

ESTRATIGRAFIA DA FAIXA COSTEIRA RECIFE-NATAL (BACIA DA PARAÍBA E PLATAFORMA DE NATAL), NE BRASIL

*José Antonio Barbosa¹
Virgínio Henrique Neumann²
Mário Lima Filho³
Ebenézer Moreno de Souza⁴
Maurílio Amâncio de Moraes⁵*

1 PRH-26/ANP//UFPE, barboant@hotmail.com

2, 3 DGEO-UFPE, neumann@ufpe.br; mflf@ufpe.br

4 CNEN, emoreno@oi.com.br

5 Graduando, DGEO-UFPE, amanciogeo@hotmail.com

RESUMO: Este trabalho apresenta novos dados a respeito da estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal, englobando as bacias costeiras da Paraíba e da Plataforma de Natal. A partir da análise dos registros de 430 poços na área estudada foram elaborados mapas de isópacas das unidades litoestratigráficas, o que permitiu verificar a ocorrência de cada unidade interpretada e sua espessura.

As formações Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha, abrangendo desde o Coniaciano? – Santoniano até o Paleoceno, apresentam-se restritas aos domínios da Bacia da Paraíba, sendo sua deposição limitada na faixa costeira dessa bacia a sul pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE), e a norte pela Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA). Ao norte da ZCPA, até o norte da cidade de Natal, ocorrem as sub-bacias Canguaretama e Natal, aqui denominadas como Plataforma de Natal, cujos estratos de sua seção basal são associados à Formação Jandaíra da Bacia Potiguar. A seção superior dos estratos carbonáticos desse setor é de idade campaniana-maastrichtiana e pode ser correlacionada com a plataforma carbonática Gramame da Bacia da Paraíba, tendo sido ambas depositadas durante um estágio de mar alto que se seguiu a uma rápida transgressão que recobriu toda a faixa a partir do Neo-Campaniano.

As diferenças na topografia da rampa estrutural que caracteriza o embasamento de toda a faixa teriam controlado a natureza dos depósitos nas duas bacias, separadas pela ZCPA. Essa rampa apresenta maior gradiente na Bacia da Paraíba, o que permitiu a instalação de uma plataforma dominada por lama carbonática, enquanto que nas sub-bacias a norte da ZCPA, onde sempre permaneceu “alta” e menos inclinada, instalou-se uma plataforma bastante rasa, restrita e com deposição mista, com forte influência de siliciclastos.

Palavras chave: Bacia da Paraíba, bacias marginais, Estratigrafia

ABSTRACT: This paper presents new information concerning the stratigraphy of the Recife-Natal coastal zone, including the Paraíba Basin and the coastal basin of the Natal Platform. Through the analyses of the record of 430 wells along the studied area

isopach maps of the interpreted lithostratigraphic units were elaborated, allowing the interpretation of the thickness and the expression of each formation.

The Beberibe, Itamaracá, Gramame and Maria Farinha formations, ranging from Coniacian? – Santonian to Paleocene, are restricted to the Paraíba Basin domains, being its deposition limited in the coastal zone by the Pernambuco Shear Zone (ZCPE), to south, and by the Patos Shear Zone (ZCPA), to north. To north of the ZCPA there are the Canguaretama and Natal sub-basins, representing the Natal Platform coastal zone, where the basal sequence is associated to the Jandaíra Formation of Potiguar Basin. The upper sequence in the Natal Platform sector is Campanian-Maastrichtian in age, and could be correlated with the Gramame carbonate platform of Paraíba Basin. Both, the upper sequence of the Natal Platform and the Gramame carbonate platform probably were deposited during a highstand system tract stage which follows a rapid transgression which affected the whole zone since the Upper Campanian.

The differences in the topography of the ramp-like basement of the coastal zone controlled the nature of the deposits in both basins. The ramp was steeper in the Paraíba Basin sector, and it allowed the existence of a carbonate mud dominated platform, while the less steep Canguaretama-Natal ramp sector, which remained as a “high” area to the north of the ZCPA until the Touros High, contributed to the existence of a shallow, restricted and siliciclastic influenced carbonate platform.

Keywords: Paraíba Basin, marginal basins, Stratigraphy

INTRODUÇÃO

Há uma dificuldade de interpretação dos domínios das bacias marginais situadas entre Recife e o Alto de Touros, e inclusive da ocorrência de suas unidades estratigráficas. Isto se dá devido à falta de dados de subsuperfície e da região da plataforma, o que resultou em uma visão generalizada da evolução e do preenchimento sedimentar dessas bacias (Barbosa, 2004; Barbosa *et al.*, 2003, 2004; Barbosa & Lima Filho, 2005; 2006). Este estudo trata da ocorrência das unidades litoestratigráficas que

ocorrem na faixa costeira da bacia da Paraíba e da Plataforma de Natal. Neste trabalho adota-se a interpretação dos domínios da Bacia da Paraíba como proposta por Barbosa (2004). Conforme esta proposta, essa bacia costeira é limitada a sul pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE), e a norte pela falha de Mamanguape, que representa uma ramificação da Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA) (Fig. 1). A faixa localizada desde o Alto de Mamanguape, marcado pela falha de mesmo nome, até o norte da cidade de Natal, englobando as



Figura 1 – Localização das bacias de Pernambuco, da Paraíba e da Plataforma de Natal (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007).

sub-bacias Canguaretama e Natal (Mabe-soone & Alheiros, 1988, 1993), e sua plataforma adjacente, é aqui interpretada como uma área diferenciada que, pelo menos no início de sua evolução teve certa ligação com a Bacia Potiguar (Feitosa & Feitosa, 1986; Feitosa *et al.*, 2002, Lana & Roesner, 1999a, 1999b, Souza, 2006; Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004). Este setor estudado é aqui denominado como Plataforma de Natal (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007).

As zonas de cisalhamento pré-cambrianas tiveram grande importância na evolução das bacias costeiras na faixa Recife-Natal, exercendo controle do preenchimento sedimentar e de sua compartimentagem (Barbosa, 2007). Interpreta-se que o rifte Aptiano, que deu origem as bacias marginais neste trecho, tenha evoluído de sul para norte através da região das bacias de Sergipe e Alagoas alcançando a região da Bacia de Pernambuco, situada entre o Alto de Maragogi e a ZCPE, durante o Eo-Aptiano (Lima Filho, 1998). Contudo, a idade das rochas sedimentares a norte da ZCPE (Fig. 2) indica que o rifte Aptiano não avançou além dessa zona de cisalhamento, sofrendo uma deflexão para nordeste através da plataforma que se formava. Por este motivo, há uma grande diferenciação no preenchimento sedimentar da Bacia da Paraíba em relação à Bacia de Pernambuco (Barbosa & Lima Filho, 2005; Lima Filho *et al.*, 1998; Souza, 1999; 2006; Barbosa 2004, 2007). De fato, é possível que a região a norte da ZCPE, que compreende a Bacia da Paraíba e a Plataforma de Natal, tenha permanecido como um “alto” e não possua estratos da fase rifte, ou estes sejam inexpressivos (Jardim de Sá *et al.*, 2004; Barbosa, 2004, 2007; Barbosa & Lima Filho 2006). Ao que parece, o preenchimento sedimentar dessa faixa se deu tardiamente, em relação as bacias mar-

ginais vizinhas, provavelmente, após o Turoniano? (Feitosa *et al.*, 2002; Barbosa & Lima Filho, 2005, 2006). O motivo dessa diferenciação entre as bacias se deu devido ao controle de grandes blocos do embasamento, limitados pelas zonas de cisalhamento, que apresentaram comportamentos tectônicos diferenciados ao longo do período de evolução da margem continental (Barbosa & Lima Filho, 2005; Lima Filho *et al.*, 2005). A Bacia de Pernambuco e a Bacia de Alagoas, que guardam feições tectono-sedimentares semelhantes, estão a sul da ZCPE e correspondem ao Maciço Pernambuco Alagoas, no continente (Silva Filho *et al.*, 2002). Os limites da Bacia da Paraíba correspondem justamente as duas zonas de cisalhamento que delimitam a Zona Transversal do Nordeste (ZTN), e a Plataforma de Natal corresponde, no continente, à extensão do maciço São José do Campestre (MSC), que faz parte do Domínio estrutural do Rio Grande do Norte (DRN) (Van Schmus *et al.*, 2003). Cada porção desses grandes domínios estruturais afetada pelo rifteamento Atlântico se comportou de forma diferenciada durante o processo, resultando em bacias marginais com estilos tectônicos diferentes (Barbosa & Lima Filho, 2005, 2006). Neste contexto a ZTN e o MSC teriam resistido aos esforços de abertura do rifte, permanecendo como uma região alta até o Turoniano?. Esse fato, possivelmente fez com que o rifte contornasse essa região “alta”, que permaneceu sem deposição (Barbosa & Lima Filho, 2006), criando uma zona de “saliência” em relação ao lado africano da margem subsidente que, ao contrário, recebeu deposição importante nesta fase (Reyment & Dingle, 1987).

Ainda que a faixa Recife-Natal estudada tenha se comportado como uma rampa de características assemelhadas, a existência de diferentes estágios de subsidência e soer-

guimentos dos dois setores entre a ZCPE e o Alto de Touros, resultou em importantes diferenças na natureza dos depósitos entre a Bacia da Paraíba e a Plataforma de Natal (Lima Filho *et al.*, 2006; Barbosa & Lima Filho, 2005, 2006; Barbosa, 2007). A região limite entre as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal ainda carece de estudos detalhados. Devido a esse fato, ainda é incerta a compreensão da transição dos estratos da Bacia da Paraíba para os estratos existentes a norte da ZCPA, como também foi observado pelo presente estudo.

Além das diferenças na natureza dos depósitos entre as bacias, a distribuição das formações dentro das bacias também demonstra a influência de processos tectônicos que atuaram ao longo de seu preenchimento controlando a deposição e provocando eventos de erosão entre os sub-blocos limitados por falhamentos Pré-Cambrianos (Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004, 2007). O resultado desse fenômeno é uma distribuição irregular das formações mesmo entre as sub-bacias limitadas por falhas e altos.

A reunião dos dados de centenas de poços, executados para várias finalidades, permitiu obter valiosas informações sobre o comportamento do embasamento na faixa Recife-Natal (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007), e sobre o comportamento das unidades em subsuperfície tornando possível a modelagem de mapas de isópacas das unidades litoestratigráficas (Fig. 2). A interpretação dos dados obtidos das fichas de poços em relação à individualização das unidades litoestratigráficas foi apoiada pelo conhecimento obtido através de alguns poços chaves que possuem testemunhagem e, de inúmeros afloramentos ao longo de toda a faixa (Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004, 2007; Souza, 2006). Foi de muita importância para a interpretação e correlação dos dados o conhecimento obtido através dos testemunhos dos poços do Projeto Fosfato

(CPRM-PE), que representam atualmente o registro mais importante de subsuperfície da faixa estudada. Estudos anteriores abordaram a questão do mapeamento do embasamento e das unidades estratigráficas da Bacia da Paraíba (Amaral *et al.*, 1977) e da faixa Natal-João Pessoa (Queiroz *et al.*, 1985; Feitosa & Feitosa, 1986; Feitosa *et al.*, 2002), contudo, o estudo aqui apresentado caracteriza-se como o mais abrangente realizado até o momento.

ESTRATIGRAFIA DA FAIXA RECIFE-NATAL

A interpretação da descrição litológica Para a Bacia da Paraíba baseou-se, principalmente, no conhecimento das unidades a partir de afloramentos e de testemunhos de poços do Projeto Fosfato (CPRM-PE). Além disso, a descrição e algumas amostras do poço 2 IST-01-PE, perfurado pela Petrobras na Ilha de Itamaracá (ver localização Fig. 2), foram utilizadas como base para a individualização das unidades litoestratigráficas dessa bacia (Fig. 3). Esse poço é o único poço amostrado que atravessou toda a sucessão sedimentar da Bacia da Paraíba.

A Bacia da Paraíba comporta uma sucessão sedimentar que se inicia com arenitos de origem continental, fluviais e fluvio-lacustres, depositados sobre o embasamento cristalino – Formação Beberibe, de idade Coniaciano? – Santoniano. Em seguida ocorrem calcários com siliciclastos, arenitos calcíferos e margas, cuja origem está associada a um evento transgressivo que recobriu os depósitos continentais basais – Formação Itamaracá, de idade Neo-Campaniano-Eo-Maastrichtiano. Acima dos estratos da fase transgressiva ocorrem calcários e margas sem influência de siliciclastos – Formação Gramame, de idade maastrichtiana. Acima destes, e separados por um evento erosivo regional, ocorrem calcários e margas com um gradual incremento na in-

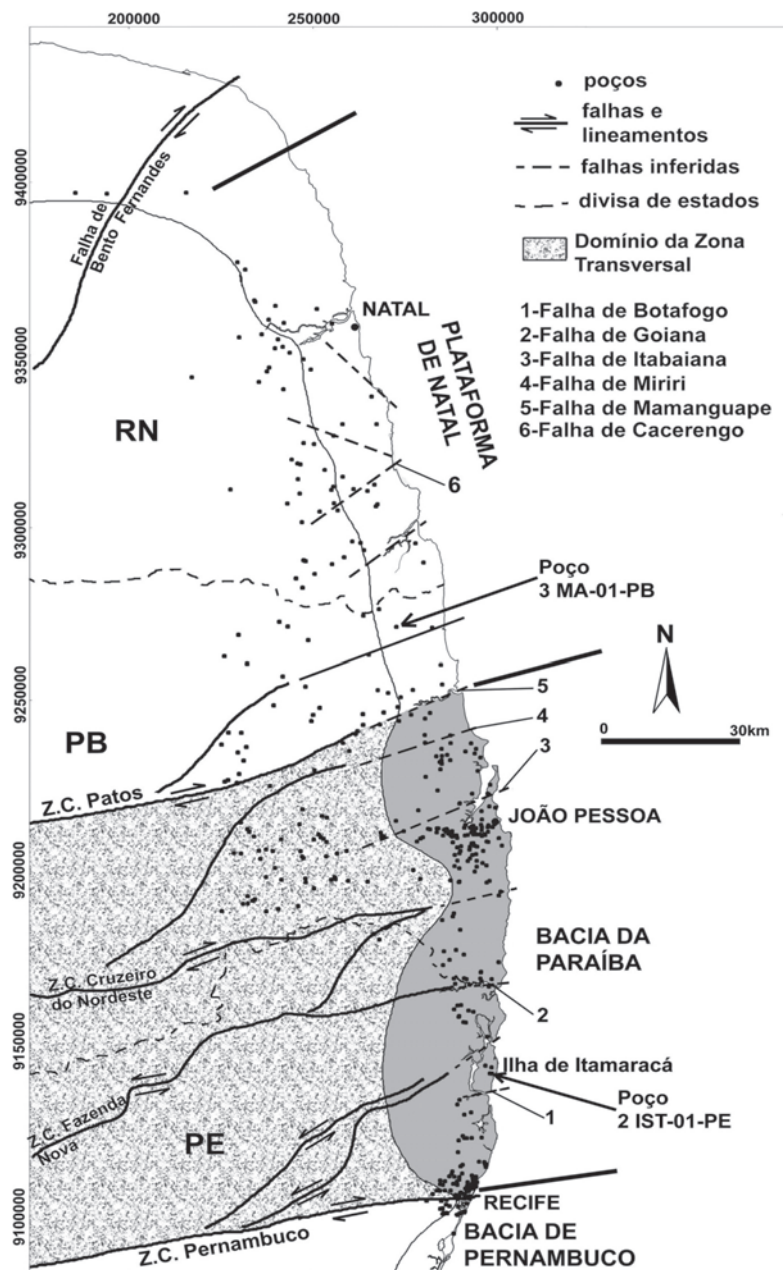


Figura 2 – Distribuição dos poços utilizados pela pesquisa na faixa costeira entre as cidades de Recife e Natal. O limite leste do mapa é a linha de costa, a segunda linha fina, a oeste, delimita a zona da faixa sedimentar costeira. A Bacia da Paraíba aparece com preenchimento cinza, e a Zona Transversal, limitada pelas ZCs, aparece com hachura texturizada. Os limites das bacias estão marcados por linhas pretas grossas, perpendiculares á linha de costa.

fluência de siliciclastos devido a um evento regressivo que se iniciou ao final do Maastrichtiano – Formação Maria Farinha, de idade Paleoceno-Eoceno? (Fig. 3).

Ao norte da Falha de Mamanguape, que marca o flanco sul do Alto de Mamanguape, a sucessão sedimentar é diferente da que ocorre na Bacia da Paraíba (Queiroz *et al.*, 1985; Damasceno *et al.*, 1986; Feitosa *et al.*, 2002; Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004; Souza, 2006). Nessa faixa, até as proximidades da cidade de Natal, ocorrem depósitos carbonáticos depositados diretamente sobre o embasamento

(Fig. 4). Os escassos trabalhos realizados em afloramentos na faixa entre o Alto de Mamanguape e a região de Natal (Subbacias Canguaretama e Natal – Fig. 1) revelaram que a porção superior desses depósitos (Campaniano-Maastrichtiano) consiste em estratos carbonáticos de plataforma rasa com forte influência de siliciclastos detríticos, cujas principais litologias são calcários com siliciclastos, arenitos calcíferos, margas e folhelos (Campanha, 1979; Campanha & Saad, 1999; Mabesoone *et al.*, 1991; Mabesoone & Alheiros 1993; Mabesoone &

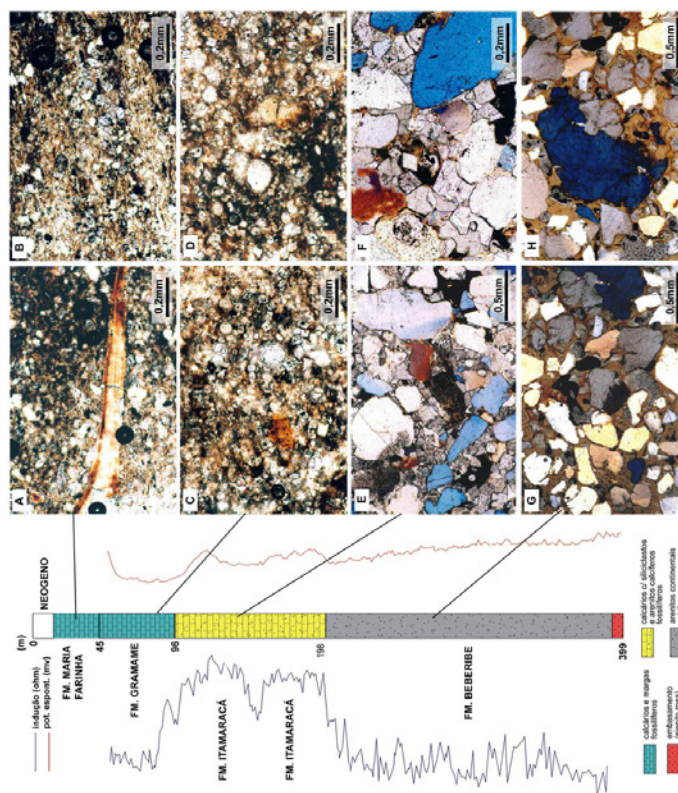


Figura 3 – Perfil do poço 2 IST-01-PE, e micrografias de amostras dos poços. A e B) Formação Maria Farinha (33m), bioesparitos com abundante conteúdo de foraminíferos bentônicos e dolomita; C e D) Formação Gramame (48m), bioesparitos e margas com abundante conteúdo de foraminíferos planctônicos e calcíferas; E e F) Formação Itamaracá (100m), arenitos calcíferos com dolomita e calcários com siliciclastos fossilíferos; G e H) Formação Beberibe (358m), arenitos continentais, de médio a grosso, silicificados e com cimentação ferruginosa.

Silva, 1991; Damasceno *et al.*, 1984, 1986; Lana & Roesner, 1999a, 199b; Hessel & Barbosa 2005a, 2005b; Barbosa *et al.*, 2005, 2005b).

Alguns poços executados ao norte do Alto de Mamanguape, com testemunhagem (Projeto Fosfato – CPRM), permitiram a

observação da sucessão sedimentar de subsuperfície. Em especial, foi observado o registro do poço 3 MA-01-PB, perfurado ao norte da cidade de Mataraca (Fig. 2). O perfil desse poço mostra que de toda a sequência atravessada, cerca de 150m, 100m correspondem a depósitos terciários atri-

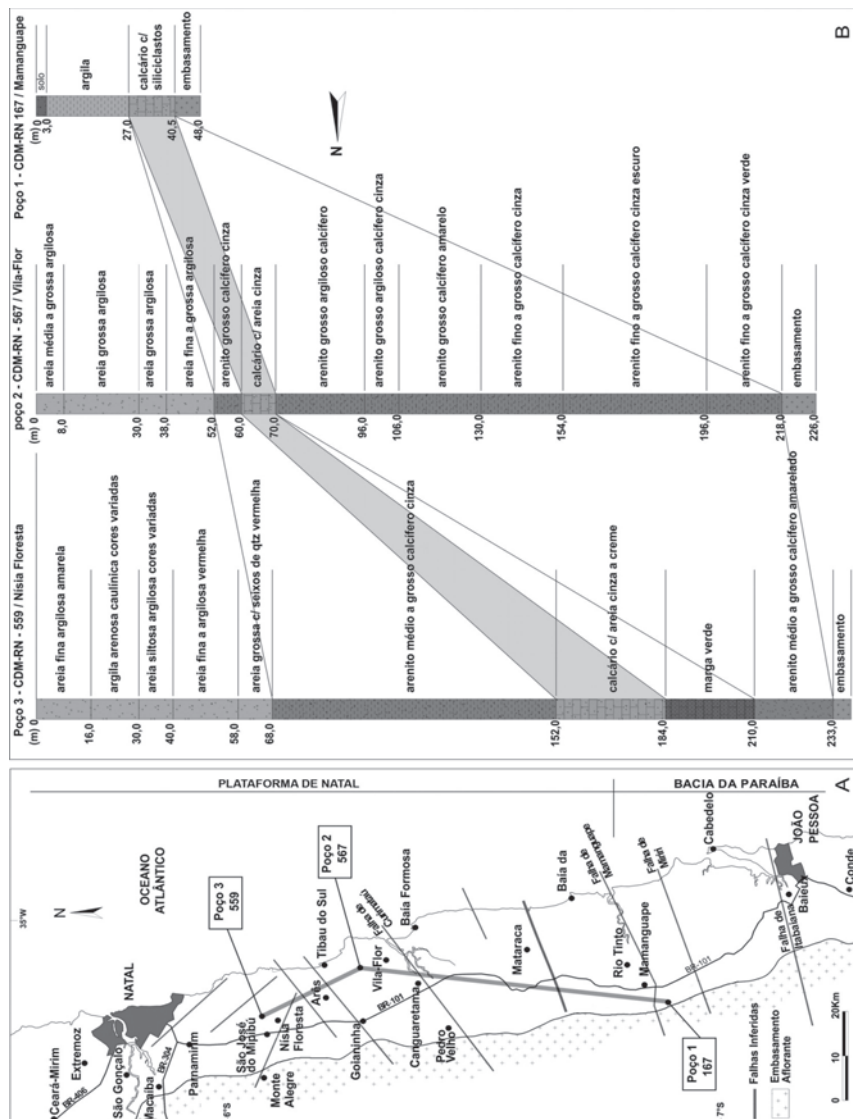


Figura 4– A) Localização de alguns poços analisados na Sub-bacia Canguaretama que atravessam toda a sucessão sedimentar. B) seção estratigráfica com o perfil dos poços localizados em A.

buídos à Formação Barreiras, e o restante consiste em depósitos carbonáticos com siliciclastos, característicos de plataforma mista e restrita (Campanha, 1979; Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007) (Figs. 4 e 5). Na faixa costeira que corresponde as sub-bacias Canguaretama e Natal, o embasamento está mais raso do que na faixa que corresponde à Bacia da Paraíba. A profundidade do embasamento na região do poço 3 MA situa-se em torno de 150-200m. É importante notar que nesse setor não aparecem, ou são pouco expressivos, estratos continentais na porção basal da coluna sedimentar (Barbosa, 2007). Embora Queiroz *et al.*, (1985), tenha sugerido a existência de arenitos continentais na base da sucessão, baseado em dados de perfis elétricos OR, o que se observa nos perfis dos poços estudados são arenitos com alguma cimentação calcífera. Aparentemente, nessa faixa toda a coluna possui influência carbonática (Figs. 4 e 5).

Alguns estudos executados em poços e afloramentos das sub-bacias de Canguaretama e de Natal, concluíram que os depósitos ali encontrados poderiam ser correlacionados com eventos de deposição carbonática da Bacia Potiguar (Campanha, 1979; Campanha & Saad, 1999; Damasceno *et al.*, 1984, 1986; Lana & Roesner, 1999a, 1999b).

Estudo de palinologia realizado em amostras de poços da faixa costeira entre as cidades de Natal e Canguaretama verificou que a coluna sedimentar ali existente, pode ser dividida em 3 partes: uma basal cuja idade pode alcançar o Turoniano, com influência continental; uma intermediária que seria eo-campaniana com menor influência marinha e componentes marinhos; e uma superior que alcançaria o Maastrichtiano (Lana & Roesner, 1999a, 1999b), esta última é caracterizada por arenitos calcíferos, margas e calcários com siliciclastos (Barbosa, 2007). Lana & Roesner (1999a, 1999b), afirmaram ainda que através dos dados obtidos, seria possí-

vel interpretar esses depósitos das sub-bacias Canguaretama e Natal como uma extensão da Formação Jandaíra.

Alguns afloramentos existentes na região de Canguaretama-Pedro Velho, próximos à divisa entre Paraíba e Rio Grande do Norte, indicam que a porção superior desses estratos é caracterizada por estratos plataformais mistos depositados em uma rampa rasa sob condições de restrição e forte influência de siliciclastos (Barbosa *et al.*, 2005a, 2005b). A fauna fóssil ali encontrada é dominada por moluscos gastrópodes e, todos os gêneros apresentam tamanho reduzido “nanismo”, o que pode indicar condições ambientais adversas. Entre as possibilidades observadas, acredita-se que a alteração da salinidade, devido à influência da drenagem sobre uma plataforma restrita, tenha sido a causa mais importante (Barbosa *et al.*, 2005a, 2005b; Barbosa, 2007). De forma geral, a fauna de invertebrados caracteriza-se por organismos enterrantes e pastadores, habitantes de recifes e de lagunas. A baixa diversidade e a abundância das poucas formas mais resistentes também é um indicador de condições ambientais restritivas. A idade obtida através da identificação de alguns moluscos fósseis aponta para o período Campaniano-Maastrichtiano (Hessel & Barbosa, 2005a, 2005b), com maior possibilidade de correlação com o Maastrichtiano, principalmente do oeste da África (Barbosa, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os resultados aqui mostrados foram obtidos a partir da elaboração de uma malha com 430 poços que abrange a área costeira desde a cidade de Recife até o norte da cidade de Natal (Fig. 2). Estes poços foram selecionados a partir de fichas de 650 poços selecionados para a pesquisa. Os perfis de poços aproveitados aqui possuem fichas cadastrais com a localização pre-

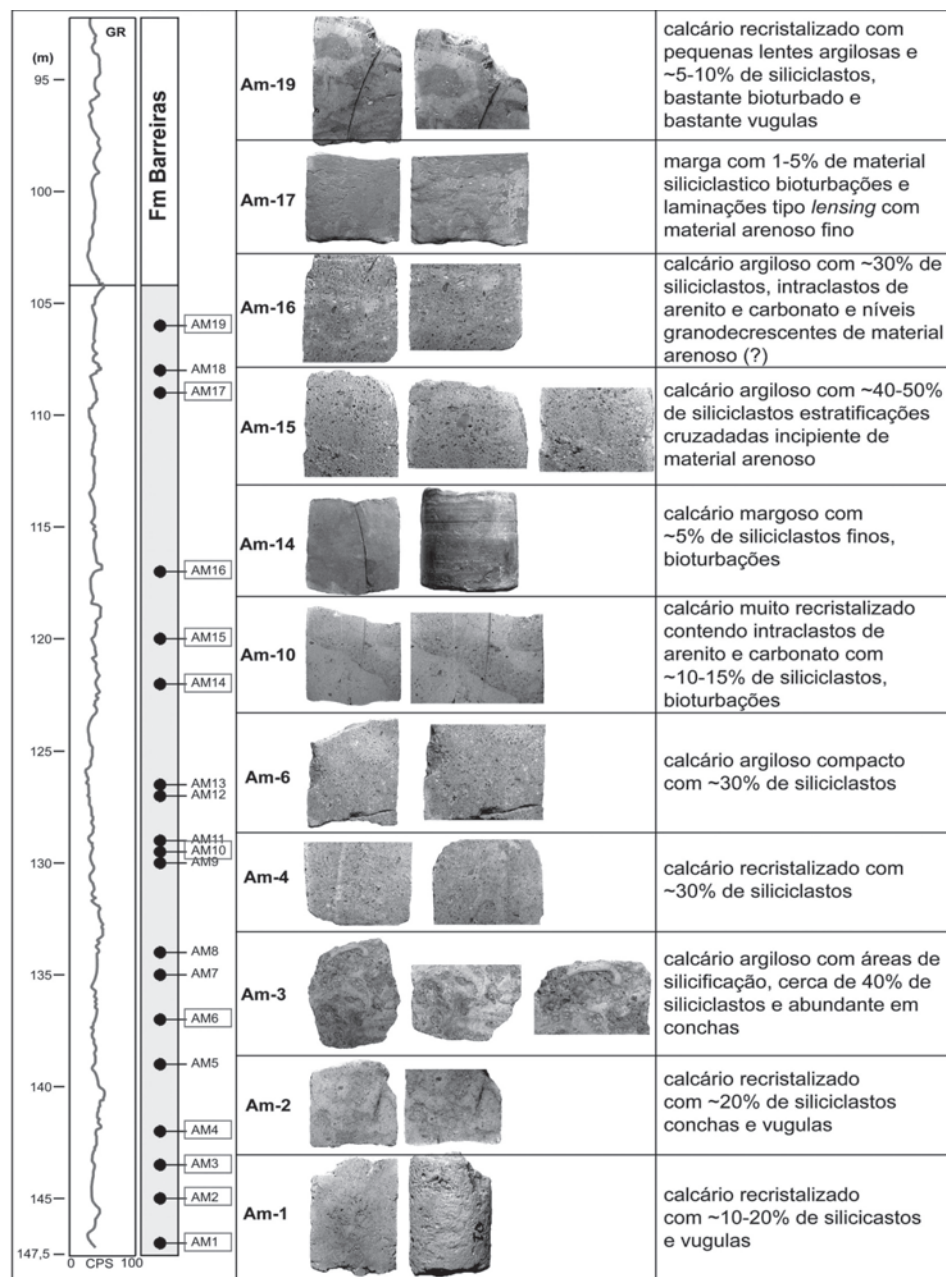


Figura 5 – Perfil do poço 3 MA-01-PB (Fig. 2), com amostras da testemunhagem. A interpretação do perfil sugere um ambiente de plataforma rasa dominada por sistemas de lagunas costeiras e bancos recifais com forte influência de siliciclastos.

cisa e boa descrição litológica da sequência atravessada. Os dados de poços aqui utilizados foram coletados junto à CPRM, empresas de saneamento de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do norte e, de empresas particulares que executam poços para unidades industriais em Pernambuco e na Paraíba. Os dados utilizados fazem parte do acervo do Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESE), da UFPE.

A partir da malha construída, foram processadas as grades de correlação de pontos (grids) em software específico para modelagem estratigráfica e construídos mapas temáticos que revelaram a espessura das unidades litoestratigráficas e o seu comportamento regional. Os dados obtidos dos perfis de cada poço incluíam: a localização e as cotas da boca do poço em relação ao nível relativo do mar, verificadas através de cartas topográficas e mapas, e a descrição coerente da litologia atravessada. Além dos dados básicos de sondagem, alguns poços apresentam perfis elétricos ou de raios gama. O software utilizado para a modelagem foi o Oasis, através de suas ferramentas *Target* e *Wholeplot*. Para a opção de interpolação foi utilizada a opção *normal distribution*, que apresentou os melhores resultados. Os mapas gerados possuem o controle de contornos de intervalo no valor de 5.

Na elaboração dos mapas de isópacas as formações Gramame e Maria Farinha foram reunidas em uma só camada litoestratigráfica. Devido ao fato dessas duas unidades serem litologicamente bastante semelhantes sua individualização, na descrição dos poços, se torna impossível sem dados bioestratigráficos. Além disso, a Formação Maria Farinha parece estar restrita a uma estreita faixa próxima ao litoral da Sub-bacia Olinda da Bacia da Paraíba, sendo sua ocorrência bem menos expressiva do que a Formação Gramame devido ao fato dessa Formação ter sido depositada durante um

evento regressivo (Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004, 2007; Barbosa *et al.*, 2006). Por todos esses fatos, optou-se por reunir os estratos carbonáticos das duas formações em um único mapa de isópacas da fase carbonática franca da Bacia da Paraíba.

RESULTADOS

Embasamento

A figura 6 mostra o mapa de contorno do embasamento na faixa costeira Recife-Natal (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007). O embasamento nesta faixa se comporta como uma rampa estrutural suave, com inclinação variando entre 1 e 3°. Há três áreas onde o embasamento se encontra mais rebaixado, correspondendo aos depocentros de Itamaracá e de João Pessoa, na Bacia da Paraíba, e de Natal, na região da Plataforma de Natal. Observa-se que o Embasamento é mais inclinado no setor que corresponde a Bacia da Paraíba (Fig. 6), correspondendo também ao trecho da faixa com maior espessura e maior largura da faixa sedimentar Recife-Natal. O trecho situado ao norte da falha de Mamanguape, que corresponde as sub-bacias Canguaretama e Natal, apresenta menor gradiente de inclinação, correspondendo à faixa sedimentar mais rasa e mais estreita (Barbosa & Lima Filho, 2006). Na Bacia da Paraíba a faixa costeira pode ser dividida em duas sub-bacias (Olinda e Alhandra-Miriri) separadas pelo Alto de Goiana (Fig. 6).

Na Bacia da Paraíba ocorre um *trend* dominante de falhas NE-SW e E-W, que agiram como limites na compartimentagem das sub-bacias. Na Plataforma de Natal (Sub-bacias Canguaretama e Natal), ocorre um *trend* NE-SW e também estruturas SE-NW (Fig. 6). Segundo Jardim de Sá *et al.* (2004), a evolução do setor correspondente as sub-bacias Canguaretama e Natal, situados a norte da ZCPA, teria relação com

a cinemática dextral E-W que controlou a abertura da margem equatorial do rifte Atlântico. Já a faixa correspondente a Bacia da Paraíba limitada entre a ZCPE e a ZCPA (a ZTN), teria sua cinemática associada ao colapso gravitacional da margem continental. É possível que estes fatos estejam associados à natureza de cada domínio estrutural que corresponde as duas zonas (DRN ao norte da ZCPA e o DZT a sul da ZCPA), e a resposta desses domínios ao processo de rifteamento (Barbosa & Lima Filho, 2006).

Formação Beberibe

A idade da Formação Beberibe é inferida como Coniaciano? – Santoniano (Beurlen 1967a, 1967b; Muniz, 1993; Barbosa, 2004, 2007; Souza, 2006). Contudo, a idade de sua porção mais basal ainda é motivo de debate. A Formação Beberibe consiste em depósitos de arenitos continentais de médio a grossos, localmente conglomeráticos. Foram identificados depósitos de origem fluvial (*braided*), de planície de inundação e fluvio-lacustre (Nóbrega & Alheiros, 1991; Souza, 2007).

Os mapas de isópacas obtidos nesta pesquisa mostram que a deposição dessa formação está restrita à Bacia da Paraíba (Fig. 7A). A deposição foi truncada a sul pela ZCPE, e a norte pelo Alto de Mamanguape (Fig. 7A), que separa a Bacia da Paraíba das sub-bacias Canguaretama e Natal. Duas grandes cunhas se formaram na Sub-bacia Olinde, onde essa formação possui maior espessura em situação oblíqua a margem, progredindo dos flancos para o centro da Sub-bacia (Fig. 7A). Na Sub-bacia Alhandra-Miriri a deposição é menos expressiva, havendo um acúmulo mais importante em forma de cunha no depocentro da região de João Pessoa (Fig. 7A). Na região de Itamaracá a Formação Beberibe atinge cerca de 200m de espessura, preenchendo esse depocentro, e mais ao norte essa unidade parece preen-

cher de forma mais regular o fundo da sub-bacia Alhandra-Miriri. O Graben de Itamaracá (ver Fig. 10) é completamente preenchido pela Formação Beberibe o que sugere que esta depressão já existia desde a formação da bacia costeira, assim como também foi sugerido por Amaral *et al.* (1977). Esses resultados mostram que a deposição continental inicial foi mais importante na porção sul da Bacia da Paraíba.

Formação Itamaracá

A idade da Formação Itamaracá é neo-campaniana-eo-maastrichtiana (Beurlen, 1967a, 1967b; Tinoco 1971; Barbosa, 2004, 2007; Souza, 2006). Essa formação representa uma rápida fase de transição do domínio continental para o domínio marinho, cujos depósitos ficaram preservados em praticamente toda a Bacia da Paraíba. Essa unidade litoestratigráfica é caracterizada por calcários com siliciclastos, arenitos calcíferos e margas. No topo desses depósitos ocorre uma superfície de inundação máxima caracterizada por uma zona rica em fosfato sedimentar (Amaral *et al.*, 1977; Menor & Amaral, 1979; Souza, 1998, 2006). Essa zona fosfática é interpretada como um *hardground* que caracteriza uma redução da deposição durante o máximo afogamento da bacia durante a evolução do trato de sistema transgressivo (TST), que precedeu a condição francamente marinha (Souza, 1998; 2006; Souza *et al.*, 2002; Lima Filho *et al.*, 1998; Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004, 2007).

O mapa de isópacas da Formação Itamaracá obtido mostra que a deposição de seus estratos também ficou restrita aos domínios da bacia da Paraíba, sendo truncada a sul pela ZCPE e a norte pelo Alto de Mamanguape (Fig. 7B). Entretanto, percebe-se que a Formação Itamaracá avança um pouco sobre a região do Alto de Mamanguape, em situação de *onlap*, onde sua tran-

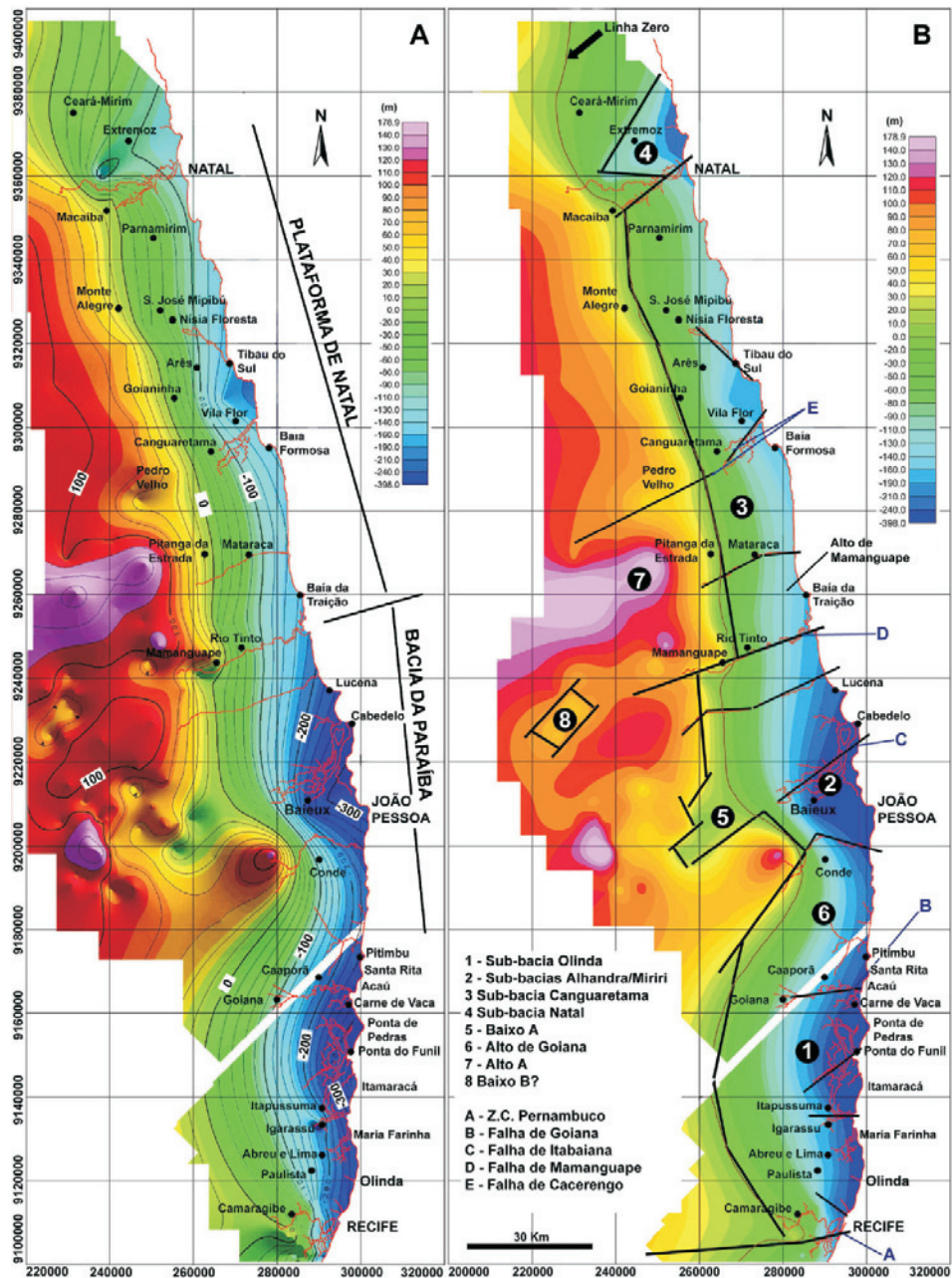


Figura 6 – Mapa de Contorno estrutural do embasamento na faixa costeira Recife-Natal (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007). A) Modelo 3D da superfície com isolinhas de profundidade; B) mapa 2D com interpretação de estruturas (A seta preta indica a linha zero do embasamento).

sição para os calcários da Sub-bacia Canguaretama ainda é pouco estudada (Fig. 7B). No norte da Bacia da Paraíba observam-se três lobos alongados de maior espessura com *trend* SE-NW, possivelmente, preenchendo vales existentes á época da transgressão na bacia (Fig. 7B). Na região periférica dos depocentros a deposição dos estratos transgressivos não alcança espessura maior do que 20 ou 30m.

Percebe-se que a Formação Itamaracá preencheu a região do Graben de Itamaracá e outras regiões recobrimdo os estratos continentais da Formação Beberibe em uma situação de *onlap* (Fig. 7B). É possível que exista uma discordância separando o topo da Formação Beberibe da base da Formação Itamaracá, discordância esta que dataria do meso-campaniano (Barbosa, 2007). Antes desta discordância, as condições deposicionais na atual faixa costeira Recife-Natal seria diferente ao sul e ao norte da ZCPA, caracterizada por depósitos continentais ao sul e depósitos com alguma influência marinha ao norte. A discordância meso-campaniana marcaria um momento de modificações tectônicas em toda a região do nordeste oriental, e após esta, toda a faixa Recife Natal e a Bacia Potiguar registram transgressão generalizada (Barbosa, 2007).

Seção carbonática da Bacia da Paraíba (Formações Gramame e Maria Farinha)

A Formação Gramame foi depositada durante o Maastrichtiano, sendo caracterizada por depósitos de calcários margosos e margas sem influência siliciclástica, depositados em plataforma rasa com energia baixa a moderada e sob a ação periódica de tempestades (Beurlen, 1967a, 1967b; Tinoco, 1971, 1985; Muniz, 1993; Albertão *et al.*, 1994; Lima & Koutsoukos, 2004; Barbosa *et al.*, 2003, 2006; Barbosa, 2004, 2007).

A Formação Maria Farinha ocorre contígua à Formação Gramame e sua deposi-

ção alcançou o Paleoceno (Beurlen, 1967a, 1967b; Tinoco, 1971; Muniz, 2003), podendo ter atingido o Eoceno? (Almeida, 2000). Essa formação é litologicamente semelhante à Formação Gramame, sofrendo variações laterais de fácies nas regiões mais proximais devido ao evento regressivo (Barbosa *et al.*, 2003, 2006; Barbosa, 2004, 2007). Devido à regressão, os estratos dessa unidade ficaram preservados apenas na Sub-bacia Olinda, em faixa estreita próximo ao litoral. A ausência de depósitos dessa formação na Sub-bacia Alhandra-Miriri pode significar que estes nunca foram depositados, ou que existiram e foram erodidos a partir do Paleoceno, por efeito de exposição e erosão da plataforma carbonática na parte norte da Bacia da Paraíba (Barbosa *et al.*, 2003, 2006; Barbosa, 2004, 2007).

O mapa de isópacas da seção carbonática, obtido neste trabalho representa, principalmente, a ocorrência da Formação Gramame. O mapa mostra a ocorrência da plataforma carbonática em uma configuração tabular, alongada e estreita na faixa costeira (Fig. 8A). A plataforma carbonática Gramame, a exemplo das formações Beberibe e Itamaracá, também está restrita aos domínios da Bacia da Paraíba, sendo truncada a sul pela ZCPE, e a norte pelo Alto de Mamanguape (Fig. 8A). A expressão da plataforma é maior na Sub-bacia Alhandra-Miriri, onde a faixa da plataforma é mais larga (Fig. 8A). Foi justamente na região de João Pessoa-conde (Sub-bacia Alhandra) onde foi coletada grande parte dos moluscos descritos na Formação Gramame (Maury, 1930; Beurlen, 1967a, 1967b; Muniz, 1993).

Depósitos carbonáticos indivisos (Sub-bacias Canguaretama e Natal)

Para se obter o mapa de isópacas dos calcários da porção superior da faixa que corresponde as sub-bacias Canguaretama e Natal tentou-se separar essa porção superi-

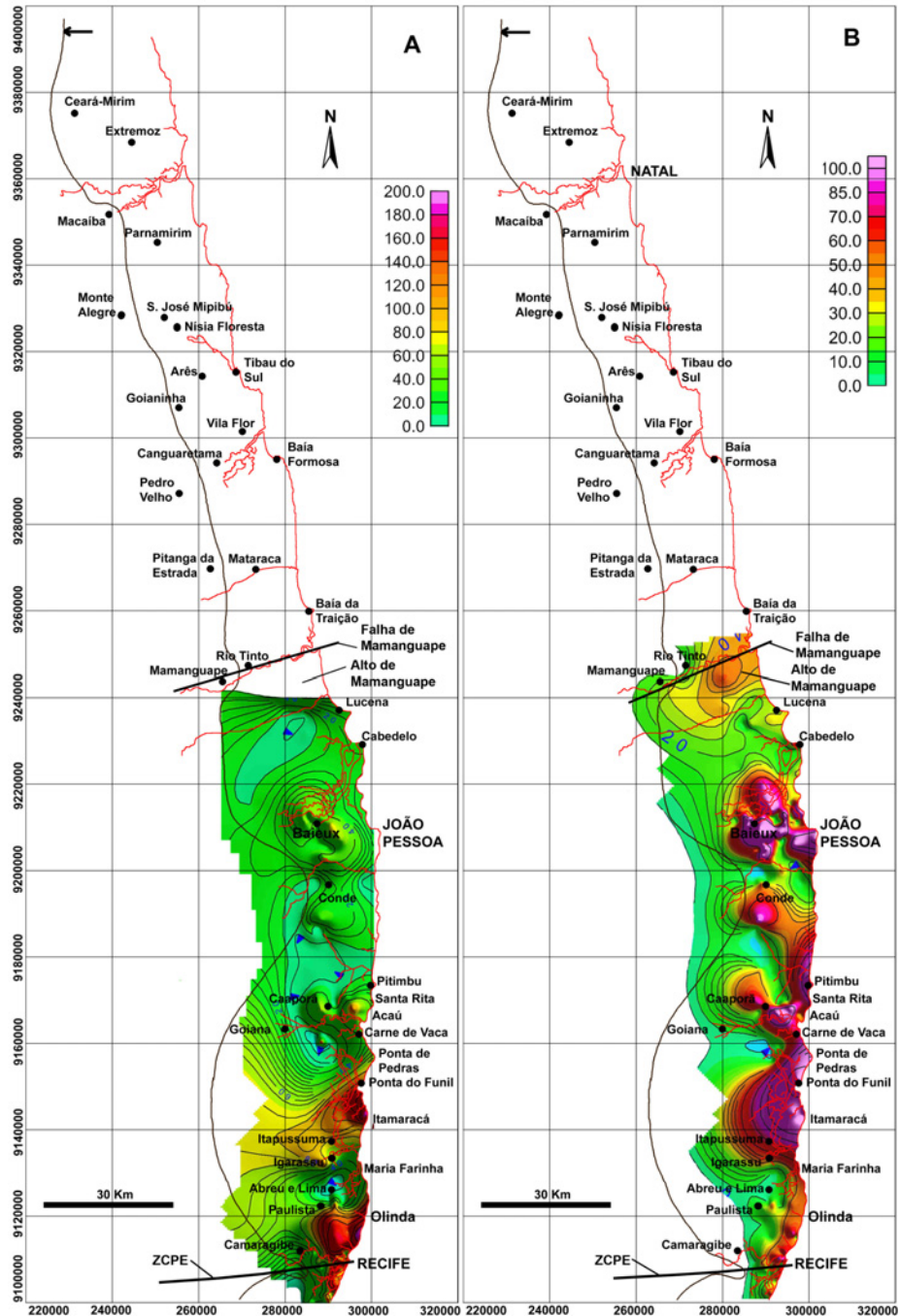


Figura 7 – Mapa de isópacos A) Formação Beberibe; B) Formação Itamaracá. A seta preta indica a posição da linha zero do embasamento.

or, que teria idade campaniana-maastrichtiana (Lana & Roesner, 1999a; 1999b), dos estratos da porção basal de idade turoniana (Lana & Roesner, 1999a, 1999b). Esses estratos basais, devem estar separados dos estratos superiores pela discordância do Meso-Campaniano que afetou toda a região (Barbosa, 2007). Contudo, esta tarefa se torna difícil devido à relativa semelhança litológica dos estratos carbonáticos em toda a sucessão. Entretanto, a partir do esforço realizado, uma seção superior foi individualizada e mapeada.

O mapa de isópacas dos depósitos carbonáticos superiores das sub-bacias Canguaretama e Natal mostra que esses depósitos possuem pouca espessura na região proximal da faixa, e ocorrem lobos de maior espessura, com *trend* NE-SW e SE-NW, talvez preenchendo paleovales ou grabens estreitos que existiam na região litorânea, limitados por falhamentos Pré-Cambrianos (Fig. 8B). A espessura máxima desse pacote superior de depósitos, estimada para as regiões onde o embasamento está mais profundo, fica em torno de 135m. No mapa, observa-se que há uma tendência de truncamento da deposição na região do Alto de Mamanguape. Os depósitos carbonáticos superiores parecem não avançar em direção à Bacia da Paraíba (Fig. 8B). Entretanto, a falta de melhor registro de subsuperfície dessa passagem lateral entre as seqüências das duas bacias sobre o Alto de Mamanguape ainda carece de estudos mais detalhado retalhados.

Formação Barreiras

A Formação Barreiras recobre toda a faixa estudada, capeando de forma discordante estratos do Cretáceo ou do Paleoceno. A idade dessa formação é interpretada de forma geral como plio-pleistocênica (Mabesoone & Alheiros, 1988, 1993), e ela é caracterizada por areias quartzosas subar-

coseanas e argilas. Estudos detalhados dos aspectos deposicionais e faciológicos dos estratos da Formação Barreiras na faixa entre Recife e Natal identificaram três faciológicas importantes do continente para o litoral: fácies de leques aluviais, que foram observadas desde o norte de Recife até a região do Alto de Mamanguape; fácies fluviais de canais entrelaçados, que são encontradas em toda a faixa entre Recife e Natal; fácies de planície flúvio lacustre, encontradas na faixa de litoral entre Recife e João Pessoa e na região de São José do Mipibu, Rio Grande do Norte (Alheiros & Lima Filho, 1991). A Formação Barreiras no trecho estudado apresenta sua geomorfologia dominada por tabuleiros costeiros de grande extensão recortados por grandes vales de rios na zona mais proximal da faixa costeira. Na zona de litoral ocorrem planícies costeiras e falésias, principalmente no Rio Grande do Norte onde a Formação Barreiras apresenta as maiores espessuras encontradas, próximo a linha de costa (Fig. 9).

O mapa de isópacas obtido por esta pesquisa para a Formação Barreiras mostra que esta ocorre na Bacia da Paraíba como um corpo tabular na área mais proximal da bacia, próximo a sua borda, sendo nessa região dominada por depósitos de leques aluviais (Fig. 9). Entre Recife e João Pessoa, na planície litorânea, essa unidade possui menor espessura ou foi removida, por conta das variações eustáticas neogênicas, onde afloram os calcários das formações Gramame e Maria Farinha (Fig. 9).

O controle do embasamento na deposição da unidade, e posterior formação dos tabuleiros, é observado através de aspectos como a limitação no sentido oeste desses tabuleiros, que coincide com os limites da borda da bacia (Fig. 9). Na região da cidade de Conde, PB, há uma redução da es-

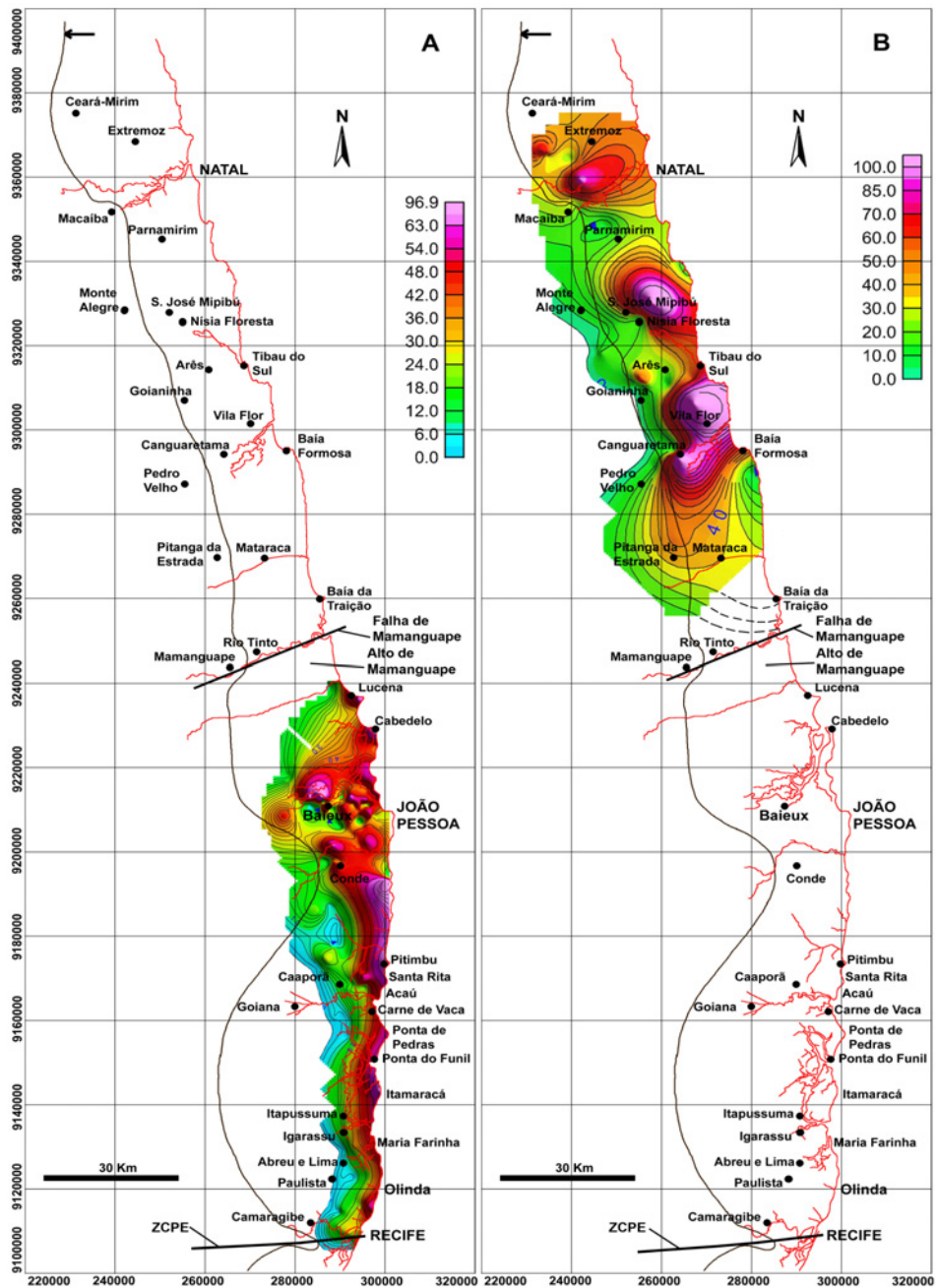


Figura 8 – Mapa de isópacas. A) formações Gramame e Maria Farinha; B) porção superior dos calcários indivisos da Plataforma de Natal. A seta preta indica a posição da linha zero do embasamento.

peSSura em forma de estrutura alinhada que coincide com um vale encaixado de rio. A Formação apresenta-se espessa na região de João Pessoa, recobrando a Sub-bacia Alhandra-Miriri, em seguida, ao norte, ocorre um adelgaçamento que coincide com o Alto de Mamanguape, que limita as duas bacias costeiras. Os vales dos rios que separam os complexos de tabuleiros em geral estão encaixados em falhamentos Pré-Cambrianos com sentido E-W ou NE. Após o Alto de Mamanguape, em direção a Natal, a Formação Barreiras apresenta as maiores espessuras encontradas, incluindo regiões de litoral onde ocorrem falésias de grande extensão e altitude (Fig. 9).

A oeste da região de João Pessoa, anterior a Sub-bacia Miriri, ocorrem depressões do embasamento, isoladas da bacia, que se apresentam preenchidas por depósitos arenosos e areno-argilosos, cuja interpretação carece de maior detalhamento (ver Figs. 6 e 9). Devido à falta de dados, este trabalho preferiu incluí-los na Formação Barreiras, ampliando a ocorrência dessa unidade para além das áreas de borda da bacia costeira. Devido ao processo de lixiviamento de depósitos da Formação Barreiras, existem regiões onde é difícil a separação de estratos da Formação Barreiras e estratos da Formação Beberibe, a partir da descrição de poços. Ocorre ainda, confusão com relação à interpretação nos poços de capas de alteração do embasamento cristalino como sendo estratos da Formação Barreiras (Barbosa & Lima Filho, 2006). Os estratos que preenchem essas depressões a oeste da Sub-bacia Alhandra-Miriri podem ser correlatos da Formação Beberibe, ser depósitos ainda mais antigos que estes ou ser apenas um lixiviamento da Formação Barreiras envolvendo processos pedogenéticos (Brito Neves *et al.*, 2005a, 2005b). A análise

desses depósitos ainda carece de investigações detalhadas, incluindo mapeamento e datação.

DISCUSSÃO

Apesar de alguns trabalhos anteriores considerarem que os estratos da porção superior da sucessão sedimentar que recobre as sub-bacias Canguaretama e Natal seriam correlatos da Formação Itamaracá, devido a semelhanças litológicas (Feitosa & Feitosa, 1986, Feitosa *et al.*, 2002; Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004; Barbosa *et al.*, 2004; Jardim de Sá *et al.*, 2004; Barbosa & Lima Filho, 2005; Barbosa *et al.*, 2005a, 2005b; Hessel & Barbosa, 2005a, 2005b), esta correlação é revista neste trabalho. Com o aumento do conhecimento sobre a faixa estudada, e reconsiderações a respeito das relações entre as várias formações incluindo aspectos de estratigrafia de seqüências (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007), observou-se que tal correlação anteriormente proposta precisa ser modificada.

Nessas sub-bacias, a norte, onde a plataforma permaneceu sempre mais rasa e restrita os calcários ali depositados podem ser correlatos, em tempo, a depósitos das formações Itamaracá e, principalmente, Gramame, depositados sob os mesmos tratos de sistemas, porém, caracterizados por litologias diferentes (Barbosa, 2007). Este processo de diferenciação resultou da topografia diferenciada do embasamento nos setores a norte e a sul da ZCPA, que acabou por influenciar a expressão e a natureza dos ambientes deposicionais e, conseqüentemente, dos depósitos (Barbosa & Lima Filho, 2005, 2006; Barbosa, 2007).

Caso os estratos carbonáticos basais existentes na sub-bacia de Canguaretama estejam associados à Formação Jandaíra, cuja amplitude pode ser turoniana-eo-cam-

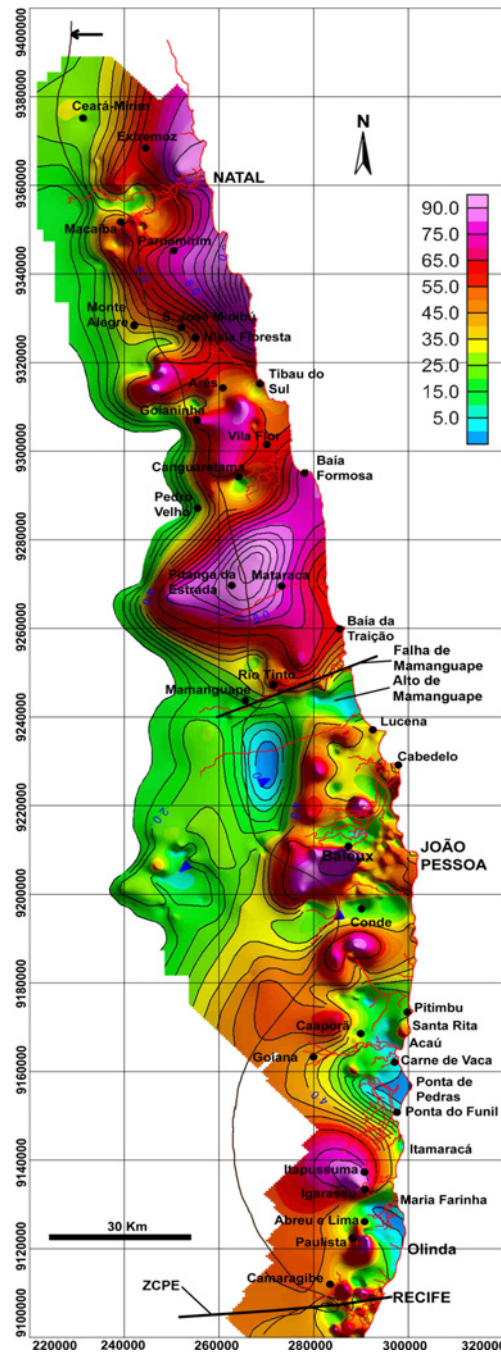


Figura 9 – Mapa de isópacas da Formação Barreiras. A seta preta indica a posição da linha zero do embasamento.

paniana, e os estratos da seção superior possuam idade neo-campaniana-maastrichtiana, há duas possibilidades a serem consideradas em relação a estes fatos: uma seria de que nessa faixa a Formação Jandaíra alcançaria o Maastrichtiano, não sofrendo o efeito da erosão meso-campaniana (Cremolini *et al.*, 1996; Pereira, 1992; Córdoba, 2001) que limita o topo de sua ocorrência na região da Bacia Potiguar; a segunda possibilidade seria de que a porção Basal dos estratos nessa faixa, sejam correlatos da Formação Jandaíra, e os estratos da porção superior (neo-campanianos-maastrichtianos) correspondam a uma outra unidade litoestratigráfica ainda não definida. Sendo esta parte superior da sucessão correlata em tempo das Formações Itamaracá e Gramame da Bacia da Paraíba. Nesta última hipótese, as duas porções, basal e superior, da sucessão sedimentar nas sub-bacias Canguaretama e Natal estariam separadas por uma discordância. Essa discordância seria o evento que limita o topo da Formação Jandaíra na região da Bacia Potiguar, e também separa a Formação Beberibe da Formação Itamaracá na Bacia da Paraíba (Barbosa, 2007).

Dessa forma, boa parte dos calcários depositados sob regime de mar alto na plataforma mista, restrita e rasa, que caracteriza os estratos da Plataforma de Natal, são correlatos dos calcários da plataforma carbonática Gramame, depositados também sob regime de mar alto na Bacia da Paraíba, conforme também foi discutido no modelo de Campanha & Saad (1999).

Alguns autores sugeriram uma correlação dessa porção superior da sucessão sedimentar da Plataforma de Natal com a Formação Guamaré, que ocorre na Bacia Potiguar (Campanha & Saad, 1999; Mabesoone *et al.*, 1991; Mabesoone & Alheiros, 1993; Lana & Roesner, 1999b). Contudo, essa correlação foi apenas inferida tentati-

vamente, carecendo de estudos comparativos detalhados.

A integração dos dados disponíveis permitiu verificar que a faixa entre as duas zonas de cisalhamento possui um preenchimento individualizado de estratos do Neo-Cretáceo, não sendo identificados, até o momento, sedimentos da fase rifte, nem em poços nem em afloramentos (Fig. 10). Na faixa que corresponde a Bacia da Paraíba, as unidades litoestratigráficas Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha, não ocorrem para além do Alto de Mamanguape, a norte, nem para além da ZCPE, a sul. Ao norte da ZCPA, o embasamento é dominado por regiões altas, e a seção basal da sucessão sedimentar nesse setor representaria estratos correlatos a Formação Jandaíra que alcançariam o Turoniano. Acima dessa seção basal, separados por discordância, ocorrem calcários de plataforma mista de idade Campaniano-Maastrichtiano (Fig. 10). O Alto de Mamanguape representa o limite estrutural entre as duas bacias, havendo uma transição entre as unidades litoestratigráficas de cada uma das duas bacias naquela região (Fig. 10).

A integração dos resultados obtidos permitiu elaborar uma carta estratigráfica para a faixa costeira estudada (Fig. 11). Esta carta integra de forma esquemática o escasso conhecimento até então reunido sobre a faixa costeira Recife-Natal (Barbosa, 2007). Observa-se que o controle tectônico foi decisivo na fase inicial de preenchimento das bacias costeiras estudadas, pois enquanto a norte do Alto de Mamanguape havia o domínio de uma plataforma mista associada à Formação Jandaíra, ao sul deste, ocorria a deposição da Formação Beberibe, sob domínio continental (Fig. 11). A ocorrência de uma discordância que afetou toda a faixa estudada durante o Meso-Campaniano é aqui inferida, já que essa discordância é bem conhecida apenas na Bacia

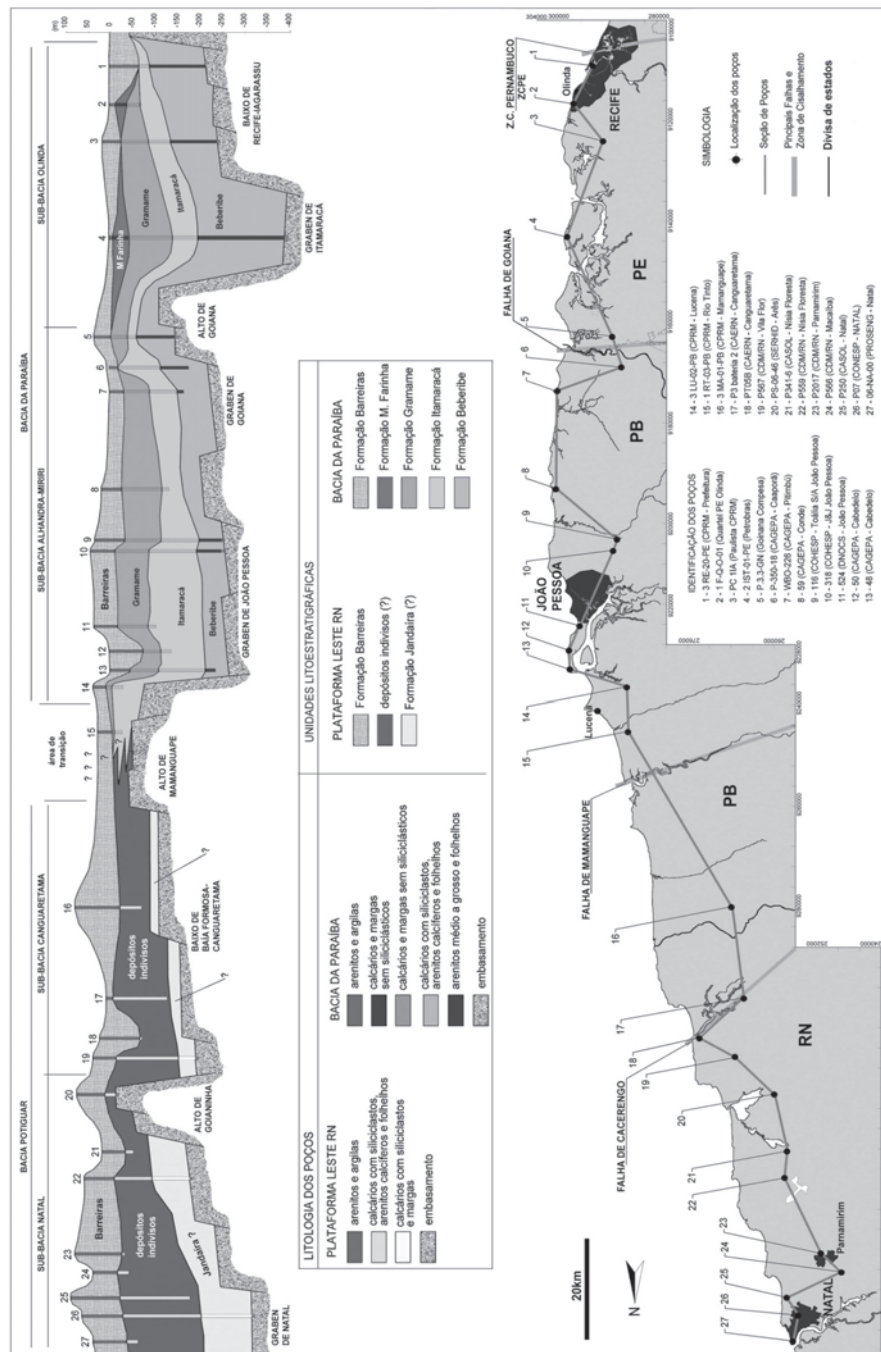


Figura 10 – Seção geológica obtida a partir da correlação de poços na faixa costeira Recife-Natal (exagero vertical 10x).

Potiguar. Como vários autores sugerem, essa discordância foi o resultado de um período de grandes alterações tectônicas em toda a margem atlântica brasileira, e significou importantes mudanças estruturais na Bacia Potiguar (Pereira, 1992, Cremonini & Karner, 1995, Córdoba, 2001). Interpreta-se que as bacias em questão neste estudo foram também afetadas por estes eventos do Meso-Campaniano (Barbosa, 2007). É proposto que apenas a partir do Neo-Campaniano se instalou um regime transgressivo sobre a Bacia da Paraíba e também sobre a Plataforma de Natal, até os limites do Alto de Touros. Este evento transgressivo seria o mesmo evento que é relativamente bem estudado na Bacia Potiguar (Gil, 1997; Córdoba, 2001).

É possível também inferir que a partir desse período, este trecho da margem, entre a ZCPE e o Alto de Touros, sofreu subsidência importante devido ao colapso gravitacional com a evolução da margem passiva, o que resultou em um incremento no pulso transgressivo que cobriu toda a rampa que compreende as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal.

CONCLUSÕES

Aqui são apresentados novos dados sobre a estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal, que engloba as bacias da Paraíba (Sub-bacias Olinda e Alhandra-Miriri) e a Plataforma de Natal (Sub-bacias Canguaretama e Natal). Verificou-se que há uma grande falta de dados sobre a geologia da faixa estudada, principalmente, o trecho que ocorre desde a ZCPA (Alto de Mamanguape) até o Alto de Touros, resultando em generalizações a respeito da evolução e do preenchimento sedimentar dessa faixa.

Apesar de trabalhos anteriores correlacionarem os depósitos superiores da Plataforma de Natal com a Formação Itamaracá da Bacia da Paraíba, devido a semelhan-

ças litológicas, esta pesquisa corrobora a interpretação de Campanha & Saad (1999), que propuseram esses depósitos superiores como correlatos, em tempo, principalmente da Formação Gramame. É possível que o intervalo transgressivo, que na Bacia da Paraíba é representado pela Formação Itamaracá, não tenha deixado um registro expressivo nas sub-bacias ao norte do Alto de Mamanguape. Em consequência disto, a maior parte desses estratos de plataforma mista que compõem o intervalo superior da Plataforma de Natal, podem ter sido depositados durante a fase de mar alto, que na Bacia da Paraíba, onde a rampa era mais profunda, resultou em uma plataforma dominada por lama carbonática, a plataforma Gramame.

A análise e correlação das informações obtidas a partir dos perfis de poços e de afloramentos estudados na faixa costeira permitiram verificar alguns importantes aspectos tectono-sedimentares:

- 1 – o embasamento na faixa Recife-Natal caracteriza-se por uma rampa suave e inclinada para leste. A inclinação dessa rampa é maior na Bacia da Paraíba o que resultou em uma faixa sedimentar mais larga e mais espessa do que a faixa a norte do Alto de Mamanguape, que corresponde as sub-bacias Canguaretama e Natal.
- 2 – As formações Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha estão limitadas, na faixa costeira, aos domínios da Bacia da Paraíba, limitada a sul pela ZCPE, e a norte pela Falha de Mamanguape, que é uma extensão da ZCPA. Os limites da Bacia da Paraíba correspondem, na faixa costeira e plataforma, aos limites da Zona Transversal do Nordeste.
- 3 – A Formação Beberibe é mais expressiva na porção sul da Bacia da Paraíba (Sub-bacia Olinda), onde preencheu o

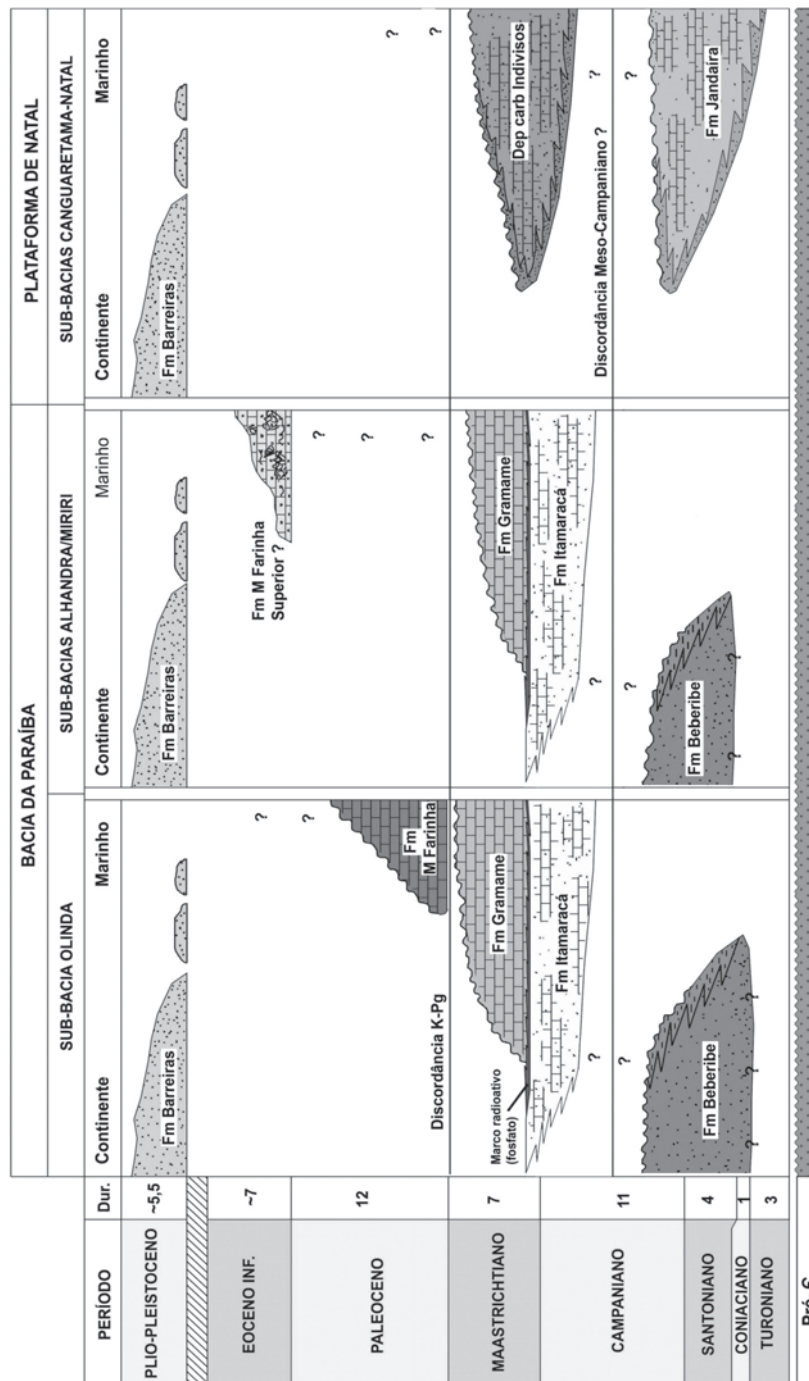


Figura 11 – Carta estratigráfica da faixa costeira Recife-Natal.

Graben de Itamaracá com espessa cunha de siliciclastos fluvio-lacustres. A Formação Itamaracá, ocorre sobre a Formação Beberibe em uma situação de *onlap*, devido ao pulso transgressivo que ocorreu no Campaniano e, parece ter maior expressão na Sub-bacia Alhandra-Miriri. A plataforma carbonática Gramame, que representa o estágio de mar alto, ocorre como uma plataforma de geometria estreita e alongada, próxima a linha de litoral na faixa entre Recife e João Pessoa.

- 4 – A norte do Alto de Mamanguape ocorre uma seção basal de depósitos com alguma influência marinha cuja idade pode alcançar o Turoniano (Lana & Roesner, 1999a, 1999b), e estes, propõe-se, seriam correlatos em tempo à Formação Jandaíra. Acima deste pacote basal ocorre uma sucessão de calcários depositados em plataforma mista, que iriam desde o Campaniano até o Maastrichtiano (Lana & Roesner, 1999a, 1999b). Apenas esse intervalo superior da sucessão sedimentar desse setor a norte da ZCPA pôde ser correlacionado com as unidades litoestratigráficas da Bacia da Paraíba, já que a seção basal desta última é composta pela Formação Beberibe, de origem continental. Essa seção superior das sub-bacias Canguaretama e Natal é correlacionada com as formações Itamaracá e, principalmente, Gramame, da Bacia da Paraíba, pois esses depósitos foram gerados a partir de um pulso transgressivo, Campaniano, seguido de um período de mar alto que recobriu toda a faixa no Maastrichtiano (Souza, 2006; Barbosa, 2007).

Agradecimentos

A Agência Nacional do Petróleo (ANP), que através da bolsa de estudos do

seu Programa de formação de Recursos Humanos (PRH), concedida ao autor, possibilitou a execução dessa pesquisa. Ao convênio/programa PRH-26/ANP/UFPE, e ao Laboratório de Geologia Sedimentar da UFPE (LAGESE). Ao CPRM-PE e DNPM-PE pelo importante apoio no levantamento dos dados dos poços. Ao Professor Narendra Srivastava da UFRN, que realizou análise crítica do trabalho, contribuindo com valiosas discussões a respeito da “Plataforma de Natal”.

REFERÊNCIAS

- Albertão, G. A., Martins Jr., P. P., Koutsoukos, E. A. M. 1994. O limite Cretáceo-Terciário na Bacia Pernambuco-Paraíba: características que definem um marco estratigráfico relacionado com um evento catastrófico de proporções globais. *Acta Geológica Leopoldensia*, 39(1): 203-219.
- Alheiros, M. M. & Lima Filho, M. F. 1991. A Formação Barreiras. In: Mabesoone, J.M. (coord.). Revisão da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do norte. *Estudos Geológicos*, Série B, 10: 77-88.
- Almeida, J. A. C. 2000. *Calcários Recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos Taxionômicos, Paleoecológicos, Paleoambientais e Estratigráficos*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências – UFPE, 164p.
- Amaral, A. J. R., Menor, E. A., Santos, S. A. 1977. Evolução paleogeográfica da sequência clástica basal da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba. In: *SBG VIII Simp. Geol. Nord. Atas*, 6: 37-63.
- Barbosa, J.A. 2004. *Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil*.

- Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências – UFPE, 230p.
- Barbosa, J. A. 2007. A deposição carbonática na faixa costeira recife-natal, NE do Brasil: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geociências – UFPE, 270p.
- Barbosa, J. A., Souza, E. M., Lima Filho, M. F. & Neumann, V. H. 2003. A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. *Estudos Geológicos*, Recife, 13: 89-108.
- Barbosa, J. A., Souza, E. M., Lima Filho, M. Neumann, V. H. 2004. The stratigraphic evolution of the Paraíba Basin, NE Brazil, A basic analysis using sequence stratigraphy tools. *Am. Assoc. Petr. Geol., Annual Meeting*. Dallas. *Abstracts* in CD Rom.
- Barbosa, J. A. & Lima Filho, M. F. 2005. Os domínios da Bacia da Paraíba. In: *III Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*, Anais em CD-Rom.
- Barbosa, J. A & Lima Filho, M. F. 2006. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 14(1): 287-306.
- Barbosa, J. A., Moraes, M. A., Nascimento, M. C., Neumann, V. H. 2005a. Porosidade provocada por bioturbação em carbonatos da Sub-bacia de Canguaretama, Bacia Potiguar. In: *SBG XXI Simp. Geol. Nord. Boletim de Resumos Expandidos*, 238-241.
- Barbosa, J. A., Moraes, M. A., Nascimento, M. C., Neumann, V. H. 2005b. Porosidade associada a microestruturas de bioturbação em carbonatos da Sub-bacia Canguaretama, Bacia Potiguar. *Estudos Geológicos*, 15: 41-54.
- Barbosa, J. A., Viana, M. S. S., Neumann, V. H. 2006. Paleoambientes e icnofácies da seqüência carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleogeno), Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(3): 73-90.
- Beurlen, K., 1967a. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletins de Geologia* São Paulo. 16(1): 43-53.
- Beurlen, K., 1967b. Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletins de Geologia*, São Paulo. 16(1): 73-79.
- Brito Neves, B. B., Araújo, J. C., Bezerra, F. H., Oliveira, A. C. B., Barreto, A. M. 2005a. A unidade pedoestratigráfica Engenho Novo no leste da Paraíba. In: *SBG XXI Simp. Geol. Nord. Boletim de Resumos Expandidos*, 246-249.
- Brito Neves, B. B., Feitosa, E. C., Bezerra, F. H. 2005b. A Sub-bacia Alhandra (Sul-Sudeste da Paraíba) revisitada: contribuição de novos dados geológicos e geofísicos. In: *SBG XXI Simp. Geol. Nord. Boletim de Resumos Expandidos*, 204-207.
- Campanha, V. A. 1979. Contribuição ao estudo do Calcário Oiteiros, RN. *Revista. Brasileira de Geociências*. 9(4): 219-231.
- Campanha, V. A., Saad, A. R., 1999. A Arquitetura Depositional Carbonática do Senoniano no Nordeste Brasileiro e o posicionamento dos Calcários Miriri e Oiteiros. In: *V Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil. Boletim de resumos*, 1: 115-119.
- Córdoba, V. C. 2001. *A evolução da plataforma carbonática Jandaíra durante o NeoCretáceo na Bacia Potiguar: análise paleoambiental, diagenética e estratigráfica*. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências – UNESP. 240p.
- Cremonini, O. A., & Karner, G. 1995. Soerguimento termal e erosão na bacia Potiguar emersa, e seu relacionamento com a evolução da margem equatorial brasileira. In: *SBG XVI Simp. Geol. Nord. Anais* 181-184.
- Cremonini, O. A., Goulart, J. P. M. & Soares, U. M. 1996. O rifte potiguar: novos

- dados e implicações tectônicas. In: *IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, Boletim de Resumos*, 89-93.
- Damasceno, J. M., Farias, C. C., Mabesoone, J. M., Oliveira, L. D. D., Oliveira, M. I. M. 1984. Sedimentos da faixa Afonso Bezerra – Macaíba (borda meridional da Bacia Potiguar) – 6. Interpretação Estratigráfica. In: *SBG XI Simp. Geol. Nord. Boletim de resumos* 9, 135-141.
- Damasceno, J. M., Oliveira, L. D. D., Oliveira, M. I. M., Nascimento, J. M. S. 1986. Estudo Correlativo das microfácies carbonáticas da região ocidental de Natal e Canguaretama – RN. In: *SBG XII Simp. Geol. Nord. Anais*, 20-38.
- Feitosa, E. C. & Feitosa, F. A. C. 1986. Considerações sobre a Bacia Potiguar – Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. *Estudos Geológicos*, 8: 71-78.
- Feitosa E. C., Feitosa, F. A. C., Lira, H M. P. 2002. Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB – uma hipótese de trabalho. In: *XII Congresso Brasileiro de águas subterrâneas, Anais* em CD-ROM.
- Gil, J. A. 1997. Estratigrafia e análise paleoambiental da plataforma carbonática Jandaíra; Turoniano–Campaniano da porção centro-oeste da Bacia Potiguar. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UFRGS, 146 p.
- Hessel, M. A. & Barbosa, J. A. 2005a. Gastrópodos e bivalvíos Neocretácicos da região de Pedro Velho, Rio Grande do Norte. In: *SBG XXI Simp. Geol. Nord. Boletim de Resumos Expandidos*, 278-281.
- Hessel, M. A. & Barbosa, J. A. 2005b. Moluscos Neocretáceos da região de Pedro Velho-Canguaretama (RN), Bacia Potiguar. *Estudos Geológicos*, 15: 128-138.
- Jardim de Sá, E. F., Cruz, L. R., Almeida, C. B., Medeiros, W. E., Moreira, J. A. M., Figueiredo, E. M. 2004. Tectônica Pós-Rifte na Sub-Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: *SBG 42 Cong. Bras. Geol. Boletim de Resumos*, em CD-Rom.
- Lana, M. C. C., & Roesner, E. H. 1999a. Palinologia do Cretáceo Superior marinho subaflorante na região de Natal, RN. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(1): 149-50.
- Lana, M. C. C., & Roesner, E. H. 1999a. 1999b. O Cretáceo Superior na região de Natal, RN: novas interpretações com base na palinologia. In: *SBP XVI Cong. Bras. Paleont. Anais*, 55-56.
- Lima, F. H. O., & Koutsoukos, E. A. M., 2004. Petrografia e microfácies das rochas carbonáticas da Formação Gramame (Maastrichtiano), Bacia de Pernambuco-Paraíba, NE-Brasil. In: *SBG 42 Cong. Bras. Geol. Boletim de resumos*, em CD-Rom.
- Lima Filho, M. F., 1998. *Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco*. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Geociências – USP, 139p.
- Lima Filho, M. F., Monteiro, A. B., Souza, E. M. 1998. Carbonate sections of the Paraíba and Pernambuco Basins, Northeastern Brazil: Implications for the late stages of opening of Southern Atlantic Ocean. In: *IAS 15th, Intern. Cong. Sediment. Abstracts*, 504–505.
- Lima Filho, M. F., Barbosa, J. A., Neumann, V.H., Souza, E.M., 2005. Evolução estrutural comparativa da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba. In: *SBG V Simp. Nac. Est. Tect (SNET). Boletim de Resumos Expandidos*, 45-47.
- Mabesoone, J. M., Damasceno, J. M., Oliveira, L. D. D., Oliveira, M. I. M. 1991.

- Sedimentos cretáceos do litoral leste do Rio Grande do Norte. In: Mabesoone, J.M. (coord.). Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. *Estudos Geológicos*, Série. B, 10: 73-75.
- Mabesoone, J. M. & Silva, J. C. 1991. Aspectos geomorfológicos – faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. In: J.M. Mabesoone, (coord.), Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. *Estudos Geológicos*, Série B, 10: 117–132.
- Mabesoone, J. M. & Alheiros, M. M. 1993. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. *Geologie en Mijnbouw*, 71: 351-362.
- Maury, C. J. 1930. *O Cretáceo da Parahyba do Norte. Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 8: 305 p (mais album de estampas).
- Menor, E. A. & Amaral, A. J. R. 1979. O comportamento mineralógico da sedimentação fosfática na Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba. IX Simpósio de Geologia do Nordeste, Natal, *Boletim* (7): 271-282.
- Muniz, G. C. B. 1993. *Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil*. DGEO-UFPE. *Publicação Especial*, 1, 202 p.
- Nóbrega, V. A. & Alheiros, M. M. 1991. Petrografia do Arenito Beberibe, Bacia Pernambuco–araíba. In: *SBG XIV Simp. Geol. Nord. Atas*, 75–77.
- Pereira, M. J. 1992. 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 Petrobrás*. 6(3/4): 171-176.
- Queiroz, M. A., Macedo, J. W. P., De Rooy, C., Araújo, T. C. m. 1985. Contribuição da geofísica ao mapeamento geológico da área de Canguaretama-RN. *Boletim do DG-CCE/UFRN*, 10: 58-67.
- Reymonte, R.A., & Dingle, R. 1987. Paleogeography of Africa during the Cretaceous Period. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59: 93-116.
- Silva Filho, A. F., Guimarães, I.P., Van Schmus, W. R. 2002. Crustal evolution of the Pernambuco-Alagoas Complex, Borborema Province, NE Brazil: Nd isotopic data from Neoproterozoic granitoids. *Gondwana Research*, 5(2): 409-422.
- Souza, E.M. 1999. *Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências – UFPE. 152 p.
- Souza, E. M., Lima Filho, M., Neumann, V. H., Villar, H. P. 2002. Espectrometria gama e estratigrafia do horizonte fosfático (Formação Itamaracá) na Bacia da Paraíba, Paulista – PE. *Estudos Geológicos*, 12: 13-23.
- Souza, E.M. 2006. *Estratigrafia da seqüência clástica inferior (andares Coniaciano-Maastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba, e suas implicações paleogeográficas*. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências – UFPE, 350p.
- Tinoco, I. M. 1985. Comentários sobre os Globotruncanídeos da formação Gramame (Maastrichtiano do Estado de Pernambuco) Brasil. In: *SBP IX Cong. Bras. Paleont. Anais* 1, p. 63.

Tinoco, I. M. 1971. *Foraminíferos e a Passagem entre o Cretáceo e o Terciário em Pernambuco*. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Geociências – USP. 147 pp.

Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Williams, I. S., Hackspacher, P. C., Fetter,

A. H., Dantas, E. L., Babinski, M. 2003. The Seridó Group of NE Brazil, a late Neoproterozoic pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: insights from SHRIMP U–Pb detrital zircon ages and Sm–Nd crustal residence (T_{DM}) ages. *Precambrian Research*, 127: 287–327.