

TECTONISMO TERCIÁRIO NA ÁREA DO RIO TAPAJÓS, BACIA DO AMAZONAS

TERTIARY TECTONISM IN THE TAPAJÓS RIVER AREA, AMAZONAS BASIN

Walter Antônio Silva Travassos⁽¹⁾ e Coaracy de Moraes Barbosa Filho⁽²⁾

RESUMO – Uma faixa sedimentar deformada durante o Terciário ocorre na porção sul da Bacia do Amazonas, abrangendo as regiões dos rios Abacaxis, Tapajós e Curuá do Sul, com dimensões da ordem de 540 km de comprimento por 50 a 100 km de largura. A extremidade oriental desta faixa situa-se dentro do Bloco Tapajós, locado principalmente no lado leste do rio homônimo. Os limites da zona deformada no Bloco Tapajós são definidos por falhas transcorrentes, que devem corresponder a antigas cicatrizes do embasamento, intermitentemente reativadas durante a evolução geológica da bacia. Estruturalmente a área é caracterizada por um conjunto de dobras e falhas, configuradas num padrão *en échelon* e desenvolvidas na direção geral NE. A origem de tais feições é atribuída à atuação de esforços convergentes E-W sobre superfícies de descontinuidade pré-existentes de direção NE. A identificação deste proeminente evento tectônico foi possibilitada por evidências geofísicas, especialmente de sísmica de reflexão, corroboradas por dados gravimétricos e magnetométricos.

(Originais recebidos em 28.03.90.)

ABSTRACT – A zone of sediments deformed during the Tertiary occurs in the southern part of the Amazonas Basin and encompasses an area roughly 540 km long by 50 to 100 km wide in the region of the Abacaxis, Tapajós, and Curuá do Sul rivers. The eastern end of this zone is found inside the Tapajós Block, which is located principally on the eastern side of the Tapajós River. Within this block, the boundaries of the deformed zone are defined by strike-slip faults which may correspond to old basement weak zones that were intermittently reactivated during the geological evolution of the basin. In structural terms, the area is characterized by a set of folds and faults, arranged in echelon with a general NE trend. The origin of these strained features is attributed to the convergent E-W stresses that acted on pre-existent NE-trending discontinuity surfaces. The identification of this prominent shearing event was made possible by geophysical evidence, especially seismic reflection corroborated by gravity and aeromagnetometric data.

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

1 – INTRODUÇÃO

A área de estudo, aqui denominada informalmente de Bloco Tapajós, envolve a extremidade oriental de uma faixa de sedimentos deformados durante o Terciário, situada no flanco sul da Bacia do Amazonas, entre os rios Abacaxis e Curuá do Sul, com dimensões da ordem de 540 km de comprimento por 50-100 km de largura. Com área de aproximadamente 12 000 km² e situado entre os meridianos 54° 00' e 55° 30' oeste e os paralelos 2° 00' e 4° 00' sul (fig. 1), o referido bloco possui cerca de 3 000 km de linhas

de reflexão sísmica (fig. 2) e, também, está coberto por levantamentos gravimétricos e magnetométricos.

Localmente, estima-se uma espessura sedimentar por volta de 5 000 m. Estratigraficamente a área apresenta uma seqüência paleozóica ordoviciana a permiana, intrudida por diques e soleiras de diabásio de idade triássica a jurássica. A seqüência superior é composta de camadas cretácicas e terciárias correspondentes à Formação Alter do Chão (figs. 3 e 4).

1 - Setor de Bacias Terrestres I (SEBAT I), Divisão de Interpretação (DINTER), Distrito de Exploração do Norte (DENOR), Rodovia Arthur Bernardes, 5511, CEP 66800, Belém, Pará, Brasil.

2 - Setor de Bacias Terrestres I (SEBAT I), Divisão de Interpretação (DINTER), Distrito de Exploração da Amazônia Ocidental (DENOC), Av. Perimetral, 16, casa 1, Parque 10, CEP 69055, Manaus, Amazonas, Brasil.

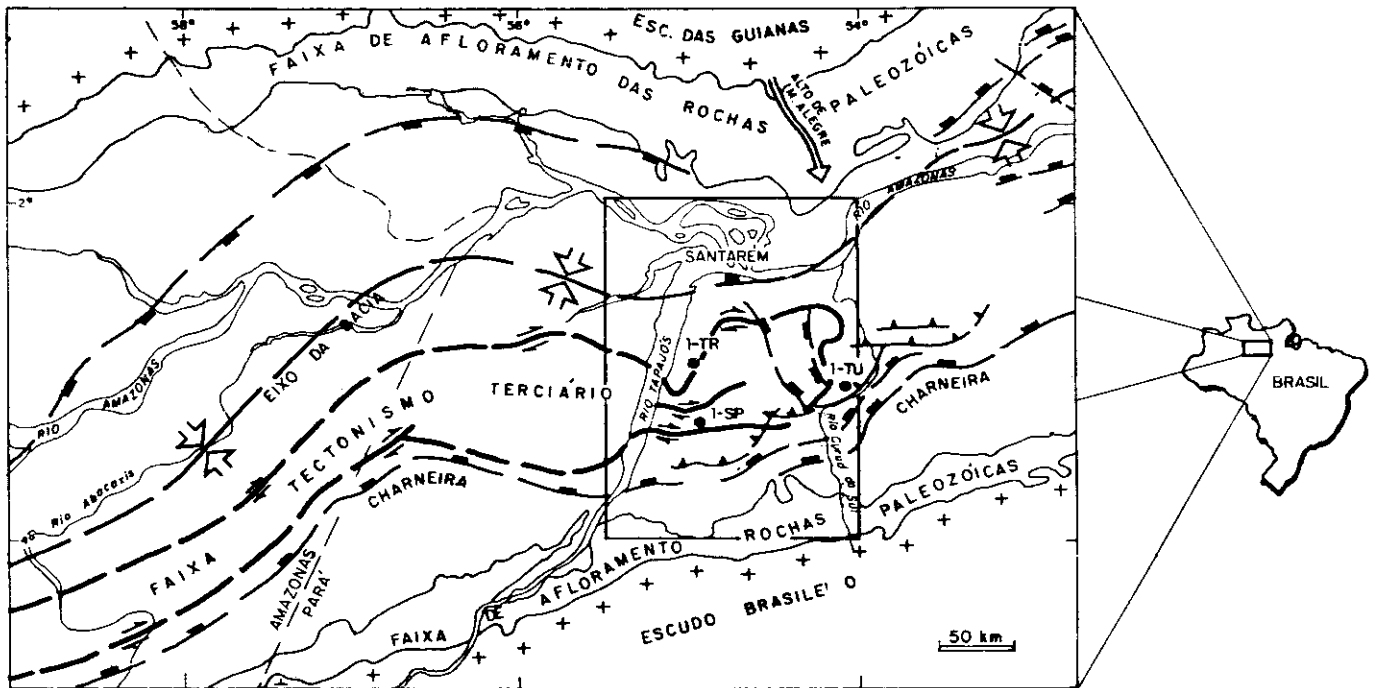


Fig. 1 - Mapa de localização do Bloco Tapajós (área retangular) e da faixa de sedimentos terciários deformados, em relação ao arcabouço estrutural generalizado da Bacia do Amazonas.

Fig. 1 - Location map, Tapajós Block (box) and zone of deformed Tertiary sediments, shown in relation to structural framework of Amazonas Basin.

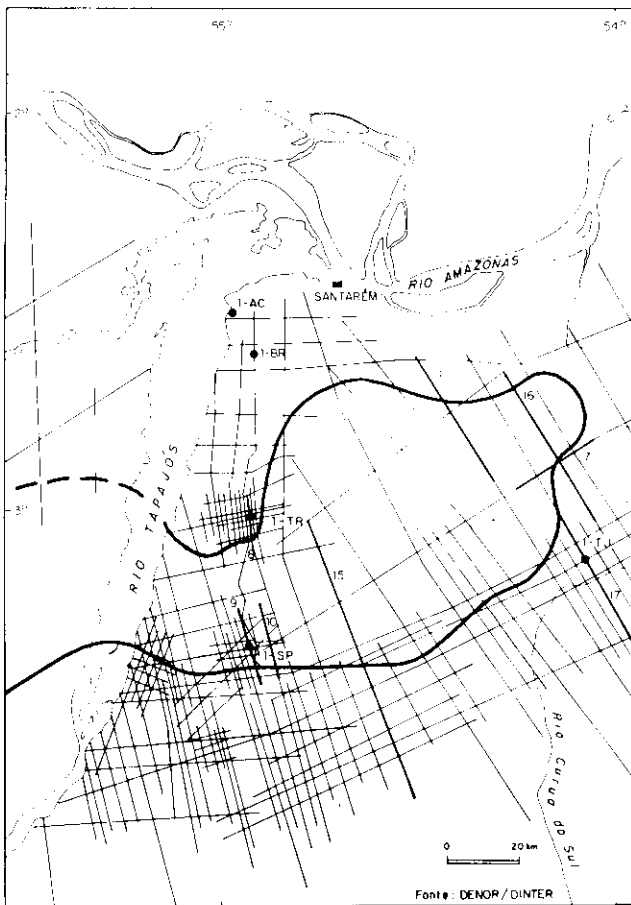


Fig. 2 - Mapa de cobertura sísmica atual do Bloco Tapajós e o posicionamento da faixa terciária. Os números indicam as seções sísmicas representadas nas figuras correspondentes.

Fig. 2 - Seismic surveys carried out to date in Tapajós Block and location of Tertiary zone. Numbers indicate figure where corresponding seismic section is shown.

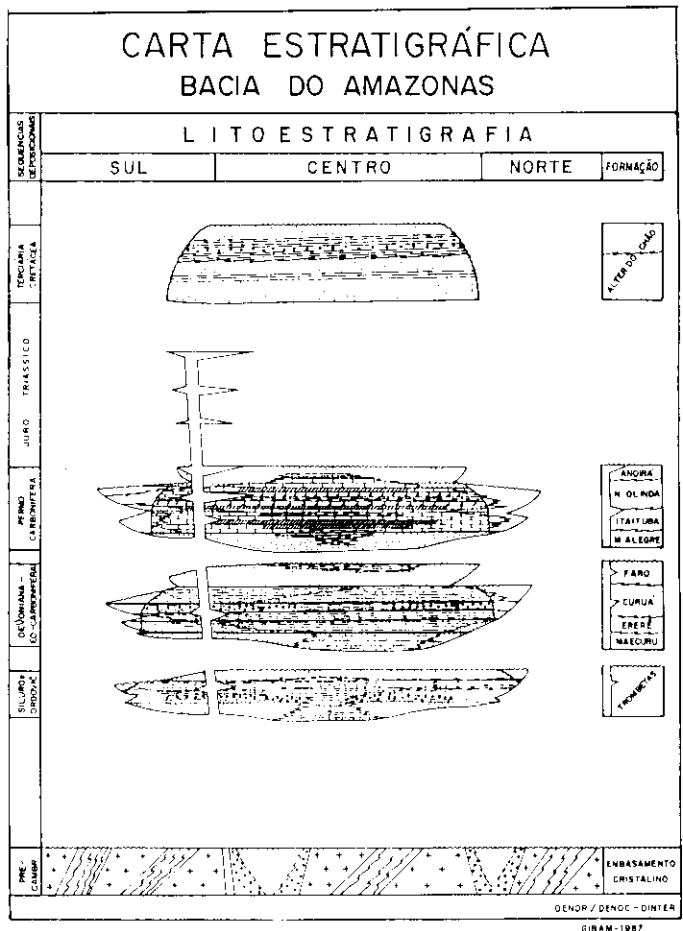


Fig. 3 - Carta estratigráfica simplificada.

Fig. 3 - Simplified stratigraphic chart.

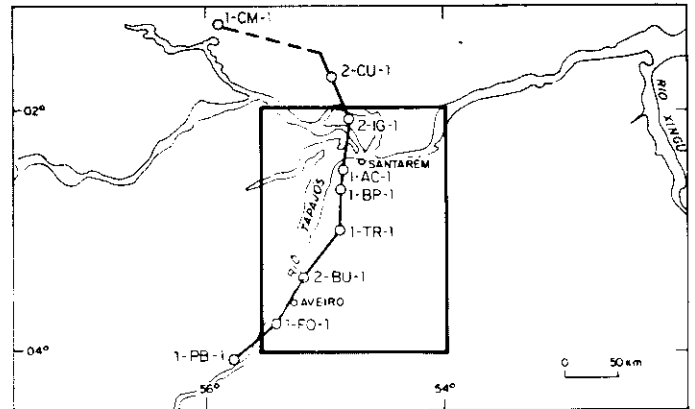
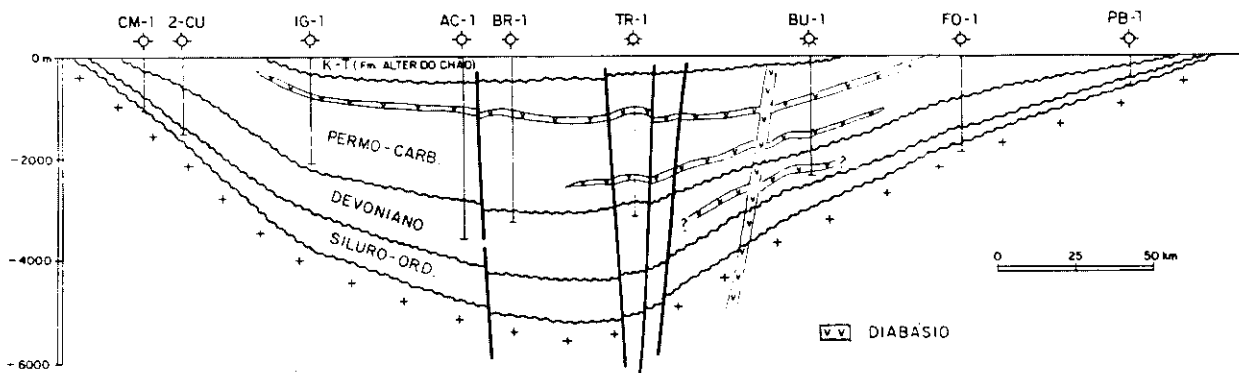


Fig. 4 - Seção geológica esquemática através do Bloco Tapajós, indicando as principais seqüências cronoestratigráficas.
 Fig. 4 - Schematic geologic section across Tapajós Block, indicating main chronostratigraphic sequences.

Os dados sísmicos da área do Bloco Tapajós mostram que os sedimentos da Formação Alter do Chão – pelo menos de sua porção basal – encontram-se estruturalmente deformados. A Formação Alter do Chão foi atravessada em vários poços, entre eles o 1-AC-1-PA, 1-BR-1-PA, 1-TR-1-PA, 1-TU-1-PA e 1-SP-1-PA, sendo que apenas os dados do poço 1-AC-1-PA (Alter do Chão) foram analisados palinologicamente. Os resultados mostram que seu conteúdo fóssilífero é pobre, mas indicam que a deposição desta formação ocorreu do Albiano ao Mioceno.

Alguns palinomorfos foram analisados nos poços 1-GU-1-PA (Gurupá) e 1-AL-1-PA (Almerim), situados na parte leste da bacia, que permitiram identificar uma seqüência sedimentar depositada também no Terciário (Eoceno?).

Por estas razões, os dados não permitem, por enquanto, discriminação de idades mais detalhadas que Cretácea Superior a Terciária para a idade de deposição da Formação Alter do Chão. (Note-se, entretanto, que a deformação de sedimentos terciários está bem documentada para a porção extremo leste da Bacia do Amazonas, com base em dados sísmicos (Mosmann *et al.* 1984; figs. 32 e 33) e de poços).

Vários pesquisadores identificaram estruturas produzidas por neotectonismo na Bacia do Amazonas, baseando-se em diferentes metodologias. Cunha *et al.* (1971) ressaltaram o acentuado controle estrutural da rede hidrográfica, compondo um padrão angular sistemático, que estaria refletindo movimentações profundas. Rezende, Brito (1973) segundo Cunha (1982),

os alinhamentos morfoestruturais mais significativos da Bacia Amazônica se localizam no flanco sul da bacia, entre os rios Tapajós e Xingu, na faixa de rochas terciárias, coincidindo com um eixo de altos gravimétricos, circunstância que lhe emprestaria conotação estrutural. Carneiro, Jucá (1985) admitiram para o Baixo Amazonas uma tectônica terciária de subsidência diferencial associada à reativação do sistema transtensivo ocorrido durante o Cretáceo (abertura do Atlântico Equatorial), cujas deformações foram controladas por sistemas de fraturas pré-existentes com direções preferenciais NW-SE e NE-SW. Campos *et al.* (1987) explicaram a formação dos *grabens* terciários de direção leste-oeste, no Baixo Amazonas (região de Gurupá), como resultante de uma rotação anti-horária do Escudo das Guianas. Rici *et al.* (1987), utilizan-

do seções sísmicas de reflexão e modelamento gravimétrico, concluíram que as feições dobradas na área do Rio Tapajós seriam consequência de movimentações halocinéticas. Para a mesma área, Campos, Teixeira (1988) advogaram a atuação de esforços convergentes SE, cujo cisalhamento gerou feições locais de inversões, presentes nas faixas de anticlinais dispostas *en échelon*. Franzinelli, Piuci (1988), com base em evidências de campo, admitiram uma compartimentação estrutural bastante controlada por fraturas, falhas e dobras de arrasto, observáveis em camadas da Formação Alter do Chão.

Diante da multiplicidade de idéias e modelos, objetiva-se com este trabalho apresentar dados geofísicos adicionais e uma interpretação alternativa para os eventos localizados de deformação dos sedimentos terciários na Bacia do Amazonas, Bloco Tapajós. Interpreta-se os dados sísmicos de reflexão, gravimétricos e magnetométricos com especial atenção à natureza do evento e ao estilo estrutural resultante, e, afinal, propõe-se um modelo alternativo envolvendo transpressão capaz de responder satisfatoriamente à complexidade geológica exibida pela área.

2 - ORIGEM E ESTILO ESTRUTURAL

Até a primeira metade da década de 80, as evidências de tectonismo tardio na região do Bloco Tapajós surgiam principalmente de análise morfo-estrutural de aerofotos, ou a partir de sensoriamento remoto e, secundariamente, do estudo de dados gravimétricos e magnetométricos.

Os primeiros levantamentos sísmi-

cos sistemáticos e contínuos na área datam de 1980. Entretanto, só a partir de 1986 esta área foi satisfatoriamente coberta, permitindo o mapeamento sísmico a nível regional. O mapeamento evidenciou a presença de uma zona deformada afetando sedimentos de idade cretácea superior a terciária, bem desenvolvida na parte mediana do Bloco Tapajós, estendendo-se desde a região do Rio Abacaxis até o Rio Curuá do Sul, numa faixa de 540 km de comprimento por 50 a 100 km de largura (fig. 1).

A compartimentação estrutural ocorrida na região decorreu da atuação de esforços oblíquos convergentes de direção geral E-W, sobre superfícies de fraqueza do embasamento, provocando uma deformação cisalhante durante o Terciário. O estilo estrutural resultante caracterizou-se por um notável conjunto de dobras assimétricas, associadas a falhas reversas, dispostas num padrão *en échelon*, seguindo a orientação de lineamentos pré-existent de direção geral NE (figs. 5 e 6).

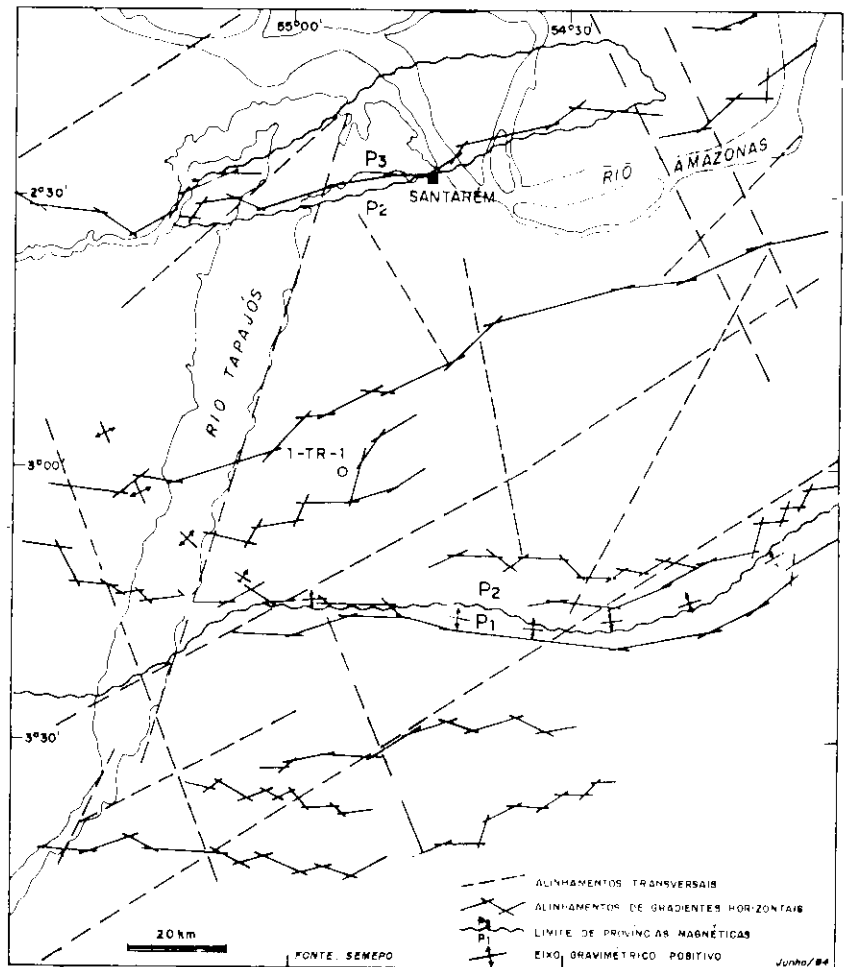


Fig. 5 - Interpretação qualitativa do campo magnético total. Observar a direção NE predominante.
Fig. 5 - Qualitative interpretation of total magnetic field. Note that the main lineaments developed in a general NE direction.

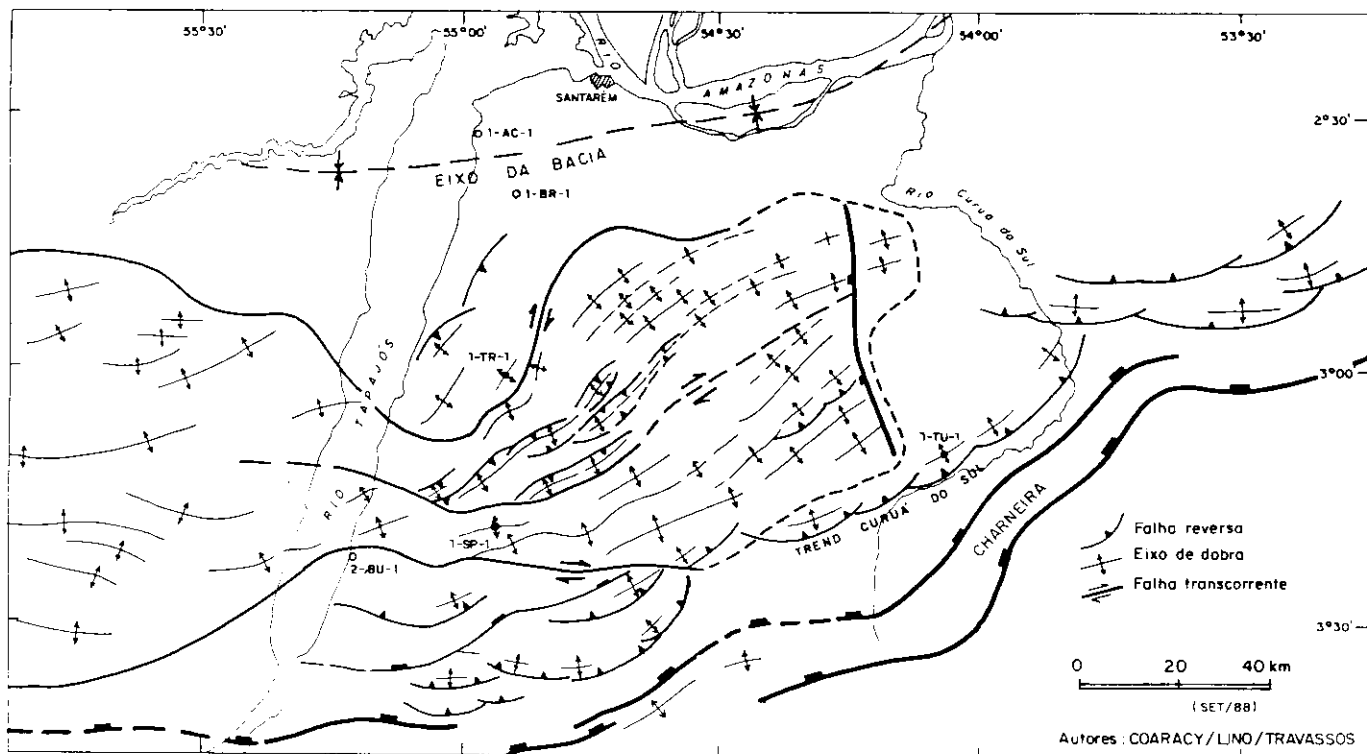


Fig. 6 - Arcabouço estrutural do Bloco Tapajós e adjacências, baseado em dados sísmicos de reflexão, e destacando-se os limites da faixa terciária. Notar o padrão *en échelon* das falhas e dobras, e a presença de estruturas eocretácicas a sul e a leste da faixa.

Fig. 6 - Structural framework of Tapajós Block and adjacent areas, highlighting borders of Tertiary zone. Based on seismic reflection data. Note echelon pattern of faults and folds as well as presence of Early Cretaceous structures to south and east of zone.

Etchecopar *et al.* (1986), citando Pollard *et al.* (1982), afirmam que esses arranjos *en échelon* podem ser formados ao longo de fraturas pré-existentes, sujeitas a movimentos de natureza transcorrente.

Falhas transcorrentes convergentes levam ao desenvolvimento não apenas de falhas reversas abundantes, incluindo falhas de empurrão com baixo ângulo, como também de dobras, arranjadas tanto *en échelon* como paralelas à zona principal de deslocamento (Christie-Blick, Biddle, 1985).

Na área de estudo, a faixa deformada é delimitada ao norte e ao sul por falhas transcorrentes, frequentemente indicadas por arran-

jos *en échelon* de fraturas, falhas e dobras em zonas estreitas e alongadas, de modo semelhante ao observado na Califórnia por Sylvester (1988). Internamente, a faixa encontra-se seccionada por outra falha transcorrente que, conjuntamente com as falhas limitantes, caracteriza uma importante zona de cisalhamento de idade terciária. A orientação dos eixos das dobras é nordeste, com ângulos que variam de 10 a 45 graus em relação à zona principal de deslocamento, indicando que o sentido da deformação cisalhante é dextrógiro (fig. 6).

A terminação abrupta da faixa cisalhante na porção leste da área pode ser explicada pela presença

de uma descontinuidade litológica com direção de aproximadamente N-S, que controlou a propagação dos esforços. Levando-se em conta que o embasamento da bacia foi submetido a vários episódios tectônicos desde o Proterozóico, os esforços mais recentes podem ter encontrado zonas de fraqueza que redirecionaram seu efeito deformador, produzindo o presente padrão estrutural.

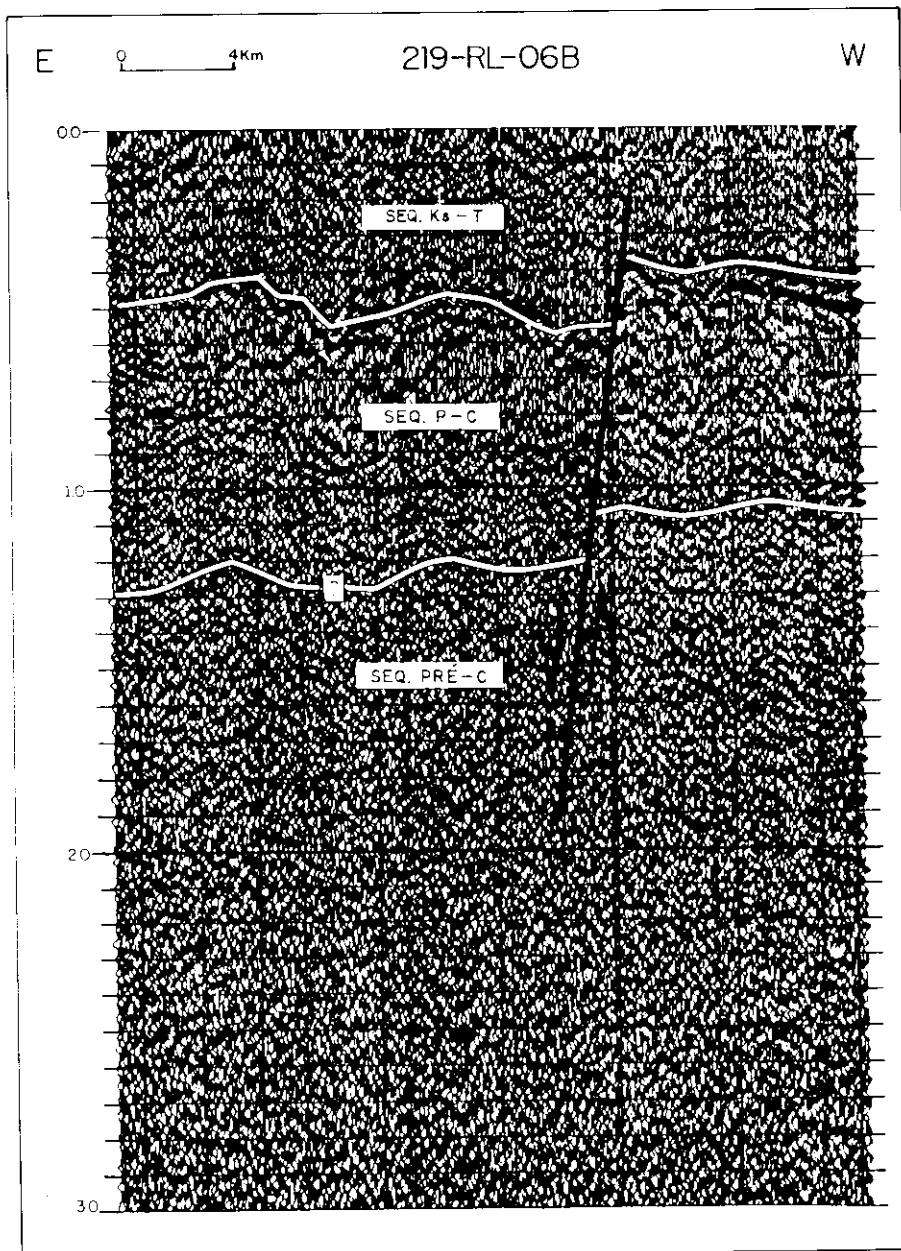
Essa descontinuidade, provavelmente, teve sua origem durante o processo distensivo que atuou na bacia no Juro-Triássico, seguido de magmatismo básico, com grande parte dos diques de diabásio orientados nessa mesma direção N-S. A ocorrência de uma falha normal

com mesma direção dos diques, nas adjacências desse limite, pode ser consequência de tal descontinuidade (figs. 6 e 7).

Na região do poço 1-TR-1-PA

(Tauari), a geometria sinuosa do traço da falha transcorrente em relação à direção de deslocamento ocasionou convergência local, determinando a formação de autênticas estruturas transpressivas, como pode ser visto na figura 8.

O fato de não serem observadas falhas de empurrão pode ser um indicativo de que a convergência dos blocos contíguos não foi suficientemente expressiva para modificar as estruturas pré-existentes, uma das quais está representada na figura 9.



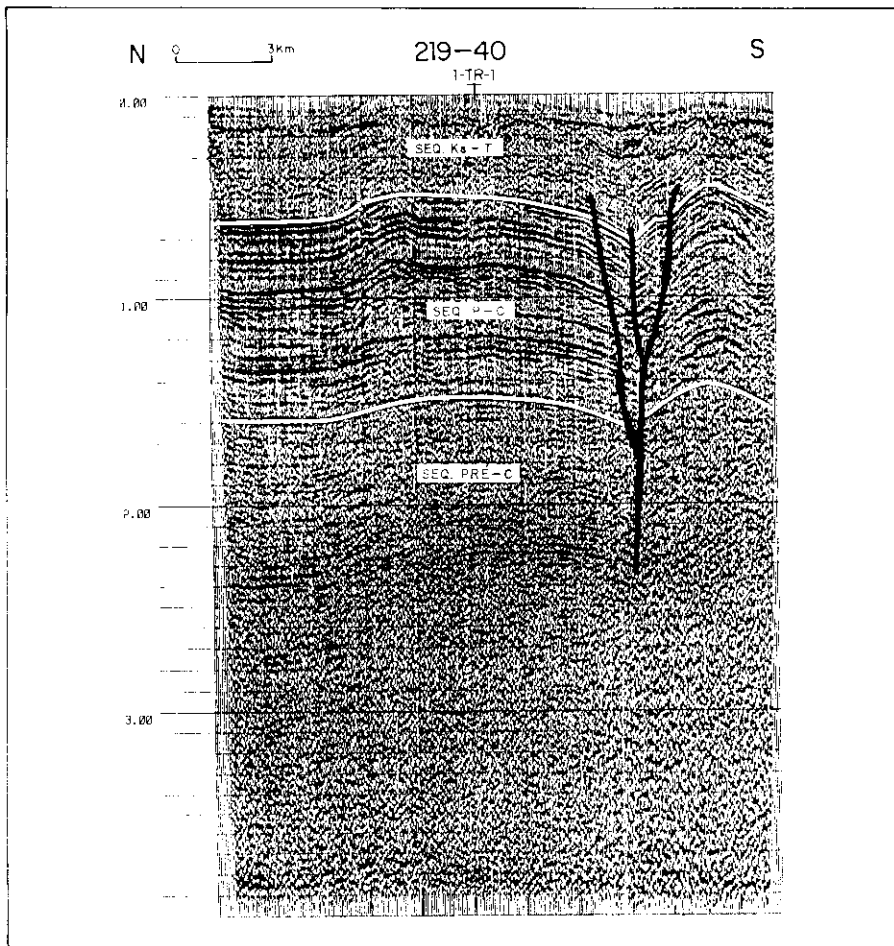
De acordo com Christie-Blick, Bidle (1985), estruturas pré-existentes podem influenciar na localização e orientação de falhas e fraturas, ou simplesmente complicar todo o padrão estrutural sem serem reativadas durante a deformação. Desta forma, é mesmo possível que antigos *trends* estruturais eocretácicos (idade Juruá) tenham sido preservados praticamente intactos em zonas preferenciais de cisalhamento.

3 - CARACTERÍSTICAS E EVIDÊNCIAS GEOFÍSICAS

O padrão estrutural transpressivo, resultante da superposição de uma tectônica *wrench*, tem sua expressão sísmica marcada por deformações que atingem desde horizontes profundos até camadas mais rasas da seqüência cretácica-terciária (Formação Alter do Chão). Isto se mostra bem evidenciado nas ondulações do refletor que marca a discordância pré-cretácica (base dessa formação). Analisando as características físicas das dobras ao nível dessa reflexão, observa-se que os comprimentos de onda são irregulares e variam de 2 a 10 km, enquanto que a amplitude chega a atingir o máximo de 300 milissegundos. Nota-se também que a amplitude dessas dobras decai com a profundidade, denotando maior plasticidade do pacote sedimentar que compõe a seqüência permocarbonífera.

Fig. 7 - Trecho da linha 219-06 nas proximidades do limite leste da faixa terciária, com evidência de falhamento normal. (Ver situação nas figuras 2 e 6).

Fig. 7 - Seismic line 219-06, near eastern border of Tertiary zone, evidencing normal faulting [see situation in figures 2 and 6].



As ondulações, quando menores que 4 km (aproximadamente igual ao comprimento do lanço utilizado na área), afetam consideravelmente a qualidade dos dados sísmicos, pois alteram a trajetória do raio sísmico, dispersam o sinal e provocam o efeito de estática enterrada. Como resultado, ocorrem trechos das seções sem informação sísmica confiável abaixo da discordância, ou então os refletos são descontínuos e não se desenvolvem em todos os níveis (figs. 10 e 11). Setúbal (1986), analisando a resolução sísmica na área do Rio Abacaxis (Amazônia Ocidental), considerou as irregularidades na discordância pré-cretácica como uma das causas da má qualidade sísmica dessa área.

Fig. 8 - Evidência da falha transcorrente que marca o limite norte da faixa tectonizada. Observar a estrutura transpressiva onde foi locado o poço 1-TR-1-PA e a seqüência afetada do Cretáceo Superior-Terciário.
 Fig. 8 - Evidence of strike slip fault marking northern border of deformed zone. Note transpressional structure, where well 1-TR-1-PA was drilled. Note also deformation of Upper Cretaceous Tertiary sequence.

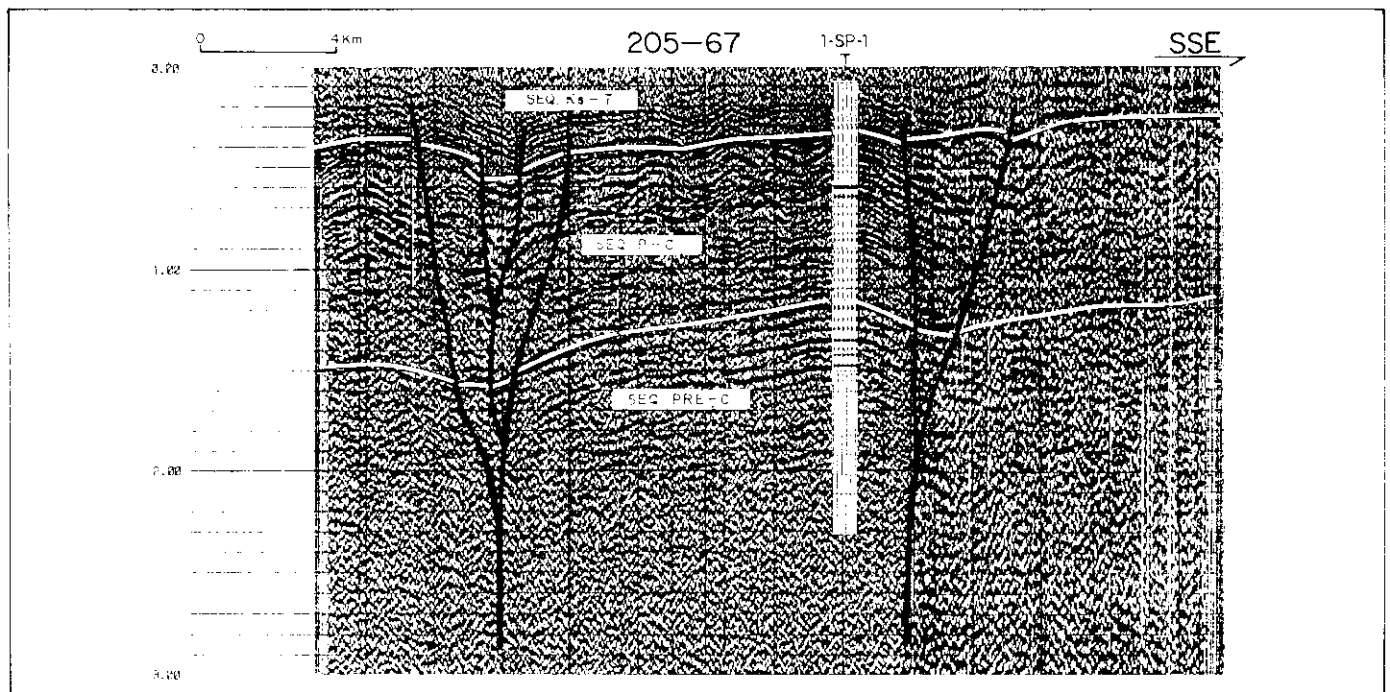


Fig. 9 - Evidências de falhas transcorrentes com flor negativa na porção NNW da linha, e positiva na porção SSE, que marca o limite sul da faixa. O afinamento da isópaca sísmica no ápice da estrutura é indicativo de uma feição estrutural pré-existente.
 Fig. 9 - Evidence of strike slip faults with a negative flower structure in NNW portion of line and a positive one in SSE portion, the latter marking southern border of general shear zone. Thinning of seismic isopachs toward top of structure indicates a pre-existent structural feature.

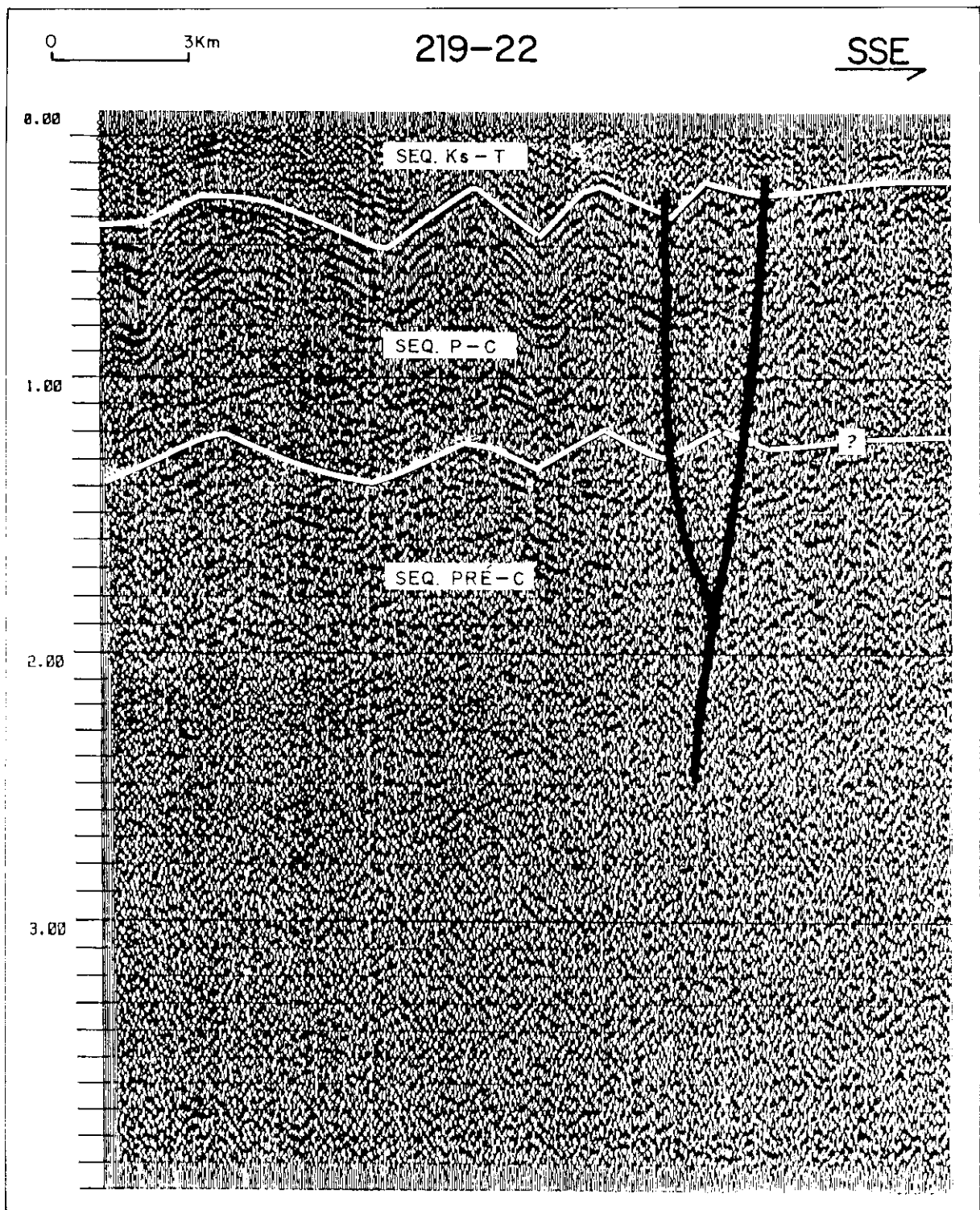


Fig. 10 - Linha sísmica mostrando excelente exemplo de dobras com comprimento de onda variável ao nível da discordância pré-cretácica. Notar a baixa resolução sísmica para refletorres profundos.

Fig. 10 Seismic line showing excellent example of folds with variable wavelengths at level of pre-Cretaceous unconformity. Note low seismic resolution for deeper reflectors.

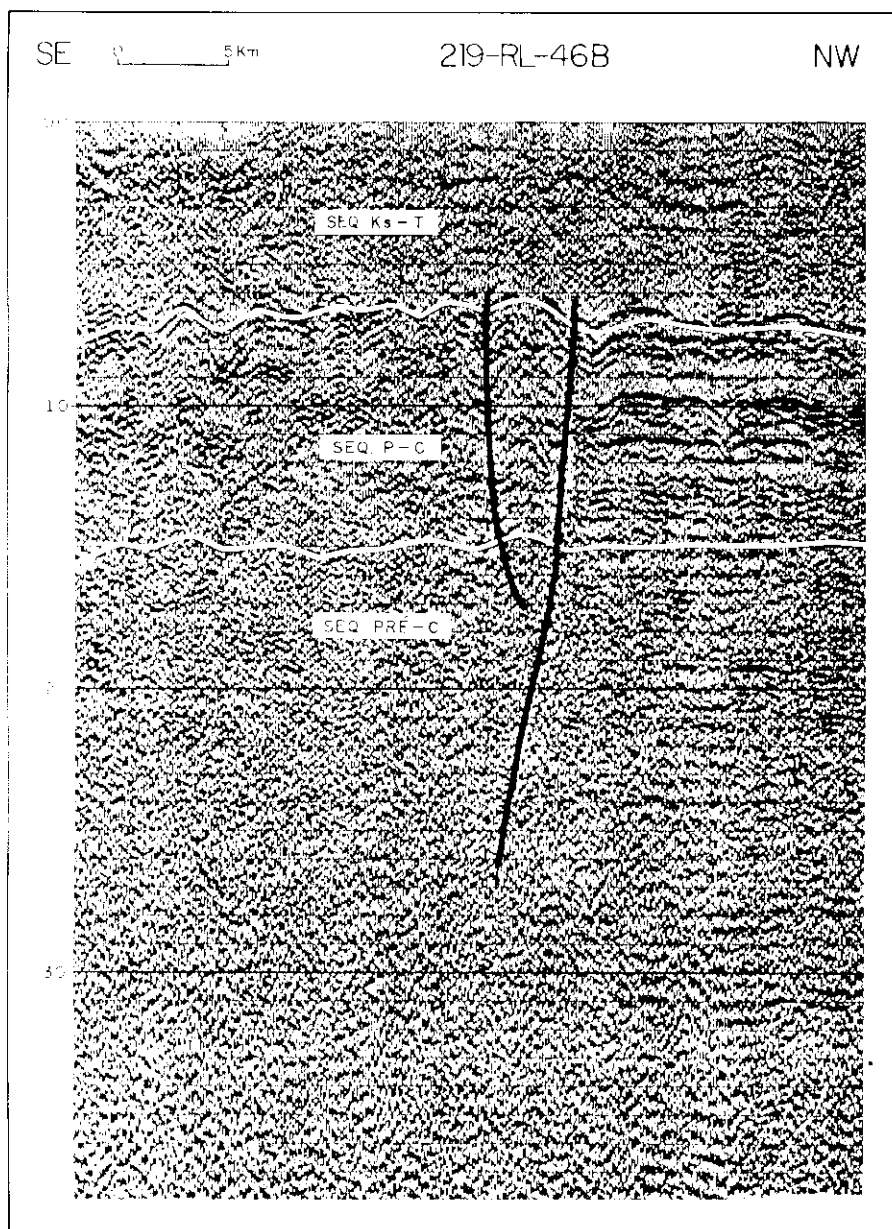


Fig. 11 - Linha sísmica mostrando dobras apertadas na porção SE, e baixa resolução sísmica para refletores profundos. Quando a deformação está ausente na discordância - porção NW - a resolução sísmica é melhor.

Fig. 11 Seismic line showing short wavelength folds in SE portion with low seismic resolution for deeper reflectors. Where deformation is absent in the unconformity (NW portion), seismic resolution improves.

A faixa tectonizada é balizada por falhas transcorrentes, identificáveis em seções sísmicas (figs. 8, 9, 10 e 11) pelo seu aspecto de estrutura-em-flor (Zalán, 1986). O limite sul, a propósito, apresenta coincidência

marcante com a crista de granéis alinhamentos gravimétricos e magnéticos, presentes na área do Bloco. O mapa Bouguer mostra um eixo de anomalias gravimétricas com valores positivos de até 40 mgal,

ao passo que o mapa magnético do campo anômalo revela fortes gradientes horizontais e anomalias negativas elipsoidais orientadas na mesma direção, com valores da ordem de -150 gamas. A resposta do campo gravitacional sugere a presença de rochas básicas intracrustais em níveis rasos (Linsser, 1958) e o *trend* magnético, por sua vez, tem clara coincidência com o eixo de maior espessura de diabásio que ocorre nessa porção da bacia (figs. 12 e 13).

Nesta região, Miranda, Boa Hora (1986) verificaram a presença de um notável *trend* morfoestrutural, definido por anomalias morfoestruturais alinhadas na direção ENE, associadas ao forte gradiente magnético já mencionado. Esses *trends* limitantes da faixa deformada devem corresponder a antigas zonas de fraqueza atuantes durante os pulsos tectônicos na bacia.

O mapeamento sísmico do Bloco Tapajós comprovou, inclusive com mais detalhe, a existência desse importante *trend* estrutural, corroborando a interpretação daqueles autores (fig. 14).

As seções sísmicas (figs. 10, 15 e 16) mostram o comportamento estrutural da discordância pré-cretácica. Observa-se que na porção sul dessas linhas inexistem deformações estruturais na discordância. Nesse trecho existem apenas estruturas eocretácicas, datadas em função do envolvimento do diabásio (juro-triássico) na estruturação; também visualizadas a leste e sudeste da faixa (figs. 6, 14, 15 e 17), onde foi definido o *trend* eocretácico do Curuá do Sul (Campos, Teixeira, 1987). Em direção ao norte, nota-se que a superfície refletora está ondulada, indicando o efeito de um tectonismo mais novo.

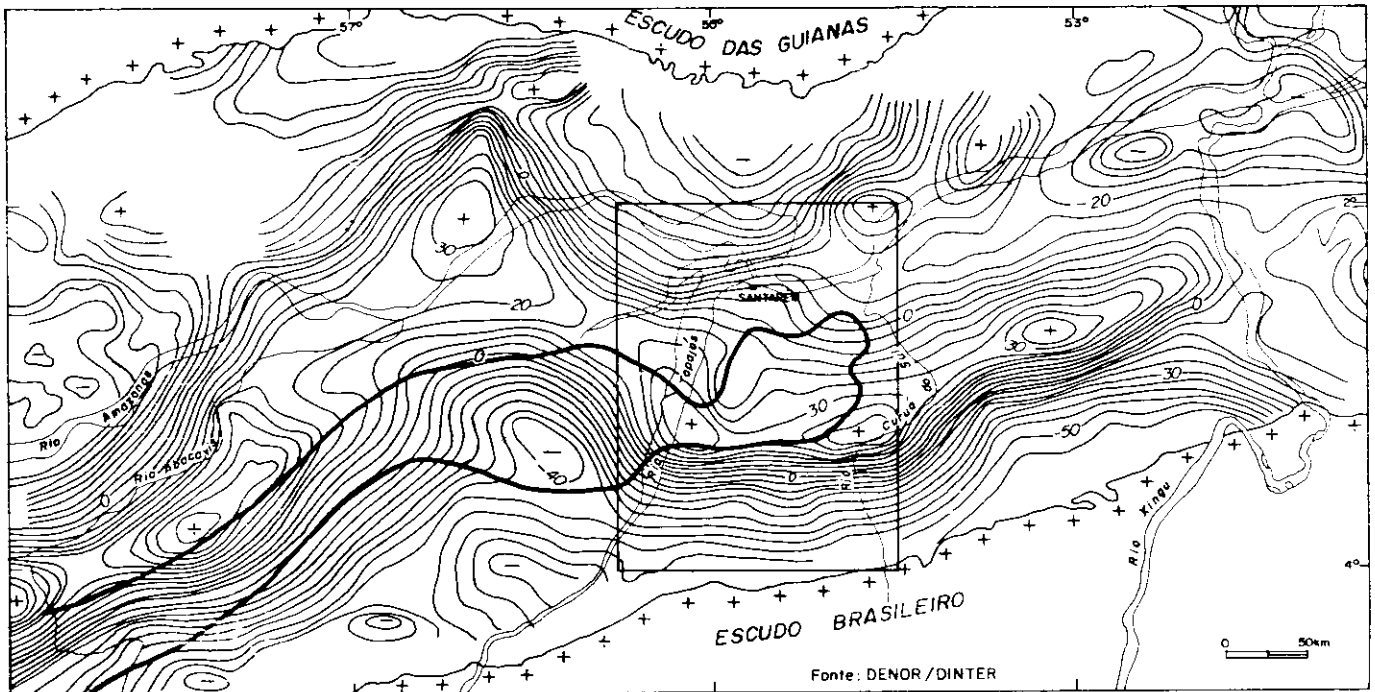


Fig. 12 - Mapa Bouguer regional ressaltando as grandes anomalias gravimétricas. Observar as relações das anomalias com a faixa terciária demarcada com linha grossa.
 Fig. 12 - Map of Bouguer anomaly, highlighting long-wavelength anomalies. Note relation between anomalies and Tertiary zone, indicated by dark line.

Por outro lado, as soleiras de diabásio, quando rasas e/ou estruturadas, reduzem, da mesma forma, a qualidade da reflexão sísmica, provocando perda por divergência

esférica ou gerando ruídos espalhados de alta velocidade (Nepomuceno Filho, Theodoro, 1985). A deformação ocorrida no Terciário, ao segmentar as estruturas pré-

existentes, também contribui para a deterioração dos dados sísmicos.

No mapa estrutural sísmico da figura 14, torna-se impraticável sinteti-

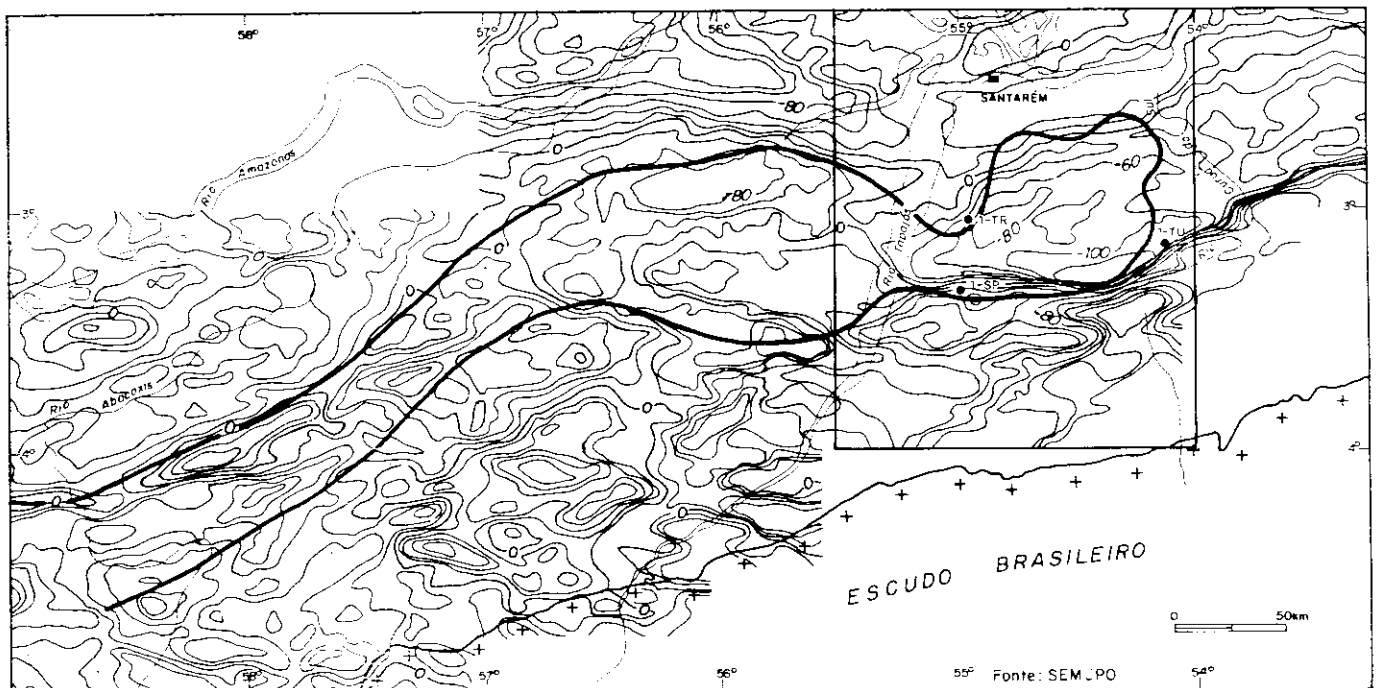


Fig. 13 - Mapa regional do campo magnético anômalo. Notar o lineamento que constitui o limite sul da faixa tectonizada, coincidente com a zona de forte gradiente magnético.
 Fig. 13 - Regional isogram map of anomalous magnetic field. Note the lineament that forms southern border of deformed zone, coincident with the zone displaying a sharp magnetic gradient.

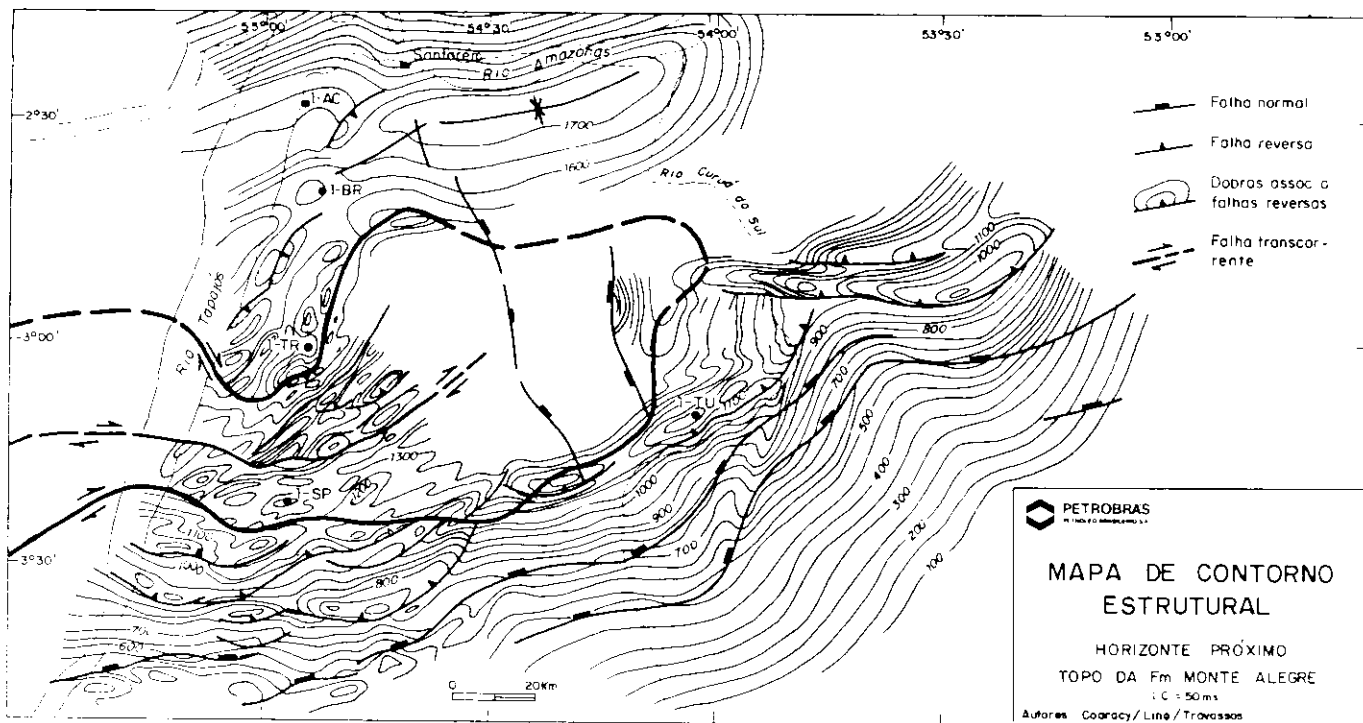


Fig. 14 - Mapa estrutural sísmico do Bloco Tapajós e adjacências, que permitiu identificar a zona afetada no Terciário e o *trend* estrutural eocretácico do Curuá do Sul a leste e sudeste da zona deformada.

Fig. 14 Seismic structural map (in two way travel time) of Tapajós Block and adjacent areas, which made it possible to identify the deformed zone in the Tertiary as well as the Early Cretaceous structural trend of the Curuá do Sul to east and southeast of deformed zone.

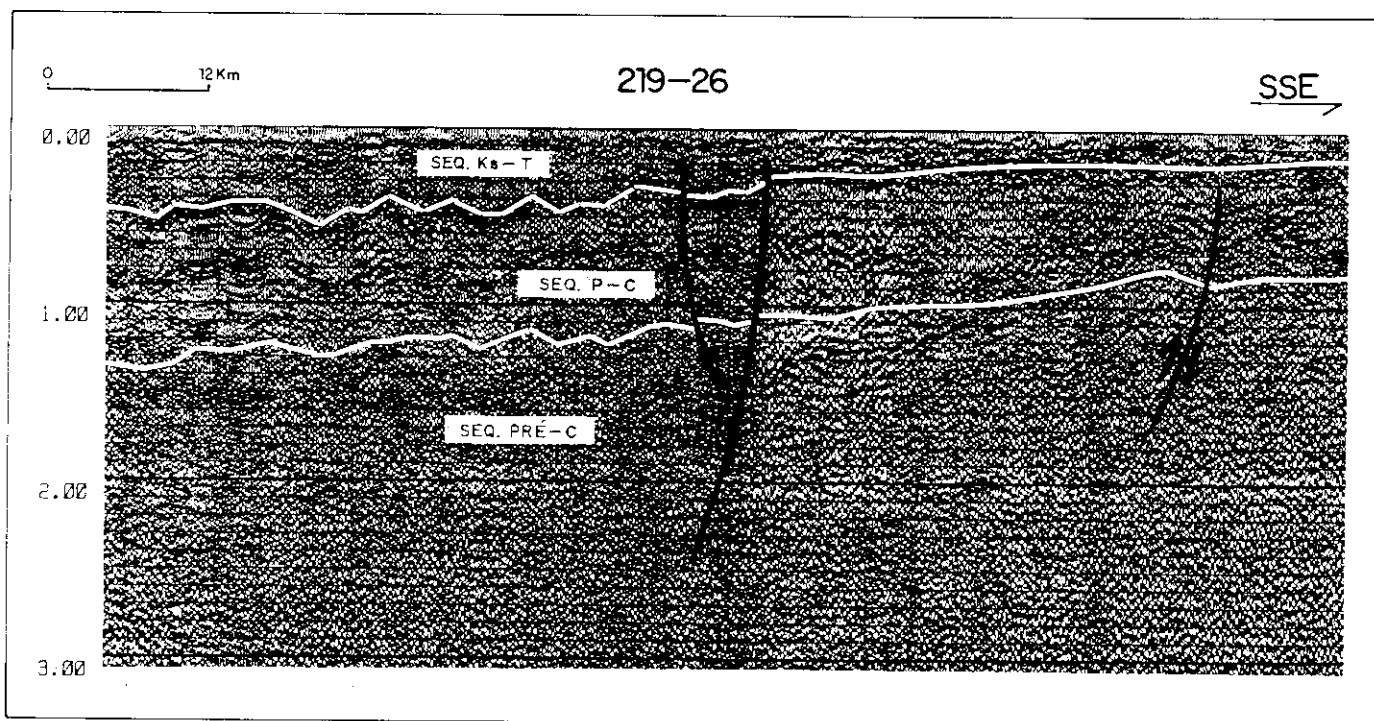


Fig. 15 - Linha sísmica mostrando o comportamento da discordância pré-cretácica. Notar a deformação terciária na metade NNW da linha e a evidência de estrutura eocretácica na parte SSE.

Fig. 15 Seismic line showing structural behavior of pre-Cretaceous unconformity. Note Tertiary strained features in NNW half of line and evidence of Early Cretaceous structure in SSE part.

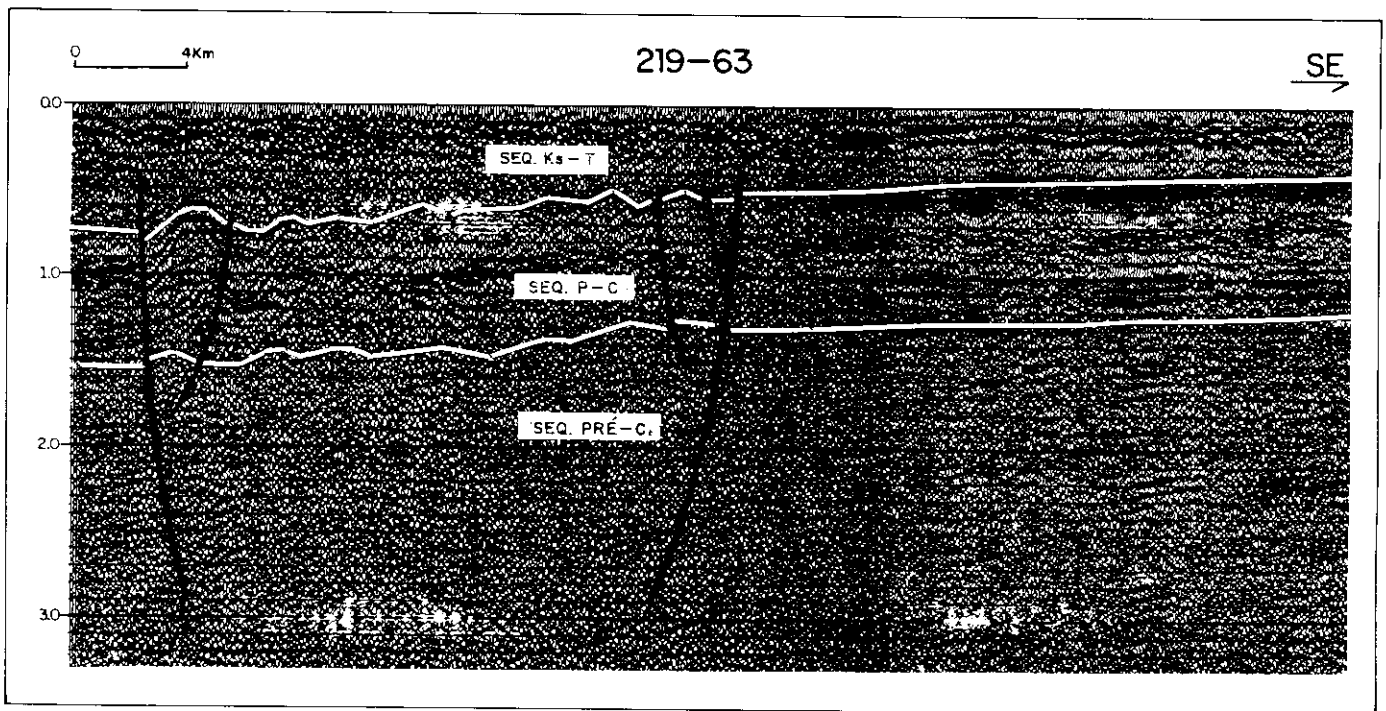


Fig. 16 - Linha sísmica mostrando a faixa deformada na metade NW da linha. Notar a baixa resolução sísmica associada a essa zona.
 Fig. 16 - Seismic line showing deformed zone in NW half of line. Note low seismic resolution in this zone.

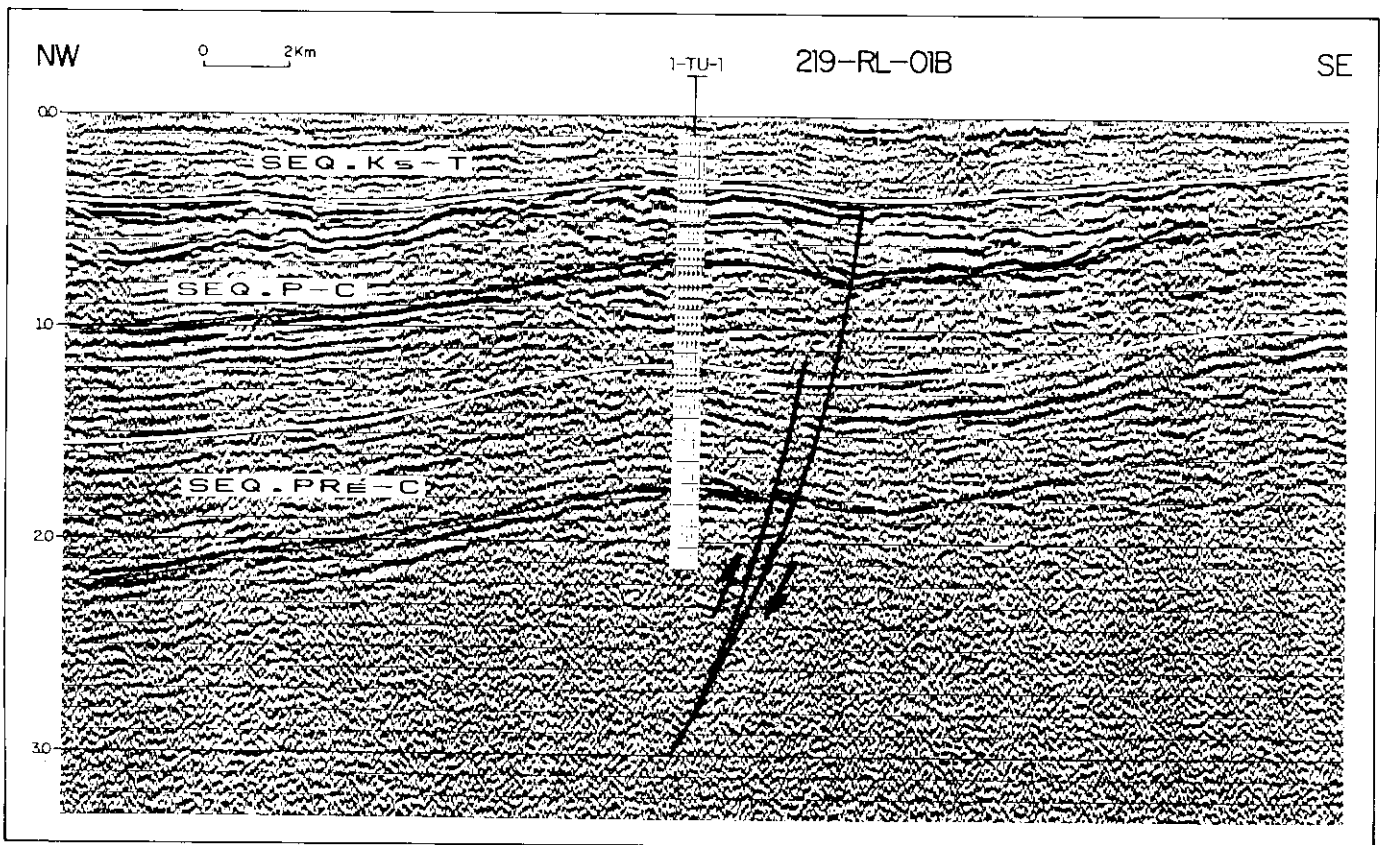


Fig. 17 - Linha sísmica situada fora dos limites da zona deformada. Notar as evidências de estruturação eocretácica.
 Fig. 17 - Seismic line located outside borders of shear zone. Note evidence of Early Cretaceous structure.

zar os contornos estruturais do refletor Monte Alegre na parte leste da faixa de tectonismo terciário, devido à pobreza da qualidade ao nível do horizonte mapeado (como resultado da estruturação terciária) e ao grande espaçamento da malha sísmica (fig. 2).

4 – PERSPECTIVAS PARA HIDROCARBONETOS

Na área analisada, essas estruturas reativadas no Terciário foram testadas apenas pelo poço 1-TR-1-PA (Tauari), resultando em produção subcomercial de gás (fig. 8). As condições mais favoráveis, entretanto, podem ser encontradas em estruturas eocretácicas dentro da faixa terciária, pois aventa-se uma migração tardia de fluidos remobilizados durante esse evento tectônico. Espera-se que algumas acumulações de hidrocarbonetos tenham sido preservadas nas zonas onde possam vir a ser identificados antigos *trends* estruturais.

Vale lembrar, enfim, que as dobras *en échelon* têm recebido muita atenção das companhias de petróleo, pois constituem prospectos atrativos para o traqueamento de hidrocarbonetos em muitas zonas de falhas transcorrentes (Wilcox *et al.* 1973; Harding, 1974; Dibblee, 1977; Harding, Lowell, 1979).

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Alguns aspectos podem ser ressaltados com relação ao tectonismo terciário na área do Bloco Tapajós:

– Sua identificação requer a utilização de seções sísmicas de reflexão e, secundariamente, da inte-

gração de dados gravimétricos e magnetométricos.

– As dobras *en échelon* observadas no Bloco Tapajós, apesar da idade jovem de sua formação, constituem prospectos potencialmente atrativos.

– Em relação à geologia do petróleo, é lógico aventar-se a possibilidade da remobilização de fluidos e da formação de novas acumulações de hidrocarbonetos, quando da atuação desse tectonismo modificador.

– Na área pesquisada, a presença desse estilo estrutural contribuiu para deteriorar sensivelmente a resolução sísmica para refletores profundos, criando, com isso, enormes dificuldades ao rastreamento do horizonte sísmico de maior interesse (Formação Monte Alegre).

– A má qualidade sísmica na região afetada deve-se principalmente às distorções da frente de onda e às perdas por divergência esférica provocadas, respectivamente, pela rugosidade da discordância e pelas oleiras de diabásio.

– Para corrigir estas distorções na discordância, existem algumas técnicas que podem dar bons resultados; entre elas recomenda-se a migração em profundidade antes do estaqueamento (Rosa, 1987).

– Essa deficiência na qualidade sísmica é contornada em parte por processamentos que não obedecem ao fluxograma padrão, pois cada linha mostra uma situação a ser analisada separada e detalhadamente, ou seja: os parâmetros de processamento devem ser exaustivamente testados em cada etapa.

– O caminho para a descoberta de prospectos favoráveis dentro da faixa tectonizada passa, necessariamente, pela melhoria da qualidade sísmica e pela identificação de antigos *trends* estruturais, onde possam ocorrer acumulações preservadas.

6 – AGRADECIMENTOS

Aos geólogos Mário Vicente Caputo, Alexandre José Martins Figueiras e Renato Pimenta de Azevedo, pela leitura crítica e sugestões apresentadas. Ao palinólogo Eglemar Conde Lima pelas importantes informações acerca da idade da Formação Alter do Chão, e aos demais colegas do DENOR/DIN-TER pelas inúmeras discussões, idéias e incentivos.

Ao geólogo Egon Meister, Chefe do SEBINT, o nosso reconhecimento pela revisão do manuscrito e à PETROBRÁS, que tornou possível a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J.N.P., TEIXEIRA, L.B. Estilo tectônico da Bacia do Baixo Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988. Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1985. v.5. p.2161-2172.
- _____. *O trend estrutural de Curuá do Sul, Bacia do Baixo Amazonas: tectônica e perspectivas petrolíferas.* Belém: PETROBRÁS/DEPEX/DENOR, 1987 (Relatório interno)

- CAMPOS, J.N.P., TEIXEIRA, L.B., WANDERLEY FILHO, J. *Movimentos tectônicos rotacionais terciários na Bacia do Baixo Amazonas*. [Rio de Janeiro]: [PETROBRÁS], 1987. (Sistema de Informação em Exploração, 130-6328).
- CARNEIRO, R.G., JUCÁ, G.A.C. *Tectonismo epirogenético e transtensivo no Baixo Amazonas*. [Rio de Janeiro]: [PETROBRÁS], 1985 (Sistema de Informação em Exploração, 130-5574).
- CHRISTIE-BLICK, N., BIDDLE, K.T. Deformation and basin formation along strike-slip faults. In: *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1985. p.1-34. (Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special publication, 37).
- CUNHA, F.M.B. *Aspectos morfoestruturais do Baixo Amazonas*. [Rio de Janeiro]: [PETROBRÁS], 1982. (Sistema de Informação em Exploração, 673-2619).
- CUNHA, F.M.B., CARNEIRO, R.G., CAPUTO, M.V. *Estudo geomorfológico preliminar da Bacia do Médio Amazonas*. [Rio de Janeiro]: [PETROBRÁS], 1971. (Sistema de Informação em Exploração, 634-71).
- DIBBLEE JUNIOR, T.W. Relations of hydrocarbon accumulations to strike-slip tectonics of the San Andreas fault system. In: NILSEN, T.H. *Late mesozoic and cenozoic sedimentation and tectonics in California*. [s.l.]: San Joaquin Geological Society, 1977. p.135-143.
- ETCHECOPAR, A., GRANIER, T., LARROQUE, J.M. *Origine des fentes en échelon - Propagation des failles*. Paris: C.R. Acad. S.C., 1986. (C.R. Acad. S.C., T.302).
- FRANZINELLI, E., PIUCI, J. Evidências de neotectonismo na Bacia Amazônica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, 1988, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1988. v.1. p.80-90.
- HARDING, T.P. *Petroleum traps associated with wrench faults*. [s.l.]: American Association of Petroleum Geologists, 1974. (American Association of Petroleum Geologists bulletin, 58).
- HARDING, T.P., LOWELL, J.D. *Structural styles, their plate tectonic habitats and hydrocarbon traps in petroleum provinces*. [s.l.]: American Association of Petroleum Geologists, 1979. (American Association of Petroleum Geologists bulletin, 63).
- INGERSOLL, R.V. *Tectonics of sedimentary basins*. [s.l.]: Geological Society of America, 1988. (Geological Society of America bulletin, 100).
- LINSSER, H. *Interpretation of the regional gravity anomalies in the Amazon Area*. [Rio de Janeiro]: [PETROBRÁS], 1958. (Sistema de Informação em Exploração, 103-3250).
- MIRANDA, F.P., BOA HORA, M.P.P. Morphostructural analysis as an aid to hydrocarbon exploration in the Amazonas Basin, Brasil. *Journal of Petroleum Geology*, v.9, n.2, p.163-178, 1986.
- MOSMANN, R. *et al. Oil and gas potential of the Amazon Paleozoic basins*. [s.l.]: American Association of Petroleum Geologists, 1984. (American Association of Petroleum Geologists memoir, 40).
- NEPOMUCENO FILHO, F., THEODORO, C.E. Evolução tecnológica e conseqüente aumento na resolução dos dados sísmicos na Bacia do Amazonas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2, 1986, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1986. v.3. p.267-283.
- REZENDE, W.M., BRITO, C.G. Avaliação geológica da Bacia Paleozóica do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracajú. *Anais...* Aracajú: SBG, 1983. v.3. p.227-245.
- RICI, J.A., WANDERLEY FILHO, J., JUCÁ, G.A.C. Halocinese na região do Rio Tapajós, Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1987. v.5. p.2150-2160.
- RODGERS, D.A. Analysis of basin development produced by "en échelon" strike-slip faults. In: BALLANCE, P.F., READING, H.G. *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*. [s.l.]: [International Association of Sedimentologists], 1980. p.27-41. (International Association of Sedimentologists. Special publication, 4).
- ROSA, A.L.R. *Visita ao Distrito de Exploração do Norte Oriental*. Belém: DEPEX/DENOR/DIRGEF, 1987. (Relatório interno).

SETÚBAL, G.Q. Resolução sísmica na área do Rio Abacaxis, Bacia do Médio Amazonas. In: SEMINÁRIO DE GEOFÍSICA DA PETROBRÁS, 1, 1986, Nova Friburgo. *Anais...* Nova Friburgo: SBG, 1986.

SYLVESTER, A.G. *Strike-slip fault*

ts. [s.l.]: [Geological Society of America]; 1988. (Geological Society of America bulletin, 100).

WILCOX, R.E., HARDING, T.P., SEELY, D.R. *Basic wrench tectonics*. [s.l.]: [American Association of Petroleum Geologists,

1973. (American Association of Petroleum Geologists bulletin, 57).

ZALÁN, P.V. Identificação de falhas transcorrentes em seções sísmicas. *Revista Brasileira de Geociências*, v.16, n.3, p.258-265, 1986.

EXPANDED ABSTRACT

A zone of sediments deformed during the Tertiary occurs in the southern part of the Amazonas Basin and occupies an area 540 km long and 50 to 100 km wide, extending from the Abacaxis to the Curuá do Sul rivers. The eastern end of this zone is situated inside the Tapajós Block, which is in turn located primarily on the eastern side of the Tapajós River.

The Tapajós Block, located on the southern flank of the Amazonas Basin between longitude 54°-55°30' W and latitude 02°-04° S, extends over an area of nearly 12 000 km² and has been covered by gravity and aeromagnetometric surveys in addition to about 3 000 km of seismic reflection lines.

Locally, the sedimentary fill is over 5 000 m thick and is composed mainly of a Paleozoic sequence intruded by diabase dykes and sills as well as of a Mesozoic-Cenozoic redbed sequence.

Structures produced by neotectonism in the Amazonas Basin have been a subject of research by a number of authors, who have developed different hypotheses about their origin (e.g., Cunha et al. 1971; Cunha, 1982; Carneiro, Jucá, 1985; Miranda, Boa Hora, 1986; Campos et al. 1987; Ricci et al. 1987; and Campos, Teixeira, 1988).

The purpose of this paper is to present additional geophysical data on, and an alternative interpretation for, the tectonic event that occurred during the Tertiary in the Tapajós Block area of the Amazonas Basin. The study is based on seismic reflection, gravity, and aeromagnetometric data. The nature of the shearing event and its resulting structural style are analyzed. In addition, a model involving transpression is proposed to explain the geological complexity of the area.

Until the early eighties, evidence of late tectonism in the Tapajós Block came mainly from morphostructural studies based on radar mosaics and satellite images and, secondarily, on gravity and aeromagnetometric data.

The first seismic surveys were carried out in 1980, but only since 1986 have enough data been gathered through seismic reflection surveys to allow for regional mapping and the identification of prominent structural features of Late Cretaceous to Tertiary age. The tectonically deformed zone is already well known in the middle part of the Tapajós Block.

Within the area studied, this zone is bounded on its northern and southern sides by strike-slip faults, indicated by en echelon faults and folds in a narrow elongated zone, similar to those observed in California by Sylvester (1988).

The structural style of the area is characterized by set of faults and folds arranged en échelon, following a general NE direction. The origin of these strained features is attributed to E-W convergent stresses acting on the NE-trending basement weak surfaces. The NE orientation of fold axes, lying oblique to the main displacement zone, indicates a right-lateral simple shear deformation.

This late tectonism may or may not have facilitated fluid remobilization and the formation of hydrocarbon accumulations at the expense of early-formed structures, since there are old structures of Late Jurassic to Early Cretaceous time in the Tapajós Block with the same orientation as those mapped in the deformed Tertiary zone.

The new structural features resulting from wrench-style tectonics are observed in seismic

lines in both the Upper Cretaceous/Tertiary and the Paleozoic sequences. They are well characterized by undulations of the reflector, identified as the pre-Cretaceous unconformity surface. Undulations with wavelengths of less than 4 km generate a very low signal-to-noise ratio for deeper seismic horizons. It stands to reason that severe wavefront distortions may occur as the rough unconformity surface is reached, scattering the signal and provoking a buried statics effect.

On seismic sections, the boundaries of the deformed zone are defined by strike-slip faults that are recognized by characteristic flower structures. The southern border is mostly coincident with the crestline of the trend of main positive gravity anomalies and also with a sharp magnetic gradient. This may suggest either the presence of intracrustal basic rocks at shallow levels or a great thickness of diabase sills in that area of the basin. These limiting trends seem to be related to old crustal weakness zones, reactivated intermittently throughout the geological evolution of the basin.

Within the area studied, these young structures have only been tested by wildcat 1-TR-1-PA (Tauari), which presented a subcommercial gas flow in drillstem tests. Since late migration may have occurred in the Tapajós Block, as was the case in well 1-TR-1-PA, favorable conditions for hydrocarbon accumulations may be found in Early Cretaceous structures within the deformed zone, where these were reactivated in Tertiary times.

The discovery of attractive new high-potential areas will necessarily require improvement of seismic reflection data and the mapping of old structural trends where large hydrocarbon accumulations are expected to be found.

