

5.1.2. Geologia e Geomorfologia

5.1.2.1. Introdução

O estudo engloba a Bacia Pará-Maranhão, situada a margem continental norte brasileira, e busca atender as exigências do Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/09.

A Bacia do Pará-Maranhão está situada na porção central da margem equatorial brasileira, entre as latitudes 1°N e 1°S, abrangendo as costas dos estados do Pará e Maranhão (Figura 5.1.2.1-1). É limitada a sudeste pela Bacia de Barreirinhas; a nordeste pelo talude continental; a noroeste pela Bacia da Foz do Amazonas, e pela plataforma rasa denominada de Ilha de Santana e Plataforma do Pará-Maranhão a sudoeste.

A bacia abrange uma área total de 95.875 km², sendo 81.265 km² até a isóbata de 400 m, e 14.610 km² entre 400 m e 3.000 m. São apontadas a existência de duas acumulações sub-comerciais de óleo nos poços 1-PAS-9 e 1-PAS-11, em carbonatos fraturados de idade terciária, e uma produção sub-comercial de óleo no poço 1-MAS-5, em arenitos turbidíticos, com 37° API (ANP, 2008).

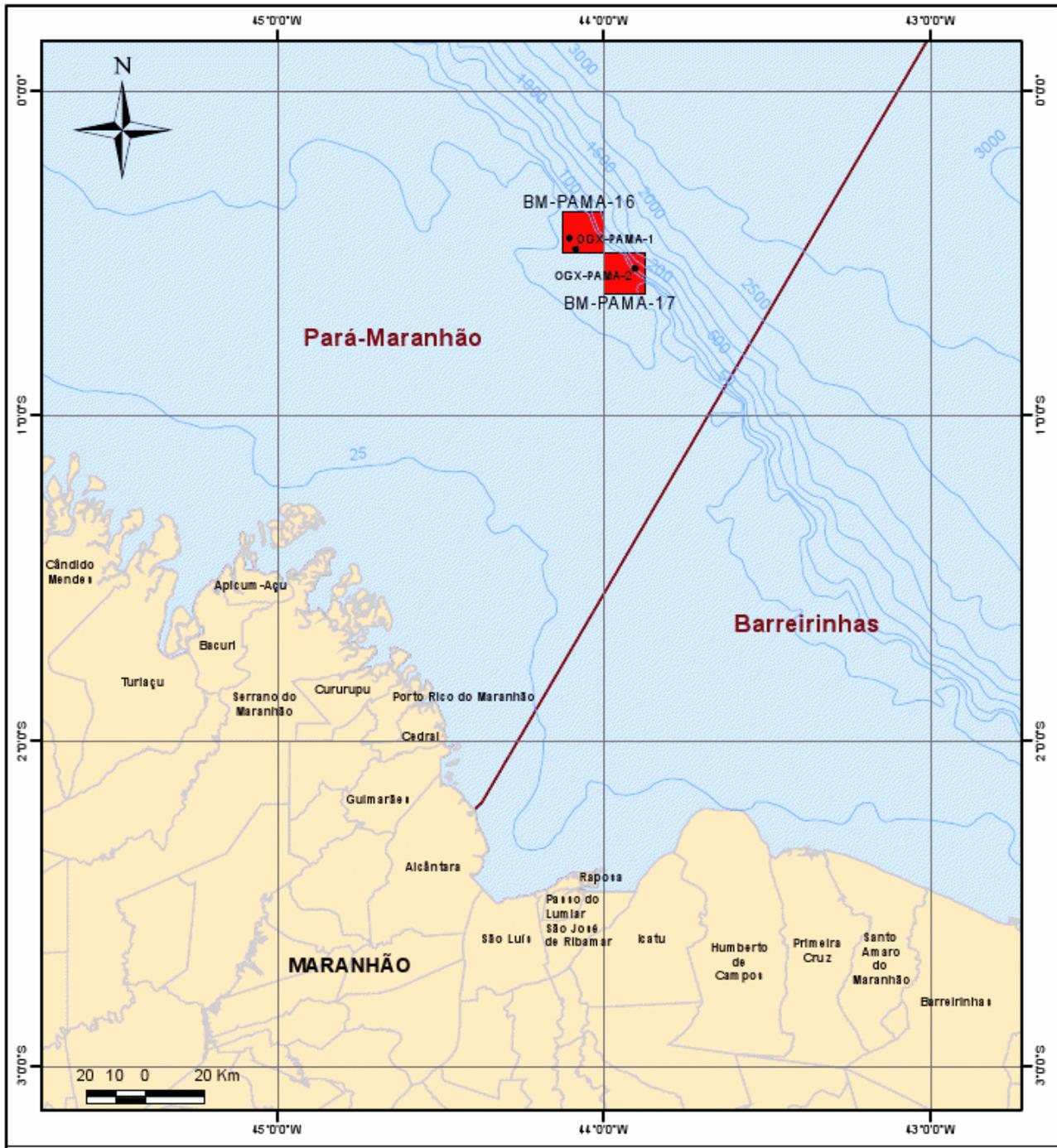


Figura 5.1.2.1-1. Localização dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, com seus respectivos prospectos OGX-PAMA-1 e OGX-PAMA-2. Fonte: Modificado de OGX (2009).

5.1.2.2. Arcabouço Estrutural

a) Características Regionais

◆ Área Continental Costeira e Plataforma Continental

A margem continental norte brasileira e a bacia oceânica contígua apresentam estruturas definidas pelo arranjo espacial e pelo padrão de orientação tectônica esboçado pelo Oceano Atlântico Equatorial (GORINI & CARVALHO, 1984).

A Bacia do Pará-Maranhão desenvolve-se sobre o Cráton de São Luís, cujo rifte denota uma geometria de meio-gráben com uma borda flexural a sudoeste, que é representada pela plataforma Ilha de Santana (SOARES *et al.*, 2009).

A Bacia do Pará-Maranhão é composta por um sistema de blocos basculados formando uma série de meio-grábens falhados de modo sintético de direção noroeste-sudeste. Com o contínuo afastamento das placas sul-americana e africana, a bacia experimentou no Albiano um processo de subsidência termal. Os falhamentos com blocos basculados da fase anterior cessaram e passou a ocorrer somente a compensação de blocos por ajuste isostático, com possíveis reativações de falhas e movimentos adiastróficos associados a fluxo de massa.

Atualmente, a bacia apresenta as direções da linha de costa entre o cabo Maguari (Ilha de Marajó) e o rio Turiaçu coincidentes com as orientações dos lineamentos estruturais existentes na região costeira e na plataforma continental adjacente (PALMA, 1979), seguindo um sentido geral E/NE-O/NO. As feições estruturais principais na bacia são: a Elevação do Ceará, a Zona de Fratura de São Paulo, as plataformas do Pará e de Ilha de Santana, o Arco Ferrer-Urbano Santos. Somam-se a essas feições, as estruturas de caráter local representadas por falhas normais e lítricas, grábens (baixos), meio-grábens, horsts (altos) (Mapa 5.1.2.2-1 Mapa do Arcabouço Estrutural).

Mapa 5.1.2.2-1. Mapa do Arcabouço Estrutural.

Mapa 5.1.2.2-1. Mapa do Arcabouço Estrutural.

As plataformas estruturais se distribuem junto à linha de costa atual, destacando-se as plataformas do Pará, de Ilha de Santana e Pará-Maranhão. Essas estruturas representam extensões da plataforma cratônica do Pará em direção à plataforma continental.

Os altos regionais são feições estruturais localmente importantes, que se destacam em função dos seus arcabouços tectônicos, sendo responsáveis pelo confinamento sedimentar na região. Os altos encontrados na área são os de Gurupi e Guamá-São Vicente Ferrer. O alto de Gurupi representa um horst alongado e estreito, com direção NE/SO, sendo coincidente com o lineamento de Gurupi sobre o continente. O alto de Guamá-São Vicente Ferrer encontra-se a sudoeste do escudo de São Luís, limitando algumas depressões em relação à Ilha de Marajó e separando, também, a bacia paleozóica do Maranhão.

Os sistemas de grábens compreendem feições estruturais marginais locais, associados às bacias cretáceas, se estendendo por toda a área. A evolução regional mostra que, ao longo do Cretáceo, ocorreram movimentações tectônicas efetivas, sendo essas movimentações insignificantes no Terciário. Tal fato é atestado pelas seções cretáceas que se mostram muito falhadas, o que não ocorre com as seções terciárias. A origem e evolução dessas feições possivelmente se relaciona a sistemas de fratura, que possibilitaram a ocorrência de magmatismo basáltico toleítico entre o Triássico Superior e o Cretáceo Inferior (REZENDE & FERRADAES, 1971; SCHALLER *et al.*, 1971).

As feições como pequenos baixos são observadas nas plataformas estruturais, sendo preenchidos por sedimentos cretáceos e/ou juro-triássicos, com espessuras que variam entre 1.000 e 2.000 m. A cobertura terciária existente possui espessura entre 1.000 e 1.500m e não apresenta sinais de perturbação tectônica, condição que atesta relativa estabilidade das plataformas cratônicas. As plataformas distinguem-se das áreas das bacias pelas espessuras dos pacotes sedimentares, cujos preenchimentos não ultrapassam 2.000 m (REZENDE & FERRADAES, 1971; GORINI, 1981).

◆ Bacia Oceânica

A bacia oceânica do setor norte equatorial tem como feições de destaque as zonas de fraturas, que possuem, em geral, uma orientação e/o prolongamentos em direção à margem continental. A essas zonas de fraturas estão associadas as cadeias e os vales submarinos, além das cadeias marginais, dos altos do embasamento enterrados e das depressões topográficas soterradas. A origem dessas zonas de fraturas estaria relacionada aos eventos distensivos que

promoveram sistemas de falhamentos transversais, ocorridos após o processo de rifteamento do Gondwana e durante a formação do Oceano Atlântico (GORINI, *op. cit.*).

A Cadeia Norte Brasileira predomina ao longo de toda a área, apresentando um comprimento de 1.300 km, uma largura na base de, no máximo, 40 km e alturas entre 300 e 3.000 m. Ela representa uma cadeia marginal formada por montes submarinos e *guyots* alinhados em dois segmentos, de orientação E/O e, de forma geral, paralelos à linha de costa e à quebra da plataforma continental. Essa cadeia é limitada pela base do talude continental ao norte (100 a 250 km de distância), pela elevação do Ceará ao sul e, a oeste, pelo cone do Amazonas. Contudo, ela é descontínua entre as longitudes de 38° e 45° W, onde são formadas passagens que, progressivamente, tornam-se mais largas na direção oeste (REZENDE & FERRADAES, 1971).

b) Características Locais

É apresentado preliminarmente um mapa do arcabouço estrutural da área dos dois blocos, Blocos BM-PAMA 16 e BM-PAMA 17 (Figura 5.1.2.2-1).

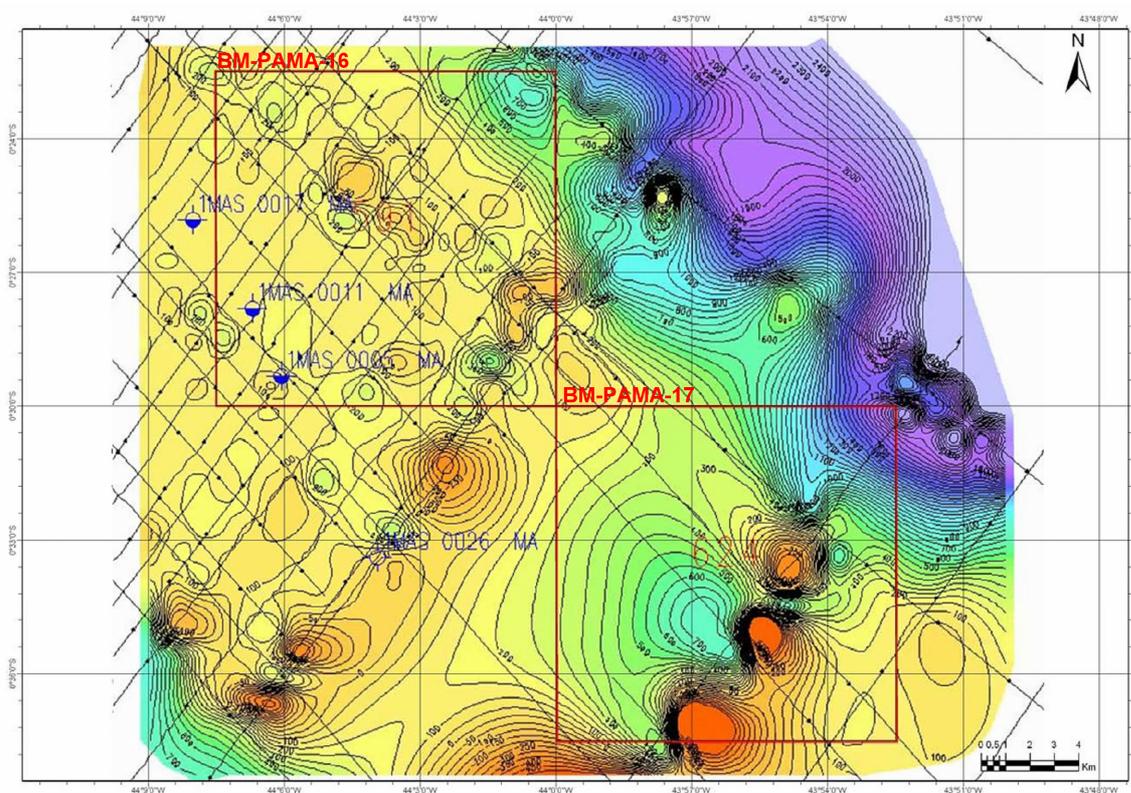


Figura 5.1.2.2-1. Mapa Estrutural das áreas dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Fonte: OGX (2008)

No Bloco BM-PAMA-16 as falhas mostram um sentido de orientação NO-SE, com mergulho na direção NE. As falhas são normais, sendo lítricas, as quais atravessam as unidades sedimentares. Não são verificadas a extensão destas falhas até a superfície do fundo marinho (Figura 5.1.2.2-2 e Figura 5.1.2.2-3).

O Bloco BM-PAMA-17 não apresenta, até o momento, informações detalhadas disponíveis sobre as suas características estruturais.

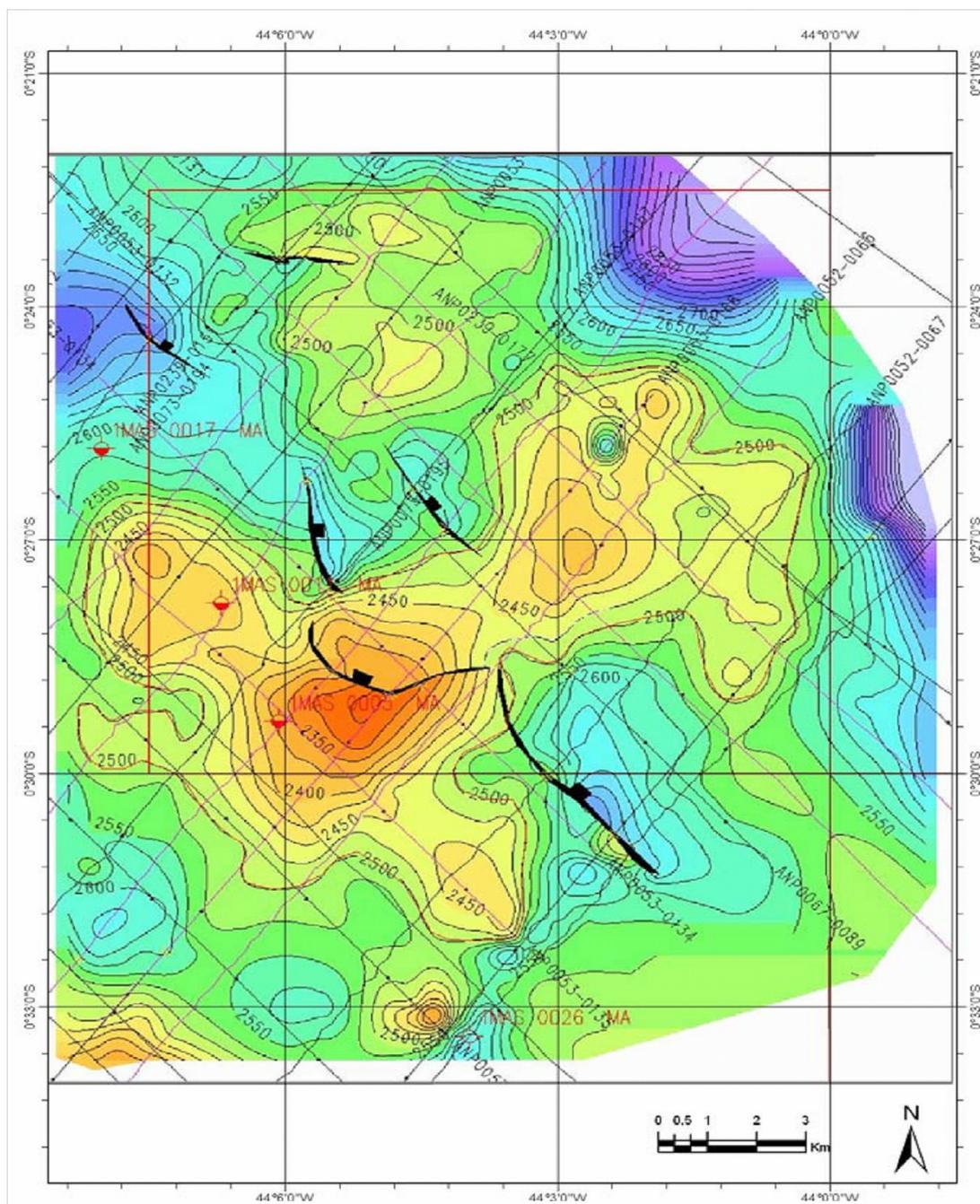


Figura 5.1.2.2-2. Bloco BM-PAMA-16 e mapa estrutural topo Canárias. Fonte: OGX (2008).

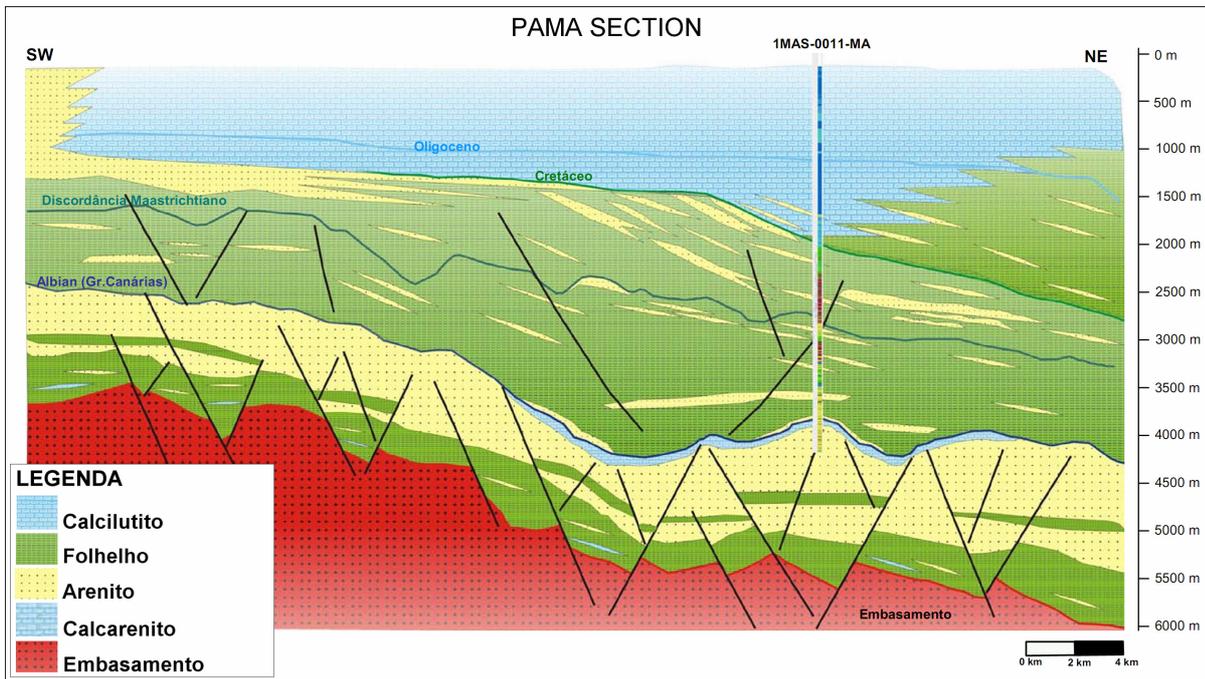


Figura 5.1.2.2-3. Seção geológica na área dos Blocos BM-PAMA-16 e 17. Notar que as falhas identificadas não atingem a superfície do fundo marinho. Fonte: OGX (2008).

5.1.2.3. Estratigrafia

a) Características Regionais

A bacia Pará-Maranhão apresenta um embasamento constituído por rochas ígneas e metamórficas proterozóicas. Sobrepostas a este embasamento são encontradas rochas sedimentares com início de deposição no Cretáceo. A descrição estratigráfica baseia-se em BRANDÃO e FEIJÓ (1994) e SOARES *et al.* (2007), tendo estes últimos revisado os estudos anteriores.

O pacote sedimentar da Bacia Pará-Maranhão é dividido em quatro Grupos principais: Canindé, Canárias, Cajú e Humberto de Campos (Figura 5.1.2.3-1 e Figura 5.1.2.3-2).

O Grupo Canindé foi introduzido por SOARES *et al.* (*op. cit.*) na coluna estratigráfica da Bacia Pará-Maranhão, por analogia com a Bacia Barreirinhas, para designar a deposição devoniana. É constituída da base para o topo pelas Formações Itaim (arenitos), Pimenteiras (Folhelhos) e cabeças (arenitos).

O Grupo Canárias possui idade neo/mesoalbiana, sendo constituído por arenito lítico, com sedimentos imaturos variando de fino a grosso, siltito e folhelho. A deposição deu-se através de

leques deltaicos em ambiente marinho. Não há Formações definidas para esse Grupo (Figura 5.1.2.3-1, Figura 5.1.2.3-2 e Figura 5.1.2.3-3).

O Grupo Cajú tem idade neoalbiana, sendo formado por arenito quartzoso, constituído por sedimentos médio a grosso, folhelho e, localmente, com presença de calcarenito bioclástico e oncolítico. A deposição desta unidade deu-se em ambiente nerítico de alta e baixa energia. Igualmente ao Grupo Canárias, o Grupo Cajú não possui subdivisão. O Grupo Humberto de Campos possui idade entre o Cenomaniano e o Recente. Este Grupo é subdividido nas Formações Areinhas, Ilha de Santana e Travossas.

A Formação Areinhas, situada na porção mais proximal da bacia, apresenta idade que abrange do Cenomaniano ao Recente, sendo constituída por arenito quartzoso grosso. A Formação Ilha de Santana, embora seja contemporânea à Formação Areinhas, encontra-se, em relação a ela, numa porção mais distal. Nas áreas de plataforma rasa essa Formação é representada por um pacote carbonático espesso e extenso, constituído por grande variedade de biocalcarenitos e biocalcirruditos. Na plataforma externa é composta por calcarenitos finos e calcilutitos. Na área do talude constitui-se de margas, folhelhos, lamitos seixosos e, por vezes, de turbiditos.

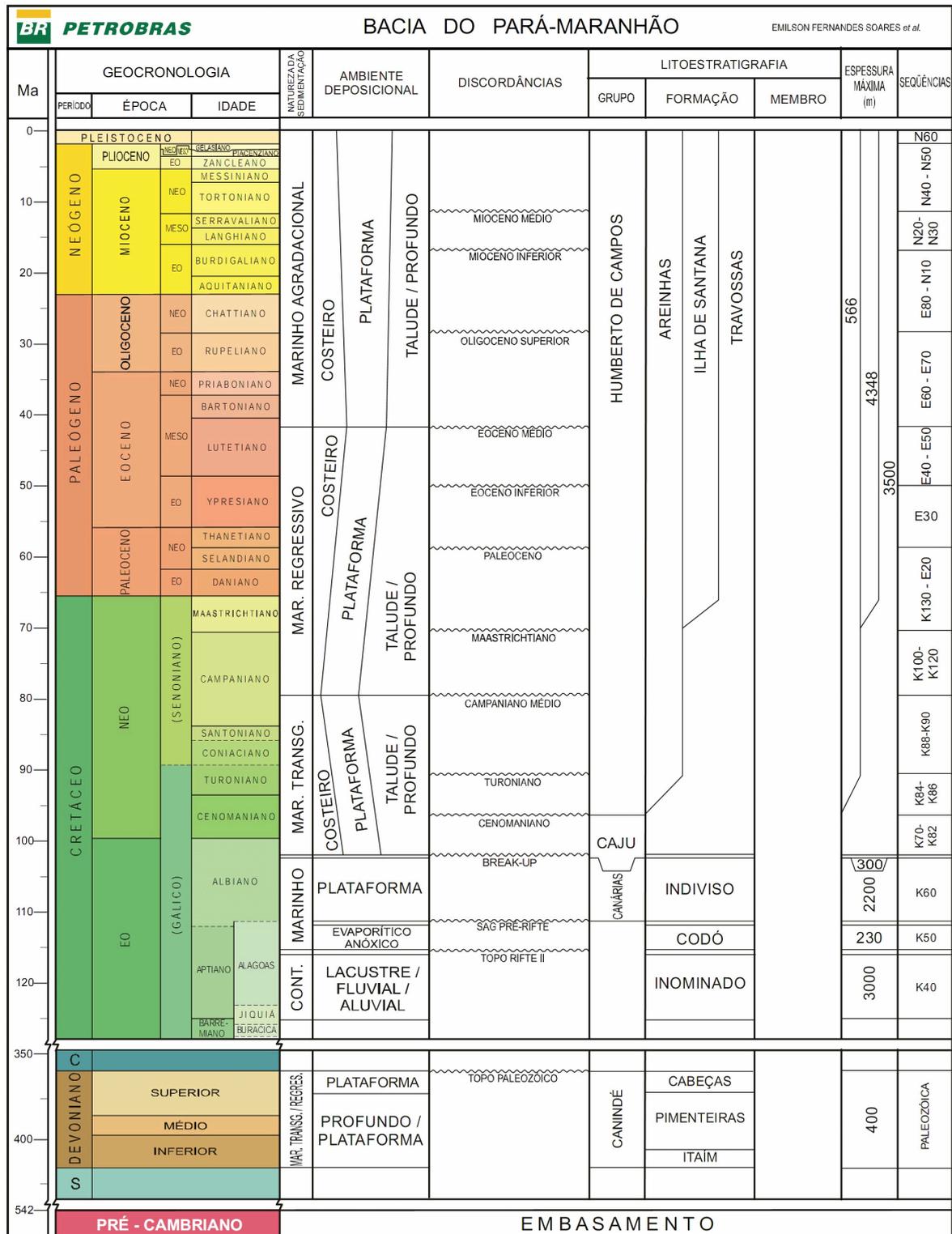


Figura 5.1.2.3-1. Carta estratigráfica da Bacia Pará-Maranhão. Fonte: Soares et al.(2007).

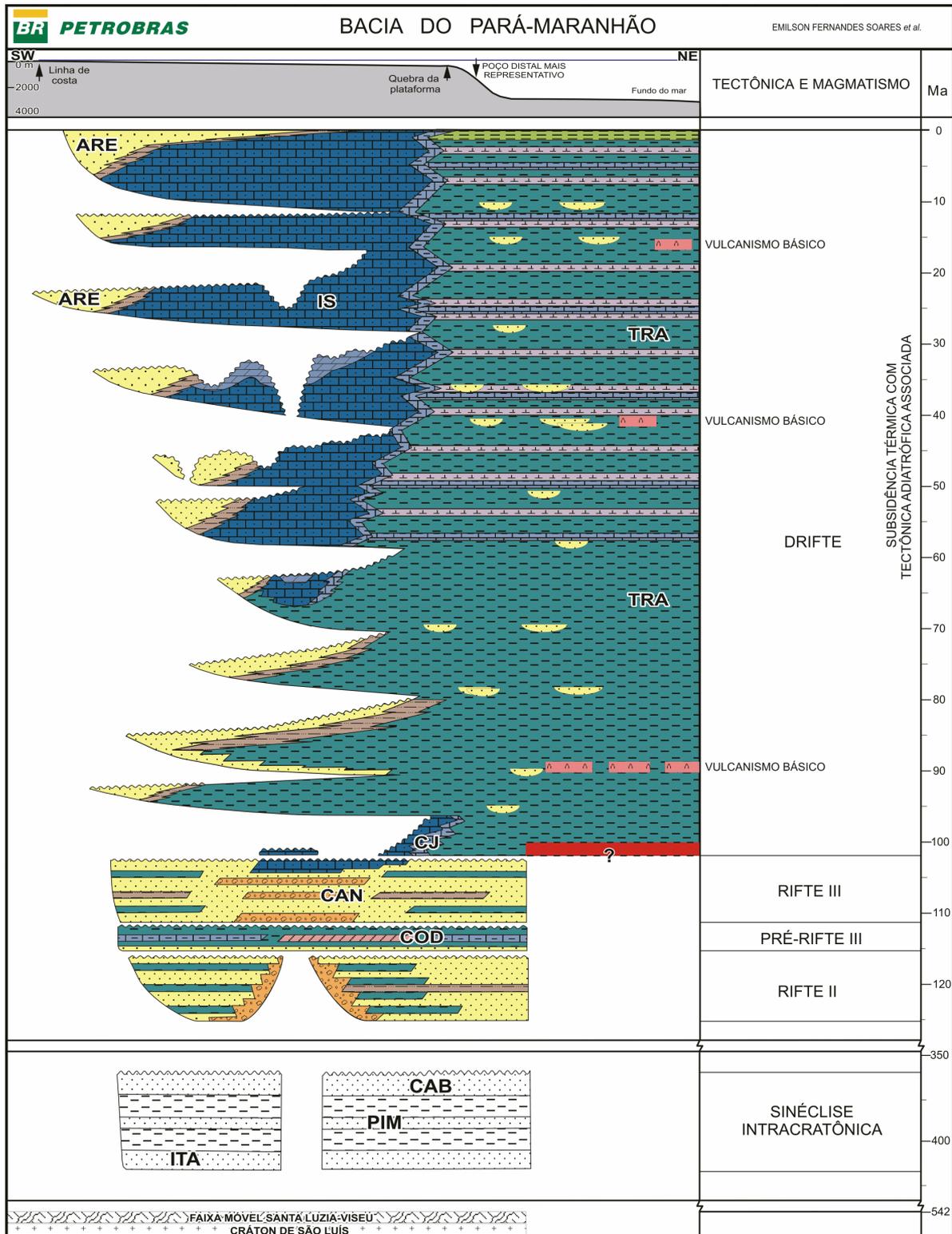


Figura 5.1.2.3-2. Coluna estratigráfica da Bacia Pará-Maranhão. Fonte: Soares *et al.*(2007).

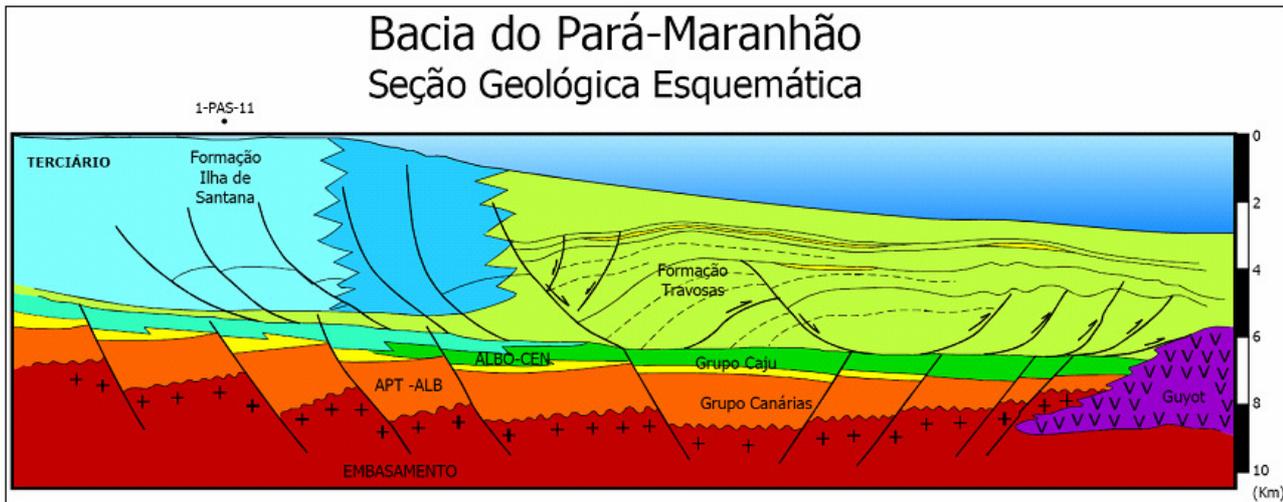


Figura 5.1.2.3-3. Seção Geológica da Bacia Pará-Maranhão. Não é observado o Grupo Canindé. Originalmente sem orientação. Fonte: ANP (2009).

A Formação Travossas se encontra em posição mais distal em relação às demais, sendo constituída por folhelhos e siltitos, podendo aparecer intercalados arenitos quartzosos finos.

A estratigrafia de seqüências indica que o Grupo Canárias está relacionado à deposição de sedimentos clásticos continentais e neríticos ocorridos na fase rifte da bacia. Os Grupos Caju e Humberto de Campos estariam, respectivamente, associados a ambientes tectônicos de transição e passivo. No Grupo Caju, as seqüências deposicionais se relacionariam à fase inicial de instalação do Oceano Atlântico, sendo constituídas por carbonatos e clásticos marinhos regressivos. As seqüências do Grupo Humberto de Campos representariam um sistema costeiro-plataforma-talude-bacia, sendo formadas por arenitos (Fm. Areinhas), carbonatos (Fm. Ilha de Santana) e folhelhos (Fm. Travossa) (Figura 5.1.2.3-2).

SILVA & RODARTE (1989), a partir de informações sísmicas em águas profundas na bacia Pará-Maranhão, definiram três seqüências sismo-estratigráficas:

- Seqüência Inferior – representada por sedimentos de água profunda do Paleoceno ao Oligoceno Inferior. É constituída, possivelmente, por intercalações de siliciclásticos e carbonatos (margas e calcilitos). Esta seqüência seria correlata à plataforma carbonática presente na plataforma. O mapa de isópacas dessa seqüência indica uma área de maior espessura, a qual forma uma sub-bacia com espessura máxima de 3.000 m.
- Seqüência Média – representada por sedimentos de água profunda do Oligoceno Inferior ao Mioceno Médio. É constituída, provavelmente, por intercalações de siliciclásticos, carbonatos (margas e calcilitos) e leques turbidíticos. Esta seqüência seria correlata à

plataforma carbonática presente na porção rasa da bacia, possuindo espessura média de 900 m.

- Seqüência Superior – é representada por um pacote sedimentar espesso composto por siliciclásticos de água profunda, com deposição entre o Mioceno Médio e o Recente, sendo correlato aos sedimentos siliciclásticos de plataforma. A espessura média dessa seqüência é de 300 m.

b) Características Locais

São descritas as características dos sistemas de petróleo das áreas dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17 e seus respectivos prospectos, OGX-PAMA-1 e OGX-PAMA-2 (OGX, 2008).

◆ Bloco BM-PAMA-16

✓ Prospecto OGX-PAMA-1

Na área do Bloco BM-PAMA-16 é definido o prospecto OGX-PAMA-1, representado pelo *Lead* Taperebá e um *Lead* alternativo Taperebá UK. Ressalta-se que os reservatórios identificados são independentes e não mostram conexão entre si.

■ Lead Taperebá

O *lead* Taperebá tem como objetivo o Grupo Canárias (Aptiano e Albiano Inferior) (Figura 5.1.2.3-1). Os reservatórios situam-se nos arenitos deste Grupo (Figura 5.1.2.3-4). O tipo de trapa é estrutural (Figura 5.1.2.3-1), sendo que os arenitos têm como selo os folhelhos presentes no mesmo Grupo. Os reservatórios identificados nesta área são independentes e não mostram conexão entre si (Figura 5.1.2.3-5 e Figura 5.1.2.3-6).

A rocha-fonte é representada pelos folhelhos escuros do Aptiano-Albiano Inferior da seqüência rifte (Grupo Canárias), que apresentam COT de até 5%. A migração ocorre dos folhelhos escuros em direção aos arenitos através de falhas lítricas (Figura 5.1.2.3-1), que são associadas à tectônica gravitacional.

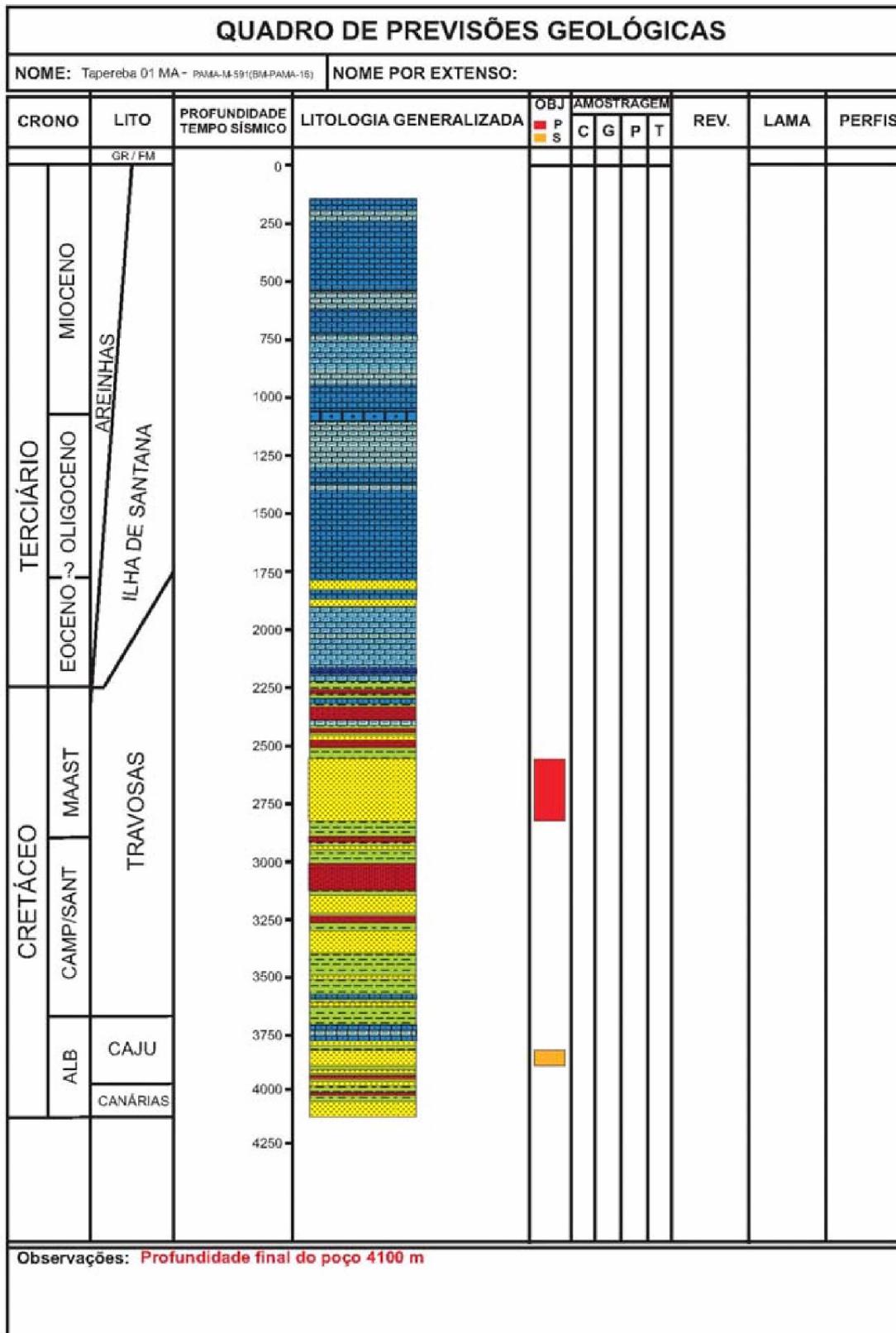


Figura 5.1.2.3-4. Quadro de previsões geológicas para a área do prospecto OGX-PAMA-1.
Fonte: OGX (2008)

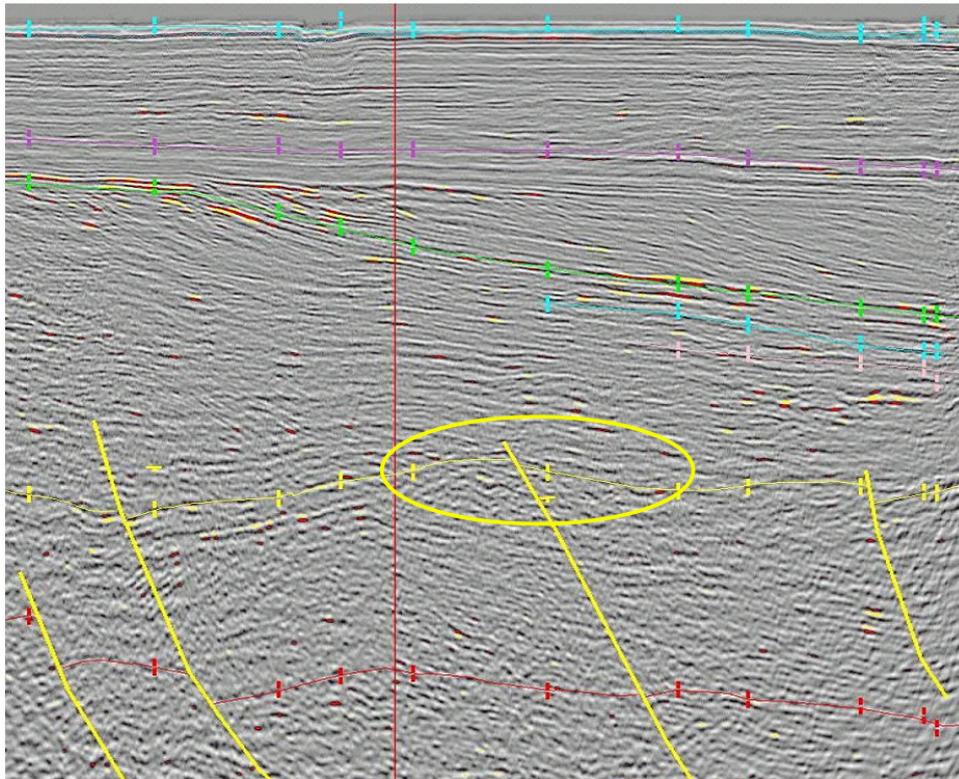


Figura 5.1.2.3-5. Seção sísmica *strike* do Bloco BM-PAMA-16, no prospecto OGX-PAMA-1, indicando a posição do *lead* Taperebá. São observadas as falhas lístricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial. Fonte: OGX (2008)

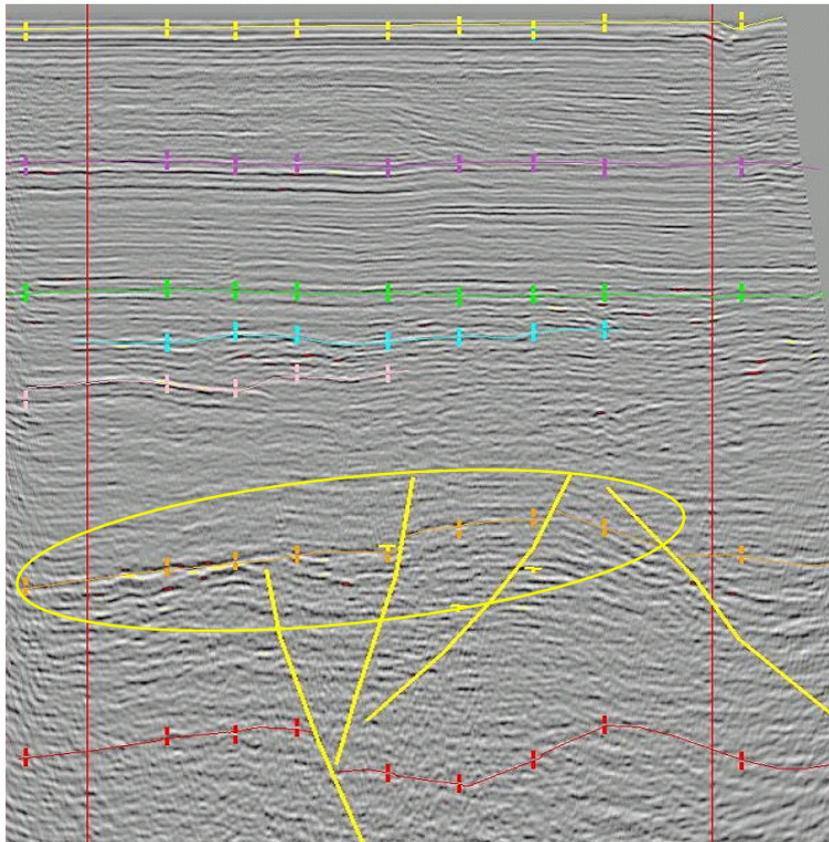


Figura 5.1.2.3-6. Seção sísmica *dip* do Bloco BM-PAMA-16, no prospecto OGX-PAMA-1, indicando a posição do *lead* Taperebá. São observadas as falhas lístricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial. Fonte: OGX (2008)

■ Lead Taperebá UK

O *lead* Taperebá UK tem como objetivo a Formação Travosas (Mastrichtiano). Os reservatórios situam-se nos turbiditos desta Formação. O tipo de trapa é estrutural, sendo que os turbiditos têm como selo os folhelhos existentes na mesma Formação.

A rocha-fonte é representada pelos folhelhos escuros do Albiano Superior da sequência transicional (Grupo Caju), que apresentam COT de até 5%. A migração ocorre dos folhelhos escuros (Grupo Caju) em direção aos turbiditos (Formação Travosas) por meio de falhas lístricas, que são associadas à tectônica gravitacional.

◆ Bloco BM-PAMA-17

Na área do Bloco BM-PAMA-17 é identificado somente o prospecto OGX-PAMA-2 (*lead* Açáí). Este prospecto tem como objetivo a Formação Travossas (Mastrichtiano) (Figura 5.1.2.3-1), onde os reservatórios localizam-se nos turbiditos desta Formação (Figura 5.1.2.3-7). O tipo de trapa é estrutural (Figura 5.1.2.3-8 e Figura 5.1.2.3-9), sendo que os turbiditos têm como selo os folhelhos presentes no mesmo Grupo. Os reservatórios identificados nesta área são independentes e não mostram conexão entre si.

A rocha-fonte é representada pelos folhelhos escuros do Albiano Superior da sequência transicional (Grupo Caju), que apresentam COT de até 5%. A migração ocorre dos folhelhos escuros (Grupo Caju) em direção aos turbiditos (Formação Travossas) por meio de falhas lísticas, que são associadas à tectônica gravitacional.

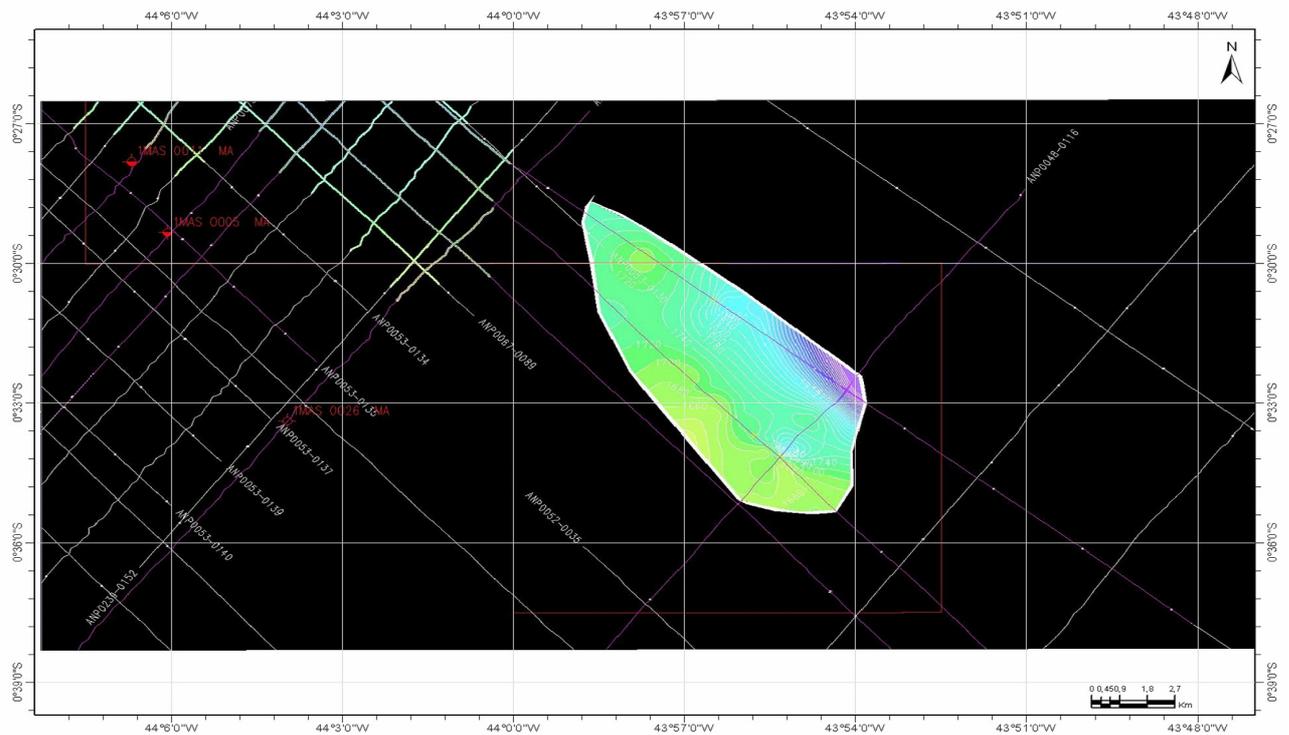


Figura 5.1.2.3-7. Mapa estrutural indicando anomalia no nível Maastrichtiano. Fonte: OGX (2008)

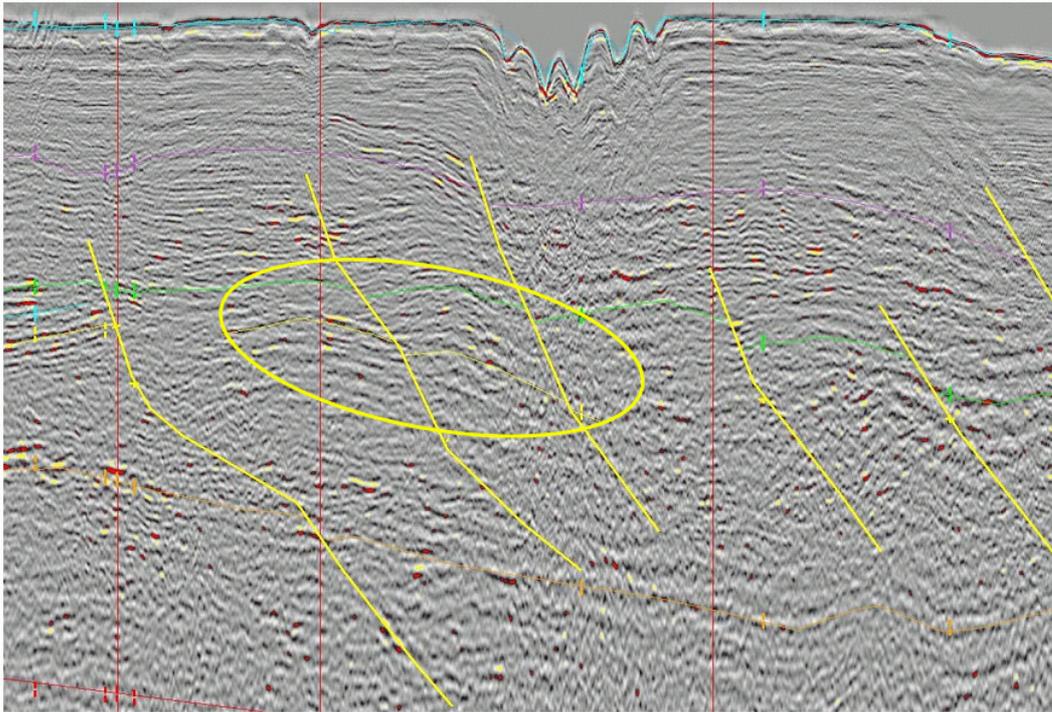


Figura 5.1.2.3-8. Seção sísmica *strike* na área do *lead açai*. São observadas falhas listricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial. Fonte: OGX (2008)

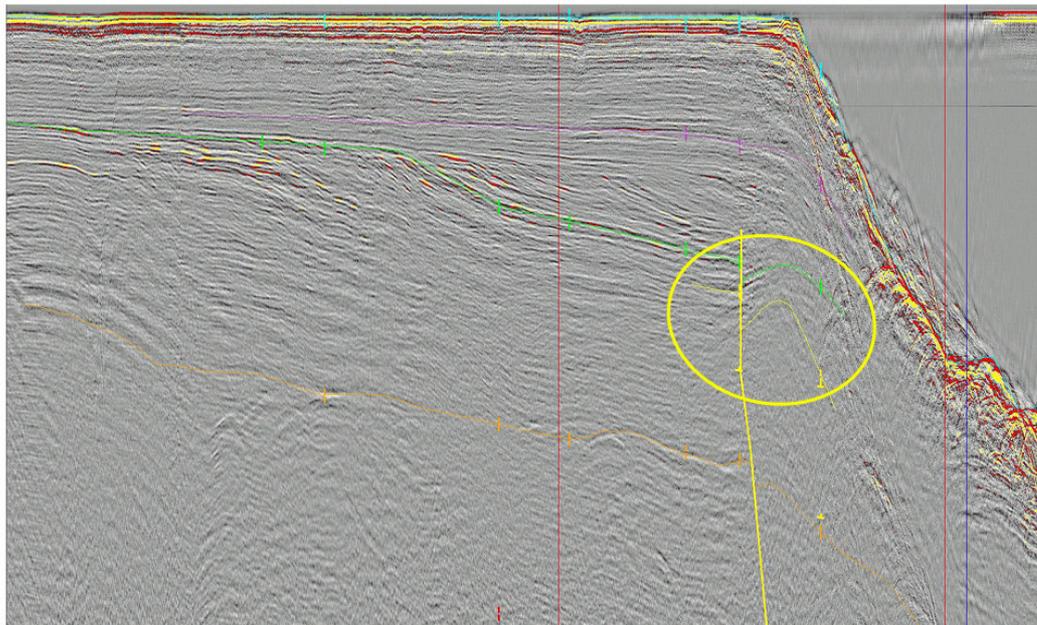


Figura 5.1.2.3-9. Seção sísmica *dip* na área do *lead açai*. São observadas falhas listricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial. Fonte: OGX (2008)

5.1.2.4. Fisiografia

a) Características Regionais

◆ Área Continental

O setor da costa abrangido pela bacia do Pará-Maranhão abrange uma porção do denominado Litoral Norte, mais especificamente o Macrocompartmento Litoral das Reentrâncias Pará-Maranhão (ponta de Taipu à ponta dos Mangues Secos) (BRASIL, 1997).

Esse setor da costa brasileira possui uma ampla reentrância, sendo bastante acantilado. Esta reentrância associa-se à depressão topográfica e estrutural das bacias marginais de Marajó, Bragança-Viseu e, parcialmente, das bacias São Luís-Barreirinhas e norte da bacia do Maranhão (PALMA, 1979).

Essa depressão topográfica na região costeira se caracteriza por uma faixa de altitudes e larguras variáveis em relação à linha de costa. Assim, entre o cabo Orange e o rio Parnaíba, a depressão possui uma largura de 70 km e altitudes em torno de 300 m; na área do Golfão Amazônico ela atinge 500 km e altitudes inferiores a 100 m; e na altura do rio Parnaíba, próximo ao litoral, apresenta cerca de 500 m de altitude (PALMA, *op. cit.*).

O setor entre o rio Pará até o rio Turiaçu tem sua linha de costa bastante acantilada e é formada por áreas da planície flúvio-marinha, das rias e das falésias, que representam, respectivamente, feições de acumulação flúvio-marinha, fluvial e erosiva marinha. A área de planície flúvio-marinha se relaciona aos baixos cursos do rio Pará e interior das rias (PALMA, *op. cit.*) (Mapa 5.1.2.4-1 Mapa Fisiográfico).

Mapa 5.1.2.4-1. Mapa Fisiográfico.

Mapa 5.1.2.4-1. Mapa Fisiográfico.

As falésias encontram-se na área dos tabuleiros das formações cretáceas e terciárias da parte oriental da costa do Pará e no trecho a partir de Turiaçu, em direção a leste, até o rio Preguiças. Essas falésias podem ocorrer à retaguarda das rias e das planícies flúvio-marinhas ou, ainda, junto ao litoral, diretamente expostas ao ataque das ondas (PALMA, *op. cit.*).

◆ Área Marinha

A plataforma continental segue as características apresentadas pela área costeira. Uma análise desse setor, considerando as variações na largura, declividade e profundidade de quebra da plataforma mostram que há um alargamento da plataforma continental de SE para NO, ou seja, a partir de São Luís em direção ao Golfão Amazônico (Mapa 5.1.2.4-1 - Mapa Fisiográfico). A declividade da plataforma continental diminui com o aumento da largura, apresentando entre 1:3.100 e 1:3.200 diante do Golfão Maranhense e 1:1.150 na baía do Tubarão (PALMA, 1979).

A quebra da plataforma continental ocorre entre as profundidades de 70 e 80 m, sendo que profundidades menores de quebra estariam relacionadas aos terraços de escarpas de antigas linhas de costa situados nas profundidades entre 55 e 65 m (PALMA, *op. cit.*).

Os padrões de relevo na área costeira e plataforma continental têm uma relação de continuidade, respondendo à interação entre a descarga fluvial do rio Amazonas e as Correntes das Guianas, Norte Brasileira, litorâneas e de marés. O predomínio de um desses fatores desenvolve características específicas a cada trecho marinho da costa norte.

Os vales submarinos são feições importantes na área. O vale submarino do Pará corta a borda da plataforma, sendo que, na parte da plataforma interna, encontra-se totalmente preenchido e, nas partes mais profundas, vem sofrendo preenchimento (PALMA, *op. cit.*).

No trecho entre o rio Pará em direção ao rio Turiaçu, a plataforma continental interna apresenta uma área de relevo complexo, o qual é formado por bancos submarinos dispostos paralelamente e com direção ENE/OSO. As características desse conjunto são a presença de bancos assimétricos, de face escarpada com flancos alongados voltados para noroeste, com comprimentos entre 14 e 70 km, largura em torno de 7 km e altura entre 8 e 20 m. Esses bancos são separados por um sistema de canais descontínuos, que formam depressões alongadas com profundidades entre 28 e 32 m, podendo atingir 56 m (PALMA, *op. cit.*) (Figura 5.1.2.4-1).

Na plataforma continental interna estão presentes canais, que representam prolongamentos das linhas de drenagem continental em direção a mar aberto. O material sedimentar coletado nessas áreas mostrou a presença de cascalho biotétrico e material terrígeno, com a presença de fragmentos de arenitos de praia (*beach rocks*). Associado aos canais, ocorrem interflúvios, que

têm a eles relacionados bancos submarinos, destacando-se o denominado “campo de Cururupu” (PALMA, *op. cit*) (Figura 5.1.2.4-1).

O talude continental, a partir do cânion do Pará, torna-se gradativamente mais estreito e íngreme, com sua base a 3.200 m de profundidade. A partir do cânion Gurupi em direção a sudeste, a largura do talude estreita e se mantém constante, com gradientes que variam, em média, entre 1:7 e 1:19 (DAMUTH & PALMA, 1979) (Figura 5.1.2.4-2). O limite inferior do talude neste trecho passa a 2.650 m de profundidade.

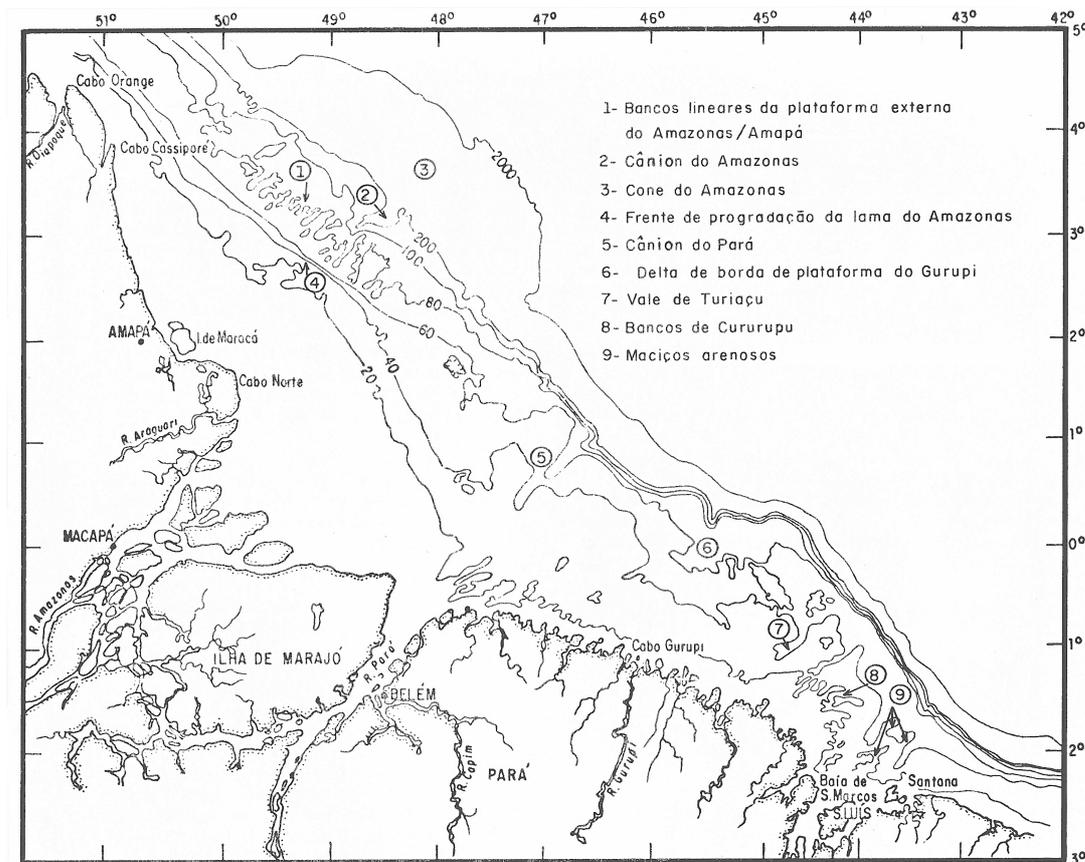


Figura 5.1.2.4-1. Feições submarinas na plataforma continental na Bacia Pará-Maranhão. Originalmente sem escala. Fonte: KOWSMANN e COSTA (1979)

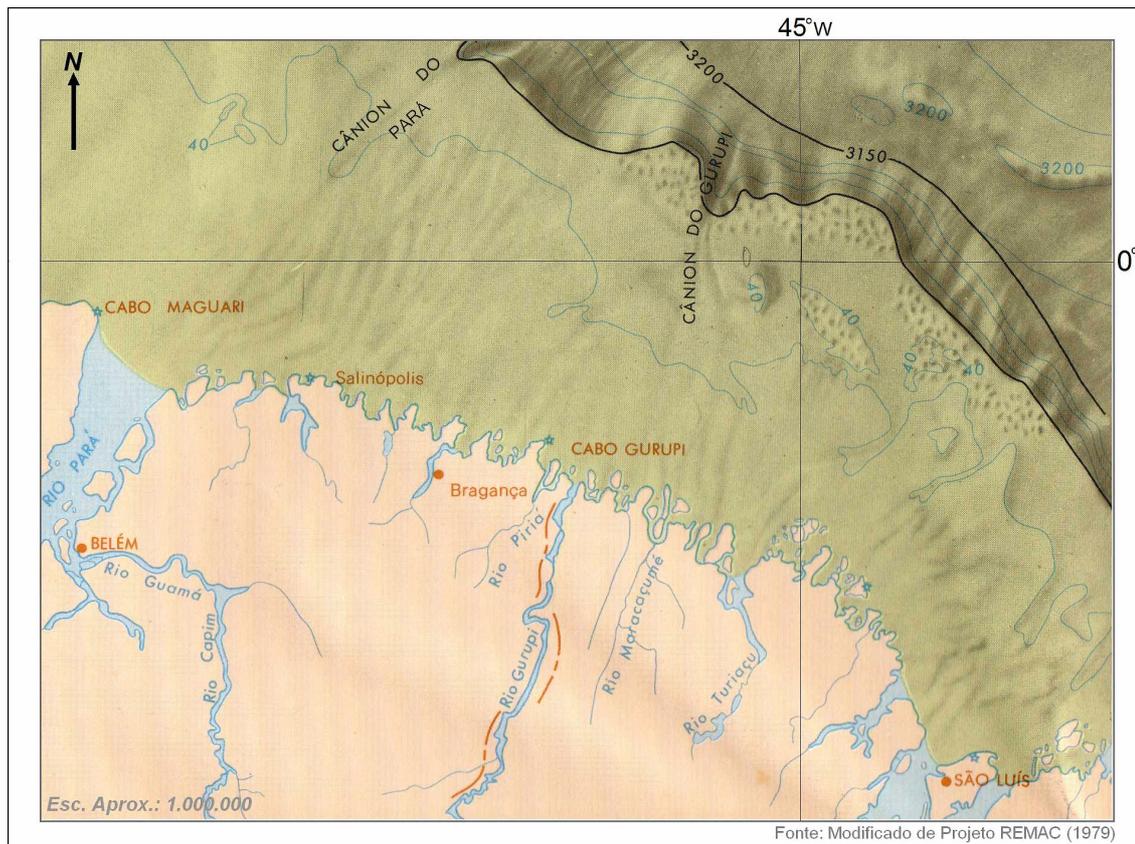


Figura 5.1.2.4-2. Mapa do relevo marinho na Bacia Pará-Maranhão. Notar a complexidade do relevo ao largo da cidade de São Luís. Fonte: Projeto REMAC (1979a)

No talude continental são verificados canais e cânions submarinos que, por vezes, o atravessam. Eles são provenientes da plataforma continental e se dirigem em direção ao sopé continental, promovendo variações significativas no relevo submarino. A morfologia desses cânions mostra vales em forma de “U” ou “V”. Os cânions escavados em “V” predominam na porção do talude superior, enquanto os cânions em “U” situam-se na base dos taludes superior e inferior. Os primeiros podem apresentar fundos planos, indicando processo de sedimentação, enquanto os demais mostram incisões mais rasas.

Geralmente, esses cânions mostram-se desconectados da drenagem continental atual. Denotam características erosivas de idade recente, pois cortam sedimentos relativamente jovens (Terciário Médio) (DAMUTH & PALMA, 1979).

Na área noroeste da Bacia Pará-Maranhão, a sudeste do cone do Amazonas, o talude continental é atravessado em toda a sua extensão por vários cânions. Entre as longitudes 46°O e 47°O ocorrem 23 cânions, com profundidade média em torno de 500 m. Já no trecho compreendido entre as longitudes de 45°O a 46°O ocorrem, pelo menos, 26 dessas feições. As feições de destaque na área são os cânions do Pará e de Gurupi (Figura 5.1.2.4-2). O cânion de

Gurupi encontra-se a uma profundidade de 1.210 m. O cânion do Pará apresenta, no talude inferior, um leque submarino. Destaca-se que a maioria dos cânions situam-se entre 50 e 750 m de profundidade (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

A existência de movimentos de massa no talude pode ser evidenciada a partir de diversas feições erosivas que nele ocorrem. A partir do noroeste da bacia aparecem desmoronamentos provavelmente relacionados aos sedimentos recentes que cobrem o talude, sendo alguns associados a falhamentos existentes na área. Os tipos de movimentos de massa sugeridos são os rotacionais, no talude superior e, os longos, no talude inferior, onde estes estariam associados a movimentos ocorridos ao longo de planos de acamamento (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

O sopé continental, na área de estudo, constitui-se por uma espessa cunha de sedimentos que se prolonga, a partir do talude continental, por centenas de quilômetros mar adentro. As profundidades, em geral, situam-se entre 2.200 e 4.550 m, ao longo da borda superior do sopé, passando de 4.300 a 5.600 m ao longo da borda inferior.

A morfologia do sopé não indica um controle estrutural do embasamento sobre o pacote sedimentar existente. As feições presentes no sopé continental são as colinas, as cavas e as planícies lisas. As colinas e cavas são feições suavemente arredondadas, restringindo-se à área do sopé superior. As planícies lisas ocorrem no sopé inferior, sendo caracterizadas por ausência de ondulações porém, excepcionalmente, podem ocorrer grandes regiões com morfologia ondulada (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

O sopé continental entre 40°O e 47°O atinge entre 300 a 340 km de largura, inclinando-se em direção ao mar, com profundidades que variam de 2.330 m, a noroeste, e 3.275 m, a sudeste. Os gradientes nesse trecho situam-se entre 1:250 e 1:325 (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

Nas áreas mais profundas, o sopé continental é interrompido pela topografia irregular e rugosa dos montes submarinos da Cadeia Norte Brasileira, que ocorre paralelamente à base do talude continental. Essa cadeia representa uma crista estreita do embasamento e se constitui numa feição topográfica contínua (35°O a 39°O), estendendo-se por cerca de 1.300 km na direção E/O, a uma distância de 150 a 200 km do talude continental. Possui uma largura na base de até 45 km, atingindo 75 km na área dos picos, sendo suas encostas muito íngremes e desnudas.

A Cadeia Norte Brasileira exerce influência sobre o transporte de sedimentos, pois a sua porção sul funciona como uma barreira aos sedimentos provenientes da plataforma continental e talude, que se dirigem ao sopé continental, fazendo com que a espessura do lado sul seja 750 m maior que a espessura do lado norte (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*). Os sedimentos que recobrem a cadeia são consolidados.

Perfurações realizadas a 1.916 m de profundidade (*Deep Sea Drilling Project*) mostraram que, até os primeiros 35-40 m, o pacote sedimentar é constituído por vasas de foraminíferos com idade entre o final do Pleistoceno e o final do Mioceno. A seqüência encontrada abaixo é constituída por conglomerado calcário, com a presença de fósseis com idade que varia entre o Mioceno Inferior ao Médio. Entre 49-54 m ocorre uma seqüência de fragmentos de calcários de algas (sem datação), sugerindo ser um antigo recife. Essas evidências sugerem que a área já esteve submetida a situações de águas rasas, e que a área possivelmente sofreu subsidência (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

Diversos canais, com profundidades de até 80m e largas da ordem de quilômetros, atravessam a parte interna do sopé (área entre o talude e a cadeia Norte Brasileira), sugerindo conexões com vários cânions submarinos provenientes do talude continental (DAMUTH & PALMA, *op. cit.*).

A planície abissal é representada por uma superfície plana, com gradientes inferiores a 1:1.000 e áreas menores com colinas abissais suaves, sendo a sua descontinuidade devida às elevações oceânicas e montes submarinos, que são controlados por altos estruturais do embasamento oceânico.

A planície abissal do Ceará, interrompida pela elevação do Ceará, se estende para leste até a Cadeia Mesoatlântica, sendo limitada ao sul pela Cadeia Norte Brasileira. Esta planície abissal é subdividida em duas partes: a planície abissal do Ceará Norte e a porção principal da planície abissal do Ceará. A planície abissal do Ceará Norte é limitada ao norte e a leste pelo flanco leste da Cadeia Mesoatlântica, a oeste pelo cone do Amazonas e, ao sul, pelo flanco norte da elevação do Ceará (GORINI, 1981) (Mapa 5.1.2.4-1 - Mapa Fisiográfico).

b) Características Locais

São descritos nesta seção as informações fisiográficas e morfológicas dos fundos marinhos dos Blocos PAMA 16 e 17. A descrição tem por base o “Relatório de Levantamento Geofísico Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17”, realizadas pela OGX/FUGRO Brasil para a OGX Petróleo e Gás Ltda. Os levantamentos foram realizados nos meses de fevereiro e março de 2009.

◆ Bloco BM-PAMA-16

O Bloco BM-PAMA-16, situado à noroeste do bloco BM-PAMA-17, apresenta uma plataforma continental plana com gradientes variando entre 0.1° e 5.4° . A profundidade mínima é de 43 m e a máxima é de cerca de 519 m (Figura 5.1.2.4-3).

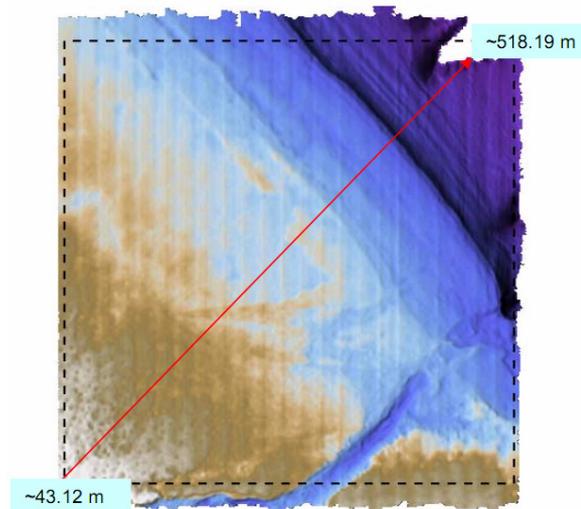


Figura 5.1.2.4-3. Batimetria simplificada da área do Bloco BM-PAMA-16, mostrando as variações de profundidade.

Fonte: OGX (2009)

Entre as isóbatas de 55 m e 65 m, ocorre um patamar em forma de banco submarino, onde algumas feições são também visualizadas. Tais feições possuem um diâmetro de até 100 m e localizam-se à sudoeste da área. Destaca-se também uma outra feição, de orientação leste-oeste, situada na parte central da área, com altura de cerca de 1.5 m (Mapa 5.1.2.4-2 - Mapa Batimétrico e Figura 5.1.2.4-4).

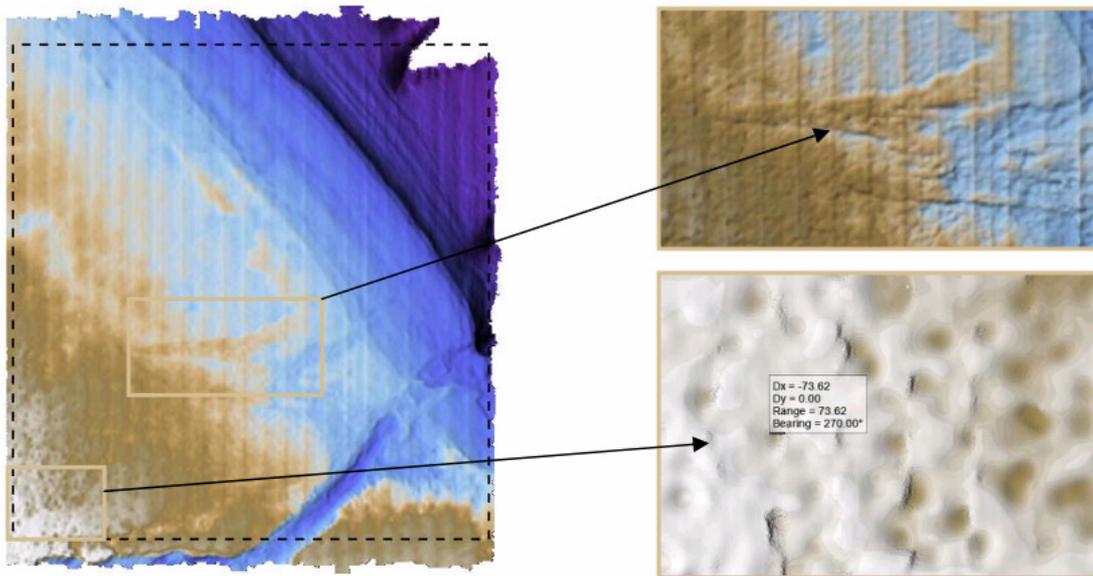


Figura 5.1.2.4-4. Batimetria da área do Bloco BM-PAMA-16 e, em detalhe, a ocorrência de patamares. Fonte: OGX (2009)

Mapa 5.1.2.4-2. Mapa Batimétrico.

Mapa 5.1.2.4-2. Mapa Batimétrico.

Na área do bloco ocorre um paleocanal com aproximadamente 3,5 Km de extensão a sudeste da área. Este paleocanal encontra-se num vale com disposição sudoeste-nordeste e profundidades médias variando de 74 m à 88 m). É provável que esta feição propicie o aparecimento de um cânion em águas mais profundas (Figura 5.1.2.4-5).

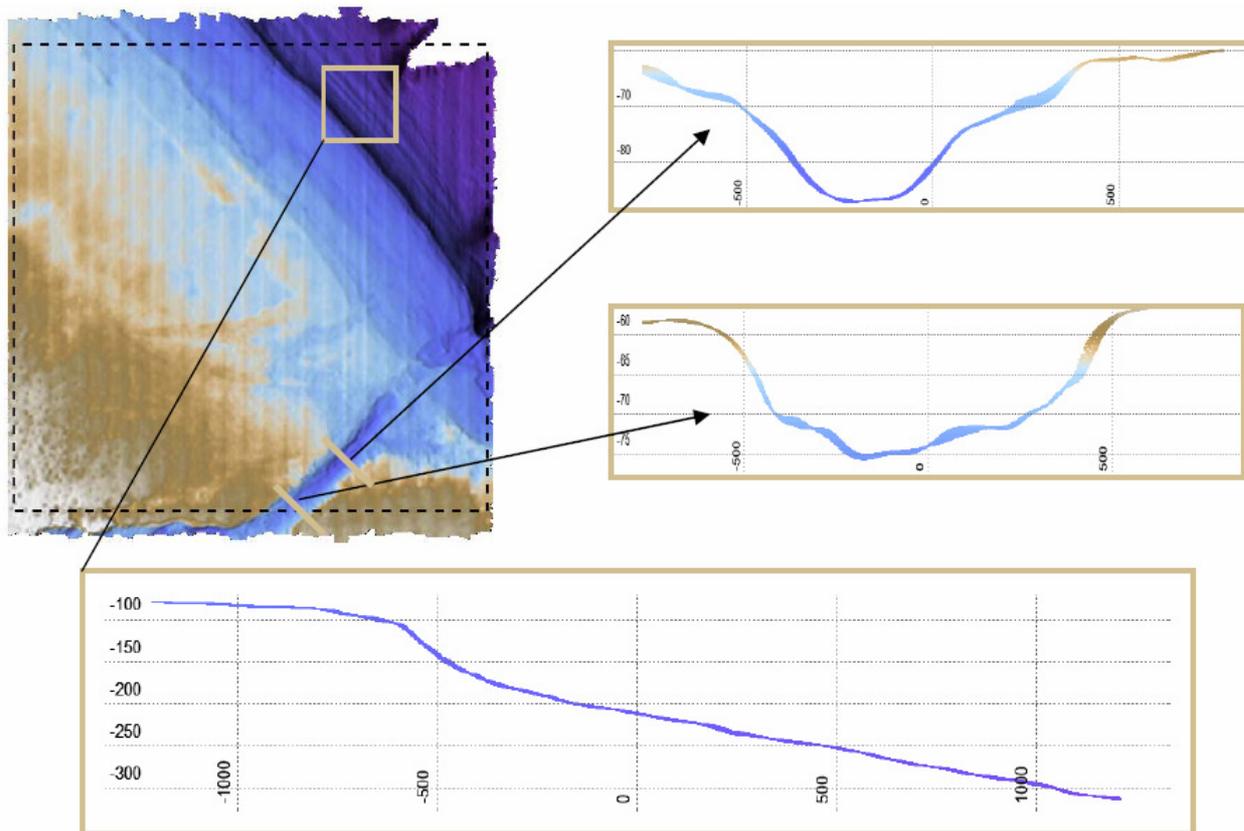


Figura 5.1.2.4-5. Detalhe da presença de um paleocanal e a quebra da plataforma continental.

Fonte: OGX (2009)

A partir da isóbata de 65 m, destaca-se uma escarpa, onde é possível que ocorram processos de deslizamento relacionados diretamente à declividade do terreno, corroborando feições visualizadas nos dados do sonar de varredura lateral e de ecobatímetro monofeixe (Figura 5.1.2.4-6).

A quebra da plataforma e o consequente início do talude continental superior, ocorre entre as isóbatas de 100 m e 125 m, onde a declividade do terreno passa para valores absolutos de até $23^{\circ},2$ (Figura 5.1.2.4-5). A leste, encontra-se uma pequena área de possível ocorrência de processos de escorregamento, a qual pode ser correlacionada com os dados do sonar de varredura lateral que mostra uma cicatriz de deslizamento (Figura 5.1.2.4-6).

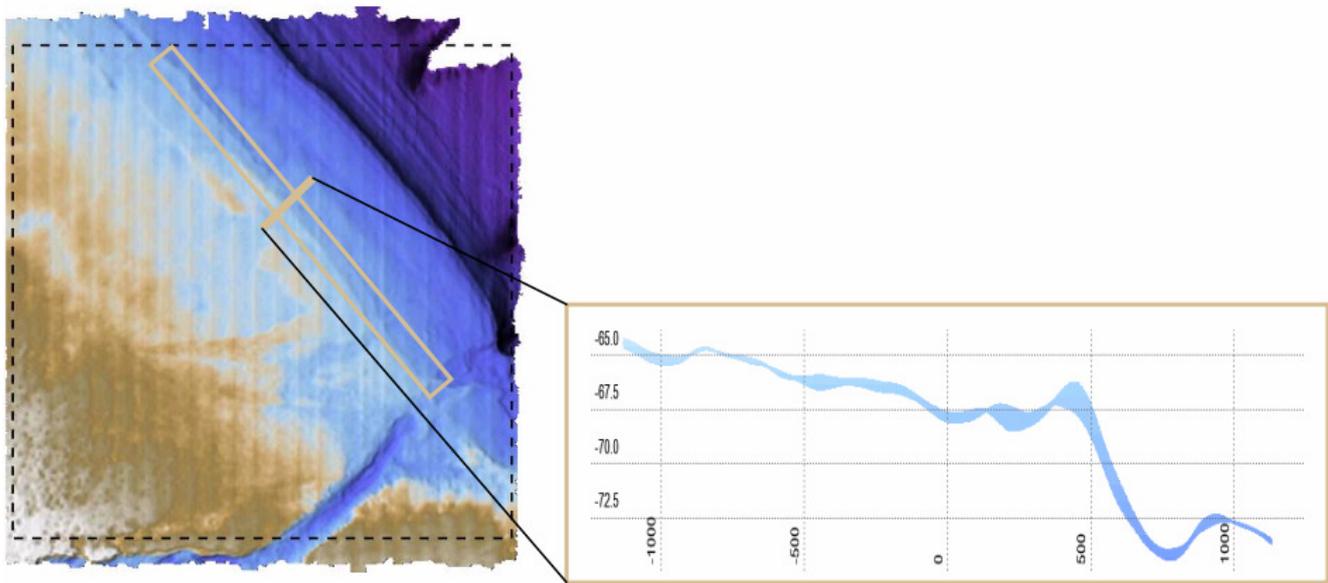


Figura 5.1.2.4-6. Detalhe da possível ocorrência de processos de deslizamentos. Fonte: OGX (2009)

Duas regiões de depressões são visíveis na área do bloco (Figura 5.1.2.4-7). Estas depressões encontram-se a uma distância média de 120 à 320 metros do Poço 1MAS 0017 MA, localizado a aproximadamente 950 metros à oeste do limite do bloco BM-PAMA-16 (Figura 5.1.2.4-8 e Figura 5.1.2.4-9). A origem destas depressões deve estar relacionada à atividades humanas previamente realizadas na área.

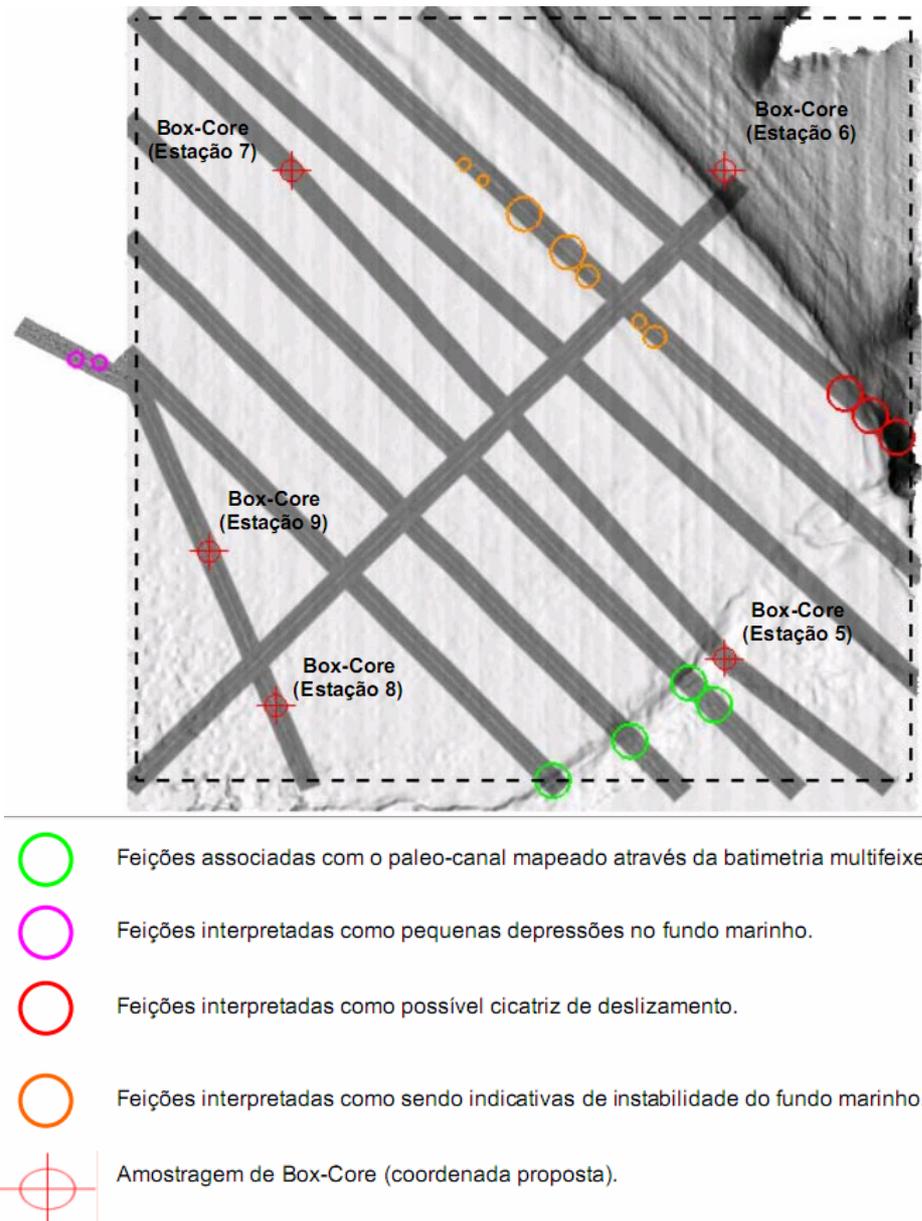


Figura 5.1.2.4-7. Mosaico de sidescan sonar indicando aspectos morfológicos detectados no Bloco BM-PAMA-16.
Fonte: OGX (2009).

Uma possível cicatriz de deslizamento (*slump*) está presente à nordeste da área (ver descrição da legenda de cor vermelha da Figura 5.1.2.4-7). Esta cicatriz pode ser resultado de um movimento de massa que ocorre quando os sedimentos perdem a estabilidade e movem-se por curtas distâncias. Na área da Figura 5.1.2.4-8, o gradiente varia de 1.8° à 7.2° , coincidindo com a quebra da plataforma entre as isóbatas de 100 m e 125 m, corroborando a hipótese de que processos de instabilidade atuem nesta porção do bloco. Não é possível afirmar que estes

processos ocorram de forma intensa no talude continental. A Figura 5.1.2.4-9 também mostra diversas feições indicativas de instabilidade do fundo marinho mapeadas entre as isóbatas de 65 m e 70 m (ver descrição da legenda de cor laranja da Figura 5.1.2.4-7).

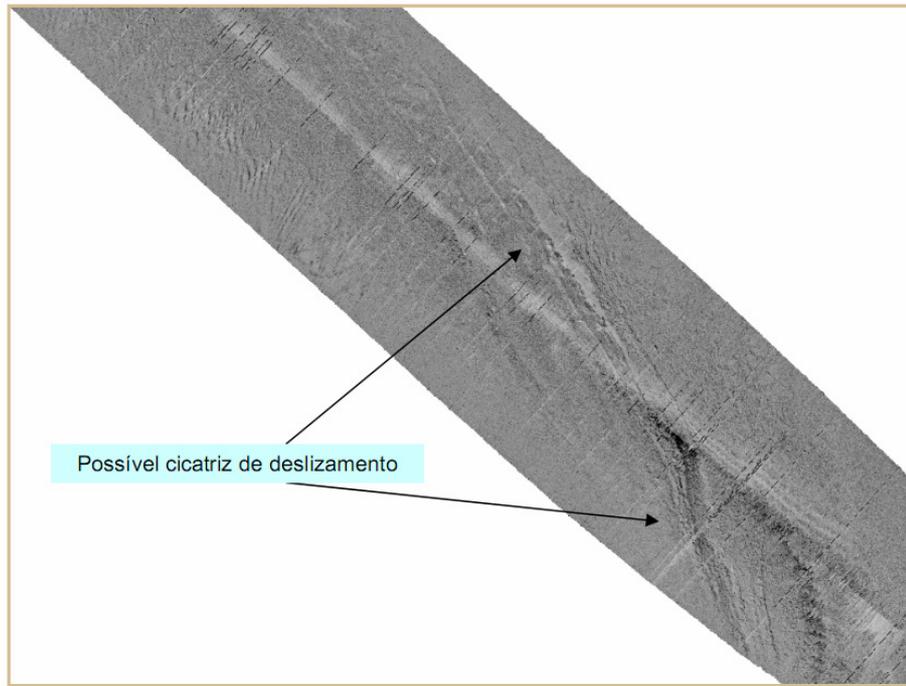


Figura 5.1.2.4-8. Feições morfológicas de possível cicatriz de deslizamento no Bloco BM-PAMA-16. Fonte: OGX (2009)

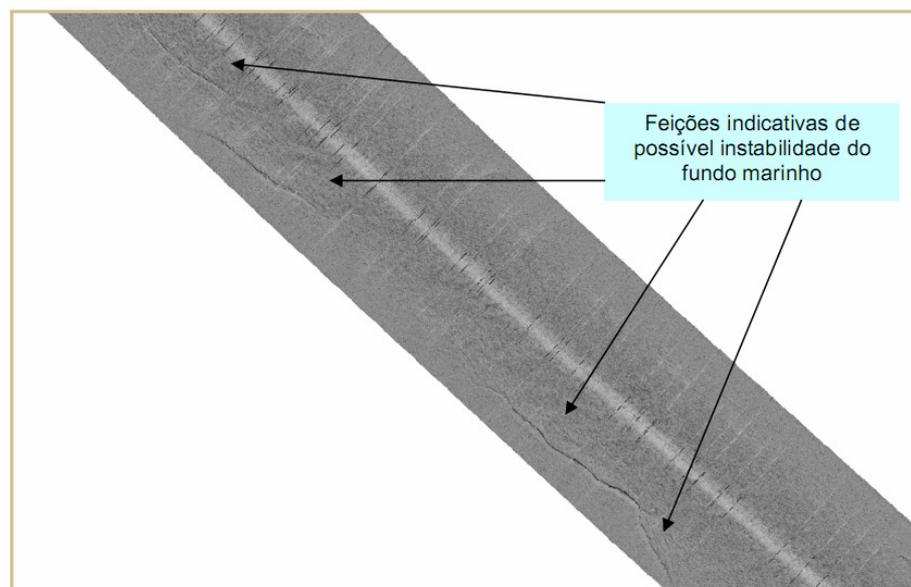


Figura 5.1.2.4-9. Feições morfológicas indicativas de instabilidade do relevo Bloco BM-PAMA-16. Fonte: OGX (2009).

◆ Bloco BM-PAMA-17

No bloco BM-PAMA-17, situado à sudeste do bloco BM-PAMA-16, a plataforma continental se apresenta de forma plana com gradientes variando entre 0.1° e 6.5° . As profundidades variam entre 41 e 515 m (Mapa 5.1.2.4-3 - Mapa Batimétrico Local e Figura 5.1.2.4-10)

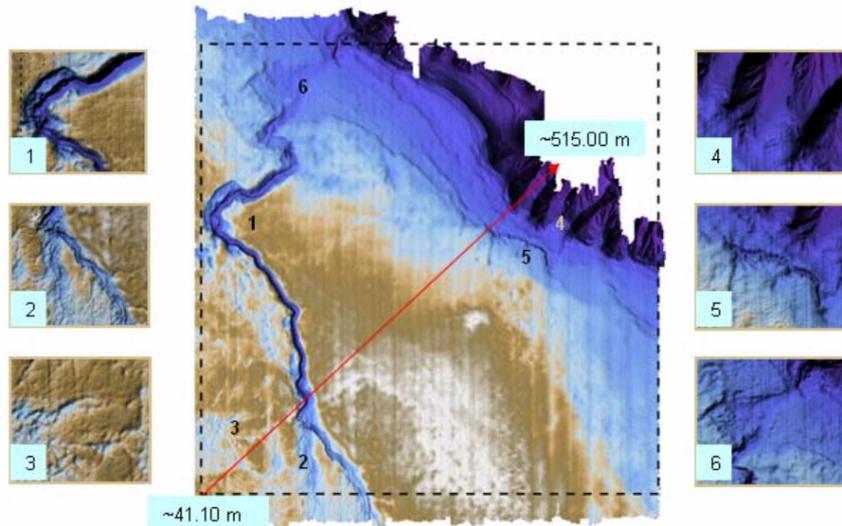


Figura 5.1.2.4-10. Batimetria da área do Bloco BM-PAMA-17, mostrando detalhes da área. Fonte: OGX (2009)



Mapa 5.1.2.4-3. Mapa Batimétrico Local. (Folha 1/2)

Mapa 5.1.2.4-3. Mapa Batimétrico Local. (Folha 1/2)



Mapa 5.1.2.4-3. Mapa Batimétrico Local. (Folha 2/2)

Mapa 5.1.2.4-3. Mapa Batimétrico Local. (Folha 2/2)

Na área do bloco observa-se um paleocanal meandrante com direção geral SO/NE, que se associa a algumas feições (Figura 5.1.2.4-11). Provavelmente, estas feições estão ligadas à diferença de sedimentação existente dentro do canal.

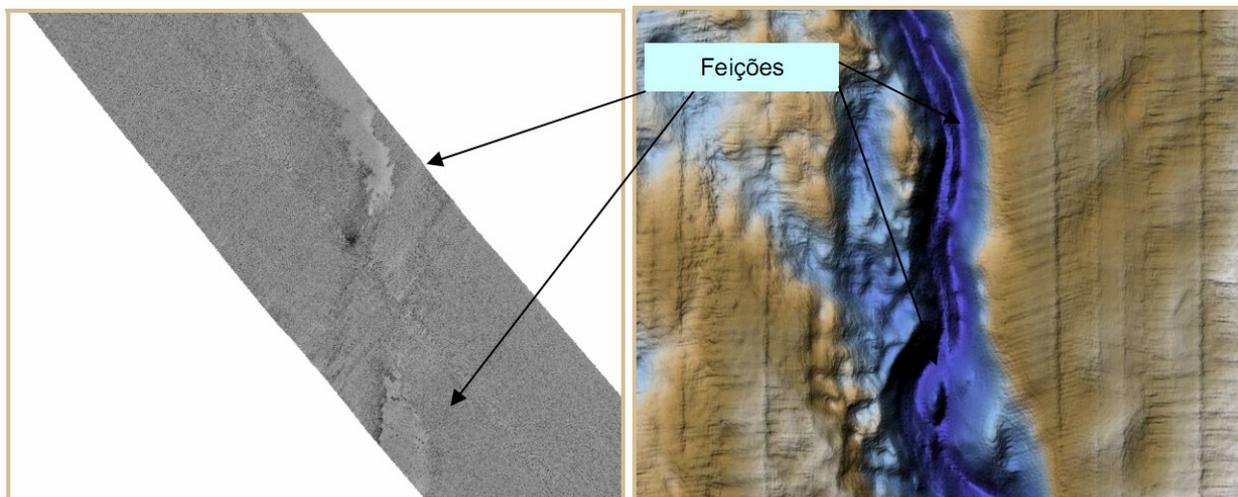


Figura 5.1.2.4-11. Feições mapeadas do paleocanal meandrante. Fonte: OGX (2009)

Na porção leste da área do bloco ocorre um paleocanal que atravessa toda a plataforma continental externa em direção ao talude continental. Esta paleo feição possui cerca de 15 Km de extensão, profundidades médias em torno de 80 m, e tem sua maior sinuosidade a noroeste, onde o canal apresenta larguras de até 700 m (Detalhe nº 1 da Figura 5.1.2.4-10 e Figura 5.1.2.4-12). Nesta área, nota-se um processo de avulsão, no qual ocorre a migração lateral do canal. Se este canal estivesse exposto em superfície, este processo ocasionaria meandro (s) abandonado (s). Na parte mais ao sul, o canal principal se subdivide em dois canais secundários, e barras alongadas no sentido do curso do canal, podem ser notadas (Detalhe nº 2 da Figura 5.1.2.4-10 e perfil inferior da Figura 5.1.2.4-13). Não é possível afirmar se a partir deste ponto, o paleocanal pode ser classificado como anastomosado.

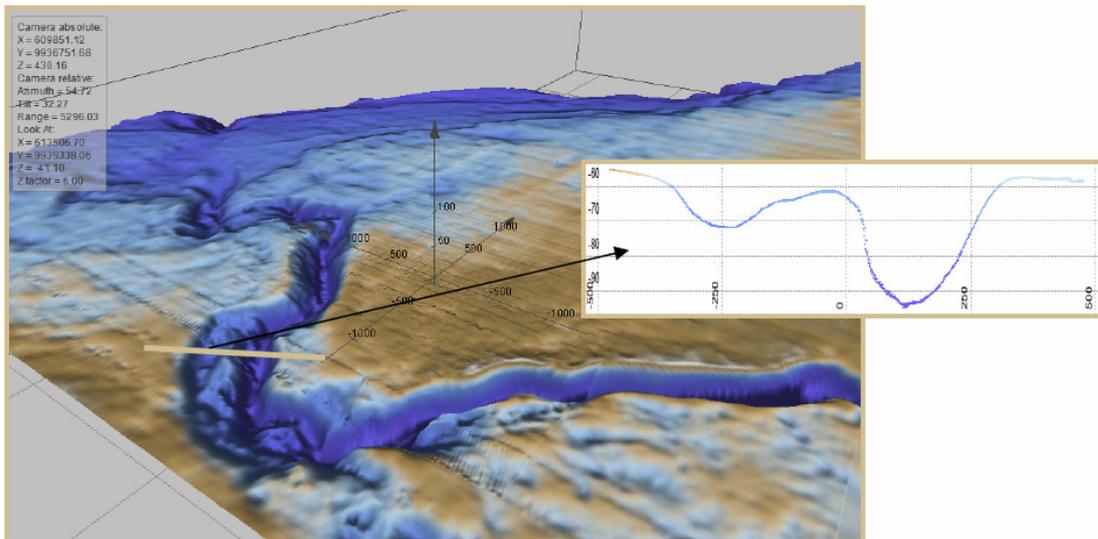


Figura 5.1.2.4-12. Imageamento 3D da área de ocorrência do paleocanal meandrante.

Fonte: OGX (2009)

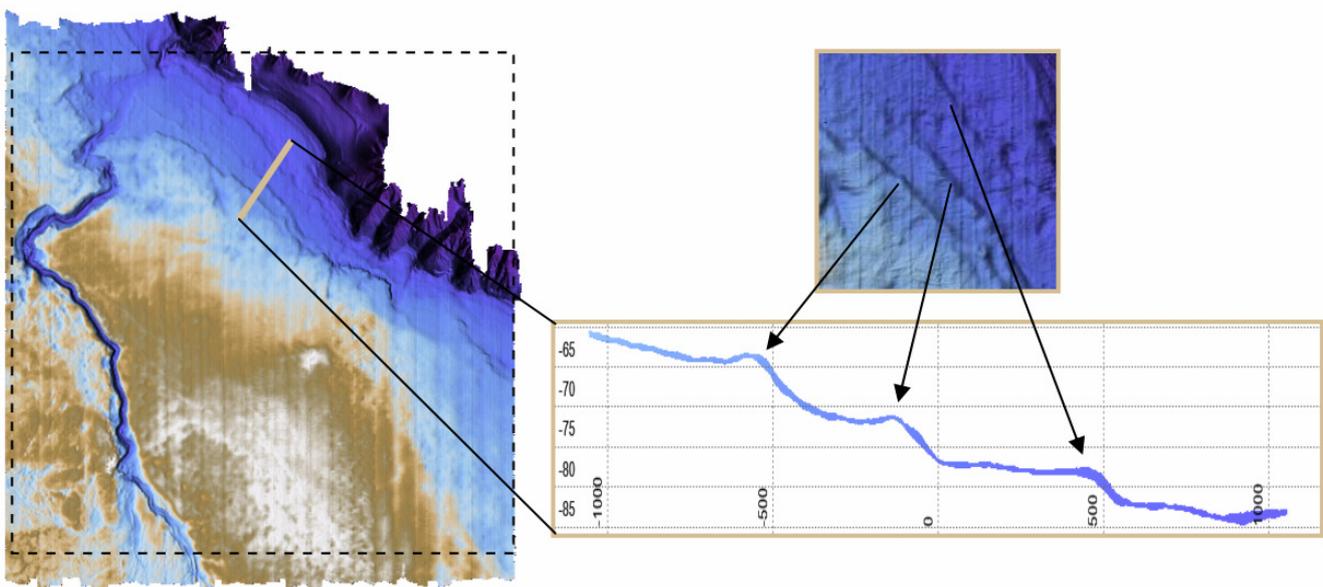


Figura 5.1.2.4-13. Perfis batimétricos transversais realizados ao longo do paleocanal meandrante.

Fonte: OGX (2009)

A plataforma continental apresenta um grande banco e/ou patamar, possivelmente de origem carbonática, onde algumas elevações (altos-fundos) podem ser visualizadas (Figura 5.1.2.4-14). Estas feições possuem relevo proeminente, com alturas de até 2.0 m, representando cerca de 80% de toda a plataforma continental externa levantada.

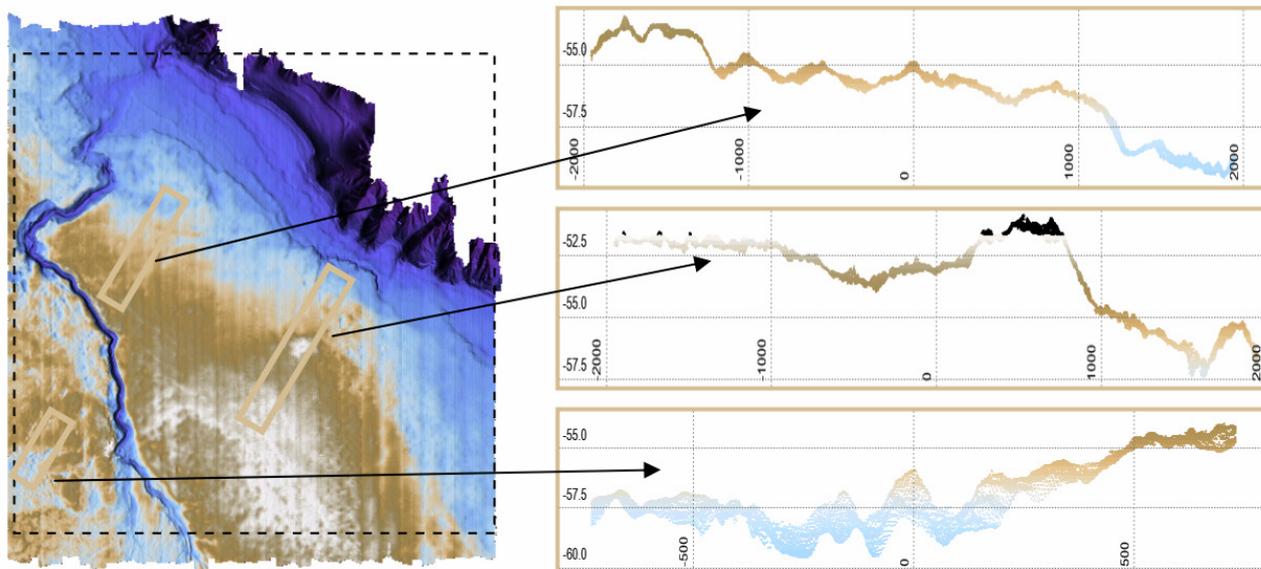


Figura 5.1.2.4-14. Detalhamento da área de ocorrência de bancos e/ou patamares, onde são mostrados os perfis com as profundidades aproximadas das feições nela observadas. Medidas em metros. Fonte: OGX (2009)

A poucos metros do início do talude continental, diversos terraços são observados entre as profundidades de 65 m, 70 m e 75 m. Estas feições podem ser provenientes da progradação e retrogradação do nível do mar durante o passado geológico, as quais formaram três possíveis paleolinhas de costa nesta área (Figura 5.1.2.4-15).

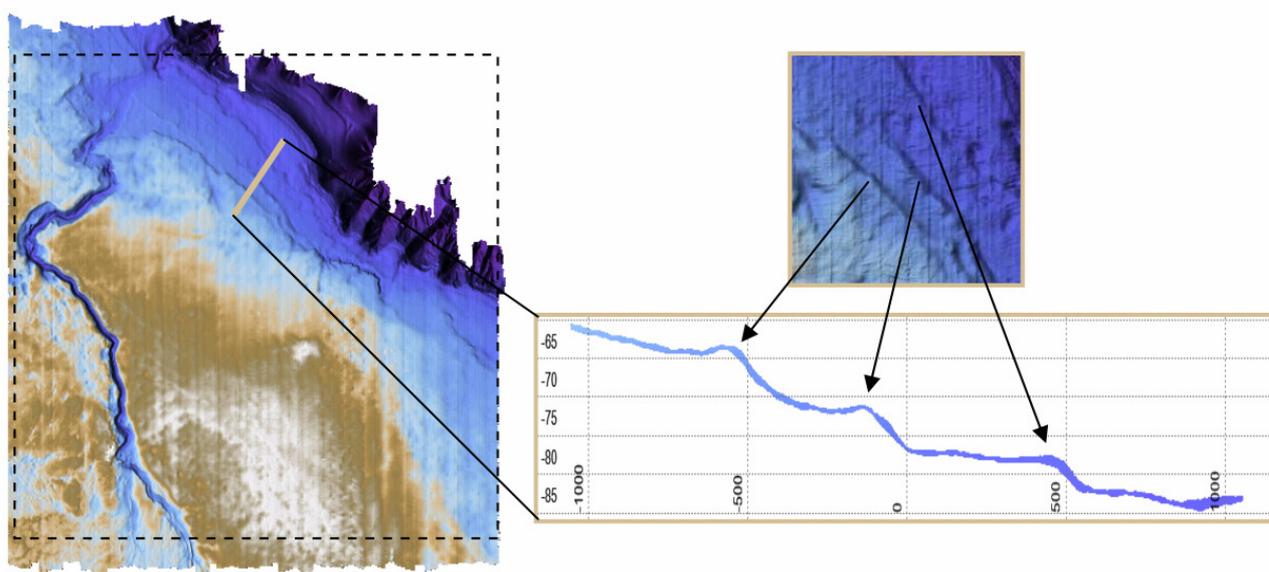


Figura 5.1.2.4-15. Detalhe da área de ocorrência das possíveis paleolinhas de costa. Fonte: OGX (2009)

O levantamento sísmico do sub-fundo não identificou refletores significativos abaixo da superfície. Os dados de sísmica rasa foram obtidos somente para a plataforma continental.

5.1.2.5. Faciologia

a) Características Regionais

A cobertura sedimentar na margem continental norte brasileira ao largo do setor rio Pará-São Luís se caracteriza por um predomínio sedimentação terrígena sobre a carbonática.

Na plataforma continental, na porção centro-sudeste da bacia, predomina a fácies arenosa. Esta é constituída por areias de plataforma, terrígenas, com textura variando entre média a fina, se estendendo pelas plataformas interna, média e, parcialmente, a externa. As areias médias, que ocorrem em forma de manchas, situam-se defronte às desembocaduras dos rios Pará, Gurupi e Mearim, sendo elas de origem fluvial.

Esses sedimentos apresentam assembléia mineralógica pesada, madura, sendo os leves ortoquartzíticos. Geralmente, os grãos quartzosos são subarredondados, com exceção da plataforma média e externa ao largo da foz do rio Gurupi, onde se apresentam subangulares, indicando uma paleodrenagem desse rio (KOWSMANN & COSTA, 1979).

A fácies cascalho observada na plataforma média e externa em forma de manchas isoladas em meio ao domínio terrígeno, é constituída por restos de moluscos, constituindo-se num dos principais integrantes dos sedimentos ao largo de Salinópolis. A ocorrência de recifes algais nesse trecho da plataforma continental pode indicar uma fraca contribuição de sedimentos terrígenos pelas drenagens costeiras (KOWSMANN & COSTA, *op. cit.*).

A sedimentação carbonática é restrita a uma porção da plataforma externa e sua borda e talude superior. São sedimentos holocênicos não retrabalhados, com teores de CaCO₃ acima de 95%, os quais se estendem ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa, onde predominam fácies de recifes algais, areias e/ou cascalhos, além de fácies de algas coralíneas ramificadas (maerl), de foraminíferos bentônicos e moluscos. As fácies de algas coralíneas ramificadas e de foraminíferos bentônicos se destacam na área da plataforma externa ao largo do rio Gurupi (KOWSMANN & COSTA, *op. cit.*).

Nos sedimentos de fundo da plataforma continental, entre o cabo Orange e o rio Turiaçu, predominam argilominerais dos tipos montmorilonita, illita e caulinita, que se estendem até 200 m de profundidade. As manchas dispersas, com predominância de montmorilonita, illita, associação de illita e caulinita, e caulinita são também encontradas (KOWSMANN *et* COSTA, *op. cit.*).

Nas áreas do talude continental e sopé continental as descrições basearam-se em informações contidas nos Projetos REMAC (1979b) e PIATAM (2007). Na área do talude, predomina a fácies mascarada por afloramentos rochosos, que é definida como a cobertura sedimentar que ocorre sobre feições do embasamento na área do talude continental. Ela é mais significativa a partir da isóbata de 300 m, ocorrendo de maneira contínua, com orientação NO/SE, estendendo-se desde a área ao largo do cabo Norte até o largo do rio Turiaçu. As fácies hemipelágica e de canais e diques marginais ocorrem, predominantemente, a partir dos 2.000 m, estendendo-se até cerca de 4.000 m, entre a base do talude e o sopé continental. A fácies hemipelágica se distribui de modo descontínuo ao largo do cabo Orange até a altura da baía de Turiaçu. À medida que se avança em direção ao oceano, do cabo Gurupi até o rio Turiaçu, ocorrem fácies de desmoronamento e deslizamento, que coincidem com o aumento do gradiente e estreitamento da margem continental (Mapa 5.1.2.5-1 - Mapa Faciológico).



Mapa 5.1.2.5-1. Mapa Faciológico.

Mapa 5.1.2.5-1. Mapa Faciológico.

Nas áreas da planície abissal e elevação submarina as fácies turbidítica e hemipelágica concentram-se ao longo de toda a área da planície abissal, com orientação NO/SE, acompanhando a configuração do fundo marinho. Os turbiditos ocorrem, em geral, intercalados com sedimentos hemipelágicos (KOWSMANN & COSTA, *op. cit.*). Ocorre, também, fácies de erosão por correntes de fundo, que são restritas às áreas mais elevadas da Elevação do Ceará, indicando a atuação de processos oceanográficos atuais ou subatuais (Mapa 5.1.2.5-1 - Mapa Faciológico).

b) Características Locais

Dados preliminares indicam que a cobertura sedimentar superficial das áreas dos blocos BM-PAMA-16 e 17 é composta predominantemente por areias (Quadro 5.1.2.5-1), corroborando os dados do sonar de varredura lateral que não mostraram variações significativas nos padrões de reflexão ao longo de toda a área de levantamento, no que diz respeito a caracterização textural (OGX, 2009).

Quadro 5.1.2.5-1. Composição granulométrica dos sedimentos coletados por box core.

Bloco	Estações	Cascalho (%)	Areia muito grossa (%)	Areia grossa (%)	Areia média (%)	Areia fina (%)	Areia muito fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
BM-PAMA-17	1	0.38	0.94	5.83	14.09	14.57	14.39	37.42	12.38
	2	17.23	23.57	33.45	20.34	4.91	0.51	0.00	0.00
	3	31.88	10.83	12.44	14.21	18.27	7.53	2.34	2.51
	4	27.92	16.23	18.76	19.76	14.72	2.61	0.00	0.00
BM-PAMA-16	5	1.90	16.14	40.70	33.81	6.85	0.59	0.00	0.00
	6	1.22	11.31	32.41	30.22	22.34	2.49	0.00	0.00
	7	28.66	15.93	13.41	14.27	13.62	7.31	4.11	2.69
	8	33.16	10.55	13.01	14.83	17.10	11.36	0.00	0.00
	9	24.79	15.51	14.40	16.28	14.91	7.85	3.60	2.66

Fonte: OGX (2009)

A localização das estações de coleta dos sedimentos encontra-se no Quadro 5.1.2.5-2 e na Figura 5.1.2.5-1, a seguir.

Quadro 5.1.2.5-2. Localização dos pontos de Box-core coletados na campanha de baseline dos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Coordenadas em UTM, zona 23S, (Datum: SAD 69).

ESTAÇÃO	BLOCO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		E	S
1	BM-PAMA-17	43,899822	0,519683
2	BM-PAMA-17	43,899822	0,599683
3	BM-PAMA-17	43,979823	0,599684
4	BM-PAMA-17	43,979822	0,519683
5	BM-PAMA-16	44,029823	0,479684
6	BM-PAMA-16	44,029822	0,399684
7	BM-PAMA-16	44,099822	0,399684
8	BM-PAMA-16	44,102322	0,487461
9	BM-PAMA-16	44,113128	0,462155

Fonte: modificado de Pir2/FUGRO (2009).

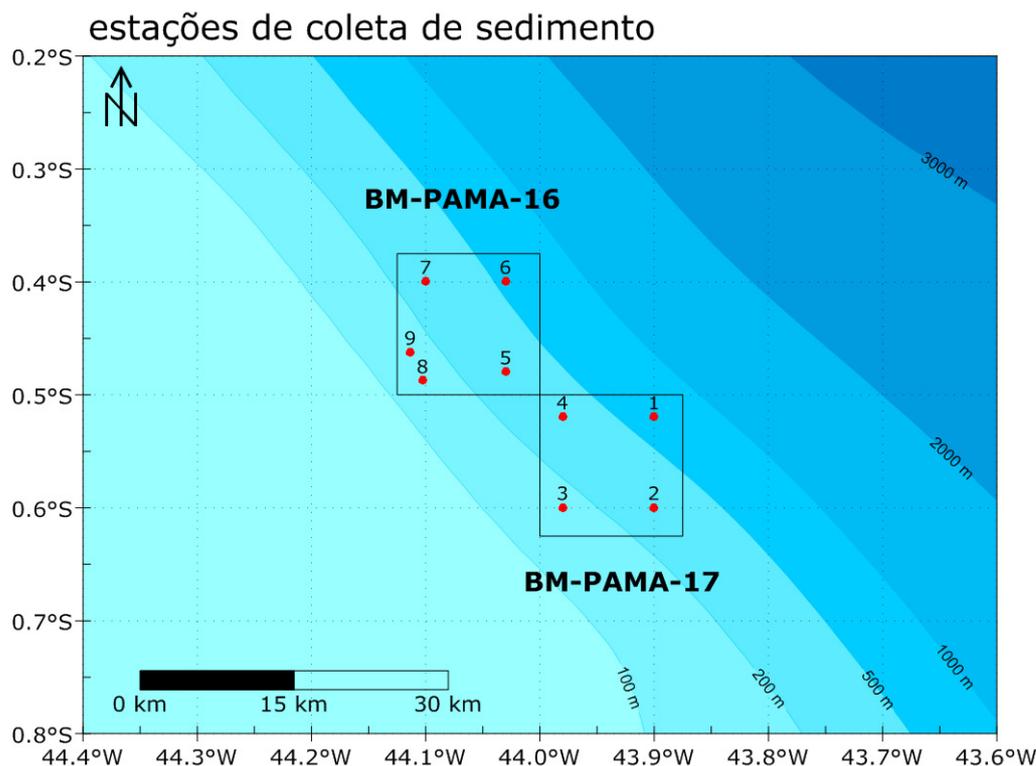


Figura 5.1.2.5-1. Localização das estações de coleta dos sedimentos nos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

As areias variam de muito fina (apenas uma estação de coleta no bloco BM-PAMA-17) a grossa, sendo pobremente selecionadas (Quadro 5.1.2.5-3). Somente uma amostra do Bloco BM-PAMA-16 (estação 5) mostrou um selecionamento moderado. Quanto à composição carbonática,

o valor mais baixo foi de 42,74%, ocorrido na Estação 1. Nas demais estações, o teor de carbonato variou de 74,56% (Estação 6) a 98,07% (Estação 8), sendo a sua média igual a 91,58% (Estações 2 a 9) (Quadro 5.1.2.5-3).

Quadro 5.1.2.5-3. Classificação textural dos sedimentos coletados por box core.

<i>Blocos</i>	<i>Estações</i>	<i>Classificação Média</i>	<i>Classificação Textural de Folk</i>	<i>Selecionamento</i>
BM-PAMA-17	1	Areia muito fina	Areia lamosa com cascalho esparsos	Pobrememente selecionada
	2	Areia grossa	Areia com cascalho	Pobrememente selecionada
	3	Areia grossa	Cascalho arenoso	Muito pobrememente selecionada
	4	Areia grossa	Areia com cascalho	Pobrememente selecionada
BM-PAMA-16	5	Areia grossa	Areia com cascalho esparsos	Moderadamente selecionada
	6	Areia grossa	Areia com cascalho esparsos	Pobrememente selecionada
	7	Areia grossa	Areia com cascalho	Muito pobrememente selecionada
	8	Areia grossa	Cascalho arenoso	Muito pobrememente selecionada
	9	Areia grossa	Areia com cascalho	Muito pobrememente selecionada

Fonte: OGX (2009)

5.1.2.6. Condições Geotécnicas do Fundo Marinho

A descrição das condições geotécnicas do fundo marinho nos Blocos BM-PAMA-16 e 17, teve por base quatro testemunhos geotécnicos coletados com o objetivo de se fazer uma caracterização ambiental dessas áreas. O estudo realizado pela OGX/FUGRO destaca que as informações sobre essas testemunhagens devem ser utilizadas com cautela, pois as mesmas seriam insuficientes para projetos de futuras instalações submarinas (Figura 5.1.2.6-1).

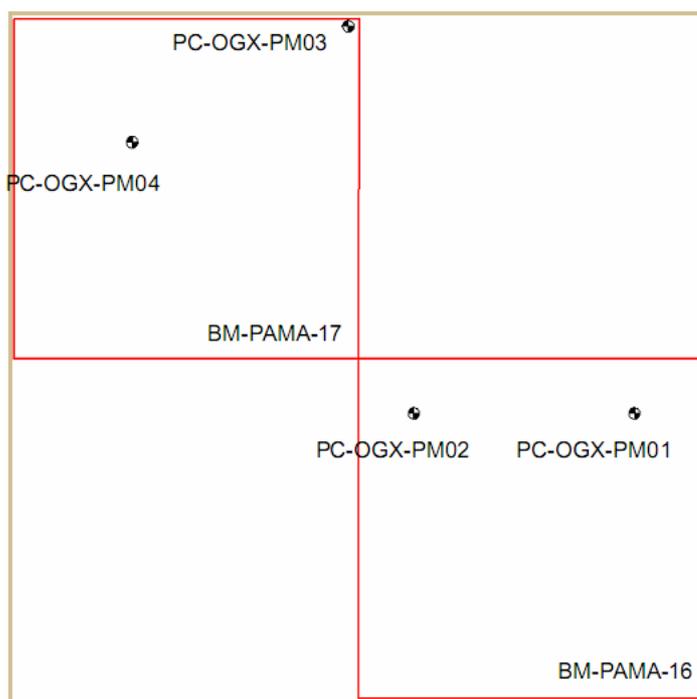


Figura 5.1.2.6-1. Esboço da localização dos piston cores (testemunhos) nas áreas dos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Fonte: OGX (2009)

Os testemunhos foram obtidos na região da plataforma continental externa e no talude continental, os furos geotécnicos PC-OGX-PM-01 e PC-OGX-PM-02 foram realizados no Bloco BM-PAMA-17 e os furos PC-OGX-PM-03 e PC-OGX-PM-04 no Bloco PAMA-16. O Quadro 5.1.2.6-1 apresenta os parâmetros de testemunhagem observados.

Quadro 5.1.2.6-1. Parâmetros de Testemunhagem.

TESTEMUNHO	COORDENADAS UTM (m)		LÂMINA D'ÁGUA (m)	PENETRAÇÃO (m)	RECUPERAÇÃO (m)
	LESTE	NORTE			
PC-OGX-PM-01	622383	9942510	690	1,68	1,57
PC-OGX-PM-02	613478	9942515	70	não observada	0,60
PC-OGX-PM-03	610834	9958258	550	2,16	2,05
PC-OGX-PM-04	602113	9953543	55	não observada	0,16

Fonte: Modificado de OGX (2009)

O testemunho PC-OGX-PM-03 realizado no talude continental apresentou-se homogêneo ao longo dos 2,16 m de recuperação. O material sedimentar amostrado compõe-se de argila

arenosa (22% de areia) e bastante plástica. Foi denominada como CH na classificação universal (onde C=argila e H=alta compressibilidade).

O testemunho PC-OGX-PM-04, coletado na plataforma continental, apresentou no seu topo areia “mal graduada e pedregulhosa” (OGX/FUGRO, 2009). A fração pedregulho relaciona-se à sedimentação carbonática. Os sedimentos foram caracterizados como SP-SC (onde S=areia, P=mal graduada e C=argila). O teor de finos é reduzido (apenas 8%) e seu peso específico submerso é igual a 6.19 kN/m³.

O testemunho PC-OGX-PM-01 obtido no talude continental constitui-se de sedimentos argilo-siltoso, com presença de areia fina. O material de superfície foi caracterizado como MH na classificação universal (onde M=silte e H=alta compressibilidade). A 1,00 m de profundidade abaixo do leito marinho, ocorre material um pouco menos plástico e mais arenoso (com 32% de areia), caracterizado como ML (onde M=silte e L=baixa compressibilidade).

O testemunho PC-OGX-PM-02, obtido na borda da cabeceira do paleocanal do Bloco BM-PAMA-17, indicou a presença de um sedimento arenoso, com apenas 13% de finos (silte+argila). Este material foi caracterizado como SM na classificação universal (onde S=areia e M=silte). O peso específico submerso médio deste sedimento é 5.98 kN/m³.

O perfil de peso específico submerso para os testemunhos PC-OGX-PM-01 e PC-OGX-PM-03, adquiridos em regiões do talude continental, mostra que nas locações dos testemunhos este parâmetro variou entre 4,66 e 7,17 kN/m³ (Figura 5.1.2.6-2).

Os testemunhos PC-OGX-PM01 e PC-OGX-PM03 indicaram que valores de resistência não drenada (S_u) em função da profundidade (Figura 5.1.2.6-3) variaram muito pouco, indicando a ocorrência de uma argila muito mole em praticamente todo o perfil.

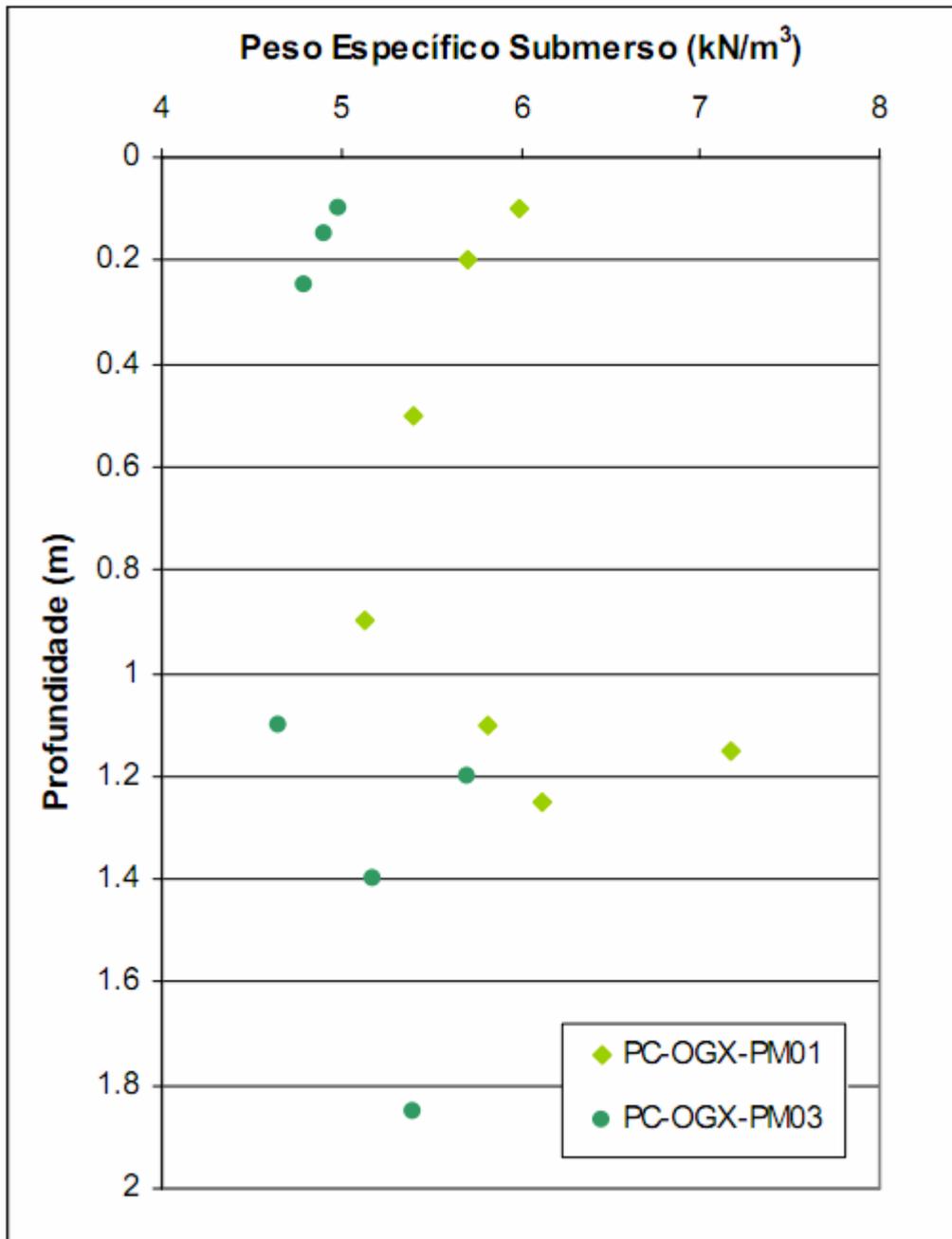


Figura 5.1.2.6-2. Perfil do peso específico submerso para os testemunhos PC-OGX-PM01 e PC-OGX-PM03, coletados no talude continental. Fonte: OGX (2009)

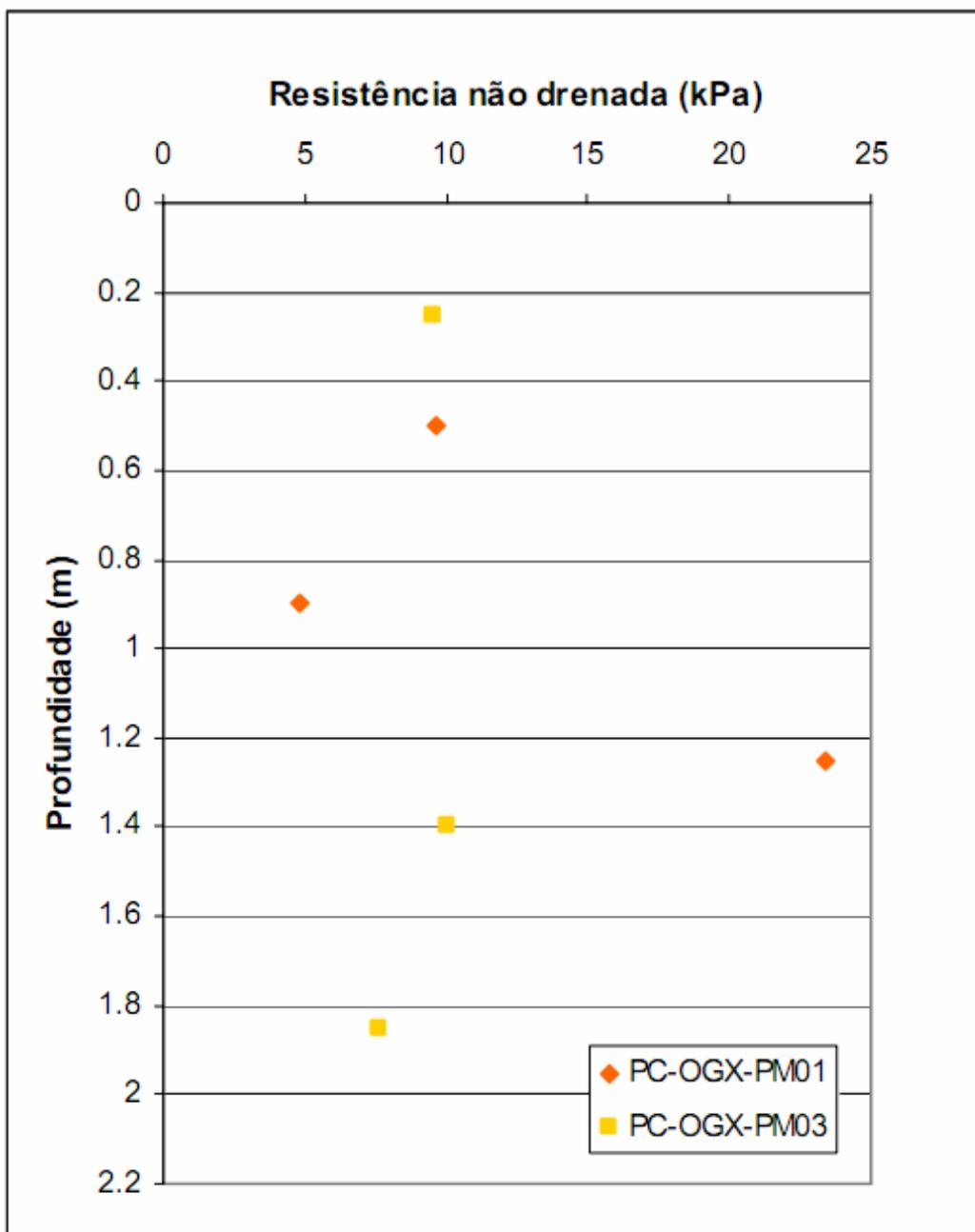


Figura 5.1.2.6-3. Perfil de resistência não drenada (S_u) para os testemunhos PC-OGX-PM01 e PC-OGX-PM03. Fonte: OGX (2009).

No testemunho PC-OGX-PM02 foram realizados ensaios de cisalhamento direto em duas condições distintas. Na primeira, o material (corpo-de-prova) foi moldado no índice de vazios mínimo ($e_{mín}$), simulando uma areia de compactação densa. Na segunda condição, o material foi moldado no índice de vazios máximo ($e_{máx}$), simulando um material fofo. Os resultados dos ensaios são observados do Quadro 5.1.2.6-2.

Quadro 5.1.2.6-2. Resultados dos Ensaios de Cisalhamento.

TESTEMUNHO	PROFUNDIDADE (m)	e_{\min}	e_{\max}	Ξ para e_{\min}	Ξ para e_{\max}
PC-OGX-PM-02	0,40	0,94	1,36	11 ^o	22 ^o

Obs.: Ξ = ângulo de atrito interno