

Rafael Monteiro Valadão

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA
DE ARENITOS DAS FORMAÇÕES GRAJAÚ E CODÓ (CRETÁCEO DA
BACIA DO PARNAÍBA) EM TESTEMUNHOS DE SONDAGEM**

Trabalho Final de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009

Rafael Monteiro Valadão

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA DE
ARENITOS DAS FORMAÇÕES GRAJAÚ E CODÓ (CRETÁCEO DA BACIA DO
PARNAÍBA) EM TESTEMUNHOS DE SONDAGEM**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Leonardo Borghi

RAFAEL, Monteiro Valadão.

Caracterização petrográfica e evolução diagenética de arenitos das formações Grajaú e Codó (Cretáceo da bacia do Parnaíba) em testemunhos de sondagem / Rafael Monteiro Valadão - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2009.

xii, 31 p. : il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2009.

Orientador: Leonardo Borghi

1. Geologia. 2. Petrografia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Leonardo, Borghi. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,

Rafael Monteiro Valadão

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA DE
ARENITOS DAS FORMAÇÕES GRAJAÚ E CODÓ (CRETÁCEO DA BACIA DO
PARNAÍBA) EM TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

Trabalho Final de Curso de Graduação em
Geologia do Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ, apresentado como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador:

Leonardo Borghi

Aprovado em: 14.09.2009

Por:

Orientador: Leonardo Borghi (UFRJ)

Carlos Jorge de Abreu (UFRJ)

Lílian Souza da Silveira (CENPES)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009

“A educação é uma coisa admirável, mas é bom recordar que nada do que vale a pena saber pode ser ensinado.”
Oscar Wild.

Agradecimentos

Agradeço a minha família pelo apoio fundamental nessa caminhada árdua e suada, no qual não seria possível sem eles.

A Viviane e Fabiane, minhas irmãs, pelo suporte “capital”, nesse último ano, proporcionando uma tranquilidade necessária para este.

Aos amigos, Rafael “geléia”; Vinicius “vinny boy”; Theodor “terremoto”; James “Nando” gambet; que só proporcionaram boas piadas e bons momentos nesses anos de faculdade.

A Thais, que chegou há pouco tempo, mas já é muito importante na minha vida e foi FUNDAMENTAL nesse *sprint* final.

A Ana Lucia; Julice; Lílian; Chris; pelo período de estágio na Gerência de Petrografia e Sedimentologia CENPES/PETROBRAS onde aprendi muito e pude analisar as lâminas.

E a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente com esse trabalho.

Resumo

VALADÃO, Rafael Monteiro. **Caracterização petrográfica e evolução diagenética de arenitos das formações Grajaú e Codó (Cretáceo da bacia do Parnaíba) em testemunhos de sondagem**. 2009. xii, 31 p. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

O presente trabalho trata da caracterização petrográfica e evolução diagenética dos arenitos das Formações Codó e Grajaú (Cretáceo) da bacia do Parnaíba em testemunhos de sondagem do poço 1-UN-24-PI (Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba – DNPM/CPRM) a oeste de Coelho Neto (MA) e traçar um paralelo com a análise faciológica, com o objetivo de contribuir com o conhecimento de evolução da bacia. Foram feitas classificações dos aspectos texturais e diagenéticos que permitiram uma melhor categorização tanto da origem sedimentar quanto da evolução tectono-sedimentar da bacia. Foram identificadas amostras relacionadas a três fácies (Ao, Ac, C). Foram definidos dois eventos distintos de soterramento entre os arenitos Codó e Grajaú e um indício de exposição das areias da Formação Grajaú reforçando o modelo deposicional proposto anteriormente.

Palavra-chave: Bacia do Parnaíba; Formação Codó; Formação Grajaú; Petrografia; Diagenese

Abstract

VALADÃO, Rafael Monteiro. **Petrographic characterization and evolution of diagenetic sandstone formations and Grajaú Codó (Cretaceous Basin Parnaíba) in core from well.** 2009. xii, 31 p. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

This study dealt with the petrographic and diagenetic evolution of sandstones of Codo and Grajaú Formations (Cretaceous) basin Parnaíba in core well 1-UN-24-PI (Project Coal Basin Parnaíba - DNPM / CPRM) to West Coelho Neto (MA) and create a parallel with the facies analysis of Mendes (2004), with the objective of contributing to the knowledge of the basin evolution. Ratings were made of textural and diagenetic aspects that allowed a better classification of the origin of sedimentary and tectonic evolution of sedimentary basin. Samples were identified related to three facies (Ao, Ac, C). We defined two distinct events of burial of the sandstones of Codó and Grajaú and a hint of exposure sands Grajaú formation, strengthening the depositional model previously proposed.

Key-words: Parnaíba Basin; Codó; Grajaú; Petrographic, Diagenesis

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa de localização da bacia do Parnaíba, mostrando os limites da bacia do Grajaú, nordeste da bacia do Parnaíba e do poço 1-UN-24-PI. [p.2]

Figura 2 - Mapa geológico simplificado destacando as bacias sedimentares cretáceas, arcos e altos estruturais, as unidades geológicas do embasamento, modificado de (Nascimento, M dos S.; 2006).[p.6]

Figura 3 - Gráfico Ilustrando a relação entre a granulometria e a profundidade.[p.11]

Figura 4 - Gráfico mostrando a relação entre profundidade e seleção.[p.11]

Figura 5 - Grão de quartzo em contato suturado(A) e grão de biotita fraturado por compactação(B).[p.13]

Figura 6 - Distribuição composicional das amostras plotados no diagrama de Folk (1974) (a) e no diagrama de Dickinson (1985) (b).[p.15]

Lista de tabelas

Tabela 1 - Relação de amostras e suas profundidades.[p.3]

Tabela 2 - Relação das amostras e seus parâmetros texturais em $F_i(\sigma)$. [p.11]

Tabela 3 - Contagem petrográfica segundo Dickinson (1985) em porcentagem(%), Qtz – quartzo, Felds – feldspatos, Lito- Litoclastos, Mc- micas, Biocla- bioclastos.[p.13]

Tabela 4 - Relação das amostras e suas classificações segundo Folk (1974).[p.14]

Lista de quadros

Quadro 1 - Relação de fácies e sucessões de fácies modificada de Mendes e Borghi (2005).[p.8]

Lista de Estampas (Apêndice B)

ESTAMPA I - Apêndice B₁ aspectos granulométricos.[p.29]

Figura A - Aspecto da fácies Ac, exibindo granulometria grossa a muito grossa, profundidade 105,70m.

Figura B - Aspecto da fácies Ao, exibindo granulometria fina a muito fina, profundidade 186,20m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo granulometria fina a média, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ac, exibindo granulometria fina a média, profundidade 221,60m.

ESTAMPA II – Apêndice B₂ aspectos composicionais.[p.30]

Figura A - Aspecto da fácies Ac, exibindo classificação mineralógica arcósio lítico, profundidade 221,60m.

Figura B - Aspecto da fácies C, exibindo classificação mineralógica litoarenito feldspático, profundidade 212,20m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo classificação mineralógica arcósio lítico, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ao, exibindo classificação mineralógica arcósio, profundidade 186,20m.

QT- quartzo; FLD- feldspato; LIT- fragmento lítico; K- caulinita; C- fragmento carbonático; Biot- biotita;

Ca- calcita

ESTAMPA III – Apêndice B₃ aspectos diagenéticos.[31]

Figura A - Aspecto da fácies Ao, exibindo porosidade móldica, profundidade 113,80m.

Figura B - Aspecto da fácies C, exibindo cimento carbonático (seta), profundidade 139,50m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo cimentação carbonática substituindo grãos próximos, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ac, exibindo precipitação de caulinita, profundidade 221,60m.

Figura E- Aspecto da fácies Ac, exibindo deformação da biotita, profundidade 221,60m.

Figura F- Aspecto da fácies Ac, exibindo caulinização da biotita (seta) e porosidade móldica(P), profundidade 221,60m.

Sumário

| | |
|--|-----|
| Resumo..... | vii |
| Lista de figuras..... | ix |
| Lista de tabelas..... | x |
| Lista de quadros..... | xi |
| Lista de Estampas..... | xii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 3 |
| 3 CONTEXTO GEOLÓGICO..... | 5 |
| 3.1 Formações Codó e Grajaú..... | 7 |
| 4 RESULTADOS..... | 10 |
| 4.1 Aspectos texturais..... | 10 |
| 4.1.1 Granulometria..... | 10 |
| 4.1.2 Seleção | 10 |
| 4.2 Caracterização composicional..... | 12 |
| 4.2.1 Aspectos gerais..... | 12 |
| 4.2.2 Aspectos diagenéticos..... | 13 |
| 4.3 Revisão conceitual diagenética..... | 16 |
| 5 DISCUSSÃO SOBRE A DIAGÊNESE | 18 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 20 |
| Referências bibliográficas..... | 21 |
| Apêndice A.1 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 1 | |
| Apêndice A.2 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 2 | |
| Apêndice A.3 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 3 | |
| Apêndice A.4 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 4 | |

Apêndice A.5 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 5

Apêndice A.6 – Descrições petrográficas das lâminas, amostra 6

Apêndice B.1 – Estampas das classes granulométricas

Apêndice B.2 – Estampas dos aspectos composicionais

Apêndice B.3 – Estampas dos aspectos diagenéticos

1 INTRODUÇÃO

Depósitos Aptianos correspondentes à Formação Codó na bacia da Parnaíba têm despertado interesse, não só pelo aspecto econômico (extração de calcário e gipso e folhelhos potenciais geradores de hidrocarbonetos), como também por se constituírem no principal registro exposto dos estágios iniciais de abertura do Oceano Atlântico Equatorial.

O estudo da composição mineralógica de areias e arenitos pode não só contribuir para o reconhecimento da fonte sedimentar assim como a caracterização da qualidade das rochas reservatórios e para a compreensão dos efeitos da evolução diagenética (i.e., porosidade secundária por dissolução, matriz secundária, compactação e cimentação).

Pesquisas realizadas por Soares et al. (1978), Góes et al. (1992), Almeida e Carneiro (2004), Rossetti e Truckenbrodt (1997), Aguiar (1969), Lisboa (1914), Cunha e Carneiro (1972), Carneiro (1974), Lima e Leite (1978), Lovato *et al* (1994), Lisboa (1935), Góes e Feijó (1994), Rodrigues *et al.* (1994), Rossetti *et al.* (2001) fornecem a base de conhecimentos sobre fatores que influenciam a evolução dessa bacia sobre tudo no seu intervalo Cretáceo, tais como atividade estrutural, análise faciológica, estratigrafia, paleontologia.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise petrográfica em lâminas delgadas de amostras de arenitos do intervalo Aptiano/Albiano (formações Codó e Grajaú) obtidos de testemunhos.

A finalidade de estimular futuras discussões e contribuir com o estudo petrográfico das formações, como forma de contribuição à compreensão e avaliação da qualidade dos arenitos como possíveis reservatórios.

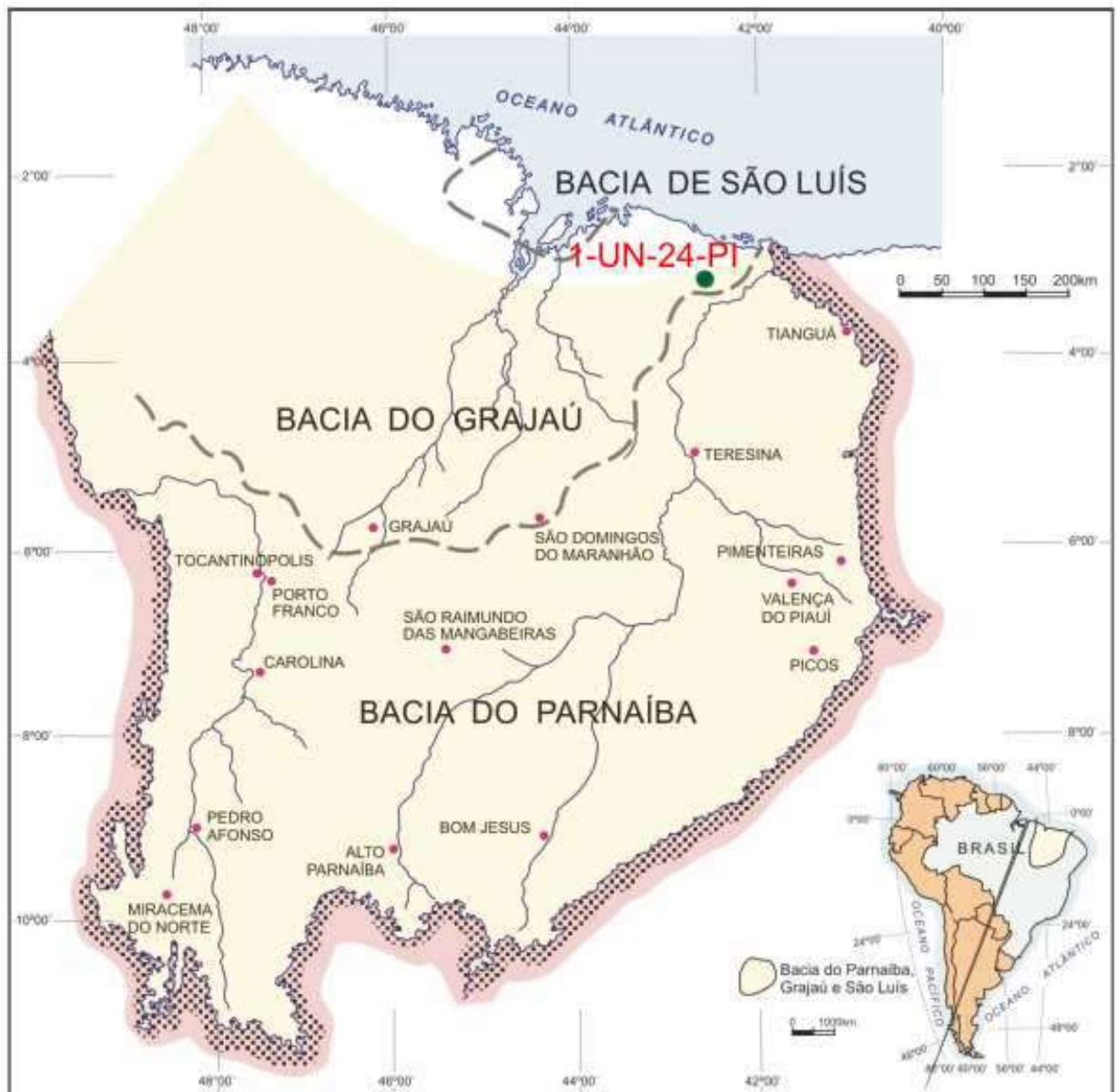


Figura 1 Mapa de localização da bacia do Parnaíba, mostrando os limites da bacia do Grajaú, nordeste da bacia do Parnaíba e do poço 1-UN-24-PI.(modificado de CPRM, 2003)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Como material do estudo foram utilizadas seis lâminas petrográficas (Tabela 1) confeccionadas a partir de amostras coletadas em testemunho (poço 1-UN-24-PI) executado pelo projeto carvão da Bacia do Parnaíba, realizado pelo convenio entre CPRM e DNPM (DNPM/CPRM, 1975).

A área de estudo na qual se inserem os poços localiza-se a norte da bacia do Parnaíba, entre as cidades de Coelho Neto (MA) e Teresina (PI), Demerval Lobão (PI) e Alto Parnaíba (MA) e Anapurus (MA) (Figura1).

Tabela 1 Relação de amostras e suas profundidades (poço 1-UM-24-PI).

| Amostras | Profundidade (m) |
|----------|------------------|
| 1 | 105,70 |
| 2 | 113,80 |
| 3 | 139,50 |
| 4 | 186,20 |
| 5 | 212,20 |
| 6 | 221,60 |

O método aplicado neste trabalho foi, em primeiro lugar, o de escolha das amostras, dando preferência aos arenitos das formações Codó e Grajaú. Após a confecção das lâminas, foi efetuada a descrição microscópicas das mesmas, utilizando o microscópio (Zeiss Axioimager A1), onde buscou caracterizar aspectos mineralógicos, granulométricos e texturais, segundo Folk (1974) com contagem de 300 pontos por lâmina com o intuito de identificar com maior detalhe que permitisse uma classificação petrográfica segundo Folk (1974) e de petrofacies segundo o diagrama QmFL de Dickinson (1985). As lâminas petrográficas foram observadas e fotografadas com câmeras digitais (AxioCam MRc) cujo as imagens

foram tratadas digitalmente pelo programa AxioVision®, no laboratório de petrografia do CENPES/Petrobras.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

A bacia do Parnaíba é uma bacia interior cratônica localizada na região Nordeste do Brasil, que ocupa uma área de aproximadamente 600.000 km² e cuja sucessão sedimentar, em seu depocentro, chega a mais de 3 km de espessura, é limitada a norte pelo Arco Ferrer (Arco São Vicente Ferrer–Urbano Santos–Guamá); a leste pela Falha de Tauá; a sudeste pelo Lineamento Senador Pompeu; a oeste pelo Lineamento Tocantins–Araguaia; e, a noroeste, pelo Arco Tocantins (Góes, 1995). Seu substrato, conforme descrito por Nunes (1993), consiste-se de maciços arqueanos (Granja e Goiás), crátons sinbrasilianos (São Luís e Núcleo Cratônico Central), cinturões orogênicos brasilianos (Gurupi, Araguaia e terrenos da Província Borborema). Sobre este substrato, implantaram-se estruturas grabeniformes no Mesoproterozóico, Neoproterozóico e no Fanerozóico (Cambro-Ordoviciano). A porção norte da bacia é compreendida a supersequência cretácea que compreende as formações Itapecuru, Grajaú e Codó.

O preenchimento da bacia do Parnaíba ocorreu em cinco grandes seqüências deposicionais, correlacionáveis a ciclos tectônicos de caráter global (SOARES et al., 1978; GÓES et al. 1992).

A sedimentação cretácea nesta bacia, segundo Almeida e Carneiro (2004), se processou em caráter restrito, quando o mar ingressou sobre a porção norte da bacia do Parnaíba, possivelmente, pela região da Bacia de Barreirinhas, a partir do Atlântico Equatorial, estendendo-se por uma grande área. Esta sedimentação limitou-se sobre a porção norte da bacia do Parnaíba e à áreas adjacentes no nordeste do Brasil (ALMEIDA e CARNEIRO, 2004).

Os sedimentos Aptianos representativos deste período são folhelhos negros, evaporitos e calcários lacustres da Formação Codó, que interdigitam-se aos arenitos flúvio-deltaicos da Formação Grajaú. Sobre esta seqüência se sucederam novas condições de sedimentação continental, em regime regressivo, depositando uma sucessão siliciclástica representada por

depósitos albianos, incluídos na Unidade Indiferenciada (eo-mesoalbiana), parte estratigráfica significativa do Grupo Itapecuru (ROSSETTI e TRUCKENBRODT, 1997).

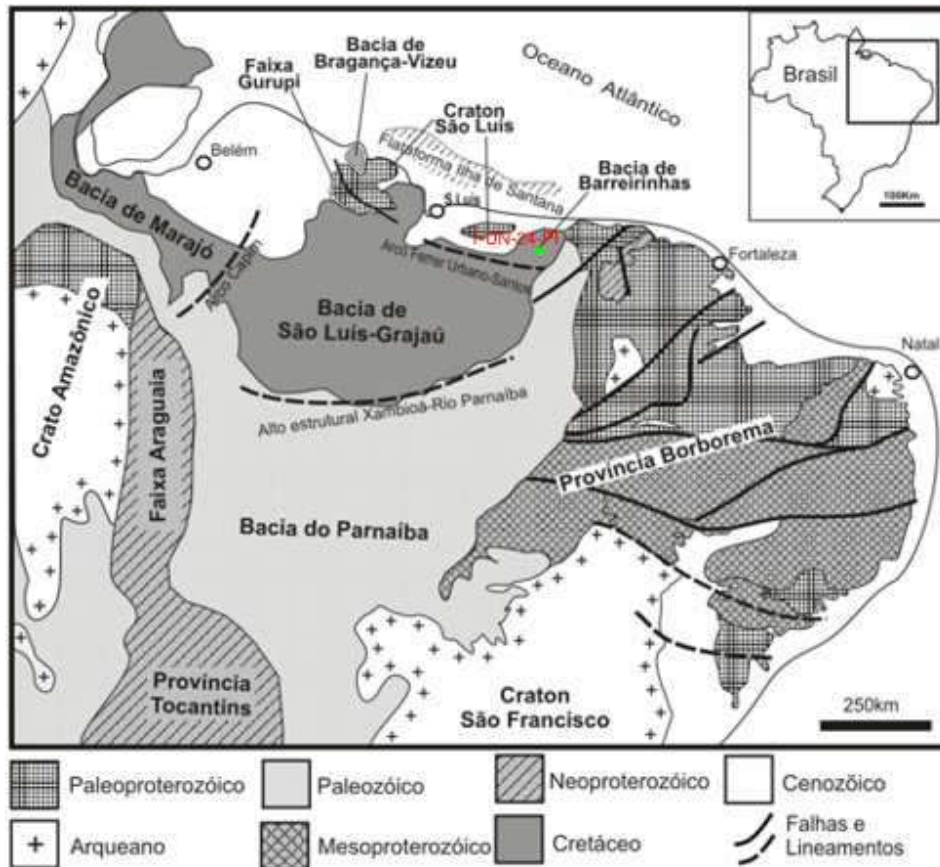


Figura 2 Mapa geológico simplificado destacando as bacias sedimentares cretáceas, arcos e altos estruturais, as unidades geológicas do embasamento (modificado de Nascimento, 2006).

3.1 Formações Codó e Grajaú

Os folhelhos betuminosos, calcários (Formação Codó) e arenitos (Formação Grajaú) que afloram no Município de Codó (MA), foram referidos inicialmente por Lisboa (1914) e foram denominados da Formação Codó incluindo os arenitos anteriormente denominados Grajaú.

Aguiar (1969), adotou o mesmo critério utilizado por Lisboa (1935), os arenitos Grajaú se elevaram à categoria de formação, possuindo a mesma idade que a Formação Codó porém com variação lateral de fácies segundo Cunha e Carneiro (1972). Carneiro (1974) define a Formação Grajaú como arenitos com intercalações de argilitos vermelhos. Lovato *et al* (1994) descrevem os arenitos da Formação Grajaú como de cor creme-claro, granulometria fina a média, quartzosos bimodais, arredondados apresentando estratificação cruzada acanalada de pequeno e grande porte e estratificações plano- paralela, de ambientes eólicos.

Cunha e Carneiro (1972), Carneiro (1974) e Lima e Leite (1978) indicaram que as Formações Codó e Grajaú são interdigitadas. O contato inferior com a Formação Codó com a Formação Grajaú foi considerado concordante com discordâncias locais e o contato superior com a Formação Itapecuru é concordante.

Góes e Feijó (1994) colocam as unidades Grajaú, Codó e Itapecuru na mesma seqüência deposicional. Estas são relacionadas com a evolução estrutural do arco Ferrer-Urbano Santos (Rezende e Pamplona, 1970), importante unidade desenvolvida durante a abertura do Atlântico Equatorial.

Rodrigues *et al.* (1994) divide os sedimentos da Formação Codó em seqüências evaporítica basal, conglomerática e pelítica média, e arenosa superior. A seqüência evaporítica basal é caracterizada por folhelhos pretos betuminosos e calcilitos escuros na base. São recobertos por folhelhos verdes e avermelhados, recortados por veios de calcita. No topo apresenta

bancos de gipsita nodular, branca a acinzentada. A seqüência média de base conglomerática, é constituída por bancos com fragmentos do calcilutito com folhelhos e gipsita intercalados.

As camadas arenosas superiores representada por arenitos quartzosos, amarelados, foram situa das por Rodrigues *et al.* (1994), no topo da Formação Codó.

Segundo Mendes (2004) foram reconhecidas doze litofácies (referidas como fácies por simplicidade), ilustradas no Quadro 1. Dentre essas fácies, sete são terrígenas, quatro químicas e uma biogênica. Entre as terrígenas, três são pelíticas (Fe, Fp e Sc), três psamíticas (Ao, Ac, Ac(c)) e uma psefítica (C); entre as químicas, duas são de textura fina (cL e cS), enquanto que duas outras são grossas (B e G); já entre as biogênicas, somente uma, é arenítica (cA). Foram descritas seis sucessões de fácies, sumarizadas no Quadro 1, das quais quatro são terrígenas (SF1, SF4, SF5e SF6), uma terrígeno-evaporítica (SF2) e, outra, evaporítica (SF3), as quais se inserem em sistemas deposicionais lacustre, lacustre hipersalino e de *sabkha* continental (Quadro 1).

Quadro 1 Relação de fácies e sucessões de fácies segundo de Mendes e Borghi (2005).

| Código | Diagnose | Interpretação |
|---------------|---|--|
| SF1 | Sucessão das fácies Ac-Ao-Sc-Fe em ciclos de afinamento granulométrico | Sistema flúvio-lacustre (com passagem de um lago marginal, de pequena lâmina d'água a subexposto, para lago mais fundo, hipersalino e anóxico) |
| SF2 | Sucessões cíclicas das fácies Fé-cL/cS-G/Sc | Sistema lacustre hipersalino, cujas fácies passam de um paleoambiente fundo para raso |
| SF3 | Sucessão de fácies cA-G-cL/Fé | Sistema de <i>sabkha</i> continental |
| SF4 | Sucessão autorreflexiva de camadas das fácies Ac ou C | Sistema fluvial (psefíticos ou psamíticos) |
| SF5 | Sucessão autorreflexiva de camadas da fácies Fp | Sistema lacustre (com variação na salinidade) |
| SF6 | Sucessão das fácies Ac-Ac(c)-Ao-Sc-Fp, em ciclos de afinamento granulométrico | Sistema fluvio-lacustre (resultante de eventos de regressão forçada seguida por afogamento lacustre) |

A partir dos dados palinológicos de Lima *et al.* (1980) e Lima (1982) conseguiram indicar idade Alagoas Superior (Eoalbiano). Por correlação com a Formação Santana, a parte basal com calcários laminados é datada no Aptiano, e a superior é datada no Eoalbiano e em Góes e Feijó (1994) a idade é situada no Gálico. Rosseti *et al.* (2001) indicou a idade Neoptiana para a unidade atribuída à Formação Codó e Meso/NeoAlbiano para a unidade superior.

4 RESULTADOS

Texturalmente as amostras variam muito de granulometria e seleção, tendo todas elas a variação de grãos subangulosos a subarredondados.

Composicionalmente, as amostras dos testemunhos são constituídas predominantemente por grãos de quartzo monocristalino ($Q_m = 28\%$); feldspato (microclina e plagioclásio) ($F = 12\%$); e quartzo policristalino ($Q_p = 0,83\%$); além de fragmentos líticos ($L = 13,3\%$), bioclastos (fragmentos carbonáticos ; $Biocl = 6\%$), minerais pesados ($1,5\%$)

As amostras apresentaram porosidade intergranular, intragranular e por dissolução, compactação, *overgrowth* e *outgrowth* de quartzo, precipitação de óxido de ferro e cimento carbonático.

4.1 Aspectos texturais

4.1.1 Granulometria

A frequência granulométrica das amostras apresenta um intervalo de areias medias a fina pela amostra 3 (139,50m) e amostra 6 (221,60m), areias finas a muito finas pelas amostra 2 (113,80m) e amostra 4 (186,20m) e um intervalo de areias grossas pela amostra 1 (105,70) e amostra 5 (212,20m) retratado na Estampa I.

4.1.2 Seleção

O desvio padrão calculado aponta seleção pobre para as amostras 1 ($\sigma = 1,00$) e 5 ($\sigma = 0,70$), seleção moderada para as amostras 2 ($\sigma = 0,44$), 3 ($\sigma = 0,57$) e 6 ($\sigma = 0,60$), e bem selecionada para amostra 4 ($\sigma = 0,49$).

Tabela 2 Relação das amostras e seus parâmetros texturais em Phi(σ).

| Parâmetros Texturais | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| Amostra | Profundidade m | Média | Moda | Si | Ski |
| 1 | 105,70 | 1,253 | 0,961 | 1,003 | -0,049 |
| 2 | 113,80 | 0,091 | 0,091 | 0,440 | 0,198 |
| 3 | 139,50 | 0,277 | 0,256 | 0,571 | 0,000 |
| 4 | 186,20 | 0,101 | 0,093 | 0,489 | -0,101 |
| 5 | 212,20 | 0,671 | 0,614 | 0,695 | 0,009 |
| 6 | 221,60 | 0,189 | 0,166 | 0,595 | -0,201 |

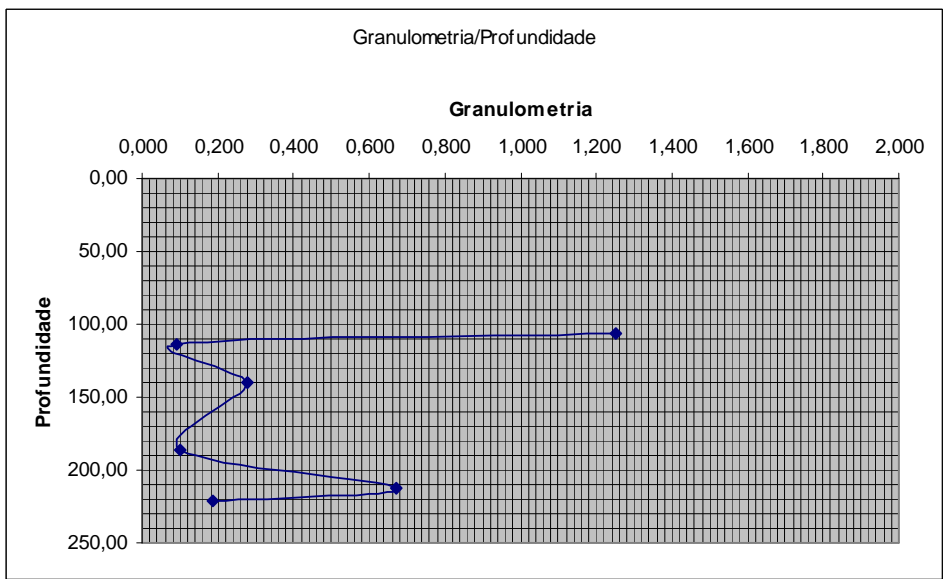


Figura 3 Gráfico ilustrando a relação entre a granulometria e a profundidade.

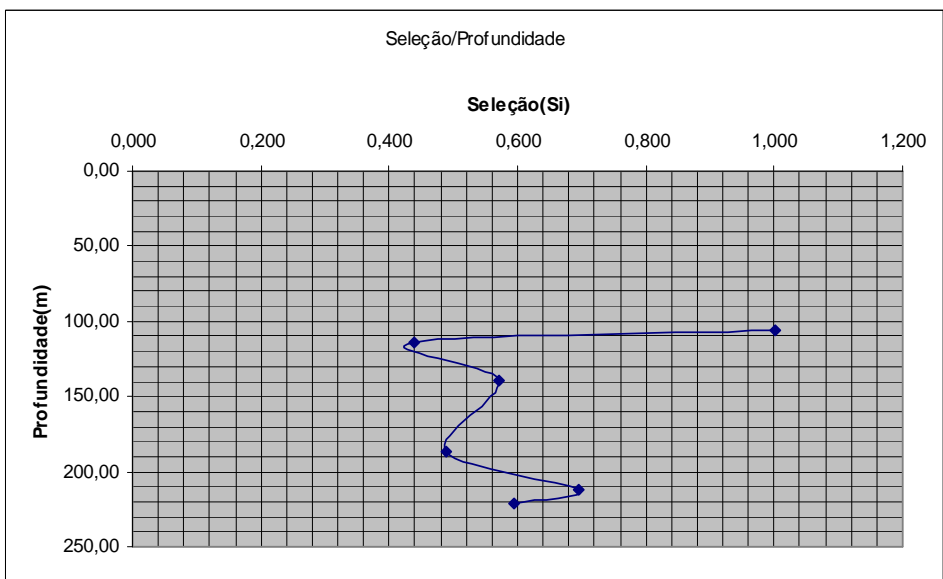


Figura 4 Gráfico mostrando a relação entre profundidade e seleção.

4.2 Características composicionais

4.2.1 Aspectos gerais

O principal mineral constituinte das amostras é o quartzo (29%). Predominando o monocrystalino com extinção reta ($Q_{mo} = 60\%$), e raramente, de quartzo policristalino ($Q_p = 0,9\%$). Podem ou não apresentar fraturas, microporosidade intergranular, cutícula de óxido de Ferro. Os grãos em sua maioria apresentam-se subangulosos.

Os feldspatos ($F_{eld} = 11,3\%$) são compostos em sua maioria por microclina (11%) e subordinadamente pelo plagioclásio (0,3%), podem ou não apresentar feições de alteração dos mais variados graus. A maioria apresenta cor acastanhada indicando oxidação, com forma subarredondada, mas em geral possuem forma subangulosa a angulosa.

Os fragmentos líticos ($L_T = 12\%$) são muito abundantes. São constituídos em sua maioria por arenitos, rochas ígneas e metamórficas de granulacão fina, apresentam variadas dimensões, desde a granulometria areia fina até superiores aos grãos do arcabouço, geralmente são arredondados (Estampa II).

Os bioclastos (6,9%) estão presentes nas amostras, e em geral são fragmentos carbonáticos.

Os minerais acessórios (1,0%) são compostos basicamente por biotita e minerais “pesados” como zircão e turmalina que também ocorrem como inclusões nos grãos de quartzo monocrystalino. Constituem a minoria da assembléia mineralógica.

A argila (2%) ocorre de forma dispersa como matriz, ou intraclasto de argila que foram dissolvidos e/ou compactados, e por vezes envolvem grãos do arcabouço.

Tabela 3 - Contagem petrográfica segundo Dickinson (1985) em porcentagem(%), Qtz – quartzo, Felds – feldspatos, Lito- Litoclastos, Mc- micas, Biocla- bioclastos.

| Mineralogia % | | | | | | |
|---------------|-----------|------------|------|-----------|--------------|---------|
| Clásticos | | | | | Diagenéticos | |
| Quartzo | Feldspato | Litoclasto | Mica | Bioclasto | Porosidade | Cimento |
| 21 | 4 | 33 | 6 | 12 | 4 | 14 |
| 32 | 11 | 3 | 8 | 5 | 23 | 14 |
| 34 | 16 | 12 | 5 | 4 | 5 | 17 |
| 39 | 16 | 1,7 | 4 | 5,3 | 15 | 12 |
| 21 | 8 | 23 | 11 | 9 | 9 | 7 |
| 27 | 16 | 7 | 6 | 6 | 6 | 19 |

4.2.2 Aspectos diagenéticos

A porosidade das amostras é variada, de baixa a ausente (1,3,6), moderada (5) e boa a muito boa (2,4), ver Tabela 1, identificadas e classificadas como intergranular, intragranular e secundária (por dissolução de grão). Sendo controlada principalmente pela precipitação de carbonato (não identificado na colorimetria), por compactação mecânica, cimentação carbonática, sobrecrecimento de sílica (*outgrowth* de quartzo), grãos com contatos suturados e grãos deformados e precipitação de óxido de ferro (Estampa III).

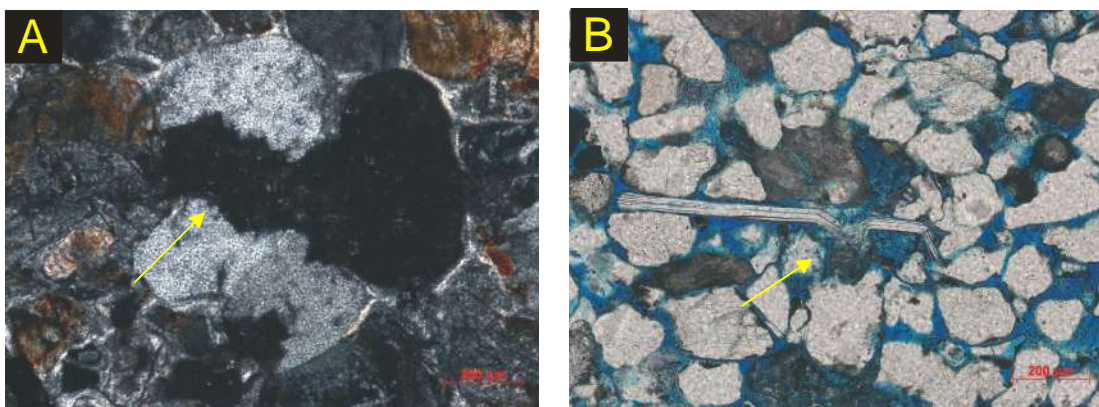


Figura 5 Grão de quartzo em contato suturado (A) e grão de biotita fraturado por compactação(B).

A precipitação de sílica é citada na literatura como um importante evento diagenético redutor de porosidade (MORAD et al, 2000). O crescimento sintaxial (ou secundário) foi evidenciado pelas inclusões de argilas e óxidos ao redor do grão detrítico e por grãos de quartzo com faces cristalinas bem formadas.

A pressão exercida pela coluna sedimentar atua em toda a história de soterramento dos sedimentos. O rearranjo textural essencialmente físico dos grãos, que ocorre desde a deposição, representa o processo de maior redução de porosidade (FÜCHTBAUER, 1967; DE ROS, 1985). Este rearranjo (ou compactação mecânica), que ocorre desde o início do soterramento dos sedimentos e atinge um máximo em profundidades rasas.

Os principais processos de compactação responsáveis pela redução de porosidade incluem: rotação e deslizamento de grãos (principalmente relacionado a quartzo e feldspato), deformação de grãos dúcteis, deformação de grãos flexíveis (e.g., micas), fratura de grãos resistentes e compactação química (dissolução por pressão ao longo dos contatos intergranulares).

Os arenitos do testemunho foram classificados de acordo com o diagrama de Folk (1974) disposto na tabela abaixo:

Tabela 4 Relação das amostras e suas classificações segundo Folk (1974).

| Amostra | Profundidade (m) | Classificação |
|---------|------------------|-------------------------|
| 1 | 105,7 | Litoarenito |
| 2 | 113,80 | Arcósio |
| 3 | 139,50 | Arcósio lítico |
| 4 | 186,20 | Arcósio |
| 5 | 212,20 | Litoarenito feldspático |
| 6 | 221,60 | Arcósio lítico |

A classificação petrográfica do diagrama ternário de Dickinson, (1985) aponta para sedimentos de margem ativa (Figura 6) que correspondem a sedimentos mistos e retrabalhados. No testemunho foi identificados um perfil em termos de proveniência situada em ambiente continental transicional e margem ativa.

Em termos de proveniência o feldspato potássico pode indicar derivação a partir de rochas graníticas, geralmente é resistente ao intemperismo apesar de ter sofrido reciclagem e algumas alterações durante o transporte desde a área fonte até o sítio de deposição, e as amostras que plotaram no campo continental transicional do diagrama de Dickinson (Figura 6b) apresentam menor maturidade do que o quartzo-arenito, indicando que possivelmente as coberturas sedimentares foram retiradas e expuseram as rochas do embasamento.

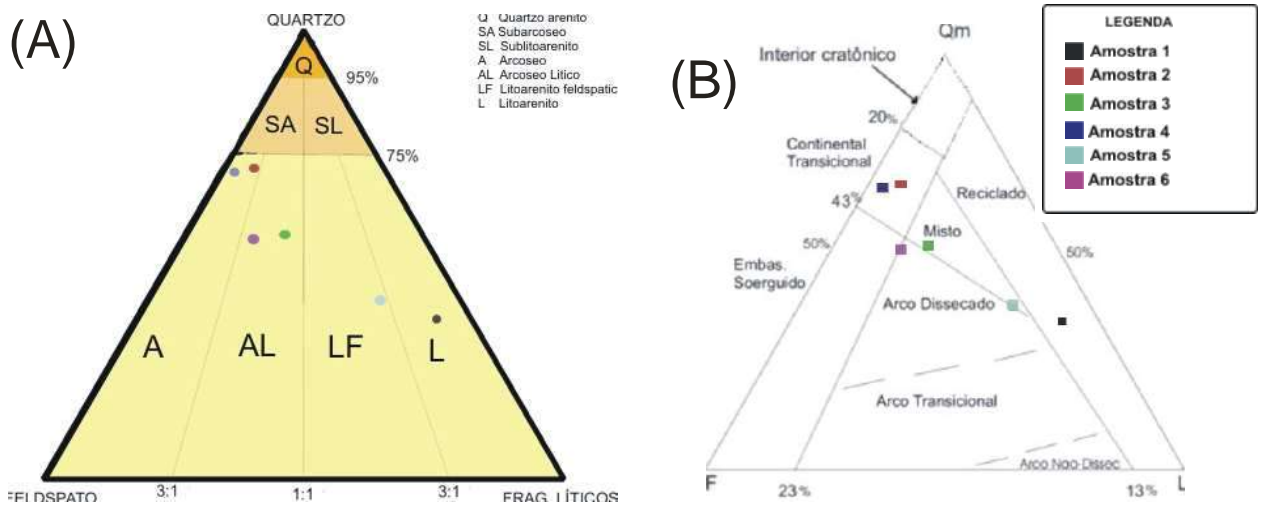


Figura 6 Distribuição composicional das amostras plotados no diagrama de Folk (1974) (a) e no diagrama de Dickinson (1985) (b).

4.3 Revisão conceitual diagenética

A diagênese engloba os processos físicos e químicos que afetam os sedimentos após a sua deposição e durante os primeiros milhares de metros de soterramento, ocorrendo a baixas temperaturas ($< 200^{\circ}\text{C}$) e pressões ($< 2000\text{ kg/cm}^2$), e na presença de grande quantidade de soluções aquosas, com diferentes valores de salinidade. As alterações diagenéticas são classificadas com base em limites de temperatura e soterramento (*sensu* MORAD et al., 2000), conforme segue:

(i) **Eodiagênese** – engloba as alterações que ocorrem a profundidades de soterramento inferiores a 2 km e temperaturas inferiores a 70°C , onde a química das águas intersticiais é controlada pelas águas do ambiente deposicional e/ou circulação das águas superficiais, onde as características deposicionais (textura, estruturas, geometria dos sedimentos) influem no fluxo de fluidos. É também a fase principal de expulsão da água e perda de porosidade por compactação;

(ii) **Mesodiagênese** – engloba as alterações que ocorrem a profundidades de soterramento superiores a 2 km e temperaturas superiores a 70°C , caracterizado por um efetivo isolamento da superfície e dos fluidos superficiais, onde os fluidos diagenéticos são modificados pelas reações com os minerais;

(iii) **Telodiagênese** – engloba alterações decorrentes de soerguimento (*uplift*) ou da infiltração profunda de águas meteóricas, comumente sob influência de águas meteóricas, com o retorno às condições superficiais de rochas anteriormente submetidas às alterações mesodiagenéticas. Comumente associadas à formação de discordâncias.

As alterações eodiagenéticas têm forte controle por parte de fatores relacionados ao ambiente deposicional, tais como a textura, composição detrítica, conteúdo de matéria orgânica, composição de fluidos intersticiais deposicionais, clima e características hidrológicas da bacia.

(MORAD, 1998). Essas alterações promovem a interação entre sedimentos e fluidos superficiais. A intensidade da eodiagênese é função da taxa de sedimentação: quando alta, os sedimentos são rapidamente soterrados e isolados dos efeitos superficiais; quando baixa, ocorre prolongada exposição às influências superficiais (DE ROS, 1996).

As alterações mesodiagénéticas, em virtude do restrito fluxo de fluidos durante a diagênese profunda, são muito influenciadas pela porosidade e permeabilidade remanescentes, apresentando menor relação com fácies deposicionais, e abrangência espacial que transpassa os limites entre fácies, face à maior correlação com padrões de circulação de fluidos em escala regional (STONECIPHER, 2000). Desta forma, bruscas variações verticais e laterais na suíte de alterações diagenéticas são mais comumente relacionadas a controles deposicionais, e associadas a reações eodiagenéticas. As alterações mesodiagenéticas são comumente, entretanto, produzidas ou favorecidas pela presença de fases eodiagenéticas específicas, estas últimas com forte influência deposicional.

5 DISCUSSÃO SOBRE A DIAGÊNESE

A amostra **1**, da (fácies **A_c**), é interpretada como aporte terrígeno depositado por corrente subaquosa em regime de fluxo inferior alternada com decantação e deformada por escape de fluidos Mendes (2004), apresenta cimentação carbonática e indícios de leve compactação e porosidade ausente. Classifica-se no diagrama de Folk (1968) como um litoarenito e no diagrama de Dickinson (1985) representa uma ambiente de sedimentos reciclado. No contexto de evolução diagenética podemos relacioná-la num intervalo eodiagenético e interpretado como um paleoambiente fluvial segundo Morad *et al* (2000).

As amostras **2** e **4**, da fácies **A_o**, são interpretadas por Mendes (2004) como aporte terrígeno macroclástico (fluxo trativo), reelaborado por fluxo oscilatório (onda), apresentam porosidade alta, grãos expandidos de biotita devido à caulinição (Estampa III), dissolução de grãos. Classificam-se no diagrama de Folk (1968) como um arcósio e, no diagrama de Dickinson (1985), representa uma ambiente continental transicional. No contexto de evolução diagenética podemos relacioná-los à fase eodiagenética e interpretado como paleoambiente de lâminas d'água rasa, e a porosidade elevada evidência exposição dos depósitos a águas meteóricas.

A amostra **3**, da fácies **C**, de Mendes (2004) interpretada como deposição por processos subaquosos de alta energia, por fluxo gravitacional (fluxo de detritos) ou mais provavelmente trativo (corrente), apresenta cimentação carbonática, micas cloritizadas, precipitação de sílica e dissolução de grãos. Classificam-se no diagrama de Folk (1968) como um arcósio lítico e, no diagrama de Dickinson (1985), representa um ambiente de sedimentação mesclada por região cratônica e ambiente soerguido. No contexto de evolução diagenética podemos relacioná-la na

fase eodiagenética e interpretado como um paleoambiente subaquoso de processo trativo de alta energia Morad *et al* (2000).

A amostra **5** de fácies **C**, classificada por Mendes (2004), como deposição por processos subaquosos de alta energia, por fluxo gravitacional (fluxo de detritos) ou mais provavelmente trativo (corrente), apresenta precipitação acentuada por caulinita e ilita, presença de albitização, compactação pôr apresentar contatos suturados, porosidade regular intragranular por dissolução de grãos e precipitação de calcedônea. Classificam-se no diagrama de Folk (1968) como um litoarenito feldspático e no diagrama de Dickinson (1985) representa uma ambiente de arco dissecado. No contexto de evolução diagenética podemos relacioná-la na fase mesodiagenética e interpretado como paleoambiente fluvial (Morad *et al*, 2000)

A amostra **6**, da fácies **A_c**, de Mendes (2004), é interpretada como aporte terrígeno depositado por corrente subaquosa em regime de fluxo inferior alternada com decantação e deformada por escape de fluidos, apresenta alta cimentação por caulinita/diquita, biotitas deformadas, quartzo overgrowth, presença de albitização, porosidade intragranular por dissolução. Classificam-se no diagrama de Folk (1968) como um arcósio lítico e no diagrama de Dickinson (1985) representa uma ambiente de arco dissecado. No contexto de evolução diagenética podemos relacioná-la na fase mesodiagenética e interpretando um paleoambiente fluvial (Morad *et al*, 2000).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu ampliar a caracterização textural e diagenética, complementando o estudo faciológico realizado por Mendes (2004).

A identificação da composição mineralógica permite analisar e complementar os estudos de evolução tectono-sedimentar da bacia durante o Albiano-Aptiano (Cretáceo) e determinar os ambientes tectônicos em que se formaram os arenitos, permitindo nomear os arenitos segundo Folk (1974). Esse estudo contribui para a compreensão da distribuição mineralógica e de parâmetros texturais nas amostras analisadas.

Aliado as informações anteriores, o estudo diagenéticos realizado no testemunho, permite maior compreensão da evolução da bacia, reforçando os conceitos faciológicos de Mendes (2004).

Referências bibliográficas

- Aguiar, G. A. Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. Petrobras. *Rel. Interno, Belém*, v. 371, p.55, 1969.
- Aguiar, G. A. Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: Congressos Brasileiros de Geologia, 25, São Paulo, Anais... São Paulo: SBG, v.3, p.113–122. , 1971.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H.; CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Geologia, Tectônica, e Recursos Minerais do Brasil*. 692 p cap.II, 67-68. 2003
- Carneiro, R.G. Mapeamento estrutural da área de Grajaú-Imperatriz. Belém, *PETROBRAS, Relatório técnico*. N. 358, 45p, 1974.
- Cunha, F.M.B. da; Carneiro, R.G. *Interpretação fotográfica do centro-oeste da bacia do Maranhão*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, Anais..., São Paulo, SBG, 1972,V.3, p.65-79, 1972.
- De Ros, L.F., *Compositional controls in sandstones diagenesis*. Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 198, p.24. 1996.
- De Ros, L.F. Petrologia e características de reservatório da Formação Sergi (Jurássico) no Campo de Sesmaria, Bacia do Recôncavo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Escola de Minas, Departamento de Geologia, UFOP, p.194, 1985.
- Dias, J.L. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste Brasileira. *Boletim Geociência Petrobras*, Rio de Janeiro, v.13, n. 1, p. 7-25, 2004.
- Dickinson, W.R. Interpreting provenance relation from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G.G. (ed) *Provenance of arenites*. Dordrecht, D. Reidl Publ., p.333-361. (NATO Series) 1985.
- Folk, R.L. *Petrology of sedimentary rocks*. 2.ed. Austin, Hemphill Publ. Co., p.184, 1974.
- Ftichtbauer, H. Influence of different types of diagenesis on sandstone porosity: Seventh World Petroleum Congress Proceedings, p. 354-369, 1967.
- Góes, A. M. O. e Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.8, n.8, p.57–67, 1994.
- Góes, A. M. O, Travassos, W. A. e Nunes, K. C. Projeto Parnaíba – Reavaliação das bacias e perspectivas exploratórias. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.1, 1993.

- Goes, A.M. A formação Poti (carbonífero inferior) da bacia do Parnaíba. V.171-. Tese (Doutorado em geociências) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1995.
- Góes, A.M. & Truckenbrodt, W. (Eds.). O Cretáceo na Bacia de São Luís – Grajaú. Belém: mpeg Editoração p.151–174, 2001.
- Gonçalves, D.F., Rossetti, D.F., Truckenbrodt, W., Mendes A.C. Argilominerais da Formação Codó(Aptiano Ssuperio), Bacia do Grajaú, nordeste do Brasil, *Latin American Journal of sedimentology and basin analysis*, v.13 (1), p.59-75, 2006.
- Lima M.R. Palinologia da formação Codó na região de Codó, Maranhão. *Boletim IGUSP*, v.13, p.116-128. 1982.
- Lima, E.A.A. e Leite, J.F. Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Integração Geológica-metalogenética. Recife, DNPM/CPRM. p.437, 1978.
- Lima, M.R., V.J. Fúlfaro e A. Bartorelli. Análise Palinológica de sedimentos Cretáceos da região de Marabá, estado do Pará. *Boletim do Instituto de Geociências da USP*, v.11 p.155-161, 1980.
- Lisboa. M.A.R. The Permian geology of Northern Brazil. *Am. Jour. Of Sci. Ser, New Haven, Ser. 4*, v.37, n.221, 1914.
- Lovato, O.G.; Caye, B.R.; Araujo, C.C. de; Camozzato, E.(Org.). Programa levantamentos geológicos Básicos do Brasil. Projeto especial mapas de recursos minerais. Folha Barra do Corda. SB 23-V-D, estado do Maranhão, escala 1:250.000, Brasília, CPRM, 75p anexos, 1994.
- Mendes, M. S. *Análise faciológica da formação Codó (Aptiano/Albiano), na bacia do Parnaíba*. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.
- Mendes, M. S. e Borghi, L. Análise faciológica da formação Codó (Cretáceo, bacia do Parnaíba) em testemunhos de sondagem. In: Congresso Brasileiro de P&D em Óleo e Gás, v.3, 2005, Salvador. Resumos... Salvador: IBP, 1CD-ROM, p.6, 2005.
- Morad, S. Carbonate cementation in sandstone: distribution patterns and geochemical evolution. In: S. Morad (ed.) Carbonate cementation in sandstone. International Association of Sedimentologists Special Publication, v.26. Blackwell Science. p. 1-26, 1998.
- Morad, S. *Diagenesis of clastic sedimentary rocks*. Universidade de Uppsala, Departamento de Mineralogia e Petrologia. Uppsala, Suécia. p.290, 1991.
- Morad, S., Ketzer, M., De Ros, F. Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: implications for mass transfer in sedimentary basins. *Sedimentology*, v.47: p.95-120, 2000.

Paz, J. D.S. and Rossetti, Dilce F. Petrography of gypsum-bearing facies of the Codó Formation (Late Aptian), Northern Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciências.*, v.78, no.3, p.557-572. ISSN 0001-3765, Sept 2006.

Paz, J. D. S e Rossetti, D. F. Reconstrução paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. In: Rossetti, D. F.; Góes A. M., e Truckenbrodt W. (eds.), O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú. Belém, *Coleção Friedrich Katzer*, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 77-100, 2001.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R. *Sand and Sandstone*. New York, Springer- Verlag, p.618, 1973.

Ramos, M. I. F.; Rossetti, D. F.; Paz, J. D. S. Caracterização e Significado Paleoambiental da Fauna de Ostracodes da Formação Codó (Neoaptiano) Leste da Bacia do Grajaú, Ma, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*. 2006.

Resende, W. M. de, Pamplona, H. R. P., (1970). Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. *B. Tec. Petrobrás*. Rio de Janeiro, v.13, n. ½, p. 5-14, jan/jun. 1970.

Rodrigues, R. Estudo sedimentológico e estratigráfico de depósitos Silurianos e Devonianos da Bacia do Parnaíba. Petrobras. Rel. Interno, Belém, v.273, p.61, 1967.

Rossetti, D.F. Arquitetura deposicional da Bacia de São Luís-Grajaú. In: ROSSETTI, D.F.; Góes, A.M. & Truckenbrodt, W. (Eds.). O Cretáceo na Bacia de São Luís–Grajaú. Belém: mpeg Editoração, p. 31–46, 2001.

Rossetti, D. F. e Truckenbrodt, W. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano-Terciário (?) na Bacia de São Luís, Maranhão. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências da Terra*, v.9 p.31-43, 1997.

Soares, P. C.; Landim, P. M. B. e Fulfaro, V. J. Tectonic cycles and sedimentary sequencies in the brasilian intracratonic basins. *Bulletin Geological Society of America*, v.89, p. 181–1991, 1978.

Rossetti, D. F.; Góes A. M., e Truckenbrodt W. (eds.), O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú. Belém, *Coleção Friedrich Katzer*, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 101-117.

Rossetti, D.F; Jackson, D.S. Paz and Ana M. Góes, *Facies from Codó Formation in the Grajaú Area*, Ma. *An Acad Bras Cienc* 76 (4), 2004.

APÊNDICE A – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 1 (105,70m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito muito grosso a grosso com grânulos e areia fina, muito pobremente selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo monocristalino e policristalino, K-feldspato, plagioclásio, intraclastos argilosos, fragmentos líticos (carbonático, arenitos e ígneos) titanita.

Como constituintes diagenéticos ocorre pirita, óxido de titânio, calcita, clorita. A amostra apresenta pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade ruim; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; compactação; geração de pseudomatriz; intensa cimentação por carbonato; calcita blocosa intergranular

APÊNDICE A.2 – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 2 (113,80m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito fino a muito fino, muito bem selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, intraclastos argilosos, raro fragmento carbonático, titanita e zircão.

Como constituintes diagenéticos ocorre pirita, óxido de titânio, calcita. A amostra apresenta pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade muito boa; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; compactação; geração de pseudomatriz; intensa dissolução de feldspatos; intensa cimentação por quartzo; precipitação de calcita (mineral de substituição de micas).

APÊNDICE A.3 – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 3 (139,50m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito médio a fino, moderadamente selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, muscovita, biotita, intraclastos argilosos, fragmentos líticos (arenitos e ígneos), raro fragmento carbonático, titanita e turmalina. Como constituintes diagenéticos ocorrem pirita, óxido de titânio, calcita , *overgrowth* de quartzo. A amostra apresenta pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade ruim a ausente; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; compactação; geração de pseudomatriz; intensa substituição de grãos quartzo; intensa cimentação por quartzo e; precipitação de calcita (mineral de substituição de micas e blocosa intergranular).

APÊNDICE A.4 – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 4 (186,20m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito fino a muito fino, bem selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, estaurolita, intraclastos argilosos, titanita.

Como constituintes diagenéticos ocorre pirita, óxido de titânio, calcita. A amostra apresenta rara pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade boa a muito boa; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; compactação; contatos suturados; deformação de grãos; geração de pseudomatriz; intensa dissolução de quartzos; baixa cimentação por quartzo e feldspato; precipitação de calcita (mineral de substituição de micas).

APÊNDICE A.5 – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 5 (212,20m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito médio a grosso, pobremente selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, muscovita, biotita, intraclastos argilosos, fragmentos líticos (arenito, Ígneos), titanita pseudomorfos de quartzo (calcedônia) .

Como constituintes diagenéticos ocorre pirita, óxido de titânio, calcita, *overgrowth* de quartzo. A amostra apresenta pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade moderada; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; pouca compactação; contatos suturados; geração de pseudomatriz; intensa dissolução de feldspatos; intensa cimentação por quartzo e carbonato; precipitação de carbonato (mineral de substituição de micas e quartzos).

APÊNDICE A.6 – Descrição petrográfica das lâminas delgadas

Amostra 6 (221,60m)

Descrição Microscópica:

A rocha corresponde a arenito fino, moderadamente selecionado, constituído por grãos subangulosos a subarredondados de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, intraclastos argilosos, fragmentos líticos (arenitos e Ígneos), titanita.

Como constituintes diagenéticos ocorre pirita, óxido de titânio, caulinita, calcita, *overgrowth* de quartzo. A amostra apresenta rara pseudomatriz.

Qualidade de Reservatório:

Porosidade ruim; intergranular, móldica, intragranular e microporosidade.

Eventos Diagenéticos:

Precipitação de pirita e óxido de titânio; compactação; geração de pseudomatriz;

Intensa dissolução de feldspatos; intensa cimentação por quartzo e feldspato, precipitação de clorita; precipitação de calcita (mineral de substituição de micas e blocosa intergranular).

Figura A - Aspecto da fácies Ac, exibindo granulometria grossa a muito grossa, profundidade 105,70m.

Figura B - Aspecto da fácies Ao, exibindo granulometria fina a muito fina, profundidade 186,20m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo granulometria fina a média, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ac, exibindo granulometria fina a média, profundidade 221,60m.

APÊNDICE B.1 – Aspecto granulométrico

ESTAMPA I

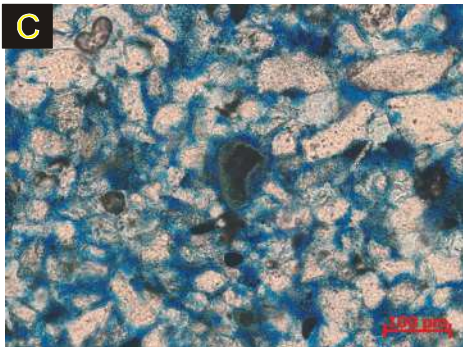
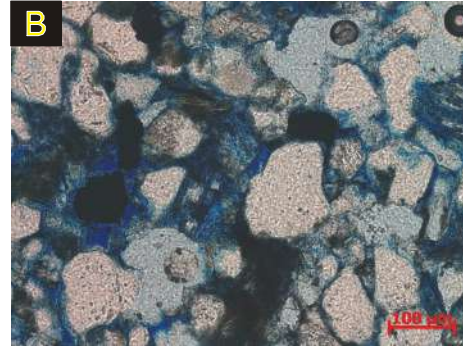
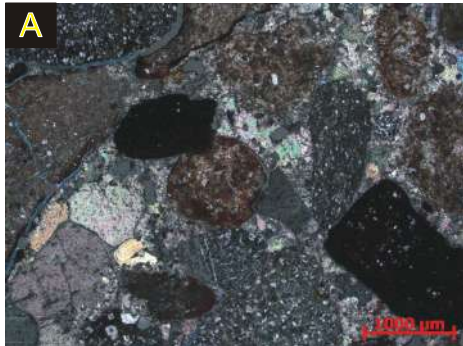


Figura A - Aspecto da fácies Ac, exibindo classificação mineralógica arcósio lítico, profundidade 221,60m.

Figura B - Aspecto da fácies C, exibindo classificação mineralógica litoarenito feldspático, profundidade 212,20m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo classificação mineralógica arcósio lítico, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ao, exibindo classificação mineralógica arcósio, profundidade 186,20m.

QT- quartzo; FLD- feldspato; LIT- fragmento lítico; K- caulinita; C- fragmento carbonático; Biot- biotita;

Ca- calcita

APÊNDICE B.2 – Aspecto composicional

ESTAMPA II

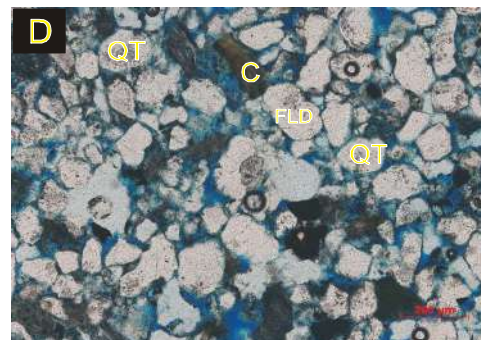
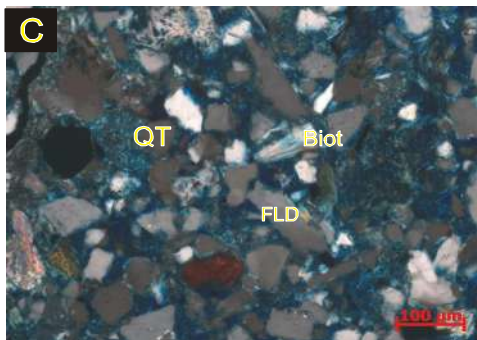
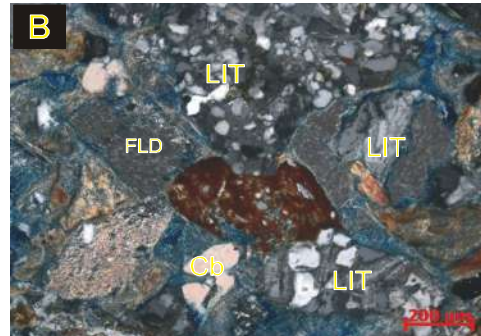
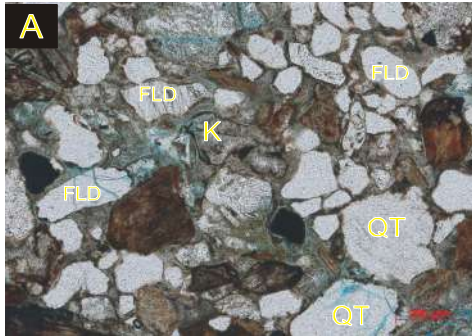


Figura A - Aspecto da fácies Ao, exibindo porosidade móldica, profundidade 113,80m.

Figura B - Aspecto da fácies C, exibindo cimento carbonático (seta), profundidade 139,50m.

Figura C - Aspecto da fácies C, exibindo cimentação carbonática substituindo grãos próximos, profundidade 139,50m.

Figura D -Aspecto da fácies Ac, exibindo precipitação de caulinita, profundidade 221,60m.

Figura E - Aspecto da fácies Ac, exibindo deformação da biotita, profundidade 221,60m.

Figura F - Aspecto da fácies Ac, exibindo caulinização da biotita (seta) e porosidade móldica (P), profundidade 221,60m.

APÊNDICE B.3- Aspecto diagenético

ESTAMPA III

