

NOVAS EVIDÊNCIAS DE TECTONISMO CENOZÓICO NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: O GRÁBEN DE BARRA DE, SÃO JOÃO NA PLATAFORMA DE CABO FRIO, RJ

WEBSTER UEIPASS MOHRIAK* e ANA ZÉLIA NUNES DE BARROS**

ABSTRACT NEW EVIDENCE OF CENOZOIC TECTONISM IN THE SOUTHEASTERN REGION OF BRAZIL: THE BARRA DE SÃO JOÃO GRÁBEN IN THE CABO FRIO PLATAFORM, RJ. The western portion of the Campos Basin is limited by a hinge line that limits the deposition of pre-Aptian sediments in the offshore region. The Cabo Frio arch corresponds to a platform with smaller relative subsidence, where Tertiary sediments are deposited directly on shallow basement rocks. A conspicuous asymmetric graben occurs in the offshore region between Búzios and Macaé. This rhomb-graben measures 20 km by 40 km, with the longer axis trending NE. The central part of this graben is located eastwards of Barra de São João, where the water depth ranges from 20 to 50 m. The southern border of the graben is controlled by an antithetic normal fault which effects the basement by at least 500 m. The sedimentary sequence, which probably reaches the Eocene, shows a substantial tilting that decreases towards the top, indicating diastrophic tectonic activity during the Tertiary. The geological and geophysical characteristics of the Barra de São João graben supports a genetic affiliation with the onshore Taubaté, Resende and Volta Redonda basins, rather than with the Campos Basin. The latter basin was formed in the Neocomian by rupturing of the Pangea, while the radiometric age determination of ankaramitic lavas near Volta Redonda suggests that the onshore basins were formed during the Eocene or Early Oligocene. A better understanding of the crustal geometry and the postulation of geodynamic models for these sedimentary basins will result from the integration of the onshore geology with the subsurface data presented in this paper.

Keywords: Cenozoic tectonism, Barra de São João, Campos Basin.

RESUMO A porção oeste da Bacia de Campos, entre a linha da costa e a chameira que define o limite de deposição da seqüência pré-aptiana, corresponde a uma plataforma de menor subsidência relativa, onde sedimentos de idade terciária estão depositados diretamente sobre o embasamento raso. Nesta região, observa-se notável graben assimétrico entre Búzios e Macaé, com dimensões aproximadas de 20 km por 40 km, com o eixo maior orientado segundo a direção NE. A parte central deste graben ocorre a leste da Barra de São João, em batimetrias da ordem de 20 m a 50 m. A borda sul deste rombo-graben apresenta-se controlada por falhamento normal antitético, com rejeito máximo da ordem de 500 m, ao nível do embasamento, e a seqüência sedimentar, que provavelmente atinge até o Eoceno, mostra basculamento decrescente em direção ao topo, sugerindo atividade tectônica diastrófica durante o Terciário. As características geológicas e geofísicas do graben de Barra de São João sugerem uma associação genética com as outras bacias sedimentares que ocorrem na região sudeste, notadamente as Bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda, para as quais uma provável época de formação no Eoceno ou Oligoceno Inferior tem sido interpretada a partir da determinação radiométrica da idade das lavas ankaramíticas intercaladas nos sedimentos da Bacia de Volta Redonda. A integração dos dados de geologia de superfície dessas bacias continentais, com as evidências de subsuperfície aqui apresentadas, permitirão, futuramente, a melhor compreensão da geometria crustal e a postulação de mecanismos geodinâmicos de formação dessas bacias sedimentares.

Palavras-chaves: Tectonismo cenozóico, Barra de São João, Bacia de Campos.

INTRODUÇÃO A prolífica Bacia de Campos constituiu-se na bacia sedimentar mais conhecida na região sudeste brasileira, com cerca de 500 poços exploratórios perfurados até o ano de 1989. A área da bacia, até a batimetria de 200 m, perfaz cerca de 100.000 km². Nesta bacia ainda há algumas porções muito pouco exploradas, em particular, a área a sul do campo de Pampo, conhecido como Plataforma de Cabo Frio, que abrange uma área de mais de 20.000 km² até uma batimetria de 200 m, e na qual se tem apenas cerca de 10 poços exploratórios, perfazendo uma porcentagem de 2% destes poços dentro de uma área correspondente 20% da área da Bacia de Campos.

Os trabalhos de interpretação geológica desenvolvidos pelos técnicos da Petrobrás concentram-se na porção mais profunda da área, além do limite pré-aptiano da bacia. Esse limite corresponde a uma falha ou a uma linha de charneira que ocorre, de maneira geral, paralelamente à linha de costa, e separa a zona de ocorrência de sedimentos da fase rifte (Neocomiano) e parte da fase *drift* (Cretáceo), da zona de ocorrência de sedimentos terciários sobre embasamento raso. Nesta área de embasamento raso, todavia, ocorre um expressivo graben assimétrico, provavelmente de idade terciária, com epicentro à latitude da cidade de Barra de São João, próximo

de Rio das Ostras. Esta pequena bacia sedimentar é bem definida por métodos geofísicos (gravimetria e sísmica de reflexão), entre Búzios e Macaé, e admite-se que a espessura sedimentar máxima atinja valores entre 700 m e 1.000 m.

O entendimento da geometria crustal dessa bacia permitirá estabelecer comparações e postular modelos genéticos para as outras bacias sedimentares cenozóicas do sudeste brasileiro, para as quais mapas estruturais do embasamento ainda estão para ser realizados.

ELEMENTOS DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SUDESTE DO BRASIL As principais unidades litológicas aflorantes no Estado do Rio de Janeiro compreendem gnaisse, granitos e migmatitos deformados por esforços atuantes na orogênese do Ciclo Brasileiro (de 900 a 500 Ma), de acordo com os mapas geológicos 1:1.000.000 elaborados pelo DNPM (1978) e RADAMBRASIL (1983). Podem ser individualizadas as seguintes divisões geocronológicas: Arqueano (Pré-Cambriano D, mais antigo que 2.500 Ma), Proterozóico e Pré-Cambriano C (de 2.500 a 1.800 Ma), Pré-Cambriano B (de 1.800 a 1.000 Ma) e Pré-Cambriano A (de 1.000 a 570 Ma). Na figura 1 tem-se a versão simplificada dos mapas geológicos da região sudeste do Brasil. Destacam-se os dife-

* Departamento de Exploração, Divisão de Interpretação da região Sul e Sudeste, Setor de Interpretação Exploratória da Bacia de Campos, Petrobrás, Avenida Chile, 65, sala 1301, CEP 20035, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

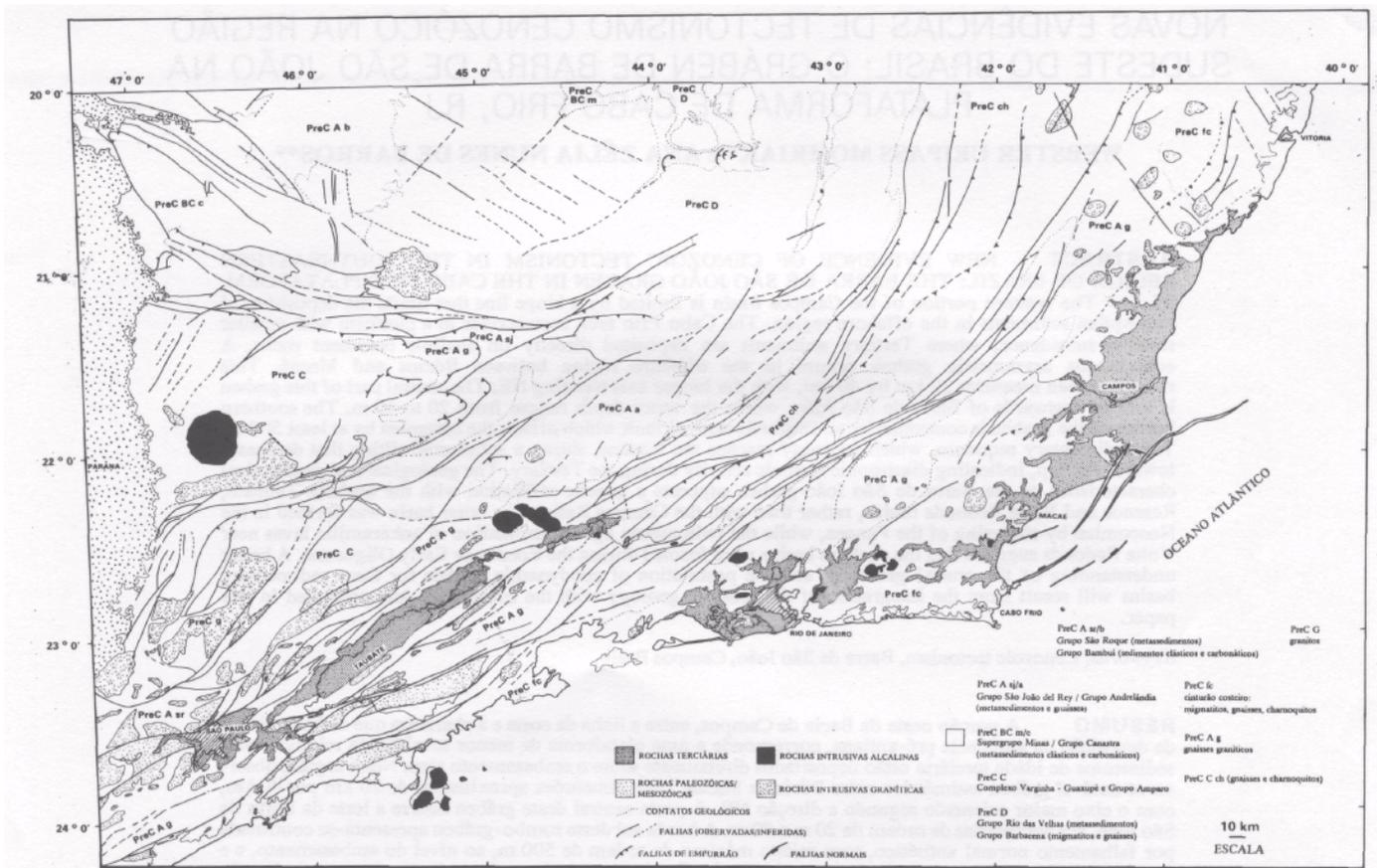


Figura 1 - Mapa geológico simplificado da região sudeste do Brasil, baseado em RADAMBRASIL (1983) e DNPM (1978), mostrando as principais bacias sedimentares terciárias no continente: São Paulo, Taubaté, Resende, Volta Redonda e Itaboraí (rifte de Guanabara). O tectonismo cenozóico é indicado pelos falhamentos que ocorrem na porção continental da Bacia de Campos, junto à Lagoa Feia, adentrando a plataforma continental na região noroeste da bacia, próximo ao Cabo de São Tomé, através de um notável sistema de falhamentos sintéticos. Ao sul, na plataforma continental entre Macaé e Cabo Frio, ocorre um gráben assimétrico (Barra de São João), caracterizado por uma falha antitética na borda sul, com rejeito máximo, ao nível do embasamento, atingindo cerca de 500 m

Figure 1 - Simplified geological map of the southeastern region of Brazil, based on RADAMBRASIL (1983) and DNPM (1978), showing the main Tertiary sedimentary basins in the continent: Sab Paulo, Taubaté, Resende, Volta Redonda and Itaboraí (Guanabara rift). Cenozoic tectonism is indicated by faults occurring in the onshore part of the Campos Basin, near Lagoa Feia. This faulting extends towards the continental platform in the northwestern region of the basin, close to Cape São Tomé, as a conspicuous system of synthetic faults. Towards the south, in the offshore region between Macaé and Cabo Frio, gravity and seismic data were used to identify an asymmetric graben (Barra de São João), which is characterized by an antithetic fault in the southern border, with a maximum basement offset of about 500 m

rentes domínios de litologias afetadas pela orogênese brasileira, de idade pré-cambriana, a partir da borda leste da Bacia do Paraná. Além das litologias metamórficas, ocorrem vários corpos ígneos intrusivos, notadamente as intrusivas graníticas associadas à orogenia brasileira e os corpos alcalinos de idade cretácea a terciária. Ocorrem também depósitos de rochas sedimentares em várias bacias ao longo da zona de transcorrência de São Paulo - Rio de Janeiro (Hasui *et al* 1975), que corresponde a um feixe de falhas transcorrentes formadas no Ciclo Brasileiro (Brenner *et al*. 1980). Observa-se também que à latitude de Macaé, junto ao alinhamento de alcalinas, ocorre uma mudança no regime de esforços da orogenia brasileira, em função do aparecimento de falhamentos de empurrão associados ao sistema compressional que se desenvolve pouco a leste do alinhamento do Rio Paraíba, e adentra o Estado do Espírito Santo.

O sistema de bacias tafrogênicas do sudeste brasileiro está implantado na região da Província Mantiqueira, entre São Paulo e Rio de Janeiro. O desnível médio entre a superfície

das bacias e as cumeeiras da Serra do Mar e Mantiqueira é da ordem de centenas de metros, podendo atingir localmente cerca de 2.000 m. A principal drenagem da região é o Rio Paraíba do Sul, que acompanha as direções estruturais do embasamento, apresentando tendência geral NE/SW nos trechos mais longos, com pequenos segmentos NW/SE, perpendiculares à direção principal. Ocorre uma importante deflexão leste-oeste no sentido geral do curso do Rio Paraíba do Sul, entre Resende e Volta Redonda, próximo ao maciço alcalino de Itatiaia.

Em escala regional, o comportamento tectônico recente da região litorânea entre São Paulo e Rio de Janeiro é caracterizado por dois compartimentos com tendências opostas: a região do delta do Paraíba apresenta tendência positiva, resultando em emersão de áreas anteriormente submersas, e, conseqüentemente, na ocorrência de grandes planícies costeiras aluviais. A região entre Angra dos Reis e Cabo Frio apresenta tendência negativa, resultado na imersão das altas elevações próximas ao litoral. Essas elevações,

constituídas por rochas pré-cambrianas associadas aos maciços costeiros, destacam-se como numerosas ilhas desde a cidade do Rio de Janeiro até o limite com o Estado de São Paulo. A região próxima ao Cabo de São Tome, a norte do Estado do Rio de Janeiro, é constituída por terrenos sedimentares de idade terciária. Em escala local, trabalhos de detalhe sobre a evolução quaternária da planície costeira a sudoeste da cidade do Rio de Janeiro e junto ao delta do Rio Paraíba do Sul atestam um papel importante para pequenas flutuações eustáticas do nível do mar (Maia *et al* 1984, Martin *et al* 1984). Todavia, efeitos locais associados a comportamento tectônico diferenciado ficam evidenciados até mesmo na própria região do delta do Paraíba (Martin *et al* 1984).

A linha de costa ao longo dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro apresenta tendência geral NE, paralela às direções estruturais pré-cambrianas, com a notável exceção do trecho entre a Bafa de Ilha Grande (Angra dos Reis) e Cabo Frio, onde ocorre uma inflexão para uma direção aproximada leste-oeste. Ao norte da linha do litoral, ocorre um alinhamento de intrusivas alcalinas que há longo tempo tem chamado a atenção dos pesquisadores para um possível modelo tipo *hot-spot* para essas ocorrências (por exemplo, Herz 1977, Sadowski & Dias Neto 1981). O modelo de *hot-spot*, entretanto, prevê a ocorrência de corpos alcalinos de idades cada vez mais antigas para os corpos a oeste da Unha de costa, o que não é corroborado pelas datações disponíveis, que apontam uma variação muito grande nas idades radiométricas, com um ápice no intervalo de 60 a 80 Ma. Outrossim, observe-se que as datações dos corpos mais próximos da Bacia de Campos (Morro de São João e Arraial do Cabo) apresentam idades de 59 Ma e 52 Ma respectivamente (Amaral 1967, Cordani 1970).

A inflexão da linha da costa tem sido interpretada por vários autores como decorrência da ruptura entre África e América do Sul ao longo de uma Unha de fraqueza que condicionou a formação de zonas cisalhantes leste-oeste tanto no Brasil quanto na região costeira de Angola (Ewing *et al* 1969). Essas linhas de fraqueza também teriam sido aproveitadas na formação de zonas de fraturas oceânicas (Ewing *et al* 1969, Lê Pichon & Hayes 1971, Franchetau & Lê Pichon 1972, Asmus 1978, Asmus & Ferrari 1978, Asmus & Guazelli 1981). No Cretáceo Superior e Terciário, as direções transformantes (leste-oeste) seriam reutilizadas em movimentos de reajuste de placa durante a separação continental, em função de migrações rápidas do pólo de rotação, e as rochas alcalinas poderiam ter penetrado a crosta através do prolongamento, continente adentro, das zonas de fraturas e alinhamentos oceânicos (Marsh 1973).

Trabalhos de integração geológica entre as bacias de Campos e Santos são conclusivos no sentido de apontar a deflexão leste-oeste da Unha de charneira que limita a deposição de sedimentos pré-aptianos nessas bacias (Sztamari *et al* 1984, Macedo 1987). A Unha de charneira corresponde a um incremento acentuado no ângulo de mergulho do embasamento em direção ao mar, e localmente, está associada a um falhamento bastante expressivo, com rejeitos, ao nível do embasamento, da ordem de centenas de metros. Mapeamentos sísmicos da linha de charneira nas Bacias de Santos e Campos indicam um razoável paralelismo à linha de costa, com tendência geral NE no Estado de São Paulo e norte do Rio de Janeiro. A direção leste-oeste da linha de charneira pre-aptiana, entre Ilha Grande e Cabo Frio, foi interpretada por Bacoccoli & Aranha (1984) como resultante de uma linha de fraqueza antiga, que, conjugada com a direção NE dos grandes falhamentos transcorrentes da orogênese brasileira, condicionou a formação dos depocentros originais das Bacias de Santos e Campos, interpretadas como rombo-grábens estirados simultaneamente em função da composição dos esforços de ruptura do Gondwana. A propagação norte-sul do

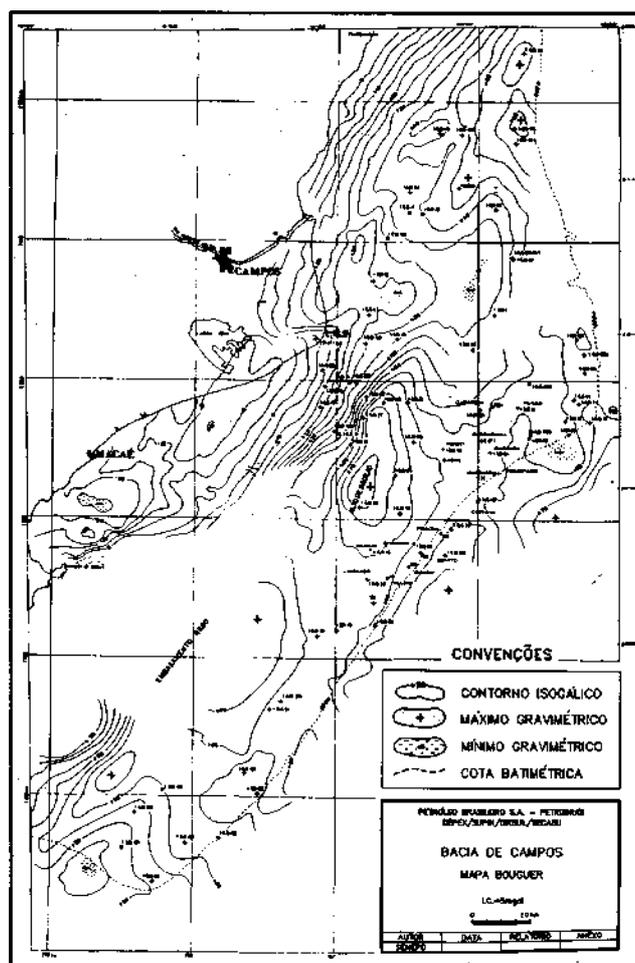


Figura 2 - Mapa de anomalia Bouguer da Bacia de Campos, simplificado, com intervalo de contorno de 5 mgal. Destaca-se o alinhamento NE das anomalias gravimétricas próximo ao Cabo de São Tome, junto à Lagoa Feia, e a grande anomalia positiva correspondente ao Alto Regional de Badejo. Ao sul de Macaé, ocorre uma anomalia Bouguer negativa de tendência geral NE, com mínimo local de direção leste-oeste, associado à baixa densidade dos sedimentos que preenchem o graben de Barra de São João. O quadrículo usado tem um intervalo de 50 km.

Figure 2 - Simplified Bouguer anomaly map of the Campos Basin, with a 5 mgal contour interval. The isogal lines show remarkable NE trend near Cape São Tome, close to Lagoa Feia. The Badejo High positive gravity anomaly also stands out. South of Macaé, a large negative Bouguer anomaly, with a local minimum trending E-W, also shows a general NE trend and is associated with low-density sediments filling the Barra de São João graben. The 50 km grid interval refers to the UTM coordinates centered on central meridian 39° W

rifto da Bacia de Santos seria interrompida na região próxima ao limite entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, e transferida mais ao norte, na Bacia de Campos.

A atividade sísmica recente no sudeste é, para os padrões brasileiros, relativamente intensa, atingindo em alguns pontos uma magnitude de 5,0 na escala Gutenberg-Richter (Assumpção *et al* 1980). No continente, os epicentros estão espalhados amplamente nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Na região da plataforma continental, no entanto, observa-se uma tendência a um alinhamento leste-oeste dos epicentros de terremotos recentes, incluindo-se

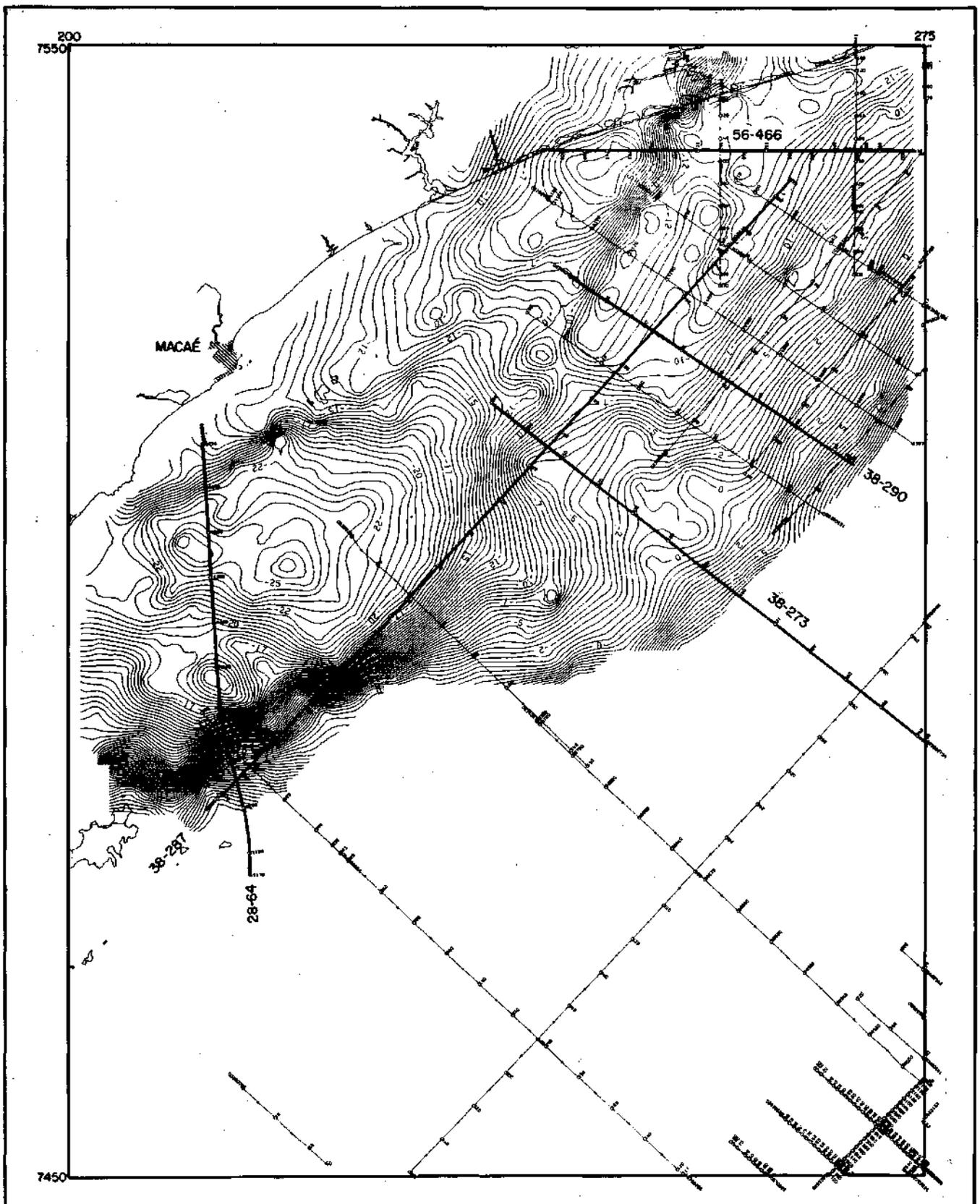


Figura 3 - Mapa de detalhe (intervalo de contorno 0,5 mgal) da anomalia Bouguer da região da plataforma continental entre Cabo Frio e Macaé, mostrando também a localização de algumas unhas sísmicas na porção oeste da Bacia de Campos, que foram utilizadas neste estudo. São discutidas neste trabalho as linhas 28-RL-64 (norte-sul), 56-RL-466 (leste-oeste), 38-RL-287 (SW-NE) e 38-RL-290 (NW-SE). As coordenadas UTM é a borda do mapa estão referenciadas ao meridiano central 39° W

Figure 3 - Detail map (conter interval of 0.5 mgal) showing the Bouguer anomaly in the offshore region between Cabo Frio and Macaé, and the location of some seismic reflection lines in the western portion of the Campos Basin. This paper discusses lines 28-RL-64 (Norm-South), 56-RL-466 (east-west), 38-RL-287 (SW-NE), and 38-RL-290 (NW-SE). The UTM coordinates are centered on central meridian 39° W

nesta linha de tendência de maior propensão à atividade sísmica, o recente terremoto de dezembro de 1988, cujo epicentro localizou-se na cidade de Monsuaba, próximo a Angra dos Reis (Mohriak & Szatmari 1989, comunicação verbal). Recentemente, feições tipo estrutura em flor nas Bacias de Resende e Taubaté foram interpretadas como indicativas de atividade neotectônica residual, caracterizando um regime de esforços transpressivos leste-oeste (Riccomini *et al* 1989).

Entretanto, ainda não é de consenso da comunidade geológica a ocorrência dessa direção leste-oeste tanto para as intrusivas alcalinas, que também ocorrem em outras localidades da região sudeste fora do alinhamento acima referido (Almeida 1983), como para os sismos recentes, que apresentam erros de localização que podem atingir cerca de 50 km, e também ocorrem fora do alinhamento Angra dos Reis-Cabo Frio (Veloso 1989, comunicação verbal).

Poços exploratórios da Petrobrás também indicam atividade magmática intensa no Cenozóico (vulcanismo explosivo intraplaca, pós-rifte, tendo-se perfurado, na porção sul da Bacia de Campos, várias centenas de metros de tufos vulcânicos e rochas intrusivas básicas, atualmente interpretadas como eocênicas, em função da identificação de marcadores cronológicos obtidos a partir da análise paleontológica e sísmo-estratigráfica dos poços ao sul do Arco de Cabo Frio (Mohriak *et al* 1989).

Na parte central da Bacia de Campos, o Eoceno é caracterizado pela grande profusão de corpos arenosos, após uma fase de bacia faminta no Cretáceo Superior, onde a sedimentação é predominantemente pelítica, depositada em ambiente marinho profundo, chegando a batial (Koutsoukos 1987). O intervalo Turoniano — Eoceno Inferior está ausente em grande parte da bacia. Grandes discordâncias estendem-se por quase toda a região sul da Bacia de Campos (Richter 1987), indicando que após o Eoceno Inferior houve grande atividade tectônica na bacia ou no continente, que possibilitou um maior aporte de elásticos grossos em batimetrias anteriormente muito elevadas (Mohriak 1988). A melhor compreensão do tectonismo cenozóico na região sudeste também apresenta importantes implicações na atividade industrial de exploração de petróleo.

Modelos de formação das bacias tafrogênicas do sudeste brasileiro A Bacia de Taubaté, com dimensão de 170 km no eixo maior e 20 km de largura, pode ser subdividida em blocos separados por altos estruturais do embasamento (Hasui & Ponçano 1978). O falhamento principal ocorre na borda noroeste, controlando o depocentro bacial por meio de falhas com mergulho para sudeste (Carneiro *et al* 1976). Os sedimentos mostram pequeno basculamento contra o plano de falha principal. Kiang *et al* (1989) sugerem a compartimentalização da bacia através de falhas de transferência de direção norte-sul, secundárias dentro de um modelo geral de arqueamento da crosta como condicionante para a formação da bacia.

Um levantamento geofísico por sísmica de reflexão, efetuado recentemente pela Petrobrás na Bacia de Taubaté, indica uma espessura substancialmente maior que as espessuras estimadas para as Bacias de São Paulo (300 m), Resende (200 m), e Volta Redonda (100 m). Os dados sísmicos, ainda em fase de interpretação pela Petrobrás, sugerem que a Bacia de Taubaté pode alcançar cerca de 700 m de espessura. Fósséis de mamíferos da Formação Tremembé apresentaram idade oligocênica (Couto & Mezzalira 1971), enquanto estudos palinológicos de um nível mais profundo da mesma unidade indicaram idade Eoceno Superior/Oligoceno (Ferreira & Santos 1982). Datações radiométricas (K-Ar) efetuadas em derrames de lavas ankaramíticas intercaladas nos sedimentos da Formação Resende, na Bacia de Volta Redonda, acusaram idade de 43 Ma, correspondente ao

Eoceno Superior (Riccomini *et al* 1983, Melo *et al* 1985). A análise do sistema de esforços calculado com base em medições sistemáticas de falhas extensionais da Formação Itaquaquecetuba, em São Paulo, indicou eixos de deformação semelhantes aos das Bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda, sugerindo uma identidade em termos de regimes de esforços, e, possivelmente, de mecanismos genéticos e idade de formação (Almeida *et al* 1984, Melo *et al* 1985).

O mecanismo formador das bacias tafrogênicas do sudeste ainda não é bem conhecido. Almeida (1967) sugere que o sistema de bacias desenvolveu-se sobre o eixo do arqueamento causado pelo levantamento da Serra do Mar e basculamento da Bacia de Santos. Esse mecanismo é também utilizado por Kiang *et al* (1989). Entretanto, não está ainda estabelecida a relação de causa e efeito entre o soerguimento da Serra do Mar e a formação das bacias tafrogênicas no sudeste brasileiro. Mais ainda, o próprio mecanismo de arqueamento crustal para formação de bacias sedimentares do tipo rifte é questionável (v.g. Artemjev & Artyushkov 1971). Almeida (1976) também sugere que a crosta continental, mais elevada na região da Serra do Mar e Mantiqueira, poderia deslizar, por processos gravitacionais, para as regiões de embasamento profundo da Bacia de Santos, dando origem às bacias tafrogênicas. Duas interpretações geodinâmicas a partir da análise dos padrões de falhamento são possíveis para as bacias tafrogênicas do sudeste (Melo *et al* 1985): o modelo de cisalhamento puro admite estiramento maior segundo o eixo NW, e o modelo de cisalhamento simples admite um binário horizontal leste-oeste passando por Resende.

GEOLOGIA REGIONAL DA PLATAFORMA DE CABO FRIO Os dados gravimétricos da Bacia de Campos são indicativos de um afinamento crustal expressivo no depocentro da bacia (Mohriak *et al* 1987). O levantamento do manto, constituído de material mais denso, compensa a baixa densidade dos sedimentos, resultando em anomalias

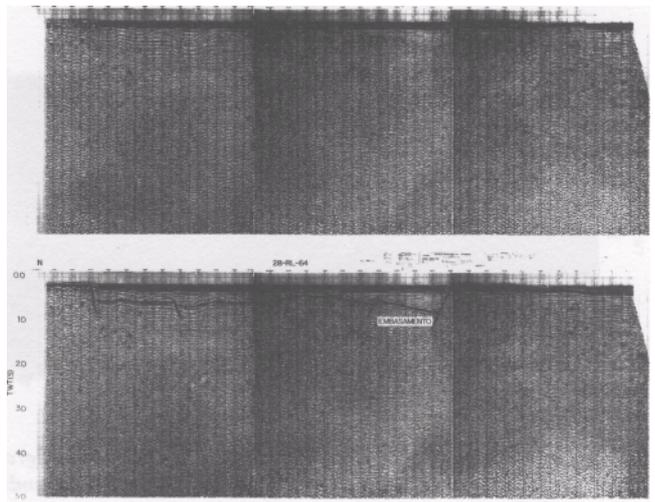


Figura 4 - Interpretação da linha sísmica 28-RL-64, não migrada, mostrando o controle do falhamento antitético na acumulação sedimentar do gráben da Barra de São João. a falha sintética na porção NW do gráben apresenta menor rejeito. Notar também pequeno gráben no interior da bacia, onde o embasamento apresenta-se subhorizontal

Figure 4 - Interpretation of immigrated seismic line 28-RL-64, showing the antithetic fault control on the sedimentary infill of the Barra de São João graben. The synthetic fault in the NW portion of the graben shows a smaller offset, and we also note a small graben towards the center of the basin, where the basement is sub-horizontal

gravimétricas positivas junto a depocentros regionais. O afinamento crustal é bastante rápido na borda noroeste da bacia, e a topografia do manto na parte mais central (a leste do Alto Regional de Badejo) e em águas profundas é bastante suavizada (Mohriak & Dewey 1987). Destaca-se como anomalia Bouguer positiva o Alto Regional de Badejo, e como anomalias negativas as que ocorrem no Baixo de São Tome e na região entre Cabo Frio e Macaé (Fig. 2). A sul de Badejo, os dados gravimétricos são bastante esparsos, mas se pode constatar a anomalia positiva coincidente com a área de embasamento raso (Alto de Cabo Frio).

A anomalia negativa entre Cabo Frio e Macaé pode ser explicada pelo preenchimento de um gráben com sedimentos de baixa densidade, sem haver levantamento de manto para compensação isostática. Esse mecanismo difere bastante do Baixo de São Tome, no qual ocorre expressivo levantamento de manto. O preenchimento sedimentar, nas regiões onde há afinamento litosférico, está associado com duas fases tectônicas bem definidas: a fase inicial, associada a falhamentos extensionais durante o estiramento litosférico no Neocomiano, e a fase final, na qual a subsidência se dá pelo reequilíbrio térmico da litosfera (Mohriak *et al* 1987).

O mapa da figura 2 mostra que a anomalia gravimétrica

entre Cabo Frio e Macaé apresenta uma tendência geral NE, com um núcleo central de direção aproximada leste-oeste. A norte dessa anomalia ocorrem fortes alinhamentos de direção NNE, que infletem para leste-oeste entre a Lagoa Feia e o Cabo de São Tome, e voltam a seguir a tendência NNE a norte do Cabo de São Tome. Esses alinhamentos gravimétricos ao norte de Macaé correspondem a falhamentos observados sismicamente e conhecidos como falhamentos de São Tome (Bacoccoli & Dauzacker 1968, Silva 1970, Szatmari *et al* 1983, Ojeda 1983, Mohriak 1984). São interpretados como de idade terciária por apresentarem grande rejeitos em refletores mais jovens que o Cretáceo na plataforma continental, mas não se descarta a possibilidade de terem atuado também no Cretáceo. Esses falhamentos são predominantemente sintéticos, com bloco baixo a SE das falhas. Os blocos são falhados escalonadamente, em patamares de dimensão relativamente reduzida (em média, cerca de 2 km a 4 km), aparentemente com pouca rotação interna nos sedimentos. O único poço terrestre da bacia, perfurado em 1958 no Cabo de São Tome, constatou cerca de 2.000 m de sedimentos arenosos de granulação fina a grossa, 600 m de basalto do Neocomiano, e adentrou o embasamento cristalino composto por biotita gnaisses do Pré-Cambriano (Mohriak 1984).

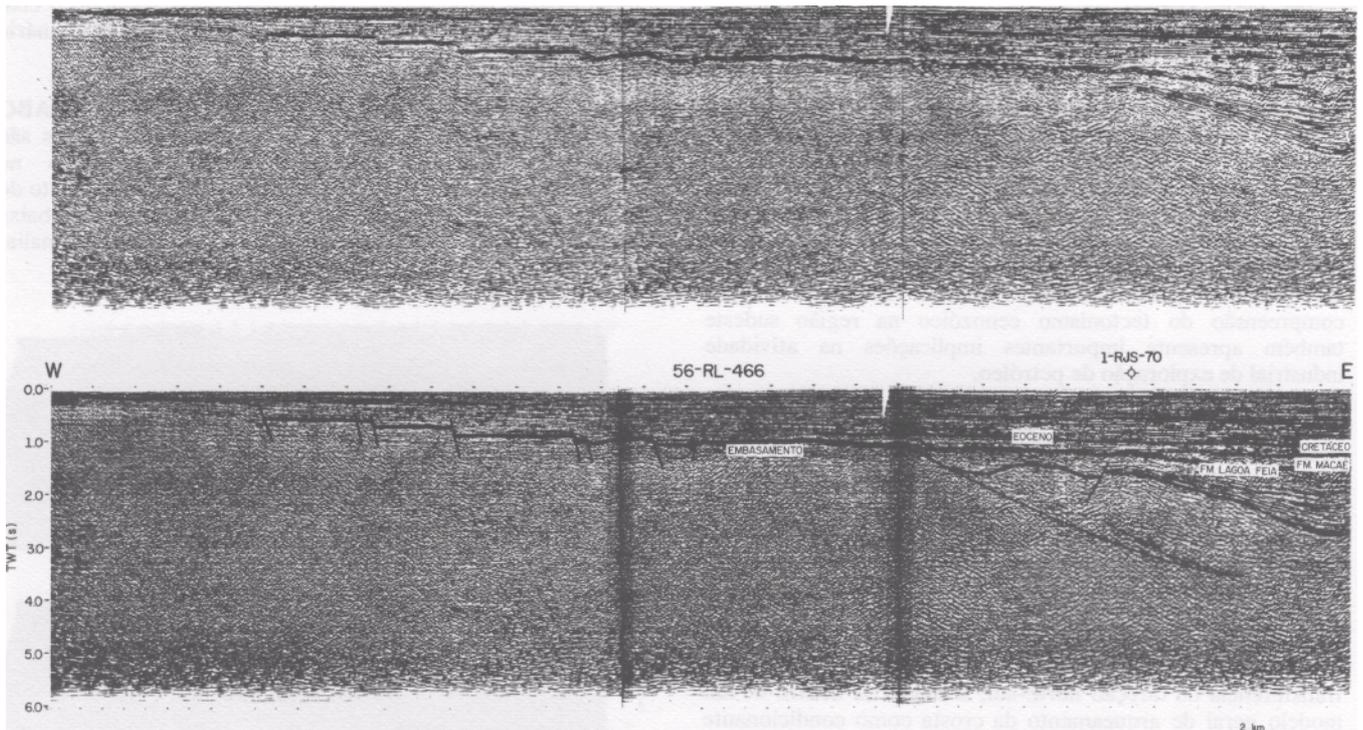


Figura 5 — Interpretação da linha sísmica 56-RL-466, migrada, mostrando os falhamentos sintéticos característicos da região do Cabo de São Tome, a leste da Lagoa Feia, em região de embasamento raso. Observar que o refletor equivalente ao Eoceno sofre interrupção pelos falhamentos terciários. A sismoestatigrafia interpretada está baseada no poço RJS-70, que atingiu o embasamento (basaltos da Fm. Lagoa Feia) após perfurar 2.250 m de sedimentos (1350 m de elásticos grossos do Terciário, 100 m de elásticos e carbonatos do Albiano, 50 m de anidrita do Aptiano e cerca de 75 m de elásticos e carbonatos do Neocomiano). Este poço está projetado no ponto de tiro 61 da linha sísmica 56-466, a leste da falha normal associada ao limite Pré-Aptiano da bacia. Observa-se, no embasamento, uma culminância anticlinal entre a linha de charneira (limite Pré-Aptiano da bacia) e o falhamento antitético da fase rifle que delimita o baixo deposicional de idade neocomiana, a oeste do Alto Regional de Badejo

Figure 5 - Interpretation of migrated seismic line 56-RL-466, showing synthetic faulting predominating in the onshore Cabo de São Tome region, eastwards of Lagoa Feia, in a shallow basement area. The reflector equivalent to Eocene is offset by Tertiary faults. The interpreted sequence stratigraphy is based on well RJS-70, which penetrated basement (Lagoa Feia Fm. basalts) after drilling through 2250 m of sediments (1350 m of Tertiary coarse clastic rocks, 100 m of Albian clastic and carbonate rocks, 50 m of Aptian anhydrite, and about 750 m of Neocomian clastic and carbonate rocks). This well projects onto shotpoint 610 of seismic line 56-466, eastwards of the normal fault associated with the Pre- Aptian limit of the basin. A basement-involved anticlinal structure is observed between the hinge line (Pre- Aptian limit of the basin) and the rift phase antithetic fault which limits the Neocomian low westwards of the Badejo Regional High

Elementos estruturais do gráben de Barra de São João O mapa Bouguer de detalhe da área entre Cabo Frio e Macaé, obtido a partir dos dados de gravímetros de fundo, indica um baixo expressivo limitado por anomalias lineares (Fig. 3). Dada a ausência de mapas estruturais ou poços exploratórios na área, utilizou-se para a realização deste trabalho, além dos dados de métodos potenciais, todas as linhas sísmicas de reflexão, migradas e não-migradas, levantadas desde o início da exploração na Bacia de Campos. Serão discutidas neste trabalho as Unhas 28-64, 38-287, 38-290 e 56-466, cuja localização também é mostrada na figura 3.

A linha sísmica 28-RL-64 (Fig. 4) apresenta uma seção transversal ao eixo principal da bacia, mostrando as falhas limites (uma na borda sul, com maior rejeito e com indicações de rotação em bloco das primeiras camadas sedimentares depositadas, e outra na borda norte, que delimita a deposição interior a um pequeno gráben de geometria mais simétrica). Observa-se que a falha na borda sul controla um depocentro local em que o embasamento mostra forte basculamento, atingindo cerca de 800 milissegundos em tempo duplo (800 m de profundidade, utilizando-se a velocidade média sedimentar de 2.000 m/s), e com rápido acunhamento na direção do gráben interno, onde novamente é falhado. O rejeito máximo da falha normal na borda sul deve atingir cerca de 500 m ao nível do embasamento, com rápida diminuição de rejeito na direção dos extremos da falha. O preenchimento sedimentar do gráben interno deve alcançar espessura de cerca de 600 m a 700 m.

A linha sísmica 56-RL-466 (Fig. 5) apresenta uma seção leste-oeste ilustrando o sistema de falhamentos terciários que são encontrados na região do Cabo de São Tome, notadamente na porção continental. Observe-se que os

falhamentos são subverticais, predominantemente sintéticos, com bloco baixo na direção do mar, e, ao longo desta linha, mostram pequenos rejeitos. Na porção submarina do Cabo de São Tome, particularmente na porção onde a falha terciária inflexiona na direção leste, os rejeitos são bem maiores, localmente atingindo algumas centenas de metros ao nível da discordância pré-aptiana (Szatmari *et al* 1983, Dias *et al* 1987). Os falhamentos associados ao tectonismo diastrófico do Terciário perdem expressão ao adentrar-se o baixo de São Tome. A interpretação sísmica da linha 56-466 mostra que o refletor do Eoceno, amarrado estratigraficamente mediante análise paleontológica do poço I-RJS-70 (Fig. 5), atinge a região dos falhamentos terciários. Há indicações que refletores até mais novos que o Eoceno também sofrem solução de continuidade pela atividade tectônica do Terciário.

A passagem do falhamento antitético, que condiciona o gráben de Barra de São João, para o sistema de falhamento sintéticos da região do Cabo de São Tome, dá-se através de um alto estrutural onde as anomalias gravimétricas mostram leves perturbações leste-oeste, próximo à latitude de Macaé. A linha sísmica 38-RL-287 (fig. 6) é um perfil regional, paralelo à direção estrutural NE/SW, predominante na fase rifte na bacia. Este perfil atravessa a falha antitética da borda sul do gráben da Barra de São João, passa por um alto estrutural do embasamento, e adentra o sistema de falhas predominantemente sintéticas do Cabo de São Tome. O ápice deste alto ocorreria a leste de Macaé e a cobertura sedimentar alcançaria menos que 400 m, correspondendo à última fase de sedimentação do gráben de Barra de São João.

É interessante observar que nesta mesma latitude ocorre o afloramento da Unidade Região dos Lagos (Pré-Cambriano) nas ilhas de Santana, Francês e do Sul. A geologia de superfície na região continental emersa mostra que o limite

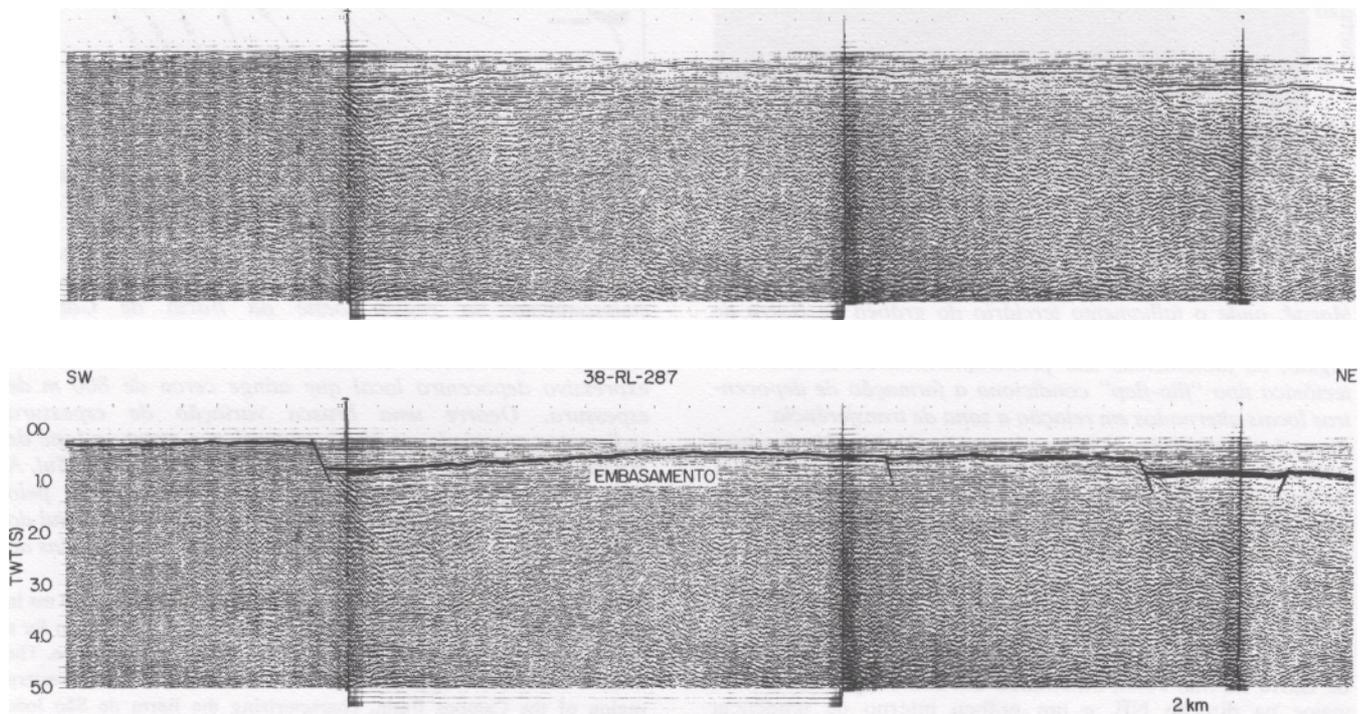


Figura 6 ~ Interpretação da seção sísmica 38-RL-287, não migrada, paralela à direção estrutural regional. Esta linha, subparalela à linha de costa, estende-se desde o falhamento antitético do gráben de Barra de São João, atravessa o alto estrutural a leste de Macaé e adentra o sistema de falhamentos predominantemente sintéticos, de idade terciária, da região do Cabo de São Tome e Lagoa Feia

Figure 6 - Interpretation of the unmigrated seismic line 38-RL-287, which trends parallel to the regional structural grain. This line, running sub-parallel to the coast, extends from the antithetic fault of the Barra de São João Basin, crosses the structural high eastwards of Macaé, and penetrates into the region offshore Cape São Tome, which is characterized by Tertiary, predominantly synthetic faults

norte da Unidade Região dos Lagos também ocorrem próximo a Macaé, e o sistema de falhamentos transcorrente de Além Paraíba cede lugar a falhamentos de empurrão próximo a Trajano de Moraes, sugerindo uma possível zona de fraqueza desde o Pré-Cambriano. É possível que a passagem do falhamento antitético que controla a borda sul do gráben de Barra de São João se dê através de uma zona de transferência, nos mesmos moldes das zonas de transferência que invertem a polaridade dos depocentros locais das diversas bacias que constituem o sistema de rifles do leste africano (Rosendahl 1987). Na extensão a leste dessa possível zona de transferência, pode-se observar uma região bastante fraturada por pequenas falhas sub verticais, estendendo-se por uma região de cerca de 4 km de largura (Fig. 7).

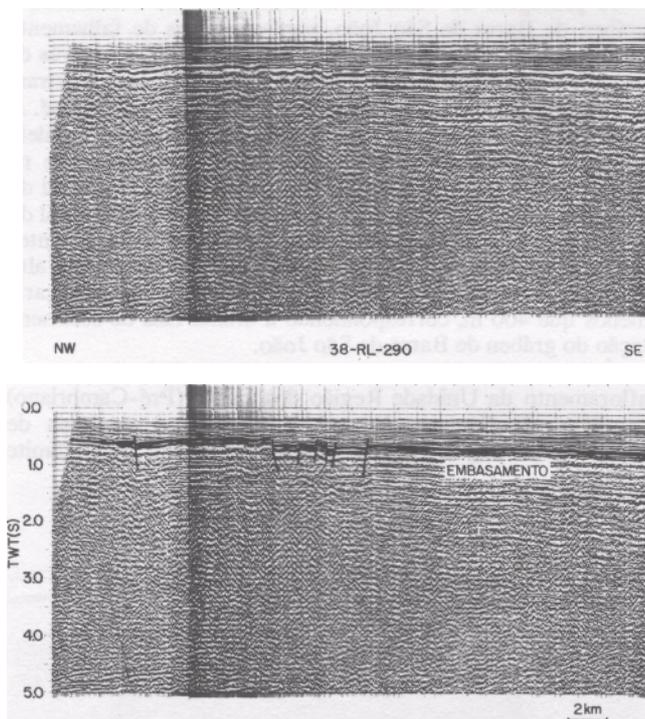


Figura 7 - Interpretação da linha sísmica 38-RL-290, não migrada, mostrando possível zona de transferência a leste de Macaé, onde o falhamento terciário do gráben de Barra de São João apresenta inversão de polaridade. Ao norte dessa região, os falhamentos são predominantemente sintéticos. A tectônica tipo "flip-flop" condiciona a formação de depocentros locais alternados em relação a zona de transferência

A figura 8 mostra o mapa estrutural em tempo do gráben de Barra de São João, mostrando um rombo-gráben de eixo maior na direção NE, e um gráben interno de tendência leste-oeste, baseando-se nos dados gravimétricos e sísmicos, ao norte desse gráben, cuja espessura sedimentar máxima deve atingir cerca de 800 m, ocorrem falhas associadas à extensão sul do sistema de falhamentos terciários do Cabo de São Tomé. As pequenas falhas sintéticas e antitéticas no alinhamento Macaé - Ilha de Santana podem ser indicativas de uma zona de transferência de direção aproximada leste-oeste. É possível que também nas outras bacias terciárias do sudeste

brasileiro ocorram feições estruturais indicativas de zonas de transferência com inversão de polaridade, à semelhança do observado na plataforma continental entre Cabo Frio e o Cabo de São Tomé.

Observa-se que a falha sul do gráben apresenta uma coincidência bastante expressiva com a própria ponta de Búzios, e um controle tectônico para esta feição é bastante sugestivo. Observa-se também um eixo alto ao nível do embasamento, no bloco alto da falha antitética, que adentraria o continente na região de Armação de Búzios.

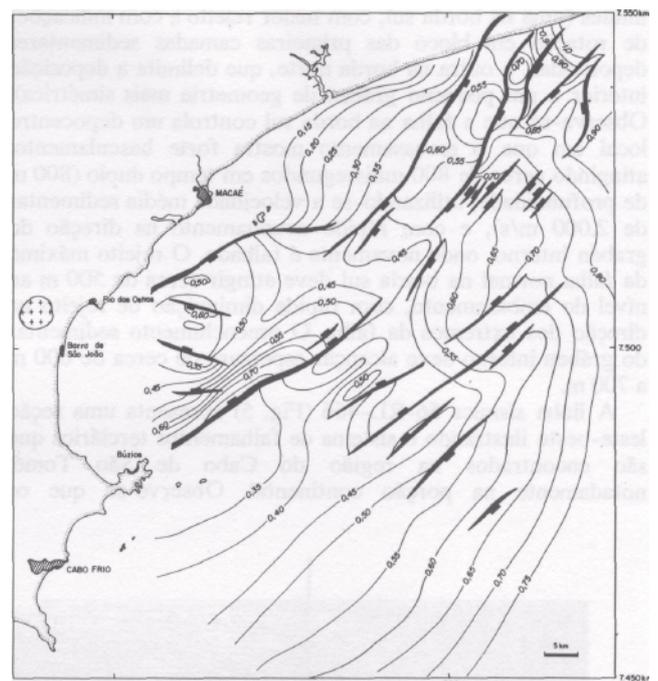


Figura 8 — Mapa estrutural sísmico, com intervalo de contorno de 50 milisegundos em tempo duplo. As curvas de nível representam profundidades em quilômetros para uma velocidade intervalar média de 2.000 m/s para o pacote sedimentar. O refletor mapeado corresponde ao topo do embasamento na região oeste da Bacia de Campos, caracterizando o gráben de Barra de São João entre Búzios e Macaé. O falhamento antitético na borda sul condiciona expressivo depocentro local que atinge cerca de 800 m de espessura. Ocorre uma brusca variação de espessura sedimentar associado ao alto estrutural que ocorre a leste de Macaé, passando pelas Ilhas de Santana, Francês e do Sul. A própria Ponta de Búzios pode estar controlada pelo prolongamento, continente adentro, da falha da borda sul do gráben. As coordenadas UTM do mapa estão referenciadas ao meridiano central 39° W

Figure 8 - Seismic structural map with a contour interval of 50 ms in two-way transit time. The contour curves represent depths in km for a mean interval velocity of 2000 m/s for the sedimentary sequence. The mapped reflector corresponds to the top of basement in the western region of the Campos Basin, characterizing the Barra de São João graben between Búzios and Macaé. The antithetic fault in the southern border gives origin to a local depocenter reaching a thickness of about 800 m. A remarkable variation of sedimentary thickness is associated with the structural high that occurs eastwards of Macaé and extends towards the Santana, Francês and Sul islands. It is possible that even the Búzios Point is controlled by the landward extension of the fault at the southern border of the graben. UTM coordinates of the map refer to the central meridian 39° W

CONCLUSÕES A geometria crustal do gráben de Barra de São João é caracterizada por notável assimetria, com depocentro local controlado por falhamento normal antitético na borda sul. Os valores de anomalia Bouguer indicam uma baixa compensação do manto, resultando em valores gravimétricos que correspondem a uma deficiência de massa causada pela menor densidade dos sedimentos que preenchem o gráben. Os dados de subsuperfície sugerem, como mecanismo formador desta bacia, uma distensão crustal atuante no Terciário, com depocentros locais em blocos compartimentalizados por zonas de transferência, nas quais haveria a inversão de polaridade dos falhamentos extensionais.

Agradecimentos Agradecemos ao dr. Antônio Manuel Ferreira de Figueiredo, chefe da Divisão de Interpretação da Região Sul e Sudeste, pelo incentivo e apoio, e ao dr. Milton Romeu Franke, superintendente do Departamento de Exploração da Petrobrás (DEPEX), por permitir a publicação deste trabalho. Agradecemos ao geofísico José Carlos Guerra, da Divisão de Tratamento de Dados Exploratórios do DEPEX, a elaboração do mapa de detalhe de anomalia Bouguer a partir dos dados de gravímetro de fundo na porção oeste da bacia de Campos. Somos gratos, também, aos comentários e discussões técnicas com vários colegas do Centro de Pesquisas da Petrobrás e da Divisão de Interpretação da Região Sul e Sudeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNP/DGM. (BoU41).
- ALMEIDA, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 48(Supl.): 15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3): 139-158.
- ALMEIDA, F.F.M.; RICCOMINI, C.; DEHIRA, L.K.; CAMPANHA, G.A.C. 1984. Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na Grande São Paulo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v.4, p.1794-1808.
- AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. 1967. Potassium-Argon ages of alkaline rocks from southern Brazil. *Geoch. et Cosmoch. Acta*, 31:117-142.
- ARTEMJEV, M.E. & ARTYUSHKOV, E.V. 1971. Structure and isostasy of the Baikal Rift and the mechanism of rifting. *Jorn. of Geoph. Research*, 76:1197-1211.
- ASMUS, H.E. 1978. Hipótese sobre a origem dos sistemas de zonas de fraturas oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. In: *Aspectos estruturais da margem continental Leste e Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Petrobrás/CENPES. (Série Projeto Remac 4).
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo Cenozóico na região sudeste do Brasil. In: *Aspectos estruturais da margem continental Leste e Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Petrobrás/CENPES. (Série Projeto Remac 4).
- ASMUS, H.E. & GUAZZELLI, W. 1981. Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das áreas oceânicas e continentais, adjacentes. In: ASMUS, H.E., ed. *Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais*. Rio de Janeiro, Petrobrás/CENPES (Série Projeto Remac 9).
- ASSUMPÇÃO, M.; DIAS NETO, C.M.; BERROCAL, J.; ARTEZAMA, R.; FRANÇA, H.; ORTEGA, R. 1980. Sismicidade do sudeste do Brasil. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG. v.2, p.1075-1092.
- BACOCOLI, G. & DAUZACKER, M.V. 1968. *Bacia de Campos: análise pré-bimbar*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 6p. (Rei. Int.).
- BACOCOLI, G. & ARANHA, L.G.F. 1984. *Evolução estrutural do Brasil meridional*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 153p. (Rei. Int.).
- BRENNER, T.C.; FERRARI, A.L.; PENHA, H.M. 1980. Lineamentos estruturais do nordeste do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG. v.5, p.2551-2564.
- CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F.D. 1976. Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29, Belo Horizonte, 1976. *Anais...* Ouro Preto, SBG. v.4, p.247-256.
- CASTRO, P.J.M.; ROSA, A.L.R.; CRUZ, C.E.S.; LUCHESI, C.F.; MEISTER, E.; AQUINO, G.S.; CAMPOS, J.V.; TSUBONE, K.; MORALES, R.G. 1979. *Compilação dos dados gravimétricos na Bacia de Campos*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 4 p. (Rei. Int.).
- CORDANI, U.G. 1970. Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 4p. (Rei. Int.).
- COUTO, C.P. & MEZZALIRA, S. 1971. Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 43(Supl.):473-488.
- DIAS, J.L.; VIEIRA, J.C.; CATTO, A.J.; OLIVEIRA, J.Q.; GUAZZELLI, W.; TRINDADE, L.A.F.; KOWSMANN, R.O.; KIANG, C.H.; MELLO, U.T.; MISUSAKI, A.M.P.; MOURA, J.A. 1987. *Estudo regional da Formação Lagoa Feia*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 4p. (Rei. Int.).
- DNPM. 1978. *Carta Geológica do Brasil ao mUionésimo*. Ministério das Minas e Energia.
- EWING, J.; LEYDEN, R. & EWING, M. 1969. Refraction shooting with expendable sonobuoys. *AAPG Bull.*, 53:174-181.
- FERREIRA, C.S. & SANTOS, A.S. 1982. Novos dados sobre a geocronologia da Formação Tremembé, Vale do Paraíba, SP, com base *palinológica*. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 54(1):264. (Resumos).
- FRANCHETAU, J. & LE PICHON, X. 1972. Marginal fracture zones as structural framework of continental margins of South Atlantic Ocean. *AAPG Bull.*, 56:991-1007.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. 1975. The Ribeira folded belt. *Rev. Bras. Geoc.*, 5(4):257-266.
- HERZ, N. 1977. Timing of spreading in the South Atlantic: Information from Brazilian alkalic rocks. *Geol. Soc. of Am. Bull.*, 88:101-112.
- KIANG, C.H.; APPI, C.J.; RICCOMINI, C.; CASTRO, J.C.; ARAI, M.; FREITAS, E.L.; NETO, E.V.S. 1989. Geologia da Bacia de Taubaté. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, *Resumos...* Rio de Janeiro, SBG. p.10.
- KOUTSOUKOS, E.A.M. 1987. A área noroeste da Bacia de Campos, Brasil, do Mesocretáceo ao Neocretáceo: evolução paleoambiental e paleogeográfica pelo estudo de foraminíferos. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2): 168-172.
- LE PICHON, X. & HAYES, D.E. 1971. Marginal offsets, fracture zones and the early opening of the South Atlantic. *Journ. Geoph. Research*, 76:6283-6293.
- MACEDO, J.M. 1987. *Evolução estrutural da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes*. Ouro Preto. 165p. (Dissertação de Mestrado, UFOP).
- MAIA, M.C.A.C.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. 1984. Evolução holocênica da planície costeira de Jacarepaguá (RJ). In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v.1, p.105-118.
- MARSH, J.R. 1973. Relationships between transform directions and alkaline igneous rocks lineaments in Africa and South America. *Earth and Planetary Science Letters*, 18(3): 317-323.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; DOMINGUEZ, J.M.L.; AZEVEDO, A.E.G. 1984. Evolução da planície costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v.1, p.84-97.
- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; COIMBRA, A.M. 1985. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 15(3): 193-201.
- MOHRIAK, W.U. 1984. *Geologia da borda oeste da Bacia de Campos*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 33 p. (Rei. Int.).
- MOHRIAK, W.U. & DEWEY, J.F.D. 1987. Deep seismic reflectors in the Campos Basin, offshore Brazil. *Geoph. Jour. Royal Astron. Soc.*, 89(1): 133-140.
- MOHRIAK, W.U.; KARNER, G.D.; DEWEY, J.F. 1987. Subsidence history and tectonic evolution of the Campos Basin, offshore Brazil. *AAPG Bull.*, 71(5):594 (Abstract).
- MOHRIAK, W.U. 1988. *The tectonic evolution of the Campos Basin, offshore Brazil*. Inglaterra. 381p. (PhD thesis, University of Oxford).
- MOHRIAK, W.U.; BARROS, A.Z.; FUJITA, A.M. 1989. Geologia da plataforma continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1989. *Resumos...* Rio de Janeiro, SBG.p.21.
- OJEDA, H.A.O. 1983. *Bacia de Campos: arcabouço estrutural regional e interpretação genética preliminar*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 50p. (Rei. Int.).
- RADAMBRASIL, 1983. *Mapa Geológico 1:1.000.000*. Folhas SF-23/24 - Rio de Janeiro/Vitória, v.32, p.27-304.
- RICCOMINI, C.; MELO, M.S.; ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO,

- C.D.R.; MIOTO, J.A.; HASUI, Y. 1983. Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. In: SIMP. REG. GEOL., 4, São Paulo, 1983. *Resumos...* SSo Paulo, SBG. p.23-24.
- RICCOMINI, C.; PELOGGIA, A.U.G.; SALONI, J.C.L.; KOHNKE, M.W.; FIGUEIRA, R.M. 1989. Neotectonic activity in me Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *Jour, South Ame. Earth Sciences*, 2(2):191-197.
- RICHTER, A.J. 1987. Subafloramento das discordancias Turoniana e Campaniana no sul da Bacia de Campos. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2): 173-176.
- ROSENDAHL, B.R. 1987. Architecture of continental rifts with special reference to East Africa. *Ann. Rev. Earth Planet. Sciences*, 15:445-503.
- SADOWSKI, G.R. & DIAS NETO, C.M. 1981. O lineamento sísmo-tectônico do Cabo Frio. *Rev. Bras. Geoc.*, 11(4):209-212.
- SILVA, A.B. 1970. *Reconhecimento sísmico da plataforma continental da Bacia de Campos*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. (Rel. Int.).
- SZATMARI, P.; LOBO, A.P.; BELTRAMI, C.V.; CUNHA, F.M.B.; FERRADAES, J.O.; COSTA, M.P.A.; CASTRO, P.I.M.; GUIMARÃES, P.T.; KOWSMAN, R.O. 1983. *Arcaibouço tectônico da Baeta de Campos e áreas adjacente*. Rio de Janeiro, Petrobrás/DEPEX. 35p. (Rei. Int.).

MANUSCRITO A631

Recebido em 16 de novembro de 1989

Revisão do autor em 6 de março de 1990

Revisão aceita em 15 de março de 1990