

ÍNDICE

V.1.3 -	Geologia.....	1/44
V.1.3.1 -	Geologia Terrestre	1/44
V.1.3.1.1 -	Introdução	1/44
V.1.3.1.2 -	Praia da Macumba (Rio de Janeiro - RJ)	1/44
V.1.3.1.3 -	Praia do Futuro (Fortaleza - CE)	5/44
V.1.3.2 -	Geologia Marinha	8/44
V.1.3.2.1 -	Bacia de Potiguar	9/44
V.1.3.2.2 -	Bacia de Pernambuco-Paraíba.....	17/44
V.1.3.2.3 -	Bacia de Santos.....	19/44
V.1.3.3 -	Geologia Local	26/44
V.1.3.3.1 -	Introdução	26/44
V.1.3.3.2 -	Parte do segmento 5 - do limite da ZEE até BU3	28/44
V.1.3.3.3 -	Segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3	29/44
V.1.3.3.4 -	Parte do Segmento 7 - de BU3 até o limite da ZEE.....	36/44
V.1.3.3.5 -	Parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a Praia da Macumba (RJ)	38/44

ANEXOS

- Anexo V.1.3-1 Cartas de parte do segmento 5 - do limite da ZEE até BU3 - DIGITAL
- Anexo V.1.3-2 Cartas do segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3 - DIGITAL
- Anexo V.1.3-3 Cartas de parte do segmento 7 - de BU3 até o limite da ZEE - DIGITAL
- Anexo V.1.3-4 Cartas de parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a Praia da Macumba (RJ) - DIGITAL

Legendas

Figura V.1.3-1 - Extremidade oeste da Praia da Macumba, com o canal de maré, o qual faz a ligação de sistemas lagunares presentes na planície costeira com o mar, através de guia corrente.	2/44
Figura V.1.3-2 - Ilha do Pontal, limite oriental da Praia da Macumba, com a formação de tómbolo.	2/44
Figura V.1.3-3 - Mapa tectônico do setor central da faixa Ribeira, mostrando os terrenos tectono-estratigráficos.	3/44
Figura V.1.3-4 - Coluna estratigráfica das unidades presentes na praia da Macumba (RJ).	5/44
Figura V.1.3-5 - Limite do Domínio Ceará Central limitado conforme FETTER (1999).	6/44
Figura V.1.3-6 - Arenitos de praia (<i>beachrocks</i>) observados na base da face da praia.	7/44
Figura V.1.3-7 - Coluna estratigráfica das unidades presentes na Praia do Futuro (CE).	8/44
Figura V.1.3-8 - Bacias sedimentares brasileiras que serão interceptadas pelo Cabo Submarino BRUSA.	9/44
Figura V.1.3-9 - Localização da Bacia Potiguar.	10/44
Figura V.1.3-10 - Imagem LandSat7 processada por GOMES <i>et al.</i> (2007a), destacando as principais feições geomorfológicas (modificado de VITAL <i>et al.</i> 2008) sobre a Plataforma Continental norte do RN.	12/44
Figura V.1.3-11 - A) MDT/Imagem da linha das rochas praias localizadas próximo à Quebra da Plataforma. B) Rochas praias acima do atual nível do mar.	13/44
Figura V.1.3-12 - A) Corpo arenoso submerso isolado - Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas longitudinais em frente a Galinhos.	13/44
Figura V.1.3-13 - (A) Imagem com batimetria em curvas de nível e (B) MDT da região do paleovale do Rio Açu sobre a plataforma interna (tons vermelho-amarelados), média (tons verdes) e externa (tons azuis).	15/44
Figura V.1.3-14 - Distribuição dos sedimentos carbonáticos na Plataforma Continental nordeste do Brasil... ..	16/44
Figura V.1.3-15 - Localização da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba.	17/44
Figura V.1.3-17 - Exemplo de perfil topográfico transversal à Plataforma Continental e Talude. Nesta, pode-se observar a suavidade do leito marinho na região.	22/44
Figura V.1.3-18 - Mapeamento geomorfológico do fundo oceânico na porção norte da Bacia de Santos, mostrando as principais feições morfológicas na área do Talude e Platô de São Paulo. .	23/44

Figura V.1.3-19 - Distribuição dos sedimentos carbonáticos na Plataforma Continental sudeste do Brasil.	26/44
Figura V.1.3-20 - Quatro segmentos adotados para a caracterização da Geologia Local.	28/44
Figura V.1.3-21 - Monte submarino localizado a cerca de 2 km da rota do Cabo Submarino BRUSA, próximo ao KP4030.	29/44
Quadro V.1.3-1 - Trechos e composição do fundo por posição (KP - <i>Kilometer Post</i>) e por faixa de profundidade.	30/44
Figura V.1.3-22 - Imagem localizando os testemunhos coletados ao longo do segmento 6 da rota do Cabo Submarino BRUSA, durante o estudo prévio da cobertura sedimentar. Descrição básica dos testemunhos, apresentadas no estudo prévio.	31/44
Figura V.1.3-23 - Aumento do gradiente de fundo na rota do Cabo Submarino BRUSA, próximo ao KP45.	32/44
Figura V.1.3-24 - Depressão do leito marinho na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP31.5 e KP33.5.	32/44
Figura V.1.3-25 - Estrutura alongada, orientada no sentido NNW-SSE, aparentando pertencer ao campo de dunas transversais na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP38 e KP40.	33/44
Figura V.1.3-26 - Aumento significativo do do gradiente de fundo na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP55 e KP56.	34/44
Figura V.1.3-27 - Depressões na rota do Cabo Submarino BRUSA, na posição KP61.	35/44
Figura V.1.3-28 - Elevação ao largo da rota do Cabo Submarino BRUSA, na posição KP165.	35/44
Figura V.1.3-29 - Monte submarino próximo ao BU3.	36/44
Depressão entre o KP65 e KP70.	37/44
Depressão entre o KP630 e KP640.	37/44
Figura V.1.3-30 - Depressões no leito marinho.	37/44
Figura V.1.3-31 - Elevação entre KP870 e KP900.	38/44
Quadro V.1.3-2 - Trechos e composição do fundo por posição (KP - <i>Kilometer Post</i>) e por faixa de profundidade.	39/44
Figura V.1.3-32 - Imagem localizando os testemunhos coletados ao longo do segmento 7, na rota do Cabo Submarino BRUSA, durante o levantamento prévio da cobertura sedimentar. Descrição básica dos testemunhos, apresentadas no levantamento prévio.	40/44
Figura V.1.3-33 - Gradiente suave a muito suave da Plataforma Continental.	41/44

Figura V.1.3-34 - Quebra da Plataforma Continental em KP3545, a 200 m de profundidade.	41/44
Figura V.1.3-35 - Gradiente de fundo a partir de 200 m de profundidade.	42/44
Figura V.1.3-36 - Aumento do gradiente de fundo no KP3455 e no KP3435, a 1.480 m (até 11°) e 1.600 m de profundidade (até 15°), respectivamente.	42/44
Figura V.1.3-37 - Aumento do gradiente de fundo no KP3410, a 2.200 m de profundidade, e entre KP3390 e KP3380, a 2.500 m de profundidade.	43/44
Figura V.1.3-38 - Leito marinho mais acidentado a partir da posição KP3350, a 2.700 m de profundidade. ...	44/44
Figura V.1.3-39 - Pequenas elevações próximas ao KP 3130, a 3.600 m de profundidade.	44/44

V.1.3 - Geologia

V.1.3.1 - Geologia Terrestre

V.1.3.1.1 - Introdução

O presente capítulo tem por objetivo apresentar uma breve caracterização das condições geológicas da Área de Influência continental e litorânea do local de instalação do Cabo Submarino BRUSA, considerando seus principais aspectos litológicos, estratigráficos e estruturais.

Os dados aqui apresentados incluem observações secundárias, obtidas na literatura especializada, especialmente no que se refere à cartografia geológica disponível e na literatura. O **Mapa Geológico - Rio de Janeiro - 3178-00-EA-MP-2001** e o **Mapa Geológico - Fortaleza - 3178-00-EA-MP-2002**, no Caderno de Mapas, foram baseados no Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:400.000, elaborado pela DRM em 1995; e no Mapa Geológico do Estado do Ceará, na escala de 1:500.000, elaborado pela CPRM em 2008.

V.1.3.1.2 - Praia da Macumba (Rio de Janeiro - RJ)

A Praia da Macumba, local de instalação do Cabo Submarino BRUSA no município do Rio de Janeiro, faz parte de uma extensa planície costeira cujo contato com o oceano se estende a oeste por estruturas do embasamento cristalino até o canal da Joatinga, a leste. Este canal artificialmente foi construído para estabilizar morfológicamente o canal de maré e permitir o contato perene do sistema lagunar da Tijuca com o oceano.

Esta praia pode ser descrita como um trecho de praia de aproximadamente 2,5 km, cujos limites se dão entre o embasamento cristalino, em que se observa a construção de um guia corrente para estabilizar o canal de maré, que serve de escoamento de águas continentais para o mar na borda oeste (**Figura V.1.3-1**), até os limites na borda oriental, com a presença de formação de tómbolo, formado em função da proximidade da Ilha do Pontal, em relação à linha de costa (**Figura V.1.3-2**).



Fonte: <http://www.riodejaneirohotel.com.br/site/br/guia-do-rio/668/sol-e-praia/1781/prai-da-macumba>

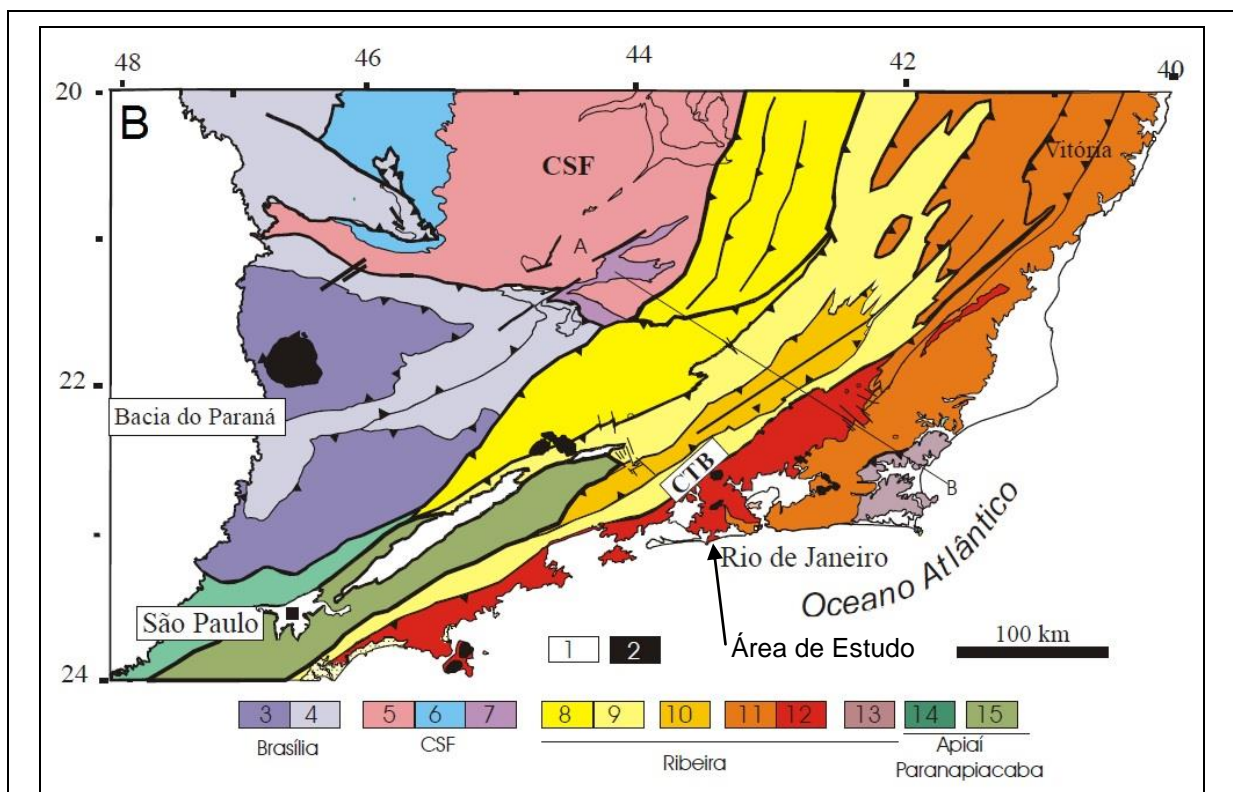
Figura V.1.3-1 - Extremidade oeste da Praia da Macumba, com o canal de maré, o qual faz a ligação de sistemas lagunares presentes na planície costeira com o mar, através de guia corrente.



Fonte: <http://www.meurj.com/prai-da-macumba/>

Figura V.1.3-2 - Ilha do Pontal, limite oriental da Praia da Macumba, com a formação de tômbolo.

As rochas que formam o embasamento cristalino presente na Macumba, estão associadas à litologias de parte da Faixa Móvel Ribeira (HEILBRON *et al.*, 1999), conforme observado na **Figura V.1.3-3**. Este embasamento é formado por terrenos metamórficos de alto grau, datados do Proterozóico Superior 700-450 Ma (FONSECA, 1998), cuja litologia é constituída, basicamente, por gnaisses, granitos e migmatitos formados durante o Ciclo Brasileiro por esforços orogenéticos, originados pela colisão de placas tectônicas na formação do continente Gondwana (RADAMBRASIL, 1983).



Legenda: 1- Riftes Cenozóicos; 2- Rochas alcalinas do Cretáceo e Terciário; Orogênio Brasília (3-4): 3- Nappes Inferiores; 4- Nappes Superiores; 5- Embasamento do CSF e domínio autóctone; 6- Supergrupo São Francisco; 7- Metassedimentos do Domínio Autóctone; Orogênio Ribeira (8-13): 8- Domínio Andrelândia e 9- Domínio Juiz de Fora do Terreno Ocidental; 10- Klippe Paraíba do Sul; 11- Terreno Oriental; 12- Granitóides do Arco Magmático Rio Negro; 13- Terreno Cabo Frio; Orogênio Apiaí/Paranapiacaba (14-15): 14- Terrenos São Roque e Açungui; 15- Terreno Embu.

Fonte: modificado de UERJ/CPRM, 2007.

Figura V.1.3-3 - Mapa tectônico do setor central da faixa Ribeira, mostrando os terrenos tectono-estratigráficos.

Esta colisão, conhecida como evento Brasileiro, deu origem a uma imensa cordilheira, tipo Himalaya, que foi desgastada pelos processos erosivos ao longo dos milhões de anos posteriores, preenchendo as principais bacias sedimentares do Brasil. Durante o Cretáceo, entre 150 e 120 Ma, movimentos rúpteis, falhamentos e fraturamentos geraram a quebra do continente Pangea e a abertura do Oceano Atlântico. Estes dois processos, conjugados ao trabalho erosivo atuante

desde então, e, obviamente, associado às novas atividades tectônicas mais recentes, deram origem a configuração atual da Serra do Mar.

Sendo assim, o processo de colisão continental, responsável pela formação da Faixa Móvel Ribeira, submeteu as rochas pré-existentes a uma condição de alta temperatura e pressão, desenvolvendo intenso processo de metamorfismo, garantindo a ocorrência predominante no estado do Rio de Janeiro de rochas metamórficas de alto grau. Além do processo de metamorfismo, a alta temperatura gerada durante a colisão levou as rochas à fusão parcial, ou seja, partes das rochas sob metamorfismo se fundem, gerando magmatismo, que, nesse caso, deu origem às rochas graníticas. A descrição das unidades litológicas presentes na Faixa Móvel Ribeira são apresentadas no **Mapa Geológico - Rio de Janeiro - 3178-00-EA-MP-2001**, no Caderno de Mapas.

De forma mais específica, o promontório rochoso e a Ilha do Pontal que limitam a praia da Macumba, tanto a oeste como a leste, são formados por gnaisses do Complexo Rio Negro (CPRM, 2001), que é composto por ortognaisses bandados, de granulação grossa, texturas porfíricas recristalizadas, com forte foliação.

Assim sendo, a paisagem atual de maciços e planícies que marcam a área de entorno da praia da Macumba é resultado de deformações destes terrenos metamórficos, a partir da abertura do Atlântico e mais precisamente durante o Terciário. A partir de reativações de zonas de fraqueza, esforços associados à tectônica epirogenética, formam sistemas de horsts e grabens, que marcam a evolução de terrenos soerguidos e deprimidos (ASMUS & FERRARI, 1978; ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; FERRARI, 2001).

A evolução consorciada de terrenos soerguidos e rebaixados do embasamento, por esforços epirogenéticos, criou condições para a o preenchimento sedimentar de diversas bacias marginais. A Bacia de Santos é uma destas bacias, e a Planície Costeira de Jacarepaguá é a parte emersa da sedimentação quaternária que forma as últimas camadas sedimentares de preenchimento. Dessa forma, os sedimentos holocênicos inconsolidados de areias quartzosas finas a grossas, desagregadas, homogêneas, sem estrutura, depositadas pela ação marinha durante o período quaternário representam esta última camada sedimentar de preenchimento. Estas areias quartzosas podem ainda ser de cores brancas e amareladas, sendo em geral bem selecionadas e arredondadas.

A coluna estratigráfica das unidades geológicas que ocorrem na Praia da Macumba pode ser observada na **Figura V.1.3-4**. O código de cores e cronologia seguidas foram o da *International Commission on Stratigraphy (ICS, 2010)*.



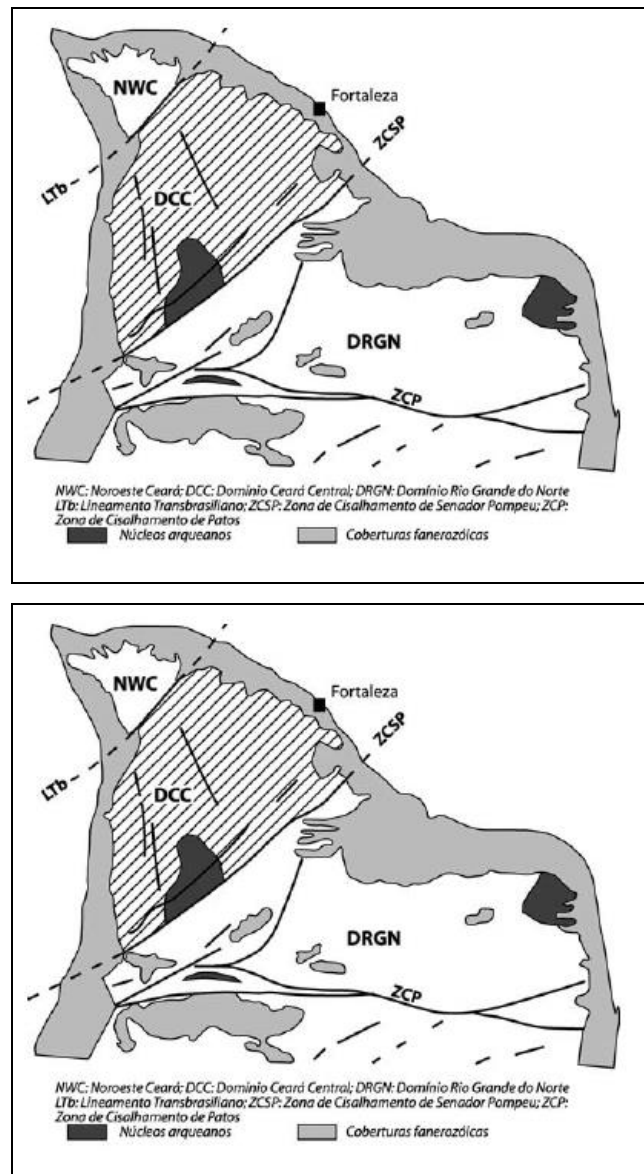
idade Ma	GEOCRONOLOGIA		LITOESTRATIGRAFIA	Evolução Tectônica	AMBIENTE
	Era	Período			
2.588	Cenozóico	Quaternário	 Depósitos Quaternários		marinho
23.03		Neógeno			
65.5		Paleógeno			
145.5	Mesozóico	Cretáceo			
199.6		Jurássico			
251.0		Triássico			
299.0	Paleozóico	Permiano			
359.2		Carbonífero			
416.0		Devoniano			
443.7		Siluriano			
488.3		Ordoviciano			
542.0		Cambriano			
1.000	Proterozóico	Neoproterozóico	 Unidade Rio Negro	Faixa Móvel Ribeira	

Figura V.1.3-4 - Coluna estratigráfica das unidades presentes na praia da Macumba (RJ).

V.1.3.1.3 - Praia do Futuro (Fortaleza - CE)

De acordo com a base de dados do Projeto RADAMBRASIL (1983), a praia do Futuro, local onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA no município de Fortaleza, está inserida em um ambiente geológico de planície litorânea, situada entre a linha de praia e as faixas de contato com outras unidades, como as planícies fluviomarinhas e o tabuleiro pré-litorâneo (**Mapa Geológico - Fortaleza - 3178-00-EA-MP-2002**, no Caderno de Mapas).

Analisando geotectonicamente a área de estudo, verifica-se que esta está inserida na província Borborema, que constitui uma entidade tectônica formada durante o evento tectono-orogênico Brasileiro, desencadeado no final do Proterozóico Superior (ALMEIDA, 1967 *apud* SCHOBENHAUS *et al.*, 1984). As rochas que compõem esse embasamento são essencialmente gnaisses e granitos, que formam complexos pouco ou não deformados, originando o Domínio Ceará Central, que pode ser observado na **Figura V.1.3-5** (CABY & ARTHAUD, 1986 *apud* CPRM, 2008).



Fonte: CPRM 2008.

Figura V.1.3-5 - Limite do Domínio Ceará Central limitado conforme FETTER (1999).

Os tabuleiros pré-Litorâneos, sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras, as dunas e a faixa praias da área estudo são uma representação da sedimentação fanerozóica no litoral de Fortaleza. A Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica, distribui-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa, à retaguarda dos sedimentos eólicos areno-argilosos de cores variadas, antigos e atuais, que encontram-se capeados também pelos

sedimentos flúvio-aluvionares ao longo dos rios e riachos. Estes sedimentos também apresentam níveis conglomeráticos em alguns locais.

De acordo com ALBUQUERQUE (2008), a Praia do Futuro é composta predominantemente por sedimentos arenosos de diferentes classes modais que se prolongam da linha de baixa-mar até a profundidade de 20 metros. Os sedimentos atualmente observados na planície costeira litorânea são resultado de processos construtivos durante o Quaternário, oriundos da erosão de rochas do Grupo Barreiras. Ventos preferenciais do mar para a terra (alísios) remobilizam parte da sedimentação depositada na praia, para formar campos de dunas na retroárea.

Na Praia do Futuro destaca-se ainda a presença de arenitos de praia, também conhecidos como *beachrocks* (Figura V.1.3-6), cimentados através do processo de precipitação de carbonato de cálcio nas proximidades do Rio Cocó (MORAIS *et al.*, 2001). A gênese da formação desses arenitos de praia deve-se provavelmente à proximidade da desembocadura do Rio Cocó, o que favorece a cimentação das areias através da dissolução dos carbonatos, que se recristalizam no contato do lençol freático com o oceano.



Figura V.1.3-6 - Arenitos de praia (*beachrocks*) observados na base da face da praia.

A Figura V.1.3-7 apresenta a coluna estratigráfica das unidades geológicas que ocorrem na Praia do Futuro. O código de cores e cronologia adotadas foram o da *International Commission on Stratigraphy* (ICS, 2010).

Idade Ma	GEOCRONOLOGIA		LITOESTRATIGRAFIA		Evolução Tectônica	AMBIENTE
	Era	Período	Época			
2,588	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Depósito Quaternário (Dunas)		eólico marinho continental
			Pleistoceno	Depósito Quaternário (Depósitos Marinhos Holocênicos)		
				Arenitos de Praia (beachrocks)		
23,03		Neógeno		Formação Barreiras		
65,5		Paleógeno				
145,5	Mesozóico	Cretáceo				
199,6		Jurássico				
251,0		Triássico				
299,0	Paleozóico	Permiano				
359,2		Carbonífero				
416,0		Devoniano				
443,7		Siluriano				
488,3		Ordoviciano				
542,0		Cambriano				
1000	Proterozóico	Neoproterozóico				
1.600		Mesoproterozóico				
2.500		Paleoproterozóico	Complexo Gnaissico e Granítico		Província Borborema	

Figura V.1.3-7 - Coluna estratigráfica das unidades presentes na Praia do Futuro (CE).

V.1.3.2 - Geologia Marinha

Este capítulo apresenta as características do relevo submarino das bacias sedimentares brasileiras que serão interceptadas pela rota do Cabo Submarino BRUSA. Segundo o projeto, nas regiões norte e nordeste do Brasil, o percurso do cabo passa por uma pequena porção da bacia do Ceará e pelas bacias de Potiguar e de Pernambuco-Paraíba (Figura V.1.3-8). No sudeste, o Cabo Submarino BRUSA passará por uma pequena porção da Bacia de Campos e atingirá a linha de costa na Bacia de Santos. A seguir, estão caracterizadas, quanto à fisiografia e faciologia, as bacias sedimentares brasileiras que serão interceptadas pela rota do Cabo Submarino BRUSA.

Neste estudo optou-se por não se incluir a caracterização das bacias sedimentares do Ceará e de Campos, tendo em vista que a rota do Cabo Submarino BRUSA atinge uma pequena porção da área destas bacias.

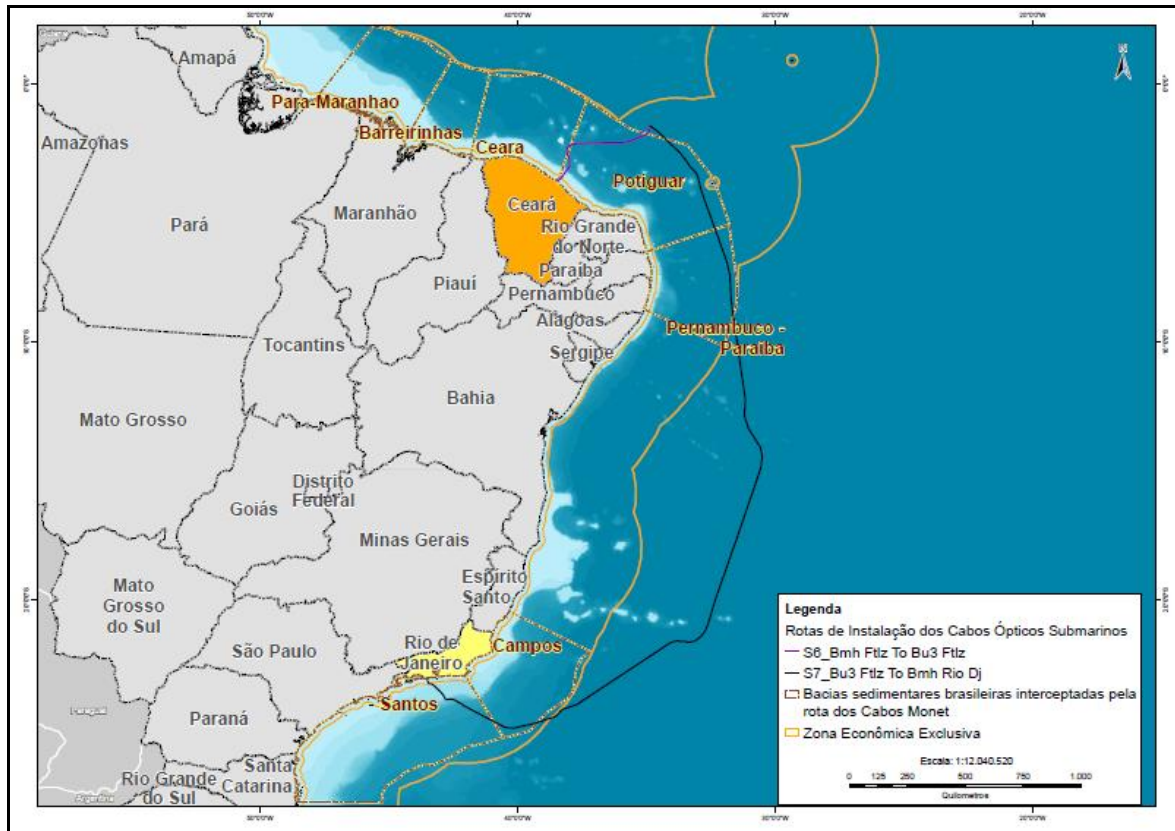


Figura V.1.3-8 - Bacias sedimentares brasileiras que serão interceptadas pelo Cabo Submarino BRUSA.

V.1.3.2.1 - Bacia de Potiguar

A Bacia de Potiguar se distribui em sua maior parte no estado do Rio Grande do Norte, e em menor parte, no Estado do Ceará, no extremo leste da Margem Equatorial Brasileira **Figura V.1.3-9**. Esta bacia é limitada ao sul pelo embasamento cristalino, atingido profundidades de 2.000 m, a oeste pelo Alto de Fortaleza, e a leste pelo Alto de Touros (PESSOA NETO et al., 2007).



Fonte: Soares *et al.*, 2003.

Figura V.1.3-9 - Localização da Bacia Potiguar.

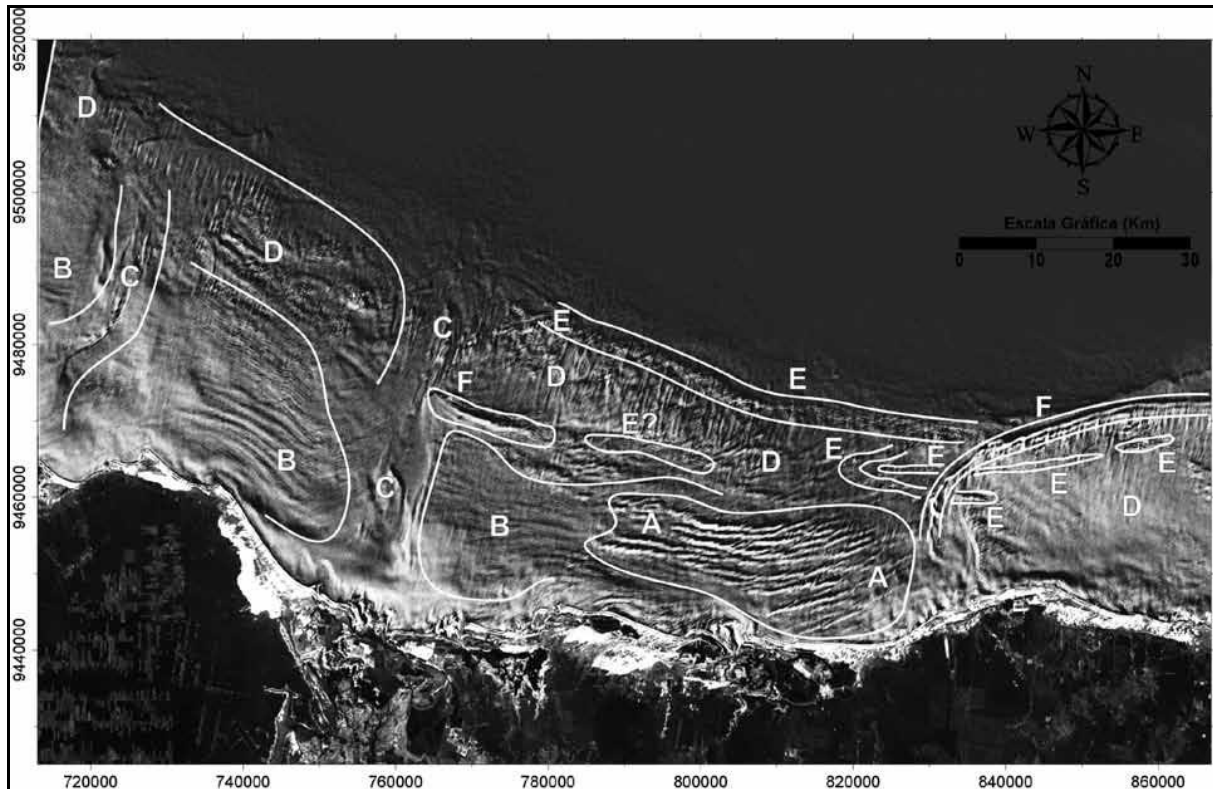
A Plataforma Continental da Bacia de Potiguar ocupa uma área de aproximadamente 15.000 km² e profundidade média de 21 m. Já a Quebra da Plataforma ocorre a cerca de 60 m de lâmina d'água. A extensão da plataforma varia de 17.000 m na margem sul até 57.000 m na margem norte, a partir da linha de praia. A declividade predominante na área da plataforma varia de 0° a 1°, ou seja, é normalmente baixa. O Talude Continental apresenta aproximadamente 21.000 km² e profundidade média de 1.226 m (desvio padrão = 670). A declividade média do Talude é de 4° (desvio padrão = 3) (PETROBRAS, 2009).

V.1.3.2.1.1 - Fisiografia

A Plataforma Continental e o Talude Bacia de Potiguar possui um máximo de 43 km de largura entre Areia Branca e São Bento do Norte. A Plataforma é limitada pela linha de costa e estende-se em direção ao Talude, onde a profundidade de transição está entre 40 e 60 m. A plataforma pode ser dividida em plataforma interna, média e externa, com base na caracterização geomorfológica e sedimentológica (GOMES & VITAL, 2010).

A Plataforma interna possui o relevo suave, com a presença de extensos campos de dunas longitudinais. Esta é limitada pela isóbata de 15 m, com predominância de sedimentos siliciclásticos. Entre as isóbatas de 15 m e 25 m se localiza a plataforma média, caracterizada pela ocorrência mista de sedimentos e dunas transversais. A plataforma externa é estreita, com declividade superior à da plataforma média e limita-se entre as isóbatas de 25 e 40 m de profundidade. O limite entre a plataforma média e a externa é bem marcado, na porção central desta plataforma, por uma extensa linha de antigas rochas praias (*beachrocks*). Nesta faixa existe a predominância de sedimentos bioclásticos e proeminentes desníveis batimétricos (GOMES & VITAL, 2010).

Do limite externo da plataforma ao início da planície abissal, ocorre um desnível superior a 2.000 m sobre o Talude e o Sopé Continental. A Plataforma Continental, como um todo, é ocupada por dunas subaquáticas (na porção oeste da área, campos de dunas de Galinhos e dunas longitudinais em frente a Diogo Lopes); campo de dunas longitudinais na plataforma interna; os vales incisos do Rio Açú e do Rio Apodi-Mossoró (os rios mais importantes da região); dunas transversais na plataforma média; rochas praias (*beachrocks*); e corpo arenoso marinho raso isolado (Coroa das Lavadeiras na porção leste da área) (Figura V.1.3-10).



A) Campos de Dunas longitudinais simétricas e assimétricas; B) Dunas subaquáticas longitudinais paralelas à costa; C) Paleocanais do Rio Açú (leste) e Rio Mossoró (oeste); D) Campos de Dunas transversais; E) Linhas de rochas praias (*beachrocks*); F) Corpos arenosos marinhos rasos isolados (Gomes e Vital, 2010).

Figura V.1.3-10 - Imagem LandSat7 processada por GOMES *et al.* (2007a), destacando as principais feições geomorfológicas (modificado de VITAL *et al.* 2008) sobre a Plataforma Continental norte do RN.

As linhas de rochas praias (*beachrocks*) estão dispostas na direção E-W, (Figura V.1.3-11) e são geralmente interceptadas e cobertas pela formação de corpos arenosos isolados na região ao longo da Coroa das Lavadeiras e seguem em direção ao Alto de Touros. Também em frente a Diogo Lopes são identificados alguns corpos com mesma resposta espectral, distando aproximadamente 17 km da linha de costa atual. Devido à inclinação (basculamento) e à cobertura por sedimentos dos blocos das rochas praias, estes se apresentam na imagem de satélite mais estreitos do que em sua largura real, o que pode ser comprovado com fotografias subaquáticas e registro batimétrico (OLIVEIRA, 2009).

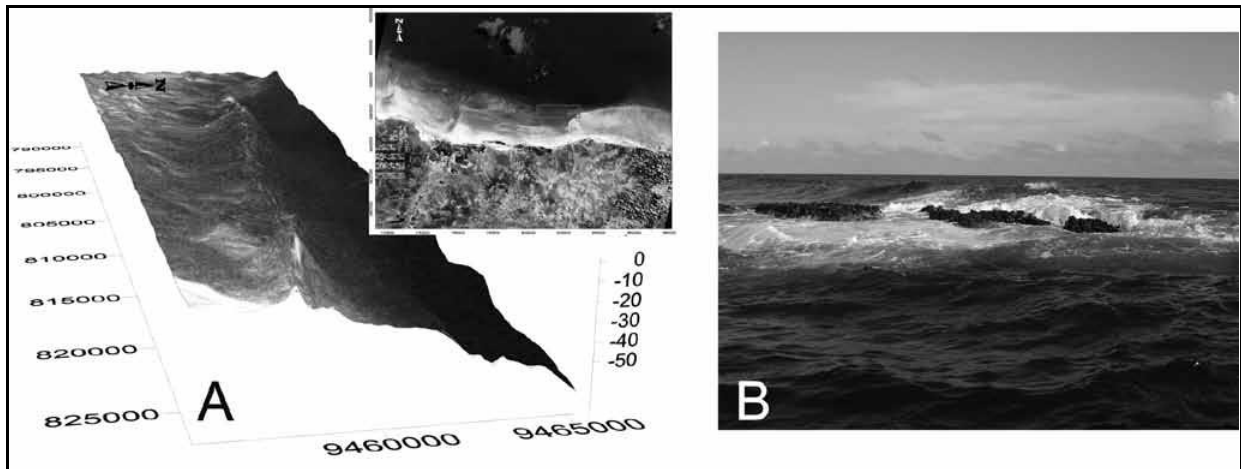
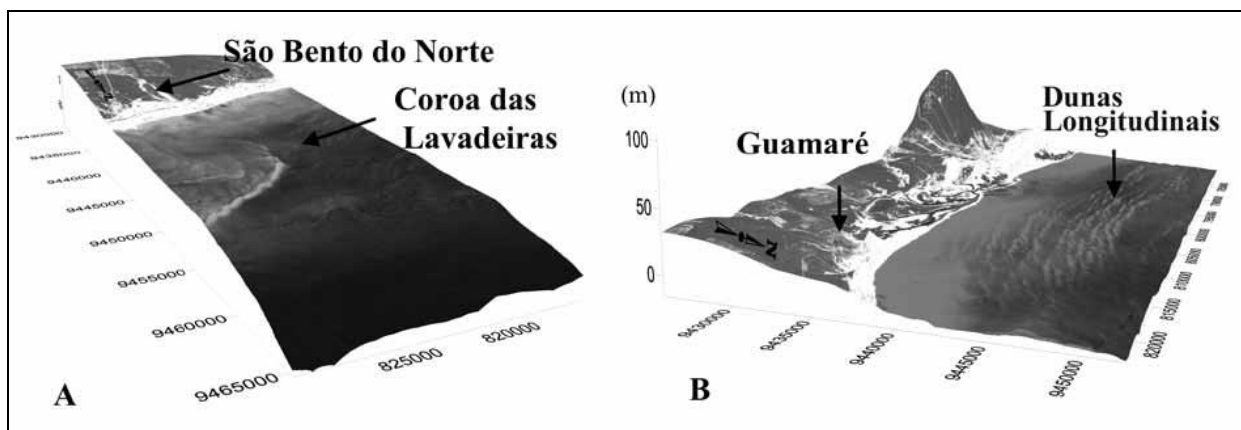


Foto: I. Cabral Neto. Modificado de GOMES *et al.* (2007b).

Figura V.1.3-11 - A) MDT/Imagem da linha das rochas praiais localizadas próximo à Quebra da Plataforma. B) Rochas praiais acima do atual nível do mar.

No trecho da plataforma próximo a São Bento do Norte e à Ponta dos Três Irmãos é identificada uma feição conhecida localmente como “Coroa das Lavadeiras” (Figura V.1.3-12). Esta feição é geomorfologicamente caracterizada como um corpo arenoso marinho raso isolado (TABOSA, 2006; TABOSA & VITAL, 2006; VITAL *et al.*, 2008). Este corpo arenoso apresenta-se como um alto em forma de curva, posicionado paralelamente à linha da costa, com mudança de direção do seu contorno para sudoeste, por vezes se sobrepondo a linhas de rochas praiais.



Fonte: Modificado de GOMES *et al.* (2007b).

Figura V.1.3-12 - A) Corpo arenoso submerso isolado - Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas longitudinais em frente a Galinhos.

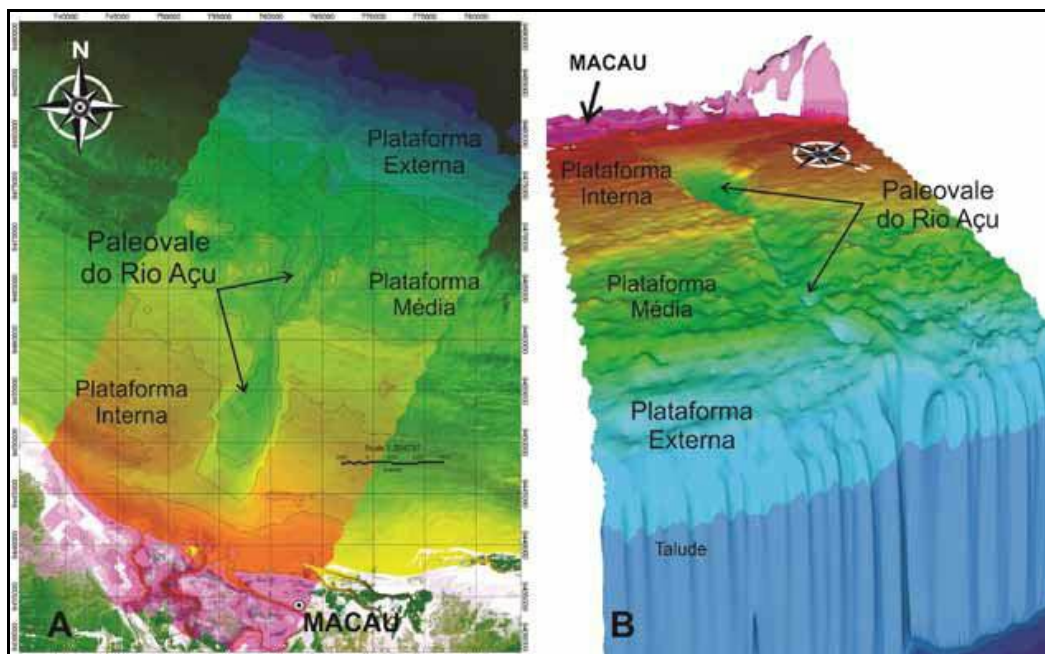
Segundo a literatura, as estruturas sedimentares observáveis nas imagens de satélite têm sua origem no retrabalhamento dos sedimentos por correntes, provocando deposição ou erosão, deixando a água turva. No entanto, a Coroa das Lavadeiras, formada na extremidade oeste do Alto de Touros, constitui uma barreira para o transporte sedimentar (TABOSA & VITAL, 2006). Esse obstáculo, juntamente com a incipiente contribuição de sedimentos trazidos pelos rios, proporciona a pequena quantidade de sedimentos em suspensão na plataforma. A não-deposição desses sedimentos e a atenuação da força das correntes oriundas do atlântico contribuem para uma melhor preservação das paleofeições e uma melhor visualização por imagens orbitais.

Uma formação de dunas subaquáticas com menor amplitude batimétrica, orientadas longitudinalmente na direção NE-SW, é observada a oeste da Coroa das lavadeiras. Essas dunas apresentam comprimento variando de 100-500 m e altura entre 0,5 a 6 m, as assimétricas apresentam comprimento variando de 60-190 m e altura entre 0,5-1 m, e a distância máxima entre cristas é de 1,5 km (GOMES *et al.* 2007b). Lateralmente a esse campo de dunas e a margem leste e oeste do paleovale do Rio Açu, na extensão da plataforma interna, ocorrem dunas longitudinais, que apresentam uma extensão contínua e paralela à linha de costa, estendendo-se desde a profundidade de 2 m até o início da plataforma média.

Na plataforma média observa-se um padrão de dunas transversais perpendiculares à linha de costa, diferindo dos demais padrões já citados. Essas dunas também podem ser observadas nas imagens de satélite sobre a plataforma adjacente, a Plataforma de Aracati (OLIVEIRA *et al.*, 2008), e sobre o Alto de Touros (VIANA *et al.*, 1991; TESTA & BOSENCE, 1999). Sua origem ainda é pouco discutida, mas pode estar ligada a correntes mais profundas que atingem a borda da plataforma.

Sobre esta porção da plataforma, são identificados dois expressivos vales incisos, que recebem o nome dos dois principais rios da estrutura hidrográfica da planície costeira meio-norte do Rio Grande do Norte: Rio Piranhas-Açu e Rio Apodi-Mossoró. Estes rios estão situados perpendicularmente à costa em áreas de baixo gradiente em direção ao mar, onde formam superfícies de inundação planas a suavemente inclinadas (planície de maré e flúvio/estuarina).

A depressão do Rio Açu, estende-se desde a foz até a borda da plataforma, onde é identificado um paleocanal imerso (**Figura V.1.3-13**), atingindo profundidades máximas de 32 m na plataforma. Esta depressão se estende como vale inciso até o Talude, nesse ponto distando 35 km da foz e com mesma orientação NNE do atual. Esses dois grandes rios são interpretados como vales incisos formados em situação de decida do nível do mar, e posteriormente preenchidos por sedimentos pleistocênicos e holocênicos (SCHWARZER *et al.*, 2006; LIMA, 2006; LIMA & VITAL, 2006; VITAL *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2007b).

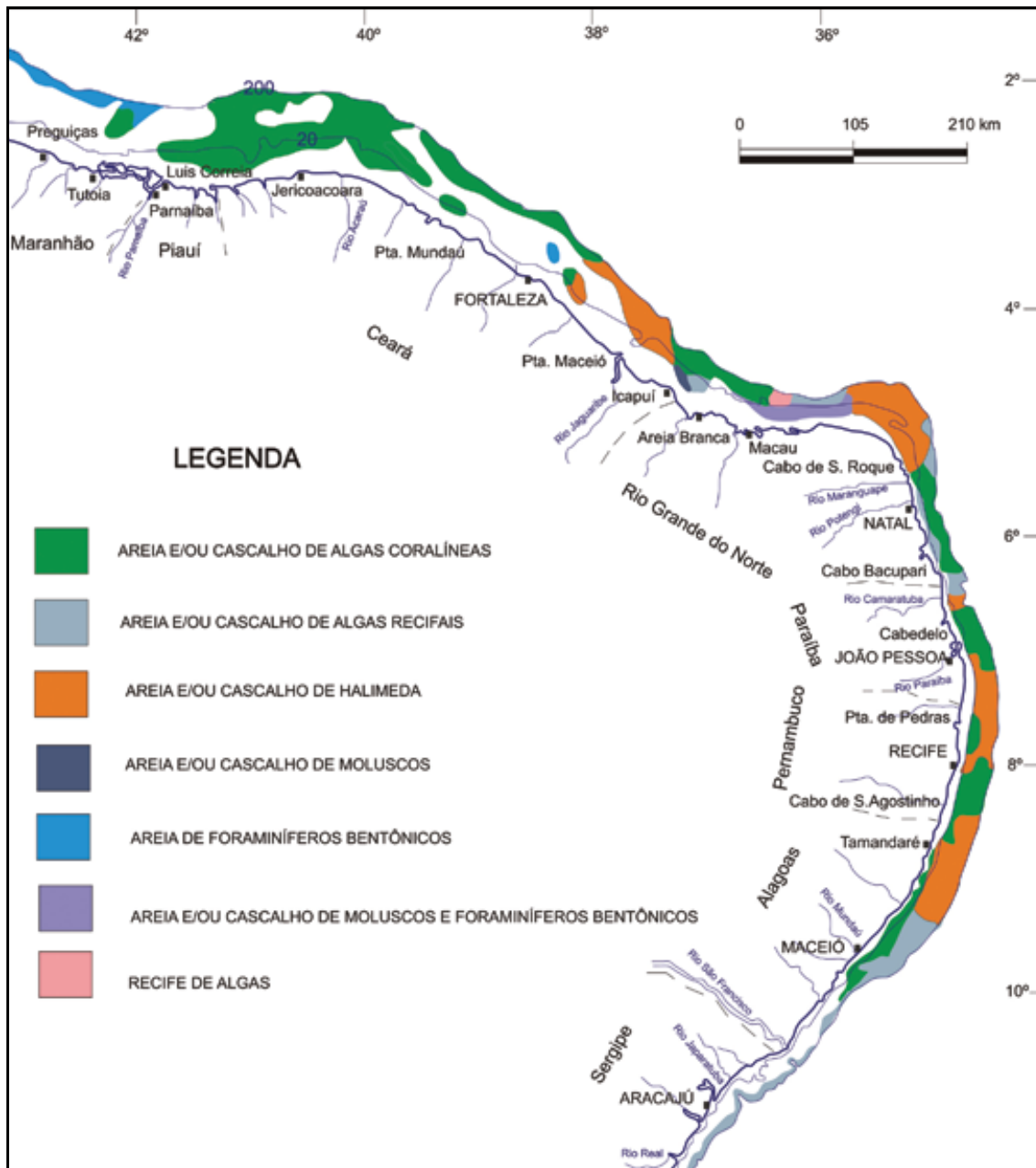


Fonte: Gomes & Vital (2010).

Figura V.1.3-13 - (A) Imagem com batimetria em curvas de nível e (B) MDT da região do paleovale do Rio Açu sobre a plataforma interna (tons vermelho-amarelados), média (tons verdes) e externa (tons azuis).

V.1.3.2.1.2 - Faciologia

A sedimentação mista na plataforma da Bacia Potiguar foi implantada a partir do Neocampaniano e assim permanece até os dias atuais, com a coexistência de sistemas deposicionais siliciclásticos e carbonáticos (Figura V.1.3-14), sendo os primeiros dominantes na porção proximal da bacia e os últimos na porção distal ou borda da plataforma. Das relações verticais e laterais das fácies, dadas pela alternância destes sistemas ao longo do tempo, resultou um registro litológico complexo, compreendido em três unidades litoestratigráficas: a Formação Tibau, composta de arenitos e conglomerados, derivados dos sistemas de leques costeiros e do preenchimento de vales incisivos; a Formação Guimarães, composta de calcarenitos e calcilitos, originados de bioconstruções e bancos algálicos na borda da plataforma; e a Formação Ubarana, composta de folhelhos, calcilitos e arenitos subordinados, apresentando a sedimentação recíproca oriunda da plataforma e depositada em ambiente de Talude (PESSOA NETO, 2003).



Fonte: Adaptado de Projeto REMAC (1979).

Figura V.1.3-14 - Distribuição dos sedimentos carbonáticos na Plataforma Continental nordeste do Brasil.

V.1.3.2.2 - Bacia de Pernambuco-Paraíba

A Bacia de Pernambuco-Paraíba é a mais setentrional da costa leste do Brasil e é constituída por duas sub-bacias, separadas pelo Lineamento de Pernambuco, a sub-Bacia Pernambuco (também conhecida como Bacia do Cabo, a sul) e a sub-Bacia de Recife-João Pessoa (a norte). Esta bacia localiza-se numa estreita faixa sedimentar da Plataforma Continental (**Figura V.1.3-15**), ocupando uma estreita faixa na porção costeira dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte e cobre uma área de cerca de 30.000 km² na porção emersa (BIZZI, 2003). Esta bacia é limitada ao norte pelo Alto de Touros, limite com a Bacia de Potiguar, ao sul pelo Alto de Maragogi, separando-a da Bacia de Sergipe-Alagoas, e a oeste pelo sistema de falhas de borda, que a separa do embasamento, formado por rochas metamórficas da Província Borborema.



Fonte: Souza-Lima *et al.*, 2003.

Figura V.1.3-15 - Localização da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba.

A sub-Bacia de Recife-João Pessoa é uma região de embasamento mais raso, apresentando, ao menos na região emersa, uma espessura sedimentar muito reduzida, de cerca de 400 m. A sub-Bacia Pernambuco destaca-se como uma bacia mais profunda, com espessuras sedimentares superiores a 3.000 m na região de Cupe (FEIJÓ, 1994a).

Na margem leste brasileira, a região ocupada por essa bacia foi, provavelmente, aquela onde o desenvolvimento do *rifte* ocorreu por último. Imediatamente ao sul do Lineamento Pernambuco, na sub-bacia do Cabo, o estabelecimento do *rifte* ocorreu no Eoaptiano, com o desenvolvimento do graben de Cupe. Ao norte desse lineamento, a ruptura só viria a acontecer, efetivamente, no Turoniano (PEREIRA, 1994).

V.1.3.2.2.1 - Fisiografia

A Plataforma Continental de Pernambuco-Paraíba possui aproximadamente 180 km de extensão norte-sul e a largura varia entre 42 km na porção norte e 30 km em frente ao Cabo de Santo Agostinho, com um valor médio de 35 km. Esta Plataforma Continental é considerada estreita, rasa e relativamente plana, com declividade abrupta a partir de 60 m, e possui fundo recoberto por areia quartzosa, lama, sedimento de transição (quartzo + algas calcárias), algas calcárias e detritos organogênicos (fragmentos orgânicos).

O baixo índice de erosão continental e a pequena taxa de sedimentação marinha na Plataforma Continental de Pernambuco-Paraíba, associados a fatores estruturais da área, podem ser responsáveis pela reduzida largura, enquanto a pouca profundidade é atribuída à ineficiência de processos marinhos nos últimos períodos geológicos. É possível ainda que a Corrente do Brasil possa, em parte, explicar o modesto desenvolvimento da plataforma (MANSO, 1997).

COUTINHO (1976) considerando os vários aspectos da morfologia e da distribuição dos diversos tipos de sedimentos na Plataforma Continental do nordeste brasileiro, sugeriu dividi-la em três segmentos perfeitamente identificáveis, denominando de plataforma interna (até a isóbata de 20 m), média (de 20 a 40 m) e externa (de 40 a 60 m).

Um dos traços morfológicos mais característicos da Plataforma Continental de Pernambuco-Paraíba é a presença constante, na Plataforma Continental Interna, de linhas de rochas praias (*beachrocks*) geralmente paralelas à costa, servindo de substrato para o desenvolvimento de algas e corais, além de constituir uma efetiva proteção ao litoral na medida em que absorve grande parte da energia das ondas incidentes.

Uma característica da plataforma pernambucana é a pequena quantidade de corais, comparada ao grande desenvolvimento de algas. O crescimento desses corais ficou restrito aos substratos litificados, representados pelas antigas linhas de praias ou estruturas de recifes algálicos. O crescimento atual dos corais é restrito ao lado externo dos *beachrocks* ou sobre as construções de algas calcárias incrustantes.

A Bacia Pernambuco-Paraíba apresenta em sua porção terrestre e na Plataforma Continental um gráben formado por sedimentos da fase rifte (Neocomiano-Aptiano) e sedimentos carbonáticos do Albiano-Cretáceo Superior, que gradam para siliciclásticos do Terciário. O Talude Continental da região entre o Alto de Touros e o Alto de Maragogi é bastante estreito, caindo-se de batimetrias de 1.000 m para mais de 4.000 m em menos do que 50 km. A parte superior do Platô de Pernambuco é caracterizada por crosta continental, e a parte inferior, na direção da Bacia Oceânica do Brasil, é caracterizada por crosta oceânica (COSTA & MAIA, 1986).

V.1.3.2.2.2 - Faciologia

A Plataforma Continental de Pernambuco é caracterizada por uma ativa produção carbonática orgânica que se traduz pelo desenvolvimento de fundos de algas calcárias (MANSO *et al.*, 2003).

Considerando os aspectos morfológicos e faciológicos da Plataforma Continental do Nordeste, COUTINHO (1976) sugeriu dividi-la em três segmentos:

- a) Plataforma interna - limitada pela isóbata de 20 metros, com relevo suave mas algumas irregularidades, devido à presença de recifes, canais, e ondulações. Esta porção da plataforma é coberta por areias terrígenas, cascalho e lamas;
- b) Plataforma média - de 20 a 40 m de profundidade, possui relevo bem mais irregular do que a plataforma interna. Esta porção da plataforma é recoberta por sedimentos grossos de origem biogênica. As algas, que formam o principal componente destes sedimentos de fundo, pertencem à família Coralinaceae, subfamília Melobesiae, com uma ou mais espécies do gênero *Lithothamnium*. São constituídas de 75 a 95% de carbonato de cálcio, 4 a 10% de carbonato de magnésio e ainda de oligoelementos. O limite superior de ocorrência destas algas calcárias está ligado diretamente ao fim da influência terrígena (aproximadamente 20 m), ocupando também a plataforma externa, até as isóbatas de 80 m a 90 m (MANSO, 1997). Além das algas coralinas, também merecem destaque as algas verdes calcificadas, que são igualmente importantes formadoras de sedimentos biogênicos (COUTINHO, 1976).
- c) Plataforma externa - localiza-se a partir de 40 m, coberta com areia biodetríticas, cascalhos e lamas cinza azuladas.

V.1.3.2.3 - Bacia de Santos

A Bacia de Santos está situada na porção sul-sudeste da costa brasileira, se estendendo entre Cabo Frio e a Ilha de Florianópolis, abrangendo os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e

Santa Catarina. Esta bacia é limitada ao norte pela Bacia de Campos, através do alto de Cabo Frio, ao sul pela Bacia de Pelotas, através do alto de Florianópolis, a oeste pelo platô de São Paulo, e a leste pelo embasamento do Complexo Costeiro da Província da Mantiqueira (Serra do Mar), abrangendo uma área de cerca de 350.000 km², até a isóbata de 2.000 m (MOREIRA & CARMINATTI, 2004). Esta bacia constitui uma das maiores depressões entre as bacias sedimentares da costa brasileira.

V.1.3.2.3.1 - Fisiografia

As províncias fisiográficas na Bacia de Santos se relacionam à evolução tectônica ocorrida nesta região desde o Proterozoico. Segundo ASMUS & FERRARI (1978) *apud* MUEHE & CARVALHO (1993), a gênese e configuração desse trecho da Plataforma Continental estaria relacionada a um tectonismo atuante durante o Terciário, no sudeste do continente sul-americano, que causou fraturamentos no embasamento cristalino. WEISSEL (1990) *apud* MUEHE & CARVALHO (*op. cit.*) afirma que a configuração atual da plataforma seria resultante de um modelamento erosivo pós fase rifte, ocorrido ao longo de zonas de fraturamento preexistentes ao soergimento continental, anterior à abertura da bacia do oceano Atlântico sul.

O Projeto REMAC (1979) define como região Sul a porção da costa brasileira situada entre o Cabo de São Tomé e o Rio Grande do Sul, sendo esta dividida em quatro setores: (1) Cabo de São Tomé-Cabo Frio, (2) Embaio de São Paulo (estendendo-se de Cabo Frio até Florianópolis), (3) Florianópolis-Mostardas e (4) Cone do Rio Grande. Considerando esta subdivisão, é abordado, para fins de descrição no presente estudo, o setor do embaio de São Paulo, que representa uma ampla concavidade da costa, cujo delineamento é, também, seguido pela Margem Continental.

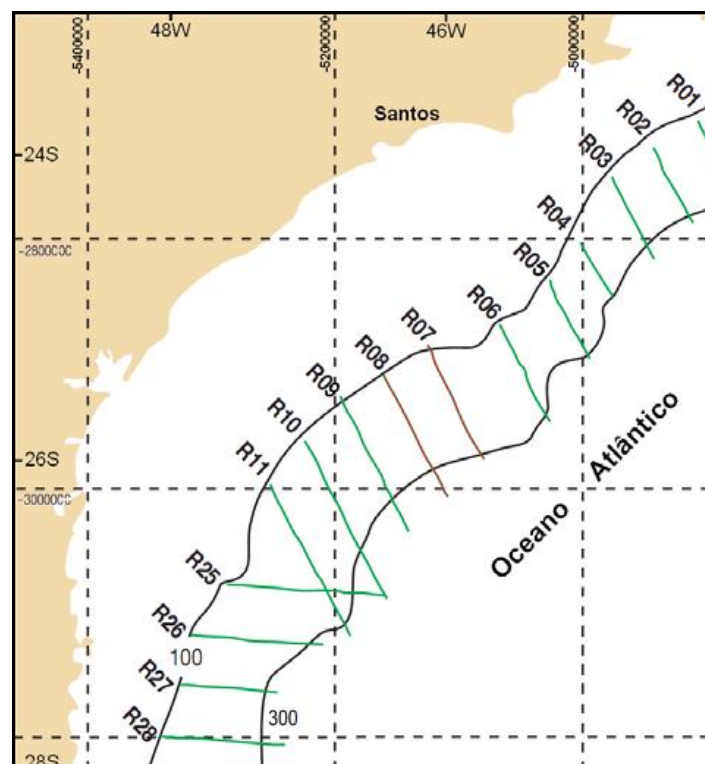
Plataforma Continental

A Plataforma Continental da Bacia de Santos denota uma orientação geral NE-SW, com isóbatas dispostas coincidentemente com a linha de costa. Em geral, as isóbatas são paralelas e afastadas entre si, indicando uma plataforma com declividade mais suave e menos profunda. A extensão máxima desta é de aproximadamente 228 km, sendo dividida em plataforma interna, média e externa.

A plataforma interna da Bacia de Santos apresenta largura que varia entre 30 e 50 km e se estende até a isóbata de 60 m, com gradientes entre 1:400 e 1:800. A plataforma média apresenta uma largura entre 30 e 50 km, atingindo como limite a isóbata de até 120 m, e

apresentando declividade em torno de 1:1.100. A plataforma externa possui uma largura aproximada de 42 km e declividade de cerca de 1:700, se estendendo entre as isóbatas de 140 m e 180 m, onde ocorre a Quebra da Plataforma. A Quebra da Plataforma é discreta, podendo apresentar bordas arredondadas ou terraços estreitos de abrasão marinha.

FIGUEIREDO JR. & TESSLER (2004), com base em dados do Programa REVIZEE, descreveram a topografia da Plataforma Continental e Talude, entre o cabo de São Tomé (RJ) e o arroio Chuí (RS). Nesta descrição são apresentados perfis transversais (“radiais” - RO’s), definidos a partir da isóbata de 100 m até, no mínimo, a isóbata de 500 m e gradientes do leito marinho dessas duas áreas (Figura V.1.3-16). Observa-se que a região apresenta superfícies com inclinação suave em direção ao platô continental, com alterações topográficas pouco expressivas. Associado a isto, os gradientes apontam para valores até 1°, demonstrando uma superfície entre plana a levemente ondulada (Figura V.1.3-17).



Fonte: Modificado de FIGUEIREDO JR. & TESSLER (2004).

Figura V.1.3-16 - Localização dos radiais executados pelo projeto REVIZEE.

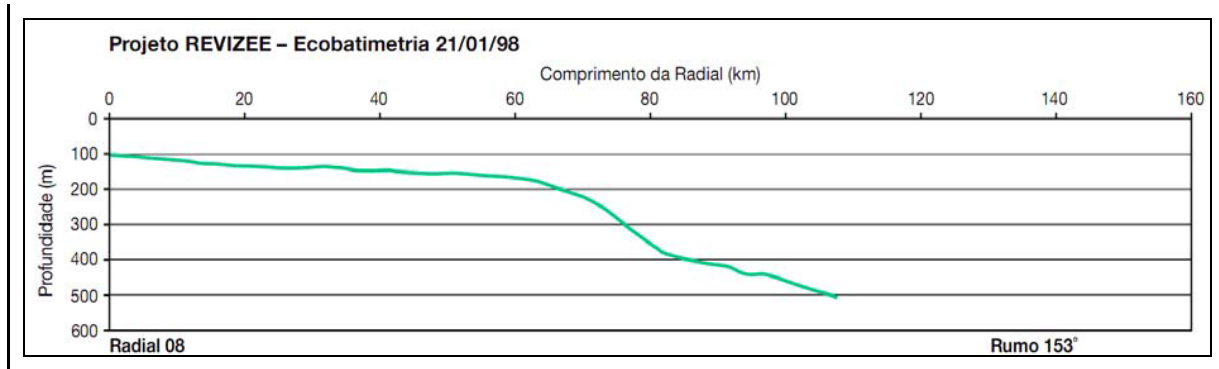


Figura V.1.3-17 - Exemplo de perfil topográfico transversal à Plataforma Continental e Talude. Nesta, pode-se observar a suavidade do leito marinho na região.

Ao longo do embaiamento ocorrem feições morfológicas antigas como canais e cânions, principalmente na Plataforma Continental. Geralmente, os canais são estreitos, alongados, parcialmente ou totalmente soterrados, tendo suas cabeceiras próximas à costa e se estendendo perpendicularmente à plataforma, podendo alcançar a Quebra da Plataforma. São destaques os canais de São Sebastião, Queimada e Cananéia. Os cânions de São Sebastião e São Paulo têm suas cabeceiras a partir da Quebra da Plataforma Continental.

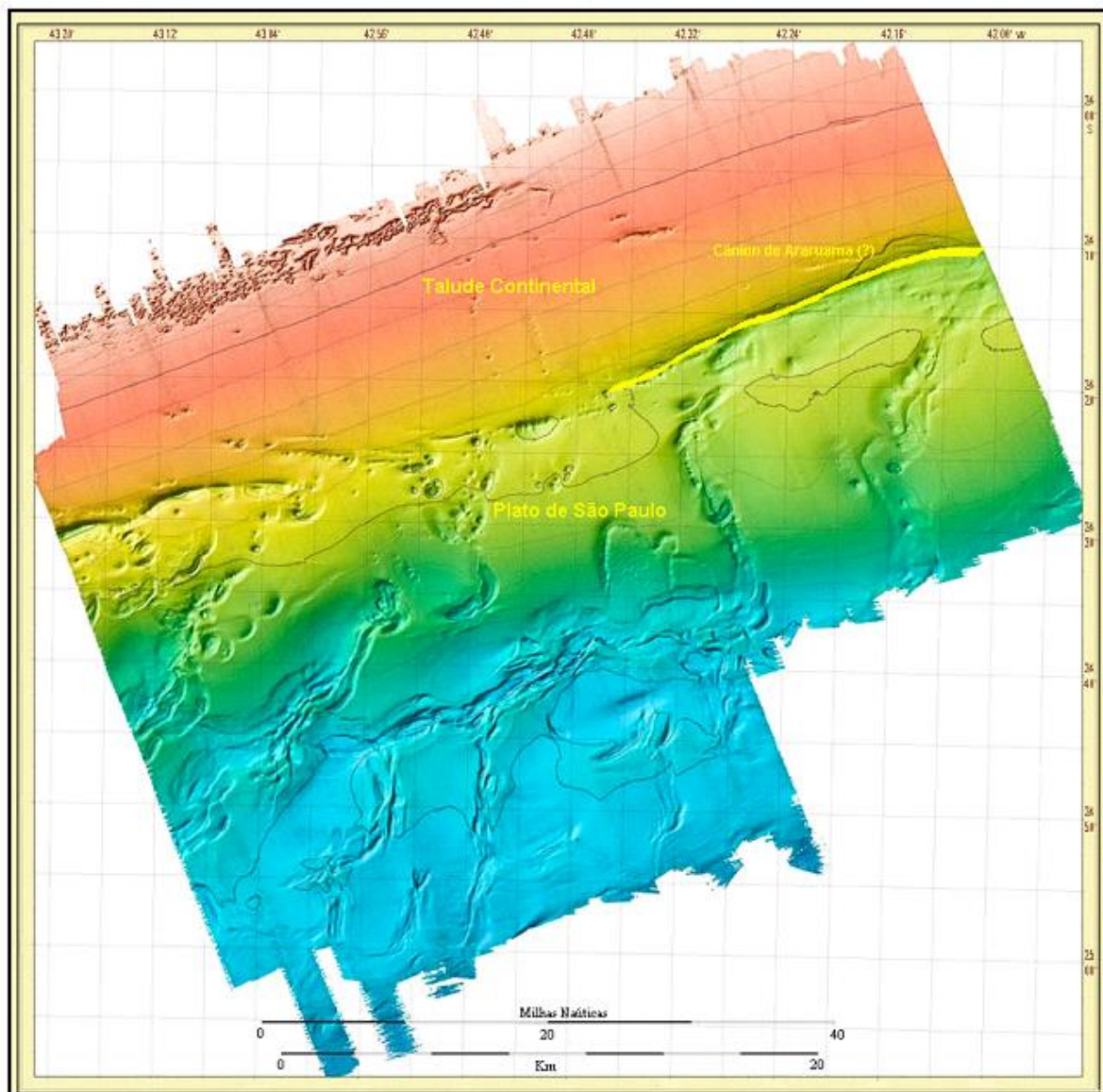
Talude Continental

O Talude Continental é subdividido em Talude superior e inferior. O Talude superior é, em geral, mais estreito e íngreme. Apresenta uma largura entre 20 e 30 km, quando atinge as isóbatas entre 700 e 800 m. A declividade varia entre 2° e 3°. Em alguns pontos, em função da acentuada declividade, é possível a ocorrência de movimentos de massa.

O Talude Continental inferior é relativamente mais largo e menos íngreme. O limite inferior se dá junto ao Platô de São Paulo, na profundidade de 2.000 m. A largura varia entre 100 e 150 km, onde o relevo mostra intumescências devido à influência de diápiros de sal.

No Talude estão presentes os cânions que se iniciam na Plataforma Continental e seguem em direção ao Platô de São Paulo. Os cânions existentes, o de São Sebastião e o de São Paulo, avançam até a porção média do Talude. A drenagem submarina, que geralmente abrange a extensão da Plataforma até a porção média do Talude, sugere ação erosiva “bem moderna” (ZEMBRUSCKI, 1979).

Nas porções menos profundas, ocorrem diversos *pockmarks*, que podem atingir 350 m de largura, estando alinhados com os planos de falhas, sugerindo possivelmente um caminho preferencial para a expulsão de fluidos. Na porção mais profunda estão presentes um pequeno número de canais com larguras próximas a 2.500 m, sendo inativos e parcialmente preenchidos por sedimentos recentes (CALDER *et al.*, 2002) (Figura V.1.3-18).



Fonte: Modificado de Calder *et al.* (2002).

Figura V.1.3-18 - Mapeamento geomorfológico do fundo oceânico na porção norte da Bacia de Santos, mostrando as principais feições morfológicas na área do Talude e Platô de São Paulo.

Na área de transição entre o Talude e o Platô de São Paulo a morfologia do fundo marinho inclui um conjunto de depressões lineares paralelas e perpendiculares à Quebra da Plataforma. Tais depressões lineares representam na superfície do fundo marinho expressões superficiais de planos de falhas relacionados às muralhas de sal subsuperficiais.

Platô de São Paulo

O Platô de São Paulo representa uma feição morfológica de destaque na margem continental sudeste brasileira, sendo resultante de uma deformação da crosta e do manto superior, situada diante da Bacia de Santos (GORINI & CARVALHO, 1984). Este platô mostra-se bastante amplo, situando-se entre a base do Talude Continental, numa profundidade de 2.500 m, prolongando-se em direção a leste até a profundidade de 3.500 m, terminando em uma escarpa íngreme. O platô é limitado pela Cadeia Vitória-Trindade, ao norte, e pela Dorsal de São Paulo, ao sul, sendo que a leste seu limite coincide com o limite do sal Aptiano (GORINI & CARVALHO, *op. cit.*).

V.1.3.2.3.2 - Faciologia

Na Bacia de Santos, na área do embaçamento sul, especificamente entre Ubatuba e Cananéia, as fácies sedimentares superficiais presentes relacionam-se a dois grandes domínios: as fácies terrígenas e as carbonáticas. As fácies terrígenas são constituídas por cascalhos, areias, silte e argilas, com teores de CaCO_3 inferiores a 50%, enquanto as fácies carbonáticas possuem teores superiores a 50% (REMAC, 1979).

A Plataforma Continental, ao largo da área compreendida entre Ubatuba e Cananéia há o predomínio da fácies arenosa. Esta se estende pela porção interna até a externa da Plataforma Continental, atingindo a isóbata de 60 a 100 m.

Segundo ALVES & PONZI (1984), esta fácies é constituída por areias quartzosas subarcoseanas reliquiárias, muito finas, com coloração acinzentada, grãos subangulosos a subarredondados e bem polidos. Dada à ausência de estudos sedimentológicos mais detalhados em direção ao largo, supõe-se que tais características possam ser extrapoladas a esta ao longo do trecho abordado neste estudo. É sabido que, geralmente, na região da plataforma interna, há uma tendência de acréscimo da fração mais grossa no sedimento.

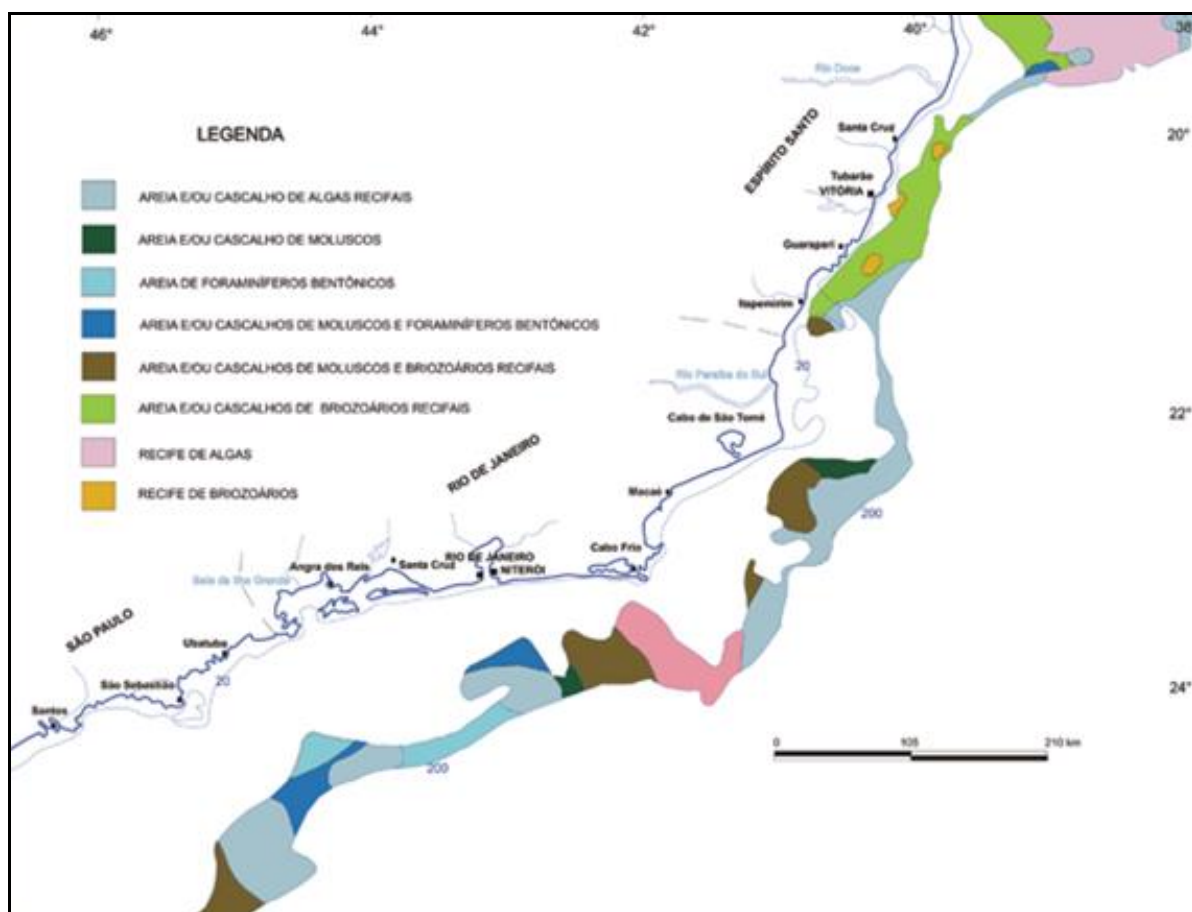
A fácies arenosa é recoberta por fácies lamosa. Estas são de idade Holocênica e se apresentam como manchas isoladas ao longo da Plataforma Continental. Uma imensa mancha encontra-se disposta desde ao largo de Santos até ao largo de Cananéia, se fazendo presente a partir da

isóbata de 60 m, se estendendo até a Quebra da Plataforma Continental. Em geral, na Bacia de Santos os sedimentos finos, a fração lamosa, está diretamente associada a alterações batimétricas.

De acordo com ALVES & PONZI (1984), as fácies terrígenas são constituídas por argilominerais do tipo caulinita, montmorilonita e illita, predominantemente na fração silte, formando lamassilticas. A grande participação de montmorilonita sugere como provável área-fonte as áreas de drenagens modernas e/ou atuais.

Outro estudo, produzido por MMA/PETROBRAS/AS/PEG (2002), evidenciou a sudoeste nesta bacia um predomínio de silte e argila (90,1% das amostras), sendo que o predomínio de silte, de 89,2%, foi muito superior à argila, de 0,9%. O cascalho foi encontrado em 3,3% das estações, e areia muito grossa em 7,5%, a areia grossa em 11,7%, a areia média em 14,9%, a areia fina em 18,2% e a areia muito fina em 5,6%. As areias predominam em somente 9,9% das estações. Segundo o referido estudo, a maior contribuição é de areia muito fina, com 5,6%, e de areia fina, com 3,3%.

As fácies carbonáticas (**Figura V.1.3-19**) passam a ocorrer a partir da profundidade de 100 m e alcançam até a Quebra da Plataforma e, provavelmente, a parte superior do Talude, podendo atingir a profundidade de até 200 m. Tais fácies são constituídas por areias e/ou cascalhos de algas recifais, moluscos e foraminíferos bentônicos, moluscos e briozoários recifais, podendo ou não ocorrer associados.



Fonte: Adaptado de Projeto REMAC (1979).

Figura V.1.3-19 - Distribuição dos sedimentos carbonáticos na Plataforma Continental sudeste do Brasil.

V.1.3.3 - Geologia Local

V.1.3.3.1 - Introdução

Com a finalidade de caracterizar as feições fisiográficas e a faciologia do fundo oceânico na rota prevista para a instalação do Cabo Submarino BRUSA na Zona Econômica Exclusiva Brasileira - ZEE (Figura V.1.3-8), foi realizado um levantamento geológico prévio (*survey*), no qual foram adquiridos dados de *Side Scan Sonar* - SSS (Sonar de Varredura Lateral), *Multi-beam* - MB (Ecossonda Multi-feixe), *Sub-Bottom Profiler* - SBP (Perfilador de Sub-fundo) e Magnetômetro. Além destes dados também foram realizadas coleta e análise dos sedimentos superficiais e de sondagens do leito marinho, imagens do fundo, nas porções mais rasas, onde não foi possível a utilização de embarcação. Na porção emersa, até o local previsto para a instalação da caixa de passagem (*Beach Manhole* - BMH), foram realizados levantamentos topográficos e coletas e

análises dos sedimentos superficiais e de amostragens das areias das praias do Futuro (CE) e da Macumba (RJ).

Para a caracterização fisiográfica e faciológica das porções emersas e submersas, dos locais da ZEE onde está prevista a instalação do Cabo Submarino BRUSA, o levantamento geológico prévio foi dividido em quatro segmentos, a saber:

1. Parte do segmento 5 - do limite da ZEE até BU3;
2. Segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3;
3. Parte do Segmento 7 - de BU3 até o limite da ZEE; e
4. Parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a Praia da Macumba (RJ)

Os resultados do levantamento prévio (*survey*) são aqui apresentados segundo estes quatro segmentos (**Figura V.1.3-20**).

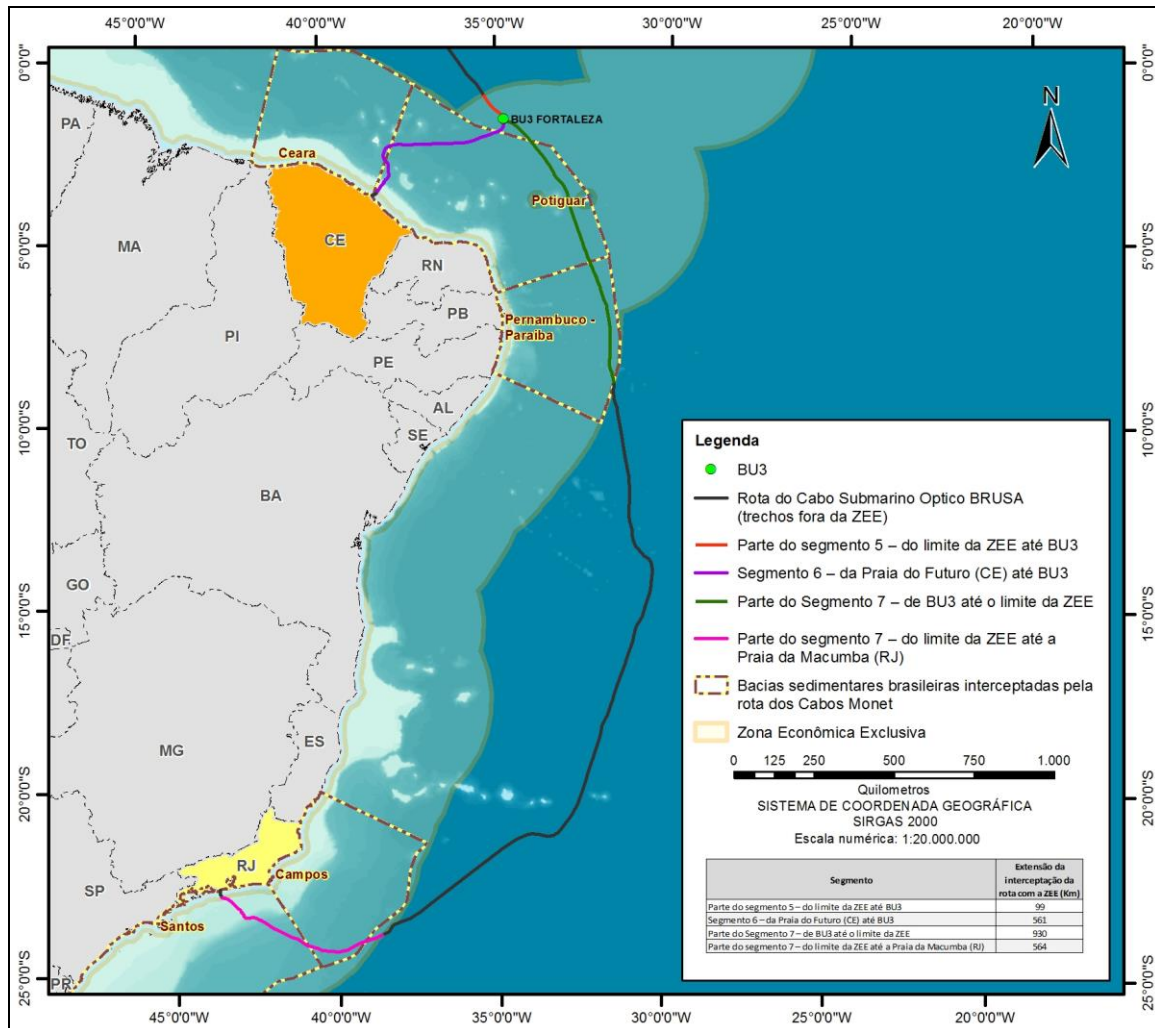


Figura V.1.3-20 - Quatro segmentos adotados para a caracterização da Geologia Local.

V.1.3.3.2 - Parte do segmento 5 - do limite da ZEE até BU3

Em áreas de grande profundidade, o Cabo Submarino BRUSA é apenas depositado no leito marinho, não havendo necessidade de enterramento do mesmo, que ao longo do tempo acaba sendo soterrado por processos naturais. Ao longo do trecho do segmento 5 que faz parte da ZEE brasileira, as profundidades se mantêm sempre maiores que 4.000 m, por conseguinte não foram feitos levantamentos da cobertura sedimentar.

As cartas referentes ao parte do segmento 5 que se encontra sobre a ZEE brasileira (Anexo V.1.3-1 - Cartas de parte do segmento 5 - do limite da ZEE até BU3 - DIGITAL) não possui dados sobre a cobertura sedimentar do leito marinho, mas possui os dados batimétricos desta região.

Neste trecho, a profundidade varia de 4.250 m, próximo à BU3 (KP4030.935), até 4.460 m, onde inicia-se a ZEE brasileira (KP3930).

A rota do Cabo Submarino BRUSA, neste trecho, encontra-se sobre um leito marinho sem grandes variações batimétricas (pouco acidentado), a pesar de existirem alguns acidentes geográficos ao largo da rota pré-definida.

Próximo ao KP4020 existe uma elevação de aproximadamente 160 m de altura (de 4.280 m até 4.120 m de profundidade), com gradiente que chega a atingir 15°.

Próximo ao BU3 (KP4030) encontra-se também um monte submarino com gradiente de até 41° e aproximadamente 1.000 m de altura (de 4.270 até 3.250 m de profundidade). A rota do Cabo BRUSA encontra-se a aproximadamente 2 km da base de monte submarino (**Figura V.1.3-21**).

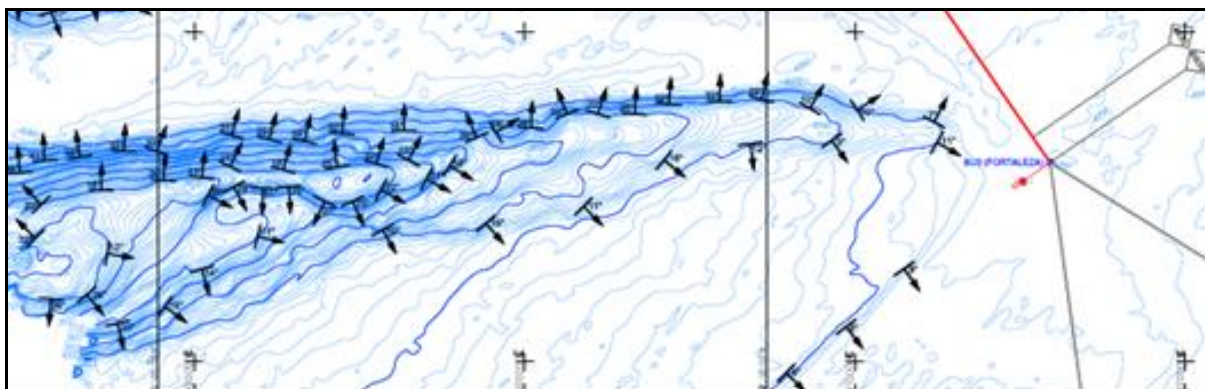


Figura V.1.3-21 - Monte submarino localizado a cerca de 2 km da rota do Cabo Submarino BRUSA, próximo ao KP4030.

V.1.3.3.3 - Segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3

O segmento 6 apresenta registros batimétricos, desde a linha de costa até 4.250 m de profundidade, e de sedimentos de fundo, até a isóbata de 1.500 m (**Anexo V.1.3-2 - Cartas do segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3 - DIGITAL**). As classes de sedimentos encontradas nesta faixa de profundidade são:

- cs: classe de sedimentos de granulometria variando de areia fina a cascalho. Incluindo áreas com camadas de cascalho, sendo intercalados por camadas de fragmentos de conchas e áreas contendo um cascalho grosso composto por algas calcárias (KP53); e

- **fs:** classe de sedimentos finos, em alguns casos composto por lama “firme” e em outros por lama com fragmentos de conchas.

Abaixo é apresentada uma tabela com os trechos e composição do leito marinho por posição KP (*Kilometer Post*) e por faixa de profundidade (**Quadro V.1.3-1**).

Quadro V.1.3-1 - Trechos e composição do fundo por posição (KP - *Kilometer Post*) e por faixa de profundidade.

Cobertura Sedimentar	# KP	Profundidade (m)
Sedimento Grosso (cs) *1	0.3 - 37	0 a 38
Manchas de lama próximas à linha do cabo	36 - 37	35 a 38
Sedimento fino (fs)	37 - 38	38
Sedimento Grosso (cs)	38 - 55	38 a 75
Sedimento fino (fs)	55 - 67	75 a 1.500
Fim do registro de sedimento	67	1.500

*1 Pequenas manchas de lama (fs) perto à linha do cabo entre KP36 e KP37 (38 m de profundidade)

Não há registros de construções carbonáticas na faixa do levantamento onde há informações sobre a composição do leito marinho, entretanto a faixa de 15 até 75 m de profundidade caracteriza-se pela atividade da pesca de lagosta, a qual é diretamente ligada a regiões onde o leito marinho apresenta-se colonizado por algas não calcárias e algas calcárias, além de áreas de deposição de fragmentos de construções biogênicas, formando o habitat típico de crustáceos e seres bentônicos. Portanto, existe a possibilidade de que os objetos classificados como “não identificados”, indicados no levantamento prévio, tratem-se de equipamentos de pesca (armadilhas) ou, possivelmente, estruturas biogênicas.

Testemunhos coletados durante os levantamentos prévios foram descritos e anexados às cartas desenvolvidas a partir deste levantamento. Abaixo estão apresentadas as descrições de alguns testemunhos e suas respectivas localizações ao longo da rota do Cabo Submarino BRUSA (**Figura V.1.3-22**).

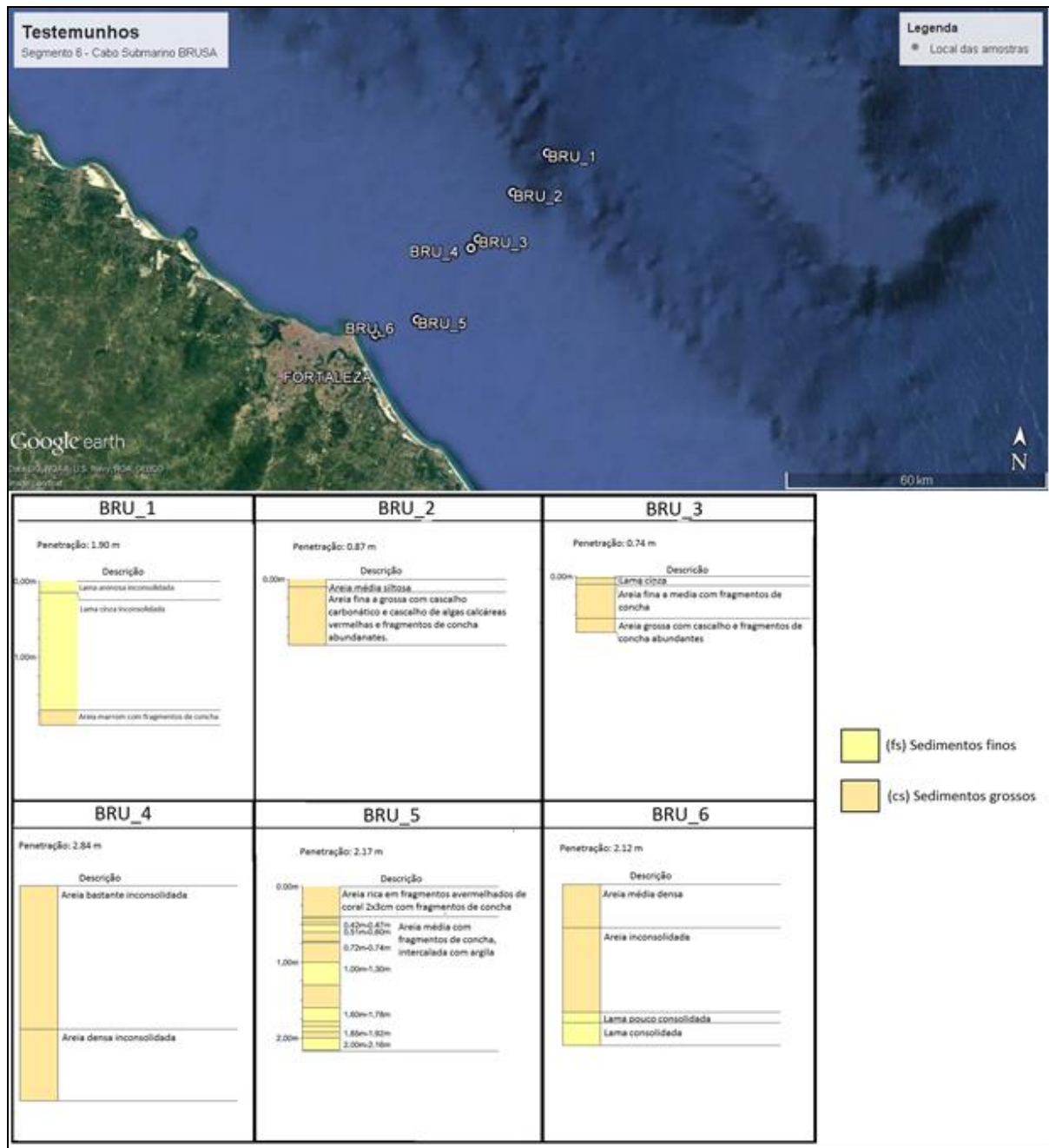


Figura V.1.3-22 - Imagem localizando os testemunhos coletados ao longo do segmento 6 da rota do Cabo Submarino BRUSA, durante o estudo prévio da cobertura sedimentar. Descrição básica dos testemunhos, apresentadas no estudo prévio.

O leito marinho deste segmento apresenta gradiente suave desde a costa até a região de profundidade de 44 m., próximo ao KP45. A partir desta profundidade, ocorre a aproximação das isóbatas, caracterizando um aumento do gradiente de fundo (Figura V.1.3-23).

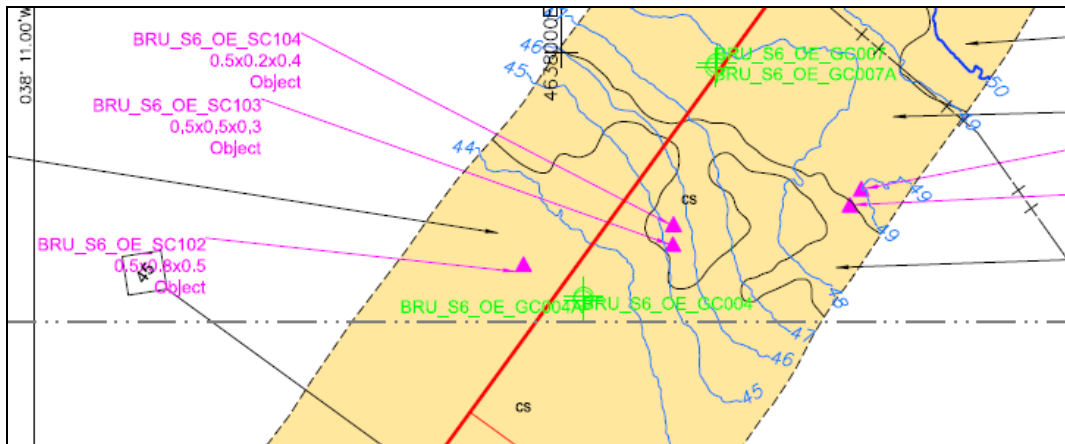


Figura V.1.3-23 - Aumento do gradiente de fundo na rota do Cabo Submarino BRUSA, próximo ao KP45.

A pesar do gradiente suave da Plataforma Continental, nesta região estão presentes pontos de morfologia de fundo irregular, tais como ondulações.

Entre as posições KP31,5 e KP 33.5 é observada uma depressão que decai de aproximadamente 27 m de profundidade para até 33 m (Figura V.1.3-24).

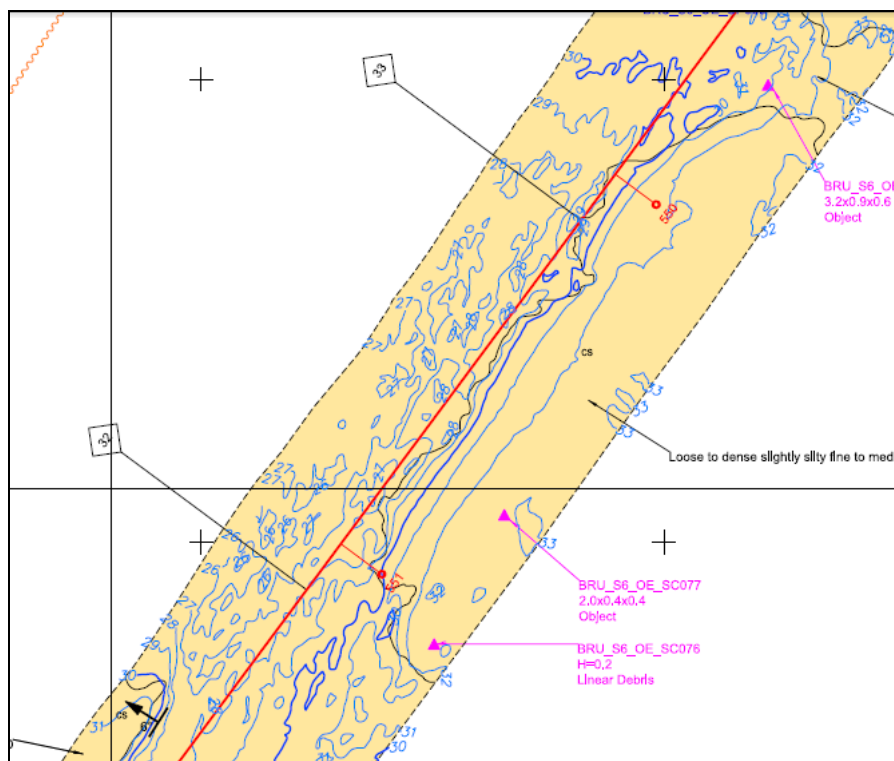


Figura V.1.3-24 - Depressão do leito marinho na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP31.5 e KP33.5.

Entre os KP38 e KP40, à aproximadamente 37 m de profundidade, é observada uma estrutura alongada, orientada no sentido NNW-SSE, aparentando pertencer ao campo de dunas transversais, relacionadas ao efeito das correntes transversais à costa (**Figura V.1.3-25**).

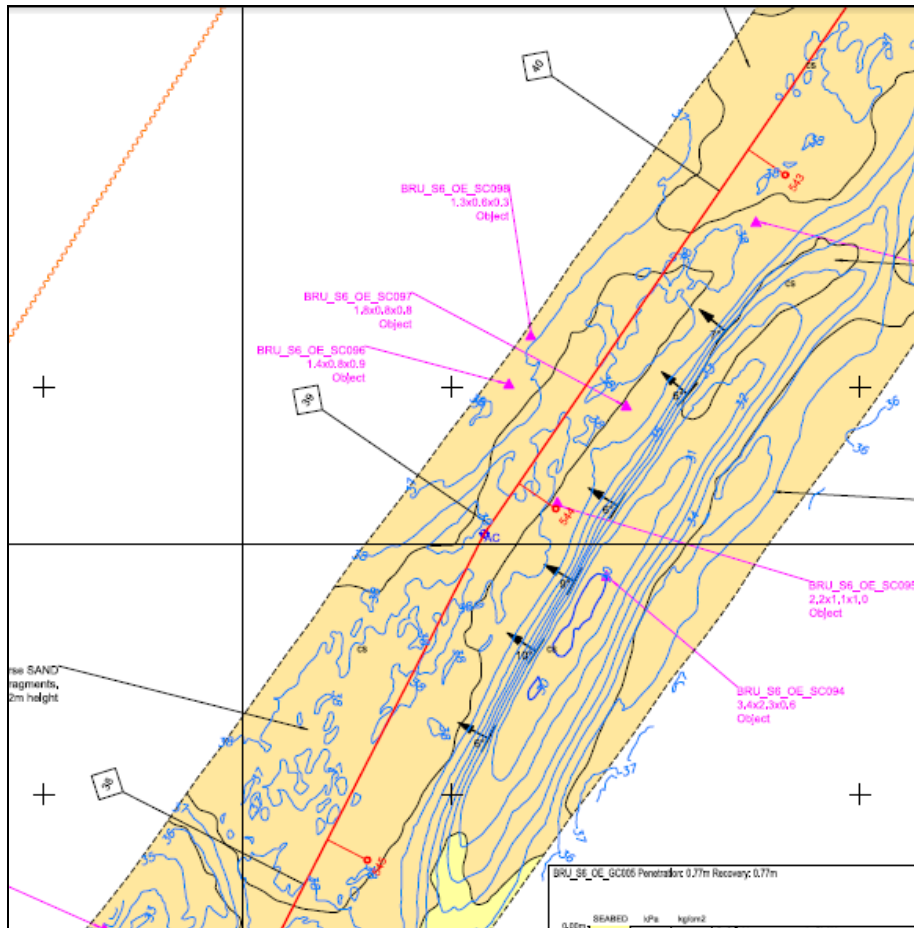


Figura V.1.3-25 - Estrutura alongada, orientada no sentido NNW-SSE, aparentando pertencer ao campo de dunas transversais na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP38 e KP40.

Para além do KP 40, até o KP42, a estrutura alongada aparece, mas agora de forma segmentada.

Entre os KP55 e KP55, entre 70 e 400m de profundidade, o gradiente de fundo aumenta significativamente, chegando a atingir 31° (**Figura V.1.3-26**).

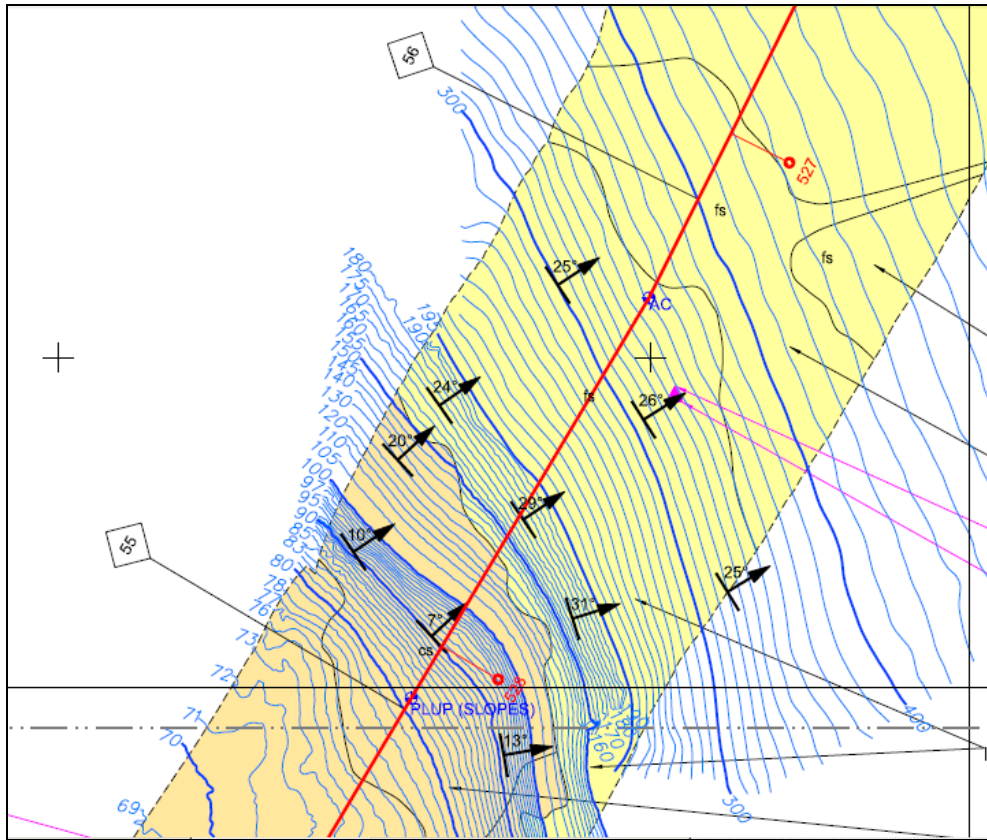


Figura V.1.3-26 - Aumento significativo do do gradiente de fundo na rota do Cabo Submarino BRUSA, entre os KP55 e KP56.

Na posição KP61, à aproximadamente 900 m de profundidade, ocorrem depressão que devido ao gradiente (20°) e forma, possivelmente estão associadas à presença de cânions nesta região (Figura V.1.3-27).

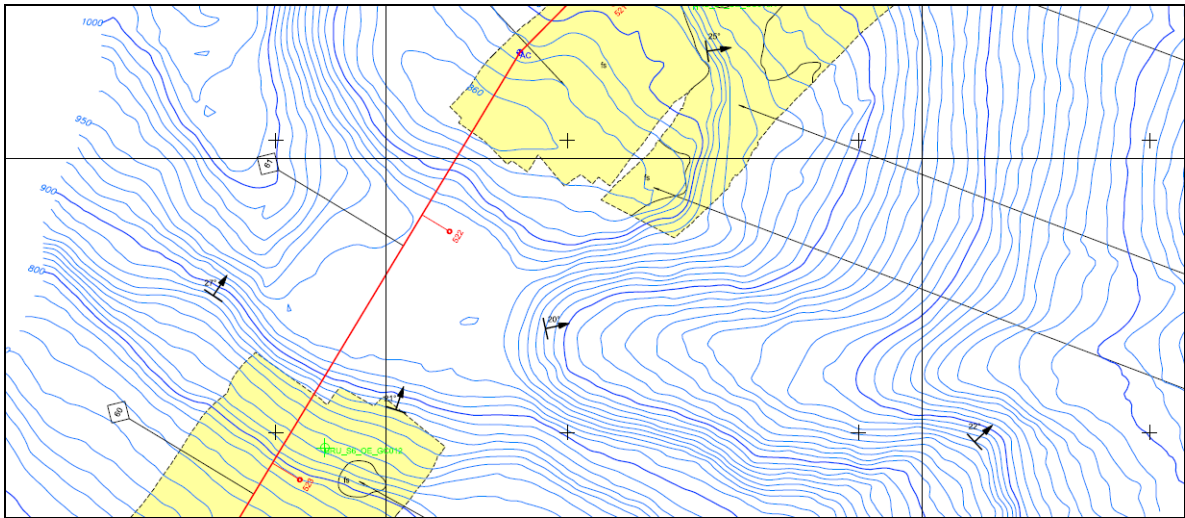


Figura V.1.3-27 - Depressões na rota do Cabo Submarino BRUSA, na posição KP61.

De 900 m de profundidade até aproximadamente 3.000 m (entre KP160 e 170), observa-se a ocorrência de algumas elevações no leito marinho. Próximo ao KP165, mas não exatamente na rota do cabo, está presente uma elevação cujo gradiente chega a atingir 35° (Figura V.1.3-28).

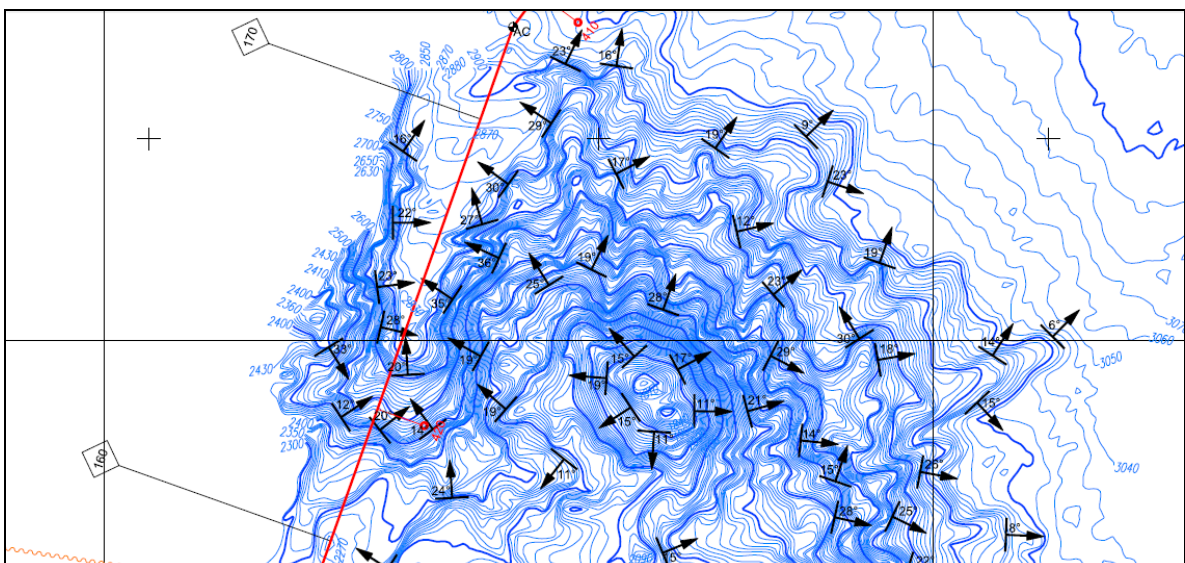


Figura V.1.3-28 - Elevação ao largo da rota do Cabo Submarino BRUSA, na posição KP165.

Do KP170 (3.000 m de profundidade) até o BU3 (KP583.125, a aproximadamente 4.250 m) na rota pré-definida para a passagem do Cabo Submarino BRUSA, o leito marinho apresenta-se não muito acidentado. Somente próximo ao BU3, a aproximadamente 2 km de distância deste, e fora da rota do cabo, é observada a presença um monte submarino (Figura V.1.3-29).

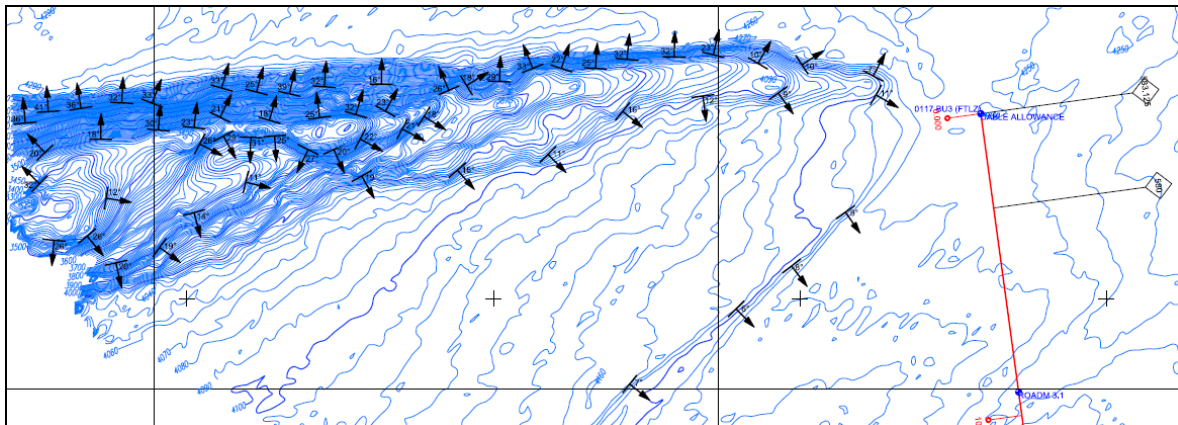


Figura V.1.3-29 - Monte submarino próximo ao BU3.

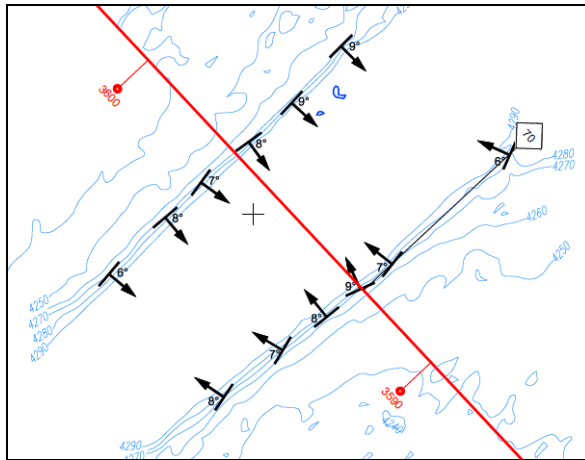
V.1.3.3.4 - Parte do Segmento 7 - de BU3 até o limite da ZEE

Não há registros da cobertura sedimentar no levantamento prévio deste trecho do segmento 7, entre o BU3 e o limite da ZEE-brasileira, em consequência das grandes profundidades nas quais se encontra a rota prevista para a passagem do cabo.

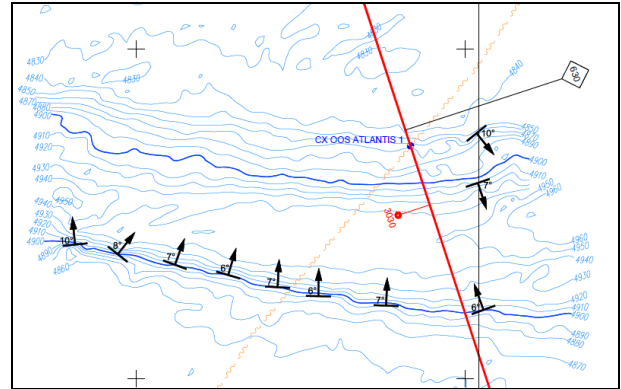
Os dados batimétricos deste segmento (**Anexo V.1.3-2 - Cartas do segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até BU3 - DIGITAL**) indicam que o leito marinho por onde passará o Cabo Submarino BRUSA, apresenta-se pouco acidentado, possuindo como únicas feições significativas duas depressões e uma elevação.

Neste segmento as profundidades variam de aproximadamente 3.250 m a 5.200 m de profundidade.

Das duas depressões existentes neste segmento, uma encontra-se entre o KP65 e KP70, com profundidade passando de 4.260 m para 4.290 m, e gradiente de até 9°. A outra depressão está entre o KP630 e KP640, passando de 4.850 m para 4.950 m de profundidade, com declividade de até 10° (**Figura V.1.3-30**). As duas depressões podem estar associadas a falhas transformantes.



Depressão entre o KP65 e KP70



Depressão entre o KP630 e KP640

Figura V.1.3-30 - Depressões no leito marinho.

A elevação presente neste segmento da rota de passagem do Cabo BRUSA ocorre entre o KP870 e o KP900. A base desta elevação ocorre a 5.180 m de profundidade e o topo a 3.270 m. O gradiente chega a atingir 35° (Figura V.1.3-31).

A rota pré-definida para a passagem do Cabo Submarino BRUSA sai da ZEE brasileira na posição KP930.

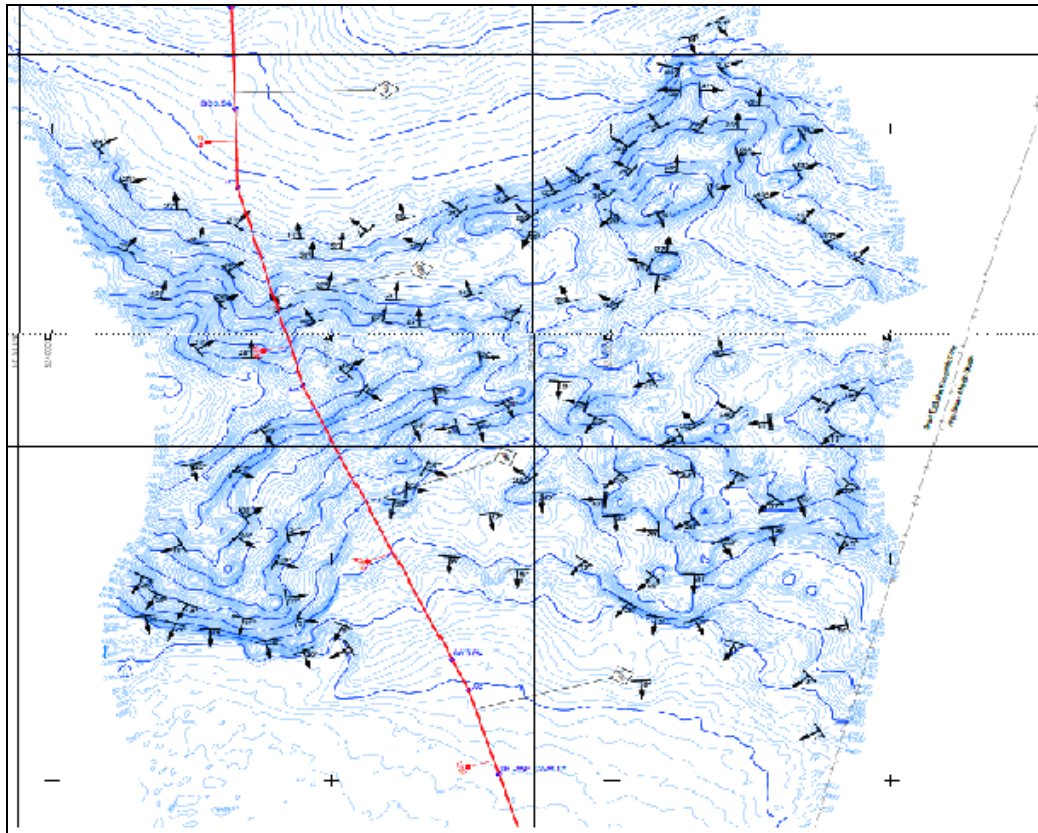


Figura V.1.3-31 - Elevação entre KP870 e KP900.

V.1.3.3.5 - Parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a Praia da Macumba (RJ)

O segmento 7 apresenta registros batimétricos em toda sua extensão, cruzando todas as linhas batimétricas desde a linha de costa até profundidades próximas a 5.000 m. O levantamento do tipo de cobertura sedimentar do leito marinho se faz desde a chegada do cabo na Praia da Macumba, no Rio de Janeiro, até as proximidades do KP3454, na profundidade de 1.520 m (Anexo V.1.3-4 - Cartas de parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a Praia da Macumba (RJ) - DIGITAL). As classes de sedimentos encontradas nesta porção da rota do Cabo Submarino BRUSA são:

- **cs:** areia variando de fina à grossa, intercalada com cascalho fino à médio e muitas vezes com fragmentos de conchas;
- **fs:** variando desde camadas de lama superficiais de densidade muito baixa até camadas espessas de lama densa com fragmentos de concha.

Abaixo é apresentada uma tabela com os trechos e composição do leito marinho por posição KP (*Kilometer Post*) e por faixa de profundidade (**Quadro V.1.3-2**).

Quadro V.1.3-2 - Trechos e composição do fundo por posição (KP - *Kilometer Post*) e por faixa de profundidade.

Cobertura Sedimentar	# KP	Profundidade (m)
Sedimento fino (fs)	3453 - 3543	1560 a 240
Sedimento grosso (cs)	3543 - 3607	240 a 108
Sedimento fino (fs)	3607 - 3641	108 a 60
Sedimento grosso (cs)* ¹	3641 - 3662	60 a 8
Fim do registro de sedimento	3662	8

*¹ Afloramento de conglomerado com fragmentos de conchas em área próxima à rota pré-definida para o Cabo BRUSA, na altura do KP3644 (58 m de profundidade).

Testemunhos, coletados por *Piston Core*, foram descritos em vários pontos ao longo do segmento 7. Abaixo são apresentadas algumas descrições destes testemunhos e suas respectivas localizações (**Figura V.1.3-32**).

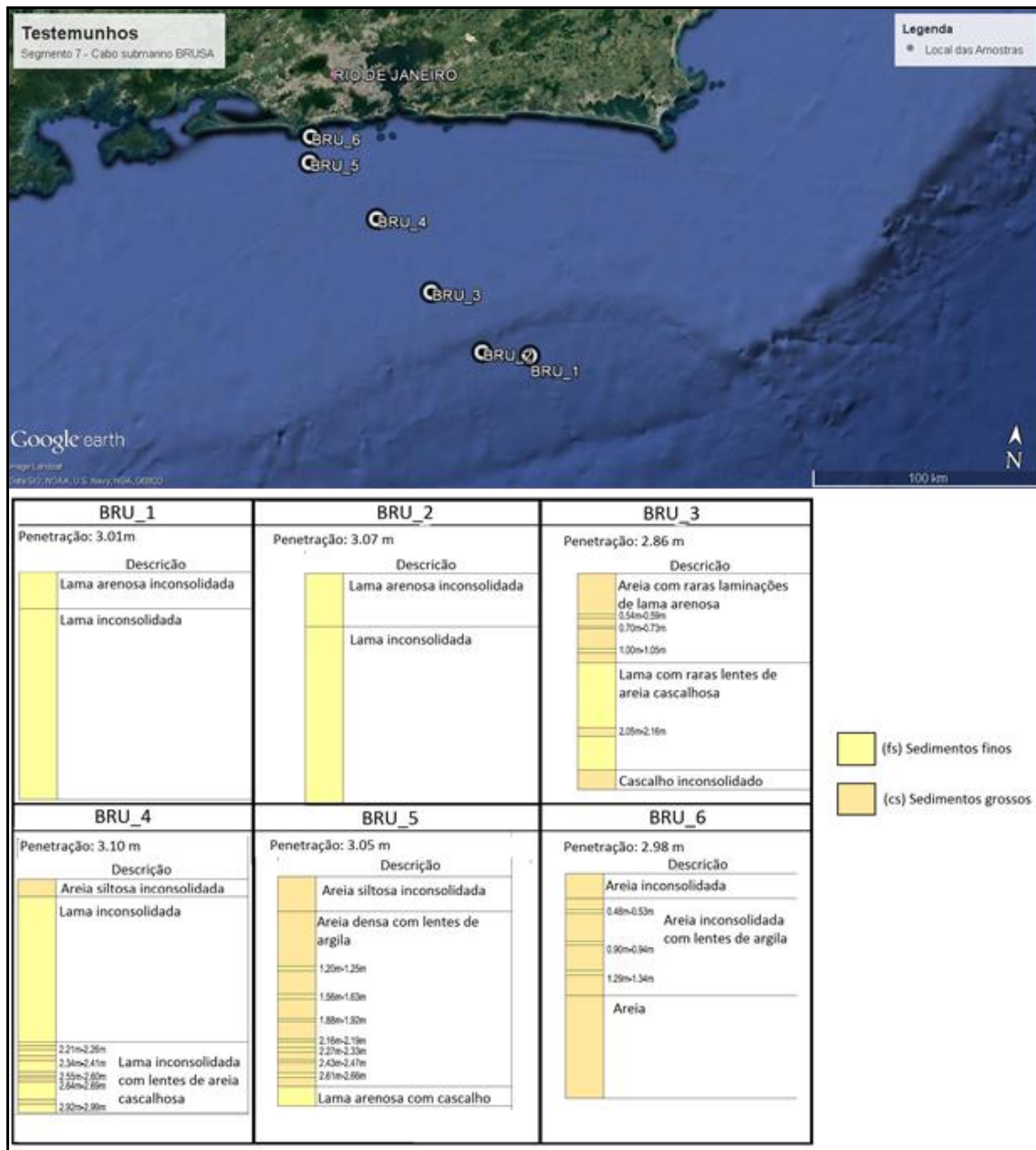


Figura V.1.3-32 - Imagem localizando os testemunhos coletados ao longo do segmento 7, na rota do Cabo Submarino BRUSA, durante o levantamento prévio da cobertura sedimentar. Descrição básica dos testemunhos, apresentadas no levantamento prévio.

Os dados batimétricos deste segmento apontam a ocorrência de um gradiente suave a muito suave ao longo da rota até a isóbata de 200 m (Figura V.1.3-33), em KP3545, onde há um aumento significativo do gradiente ade fundo, para até 9°, correspondendo à Quebra da Plataforma Continental (Figura V.1.3-34).

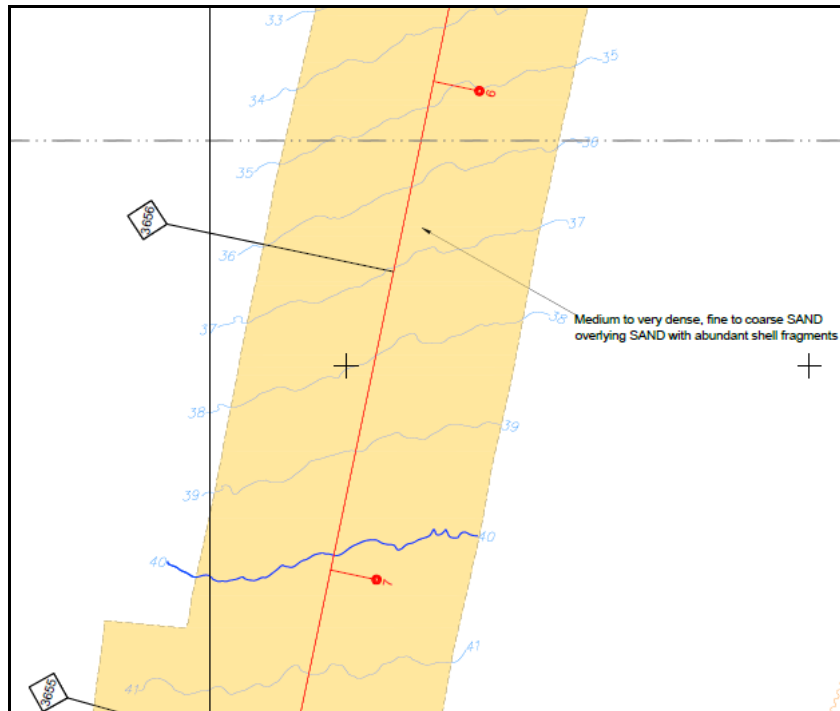


Figura V.1.3-33 - Gradiente suave a muito suave da Plataforma Continental.

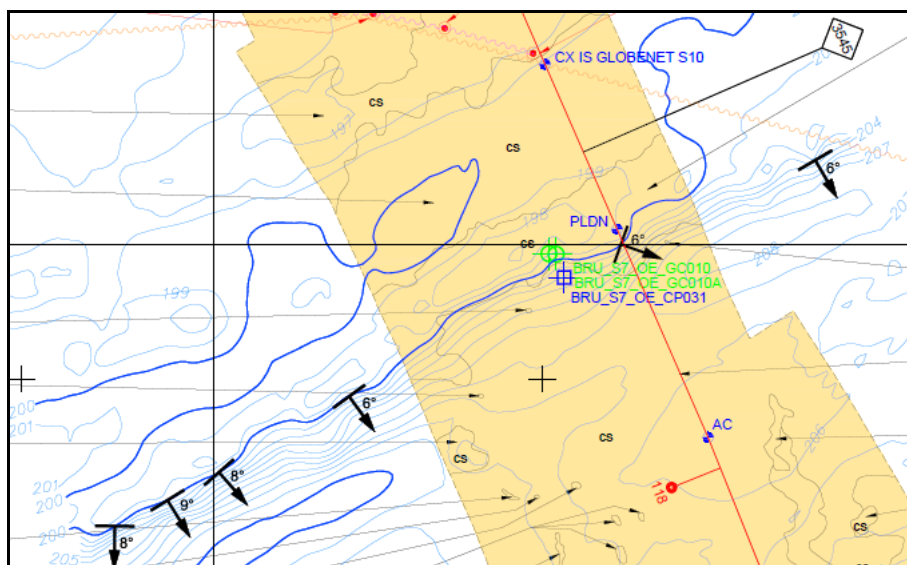


Figura V.1.3-34 - Quebra da Plataforma Continental em KP3545, a 200 m de profundidade.

A partir dos 200 m de profundidade, ocorre um gradiente maior do que nas regiões mais rasas (Figura V.1.3-35).

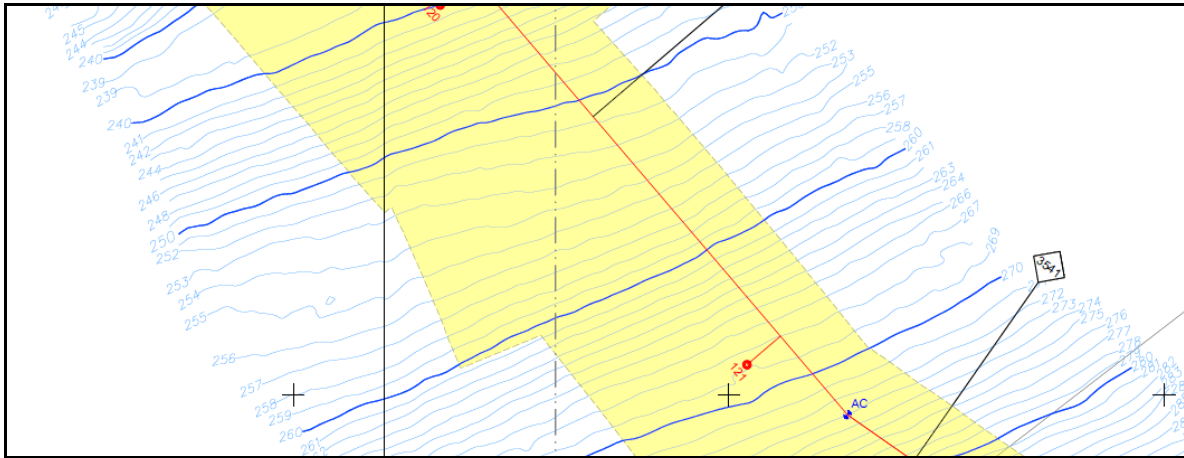


Figura V.1.3-35 - Gradiente de fundo a partir de 200 m de profundidade.

No KP3455 e no KP3435 ocorrem novos aumentos do gradiente de fundo, correspondentes as profundidades de 1.480 m (até 11°) e 1.600 m (até 15°), respectivamente (Figura V.1.3-36).

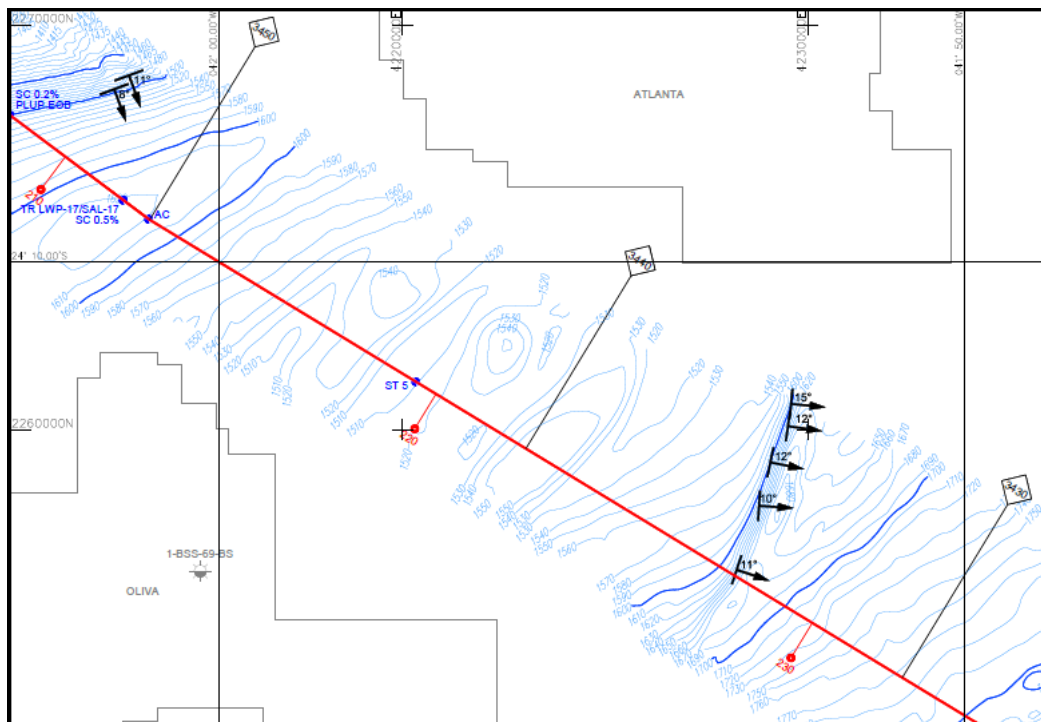


Figura V.1.3-36 - Aumento do gradiente de fundo no KP3455 e no KP3435, a 1.480 m (até 11°) e 1.600 m de profundidade (até 15°), respectivamente.

Estes mesmos aumentos do gradiente também ocorrem no KP3410, a 2.200 m de profundidade, e entre KP3390 e KP3380, a 2.500 m de profundidade (Figura V.1.3-37).

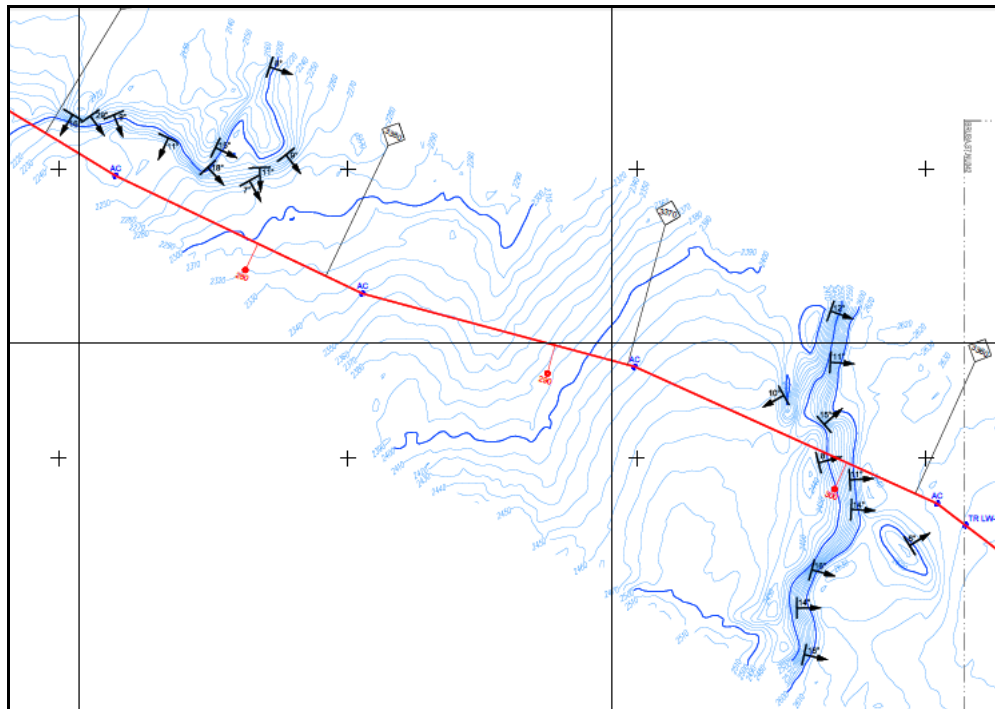


Figura V.1.3-37 - Aumento do gradiente de fundo no KP3410, a 2.200 m de profundidade, e entre KP3390 e KP3380, a 2.500 m de profundidade.

A partir da posição KP3350, a 2.700 m de profundidade, o leito marinho apresenta-se um pouco mais acidentado, apresentando isóbatas não mais paralelas, com a presença de alguns desníveis (Figura V.1.3-38) e pequenas elevações próximas ao KP 3130, a 3.600 m de profundidade (Figura V.1.3-39).

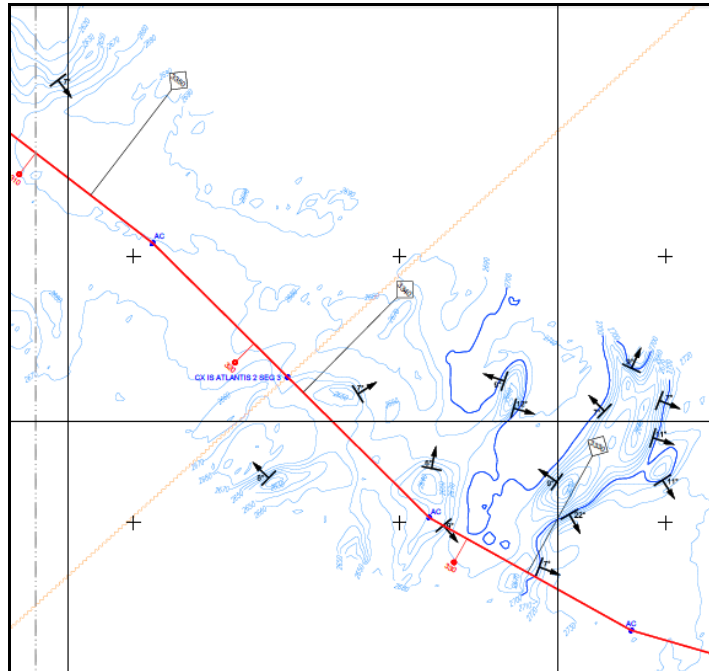


Figura V.1.3-38 - Leito marinho mais acidentado a partir da posição KP3350, a 2.700 m de profundidade.

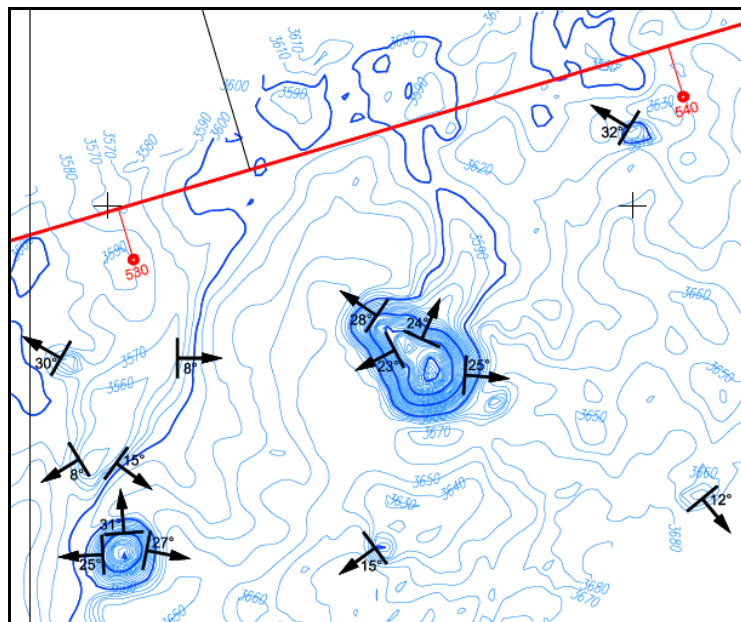


Figura V.1.3-39 - Pequenas elevações próximas ao KP 3130, a 3.600 m de profundidade.

Neste segmento, a rota pré-definida para a passagem do Cabo Submarino BRUSA sai da ZEE brasileira próximo ao KP3080, a 3.720 m de profundidade.

Anexo V.1.3-1

**Cartas de parte do segmento 5 - do limite da ZEE
até BU3 - DIGITAL**

Anexo V.1.3-2

**Cartas do segmento 6 - da Praia do Futuro (CE) até
BU3 - DIGITAL**

Anexo V.1.3-3

**Cartas de parte do segmento 7 - de BU3 até o limite
da ZEE - DIGITAL**

**Anexo V.1.3-4 Cartas de parte do segmento 7 - do limite da ZEE até a
Praia da Macumba (RJ) - DIGITAL**

