



A influência da estruturação do embasamento pré-Cambriano na elaboração da morfologia costeira

Alexandre de Medeiros Carvalho^a, José Maria Landim Domingues^b & Luís Parente Maia^c

Recebido em 17 de março de 2004 / Aceito em 14 de setembro de 2004

Resumo

O estudo da morfogênese costeira envolve uma área de 16.000 km², com limite litorâneo entre as localidades de Cumbuco e Matões, na costa NW do Estado do Ceará, e foi realizado de forma a enfatizar o aspecto lito-estrutural do embasamento Pré-Cambriano e sua influência no desenvolvimento da geometria da linha de costa. Considerou-se, portanto, a possibilidade de correlação da atual geometria da linha de costa com um controle lito-estrutural do embasamento Pré-Cambriano durante o processo morfogenético. O confronto entre as características estruturais e litológicas observadas no interior do continente com suas continuidades em afloramentos no litoral, seus prolongamentos, e suas correspondentes assinaturas espectrais, geofísicas e batimétricas, respaldam a tese de que estes elementos devem ter exercido influência significativa na elaboração da geometria litorânea na região. Portanto, não podem ser desprezados no processo de compreensão da participação da geologia e da morfologia costeira, seja no desenvolvimento rudimentar da geometria costeira e da morfologia do fundo oceânico e/ou no condicionamento dos posteriores depósitos e processos morfogenéticos.

Palavras-Chaves: Processos morfogenéticos, lito-estrutural, embasamento, geometria litorânea

Abstract

The coastal morphogenetic study, considering a 16.000 km² area, with littoral boundary between Cumbuco and Matões, in the NW coast of Ceará state, was done considering the Precambrian lithostructural aspect and its influence on geometric coastline development. We have considerate the possibility to correlate the actual coastline geometry with the Precambrian lithostructural basement control on geomorphogenetic processes. Comparing the observed inner countryside lithologic and structural characteristics with their continuity in coast outcrop, their assumed prolongation, and their corresponding spectral signature, geophysical and sea bottom depth, supported the idea that this aspects may exerted significant influence on regional geometric coastline development. Therefore, they can not be ignored on the comprehension of geological and morphological participation on coastline morphogenesis, as much on development processes of rudimentary coastal geometry and oceanic bottom morphology and/or conditioning the subsequent deposits and morphogenetic processes.

Keywords: Morphogenetic processes, lithostructural, basement, geometric coastline

^aDepto de Geologia - UFC, Campus Universitário do Pici, Bloco 912, 60.450-766 Fortaleza - CE
 e-mail: medeiros@ufc.br

^bLaboratório de Estudos Costeiros - Instituto de Geociências - UFBA

^cLaboratório de Ciências do Mar - UFC

1. Introdução

Em geral, os estudos sobre a morfologia de regiões costeiras tentam parametrizar a interação de diversos fatores físicos em diferentes escalas espaço-temporais. Portanto, é relevante o conhecimento sobre o arcabouço geológico onde atuam os agentes da dinâmica externa, em especial, as áreas de proveniência e deposição dos sedimentos. Devem ser considerados também na elaboração de modelos evolutivos de um sistema costeiro, a estruturação tectônica do embasamento, as características do estado atual dos campos de tensões tectônicas, as condições climáticas e os parâmetros oceanográficos para determinada região.

Em síntese, as características, a distribuição dos depósitos e as feições sedimentares em um determinado sistema costeiro, bem como o comportamento dinâmico das unidades desenvolvidas neste ambiente, representam o resultado da interação entre os parâmetros físicos, a estruturação e morfologia do substrato subjacente e os processos morfodinâmicos atuantes na região. Deste modo, faz-se necessária a conceituação e descrição geral da geologia e geomorfologia da região, além das características da fisiografia da margem continental.

Neste trabalho, com a utilização de técnicas usuais do sensoriamento remoto aplicadas à interpretação de imagens de satélite LANDSAT TM e de levantamentos de dados geológicos, são apresentadas evidências da participação do arcabouço lito-estrutural do embasamento pré-Cambriano na elaboração da morfologia e fisiografia costeira de parte do litoral do Estado do Ceará.

A área selecionada para o desenvolvimento deste trabalho possui aproximadamente 16.000 km² e está posicionada na porção noroeste do Estado do Ceará. Situa-se a oeste/noroeste da cidade de Fortaleza, entre as coordenadas geográficas 2° 53' 41" S 39° 43' 11" W e 3° 47' 58" S 38° 38' 23" W, e está inserida no Domínio Ceará Central, na porção setentrional da província Borborema (Fig. 1).

2. Condições gerais da região costeira

As condições climáticas na região estudada mantêm uma estreita relação com o processo de deslocamento ou migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e com as condições meteorológicas no Hemisfério Norte. A ZCIT atua no controle de um forte ciclo estacional com periodicidade anual associada às mudanças das estações climáticas. Esta zona se desloca mais para o norte durante o inverno austral (entre agosto a outubro) e mais para sul, durante o verão austral (março a abril). Durante os meses de dezembro a abril a ZCIT desloca-se no sentido meridional, quando, via de regra, é caracterizada a estação de chuvas na região. De julho a novembro a ZCIT desloca-se gradativamente para o norte, afastando-se do equador. Neste período, as chuvas começam a diminuir até caracterizar-se o período de estiagem. Este comportamento ou padrão climático estacional é bastante influenciado pelo fenômeno “El Niño” que, ao favorecer uma posição da ZCIT mais ao norte e por um maior período de tempo, prolonga, desta forma, a vigência da estação seca.

Os ventos apresentam média de velocidade situadas em torno de 7,60m/s, predominando os ventos da direção ESE, seguidos de E e, em menor quantidade os ventos de ENE.

Das ondas incidentes na região, as do tipo “sea” (período de 1 a 9s) representam cerca de 72% das ocorrências, enquanto as consideradas do tipo “swell” (período de 10 a 20s) compreendem 28%. Do total das ondas, 60,6% apresentaram direção entre 46 a 120°Az, das quais, a mais freqüente durante o ano de 1996, segundo dados do INPH para o Porto do Pecém foi de 90°Az.

O regime de marés na região pode ser caracterizado como de meso-marés com periodicidade semi-diurna.

3. Fisiografia da região costeira

A fisiografia litorânea desta região pode ser enquadrada, com algumas modificações, no

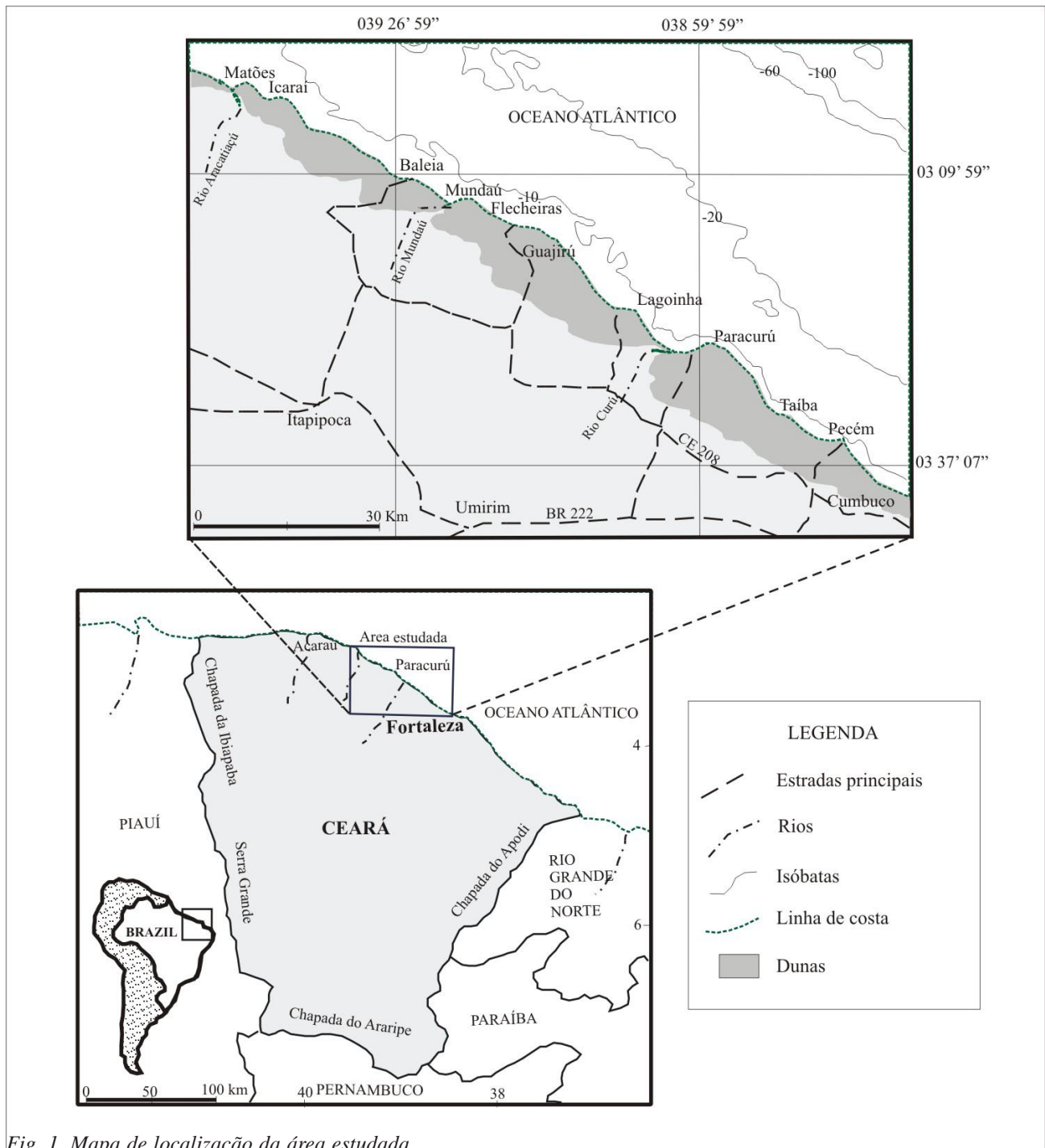


Fig. 1. Mapa de localização da área estudada.

modelo de “*headland-bay beach*” de Yasso (1965). Segundo este autor, tal modelado é definido por uma faixa de praia posicionada a sotamar de um promontório, submetida a uma direção predominante de ataque de onda. Apresenta como característica principal o desenvolvimento de uma forma plana côncava voltada para o mar, resultante dos processos de erosão causados pela refração, difração e reflexão

de ondas dentro da zona de sombra atrás do promontório (Fig. 2). Entretanto, Hsu *et al.* (1993) reformularam a definição acima, Os autores acrescentaram que, no modelado em espiral, a geometria curvilínea imediatamente a sotamar do promontório, diminui de forma graduativa em curvatura à medida que a mesma se aproxima do promontório seguinte, como visto na Figura 2.

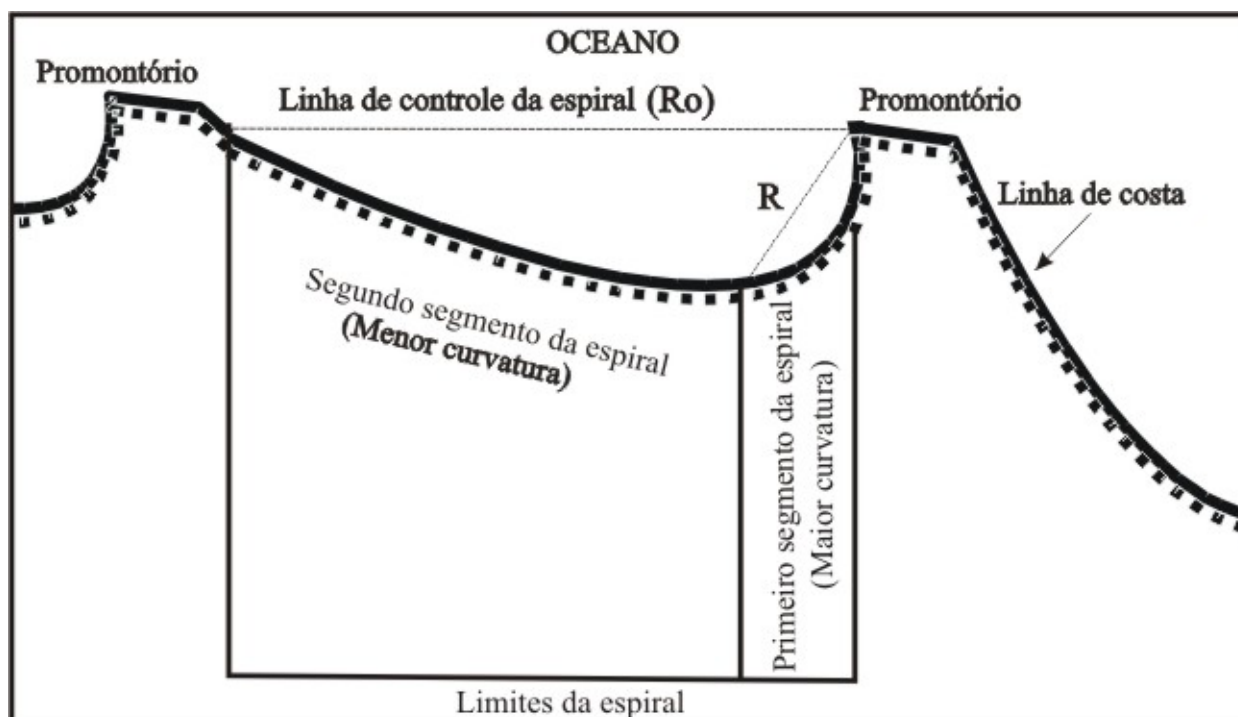


Fig. 2. Modelo conceitual da fisiografia costeira em espiral na área estudada. R_0 = Linha de controle e R = raio da espiral (modificado de Yasso, 1965).

Por outro lado, este modelado da linha de costa antes de ser o resultado exclusivo da atividade dos agentes e processos costeiros, representa também uma imposição lito-estrutural do arcabouço geológico. Este modelado de costa, à medida que evolui, define um padrão dinâmico que passa a condicionar as faixas onde ocorre uma maior deposição de sedimentos nas praias ou onde os processos erosivos são dominantes. A análise detalhada deste tipo de modelado revela o desenvolvimento de espirais em diferentes escalas. Este tipo de fisiografia da linha de costa tem evoluído ao longo do tempo, desenvolvendo uma forma que pode ser interpretada como estável do ponto de vista da sua adaptação às condições de incidência das ondas e da ação dos demais processos costeiros.

4. Metodologia

Para a elaboração deste trabalho obedeceu-se uma seqüência metodológica abrangendo a pesquisa bibliográfica, interpretação de fotografias aéreas, tratamento e interpretação de imagens de satélite, e trabalhos de campo.

1- O levantamento bibliográfico contempla os trabalhos desenvolvidos no estado do Ceará, cujos enfoques apresentavam relação contextual com o tema abordado neste trabalho, a exemplo de publicações enfocando a história tectônica da região.

2- A base cartográfica utilizada foi baseada nas cartas da SUDENE na escala 1:100.000, que foram utilizadas para a retificação das imagens de satélite e lançamento dos dados gerados durante os trabalhos de campo. Ainda foram utilizadas fotografias aéreas verticais obtidas pelo Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul S/A (anos 1958 e 1985), com vistas ao mapeamento das diferentes unidades e estruturas geológicas.

3- Para o tratamento digital das imagens multi-espectrais do Landsat-5 TM e Landsat-7 ETM utilizou-se o “software” “ER Mapper 6.0”. Com esta ferramenta foi realizada a retificação e tratamento das imagens através de combinações de bandas multi-espectrais. Este procedimento objetivou a delimitação das unidades litológicas, das feições geológicas (lineamentos) e geomorfológicas específicas. Neste estudo foram utilizadas duas cenas de imagens Landsat-5 TM

(1992 e 1998) e uma cena do Landsat-7 ETM (2000). O processamento digital dessas imagens visou complementar a interpretação das fotografias aéreas verticais e auxiliar na definição das respostas espectrais para as diferentes unidades geológicas-geomorfológicas e na delimitação de estruturas geológicas. As imagens tratadas foram importadas para o ambiente SIG e neste sistema os dados foram incorporados ao banco de dados.

Os trabalhos de campo constaram de medidas de atitude de rochas e respectivas estruturas, concomitantemente à coleta de amostras, sempre geo-referenciadas, que posteriormente foram analisadas e interpretadas. As amostragens na área de estudo foram realizadas utilizando-se uma malha compatível com a escala 1:100.000, tendo sido detalhadas algumas faixas ou setores específicos. Nas etapas de trabalho de campo, procedeu-se a checagem de feições, estruturas e unidades litológicas e geomorfológicas identificadas na etapa anterior, servindo, portanto, para o controle da interpretação de fotos e imagens de satélite. Para obter as coordenadas dos pontos de amostragem no terreno, utilizou-se um receptor GPS (Global Positioning System). As amostras de rochas do embasamento foram estudadas em lâminas petrográficas, objetivando sua caracterização.

Os dados obtidos foram interpretados e integrados através do Software ARC-VIEW 3.2 (ESRI-Earth Science Resource Institute) que se adequou perfeitamente às características dos dados produzidos neste trabalho, sendo capaz de organizá-los de forma lógica em camadas temáticas e relacioná-los a atributos em um banco de dados relacional, permitindo desta forma, a realização de diversos tipos de análises e correlações. Esta ferramenta permitiu uma perfeita superposição dos diversos planos de informação.

A integração dos resultados de interpretação de fotografias aéreas com os mapas temáticos, obtidos pelo tratamento de imagens de satélite (Landsat-5 TM e Landsat-7 ETM), foi determinante para o mapeamento e interpretação das unidades geológicas.

5. Caracterização do embasamento pré-Cambriano

O arcabouço geológico da área estudada compreende um empilhamento estratigráfico representado, na base, por unidades Pré-Cambrianas, recobertas por seqüências cenozóicas constituídas por ocorrências pontuais de vulcanismo Terciário, ampla distribuição de depósitos da Formação Barreiras, e as unidades quaternárias, representadas principalmente por depósitos de praia, eólicos e fluviais (Fig. 3). As três unidades estratigráficas do embasamento Pré-Cambriano são (1) o Complexo Granitóide-Migmatítico (Pigr-mg); (2) Complexo Gnáissico-Migmatítico (Pign-mg), e (3) os corpos plutônicos granulares ou Granitóides (PSy) e subordinadamente ocorrem unidades parametamórficas e os granitos brasileiros (Fig.3).

O Complexo Granitóide-Migmatítico (Pigr-mg) é representado pelos litótipos denominados por Cavalcante & Ferreira (1983) de Complexo Tamboril-Santa Quitéria. Esta unidade agrupa um conjunto de rochas ortoderivadas, representadas predominantemente por ortognaisses graníticos e migmatitos diversos, de idade arqueana a proterozóica inferior, posicionadas segundo a direção geral NE-SW (Fig.3). Envolve também granitóides, geralmente porfiroblásticos, definindo as porções de altitudes mais elevadas. O Complexo Gnáissico-Migmatítico (Pign-mg) corresponde à unidade de maior distribuição na área estudada, sendo constituída por rochas supracrustais proterozóicas gnaissificadas e migmatizadas, incluindo mármore, anfibolitos, metabasitos, rochas calciossilicáticas, quartzitos, meta-ultrabasitos e granito-gnaisses (Cavalcante & Ferreira, 1983). Na porção central da área estudada afloram rochas pertencentes ao “Grupo Ceará”, compreendendo micaxistos geralmente granatíferos, quartzíticos, leptinólitos, metacalcários e gnáisses granatíferos. Destacam-se neste trecho, os tipos metacalcários impuros, associados a quartzitos, estando colocados em associação a um sistema de lineamentos preferencialmente NE-SW, expostas na forma de

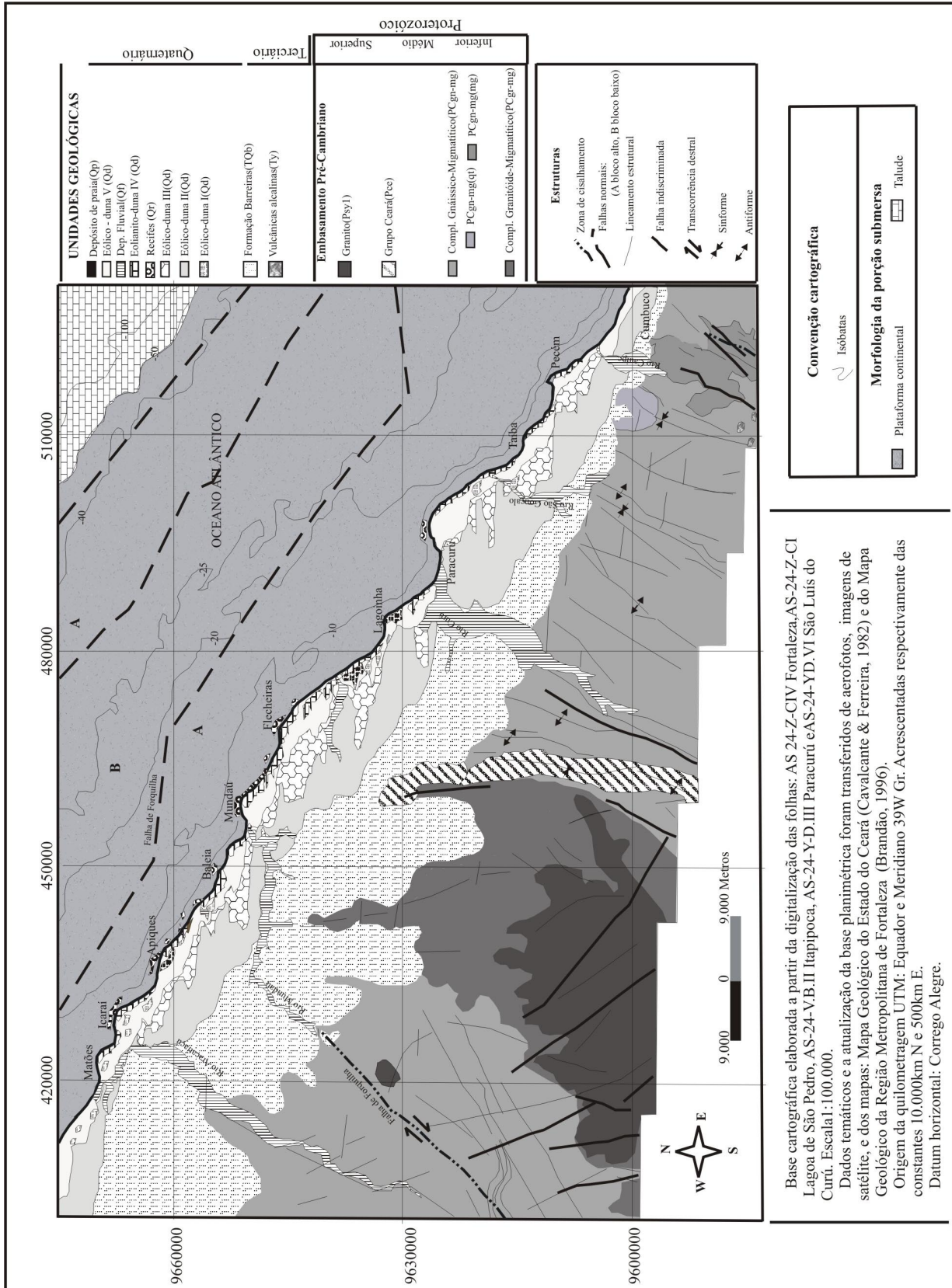


Fig. 3. Mapa geológico da porção central da região costeira do Ceará.

corpos alongados, inseridos conformemente em meio a uma seqüência dobrada dos terrenos Gnássico-Migmatíticos, exibindo estruturas sinformais e antiformais (Fig.3). Os Granitóides (PSy), também definidos por Cavalcante & Ferreira (1983), que os posicionou no Proterozóico, ocorrem inseridos na parte central do Complexo Granitóide-Migmatítico (Pigr-mg), sendo compostos, segundo Brandão (1995), por rochas do tipo granitóide a biotita e ou hornblenda de composições granítica e granodiorítica média a grossa, eventualmente porfiroblásticas, considerados como corpos plutônicos granulares.

O arcabouço morfo-estrutural desta área, de acordo com o entendimento de Saadi & Torquato (1992), é caracterizado por um maciço cristalino constituído por um complexo ígneo-metamórfico amarrutado por dobramentos relacionados com as Orogêneses Transamazônica e Brasileira. O resultado da influência marcante destes eventos é verificado em estudos de sensoriamento remoto e de campo, onde se observam seqüências de estruturas do tipo sinforme e antiforme desenvolvendo cristas posicionadas com seu maior comprimento no sentido NE-SW, resultantes de processos deformacionais que, em geral, se estendem por toda a área estudada.

Posteriormente a estes eventos orogenéticos, segundo Saadi & Torquato (1992), a estruturação do embasamento foi acrescentada de complicações estruturais, promovidas pela instalação de zonas de cisalhamento predominantemente destrais, com direções NE-SW e E-W. Os testemunhos do evento tectônico que gerou estruturas de direção NE-SW também podem ser exemplificados por falhamentos de transcorrência destal, a exemplo da Falha de Forquilha, no extremo NW da área estudada, e por uma zona de cisalhamento no seu limite SE (Fig. 4).

Os efeitos na estruturação do embasamento, advindos do processo de formação e evolução da atual margem continental, envolvendo a abertura do Oceano Atlântico no Mesozóico, não estão ainda bem esclarecidos. Entretanto, a identificação de lineamentos de direção E-W, muitas vezes deslocando transversalmente as estruturas das direções NE-SW e SE-NW, bem

como promovendo a reativação destas linhas de fraqueza, podem esclarecer muitas questões obscurecidas durante a evolução geológica da região. Além destes aspectos, um conjunto de falhas normais e encobertas na Plataforma Continental (Fig. 4), mapeadas por Costa *et al.* (1990), define o arcabouço da Bacia do Ceará, cuja associação com a estruturação da porção continental deve ser considerada no contexto de uma borda de bacia, cuja gênese, segundo Costa *et al.* (1990), está relacionada à separação dos continentes africano e sul-americano. A porção central-sul da área, constituída essencialmente por corpos granitóides, apresenta estruturas principalmente no sentido NW-SE, embora também sejam observados lineamentos com direção NE-SW. Estas podem está relacionadas à Zona de Cisalhamento Forquilha, que apresenta esta mesma direção e se dispõe bordejando a porção noroeste destes corpos rochosos. Na porção leste, os lineamentos apresentam um *trend* para W, mas sofreram um deslocamento e/ou convergência para leste, mais evidentes nas proximidades da zona costeira. Na porção central da área, no limite leste do Complexo Granitóide-Migmatítico (Pigr-mg), esses lineamentos convergem ligeiramente para NW (Fig. 4), mas experimentam semelhantemente uma inflexão para leste. Tal convergência, nesta porção central, também se estende aos núcleos granitóides. A faixa mais ocidental da área, delimitada pela Falha de Forquilha, exibe um número maior de lineamentos de direção NE-SW, apesar de se verificar também a presença de estruturas de direção SE-NW, além de seqüências de lineamentos segundo um *trend* E-W que se sobrepõe aos anteriores.

6. Influência do embasamento na elaboração da geometria costeira

A conformação da linha de costa na área estudada apresenta características que sugerem, para alguns setores, a participação de um evidente condicionamento lito-estrutural. As cristas ou promontórios (zonas altas do litoral) são coincidentes com os eixos das estruturas do tipo

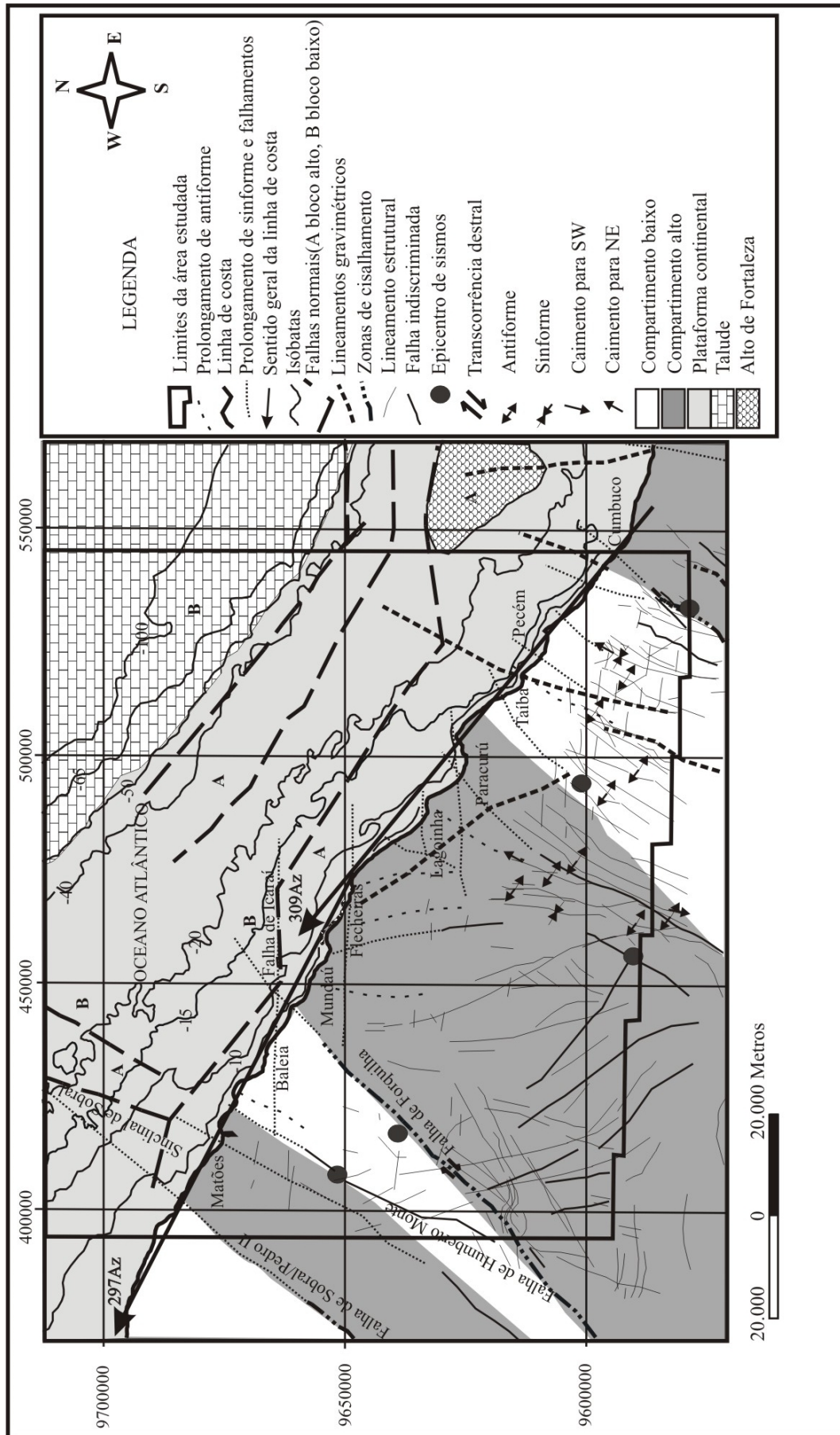


Fig. 4. Compartimentação estrutural e prolongamento de estruturas sob os depósitos cenozóicos, mostrando controle exercido por estes elementos na configuração da linha de costa e na batimetria.

antiforme ou zonas altas do interior, enquanto as feições sinformes ou rebaixadas podem ser associadas aos embaixamentos na linha de costa. Observação semelhante foi apresentada no contexto regional por Saadi & Torquato (1992). Na faixa leste/sudeste da área estudada, este aspecto pode ser exemplificado pelas cristas altas formadas pelos termos migmatíticos ou sistemas de dobramentos, que podem ser considerados como fatores determinantes durante a elaboração e manutenção dos promontórios na região. No sentido de leste para oeste, separando o promontório do Pecém da intumescência ou protopromontório do Cumbuco, ocorre uma zona de cisalhamento de direção N55E que converge, próximo à costa, para N15E (Fig. 3 e 4). Neste trecho, também se verifica a presença de falhas de sentido aproximado N25E, cujo prolongamento em direção ao mar sugere sua participação no condicionamento do arcabouço da linha de costa. Na faixa do Cumbuco, o afloramento de rochas migmatíticas está posicionado de acordo com o prolongamento das linhas de falhas e de litologias semelhantes às que afloram no interior do continente. Nestes locais, o padrão estrutural é semelhante aos dos afloramentos na faixa costeira. Este aspecto também é verificado nos afloramentos de rochas quartzíticas e gnáissicas dobradas que formam a ponta do Pecém.

Entre a Ponta do Pecém e o promontório do Paracurú o prolongamento, em direção ao mar, dos termos dobrados antiformais do Complexo Gnaiss-Migmatítico são coincidentes com o posicionamento dos promontórios, e a projeção dos lineamentos parece estender-se até a plataforma continental, participando no condicionamento da batimetria (Fig. 3 e 4). No litoral entre as localidades de Lagoinha e Baleia, o prolongamento dos termos Granitóides-Migmatíticos (Pigr-mg) e Granitóides (PSy), além das convergências de lineamentos, também parecem ter exercido relevante influência no condicionamento da fisiografia costeira.

Entorno da localidade de Flecheiras é definida uma inflexão que divide, em termos fisiográficos, a área estudada ao meio (Fig. 4).

Neste trecho, o sentido geral da linha de costa muda de uma direção aproximada N309 para N297 (Fig. 4). Além deste aspecto, este trecho coincide com a projeção de inflexões de lineamentos de sentido NE e com possível prolongamento das litologias do “Grupo Ceará” e dos corpos granitóides. Neste trecho, as anomalias gravimétricas sugerem uma concentração de litologias mais densas, o que pode ser atribuído aos termos granitóides, que afloram, em escala de detalhe, em alguns lugares próximos a costa. Nesta faixa, os contatos entre unidades litológicas que foram submetidas a movimentos transtensionais responsáveis pelos processos de enrugamento da litosfera parece ter atuado como elementos diferenciadores da configuração da linha de costa.

O prolongamento das litologias do embasamento e dos lineamentos estruturais sob as coberturas cenozóicas, no sentido do interior para o mar (Fig. 5), pode ser verificado no levantamento gravimétrico (Castro & Castelo Branco, 1999), o qual engloba um trecho a oeste de Fortaleza e inclui os promontórios do Cumbuco, Pecém, Paracurú, Lagoinha e Flecheiras.

Neste trabalho, os referidos autores relacionam as anomalias Bouguer e gravimétricas residuais com as estruturas identificadas em superfície (Fig 5). Entre as localidades de Mundaú e Icaraiá, a linha de costa torna-se mais retilínea e recuada em direção ao continente, em relação a sua orientação geral. Este trecho é marcado pela coincidência de prolongamentos de lineamentos de sentido SE-NW, os quais são interceptados pela Falha de Forquilha (sentido NE-SW) e por lineamentos de direção principal E-W (Figs. 3 e 4).

No que tange ao comportamento da batimetria, a partir da localidade de Paracurú, no sentido de SE para NW, observa-se um sensível distanciamento das isóbatas em relação à linha de costa, aspecto bem marcado pela isóbata de 10 m.

Este padrão é brevemente interrompido no trecho em frente à ponta do Mundaú. No entanto, retorna às características anteriores logo em

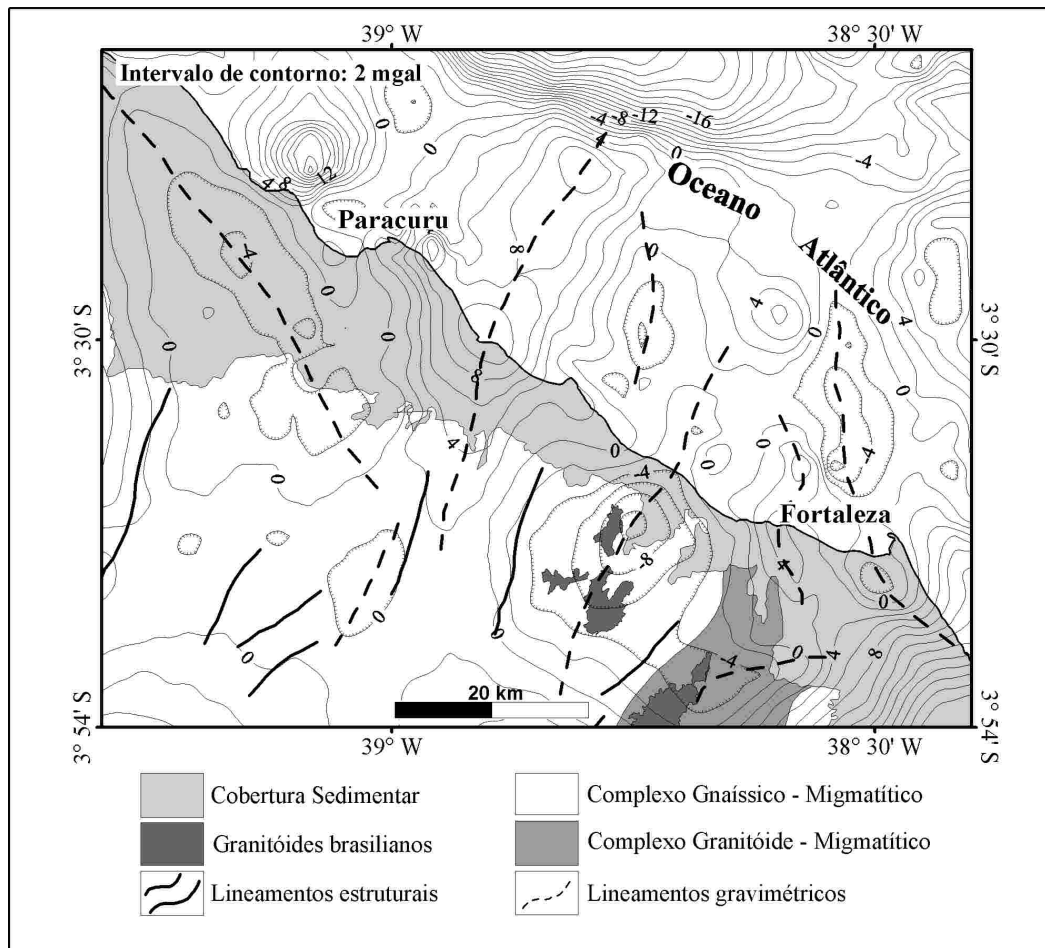


Fig. 5. Mapa de anomalias gravimétricas residuais associadas ao esboço geológico (Castro & Castelo Branco, 1999).

seguida, com as isóbatas distanciando-se da linha de costa até o limite da confluência do prolongamento da falha de Forquilha (Fig. 3 e 4). A partir deste ponto até próximo da localidade de Icarai a isóbata de dez metros torna-se mais próxima da linha de costa.

O comportamento da batimetria também parece refletir sobremaneira no posicionamento dos blocos formados por falhas normais encobertas na plataforma continental (Figs. 3 e 4). Este comportamento da batimetria foi determinado provavelmente por movimentos verticais ao longo destas falhas normais e por movimentação ao longo dos planos de falhas de sentido NE-SW e E-W (Figs. 3 e 4).

No intervalo entre a ponta do Mundaú e a confluência do prolongamento da falha de Forquilha (Fig. 4), a inclusão de complicadores estruturais, envolvendo também a falha de Icarai e lineamentos no sentido E-W, parece ter

influenciado na compartimentação dos blocos deformados pelas falhas normais localizadas na plataforma continental.

No limite NW da área estudada, entre Icarai e a embocadura do rio Aracatiaçu (Figs. 3 e 4), Costa *et al.* (1990) identificaram, um bloco alto. Este gerou um maior distanciamento entre as isóbatas e a linha de costa neste trecho, o qual está posicionado entre um conjunto de duas linhas de falhas normais de direção aproximada NE-SW. Neste trecho, a linha de falha que delimita o bloco a oeste pode corresponder ao prolongamento da falha de Humberto Monte, enquanto o limite norte deste bloco pode corresponder ao prolongamento da Zona de Cisalhamento Sobral na plataforma continental. A linha de falha que delimita este bloco a leste coincide aproximadamente com o traçado do rio Aracatiaçu.

Saadi & Torquato (1992) propuseram a atuação de um campo compressivo regional de

direção E-W na elaboração do arcabouço geomorfológico regional, baseados em evidências de neotectonismo, a exemplo de falhamentos em rochas da Formação Barreiras e presença de diques clásticos em terraços fluviais terciários localizados na região de Camocim no extremo oeste do Ceará. Correlacionam também com o posicionamento de epicentros de sismos com estruturas regionais (Fig. 4). Segundo estes autores, tomando como base os dados sismológicos, existe um campo de tensões atual, compressivo de direção E-W e WNW-ESE, e uma direção de extensão NNE-SSW. Defendem que os grandes compartimentos elevados, a exemplo de Fortaleza e de Itapajé, teriam ascendido segundo movimento de falhas inversas, utilizando-se os planos de grandes zonas de cisalhamento.

Aplicando-se este conceito, é possível dividir a região estudada e adjacências em três grandes compartimentos altos no continente, intercaladas por dois baixos. Um compartimento alto de Fortaleza, que se estende a partir da zona de cisalhamento, na porção a leste de Fortaleza, até a zona de cisalhamento posicionada entre Pecém e Cumbuco (Figs. 3 e 4). Entre esta zona de cisalhamento e uma zona de sutura no Paracurú posiciona-se um grande compartimento baixo. Deste ponto até a falha de Forquilha está definido o compartimento alto de Itapajé (Fig. 4). O trecho entre esta falha e as proximidades da falha de Humberto Monte delimita um outro grande compartimento baixo. A partir do limite oeste deste último, em direção à zona de cisalhamento de Sobral, forma-se um outro grande compartimento alto (Fig. 4). As observações em campo, ao longo da área de estudo, revelam feições semelhantes àquelas descritas por Saadi & Torquato (1992). Entre estas feições estruturais, observaram-se seqüências de diques clásticos em cascalheiras fluviais (Fig. 6), cujas direções são praticamente as mesmas descritas por aqueles autores, além da presença de falhamentos em arenitos da Formação Barreiras.

Além destes aspectos, verificou-se, ao longo de toda a linha de costa estudada, que as ocorrências de recifes de corais e plataformas de

abrasão mostram-se mais expressivas nos trechos marcados pela maior participação de elementos estruturais (lineamentos). Este aspecto pode estar associado à presença de afloramentos de rocha do embasamento sob uma fina lâmina d'água. A presença destas rochas pode constituir um substrato duro propício à fixação de colônias de organismos marinhos, favorecendo o desenvolvimento de recifes de corais e vermetídeos, que muitas vezes se estendem à faixa de praia, sendo nestes casos envolvidos por sedimentos arenosos atuais. Tais aspectos são indicativos de um posicionamento mais raso do embasamento nestes trechos.

7. Conclusões

As estruturas e variações litológicas do embasamento Pré-Cambriano, bem como suas diferentes feições geomorfológicas, são



Fig. 6. Dique clástico em terraço fluvial estratificado (camadas areno-argilosas intercaladas com conglomeráticas de matriz areno-argilosa).

coincidentes com as variações marcantes na geometria litorânea ao longo da área estudada.

Por outro lado, o comportamento da batimetria neste mesmo trecho coincide igualmente com os *trends* estruturais e controles litológicos que constituem o arcabouço da bacia do Ceará e de suas margens. Apesar de tratar-se de estudo preliminar, as evidências da participação do controle lito-estrutural do embasamento Pré-Cambriano na elaboração e manutenção da geometria litorânea são contundentes. Conseqüentemente, estudos mais detalhados deverão ser efetivados a fim de se pormenorizar a evolução do relevo sob esta ótica. Este tipo de procedimento será útil na compreensão da morfogênese costeira, podendo ser acrescentado de importância face às perspectivas de evolução dos conceitos da neotectônica.

Referências

- Brandão, R.L., 1995. Sistema de informações para a gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR: Mapa geológico da região metropolitana de Fortaleza. Texto explicativo: CPRM. Fortaleza, 34p.
- Carvalho, A.M., 2003. Dinâmica costeira entre Cumbuco e Matões-Costa NW do Estado do Ceará. Ênfase nos processos eólicos. Tese de Doutorado, UFBA, Salvador, 188p.
- Castro, D.L. & Castelo Branco, R.M.G., 1999. Contribuição da gravimetria na prospecção de água subterrânea no litoral norte do Ceará, Brasil. Sixth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Resumo expandido, SBGf00699, 4p.
- Cavalcante, J.C. & Ferreira, C.A., 1983. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala 1/500.000, MME. CPRM/DNPM.
- Costa, I.G., Beltrami, C.V. & Alves, L.E.M., 1990. A evolução tectono-sedimentar e o habitat do óleo da Bacia do Ceará. Boletim de Geociências. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, **4** (1): 3-123.
- Hsu, J.R.C; Uda, T. & Silvester, R., 1993. Beach downcoast of harbors in bays. Coastal Engineering, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, **19**:163-181.
- Saadi, A. & Torquato, J.R., 1992. Contribuição à neotectônica do Estado do Ceará. Revista de Geologia. DEGEO-UFC, Fortaleza, **5**: 5-38.
- YASSO, W.E., 1965. Plan geometry of headland-bay beaches. J. Geology, **73** (5): 702-719.