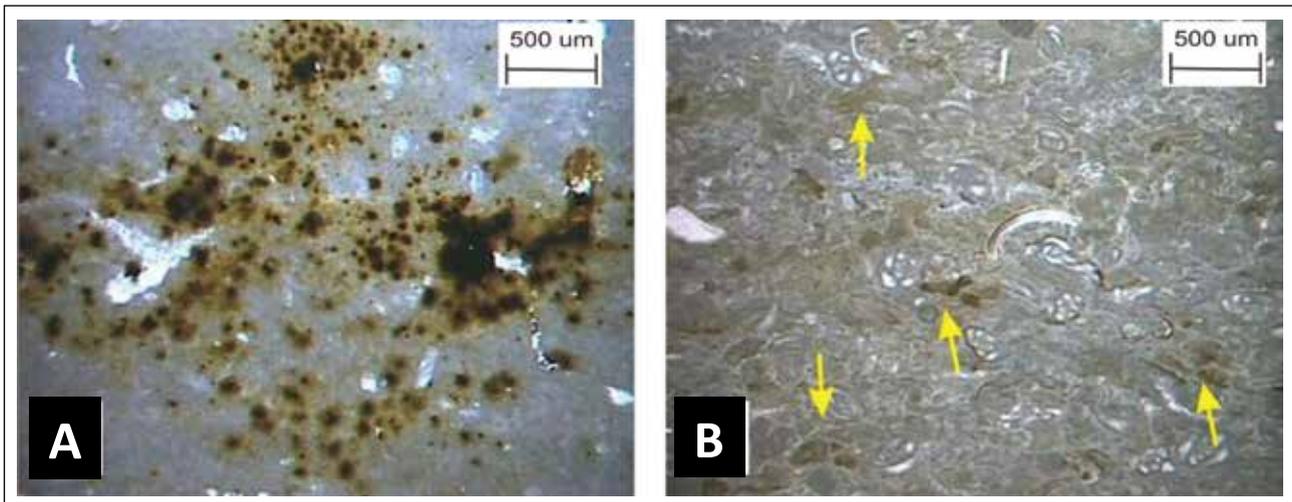


Figura 5.10 - Processo de oxidação nos carbonatos da Formação Jandaíra: (A) minerais de pirita (cor escura) associados à oxidação na fácies K2jpm; (B) bioclastos com crosta ferruginosa na fácies K2jbpe, indicados pelas setas amarelas. Nicóis //

A trama seletiva é caracterizada quando há uma relação entre a porosidade e os constituintes da rocha, já na trama não seletiva não se pode fazer uma relação entre a porosidade e a fábrica.

Um importante processo na geração de porosidade é a dissolução. Ela pode ocorrer próxima a ambientes meteóricos de superfície, gerando pequenas cavidades, até extensos sistemas de cavernas por meio de carstificação. Por meio deste processo, tem-se a formação de diversos tipos de porosidade secundária como: intrapartícula, intercrystalina, interpartícula, vugular e de fratura.

A porosidade é melhor identificada nas seções delgadas impregnadas com corante azul, e nelas pode ser identificada a porosidade intrapartícula que ocorre no interior principalmente dos bioclastos, miliólídeos e intraclastos. As fácies que apresentam este tipo de porosidade são a K2jdme, K2jbe, K2jbm, K2jbpe, K2jbme, K2jdm (Figura 5.12A). A porosidade intercrystalina (Figura 5.12B) ocorre nas fácies K2jd-

me, K2jbe, K2jbm. A porosidade interpartícula (Figura 5.12C) ocorre nas fácies K2jbm, K2jbe, K2jbpe e K2jdme. As fácies K2jbm, K2jpm, K2jdm e K2jdme apresentam porosidade gerada por fraturas (Figura 5.12D).

A porosidade móldica apresenta-se de forma subordinada nas fácies K2jbe e K2jbpe, gerada durante ou após a cimentação da rocha, adquirindo o molde dos bioclastos ou dos cristais de dolomita (Figuras 5.13A e B). Os estilólitos que exibem porosidade são resultantes de processos locais de dissolução por pressão. A fácies K2jbm mostra porosidade gerada por estilólitos (Figura 5.13C).

5.3 - HISTÓRIA DIAGENÉTICA DOS CALCÁRIOS DA FORMAÇÃO JANDAÍRA

Devido à importância dos processos pós-deposicionais precoces e tardios, Choquette & Pray (1970) identificaram os seguintes estágios diagené-



Figura 5.11 - Classificação da porosidade (modificada de Choquette & Pray, 1970)

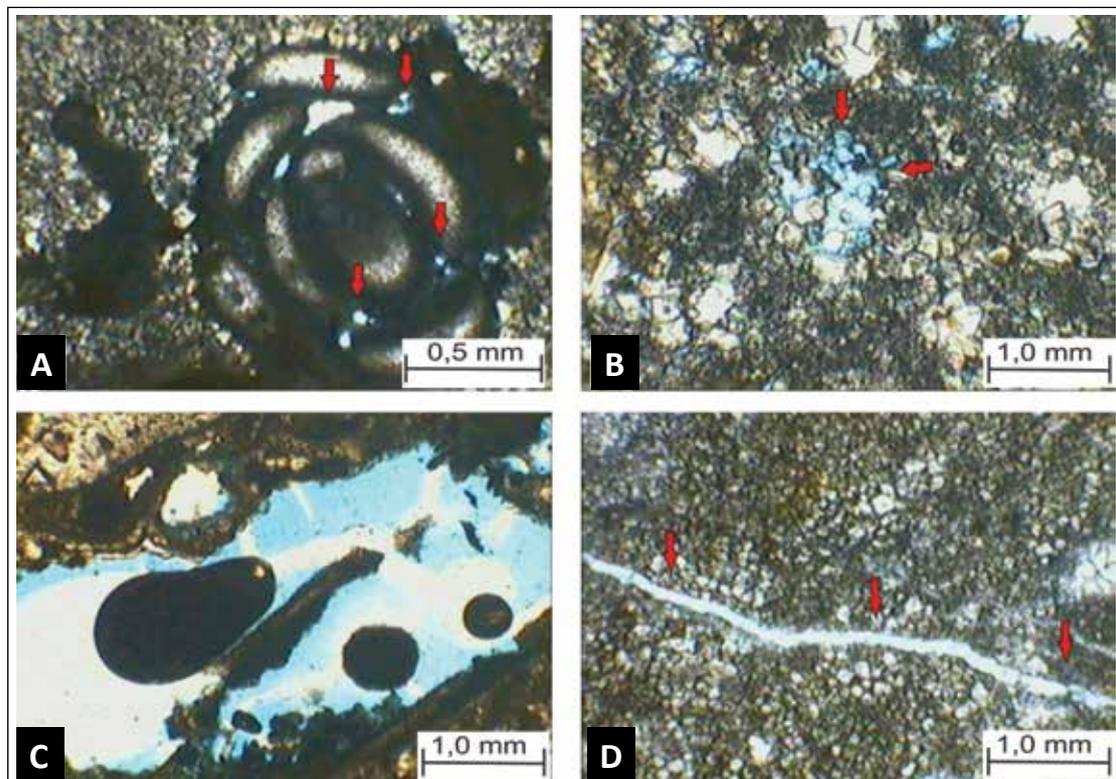


Figura 5.12 - Fotomicrografias evidenciando a porosidade nos carbonatos da Formação Jandaíra: (A) porosidade intrapartícula na fácies K2jbm; (B) porosidade intercristalina na fácies K2jdme; (C) porosidade intergranular na fácies K2jbe; (D) porosidade em fratura na fácies K2jdme. Nicóis//

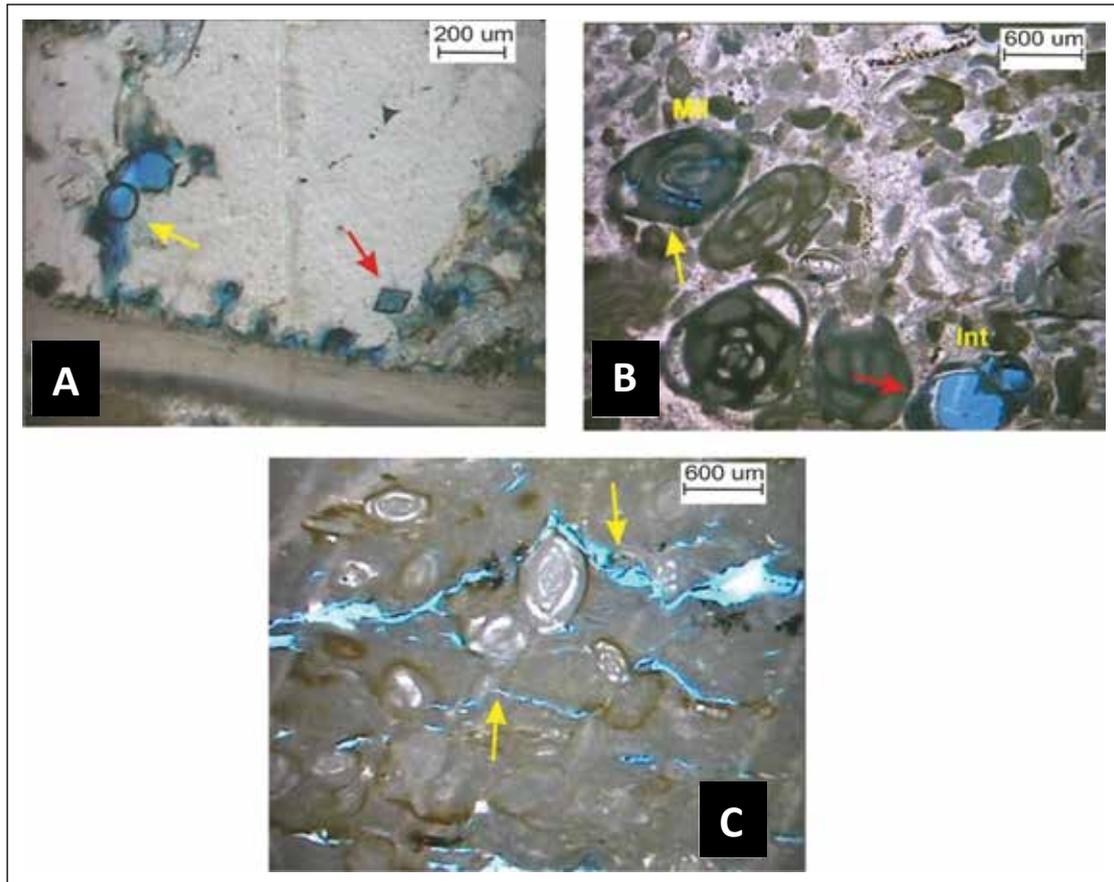


Figura 5.13 - Fotomicrografias evidenciando a porosidade nos carbonatos da Formação Jandaíra: (A) porosidade intercristalina entre o cimento de calcita (seta amarela) e porosidade móldica no cristal de dolomita (seta vermelha) na fácies K2jbe; (B) porosidade intrapartícula (seta amarela) e móldica (seta vermelha) em miliolídeos (Mil) na fácies K2jbe; (C) porosidade gerada por estilólitos (seta amarela) na fácies K2jbm. Nicóis //

EVENTOS	EODIAGÊNESE			MESODIAGÊNESE	TELODIAGÊNESE	EFEITOS SOBRE A POROSIDADE
	Marinho freático	Meteórico	Zona de mistura			
Micritização	Marinho freático					
Cimento em franja fibrosa	Marinho freático					
Cimento syntaxial		Meteórico				
Cimento em mosaico		Meteórico	Zona de mistura			Aumenta
Porosidade móldica		Meteórico	Zona de mistura			Aumenta
Neomorfismo		Meteórico	Zona de mistura			
Cimento em menisco		Meteórico	Zona de mistura			
Dolomitização		Meteórico	Zona de mistura			Diminui
Compactação mecânica				Mesodiagênese		
Compactação química				Mesodiagênese		
Estilólitos				Mesodiagênese	Telodiagênese	
Faturamento					Telodiagênese	Não influi
Silicificação					Telodiagênese	
Carstificação					Telodiagênese	
Oxidação					Telodiagênese	

Figura 5.14 - Sequência evolutiva de eventos diagenéticos e sua influência na porosidade nos calcários da Formação Jandaíra na área da Folha Mossoró

ticos: eodiagênese, mesodiagênese e telodiagênese. A eodiagênese ocorre próxima à superfície de sedimentação, onde a química das águas superficiais é controlada principalmente pelo ambiente superficial. A mesodiagênese, regime ainda presente em subsuperfície é capaz de isolar as águas intersticiais da influência das águas superficiais. A telodiagênese relaciona todos os processos ocorridos nas rochas após o soterramento efetivo, durante o soerguimento, até a atuação do intemperismo e erosão. Os ambientes marinho, meteórico e de mistura ocorrem em superfície ou próximo a ela, correspondendo às zonas de eodiagênese e telodiagênese. O ambiente de subsuperfície corresponde à zona de mesodiagênese.

No ambiente marinho raso ocorre à precipitação de cimento e a micritização dos grãos. A calcita se precipita nos espaços intergranulares ou em forma de franjas fibrosas ao redor dos grãos. O processo de dolomitização também ocorre neste ambiente (Santos, 2009).

O ambiente meteórico ocorre em duas zonas: a zona freática e a zona vadosa. Na zona freática, os cimentos são em mosaico de calcita espática, de crescimento secundário sintaxial em torno dos grãos de equinoderma e em franjas prismáticas. Já na zona vadosa, o gás carbônico oriundo da atmosfera e do solo, ajuda na dissolução das rochas, gerando pequenas cavidades e sistemas de caverna. É observada ainda a precipitação de calcita em forma de cimentos em menisco e pêndulos. Na região de subsuperfície, que diz respeito à zona de mesodiagênese, os sedimentos sofrem processos de cimentação e compactação mecânica e química. De forma mais discreta ocorre ainda dolomitização e dissolução (Scoffin, 1987).

5.3.1 - Sequência diagenética

Através das relações texturais entre os processos diagenéticos atuantes nas rochas carbonáticas, foi possível compor uma sequência cronológica dos eventos. Os calcários da Formação Jandaira iniciaram

sua história na zona da eodiagênese em ambiente marinho raso, em que ocorreu o processo de micritização parcial ou total dos grãos (fácies K2jpe e K2jbme), e a cimentação em franja fibrosa ao redor dos grãos (fácies K2jpe e K2jbme). Ao término da micritização e da cimentação dos grãos, continuou a emergência dos sedimentos, com a sua exposição subaérea. Sob novas condições do ambiente meteórico freático, sucedeu a precipitação de calcita em mosaicos (fácies K2jbe e K2jdm), cimentação sintaxial (fácies K2jbme, K2jbe, K2jbm e K2jbpe) e neomorfismo (fácies K2jbm e K2jbme). Ainda na zona eodiagenética, ocorreu o processo de dolomitização (fácies K2jbm e K2jbe). A agregação de micrita, cristais de cimento e de dolomita sugerem que as rochas desta fácies podem ter atravessado uma zona de mistura (água marinha ou água meteórica), antes do soterramento profundo provocando alterações na composição química da água, promovendo o processo de dolomitização (Silva, 2007). Na mesodiagênese, os processos mais atuantes foram à compactação mecânica e a química (Figura 5.14).

O principal registro deixado pelo processo de compactação mecânica foi à quebra e rotação dos grãos (fácies K2jbme) e, na compactação química, contatos suturados e côncavo-convexos (fácies K2jbme). Com o avanço da compactação química inicia-se a geração de estilólitos observados na fácies K2jbm, K2jbpe, K2jpm e K2jdm, processo atuante de forma local nas rochas, principalmente nas fácies de mais baixa energia. O processo de dolomitização ocorreu de forma intensa, a ponto de eliminar totalmente os aspectos primários da rocha, formando um calcário dolomítico cristalino (fácies K2jdle e K2jdme). Ainda na mesodiagênese, ocorreu o processo de silicificação, devido provavelmente a presença de fluidos ricos em sílica que percolaram as rochas através de falhas e juntas, fazendo com que esta sílica reagisse com os grãos de oolitos, silicificando-os totalmente. Na zona de telodiagênese, ocorre a oxidação de minerais principalmente piritosos, identificados pelo aspecto ferruginoso impregnado nos grãos e na matriz (fácies K2jdm, K2jdle, K2jbpe, K2jbm, K2jbme e K2jpm).

6 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA

6.1 - INTRODUÇÃO

A deformação tectônica na Folha Mossoró foi caracterizada a partir do estudo de diferentes tipos de estruturas, enfocando desde a mega até a meso-escala. A identificação e o significado das feições de maior porte são normalmente difíceis, sobretudo em áreas cuja intensidade da estruturação é baixa. Com efeito, em muitos casos, o reconhecimento é obtido através da análise estrutural de mesoestruturas, que em geral correspondem à impressão do tectonismo regional em afloramento. As feições estruturais (Figura 6.1) presentes afetam pacotes sedimentares da Formação Jandaíra até os sedimentos aluvionares do Quaternário, incluindo o Grupo Barreiras (Mioceno).

Os padrões das mesoestruturas encontradas na área correlacionam-se diretamente aos sistemas de falhas de Afonso Bezerra e Poço Verde-Caraúbas de direção NW e do sistema Carnaubais de direções NE. Dentre estas estruturas de mesoescala destacam-se mesofalhas com sentido de movimento variado, e vinculado, ou não, a dobras abertas decamétricas, associação de dobras métricas, estilólitos tectônicos que afetam carbonatos da Formação Jandaíra e juntas. Foram ainda observadas estruturas de deformação de sedimentos inconsolidados em rochas conglomeráticas dos depósitos aluvionares antigos.

Segundo Oliveira *et al.* (1993), estas estruturas refletem reativações ou a impressão de grandes estruturas em subsuperfície. Tais reativações são, em geral, de caráter recorrente, ao longo de todo o desenvolvimento da Bacia Potiguar, desde a estruturação do Rifte Potiguar (Borges, 1993), até a configuração atual das formações Açu e Jandaíra, além do Grupo Barreiras (Lima *et al.*, 1990; Oliveira *et al.*, 1993; Bezerra, 2000; Bezerra & Vita-Finzi, 2000; Bezerra *et al.*, 2001).

O período pós-rifte tem sido considerado um período de poucas falhas ativas, sem expressão topográfica ou sedimentar. Poucos estudos têm investigado o papel das falhas neogênicas no fornecimento de sedimentos para as bacias sedimentares, descrevendo-os apenas como produto de processos controlados pelo clima. Estudos recentes, entretanto, mostram que a região da Bacia Potiguar apresenta várias falhas ativas (Bezerra *et al.*, 2011).

Outra idéia comum é o agrupamento das coberturas sedimentares neogênicas ao longo da costa como uma unidade estratigráfica única, o Grupo Barreiras. Pouco esforço foi feito para diferenciar as propriedades dos sedimentos, os possíveis controles locais sobre as áreas de origem, ambientes deposicionais, ou para obter uma cronologia absoluta (e.g., Rossetti, 2004; Bezerra *et al.*, 2008).

6.2 - CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E MAPEAMENTO ESTRUTURAL

Os grandes lineamentos na região da Folha Mossoró são marcados em superfície por feixes de fraturas e/ou alinhamentos geomorfológicos bem delineados em imagens de satélite e fotografias aéreas. Essas zonas desenvolvem-se segundo NE-SW e NW-SE. Tais lineamentos ocorrem ao longo de drenagens e alinhamentos de pacotes sedimentares, indicando a influência dessas feições lineares na morfologia da área (Figura 6.1).

Os lineamentos NW-SE pertencem aos sistemas de falhas NW-SE da Bacia Potiguar (Afonso Bezerra e Poço Verde-Caraúbas) e os lineamentos de direção NE-SW controlam o vale encaixado do Rio Mossoró e depósitos de coberturas aluvionares antigas e de canal.

O relevo da região é relativamente plano e não apresenta grandes diferenças topográficas. A quebra dessa monotonia é causada por duas serras: a do Mel com 230 m de altitude e a de Mossoró com cerca de 250 m de altitude, porção nordeste e noroeste da folha Mossoró, respectivamente.

A Serra do Mel mostra-se orientada segundo NE-SW, sendo bordejada em seus limites NW e SE por longos alinhamentos de orientação NE, marcados por falhas que seguem o rio Mossoró e são relacionadas às falhas do Rifte Potiguar. A borda NE desta serra é marcada por lineamentos NW relacionadas ao sistema de falhas de Afonso Bezerra. Os lineamentos NW-SE são mais evidentes na porção oeste da Serra do Mel e são marcados por canais de drenagens secundários. Os lineamentos E-W são marcados principalmente pelos canais de drenagem e depósitos aluvionares de canal na porção leste desta serra. Os lineamentos N-S cortam toda a porção mais central desta serra e controlam principalmente a orientação dos depósitos quaternários aluvionares de canal. Os lineamentos NE-SW acompanham a orientação do Rio Apodi e coberturas aluvionares de canal e limitam a ocorrência da Serra do Mel na sua porção NW e SE, respectivamente.

Na Serra de Mossoró os traçados dos lineamentos apresentam orientação preferencial NW-SE e N-S. De acordo com Santos (2010) os lineamentos NW-SE na região da Serra de Mossoró representa, em grande parte, a expressão do sistema de falha Poço Verde-Caraúbas em superfície, podendo representar falhas e juntas, além de acompanhar canais de drenagem secundários do Rio Apodi-Mossoró. Os lineamentos N-S são coincidentes com as drenagens que atravessam a Serra de Mossoró em sua parte

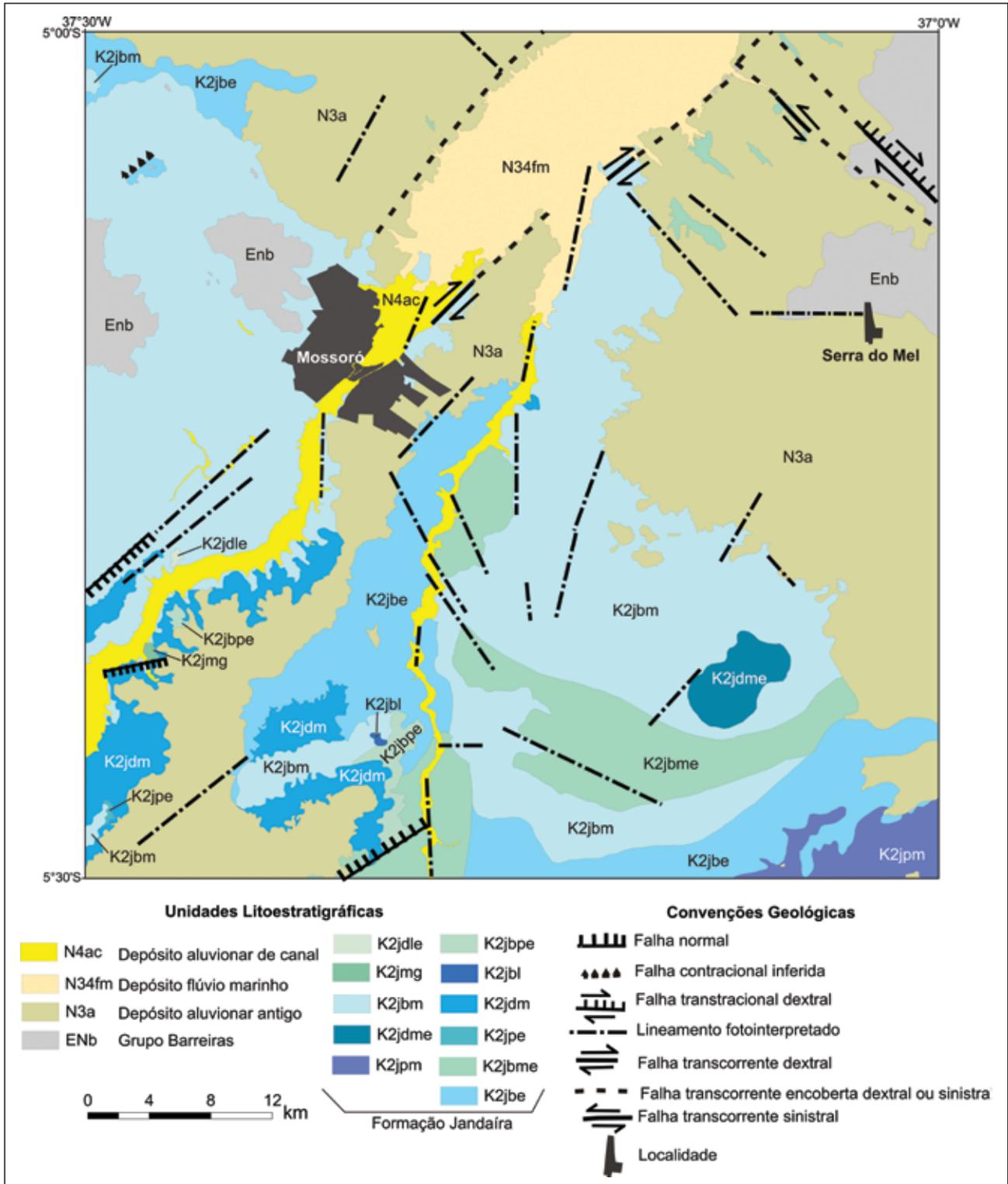


Figura 6.1 - Esboço geológico ressaltando as principais estruturas frágeis cartografadas e fotointerpretadas

central. Em menor quantidade, os lineamentos NE-SW apresentam controle na orientação de longo trecho do canal principal do Rio Mossoró e de depósitos aluvionares de canal. Estes lineamentos NE-SW seguem até o limite NW da Serra do Mel.

6.2.1 - Falhas

As falhas em escala mesoscópica afetam principalmente rochas da Formação Jandaíra, e em menor grau rochas do Grupo Barreiras e depósitos aluviona-

res antigos. Essas falhas têm comumente a geometria caracterizada por traços retilíneos, com segmento principal alongado podendo conter ramificações com ângulos variando em relação ao traço principal. Com as medidas obtidas em campo foi possível identificar que as falhas apresentam direções preferenciais NE-SW, NW-SE e E-W, sendo que as duas primeiras direções ocorrem com mais frequência.

Considerando a cinemática, as falhas são predominantemente normais e dextrais (Figuras 6.2 e 6.3) e, subordinadamente sinistras (Figura 6.4) e reversas. Os dados de falhas de orientação NW-SE e NNW-SSE (planos médios entre 346° e 334° Az) ocorrem principalmente para as falhas normais, dextrais e sinistras. As falhas com direção NE-SW e ENE-WSW (planos médios entre 17° e 30° Az) são predominantes para as falhas normais e dextrais. As falhas N-S se caracterizam como reversas.

6.2.1.1 - Silicificação tectônica em arenitos do Grupo Barreiras

Algumas rochas do Grupo Barreiras afetadas por falhas apresentam silicificação, acompanhada ou não por lateritização. Esta silicificação oblitera as feições da rocha original. Nestes casos, são vistos apenas alguns moldes de grãos recristalizados por sílica microcristalina, que constituem a granulometria média dos cristais com 0,02 mm (Figura 6.5). Sob polarizadores paralelos, nota-se que a coloração da rocha é amarelo escuro a avermelhado, com feições de veios preenchidos por material ferruginoso. Em alguns locais, são vistos cristais com tamanho mesocristalino, textura radial, e ausência de porosidade. Os dados petrográficos indicam que a forte silicificação deu às falhas um caráter selante.

6.2.2 - Juntas

As juntas mapeadas na área são principalmente verticais, as quais são abundantes em todas as unidades litoestratigráficas cartografadas. Suas orientações dominantes são NE-SW e NW-SE. Juntas N-S também ocorrem em menor proporção. As juntas de direção NW-SE apresentam orientação aproximadamente entre 310° Az e 320° Az. Tais estruturas, quando ocorrem no calcário, podem ser secas (sem preenchimento) ou preenchidas por carbonato de cálcio. Suas aberturas atingem até 10cm de largura. Estas juntas também apresentam extensões que chegam a vários metros (Figuras 6.6).

As juntas são preenchidas por material mais grosso, por vezes, conglomeráticos, quando ocorrem no arenito do Grupo Barreiras ou nos depósitos aluvionares antigos (Figura 6.7).



Figura 6.3 - Plano de falha dextral em arenito do Grupo Barreiras (afloramento 302, próximo a localidade de Vermelhas, município de Areia Branca)



Figura 6.2 - Plano de falha normal com estrias verticais em calcário da Formação Jandaíra (afloramento 408, a leste da cidade de Mossoró)



Figura 6.4 - Plano de falha sinistral em arenito do "depósito aluvionar antigo" (afloramento 383, próximo à localidade de Barro Branco, município de Mossoró)

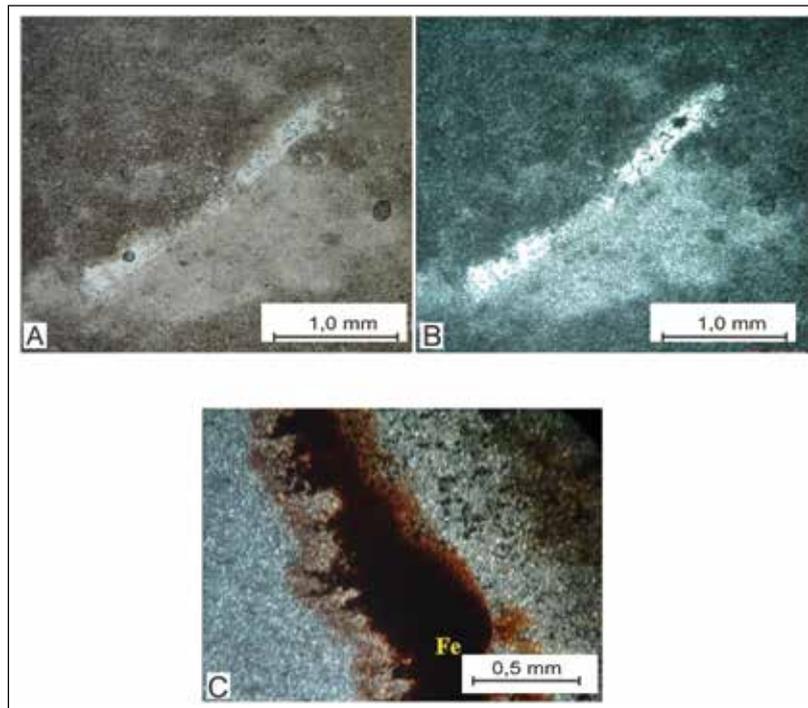


Figura 6.5 - (A e B) arenito silicificado apresentando substituição por sílica micropolicristalina e microcristalina, que obliteram feições originais da rocha; (C) níveis com grande concentração de ferro (Fe)



Figura 6.6 - Juntas de distensão métrica na Formação Jandaíra, indicadas pelo alinhamento da vegetação (afloramento 408, próximo a localidade de Sombreiro, município de Mossoró)



Figura 6.7 - Juntas nos arenitos do Grupo Barreiras preenchidas por sedimento conglomerático (afloramento 302, município de Areia Branca)

7 – RECURSOS MINERAIS E CONTROLES DAS MINERALIZAÇÕES

Os recursos minerais encontrados na região da Folha Mossoró incluem minerais não metálicos ou minerais industriais e recursos energéticos. Estes recursos são representados por areia, argila, brita, calcário, gipsita, fosfato, marga dolomítica, petróleo e gás. Devido a sua ampla distribuição e baixo valor relativo, o aproveitamento destes tipos de recursos

naturais, com exceção do petróleo e gás, só se torna viável quando há disponibilidade de grandes reservas e a distância entre a fonte do “agregado natural” até o local de sua aplicação é pequena. Descrevem-se abaixo os principais recursos minerais da Folha Mossoró (Figura 7.1 e Tabela 7.1).

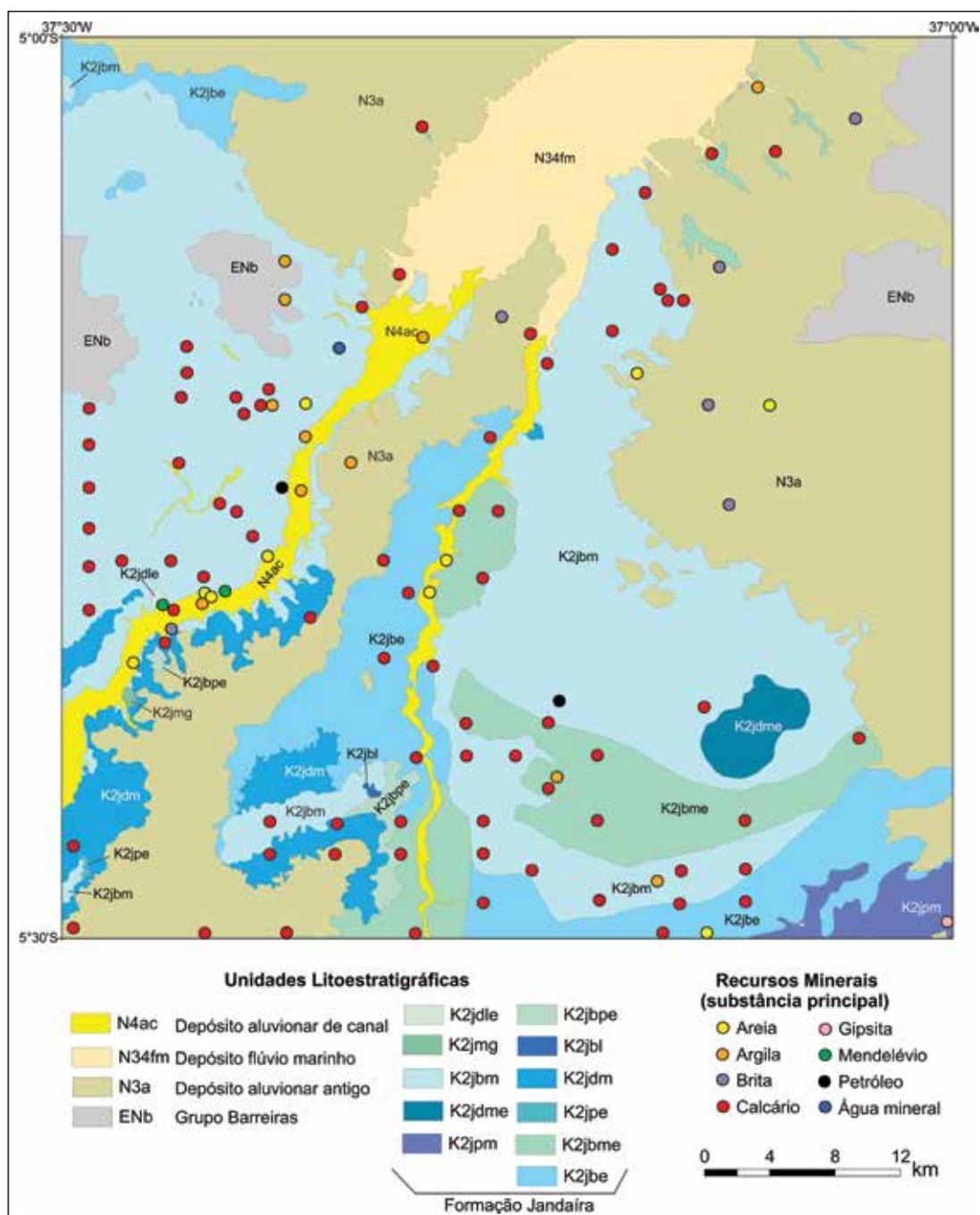


Figura 7.1 - Esboço geológico e recursos minerais cadastrados para a Folha Mossoró

Tabela 7.1 – Listagem de recursos minerais da Folha Mossoró

Nº	GEOBANK	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE	LONGITUDE	SUBSTÂNCIA	SIELA	STATUS ECONÔMICO/GRAU DE IMPORTÂNCIA	SITUAÇÃO	CLASSE UTILITÁRIA
1	33854	Estrondadeira	Açu	RN	-5,490560	-37,009720	Gipsita	gp	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
2	33775	Riacho Olho D'água	Mossoró	RN	-5,480000	-37,266940	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
3	33824	Lambador	Mossoró	RN	-5,479720	-37,203880	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
4	33791	Espinheirinho	Mossoró	RN	-5,468060	-37,170830	Argila	arg	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
5	33774	Sossogo II	Mossoró	RN	-5,461940	-37,240000	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
6	33773	Sossogo I	Mossoró	RN	-5,452780	-37,266940	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
7	33772	Varginha	Mossoró	RN	-5,434720	-37,266940	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
8	33831	Hipêlito	Mossoró	RN	-5,434440	-37,203880	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
9	33830	Martins	Mossoró	RN	-5,416670	-37,231110	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
10	33790	Hipêlito	Mossoró	RN	-5,410280	-37,226110	Argila	arg	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
11	33828	Sítio Velho	Mossoró	RN	-5,398610	-37,276110	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
12	33829	Sítio dos homens	Mossoró	RN	-5,398610	-37,249170	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
13	33826	Sítio dos homens	Mossoró	RN	-5,398330	-37,203880	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
14	33778	Angéops	Açu	RN	-5,388890	-37,059720	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
15	33825	Javari	Mossoró	RN	-5,380560	-37,276390	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
16	33827	Quixaba	Mossoró	RN	-5,380280	-37,231110	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
17	33706	Estreito	Mossoró	RN	-5,366670	-37,225000	Pedregos	pl	Ocorrência	Não explorado	Recursos minerais energéticos
18	33819	Santa na	Mossoró	RN	-5,344440	-37,321390	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
19	33818	Baixa da Arceira	Mossoró	RN	-5,321940	-37,362220	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
20	33792	Passagem do Rio	Mossoró	RN	-5,313060	-37,420830	Argila	arg	Garrimpas	at vo	Rochas e minerais industriais
21	33786	Passagem do Rio	Mossoró	RN	-5,310560	-37,418330	Areia	are	Garrimpas	at vo	Material de uso na construção civil
22	33787	Maca mbira I	Mossoró	RN	-5,310000	-37,420000	Areia	are	Garrimpas	at vo	Material de uso na construção civil
23	33823	Salva Vida	Mossoró	RN	-5,308330	-37,308060	Calcário	cc	Mina	at vo	Material de uso na construção civil
24	33784	Santana (Rio do Carmo)	Mossoró	RN	-5,308060	-37,296390	Areia	are	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
25	33837	Azenite	Mossoró	RN	-5,299440	-37,420830	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
26	33822	Baixa da Agria	Mossoró	RN	-5,299170	-37,267500	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
27	33777	São Miguel	Mossoró	RN	-5,295280	-37,483880	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
28	33839	Pajeú	Mossoró	RN	-5,290560	-37,465830	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
29	33836	São Geraldo	Mossoró	RN	-5,290560	-37,438880	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
30	33821	Cabelo do Negro I	Mossoró	RN	-5,290280	-37,321670	Calcário	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil

Tabela 7.1 – Listagem de recursos minerais da Folha Mossoró (continuação)

31	33783	Lajes (Rio do Carmo)	Mossoró	RN	-5.290280	-37.287220	Areia	are	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
32	33788	Miscambira II (Rio Apodi)	Mossoró	RN	-5.288060	-37.385560	Areia	are	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
33	33782	Curral	Mossoró	RN	-5.276940	-37.393880	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
34	33776	Lourdeço	Mossoró	RN	-5.272500	-37.484170	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
35	33781	Picada	Mossoró	RN	-5.263330	-37.402780	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
36	33820	Lajes	Mossoró	RN	-5.263060	-37.281110	Calcarão	cc	Mina	ativo	Material de uso na construção civil
37	33805	Bonsucesso	Mossoró	RN	-5.258890	-37.411940	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
38	33793	Pamela do Amaro	Mossoró	RN	-5.251670	-37.367220	Argila	arg	Garimpo	ativo	Rochas e minerais industriais
39	33834	Jucari III	Mossoró	RN	-5.250000	-37.484170	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
40	33707	Estreito	Mossoró	RN	-5.250000	-37.377780	Petróleo	pl	Ocorrência	Não explorado	Recursos minerais energéticos
41	33812	Pagauá	Mossoró	RN	-5.246390	-37.434440	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
42	33833	Jucari II	Mossoró	RN	-5.227220	-37.484170	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
43	33843	Pogo Verde	Mossoró	RN	-5.222220	-37.263060	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
44	33600	Juca I	Mossoró	RN	-5.209170	-37.398610	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
45	33832	Jucari I	Mossoró	RN	-5.204720	-37.484170	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
46	33789	Vila Espírito Santo	Serra do Mel	RN	-5.204440	-37.106880	Areia	are	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
47	33785	Estreito (Rio Apodi)	Mossoró	RN	-5.203610	-37.364720	Areia	are	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
48	33601	Pedra Branca	Mossoró	RN	-5.200000	-37.433330	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
49	33807	Juca II	Mossoró	RN	-5.200000	-37.403060	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
50	33779	São João	Mossoró	RN	-5.195560	-37.385000	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
51	33864	Canã	Mossoró	RN	-5.186940	-37.182220	Areia	are	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
52	33813	Pedra Branca	Mossoró	RN	-5.186390	-37.430000	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
53	33817	Pogo das Pedras	Mossoró	RN	-5.181390	-37.231670	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
54	33780	Barrinha	Mossoró	RN	-5.171110	-37.430280	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
55	33815	Sucuarana	Mossoró	RN	-5.163330	-37.240830	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
56	33816	Canã	Mossoró	RN	-5.163330	-37.195560	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
57	33599	Mossoró	Mossoró	RN	-5.150000	-37.333330	Calcarão	cc	Mina	ativo	Material de uso na construção civil
58	33801	Florânia II	Mossoró	RN	-5.145830	-37.376110	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
59	33841	Lajedo II	Mossoró	RN	-5.145000	-37.155280	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
60	33838	Lajedo I	Mossoró	RN	-5.140560	-37.168610	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
61	33800	Florânia I	Mossoró	RN	-5.123060	-37.376110	Argila	arg	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais
62	33814	Frei Antônio	Mossoró	RN	-5.118060	-37.195830	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
63	33808	Piquiri	Mossoró	RN	-5.086390	-37.17780	Calcarão	cc	Ocorrência	Não explorado	Material de uso na construção civil
64	39809	Lagoa dos Martins	Mossoró	RN	-5.050000	-37.300000	Calcarão	cc	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
65	33799	Fazenda Serra Vermelha	Areia Branca	RN	-5.027500	-37.115000	Argila	arg	Ocorrência	Não explorado	Rochas e minerais industriais

Tabela 7.1 – Listagem de recursos minerais da Folha Mossoró (continuação)

66	50322	São Rencio	Mossoró	RN	5.366670	-37.303000	Angla	ang	Confirmo	?	Reservas minerais industriais
67	50323	Valia	Mossoró	RN	-5.482722	-37.149167	Angla	ang	?	?	Reservas minerais industriais Material de uso na construção civil
68	50324	Vila Esplanada Santa	Santa do Mel	RN	5.384444	-37.108889	Angla	ang	?	?	Reservas minerais industriais
69	50325	Caruaru (Rio Apodí)	Mossoró	RN	-5.317944	-37.479444	Angla	ang	?	?	Material de uso na construção civil
70	50326	Passagem do Rio I	Mossoró	RN	-5.397222	-37.403444	Mossoró	MO, ang	?	?	Material de uso na construção civil
71	50329	Jucá	Mossoró	RN	5.394444	-37.383056	Angla	ang	Curruco	?	Reservas minerais industriais
72	50330	Imperatriz (8-304)	Mossoró	RN	-5.336111	-37.339722	Angla	ang	Confirmo	?	Reservas minerais industriais
73	50333	São José	Mossoró	RN	-5.331944	-37.351722	Angla	ang	?	?	Reservas minerais industriais
74	50334	Dutra	Mossoró	RN	-5.384444	-37.383444	Calcarão	cc	MO, ang	?	Material de uso na construção civil
75	50334	Amoró	Mossoró	RN	-5.383811	-37.141556	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
76	50335	Piqueti	Mossoró	RN	-5.386389	-37.172778	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
77	50336	Prata Santa Antônia	Pedernhas	RN	-5.311944	-37.311922	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
78	50337	Pai Antônio	Mossoró	RN	-5.353056	-37.258611	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
79	50338	Esplanada	Mossoró	RN	5.483667	-37.158611	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
80	50339	Alto	Mossoró	RN	-5.479722	-37.158611	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
81	50340	Valia	Mossoró	RN	-5.482778	-37.167500	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
82	50342	Bela Vista II	Mossoró	RN	-5.434444	-37.122778	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
83	50343	Boqueirão II	Mossoró	RN	-5.481389	-37.122500	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
84	50344	Esplanada III	Mossoró	RN	-5.479444	-37.122500	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
85	50346	Santana	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.418889	-37.482500	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
86	50347	Lagoa Roubão	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.494167	-37.492500	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
87	50348	Santana	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.348889	-37.294444	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
88	50349	Bom Jardim	Rosário	RN	-5.386611	-37.303333	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
89	50349	Paula Lippa I	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.435000	-37.294444	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
90	50347	Virgínia	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.435000	-37.312222	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
91	50348	Peço do Mito	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.453056	-37.294444	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
92	50349	Neon Calarua	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.453056	-37.388333	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
93	50349	Chafariz	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.453056	-37.312222	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
94	50349	Paula Lippa II	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.435000	-37.348333	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil
95	50342	Virgínia da Laje	Governador Dix-Sept Rosário	RN	-5.498056	-37.303056	Calcarão	cc	?	?	Material de uso na construção civil

Tabela 7.1 – Listagem de recursos minerais da Folha Mossoró (continuação)

96	50423	Cerro Picaão	Mossoró	RN	-5.317778	-37.483889	Calário	cc	?	?	Material de uso na construção civil
97	50425	Picaão	Mossoró	RN	-5.263333	-37.402778	Calário	cc	?	?	Material de uso na construção civil
98	50430	Serra Vermelha	Mossoró	RN	-5.063611	-37.105833	Calário	cc	?	?	Material de uso na construção civil
99	50437	Lagoa de Paus	Mossoró	RN	-5.317778	-37.438889	Calário	cc	?	?	Material de uso na construção civil
100	50610	Lagoa de Paus	Mossoró	RN	-5.314908	-37.443764	Mendelóvio	Mid	?	?	Rochas e minerais industriais
101	50670	Lagoa de Paus	Governador Dix-Sept Rosado	RN	-5.328333	-37.438611	Brita	br	Garimpo	?	Material de uso na construção civil
102	50891	Alcirim	Governador Dix-Sept Rosado	RN	-5.498611	-37.420278	Calário	cc	?	?	Material de uso na construção civil
103	50892	Baixa da Oiticica	Governador Dix-Sept Rosado	RN	-5.498333	-37.375278	Calário	cc	Min	?	Material de uso na construção civil
104	51031	Hotel Thermal	Mossoró	RN	-5.172747	-37.346272	Água mineral	agm	Min	?	Água mineral ou potável de mesa
105		Sítio Canudos (RN -117)	Governador Dix-Sept Rosado	RN	-5.340000	-37.440556	Calário	cc	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
106		Sucuarana	Mossoró	RN	-5.15107	-37.251944	Brita	br	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
107		Sombreiro	Mossoró	RN	-5.145278	-37.165278	Calário	cc	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
108		Bom Vista	Areia Branca	RN	-5.043444	-37.060333	Brita	br	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
109		Barro Branco	Areia Branca	RN	-5.126444	-37.135639	Brita	br	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
110		Vila São Paulo	Serra do Mel	RN	-5.258554	-37.128996	Brita	br	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
111		Vila Espírito Santo	Serra do Mel	RN	-5.204395	-37.138419	Brita	br	Garimpo	ativo	Material de uso na construção civil
112		São Manoel do Adelfino	Mossoró	RN	-5.374720	-37.143800	Calário	cc	Ocorrência	ativo	Material de uso na construção civil
113		Curral de Baínos	Mossoró	RN	-5.331947	-37.284345	Calário	cc	Ocorrência	ativo	Material de uso na construção civil

7.1 - AREIA

O conjunto de areia, cascalho e brita é referenciado pela engenharia civil como “agregados naturais”. Frequentemente são utilizados na construção de edifícios ou em outras obras de engenharia. Estes recursos são abundantes em volume e sua demanda vem crescendo, acompanhando principalmente a verticalização das cidades e o crescimento da malha asfáltica, que utiliza cerca de 90% do conteúdo como pedra britada.

Na Folha Mossoró é possível encontrar areias de diversas fontes, como dos depósitos aluvionares antigos e de canais. As areias retiradas dos leitos secos dos rios apresentam camada com 1,5 m de espessura em média, sendo constituídas, de quartzo, feldspato, mica, rutilo, ilmenita, magnetita, anatásio, argilas e matéria orgânica (Figura 7.2).



Figura 7.2 - Visão de uma cava de grandes dimensões para retirada da areia do depósito aluvionar antigo, usada na construção civil. Afloramento 538, município Serra do Mel

7.2 - ARGILA

As argilas, especialmente para cerâmica vermelha, são matérias-primas utilizadas, em sua maioria, na construção civil. Trata-se de argilas com alto teor de impurezas, cuja composição mineralógica é uma mistura de argilo-minerais (caulinita, ilita e esmectita), matéria orgânica e minerais acessórios como quartzo, mica, carbonatos e outros, e uma apreciável quantidade de compostos de ferro. Estas argilas são usadas na fabricação de tijolos, telhas, blocos, lajes, lajotas e outros artefatos.

Os depósitos de argilas representativos na área da Folha Mossoró estão associados a planícies aluvionares, depósitos residuais e depósitos associados a rochas sedimentares. Nas planícies aluvionares, próximas à cidade de Mossoró, ocorre uma intensa atividade produtiva destas argilas, desenvolvida por um grande número de pequenas e médias indústrias produtoras de cerâmica vermelha, cujos depósitos

situam-se à jusante de corpos hídricos, como o Rio Apodi-Mossoró (o mais significativo corpo hídrico situado na Folha Mossoró) e o Rio do Carmo.

As argilas residuais têm sua origem relacionada às rochas da Formação Jandaíra. Ao sul da cidade de Mossoró, nas localidades denominadas Hipólito e Espinheirinho, este litótipo forma uma extensa área, cujo domínio ocorre em áreas de relevo plano. Nestas áreas se desenvolvem solos de coloração cinza, resultantes da alteração *in situ* de calcários, margas, siltitos e argilitos. Nesta área há predomínio de um solo cinza, de textura argilosa, constituindo material com características homogêneas e plasticidade média. Observam-se ainda concreções subarredondadas disseminadas neste solo e constituídas por material argiloso avermelhado, bastante oxidado, na forma de pigmentos.

7.3 - BRITA

O calcário da Formação Jandaíra é a única rocha explorada na Folha Mossoró com a finalidade de produzir brita. As rochas carbonáticas que ocorrem na comunidade Lagoa de Paus, entre os municípios de Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró, podem ser utilizadas pela engenharia civil como brita, devido à sua alta resistência mecânica (abrasão e compactação) e baixas porosidades (Figura 7.3).



Figura 7.3 - Cava para retirada de rocha calcária da Formação Jandaíra para “brita”. Afloramento 116, parte central do município de Governador Dix-Sept Rosado

7.4 - CALCÁRIO

No Rio Grande do Norte, os calcários cálcicos são encontrados principalmente na região de Mossoró. Na área da Folha Mossoró predomina os calcários conchíferos (petrograficamente são biomicroparitos e biosparitos, Figura 7.4) e os lajeados (são dismicritos, biomicritos e biomicroparitos, Figura 7.5). Tais rochas são predominantemente calcícticos, de alto grau de pureza (CaO maior que 50,0%, CaCO_3

maior que 90,0%, MgO menor que 2,0% e RI menor que 5,0%). Estes litotipos são de coloração esbranquiçada a bege, compactos, de textura fina a grossa, de fratura irregular a subconchoidal, fossilíferos e/ou afossilíferos.

Nas circunvizinhanças da cidade de Mossoró estão às principais reservas destinadas à indústria cimenteira. O setor caieirista se destaca também na região de Mossoró. Nesta área são explorados calcários e dolomitos de formas artesanais. Há ainda a produção de cal dos tipos virgem e hidratada, em geral, por micro e pequenos produtores. As especificações químicas destes calcários e dolomitos os credenciam para usos diversos, tais como, indústria siderúrgica, cerâmica, vidro, tintas, química e outros. Outra atividade importante, realizada em calcários, é a extração de água e petróleo. Os calcários da Formação Jandaíra são bons reservatórios de petróleo e água. A água é utilizada para consumo humano, na agricultura e inúmeras atividades.

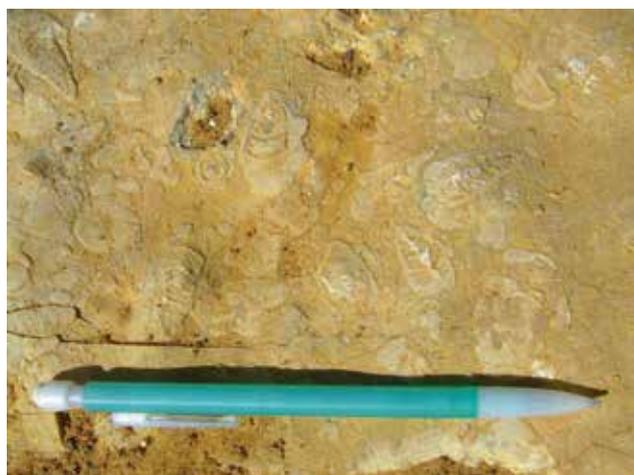


Figura 7.4 - Rocha calcária fossilífera da Formação Jandaíra. Afloramento 10, extremo sudoeste da Folha Mossoró, município Governador Dix-Sept Rosado



Figura 7.5 - Lajedos de rocha calcária da Formação Jandaíra. Afloramento 59, porção norte do município Governador Dix-Sept Rosado

7.5 - GIPSITA

A gipsita é químicamente composta por um sulfato de cálcio hidratado natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sendo também conhecida como gipso ou gesso. A anidrita é um sulfato de cálcio anidro (CaSO_4) e ocorre comumente associada com a gipsita.

A gipsita tem uma aplicação industrial muito grande. Ela pode ser utilizada como componente de cimento *portland*, fabricação de gesso, construção civil ou como matéria prima na produção de ácido sulfúrico, sulfato de amônia, enxofre elementar e sulfato de magnésio; como corretivo de solos, como carga em papel e tintas; em material ortopédico e dentário.

Na Folha Mossoró estão cadastradas quatro ocorrências de gipsita (Tabela 7.1 e Figura 7.1), entretanto, as mesmas não foram visitadas.

7.6 - FOSFATO

De modo geral, as rochas carbonáticas da Formação Jandaíra na Bacia Potiguar emersa representam depósitos do ambiente marinho raso (supra a submaré rasa), numa rampa carbonática suavemente inclinada na direção NNE. Desta maneira, os calcários geralmente são altamente fossilíferos, compostos de bioclastos e biomorfos de organismos bentônicos com possíveis componentes fosfáticos (por exemplo, ostrácodes) ou até de calcários biogênicos (por exemplo, oncólitos, microbialitos e coprólitos). Os estudos paleontológicos, tanto no campo como em laboratório (em seções delgadas) indicaram que paleo-fauna e flora têm certa afinidades com a biota do Cretáceo Superior do Mar Téthys da região da Líbia, Portugal, Itália, Espanha, Índia etc. De modo geral, os calcários da Formação Jandaíra da área percorrida durante este trabalho pertencem às idades Turoniana e Coniaciana (Figuras 7.6 e 7.7).



Figura 7.6 - Vista geral do afloramento e detalhe dos diferentes pacotes da Formação Jandaíra. Pedreira Tupi, afloramento 543, município de Mossoró. Os tempestitos em calcários da Formação Jandaíra são alvos de ocorrência de fosfato de idade Turoniana



Figura 7.7 - A) vista geral do afloramento 543, município de Mossoró; B) diversidade de Fosséis encontrados na pedreira Tupi

Os calcários do mar aberto a profundo não afloram na porção *onshore* e são encontrados em poços profundos de empresas de hidrocarbonetos na parte *offshore*.

As análises químicas realizadas nas amostras selecionadas em afloramentos visitados mostraram baixo teor de P_2O_5 ($\leq 0,01$ - 0,3%), independentemente da natureza microfaciológica de calcários analisados. A presença de grande quantidade de bioclastos e pelotilhas/coprólitos constatada durante os estudos petrográficos contradiz estes resultados, como também os testes para fosfato realizados, tanto no campo, como em laboratório. Entretanto, não foi possível fazer uma correlação acurada entre tipo de calcários (microfacies) e a conteúdo de P_2O_5 . Neste caso, os processos diagenéticos (recristalização, dolomitização, entre outros) podem ser responsáveis pela “fuga” do fosfato inerente em calcários biogênicos, principalmente em sequências carbonáticas de eventos transgressivos e de tempestades.

7.7 - MARGA DOLOMÍTICA

A marga é caracterizada por ser uma mistura de matéria calcária e argilosa, de textura fina e homogênea, coloração cinza claro, sem laminação e com alguma plasticidade. As margas são bastante utilizadas na fabricação de cimento *portland*.

Na Folha Mossoró as principais ocorrências de margas estão a sul da cidade de Mossoró e norte do município de Governador Dix-Sept Rosado (Figura 7.8). Trata-se de uma sequência de margas intercaladas em bancos de calcários compactos recristalizados da Formação Jandaíra. A composição mineralógica destas margas compreende dolomita, ilita e camada mista irregular de ilita-esmectita.



Figura 7.8 - Marga dolomítica. Afloramento 96, norte do município de Governador Dix-Sept Rosado

7.8 - PETRÓLEO E GÁS

O petróleo é atualmente a principal fonte de energia não renovável do planeta. Serve como base para a fabricação dos mais variados produtos, como combustíveis, plásticos, parafinas, lubrificantes, etc. A exploração do petróleo na Bacia Potiguar teve início em 1976 com a descoberta do campo marinho de

Ubarana. O aproveitamento de gás natural teve início em 1985, com a construção da primeira unidade de processamento de gás natural. Este gás é transportado através do gasoduto “Nordestão”, que tem extensão de 420 km, cruza os Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, e abastece as indústrias situadas próximo ao gasoduto. A segunda unidade de processamento, que foi implantada em 2002, envia combustível para City Gate, Fortaleza, Ceará, através do gasoduto GASFOR.

A região de Mossoró tem uma vocação natural para se tornar um pólo petroquímico, com o aproveitamento industrial de base, dos setores químicos e petroquímicos através do Pólo Gás-Sal. Na região existem vários poços de petróleo da PETROBRAS em atividade (Figura 7.9). Nesta região estão disponíveis em quantidade abundante os seguintes recursos: gás natural, calcário, sal marinho, sílica e água mães das salinas, que poderão gerar produtos como barrilha, sabão em pó, vidros, soda cáustica, PVC, brometos e magnésio metálico



Figura 7.9 - Base de exploração de petróleo da PETROBRAS no município de Mossoró

8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O mapeamento geológico na área da Folha Mossoró permitiu uma divisão das seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Jandaíra, Grupo Barreiras e depósitos quaternários (depósitos aluvionares antigo, depósito flúvio-marinho e depósitos aluvionares recentes).

Através das seções delgadas, o estudo dos carbonatos da Formação Jandaíra permitiu a caracterização de onze litofácies: doloesparito (K2jdle), marga (K2jmg), biomicrito (K2jbm), dolomicroesparito (K2jdm), pelmicrito (K2jpm), biopesparito (K2jbpe), biolitito (K2jbl), dismicrito (K2jdm), pesparito (K2jpe), bioesparito (K2jbe), biomicroesparito (K2jbme).

O estudo das fácies para os carbonatos da Formação Jandaíra permitiu ainda fazer interpretações sobre a gênese e o ambiente deposicional destas rochas, possibilitando inferir que estas foram depositadas nas porções interna e intermediária da rampa carbonática. Os eventos diagenéticos observados nos calcários da Formação Jandaíra são: micritização, cimentação, compactação mecânica, compactação química, neomorfismo, substituição, fraturamento, dissolução e oxidação. Cada processo diagenético culmina em seu respectivo produto, podendo indicar as condições físico-químicas e biológicas atuantes durante a deposição, soterramento, compactação e soerguimento das rochas. Estes processos também desempenham importante papel na definição das características permo-porosas das rochas, atuando na preservação ou destruição da porosidade primária, ou ainda na criação de porosidade secundária, como efeito da dissolução e do fraturamento. A porosidade das rochas desta formação é controlada tanto por condições faciológicas como por condições tectônicas.

Através da caracterização diagenética, foi possível traçar sua evolução, com base nos estágios da eodiagenese, mesodiagenese e telodiagenese. A eodiagenese inicia-se sob condições marinhas freáticas, nas quais ocorreu a micritização seguido da cimentação por franja fribrosa. Em um ambiente marinho meteórico ocorreu a cimentação de calcita espática, cimentação sintaxial e neomorfismo. Na mesodiagenese ocorreu a compactação mecânica e química, com a geração de estilólitos, contatos côncavos-convexos e quebraamento de grãos. Parte dos cristais de dolomita surgiu nesta fase substituindo totalmente o cimento calcítico da rocha, ou ao redor dos estilólitos. Por fim, já na telodiagenese os calcários estudados sofreram soerguimento e foram oxidados e carstificados.

A tectônica que afeta as rochas aflorantes da Bacia Potiguar na região da Folha Mossoró está refletida na topografia da região, disposição espacial dos rios e de seus depósitos aluvionares e na ocorrência

de estruturas de meso-escala como falhas e juntas. A caracterização da deformação tectônica pós-cambriana, que atinge rochas aflorantes na região central da Bacia Potiguar (Folha Mossoró), permitiu ainda mapear com mais detalhe quais litotipos foram afetados pelas diferentes estruturas. Um dos resultados importantes deste mapeamento diz respeito à diferenciação entre rochas do Grupo Barreiras e depósitos mais recentes.

Alguns depósitos quaternários apresentam semelhanças litológicas com os sedimentos/rochas do Grupo Barreiras. Dentre estes, os mais expressivos são os depósitos aluvionares antigos. A textura das rochas dos depósitos aluvionares antigos e do Grupo Barreiras se assemelham em muitos aspectos, com sutis diferenças na coloração e no arcaçoço conglomerático. A distinção entre as fácies areníticas em ambas as unidades é ainda mais difícil. A partir das características texturais, composicionais e com auxílio de imagens de satélite e de radar, foram redesenhados os limites do Grupo Barreiras na região da Folha Mossoró, resultando em uma área aflorante menor do que a apresentada em mapeamentos anteriores.

As grandes feições geomorfológicas de direção NE-SW e NW-SE têm correspondentes nas estruturas estudadas nos afloramentos em campo. Identificou-se estruturas rasas, representada principalmente por falhas direcionais (dextrais e sinistrais), normais, reversas e juntas (distensionais secas e preenchidas, tanto no calcário Jandaíra quanto nos arenitos do Grupo Barreiras e nos depósitos aluvionares antigos). As rochas carbonáticas da Formação Jandaíra contêm a maior parte dessas estruturas. Além dessas estruturas, foi registrada a presença de estilólitos verticais no calcário da Formação Jandaíra.

Em mapeamentos anteriores, muitas das falhas foram cartografadas apenas no embasamento cristalino, sendo interrompidas na Bacia Potiguar. Nos casos em que algumas falhas eram indicadas afetando rochas da bacia, elas se restringiam às formações Jandaíra e Açú, aparecendo recobertas pelos depósitos cenozoicos. Esta pesquisa, no entanto, evidenciou a influência da tectônica sobre depósitos neogênicos e quaternários.

A região da Folha Mossoró se caracteriza por conter uma grande disponibilidade de recursos minerais não metálicos, especialmente petróleo, gás, agregados naturais, marga dolomítica e fosfato. A produção de petróleo e gás natural tem enfoque especial por serem umas das maiores produtoras do país, com 801 poços perfurados e 754 poços produtores, até o ano de 2002.

A lavra dos calcários da Formação Jandaíra é realizada através de empresas de mineração, ou até

de forma rudimentar por moradores. Esta rocha é utilizada como matéria-prima para a produção de cimento, produção de cal virgem, siderurgia (cal e brita), ração animal, corretivo de solos, nas indústrias químicas, de vidro, cerâmica e de tintas. O alto potencial para possíveis acumulações de fosfato (matéria-prima para indústria de fertilizantes) foi evidenciada em várias seções delgadas onde foram encontradas cristais de pirita. As possíveis litofácies que poderiam apresentar estas acumulações são K2jpm e K2jdm.

Os carbonatos estudados são também bons reservatórios de água e têm participação fundamental na indústria do petróleo, apresentando papel fundamental na economia da região. As rochas da

Formação Jandaíra podem ser tanto rochas selantes, como reservatórios de óleo. Estas rochas são muito utilizadas na correção de solos, principalmente através dos métodos de calagem e gessagem. Possíveis litofácies que poderiam ser utilizadas para a correção de solos são: K2jbm, calcário dolomitizado ou não, K2jbm, K2jpm e K2jdm.

As grandes feições geomorfológicas de direção NE-SW e NW-SE encontradas na área estudada são extremamente importantes no controle deposicional e diagenético das fácies e no condicionamento de possíveis trapas estruturais em campos de petróleo. Sugere-se assim um maior detalhamento deste estudo para trabalhos futuros.

9 – SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS

A metodologia adotada para a execução do mapeamento desta folha foi fundamentada em ampla pesquisa documental (referencial teórico, referências e mapas temáticos regionais) e complementada por trabalhos de campo e de laboratório, em consonância com os termos do Contrato nº 059/PR/08.

Deste modo, foi levantada cerca de duzentos perfis de campo, utilizando-se a malha viária, a rede de drenagem. Desses perfis, foram feitas em torno de vinte seções geológicas visando o entendimento tridimensional das feições estruturais e da distribuição dos registros geológicos, especialmente os sedimentos neógenos; destas, está encartada uma seção

no Mapa Geológico. Os afloramentos estudados atingiram a marca dos 784 pontos, tendo, portanto, ultrapassado a marca do mínimo exigido pelo contrato (Tabela 9.1).

Tabela 9.1 - Tabela dos dados físicos

ATIVIDADES	SÚMULA DOS DADOS FÍSICOS
afloramentos	784
Perfis de campo	200 unidades
seções geológicas	20 unidades
Descrições petrográficas	129

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Manoel Correia de. **A produção do espaço norte rio-grandense**. Natal. Editora Universitária, 1981. 77 p.
- ARAI, Mitsuru. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do grupo Barreiras. **Geologia USP: Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- ARARIPE, Paulo deT.; FEIJÓ, Flávio Juarez. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 127-141, jan./mar.1994.
- ARAÚJO, Verônica Dantas de et al. Fácies e sistema deposicional da formação Barreiras na região da Barreira do inferno, litoral oriental do Rio Grande do Norte. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 43-49, 2006.
- BERTANI, Renato Tadeu; COSTA Iran Garcia da; MATOS, Renato Marcos Darros de. Evolução tectono sedimentar, estilo estrutural e “habitat” do petróleo na bacia Potiguar. In: GABAGLIA, Guilherme Pederneiras Raja; MILANI, Edson José (Coord.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990. p. 291-310.
- BEZERRA, Francisco Hilário Rego; VITA-FINZI, Claudio. How active is a passive margin? Paleoseismicity in northeastern Brazil. **Geology**, Boulder, CO, v.28, n. 7, p. 591-594, Jul. 2000.
- _____. et al. Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin: the Cariatá trough, northeastern Brazil. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 97, n. 3-4, p. A1-A2, 555-582, May 2008.
- _____. et al. Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 61-75, Apr. 2001.
- _____. **Neotectonics in northeastern Brazil**. 1998. 208f. Tese (Doutorado) – Department of Geological Sciences, University College London, Londres, 1998.
- _____. Neotectonics in northeastern Brazil: implications for a preliminary seismic-hazard assessment. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 562-564, set. 2000.
- _____. et al Review of active faults in the Borborema province, Intraplate South America: integration of seismological and paleoseismological data. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 510, n. 3-4, p. 269-290, Oct. 2011.
- BORGES, Wellington Roberto Evelim. **Caracterização estrutural da porção sudoeste do rift Potiguar, Brasil**. 1993. 146f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1993.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais**: carta metalogenética Areia Branca/Mossoró. [S.l.: s.n.], 1982. Escala 1:250.000.
- _____. **Projeto RADAMBRASIL**: folhas SB-24/25 Jaguaribe/Natal: geologia e mapeamento geológico, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. 774 p. il. (Levantamento de recursos naturais, 23).
- CARACTERIZAÇÃO do clima, solo, vegetação, relevo, recursos hídricos e aspectos sócio-econômicos do município de Mossoró. In: IDEMA. 2002. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/perfil_g.asp>. Acesso em: jun. 2011.
- CASSAB, Rita de Cássia Tardin. **Paleontologia da formação Jandaíra, cretáceo superior da bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos**. 2003. 184f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- CASTRO, David Lopes de et al. Influence of neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. **Journal of Geodynamics**, Amsterdam, v. 54, p. 29-42, 2012.
- CHOQUETTE, Philip W.; PRAY, Lloyd C. Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. **AAPG Bulletin**, Tulsa, v. 54, n. 2, p. 207-244, Feb. 1970.
- CÓRDOBA, Valéria Centurion. **A evolução da plataforma carbonática Jandaíra durante o neocretáceo na bacia Potiguar**: análise paleoambiental, diagenética e estratigráfica. 2001. 239 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- COSTA NETO, Leão Xavier. **Geologia da área entre Macaúzinho e Boa Vista (sul de Macau, RN)**. 1985. 141f. Relatório (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1985.

- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: diagnóstico do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2005. 16 p.
- CREMONINI, Oscar Antonio; KARNER, G. D. Soerguimento termal e erosão na bacia Potiguar submersa e seu relacionamento com a evolução da margem equatorial brasileira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. [Atas]... Recife: SBG Núcleo Nordeste, 1995. p. 181-184. Boletim 14.
- _____; GOULART, J. P. M.; SOARES, U. M. O Rifte Potiguar: novos dados e implicações tectônicas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Rio Claro. **Boletim**...Rio Claro: UNESP, 1996. p. 89-93.
- _____. **Caracterização estrutural e evolução da área de Ubarana, porção submersa da bacia Potiguar, Brasil**. 1993. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1993.
- DANTAS, Alexandre Ranier. **Mapeamento estrutural da porção central e sudeste da falha Afonso Bezerra, bacia Potiguar, RN**. 2004. 111f. Relatório (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.
- DANTAS, Eugênio Pacelli. **Gravimetria e sensoriamento remoto**: uma aplicação ao estudo da tectônica recente entre Macau e São Bento do Norte (RN). 1998. 97f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica), Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1998.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação, 1999.
- FERREIRA, Joaquim Mendes et al. Superposition of local and regional stresses in northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around the Potiguar marginal basin. **Geophysical Journal International**, Oxford, v. 134, n. 2, p. 341-355, Aug. 1998.
- FOLK, Robert Louis. Practical petrography classification of limestone. **AAPG Bulletin**, Tulsa, v. 43, n. 1, p. 1-38, Jan. 1959.
- FORTES, Fernando Parentes. **Mapa Geológico da bacia Potiguar**:
folha SB.24-K-II Mossoró. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1985. 1 mapa. Escala 1:100.000.
- FRANÇOLIN, João Batista de Lellis; SZATMARI, Peter. Mecanismo de rifteamento da porção oriental da margem norte brasileira. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 196-207, 1987.
- GIANNINI, Paulo César Fonseca. Depósito de rochas sedimentares. In: TEIXEIRA, Wilson (Org.) et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p 286-304.
- HACKSPACHER, Peter Christian; OLIVEIRA Diógenes Custódio de. A evolução estrutural das zonas de cisalhamento Portalegre e Santa Mônica, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 28 out.-04 nov. 1984, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: SBG Núcleo Rio de Janeiro, 1984, v. 4, p. 1679-1692.
- _____. et al. A Falha de Afonso Bezerra como evidência de significativo tectonismo frágil NW-SE na bacia Potiguar emersa, RN. **Boletim do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, v. 10, p. 33-44, 1985.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Atlas para a promoção do investimento sustentável no Rio Grande do Norte**. módulo I: zona homogênea mossoroense. Natal: IDEMA, 2005. 205 p. 1 atlas.
- JAMES, Noel P.; MACINTYRE, Ian G.; HARRIS, Paul Mitchell (Ed.). **Carbonate depositional environments, modern and ancient**. Golden, Colo.: Colorado School of Mines, 1986. p. 1-74. (Colorado School of Mines quarterly, v. 80, n.3).
- _____. Shallowing-upward sequences in carbonates. In: WAIKER, Roger G. (Ed.). **Facies models**, 2ª ed. St. John's, NL: Geological Association of Canada, 1984. p. 213-228. (Geoscience Canada reprint series, 1).
- KOBLUK, David R.; RISK, M.J. Micritization and carbonate-grain binding by endolithic algae. **AAPG Bulletin**, Tulsa, v. 61, n. 7, p. p. 1069-1082, Jul. 1977.
- LEGRAND, Jean Michel et al. Propriedades dos fluidos circulantes nas falhas NW-SE pós-campanianas da bacia Potiguar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba. **Anais**... Curitiba: SBG, 2008. p. 129.
- LIMA, Claudio Coelho de et al. O grupo Barreiras na bacia Potiguar: relações entre o padrão de afloramento, estruturas pré-brasilianas e neotectonismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais**... Natal: SBG Núcleo Nordeste, 1990. v. 2., p. 607-620.
- _____; NASCIMENTO, Edes; ASSUMPÇÃO, Marcelo. Stress orientations in Brazilian sedimentary basins from breakout analysis: implications for force models in the South American plate. **Geophysical Journal International**, Oxford, v. 130, n.1, p. 112-124, Jul. 1997.
- LIMA, Elissandra Nascimento Moura et al. Reativação cenozoica do sistema de falhas de Afonso Bezerra, bacia Potiguar. **Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 77-93, 2011. Disponível em

<<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/5493>>. Acesso em 29 ago. 2013.

_____ et al. Sedimentação e deformação tectônica cenozóicas na porção central da bacia Potiguar. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 15-28, mar. 2010.

_____ et al. 3-D geometry and luminescence chronology of Quaternary soft-sediment deformation structures in gravels, northeastern Brazil. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 235, n. 3-4, p. 160-171, Apr. 2010.

LIMA, Maria da Guia. **A história do intemperismo na província Borborema oriental, nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas**. 2008. 251f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

MATOS, Renato M. Darros de. **Resolução sísmica versus modelos geológicos na exploração da bacia Potiguar**. Natal: PETROBRAS, 1993.

10 p. Relatório interno.

_____. The northeast Brazilian rift system. **Tectonics**, [Washington], v. 11, n. 4, p. 766-791, Aug. 1992.

MELO, N.D. **Geoquímica e caracterização dos fluidos associados às estruturas rúpteis pós-campanianas da bacia Potiguar**. 2005. 71f. Relatório (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

MINORA, Poliana Linhares Silva; AMARO, Venerando Eustaquio; SOUTO, Michael Vandesteem Silva. 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., 26-30 maio 2010, Coimbra. **[Actas]...** Coimbra: [Universidade de Coimbra], 2010. Simultaneamente ao II Seminário Ibero-americano de Geografia Física.

MORAIS, Rute Maria Oliveira de et al. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 19-30, out. 2006.

NOGUEIRA, Francisco César Costa; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; CASTRO, David Lopes de. Deformação rúptil em depósitos da formação Barreiras na porção leste da bacia Potiguar. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 51-59, out. 2006.

OLIVEIRA, Avelino Ignacio de; LEONARDOS, Othon Henry. **Geologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813 p., il. (Série Didática, 2).

OLIVEIRA, Diógenes Custódio de; MATOS, Renato Marcos Darros de; SOARES, Ubiraci Manoel. Contribuição ao estudo de estruturas rasas na bacia Potiguar: análise estrutural do afloramento Afonso Bezerra (RN) e adjacências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4., 23-26 nov. 1993, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 1993. p. 306-311. Boletim SBG Núcleo Minas Gerais, 12.

PEREIRA, Márcio José. Considerações sobre a estratigrafia do Cenomaniano-Santoniano em algumas bacias marginais brasileiras e sua implicação na história tectônica e sedimentar da margem continental. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3-4, p. 171-176, jul./dez. 1992.

PESSOA NETO, Olaviano da Cruz et al. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 357-369, maio/nov. 2007.

ROSSETI, Dilce de Fátima. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2,

p. 7-18, out. 2006.

_____ 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**, Amsterdam, v. 300, n. 1-4, p. 191-204, Feb. 2011.

_____. Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 169, n. 3-4, p. 151-174, Jul. 2004.

_____ et al. Sediment deformation in Miocene and post-Miocene strata, Northeastern Brazil: evidence for paleoseismicity in a passive margin. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 235, n. 3-4, p. 172-187, Apr. 2011.

SÁ, Emanuel Ferraz Jardim de et al. **Mapa geológico do estado do Rio Grande do Norte**. [S.l.]: DNPM; UFRN; PETROBRAS, 1998. 1 mapa. Escala 1:500.000.

SANTOS, Ana Cristina Crescêncio dos. **Mapeamento litofaciológico da formação Jandaíra (bacia Potiguar), região a sul de Mossoró**. 2009. 80 f. Relatório (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SANTOS, Rafael Duarte. **Expressão em superfície do sistema de falhas Poço Verde-Caraúbas, bacia Potiguar**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SCHOLLE, Peter A. **A collar illustrated guide to carbonate rock constituents cements and porosities**.

Tulsa, Okla.: AAPG, 1978. 241 p. (American Association of Petroleum Geologists Memoir, 27).

SCOFFIN, Terence. P. **An introduction to carbonate sediments and rocks**. Glasgow: blackie; New York: Chapman and Hall, 1987. 274 p.

SIAL, Alcides Nóbrega. Significado tectônico do posicionamento de rochas básicas post-paleozoicas do NE do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7., 1975, Fortaleza. **[Atas]...** Fortaleza: SBG Núcleo Nordeste, 1975. v.3, p. 37-51. Boletim SBG Núcleo Nordeste, 5.

SILVA, Cleverson Guizan. **Holocene stratigraphy and evolution of the Açú river delta, Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil**. 1991. 400 p. Tese (Doutorado) - Duke University, Durham, NC, 1991.

SILVA, I. T. **Faciologia, diagênese e propriedades petrofísicas na formação Jandaíra, porção oeste**

bacia Potiguar. 2007. 113 f. Relatório (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2007.

SOUSA, Maria O. L.; BEZERRA, Francisco Hilário Rego. As tensões tectônicas campanianas-cenozoicas na bacia Potiguar, Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 21., 13-15 nov. 2005, Recife. **Resumos expandidos**. Recife: SBG Núcleo Nordeste, 2005. p. 329-330.

SOUZA, Sérgio Menin Teixeira de. Atualização da litoestratigrafia da bacia Potiguar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982. Salvador. **Anais...** Salvador: SBG Núcleo bahia, 1982. v. 5, p. 2392-2406.

TEIXEIRA, L. **Arcabouço estrutural da porção submersa da bacia Potiguar**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1991. [Não paginado]. Relatório interno.