

EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA ÁREA DE UBARANA, PORÇÃO SUBMERSA DA BACIA POTIGUAR

TECTONIC EVOLUTION OF THE UBARANA AREA, OFFSHORE PORTION OF THE POTIGUAR BASIN

Oscar Antonio Cremonini¹

RESUMO - A Bacia Potiguar, formada por uma ruptura intracontinental, localiza-se no extremo nordeste do Brasil, na interseção das margens equatorial e leste brasileira. Por meio da análise e interpretação de dados sísmicos e de poços, é proposto um modelo evolutivo para a porção submersa da bacia, situada nas proximidades do Campo de Ubarana. O *Rift* Potiguar, na área estudada, formou-se no Cretáceo Inferior (Neocomiano), por meio de esforços distensivos de direção aproximada WNW-ESE. Foi reconhecida uma zona de transferência de direção subparalela à extensão máxima, denominada Zona de Transferência de Ubarana, responsável pelo balanceamento mecânico dos blocos durante o estágio *rift*. O estágio pós-*rift* foi marcado por uma reativação tectônica de idade mesocampaniana, responsável pela formação da Zona Transcorrente de Ubarana, que aproveitou a descontinuidade estrutural gerada pela zona de transferência implantada durante o estágio *rift*. A Zona Transcorrente de Ubarana, de direção WNW-ESE, formou-se em condições transtracionais, a partir do movimento dextral dos blocos segundo a direção aproximada leste-oeste. Durante o Terciário, a bacia foi afetada por esforços compressivos de direção próxima a E-W, quando foram gerados dobramentos de grande comprimento de onda com eixos orientados segundo a direção aproximada N-S.

(Originais recebidos em 13.08.94.)

ABSTRACT - Located at the easternmost tip of Brazil, the Potiguar Basin is an intracontinental rift formed at the intersection of the Equatorial and East Brazilian Margins. Seismic and well data were used to develop an evolutionary model for the offshore portion of this basin, near the Ubarana oil field. The rift was formed in the Early Cretaceous (Neocomian), in response to WNW-ESE regional extension. In the studied area a transfer zone (the Ubarana Transfer Zone) was recognized, which accommodated a polarity reversal of the rift faults. The Potiguar Basin was subjected to further tectonic activity during the Middle Campanian, in the post-rift stage, when transtensional stresses, acting on the former Ubarana Transfer Zone, created the Ubarana Transcurrent Zone, generating folds and strike-slip faults with small right-lateral displacement. During the Tertiary, the Potiguar Basin was subjected to E-W compressional stresses, when long wavelength folds were generated with N-S trending axes.

(Expanded abstract available at the end of the paper.)

1 - INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho aqui apresentado é analisar parte da porção submersa da Bacia Potiguar visando a determinar os processos tectônicos responsáveis pela formação do *rift* e os eventos deformadores subsequentes. A área estudada situa-se nas proximidades do Campo de Ubarana (fig. 1), limitada pelas coordenadas UTM 758 000 e 812 000 (leste) e

9 435 000 e 9 478 000 (norte), relativas ao meridiano central 39 °W.

As principais feições tectônicas da área estudada são representadas pelos altos de Macau, a sul, e Boa Vista, a oeste; e pelas falhas de Ubarana e de Macau (fig. 1). Nos extremos leste e sudeste da área ocorrem duas feições erosivas importantes, representadas pelos *canyons* de Ubarana e de Agulha. O extremo norte é limitado por uma flexura dos pacotes sedimentares de

1 - E&P-RNCE-GEXP/GEINT, Avenida Interventor Mário Câmara, 2783, CEP 59074-600, Natal, RN, Brasil.

direção aproximada N75 °W, que coincide com o atual limite entre plataforma e talude continentais.

Os primeiros estudos de reconhecimento da Bacia Potiguar foram realizados no período de 1945 a 1979, por meio de trabalhos de superfície essencialmente regionais (Bertani *et al.* 1987). A atividade exploratória na plataforma continental da bacia teve início em 1972, com base nos estudos de Miura e Barbosa (1972). A partir desse estudo regional, iniciou-se uma campanha de perfuração da porção submersa da Bacia Potiguar, e já no terceiro poço descobriu-se o Campo de Ubarana, em 1973. Esse marco na prospecção da bacia foi reforçado seis anos mais tarde com a descoberta do primeiro campo de petróleo na sua porção emersa, próximo à cidade de Mossoró. A intensificação da atividade exploratória da Bacia Potiguar proporcionou aumento significativo do acervo de dados, possibilitando que diversos autores propusessem modelos sobre sua origem e evolução. Os modelos até então apresentados para a formação do Rift Potiguar, e para os processos deformadores que se seguiram, não apresentam consenso. As divergências estão centradas essencialmente na tectônica formadora do rift no Neocomiano, existindo grande polêmica sobre a direção dos esforços responsáveis pela sua formação.

2 - MODELOS SOBRE A EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA BACIA POTIGUAR

Com base nos conceitos apresentados por Mckenzie (1978), Bertani (1985) propôs um modelo de origem e evolução da Bacia Potiguar, segundo o qual a fase *rift* seria originada por esforços distensivos de direção E-W responsáveis por um estiramento e afinamento crustal. A fase pós-*rift* seria controlada por dois mecanismos principais: resfriamento da crosta e flexura da placa litosférica. A formação do Rift Potiguar a partir de esforços distensivos de direção E-W também foi proposta por Mello (1987), que associou esses esforços à abertura da margem leste brasileira.

Fortes (1986) enfatizou a importância dos lineamentos pré-cambrianos de direção NE-SW na implantação da Bacia Potiguar. Esses lineamentos separariam faixas de domínios de supracrustais e infracrustais distintas – denominadas, pelo autor, de teclas tectônicas.

Françolin e Szatmari (1987) propuseram a formação da Bacia Potiguar por meio da rotação horária da placa sul-americana em relação à africana a partir de um pólo situado, no Neocomiano, ao sul da cidade de

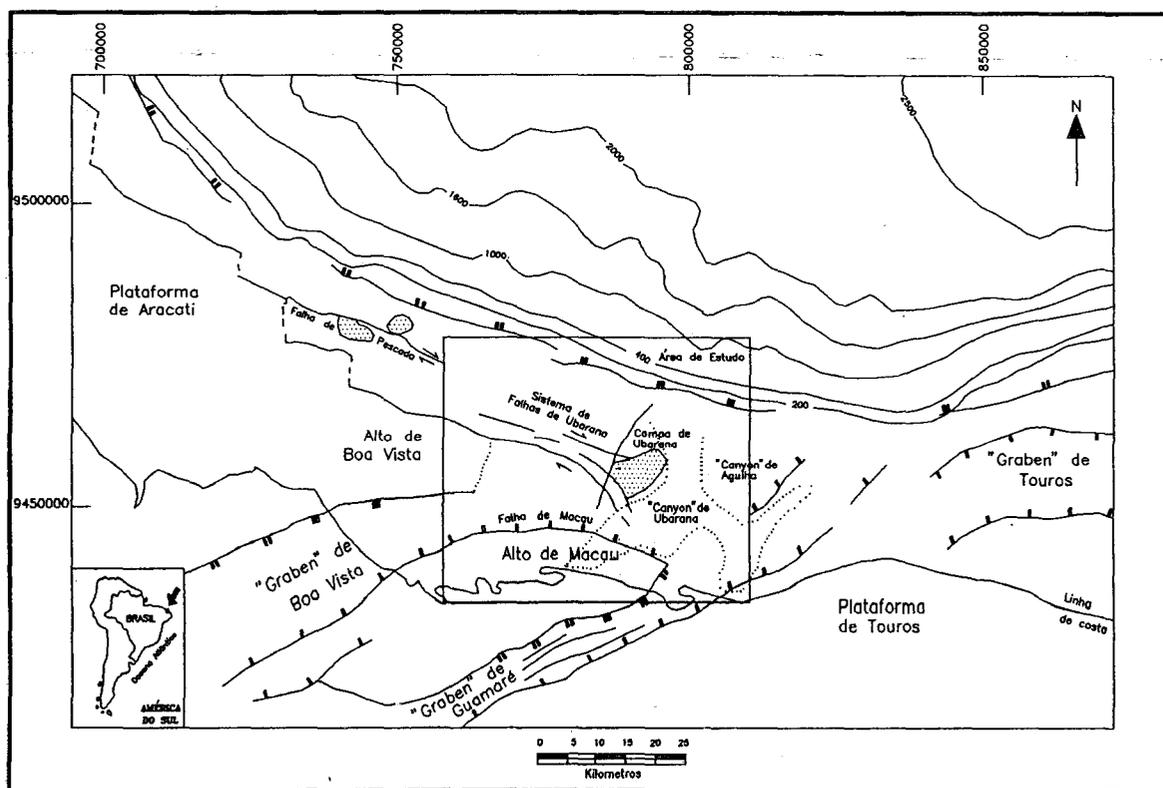


Fig. 1 - Mapa de localização da área estudada.
Fig. 1 - Location map.

Fortaleza. Esse modelo baseou-se nas reconstituições propostas por Rabinowitz e LaBrecque (1979). A rotação das placas causaria esforços distensivos de direção N-S na região da Bacia Potiguar, responsáveis pela formação de sua fase *rift*. Durante o Aptiano, prosseguiu a distensão N-S, continuando o rompimento da porção submersa da bacia. Segundo os autores, no Eoalbioano teve início o movimento divergente leste-oeste entre os continentes sul-americano e africano, causando cisalhamento lateral dextral na atual margem equatorial.

No Cretáceo Superior, a Bacia Potiguar seria afetada por esforços compressivos de direção norte-sul. Matos (1987 e 1992) propôs a evolução do *Rift* Potiguar mediante duas fases principais de rifteamento. A primeira, responsável pela formação da bacia e associada a seu preenchimento mais expressivo, ocorreu entre o Eoberriasiano e o Eobarremiano (andaes Rio da Serra e Aratu), sendo denominada de fase Sin-*Rift* II. Esta fase seria originada por esforços distensivos máximos, de direção WNW-ESE. Durante o Neobarremiano e o Eoaptiano (andaes Buracica e Jiquiá) ocorreria uma rotação dos esforços distensivos máximos que passaram a atuar segundo a direção aproximada E-W. Nesta fase tectônica, denominada pelo autor fase Sin-*Rift* III, depositaram-se sedimentos na porção submersa da Bacia Potiguar e formaram-se, sob condições transtracionais, os *grabens* de Messejana, Jacaúna e Fortaleza.

Teixeira (1991), analisando os dados sísmicos da porção submersa da Bacia Potiguar, propôs que o rifteamento desta área da bacia teve início no Neocomiano (andaes Rio da Serra e Aratu), por meio de movimentos distensivos de direção N-S. No Barremiano (andaes Buracica e Jiquiá), ocorreu uma mudança no campo de tensões, proporcionando movimentos transtracionais de direção E-W. O estágio pós-*rift* foi marcado por três fases transpressivas que estruturaram os sedimentos no Neo-aptiano, Albiano e Santoniano. No Neo-oligoceno ocorreria uma fase compressiva caracterizada por dobramentos na área do Campo de Agulha.

Oliveira (1993), estudando o enxame de diques Rio Ceará Mirim, situado ao sul da Bacia Potiguar, concluiu que o campo de tensões à época das intrusões apresentava uma extensão máxima na direção NNW-ESE a N-S, tendendo para NW-SE no extremo oeste do enxame de diques. Essas direções de extensão estariam relacionadas à implantação do *Rift* Potiguar, que teria se formado contemporaneamente ao pulso magmático mais intenso.

Borges (1993) propôs que o rifteamento da porção sudoeste da Bacia Potiguar (*grabens* de Apodi, Umbuzeiro e Boa Vista) ocorreu por meio de esforços extensionais, concomitantes à deposição das unidades I, II e III e à porção basal da unidade IV da Formação

Pendência. A direção desses esforços, no entanto, não foi definida precisamente pelo autor. Durante a deposição da seção superior da unidade IV e porção inferior da unidade V, a área foi submetida a esforços cisalhantes segundo a direção WNW-ESE. O completo preenchimento do *rift*, através da seção superior da unidade V, caracterizou-se por nova fase extensional de direção NNE.

3 - GEOLOGIA REGIONAL

O *Rift* Potiguar implantou-se sobre rochas do embasamento cristalino Pré-cambriano, pertencentes à Província Borborema (Almeida *et al.* 1977). Esta província geotectônica é constituída por faixas de supracrustais lineares associadas ao Ciclo Brasileiro (sistemas de dobramentos), dispersas em terrenos gnáissicos-migmatíticos-graníticos arqueanos (maciços), retrabalhados nos eventos transamazônico e brasileiro. A Província encontra-se extensivamente recortada por zonas de cisalhamento de direções NE-SW e E-W, apresentando, em muitos casos, uma continuidade com lineamentos observados no território africano (Santos e Brito Neves, 1984).

O extremo nordeste da Província Borborema, onde posteriormente implantou-se a Bacia Potiguar, foi a partir do Cambro-Ordoviciano uma região onde provavelmente os processos erosivos prevaleceram. Nesta bacia, por exemplo, não foram ainda constatados sedimentos paleozóicos, como os registrados nas porções basais das bacias do Araripe, Recôncavo-Tucano-Jatobá e Sergipe-Alagoas (Matos, 1987).

Durante o Jurássico Superior, a região nordeste brasileira foi tomada por uma sedimentação basicamente fluvial, com evaporitos e depósitos eólicos subordinados, associada à fase Sin-*Rift* I (Matos, 1992). Essa sedimentação dominou a província ao sul do Lineamento de Patos, não sendo registrada na Bacia Potiguar.

A Província Borborema sofreu intensa reativação tectônica durante o Cretáceo Inferior (Neocomiano), provavelmente relacionada com os movimentos iniciais da separação das placas sul-americana e africana, que ocorria na margem leste brasileira. É neste contexto que se originou o *Rift* Potiguar, preenchido por espessos pacotes sedimentares associados à Formação Pendência.

4 - ESTRATIGRAFIA

O aumento das atividades exploratórias da Bacia Potiguar no final da década de 70 possibilitou a Souza (1982) realizar a primeira atualização da coluna estratigráfica anteriormente proposta por Araujo *et al.*

(1978). Mais recentemente, Araripe e Feijó (1994) realizaram nova revisão da coluna estratigráfica da bacia (fig. 2).

Os primeiros sedimentos depositados na Bacia Potiguar, associados à fase ríft, estão relacionados a uma seqüência continental composta por conglomerados, arenitos e folhelhos pertencentes à Formação Pendência.

Sobrepondo os mesmos, foram depositados, na porção submersa, sedimentos neo-aptianos (Andar Alagoas Inferior, biozona P-230) associados à Seção Pescada (Teixeira, 1990), formalizada recentemente como formação (Araripe e Feijó, 1994). Recobrendo as formações Pendência e Pescada, depositaram-se os sedimentos flúvio-deltaicos da Formação Alagamar durante o Aptiano e o Eoalbio.

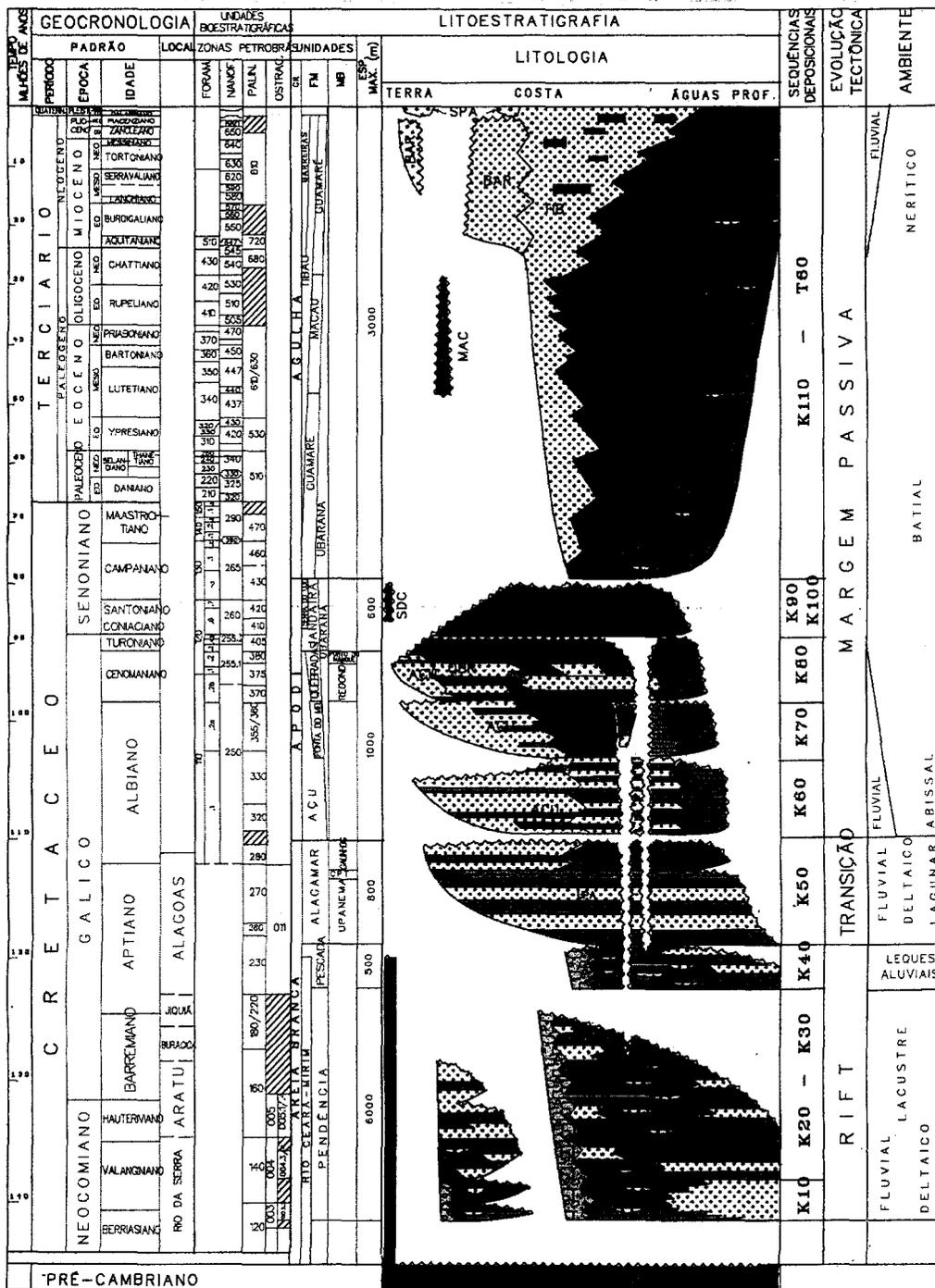


Fig. 2 - Coluna estratigráfica da Bacia Potiguar (Araripe e Feijó, 1994).
Fig. 2 - Stratigraphic column, Potiguar Basin (Araripe e Feijó, 1994).

Os sedimentos depositados sobre a Formação Alagamar foram subdivididos por Araripe et al. (1992) em seis unidades deposicionais denominadas Açú-1, Açú-2, Açú-3, Açú-4, Jandaíra e Ubarana/Tibau/Guamaré, sendo posteriormente agrupadas em seqüências deposicionais por Araripe e Feijó (1994). A unidade Açú-1 corresponde à seqüência K60; a Açú-2, à K70; as unidades Açú-3 e Açú-4, à seqüência K80; a Jandaíra à K90 - K100; e a Ubarana/Tibau/Guamaré, à K110 - T60 (fig. 2). As unidades Açú-1, Açú-2, Açú-3, Açú-4 e Jandaíra associam-se a uma megasseqüência transgressiva, ao passo que a Ubarana/Tibau/Guamaré depositou-se sob condições regressivas (Bertani et al. 1990).

A unidade Açú-1 (formações Açú e Ubarana) foi depositada entre o Eo- e o Mesoalbio; a unidade Açú-2 (formações Açú, Ponta do Mel e Ubarana), durante o Neo-albio; a unidade Açú-3 (formações Açú, Quebradas - Membro Redonda e Ubarana), no Eo-Mesocenomaniano, e a unidade Açú-4 (formações Açú, Quebradas - Membro Porto do Mangue e Ubarana), durante o Neocenomaniano. A Unidade Jandaíra (formações Jandaíra e Ubarana) é representada pelos sedimentos depositados entre o Neoturoniano e Eocampaniano, ao passo que a Unidade Ubarana/Tibau/Guamaré teve sua sedimentação iniciada no Neocampaniano, estendendo-se até o Recente.

Durante o Eoceno e o Oligoceno ocorreu importante evento vulcânico na Bacia Potiguar. Os derrames de olivina-basalto a ele associados, denominados Formação Macau, ocorrem intercalados às formações Tibau, Guamaré e Ubarana (Mizusaki, 1989). No extremo leste da área estudada, os sedimentos da bacia foram escavados pelo *Canyon* de Ubarana (Araripe et al. 1992), responsável pela erosão dos depósitos associados às formações Alagamar e Pendência, atingindo o embasamento cristalino sobre o Alto de Macau. A principal fase de preenchimento do *canyon* é caracterizada pela deposição de folhelhos, e, secundariamente, arenitos, de idade eo/mesocenomaniana.

5 - MAPAS ESTRUTURAIS E DE ISÓPACAS

Com o objetivo de analisar a evolução tectono-sedimentar da área estudada, foram interpretadas seções sísmicas 2D e 3D, que com o apoio dos poços perfurados permitiram mapear os horizontes sísmicos mais importantes. Associados ao estágio *rift* da bacia, foram rastreados o topo e um horizonte interno à Formação Pendência, ao passo que outros quatro foram mapeados dentro do estágio pós-*rift*: os topos das Camadas Ponta do Tubarão (CPT), da Unidade Açú-1 e da Unidade Açú-2 (Formação Ponta do Mel), e a base da Unidade Ubarana/Tibau/Guamaré, representada pela discordância pré-Ubarana. Dois mapas estruturais serão

aqui apresentados: o mapa do horizonte intra-Formação Pendência e o do topo das Camadas Ponta do Tubarão.

No mapa estrutural do horizonte intra-Formação Pendência (fig. 3), analisa-se, indiretamente, o arcabouço estrutural do *Rift* Potiguar. A área estudada é seccionada, na sua porção central, por um alto do embasamento cristalino, orientado segundo a direção WNW-ESE. Os sedimentos da Formação Pendência apresentam mergulhos de oeste para leste, ao sul desse alto estrutural, ao passo que a norte o mergulho se inverte, caindo de leste para oeste. A partir do alto do embasamento, os sedimentos mergulham para norte e para sul, ao passo que junto à Falha de Macau inclinam-se concordantemente com o plano do falhamento, mergulhando no sentido norte. Os falhamentos representados no mapa estrutural (fig. 3) estão relacionados à tectônica formadora do *Rift* Potiguar, e limitam, em geral, altos do embasamento cristalino.

No mapa estrutural das Camadas Ponta do Tubarão (CPT) observa-se um homoclinal com caimento suave de sul para norte (fig. 4). As CPT encontram-se estruturadas pelo Sistema de Falhas de Ubarana, representado, neste nível, por uma faixa alongada, de largura que varia entre 3 km e 5 km, delimitada a norte e a sul por dois extensos falhamentos de direção WNW-ESE. Esse sistema de falhas encontra-se seccionado por falhamentos de direção NE-SW, ao passo que em sua extremidade leste ocorrem outros segundo a direção NW-SE (fig. 4).

As direções das falhas podem ser agrupadas em três domínios principais (fig. 5): N55-80 °W, N05-30 °E e N30-40 °W, aqui denominados A, B, e C, respectivamente. O domínio A agrupa os falhamentos que limitam o Sistema de Falhas de Ubarana a norte e a sul. Apresentam rejeitos verticais variados ao longo de suas extensões, alternando valores desde insignificantes até máximos, de 110 metros, com bloco baixo posicionado sempre entre os dois falhamentos limitrofes. As falhas do domínio B situam-se, geralmente, entre essas falhas limitrofes (domínio A), apresentando blocos baixos ora a leste, ora a oeste. O extenso falhamento de direção N20-30 °E, localizado a leste da área, próximo ao *Canyon* de Ubarana, apresenta alternância de blocos baixos e altos ao longo de sua extensão. Os agrupados no domínio C possuem rejeitos verticais variáveis, entre 10 e 30 metros, com bloco baixo geralmente posicionado a SW. Todas as falhas afetam os sedimentos depositados antes da discordância pré-Ubarana, de idade mesocampaniana.

As dobras ao nível das CPT (fig. 4) apresentam eixos agrupados em três domínios principais: domínio D, de direção N55-85 °W; domínio E, de direção N05 °W a N30 °E; e domínio F, com direção N60-70 °E (fig. 6). Os dobramentos associadas ao domínio D são subparalelos aos falhamentos do domínio A, ao passo que os do domínio F localizam-se sempre dentro dos limites do Sistema de Falhas de Ubarana.

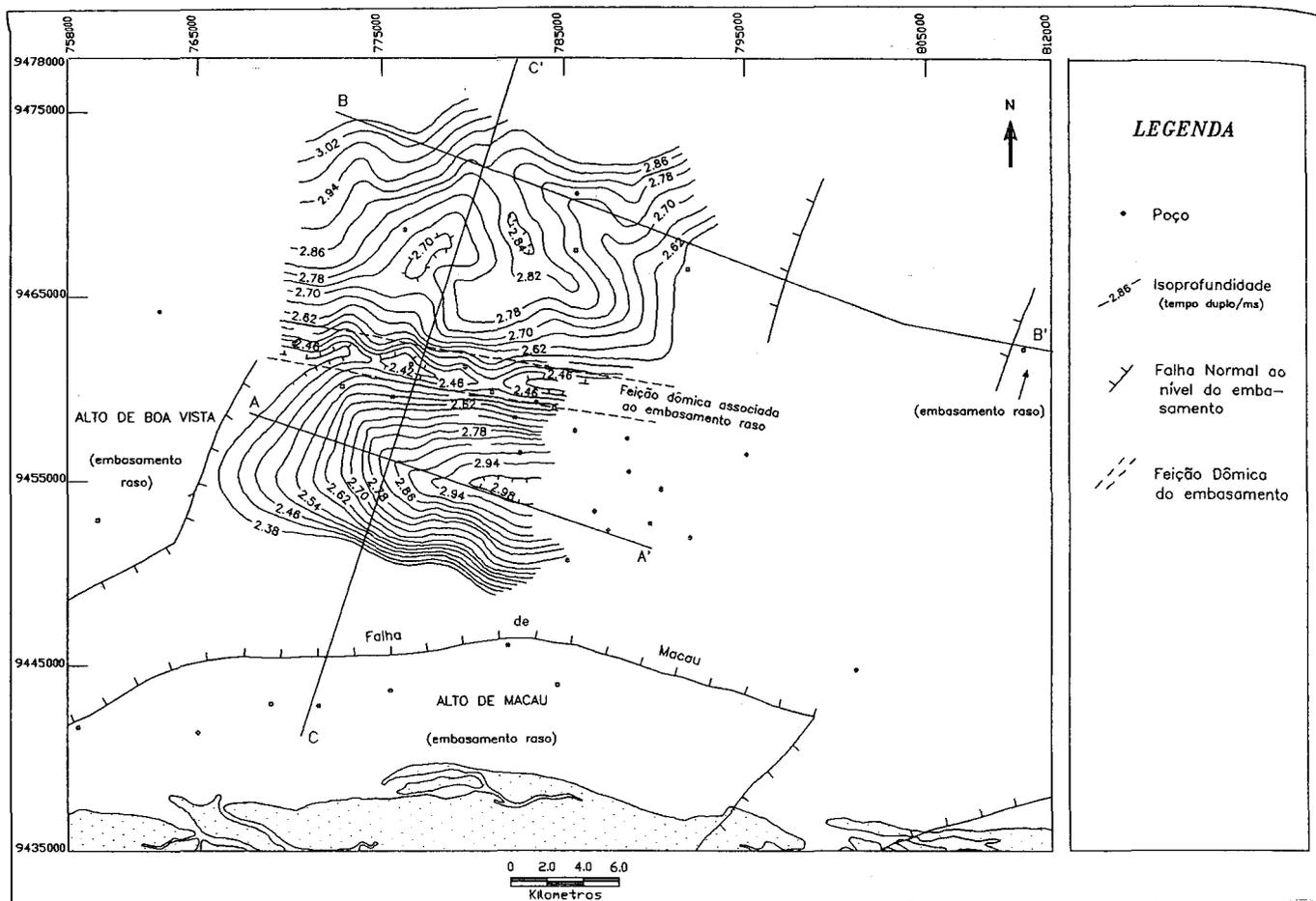


Fig. 3 - Mapa estrutural em tempo do horizonte intra-Formação Pendência.
 Fig. 3 - Chrono-structural map of the horizon intra-Pendência Formation.

A análise das seções sísmicas demonstra que esses dobramentos (domínios D e F) afetam os sedimentos depositados abaixo da discordância pré-Ubarana, ao passo que os do domínio E dobram essa discordância e os sedimentos terciários sobrepostos.

A influência do Sistema de Falhas de Ubarana durante a deposição dos sedimentos pós-rift será analisada por meio de mapas de isópacas elaborados para os pacotes sedimentares depositados abaixo da discordância pré-Ubarana. As isópacas das unidades Açú-3, Açú-4 e Jandaíra não serão aqui apresentadas, pois essas unidades encontram-se parcial ou totalmente erodidas pela discordância pré-Ubarana, a sul do sistema de falhas. Optou-se, portanto, pela elaboração dos seguintes mapas de isópacas: Formação Alagamar (Membro Galinhos e CPT), formações Açú (unidade Açú-1) e Alagamar (Membro Galinhos), e unidade Açú-2 (Formação Ponta do Mel).

O mapa de isópacas da Formação Alagamar (Membro Upanema e CPT) representa os primeiros sedimentos depositados na fase pós-rift da Bacia

Potiguar (fig. 7). As espessuras tendem a aumentar a partir do Alto de Macau, a sul, rumo ao norte, atingindo valores máximos da ordem de 440 e 560 metros, a leste e a norte da área mapeada.

A princípio mapeadas individualmente, as formações Açú (unidade Açú-1) e Alagamar (Membro Galinhos) apresentaram tendência bastante semelhante na distribuição das espessuras. Apesar de o topo da Formação Alagamar ser considerado uma discordância, a análise dos dados sísmicos da área estudada não permite caracterizá-la precisamente. A dificuldade no mapeamento do topo dessa formação fez com que se optasse pela apresentação das espessuras das formações Açú (unidade Açú-1) e Alagamar (Membro Galinhos) num único mapa de isópacas (fig. 8). As espessuras apresentam-se distribuídas na forma de uma cunha, com valores da ordem de 180 metros próximo à linha de costa, alcançando máximos de 480 metros na porção central, e novamente tornando-se menores no sentido norte, atingindo apenas 80 metros próximo à discordância pré-Ubarana.

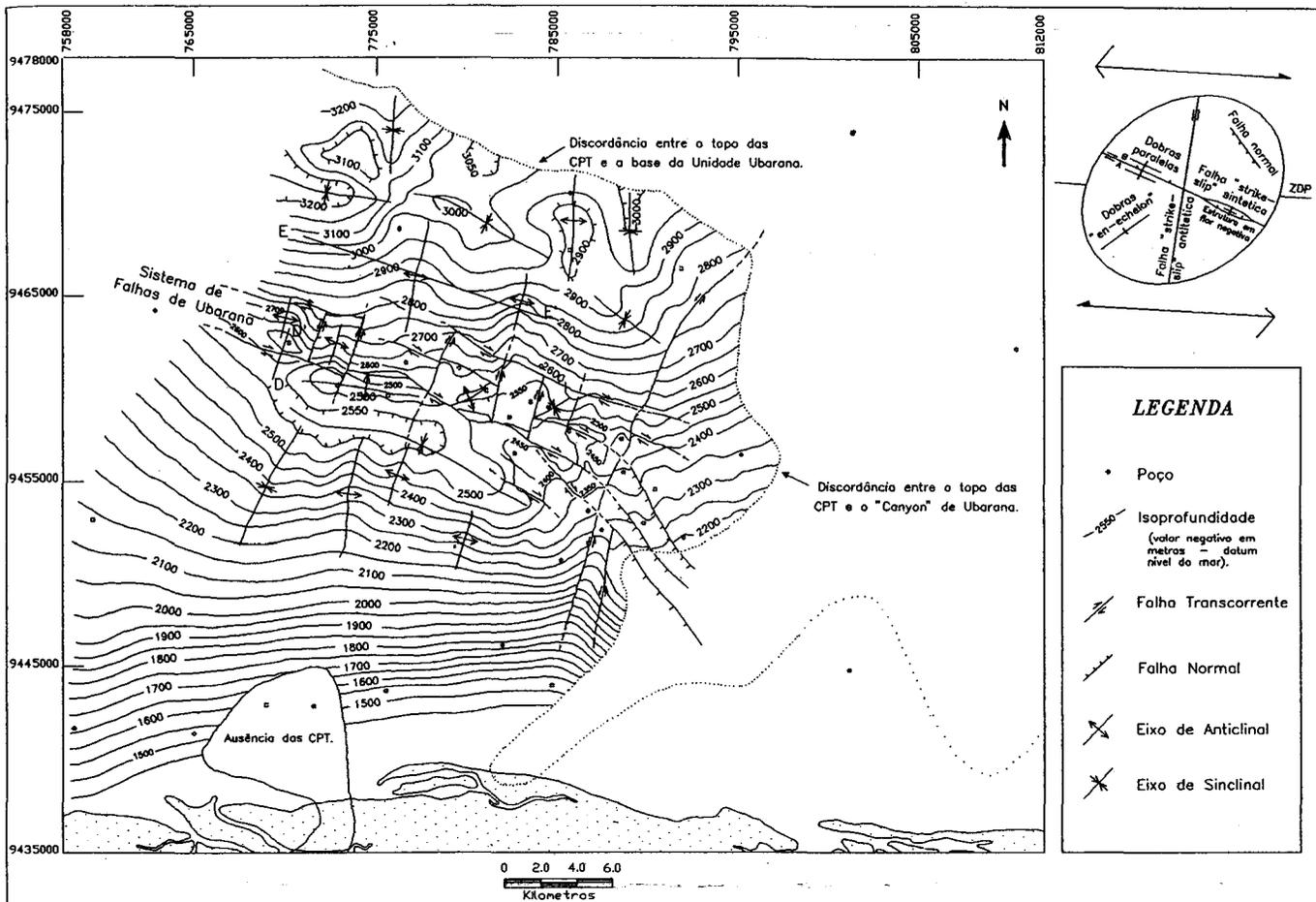


Fig. 4 - Mapa estrutural em profundidade das Camadas Ponta do Tubarão.
 Fig. 4 - Depth structural map of the Ponta do Tubarão Layers.

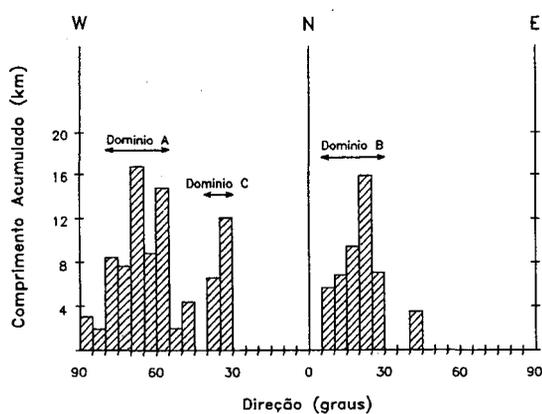


Fig. 5 - Histograma com as orientações dos falhamentos mapeados no nível das Camadas Ponta do Tubarão.
 Fig. 5 - Histogram with fault orientations within the Ponta do Tubarão Layers.

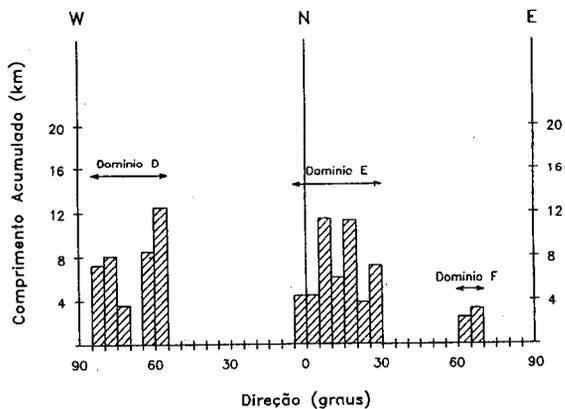


Fig. 6 - Histograma com as orientações dos eixos de dobras mapeados no nível das Camadas Ponta do Tubarão.
 Fig. 6 - Histogram of the mapped fold axes at the Ponta do Tubarão Layers level.

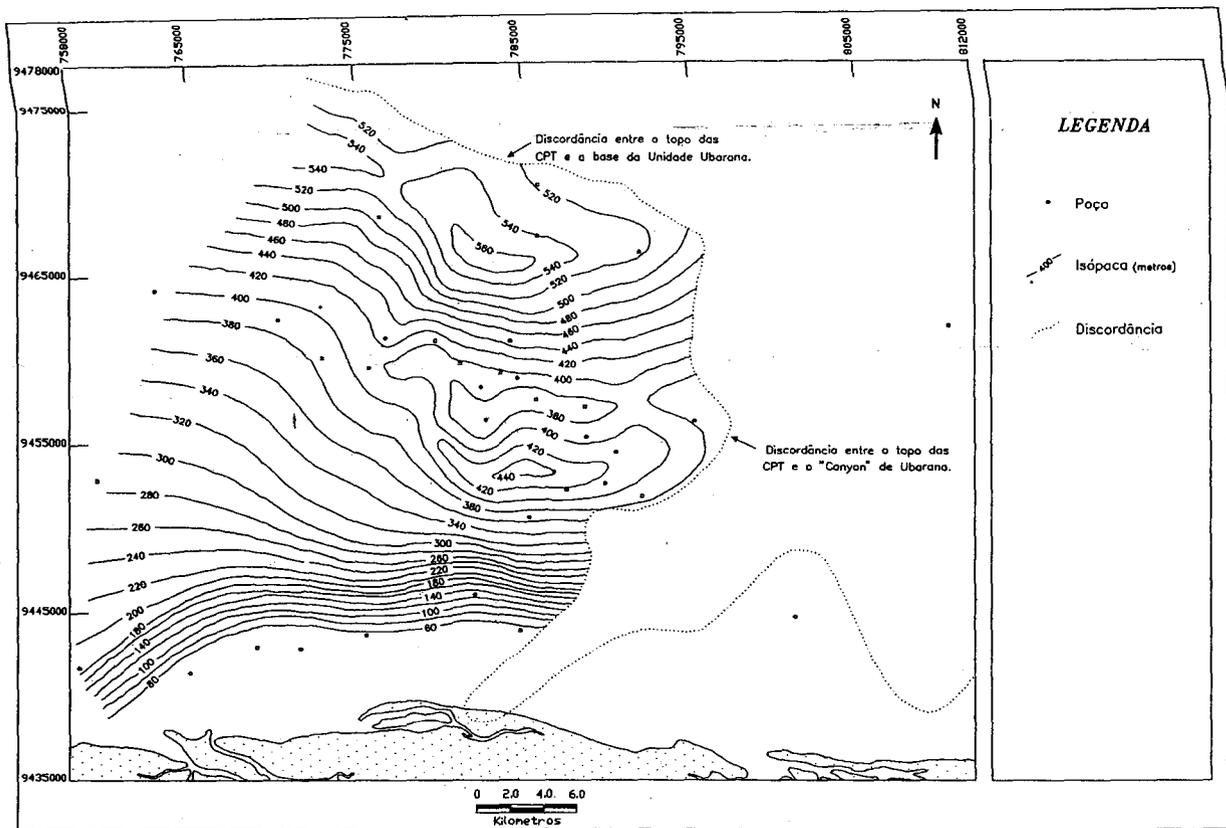


Fig. 7 - Mapa de isópacas da Formação Alagamar (Membro Upanema e CPT).
 Fig. 7 - Isopach map of the Alagamar Formation (Upanema Member and CPT).

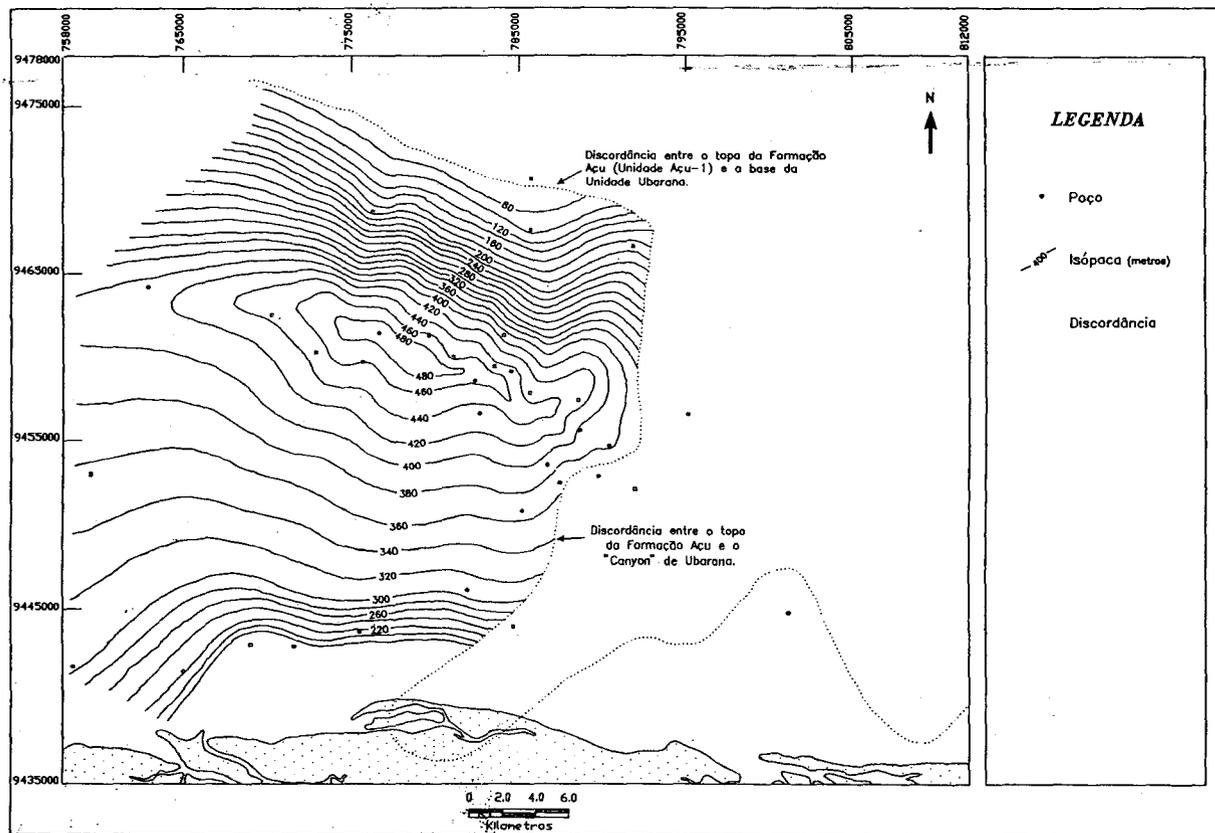


Fig. 8 - Mapa de isópacas das formações Açú (Unidade Açú-1) e Alagamar (Membro Galinhos).
 Fig. 8 - Isopach map of the Açú (Açu-1 Unit) and the Alagamar (Galinhos Member) formations.

As espessuras da unidade Açú-2 (Formação Ponta do Mel) aumentam gradativamente de sul para norte, onde as isópacas dos sedimentos carbonáticos atingem valores de 540 metros antes de serem erodidos pela discordância pré-Ubarana (fig. 9). O comportamento regular das curvas de isópacas da unidade Açú-2 reflete ambiente relativamente calmo durante a deposição dessa plataforma carbonática.

Observando-se os mapas de isópacas, concluiu-se que, nas proximidades do sistema de falhas de Ubarana, as espessuras não apresentam variações consideráveis, atingindo, em geral, algumas dezenas de metros (comparar as figuras 7, 8 e 9 com a figura 4).

6 - EVOLUÇÃO TECTÔNICA

6.1 - Estágio *Rift*

O estágio *rift* na área estudada foi analisado utilizando-se o mapa estrutural do horizonte intra-Formação Pendência (fig. 3) e os dados das seções sísmicas. Neste mapa, observa-se uma inversão dos mergulhos das camadas localizadas a norte e a sul da feição dômica do embasamento, que secciona a área estudada em sua porção central segundo a direção aproximada WNW-ESE. Essa bipolaridade de mergulho do *Rift* Potiguar é ilustrada por duas seções sísmicas de direção WNW-ESE (figs. 10 e 11), situadas a sul e a norte desse alto do embasamento.

Na seção sísmica apresentada na figura 12, mostra-se a geometria do *Rift* Potiguar segundo a direção NNE-SSW. No extremo SSW, junto à Falha de Macau, observa-se a ausência de crescimento dos pacotes sedimentares depositados durante o estágio *rift* da bacia. Este fato torna extremamente especulativa a hipótese de uma origem normal para o falhamento, como proposto pelos autores que consideram a formação da bacia a partir de esforços distensivos de direção aproximada N-S. A norte do Sistema de Falhas de Ubarana, orientado na direção WNW-ESE e subparalelamente à Falha de Macau, tampouco são observados espessamentos dos pacotes sedimentares depositados durante o estágio *rift*.

O modelo aqui proposto para a formação do *Rift* Potiguar admite uma extensão máxima de direção aproximada WNW-ESE, subparalela à feição dômica do embasamento (fig. 3). Esta estrutura dômica funcionou, na época da implantação do *Rift* Potiguar, no Neocomiano, como uma zona de transferência (Gibbs, 1984; Morley *et al.* 1990), aqui denominada Zona de Transferência de Ubarana, sendo a responsável pelo balanceamento mecânico da extensão diferencial dos blocos situados a norte e a sul da mesma. A Falha de

Macau, de direção subparalela à Zona de Transferência de Ubarana, formou-se provavelmente pela associação de movimentos direcionais e verticais:

A Zona de Transferência de Ubarana é representada em seções sísmicas por um alto estrutural do embasamento cristalino (fig. 12). As reflexões sísmicas apresentam terminações em *on-lap* sobre esse alto, indicando ter sido essa estrutura uma região topograficamente positiva durante a implantação do *graben*. Feições positivas como a observada na Bacia Potiguar têm sido descritas para zonas de transferência que seccionam a Bacia de Joana D'Arc, no Canadá (Karner *et al.* 1993). Os sedimentos da Formação Pendência apresentam-se, nas proximidades da Zona de Transferência de Ubarana, estruturados sob a forma de homoclinais com direções das camadas paralelas à da transferência (fig. 3). Essa geometria tem sido também constatada em outras zonas de transferência associadas a bacias extensionais (Gibbs, 1990).

A idade da fase *rift* da Bacia Potiguar na área estudada é aqui considerada neocomiana devido aos escassos dados bioestratigráficos disponíveis. O Estágio *Rift* provavelmente persistiu durante o Neobarremiano e o Eoaptiano (andares Buracica e Jiquiá), pois essas idades são atribuídas a alguns sedimentos que preencheram a fase final do *rift* na porção submersa da bacia. Outra importante evidência de que o riftamento prosseguia é a formação dos *grabens* de Messejana, Jacaúna e Fortaleza a oeste da área estudada, a partir de esforços distensivos de direção E-W (Matos, 1992).

6.2 - Estágio Pós-*rift*

Com o final da fase *rift*, processos erosivos de caráter regional dominaram a Bacia Potiguar, formando a discordância do topo da Formação Pendência. Inicia-se nessa época a deposição dos pacotes sedimentares do estágio pós-*rift* da bacia.

Os primeiros sedimentos depositados associam-se ao Membro Upanema da Formação Alagamar, sobrepostos pelos calcilitos e folhelhos das Camadas Ponta do Tubarão (CPT). O mapa de isópacas integrado desses dois pacotes sedimentares (fig. 7) indica que esses sedimentos ampliaram os limites de deposição anterior (Formação Pendência), recobrando parcial ou totalmente altos estruturais do embasamento. As pequenas variações de espessuras são reflexo apenas das condições deposicionais da época, descartando-se, portanto, reativações tectônicas importantes. Outra indicação de que a Bacia Potiguar nesse período passava por uma fase de calma tectônica é a distribuição regional das CPT, que apresentam uma variação de espessura pouco expressiva, recobrando grande parte da bacia.

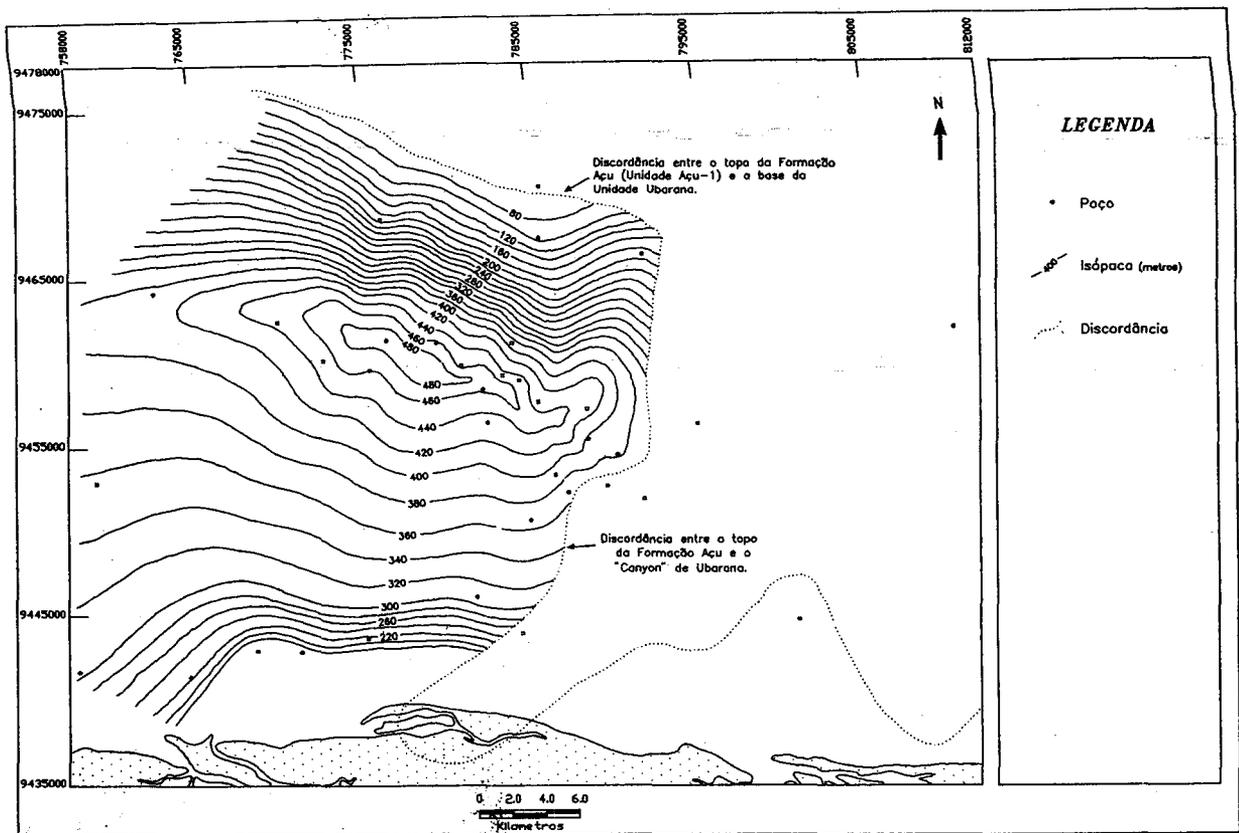


Fig. 9 - Mapa de isópacas da Formação Ponta do Mel (Unidade Açu-2).
Fig. 9 - Isopach map of the Ponta do Mel Formation (Açu-2 Unit).

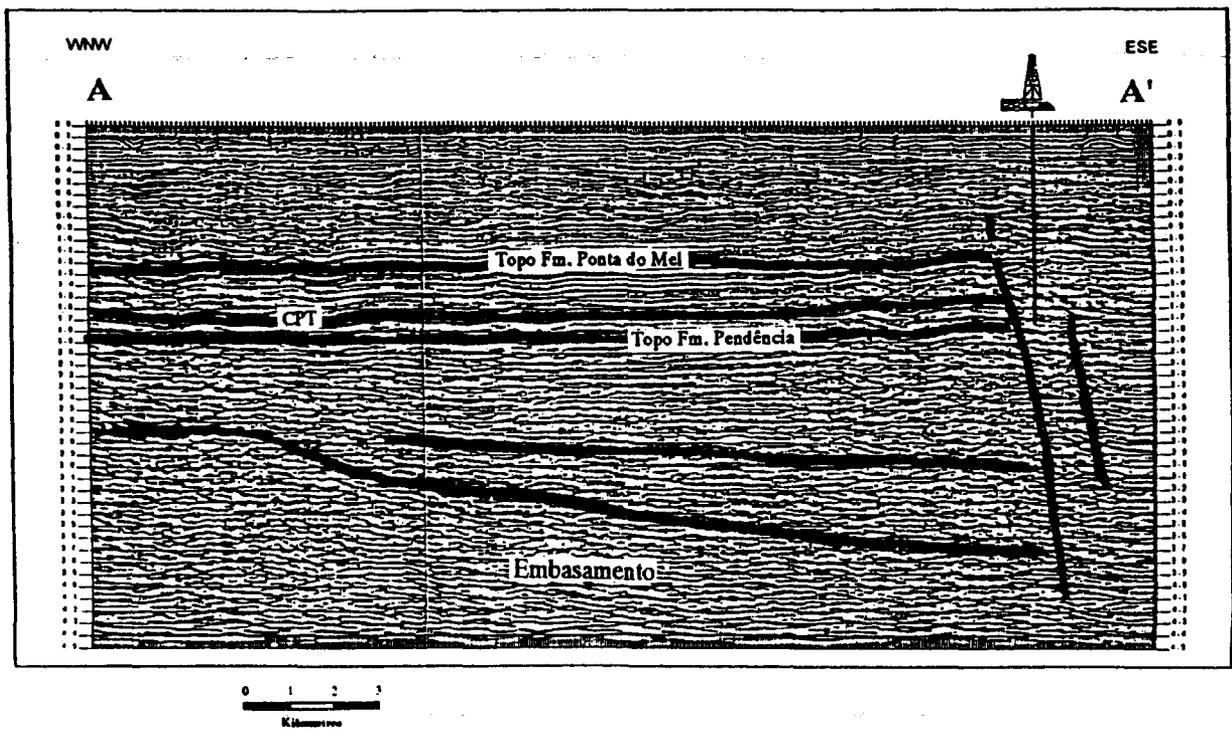


Fig. 10 - Seção sísmica (3D) situada a sul da feição dômica associada ao embasamento raso. O embasamento cristalino e os sedimentos do estágio *rift* nesta porção da bacia mergulham de oeste para leste. Localização da seção na figura 3.
Fig. 10 - 3D seismic section situated to the south of the dome feature associated to the shallow basement. In this portion of the basin, the basement and the sediments of the rift stage dip from West to East. Look for section location in figura 3.

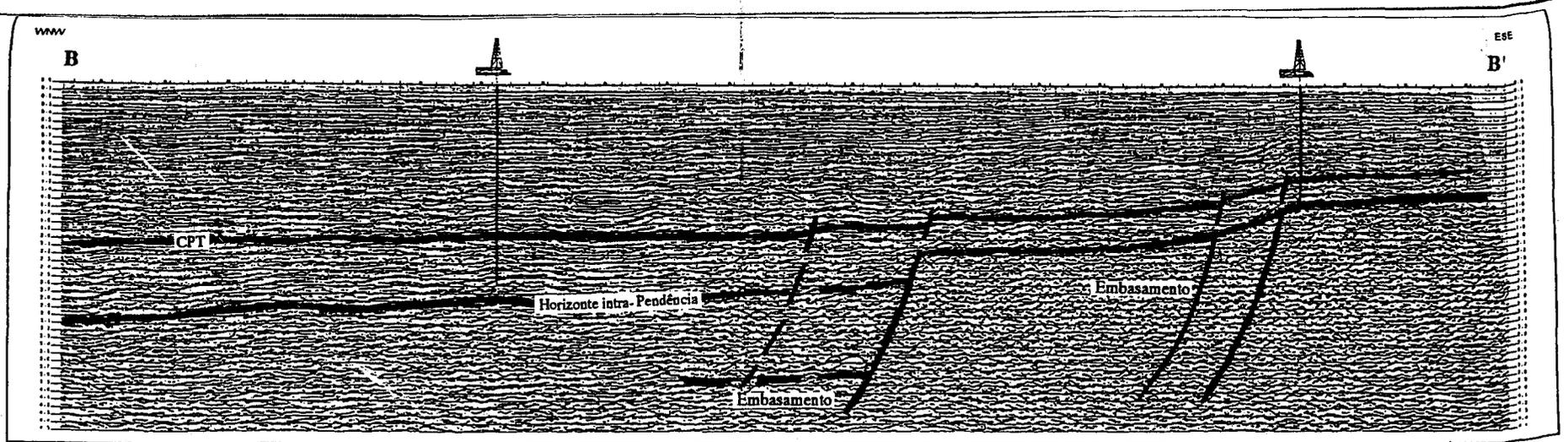


Fig. 11 - Seção sísmica (2D) situada a norte da feição dômica associada ao embasamento raso. O embasamento cristalino e os sedimentos do estágio rift nesta porção da bacia mergulham de leste para oeste. Localização da seção na figura 3.
Fig. 11 - 2D seismic section situated to the north of the domefeature associated to the shallow basement. In this portion of the basin, the basement and the sediments of the rift stage dip from East to West. Look for section locate in figure 3.

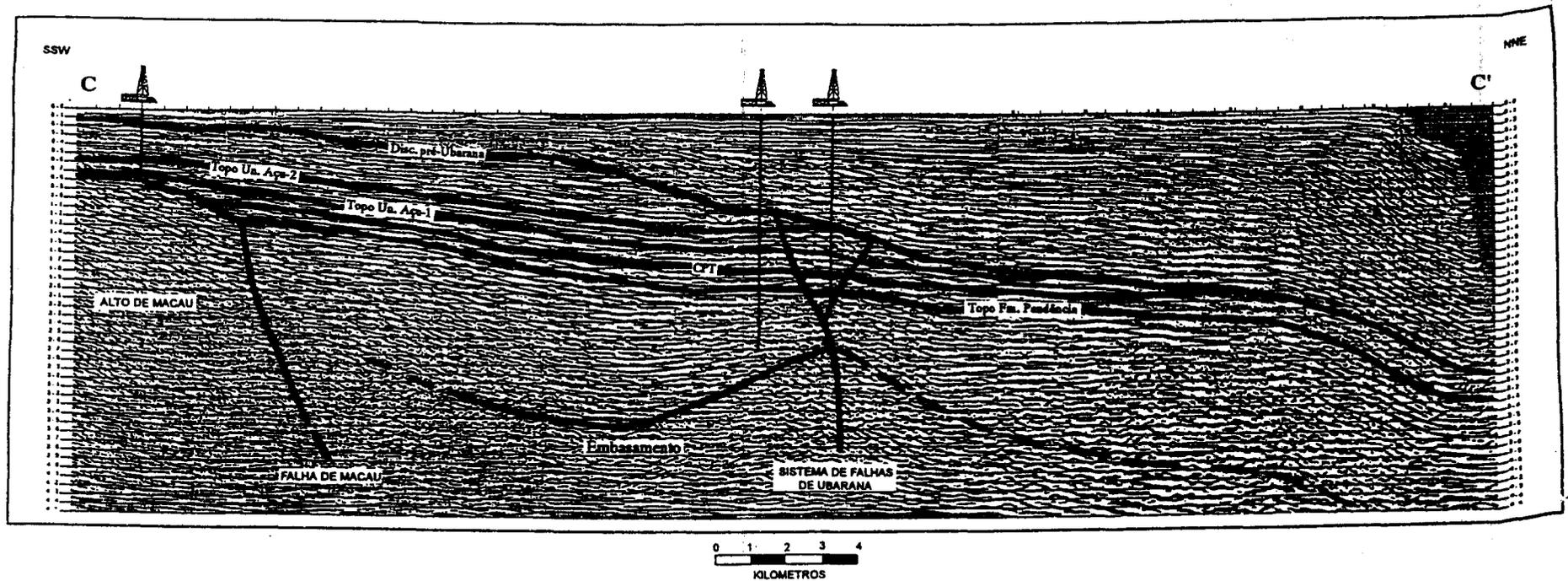


Fig. 12 - Seção sísmica regional em tempo do Alto de Macau até o limite norte da área estudada (offshore). Localização da seção na figura 3.
Fig. 12 - Chrono-regional seismic section, from Alto de Macau until to the northern limit of the studied area (offshore). Look for section location in figure 3.

Recobrando as CPT, depositaram-se os sedimentos do Membro Galinhos (Formação Alagamar), que foram posteriormente sobrepostos pela Formação Açú (Unidade Açú-1). O ambiente deposicional dessas formações foi caracterizado por deltas, gradando para depósitos fluviais em direção à porção emersa da bacia (Araripe *et al.* 1992). A deposição em forma de cunha desse pacote sedimentar (fig. 8) relaciona-se provavelmente à deposição de lobos deltaicos. Nesta época, o basculamento da Bacia Potiguar no sentido norte se acentuaria, refletindo o início de formação da crosta oceânica na Margem Equatorial.

Em ambiente francamente marinho, depositaram-se as rochas carbonáticas da Formação Ponta do Mel (Unidade Açú-2), que recobriram os sedimentos predominantemente siliciclásticos da Formação Açú (Unidade Açú-1). O aumento da espessura da plataforma carbonática no sentido norte (fig. 9) é explicado como consequência das características deposicionais desses sedimentos. Junto à quebra da plataforma onde a atividade biológica foi maior, houve uma produção mais expressiva de bancos oncolíticos e recifes associados, proporcionando, portanto, maior espessura da plataforma carbonática nesta direção (Terra, 1990; Monteiro e Faria, 1990).

A interpretação dos mapas de isópacas mostra que a Bacia Potiguar não sofreu reativações tectônicas expressivas durante a deposição das unidades sedimentares entre o topo da Seção *Rift* e o topo da Formação Ponta do Mel (Unidade Açú-2). Como já discutido anteriormente, os mapas de isópacas das unidades Açú-3, Açú-4 e Jandaíra não foram elaborados, pois seus sedimentos foram parcial ou totalmente erodidos pela discordância pré-Ubarana a norte do Sistema de Falhas de Ubarana. A análise das seções sísmicas permite observar, no entanto, que as espessuras dessas unidades não se alteram significativamente mesmo quando próximas aos falhamentos. Considera-se, portanto, que a bacia não sofreu reativações tectônicas importantes até a deposição total dos sedimentos associados à Unidade Jandaíra.

6.2.1 - Tectônica Deformadora Neocretácea

A Bacia Potiguar foi submetida durante o Neocretáceo a uma importante atividade tectônica, responsável pela formação e reativação de diversos falhamentos. Na área estudada, este evento encontra-se registrado pelas deformações associadas ao Sistema de Falhas de Ubarana. Cabe aqui ressaltar a distinção entre os dois eventos tectônicos localmente coincidentes, porém temporalmente distintos: a Zona de Transferência de Ubarana, implantada no estágio *rift*, e o Sistema de Falhas de Ubarana, formado no estágio pós-*rift*. Esse

sistema de falhas e as estruturas associados são interpretadas como originadas por uma tectônica transcorrente, e é aqui denominado como Zona Transcorrente de Ubarana.

A Zona Transcorrente de Ubarana é representada por falhas sintéticas ou *Riedel* de direções variando entre N55 °W e N80 °W (Domínio A, fig. 5), e falhas antitéticas ou anti-*Riedel* distribuídas entre as direções N05-30 °E (Domínio B, fig. 5). Eventualmente, as falhas antitéticas deslocam as sintéticas, podendo ser interpretadas como uma atividade um pouco mais tardia relacionada às heterogeneidades das rochas envolvidas (Sylvester, 1988). Os falhamentos agrupados no Domínio C (fig. 5), de direção N30-40°W, são interpretados como falhas normais associadas à zona transcorrente principal. Essas falhas são estruturas comuns nas terminações de zonas transcorrentes (Reading, 1980; Ron e Eyal, 1985), apresentando em planta uma geometria divergente, denominada *horsetail splay* (Christie-Blick e Biddle, 1985). As falhas do Domínio A limitam estruturas sinformais lineares (fig. 12), com bloco baixo central, diagnósticas de estruturas-em-flor negativas (Harding, 1985; Zalán, 1986; Harding, 1990).

Os dobramentos associados à zona transcorrente e agrupados no Domínio F (fig. 6) são interpretados como dobras *en-écheleon*. Esses dobramentos são escassos e de pequena extensão, configurando uma das características de zonas transcorrentes divergentes (Harding *et al.* 1985). As dobras do Domínio D (fig. 6) apresentam os eixos orientados subparalelamente à zona de transcorrência. Feições semelhantes foram reconhecidas em diversas zonas transcorrentes divergentes, sendo denominadas dobras paralelas - *parallel forced folds* (Harding *et al.* 1985) ou *drape folds* (Price e Cosgrove, 1990). São interpretadas como consequência da movimentação relacionada aos componentes verticais nas zonas transcorrentes, e situam-se geralmente nas bordas de estruturas-em-flor negativas (Harding *et al.* 1985).

A relação geométrica entre as falhas e dobras associadas à Zona Transcorrente de Ubarana indicam que a mesma foi originada pelo deslocamento dextral de blocos. Esta cinemática está de acordo com a evolução geotectônica da margem equatorial brasileira, que sofreu deslocamentos dextrais em consequência da separação dos continentes sul-americano e africano. A quantificação do rejeito direcional ao longo da zona transcorrente é difícil de ser avaliada, pois não existem horizontes-guias entre os blocos por ela deslocados. Analisando-se, porém, o pequeno rejeito horizontal de mergulho das falhas normais associadas à zona transcorrente, conclui-se que o rejeito direcional ao longo da transcorrência foi de pequena magnitude.

A distribuição das falhas *strike-slip* conjugadas, das dobras en-échelon, das falhas normais associadas e as estruturas-em-flor negativas indicam que a Zona Transcorrente de Ubarana foi gerada em um ambiente transtracional, a partir do deslocamento dextral dos blocos (fig. 4). A Zona de Deformação Principal (ZDP) apresentaria direção aproximada N85 °W, paralela à direção da Zona de Transferência de Ubarana implantada durante a fase *rift* (fig. 3).

Blés e Feuga (1986) observaram que deslocamentos envolvendo transcorrência e extensão associados (transtração) ocorrem quando a tensão máxima (σ_1) apresenta um ângulo com a Zona de Deformação Principal (ZDP) entre 0° e 45°. Caso esse ângulo aumente para valores entre 30° e 75°, condições transpressionais devem prevalecer.

A Zona Transcorrente de Ubarana, formada sob condições transtracionais, seria, portanto, formada a partir de uma tensão máxima (σ_1) com direção entre N85°W e N40°W, admitindo-se a ZDP com direção N85°W. As tensões máximas principais seriam, portanto: σ_1 WNW-ESE, σ_2 subvertical e σ_3 NNE-SSW. Essas direções são relativas à posição atual da placa sul-americana.

A análise dos mapas de isópacas e das seções sísmicas indicam que a Zona Transcorrente de Ubarana não se encontrava ativa durante a deposição dos pacotes sedimentares situados abaixo da discordância pré-Ubarana, posicionada segundo Araripe e Feijó (1994) no Mesocampaniano. Por outro lado, os sedimentos da Unidade Ubarana/Tibau/Guamaré depositados sobre a discordância não são afetados pelos falhamentos associados à zona transcorrente (fig. 13). Conclui-se, portanto, que a atividade tectônica responsável por sua formação não ocorreu ao longo de um grande intervalo de tempo, mas como um pulso tectônico único no Mesocampaniano. Essa conclusão é contrária à proposta por Silva e Santos (1988) que consideraram uma atividade tectônica contínua para essa zona transcorrente desde o Andar Alagoas (Aptiano) até o Turoniano.

No Cretáceo Superior, ocorreu na Bacia Potiguar um processo erosivo de grande magnitude, responsável pela origem da discordância pré-Ubarana. Essa discordância implantou-se na bacia imediatamente após a formação da Zona Transcorrente de Ubarana, associando-se possivelmente ao mesmo evento tectônico deformador. A gênese desse processo erosivo regional associa-se provavelmente a um soerguimento termal da bacia, causado pelo fluxo de calor anormalmente alto proveniente da formação da crosta oceânica ao longo da margem equatorial brasileira (Cremonini, 1993).

6.2.2 - Tectônica Deformadora Terciária

A área-estudada foi submetida a um novo evento tectônico deformador durante o Terciário, representado por dobramentos suaves de grande comprimento de onda. O eixo desses dobramentos, que afetam os sedimentos cretáceos e terciários (fig. 14), apresenta direções que variam entre N05 °W-30 °E, com maiores concentrações segundo a direção N05-20 °E (Domínio E, fig. 6).

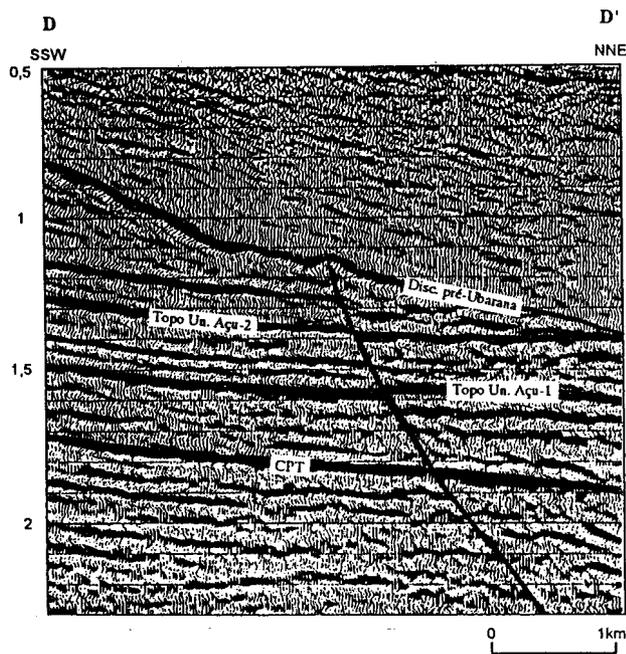


Fig. 13 - Trecho de seção sísmica (3D) cruzando a Zona Transcorrente de Ubarana, mostrando variação do rejeito vertical ao longo dos planos de falha e mudanças laterais abruptas nas espessuras dos pacotes sedimentares cortados pelo falhamento. Localização da seção na figura 4.

Fig. 13 - Portion of the 3D seismic section crossing the Ubarana Transcurrent Zone, showing vertical displacement variation along the fault plans and abrupt lateral changes in thickness of the sedimentary packages that are cut by fault. Look for section location in figure 4.

A atividade tectônica que deformou a Bacia Potiguar durante o Terciário tem sido reconhecida por outros autores. Teixeira (1991), em estudo sobre a porção submersa da Bacia Potiguar, constatou a presença de fortes dobramentos de direção NE-SW afetando os basaltos da Formação Macau, depositados no Eoceno/Oligoceno, nas proximidades do Campo de Agulha. Lima *et al.* (1993) concluíram, pela análise de mecanismos focais de terremotos e *breakouts* (ovalização de poços), que o campo de esforços neotectônicos para a porção submersa da Bacia Potiguar é representado por uma tensão principal máxima (σ_1) de direção ENE-WSW, subhorizontal. Próximo à linha de costa foram observados dobramentos de grande comprimento de onda alinhados na direção aproximada N-S. Segundo esses autores, o campo de tensões permaneceu aproximadamente constante desde o

Eoceno até o Recente. Assumpção *et al.* (1985), em estudo sobre os campos local e regional na região costeira do nordeste brasileiro, concluem que a região se encontra sob esforços compressivos orientados na direção WNW-ESE.

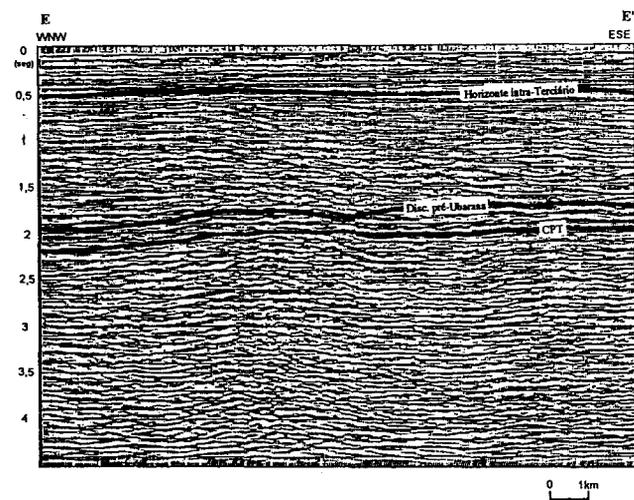


Fig. 14 - Trecho de seção sísmica (3D) mostrando dobramentos dos sedimentos Terciários da Bacia Potiguar. Localização da seção na figura 4.

Fig. 14 - Portion of the 3D seismic section showing folding of the Tertiary sediments of the Potiguar Basin. Look for section location in figure 4.

O regime de esforços atuante na Bacia Potiguar durante o Terciário está, provavelmente, relacionado aos movimentos tectônicos globais. Após a separação definitiva dos continentes sul-americano e africano, inicia-se o processo de deriva continental com a crescente adição da crosta oceânica através dos centros de espalhamento. A cadeia meso-oceânica passa a atuar como um eixo balizador do movimento divergente das placas litosféricas, que, conseqüentemente, começam a ser submetidas a esforços compressivos de direção leste-oeste. Esse campo de tensões, provavelmente, agiu durante todo o período Terciário, e, de acordo com Mendiguren e Richter (1978), seria controlado, principalmente, por forças divergentes associadas aos *spreading centers* (*ridge push*).

Os dobramentos de direção norte-sul (Domínio E) são, provavelmente, conseqüência dos esforços compressivos de direção aproximada leste-oeste, resultantes da movimentação divergente das placas sul-americana e africana a partir da cadeia meso-oceânica durante o Terciário. Os dados analisados na área estudada não permitem, no entanto, precisar com exatidão o início e a duração deste evento.

7 - CONCLUSÕES

Os estudos realizados permitem apresentar as seguintes conclusões sobre a evolução tectônica da

porção submersa da Bacia Potiguar, localizada próximo ao Campo de Ubarana:

- O rifteamento da crosta ocorreu no Cretáceo Inferior (Neocomiano) resultante de esforços distensivos orientados na direção aproximada WNW-ESE (fig. 15a), formando falhamentos normais de direção NE-SW, e falhas de transferência paralelas ao esforço distensivo máximo (WNW-ESE).
- Reconheceu-se, na área estudada, a Zona de Transferência de Ubarana, associada a um alto do embasamento cristalino e orientada na direção aproximada N80-85 °W.
- Os sedimentos depositados no Estágio *Rift* (Formações Pendência/Pescada) sofreram peneplanização regional ao final do processo de rifteamento. Durante o estágio pós-*rift*, a Bacia Potiguar passou por um período de relativa calma tectônica, quando foram depositados os sedimentos da Formação Alagamar, sobrepostos por uma megasseqüência transgressiva composta pelas unidades Açú-1, Açú-2, Açú-4 e Jandaira.
- Essa quiescência tectônica só seria alterada no Mesocampaniano, quando a bacia foi submetida a importantes eventos tectônicos responsáveis pela formação da Zona Transcorrente de Ubarana, que aproveitou a descontinuidade previamente formada durante o Estágio *Rift* pela Zona de Transferência.
- A Zona Transcorrente de Ubarana foi originada por movimentos transcorrentes divergentes de direção próxima a E-W (fig. 15b), com componentes compressivos de direção WNW-ESE e extensionais de direção NNE-SSW (direções estas relativas à posição atual da América do Sul). O sentido de movimento ao longo da transcorrência foi dextral, com pequenos rejeitos direcionais.
- No Cretáceo Superior, imediatamente após a formação da Zona Transcorrente de Ubarana, ocorreu, na porção submersa da Bacia Potiguar, um processo erosivo de grande magnitude, denominado Discordância pré-Ubarana. Sobrepondo-a, foram depositados em ambiente regressivo os sedimentos associados às Formações Ubarana, Tibau, Guamaré e Barreiras e os basaltos da Formação Macau.
- No Terciário, a bacia foi submetida a esforços compressivos orientados na direção aproximada E-W (fig. 15c), responsáveis pela formação de

dobramentos de grande comprimento de onda, orientados segundo as direções principais N05-20 °E.

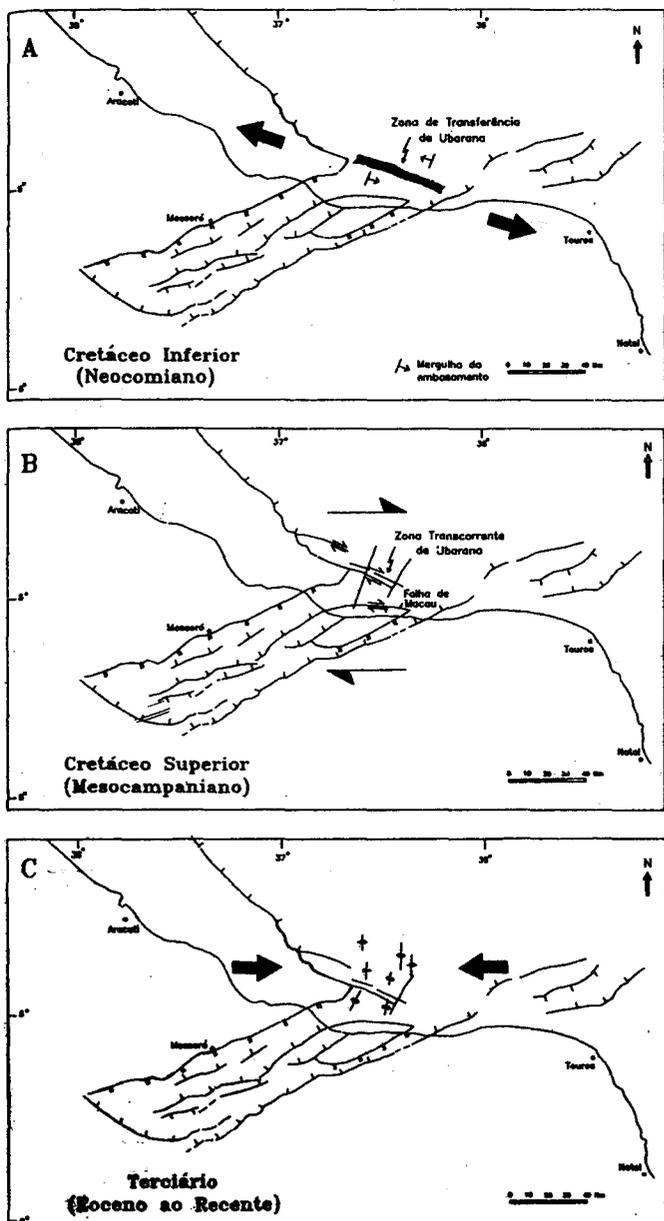


Fig. 15 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no: (A) Neocomiano (setas indicam a direção de extensão principal); (B) Mesocampaniano (setas indicam a direção do movimento transcorrente); (C) Terciário (setas indicam a direção da compressão principal).

Fig. 15 - Tectonic framework for Potiguar Basin in the: (A) Neocomian (arrows indicate main extension direction); (B) Middle Campanian (arrows indicate the transcurrent movement direction); (C) Tertiary (arrows indicate the main compression direction).

AGRADECIMENTOS

À PETROBRAS, por possibilitar a realização deste trabalho; ao Dr. Augusto Canellas Monteiro Castro Jr., Dr. Renato Marcos Darros de Matos e Prof^ª. Dra.

Caroline Janette Souza Gomes, pelas sugestões e proveitosas discussões técnicas. Ao geofísico José Paulo de Melo Goulart, pela colaboração, e aos geólogos Mário Mendes do Nascimento e Marcos da Cunha Lana, pela revisão do texto.

Este artigo é um resumo da dissertação de mestrado defendida pelo autor junto à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. , HASUY, Y. , NEVES, B. B. B. , FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In : SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. Atas... Campina Grande, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 363-391. (Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo do Nordeste. Boletim 6).

ARARIPE, P. T. et al. *Projeto Potiguar*. Rio de Janeiro : PETROBRAS. DEPEX, 1992. (Relatório interno em edição).

ARARIPE, P. T., FEIJÓ, F. J. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 127-141, 1994.

ARAÚJO, M. B. , GOMES, J. B. , SOUZA, S. M. Bacia Potiguar: aspectos gerais e perspectivas petrolíferas. In : OFFSHORE BRAZIL, 78. , 1978, Rio de Janeiro. *The Latin American Oil Show*, Rio de Janeiro, Centro de Estudios Laborales del Peru, 1978, 1v.

ASSUMPCÃO, M., SUAREZ, G. , VELOSO, J. A. Fault plane solutions of intraplate earthquakes in Brazil : some constraints on the regional stress field. *Tectonophysics*, Amsterdam, v. 113, n. 3/4, p. 283-293, 1985.

BERTANI, R. T. Síntese das condições geológicas e modelos de exploração da Bacia Potiguar emersa. Natal : PETROBRAS. DEBAR, 1985. 11f. (Relatório interno).

BERTANI, R. T., APOLUCENO NETO, A. F. , MATOS, R. M. D. O habitat do petróleo e as perspectivas exploratórias da Bacia Potiguar emersa. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 41-49, 1987.

BERTANI, R. T. , COSTA, I. G. , MATOS, R.M.D. Evolução tectono-sedimentar, estilo estrutural do habitat do petróleo na Bacia Potiguar. In : GABAGLIA, G. P. R. , MILANI, E. J. (Eds). *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro : PETROBRAS. DEBAR, 1990. 415 p. p. 291-310.

BLÉS, J. L. , FEUGA, B. *The fracture of rocks*. London : North Oxford Academic, 1986. 131 p. Dissertação (Mestrado).

BORGES, W. R. E. *Caracterização estrutural da porção sudoeste do Rift Potiguar, Brasil*. Ouro Preto : Universidade Federal de Ouro Preto, 1993. 147p. Dissertação (Mestrado).

- CHRISTIE-BLICK, N. , BIDDLE, K. T. Deformation and basin formation along strike-slip faults. In : BIDDLE, K. T. , CHRISTIE-BLICK, N. (Eds). *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Tulsa : Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1985. 386 p. p. 1-34. (Special Publication, 37).
- CREMONINI, O. A. *Caracterização estrutural e evolução tectônica da Área de Ubarana, porção submersa da Bacia Potiguar, Brasil*. Ouro Preto : Universidade Federal de Ouro Preto, 1993. 143 p. Dissertação (Mestrado).
- FORTES, F. P. A tectônica de teclas da Bacia Potiguar. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986. Goiânia. *Anais...* Goiânia : Sociedade Brasileira de Geologia, 1986. v. 3, p. 1145-1159.
- FRANÇOLIN, J. B. L. , SZATMARI, P. Mecanismo de rifteamento da porção oriental da margem norte brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 196-207, 1987.
- GIBBS, A. D. Structural evolution of extensional basin margins. *Journal of the Geological Society of London*, London, v. 141, n. 4, p. 609-620, 1984.
- GIBBS, A. D. Linked fault families in basin formation. *Journal of Structural Geology*, Oxford, v. 12, n. 5/6, p. 795-803, 1990.
- HARDING, T. P. Seismic characteristics and identification of negative flower structures, positive flowers structures, and positive structural inversion. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 69, n. 4, p. 582-600, 1985.
- HARDING, T. P. Identification of wrench faults using subsurface structural data: criteria and pitfalls. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 74, n. 10, p. 1590-1609, 1990.
- HARDING, T. P. , VIERBUCHEN, R. C. , CHRISTIE-BLICK, N. Structural style plate-tectonic settings, and hydrocarbon traps of divergent (transtensional) wrench faults. In : BIDDLE, K. T., CHRISTIE-BLICK, N. (Eds). *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Tulsa : Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1985. 386 p. p. 51-77. (Special Publication, 37).
- KARNER, G. D. , DRISCOLL, N. W. , WEISSEL, J. K. Response of the lithosphere to in-plane force variations. *Earth Planetary Science Letters*, Amsterdam, v. 114, n. 4, p. 397-416, 1993.
- LIMA, C. C. , BENTZ, C. M. , FONSECA, L. E. N. , LIMA NETO, F. F. , GUSSO, G. N. *Correlações entre a direção do campo de tensões neotectônicas, a topografia e estruturas geológicas na Bacia Potiguar*. Rio de Janeiro : PETROBRAS.CENPES, 1993. 1v (Relatório inteiro).
- MATOS, R. M. D. Sistema de rifts cretáceos do nordeste brasileiro. In : SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRAS (TECTOS I), 1. , 1987, Rio de Janeiro. *Atas...* Rio de Janeiro : PETROBRAS.DEPEX, 1987. p. 126-159.
- MATOS, R. M. D. The Northeast brazilian rift system. *Tectonics*, Washington, v. 11, n. 4, p. 766-791, 1992.
- McKENZIE, D. Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth Planetary Science Letters*, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 25-32, 1978.
- MELLO, U. T. Afinamento crustal e suas implicações na formação da Bacia Potiguar. In : SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRAS (TECTOS I), 1., 1987, Rio de Janeiro. *Atas...* Rio de Janeiro : PETROBRAS.DEPEX, 1987. p. 190-220.
- MENDIGUREN, J. A. , RICHTER, F. On the origin of compressional intraplate stresses in South America. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 90-102, 1978.
- MIURA, K. , BARBOSA, J. C. Geologia da plataforma continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. *Anais...* Belém : Sociedade Brasileira de Geologia, 1972, v.2 , p. 57-66.
- MIZUSAKI, A. M. P. A Formação Macau na porção submersa da Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 191-200, 1989.
- MONTEIRO, M. C. , FARIA, R. T. *Análise ambiental das plataformas Albo-Maastrichtianas da Bacia Potiguar*. Rio de Janeiro : PETROBRAS.CENPES, 1990. 82 f. (Relatório inteiro).
- MORLEY, C. K. , NELSON, R. A. , PATTON, T. L. , MUNN, S. G. Transfer zones in the East African Rift system and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 74, n.8, p. 1234-1253, 1990.
- OLIVEIRA, D. C. *O papel do enxame de diques Rio Ceará Mirim na evolução tectônica do Nordeste Oriental (Brasil) : implicações na formação do Rifte Potiguar*. Ouro Preto : Universidade Federal de Ouro Preto, 1993. 172 p. Dissertação (Mestrado).
- PRICE, M. J. , COSGROVE, J. W. *Analysis of geological structures*. Cambridge : Cambridge University Press, 1990. 502 p.
- RABINOWITZ, P. D. , LABRECQUE, J. The Mesozoic South Atlantic Ocean and evolution of its continental margin. *Journal Geophysical Research*, Washington, v. 84, n. B 11, p. 5973-6002, 1979.
- READING, H. G. Characteristics and recognition of strike-slip fault system. In : BALLANCE, P. F. READING, H. G. (Eds). *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*. Oxford : Blackwell Scientific, 1980. 265 p. p. 7-26. (International Association of sedimentologists. Special Publication, n. 4).

- RON, H. , EYAL, J. Intraplate deformation by block rotation and mesostructures along the Dead Sea Transform, Northern Israel. *Tectonics*, Washington, v. 4, n. 1, p. 85-105, 1985.
- SANTOS, E. J., NEVES, B. B. B. A província Borborema. In : ALMEIDA, F. F. M. , HASUI, J. (Eds). *O pré-Cambriano no Brasil*. São Paulo : E. Blucher, 1984. 378 p. p. 123-186.
- SILVA, S. R. P. , SANTOS, P. L. P. *Interpretação Sísmica do 3D-Oeste de Ubarana, Bacia Potiguar*. Rio de Janeiro. PETROBRAS.DEPEX.DIRNOE.SECEPO, 1988. 8p. (Relatório interno).
- SOUZA, S. M. Atualização da litoestratigrafia da Bacia Potiguar. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, 1982. *Anais...* Salvador : Sociedade Brasileira de Geologia, 1982, v. 5, p. 2392-2406.
- SYLVESTER, A. G. Strike-slip faults. *Geological Society of America Bulletin*, Boulder, v. 100, n. 11, p. 1666-1703, 1988.
- TEIXEIRA, L. B. *Reinterpretação sísmica do 3D de Pescada e adjacências*. Rio de Janeiro : PETROBRAS.DEPEX, 1990. 1v. (Relatório interno).
- TEIXEIRA, L. B. *Arcabouço estrutural da porção submersa da Bacia Potiguar*. Rio de Janeiro. PETROBRAS.DEPEX, 1991. 1v. (Relatório interno).
- TERRA, G. J. S. *Fácies, modelo deposicional e diagênese da seqüência carbonática Albo-Cenomaniana (Formação Ponta do Mel) da Bacia Potiguar*. Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. 153 p. Dissertação (Mestrado).
- ZALÁN, P. V. Identificação de falhas transcorrentes em seções sísmicas. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 258-265, 1986.

EXPANDED ABSTRACT

Located at the easternmost tip of Brazil, the Potiguar Basin is an intracontinental rift formed at the intersection of the Equatorial and East Brazilian Margins. The basin covers an area of 48,000 km² with approximately 55% of this surface located at the present continental shelf and slope. The purpose of this study is to analyse an area of the offshore portion of the basin, situated near the Ubarana oil field. Seismic and well data were used to develop this study, and an evolutionary model will be presented.

The Potiguar Basin was formed in the Early Cretaceous (Neocomian) by rifting in response to WNW-ESE regional extension. In the studied area a transfer zone (the Ubarana Transfer Zone) was recognized, which accommodated a reversal polarity of the rift faults. During this stage, continental sediments were deposited, including conglomerates, sand, and shale of the Pendência Formation.

The post-rift stage was initiated with the deposition of the Alagamar Formation during the Aptian, discordantly deposited over former rift sequences. The Alagamar Formation was covered by a transgressive sequence including the Açú-1 (Early Albian), Açú-2 (Late Albian), Açú-3 (Early to Middle Cenomanian), Açú-4 (Late Cenomanian) and Jandaira (Late Turonian to Early Campanian) Units. As for the tectonic aspect, the Potiguar

Basin underwent through a quiet period from the Aptian (end of the Rift Stage) to the Middle Campanian (end of the transgressive sequence, in the Post-Rift Stage). Then, the basin was subjected to tectonic activity when transtensional stresses, acting on the former Ubarana Transfer Zone, created the Ubarana Transcurrent Zone, generating en echelon folds and conjugate strike-slip faults with small right-lateral displacements. This model is compatible with the geotectonic evolution of the Brazilian Equatorial Margin, which was formed by dextral drifting of the South-American and African continents.

In the Late Cretaceous, immediately after the formation of the Transcurrent Zone, the offshore portion of the Potiguar Basin was subjected to an important erosional event, called the Pré-Ubarana Unconformity. This unconformity was overlaid by sediments of the Ubarana Unit, deposited in a regressive sequence, and basalts of the Macau Formation.

During the Tertiary, the basin underwent E-W compressional stresses, when long wavelength folds were generated with N-S trending axes. Probably, these folds were formed by the stresses resulting from the E-W divergent motion of the South-American and African plates in relation to the Middle Ocean Ridge.