

4

Características Geológicas e Geotécnicas da Rota

As características geológicas e geotécnicas da área investigada foram determinadas a partir dos resultados obtidos no processamento dos dados geofísicos, na descrição geológica e nos ensaios geotécnicos realizados nas amostras.

4.1. Resultados dos Levantamentos Geofísicos

4.1.1. Batimetria

Os resultados da batimetria mostraram que regionalmente a diretriz do duto está localizada em uma área de morfologia bastante complexa. A rota encontra-se inserida entre a plataforma continental externa e o talude médio da bacia de Campos. As principais feições morfológicas de caráter regional são o limite externo da plataforma continental representado aproximadamente pela isóbata de 100 metros, uma escarpa orientada aproximadamente N-S e que atravessa a diretriz entre as profundidades de 600 e 800 m e os cânions Grussaí e Itapemirim que tem suas cabeceiras chegando até profundidades da ordem de 200 metros. A figura 12 apresenta o mapa batimétrico regional da área e a figura 13 trata-se do mapa que resultou do levantamento batimétrico de detalhe ao longo da rota.

As profundidades mínima e máxima ao longo da rota foram de 88 m e 1378 m respectivamente, esta última observada no talvegue do cânion Itapemirim. O gradiente médio calculado foi de 2,5°. No entanto, a área mapeada apresentou diversos trechos caracterizados por gradientes acentuados associados a escarpas no talude continental ou a altos batimétricos na região da plataforma externa.

No primeiro ponto crítico na rota, localizado entre as profundidades de 97 e 188 m, observa-se uma escarpa composta por dois degraus distintos onde os gradientes calculados são de 5,2° entre as profundidades de 97 e 120 m e outro

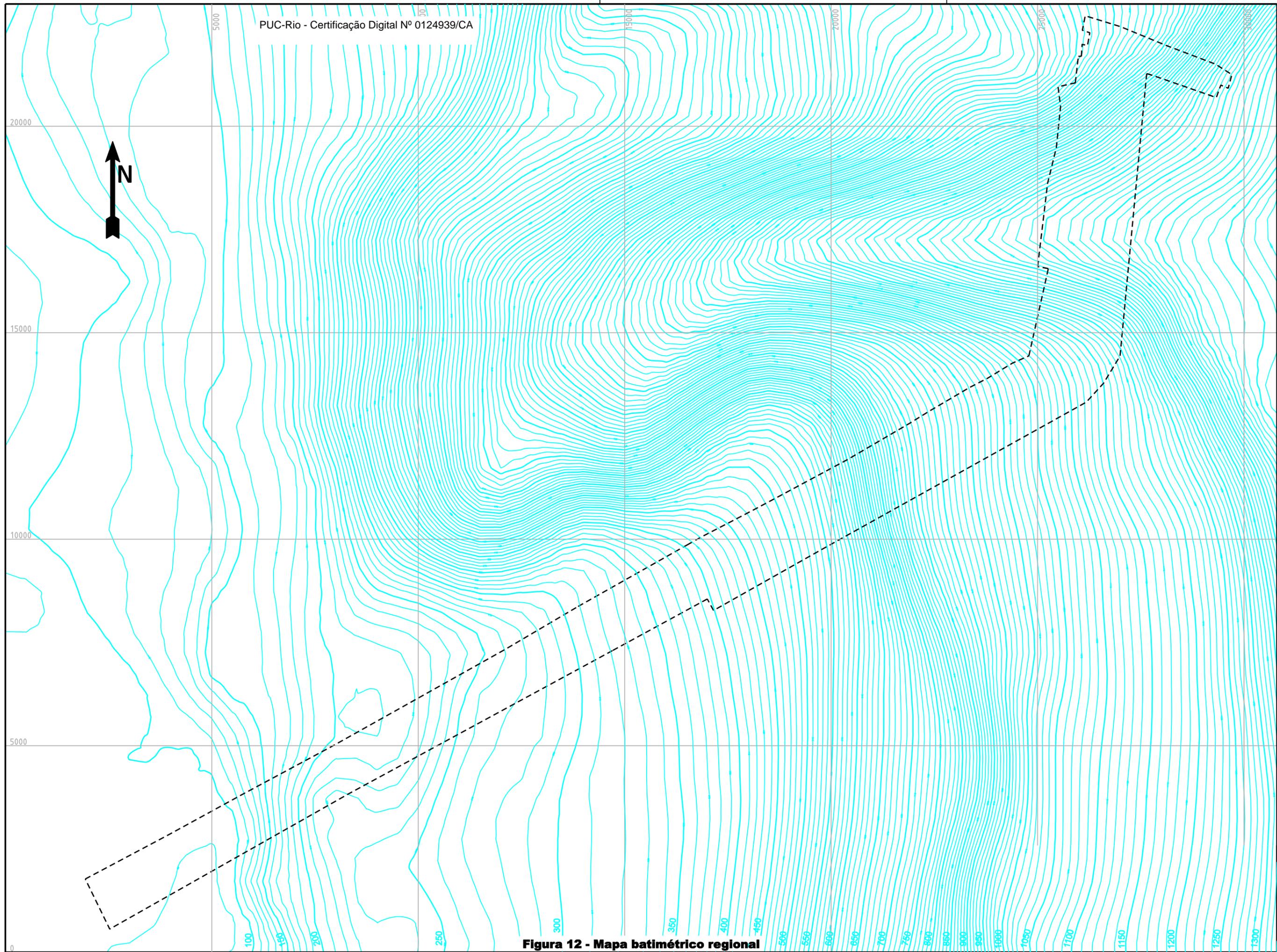


Figura 12 - Mapa batimétrico regional



Figura 13 - Mapa batimétrico de detalhe

de 14° entre as profundidades de 162 e 188 m. Entre as profundidades de 120 e 162 m, a escarpa assume um gradiente mais suave ($3,8^\circ$).

Outra escarpa relativamente acentuada está localizada em torno da coordenada $x = 8150$ m. Esta escarpa é um aclave relacionado a outro alto batimétrico cujo relevo relativo é da ordem de 38 m e apresenta um gradiente da ordem de 29° para oeste. O flanco leste deste alto batimétrico é da ordem de 2° .

A terceira escarpa, localizada entre as isóbatas de 208 e 226 m e orientada aproximadamente N-S, apresenta gradientes da ordem de $8,3^\circ$ para leste.

A quarta escarpa está localizada entre as coordenadas $x = 20400$ e 21250 e entre as profundidades de 600 e 800 m, correspondendo a uma escarpa maior localizada entre os dois principais cânions existentes na região. Ela pode ser dividida em dois trechos, sendo o primeiro entre 600 e 744 m de profundidade com um gradiente da ordem de $13,4^\circ$ para NE, e outro entre as isóbatas de 744 e 800 m onde o gradiente é de $11,8^\circ$ também para NE.

O quinto ponto crítico corresponde ao flanco sul do cânion Itapemirim que é caracterizado por três escarpas que podem ser observadas com facilidade no bloco diagrama 3D do TRECHO 2 da rota estudada (figura 15). A primeira escarpa localiza-se entre as profundidades de 980 e 1040 m e apresenta um gradiente da ordem de 4° para NE. Entre as profundidades de 1040 e 1190 m está a segunda escarpa, que possui um gradiente de $6,4^\circ$ para NE. Na parte mais profunda deste flanco (entre as profundidades de 1190 e 1342 m), o gradiente medido é da ordem de 13° para NE.

Também na figura 14 é possível observar o flanco norte do cânion Itapemirim, localizado entre as profundidades de 1378 e 1030 m. Duas escarpas estão associadas a este flanco: a primeira, localizada entre as isóbatas de 1330 e 1240 m cujo gradiente é de $10,5^\circ$ para SE e a segunda, entre as profundidades de 1.226 e 1.030 m com gradiente de $7,8^\circ$, também para SE. O talvegue do cânion Itapemirim apresenta um gradiente $2,2^\circ$ para E.

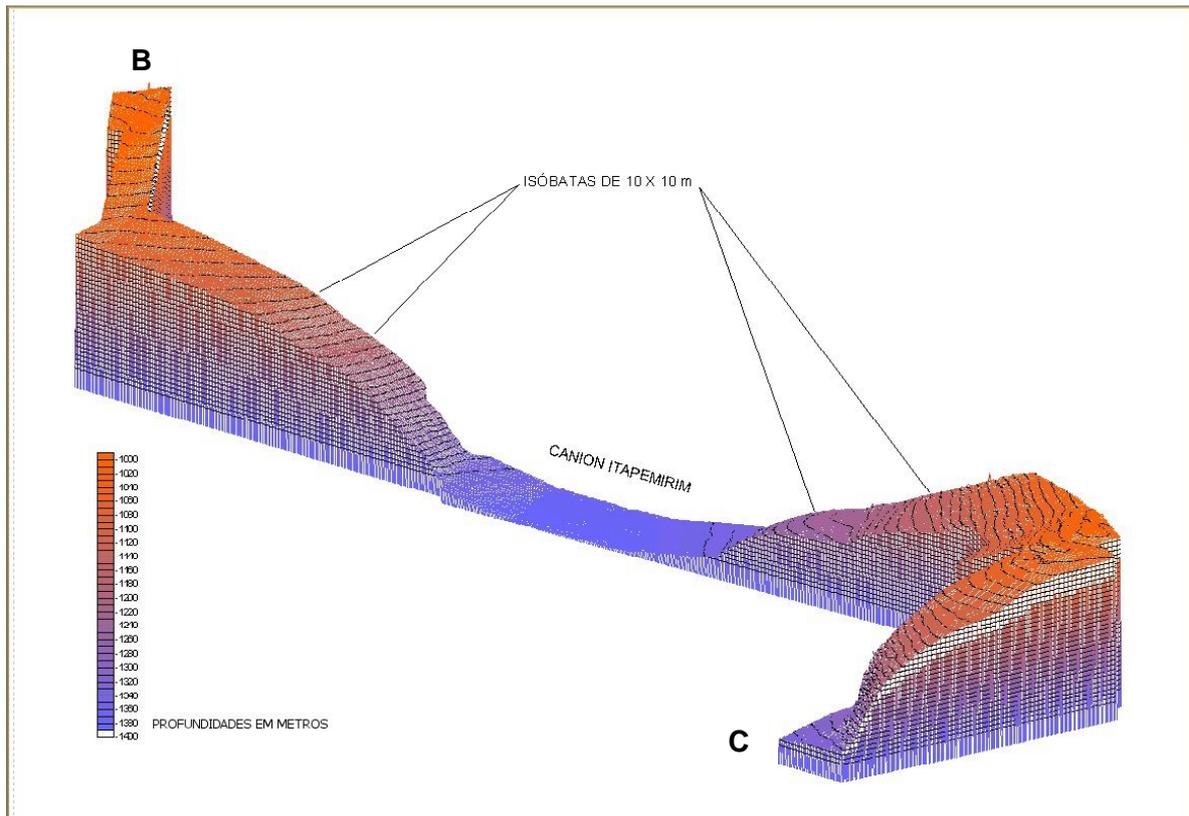


Figura 14 – Bloco diagrama 3D do TRECHO 2 da rota

No trecho NW-SE da diretriz, entre as profundidades de 1.030 e 1.345 m observa-se um gradiente médio de 9,5° para SE.

A figura 15 apresenta um mapa de gradientes da rota onde podem ser observados os pontos críticos descritos acima (cor vermelha).

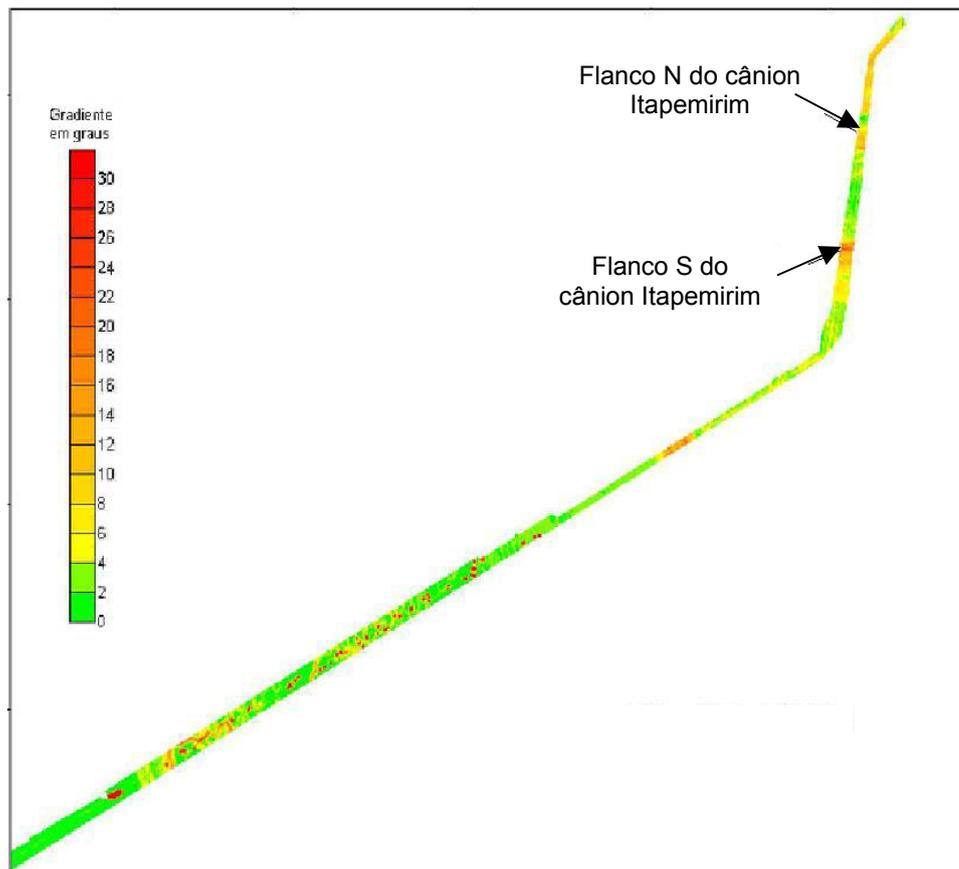


Figura 15 – Mapa de gradientes ao longo da rota

4.1.2. Sonar

A interpretação dos registros sonográficos obtidos na área resultaram em cinco diferentes padrões sonográficos associados a sedimentos superficiais, como pode ser visualizado nas figuras 16 e 17, mosaico de imagens sonográficas e mapa de distribuição superficial de sedimentos, respectivamente.

O primeiro padrão de reflexão (padrão 1), homogêneo e de textura grossa, está localizado na parte oeste e se estende do ponto A a coordenada $x = 11000$, aproximadamente. Este padrão corresponde, segundo amostras coletadas nesta área (K-16 e K-17), a uma areia fina a média, argilosa, rica em fragmentos de conchas e concreções calcárias. Estas concreções conferem o caráter mais grosseiro nos registros sonográficos. Localmente, encontram-se neste trecho lajes carbonáticas e ainda depressões batimétricas, que podem ser visualizadas na figura 18, que consiste em um detalhe do padrão 1.

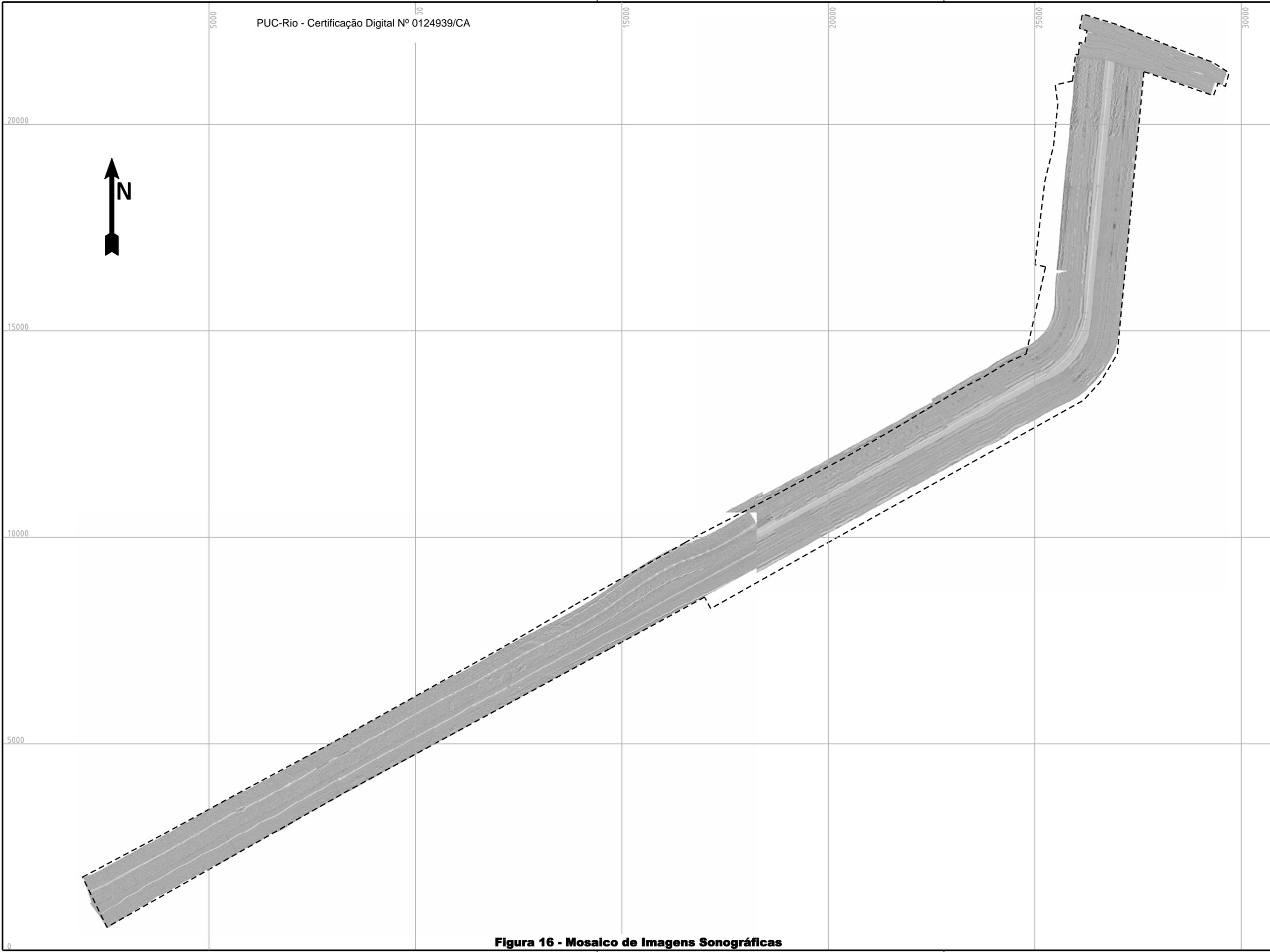


Figura 16 - Mosaico de Imagens Sonográficas

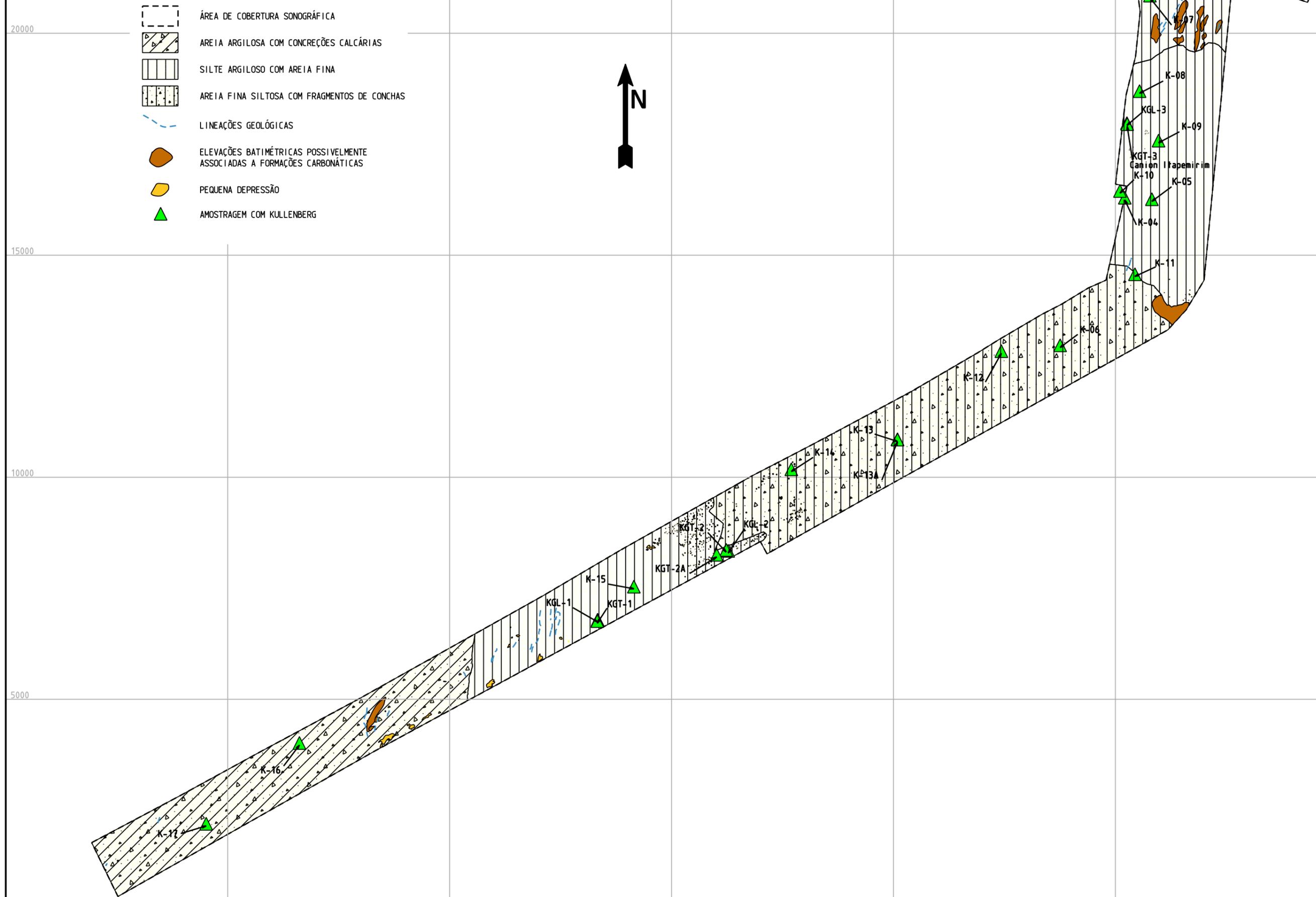


Figura 17 - Mapa de distribuição superficial de sedimentos

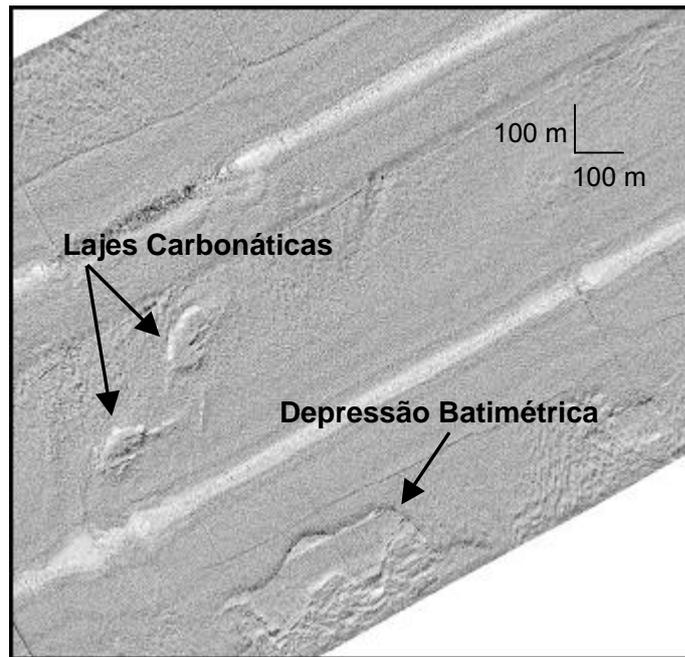


Figura 18 – Detalhes do padrão 1 de reflexão sonográfica: lajes carbonáticas e depressões batimétricas

O segundo padrão de reflexão sonográfica observado na área de estudo (padrão 2) é do tipo homogêneo, de textura fina, que segundo as amostras coletadas (KGT-1, KGT-2, KGT-2A e K-15), está associado a um solo silto-argiloso, com maiores quantidades de areia em pontos localizados. Este se estende entre as coordenadas $x = 11000$ e $x = 16500$ aproximadamente. Observa-se ainda a ocorrência de feições circulares no registro em uma faixa entre as coordenadas $x = 15500$ e $x = 16500$. Estas feições estão associadas a pequenas depressões batimétricas inferiores a 1 m. Uma interpretação possível para estas estruturas é que possam estar associadas a exudação de gás na região. A figura 19 ilustra este detalhe do padrão 2 de reflexão sonográfica.

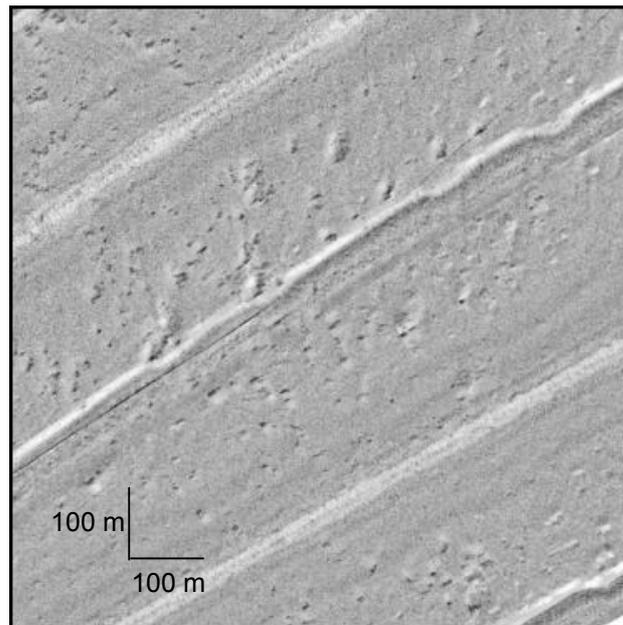


Figura 19 – Detalhe do padrão 2 de reflexão sonográfica: pequenas depressões batimétricas

O terceiro padrão de reflexão sonográfica (padrão 3) trata-se de um material areno-siltoso com fragmentos de conchas, de acordo com as amostras K-13, K-13A e K-14. Este padrão foi encontrado até aproximadamente a coordenada $x = 26000$ e é homogêneo, sem estruturas definidas, com exceção de uma laje carbonática no fim do trecho. Porém nas proximidades da coordenada $x = 21000$ foi verificado um contato sísmico que caracteriza o fim dessa camada arenosa (vide item 4.1.3 a seguir) iniciando-se então uma camada silto-argilosa com areia fina, o que está de acordo com a granulometria das amostras superficiais dos furos K-06 e K-12. No entanto o contraste reflexivo sonográfico não foi observado neste ponto e por isso não foi delimitado no mapa de distribuição superficial de sedimentos (figura17).

O padrão 4, homogêneo e de textura fina, inclui o cânion Itapemirim e é caracterizado por um material silto-argiloso com presença de areia fina. A interpretação foi baseada na análise granulométrica e caracterização táctil-visual das amostras superficiais dos testemunhos K-04, K-05, K-08, K-09, K-10 e K-11 coletados nesta área. É possível observar que se trata do mesmo material dos furos K-06 e K-12. Este padrão pode ser visualizado na figura 20 a seguir. Não há estruturas significantes presentes neste trecho.

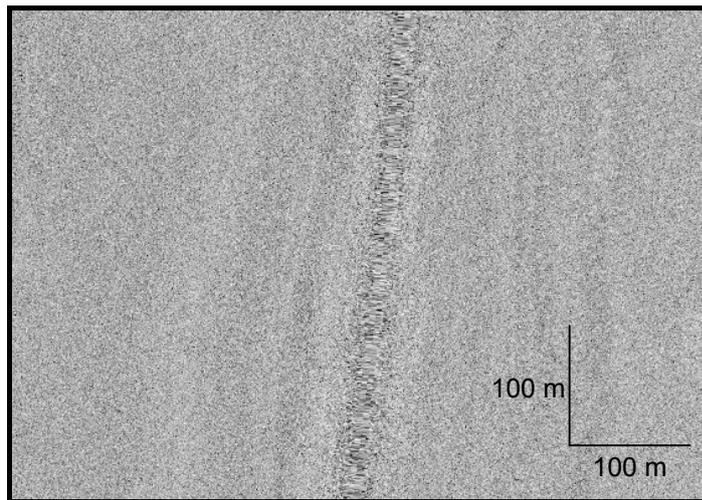


Figura 20 – Padrão 4 de reflexão sonográfica: solo silto-argiloso com presença de areia fina

O quinto e último padrão de reflexão sonográfico observado (padrão 5) caracteriza-se como um silte argiloso, com presença de areia fina, interpretado a partir das amostras K-01, K-02, K-02A K-03 e K-07. Porém, no extremo norte deste trecho observa-se novamente feições associadas às concreções carbonáticas com forma alongada e relevo relativo inferior a 2 m. Um detalhe destas estruturas pode ser observado na figura 21 adiante.

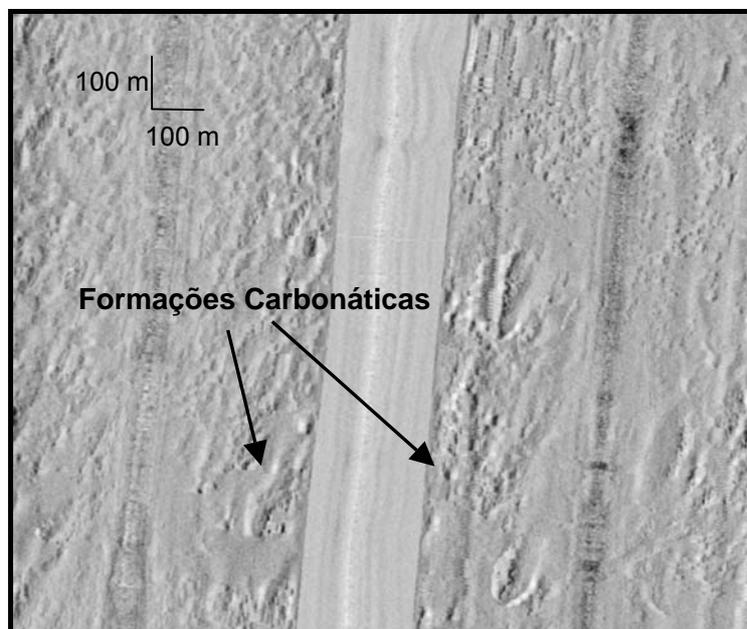


Figura 21 – Detalhe do padrão 5 de reflexão sonográfica: elevações batimétricas associadas a formações carbonáticas

4.1.3. Sísmica

Os resultados da sísmica de alta resolução de 3,5 kHz definiram cinco áreas com características sísmicas (eco-caráteres) distintas de acordo com a quantidade de refletores mapeados e a forma do fundo marinho, como pode ser observado na figura 22.

A primeira área, observada no extremo oeste e estendendo até a coordenada $x = 10700$ aproximadamente, é caracterizada pela presença de apenas um refletor sísmico pouco definido. Localmente, este refletor está posicionado 2 m abaixo do fundo marinho e não apresenta continuidade lateral consistente, como pode ser observado na figura 23. O padrão sísmico sugere a presença de sedimentos com granulometria fina a média, mas com componentes grosseiros consideráveis.

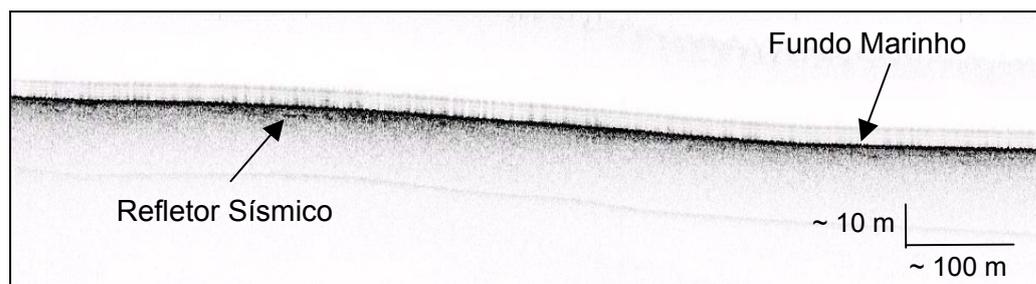


Figura 23 – Refletor sísmico pouco definido abaixo do fundo marinho

Lateralmente em direção a águas mais profundas, a área passa para uma seqüência de refletores sísmicos sub-paralelos ao leito marinho, evidenciando uma mudança lateral na geologia (domínio sísmico 2). Esta seqüência de refletores pode ser observada até profundidades 20 m sob o fundo. Neste trecho, o fundo marinho apresenta-se de forma irregular, havendo o truncamento dos refletores mais superficiais, evidenciando erosão, fazendo aflorar camadas que, no passado, situavam-se mais abaixo da superfície, como pode ser observado na figura 24.

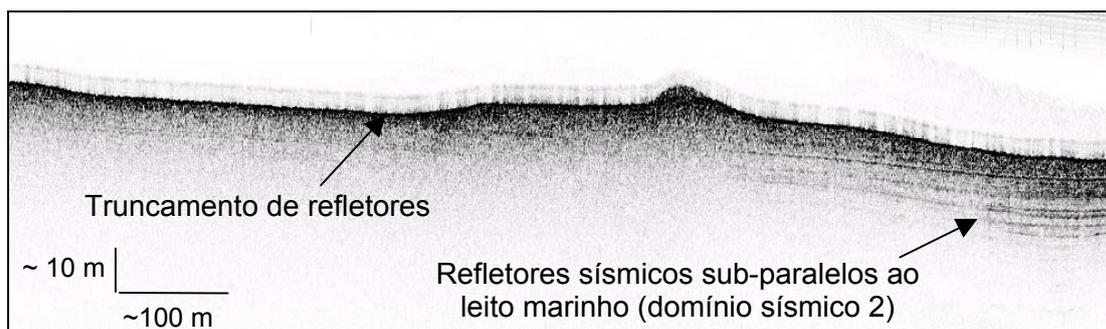


Figura 24 – Refletores sísmicos truncados evidenciando erosão

- ÁREA DE REFLETORES SÍSMICOS POUCO DEFINIDOS (GRANULOMETRIA GROSSEIRA)
- ÁREA CARACTERIZADA PELO TRUNCAMENTO DOS REFLETORES SÍSMICOS (REMOÇÃO DE SEDIMENTOS SUPERFICIAIS)
- ÁREA DOMINADA POR PADRÃO SÍSMICO SEM ESTRUTURAÇÃO INTERNA NA CAMADA (MATERIAL ESCORREGADO DAS PARTES SUPERIORES DO TALUDE CONTINENTAL)
- ÁREA CARACTERIZADA POR UMA ESPESSA SEQUÊNCIA DE REFLETORES PLANO-PARALELOS (GRANULOMETRIA FINA)
- ÁREA DE OCORRÊNCIA REFLETORES PLANO-PARALELOS TRUNCADOS POR BIOCONSTRUÇÕES CARBONÁTICAS SUPERFICIAIS

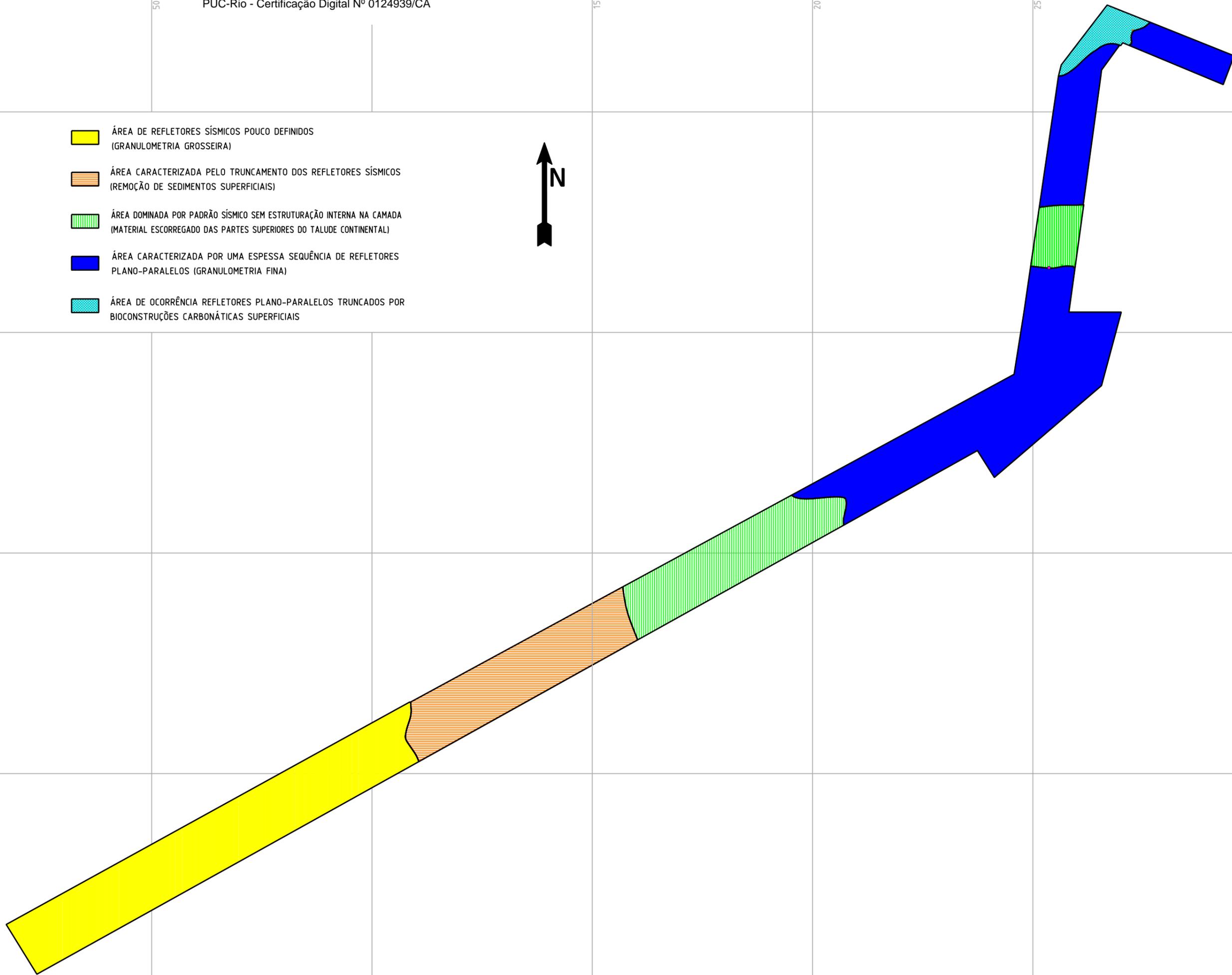


Figura 22 - Mapa de interpretação sísmica

A terceira área define o limite de ocorrência de uma cunha sedimentar que se espessa em direção às maiores profundidades e caracteriza-se pela ausência de refletores sísmicos internos (sugerindo composição arenosa). Estas características, quando ocorrem associadas, indicam que a camada pode ter sido formada pelos sedimentos oriundos do talude acima (observar figura 25). Este domínio sedimentar apresenta ainda hipérboles associadas a depressões batimétricas inferiores a 1 metro, descritas no item 4.1.2 (final do domínio sonográfico 2) como possíveis pontos de exudação de gás. No entanto, esta interpretação não pode ser corroborada através dos registros sísmicos, uma vez que a presença de gás no sedimento impediria a penetração do sinal sísmico, não permitindo a visualização das camadas inferiores. Os registros sísmicos mostram ainda que essa cunha sedimentar do domínio sísmico 3 está posicionada estratigraficamente acima das camadas sedimentares da segunda área descrita anteriormente.

No meio do trecho N-S da rota, observa-se um padrão semelhante caracterizado pela ausência dos refletores sem estruturação interna em uma faixa de aproximadamente 1.500 metros de largura. Esta ocorrência coincide com o talvegue do cânion Itapemirim (de direção E-W). A ausência de refletores pode estar associada a solos arenosos existentes no fundo do cânion e que tem sua origem nas partes superiores do talude ou a camada pode ser resultado da deposição por ação de correntes de fundo. A camada não pôde ser caracterizada como um turbidito¹⁵ por não apresentar granulodescrescência em direção ao topo. A figura 26 mostra o afinamento da sequência de refletores no talvegue do cânion Itapemirim.

¹⁵ Turbiditos (geo) é um sedimento de origem marinha, depositado por corrente de turbidez, caracterizado por apresentar acamamento gradacional. Corrente de turbidez (geo) é a denominação dada às avalanches submarinas. Ocorrem, freqüentemente, no talude continental. (Fonte: "Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia", Sociedade Brasileira de Geofísica, Edição Preliminar, 1997).

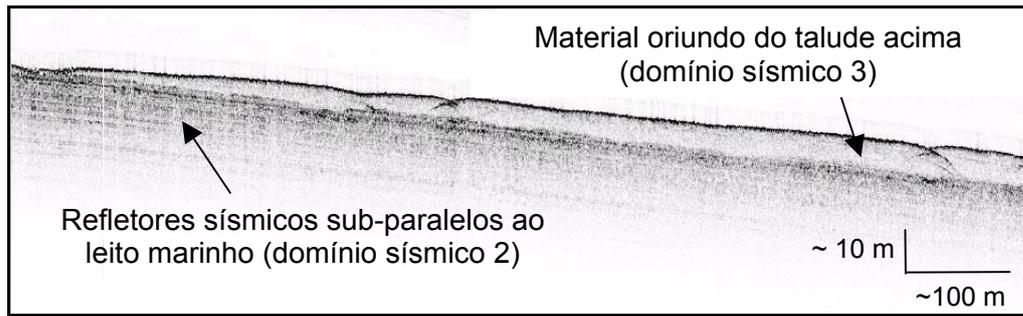


Figura 25 – Camada de material oriundo do talude acima

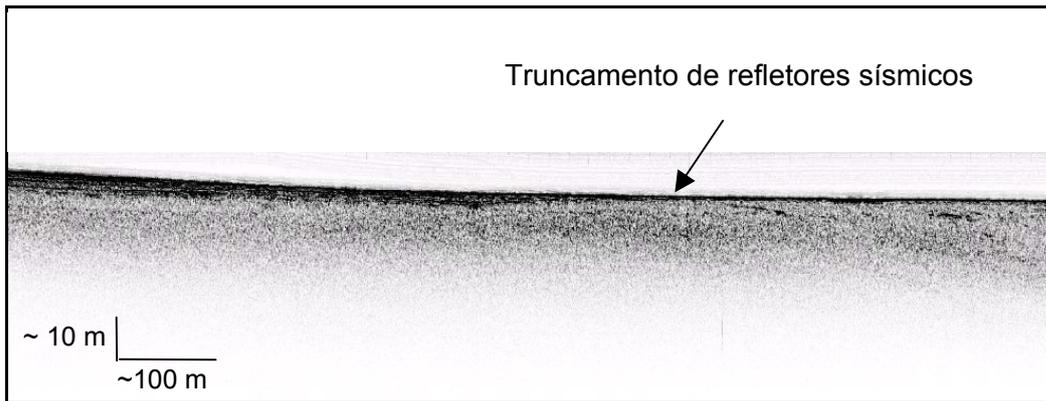


Figura 26 – Padrão sísmico observado no talvegue do cânion Itapemirim

A quarta área inicia-se a partir da coordenada $x = 20800$, próxima a uma escarpa, como pode ser observada na figura 27 a seguir. Esta área caracteriza-se pela ocorrência de refletores sísmicos bem definidos, sub-paralelos entre si, e observados até 50 m abaixo do fundo marinho. As características sísmicas sugerem uma composição mais argilosa para as camadas que compõem esta seqüência, que se afina em direção ao flanco do cânion de Itapemirim. A linha vermelha evidencia uma provável falha geológica.

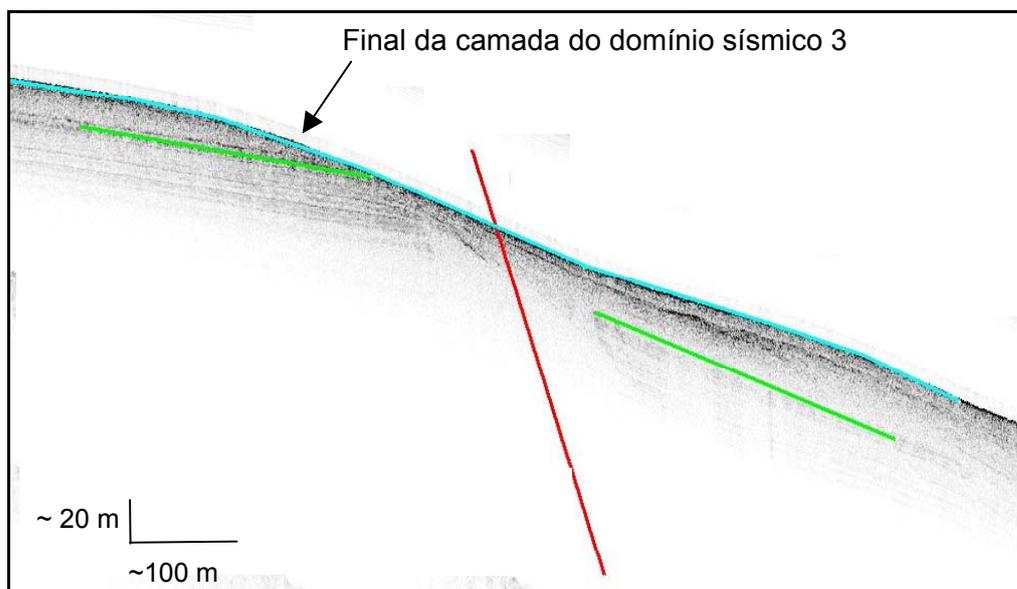


Figura 27 – Registro sísmico da quarta área: refletores sísmicos bem definidos

O último domínio sísmico ocorre no extremo norte da área. Neste domínio, o fundo marinho é irregular, caracterizado pela ocorrência dos altos batimétricos que também foram observados no levantamento sonográfico. A ausência do sinal sísmico abaixo destas estruturas irregulares sugere um material com composição mais resistente associado às concreções carbonáticas. A figura 28 exemplifica este domínio sísmico.

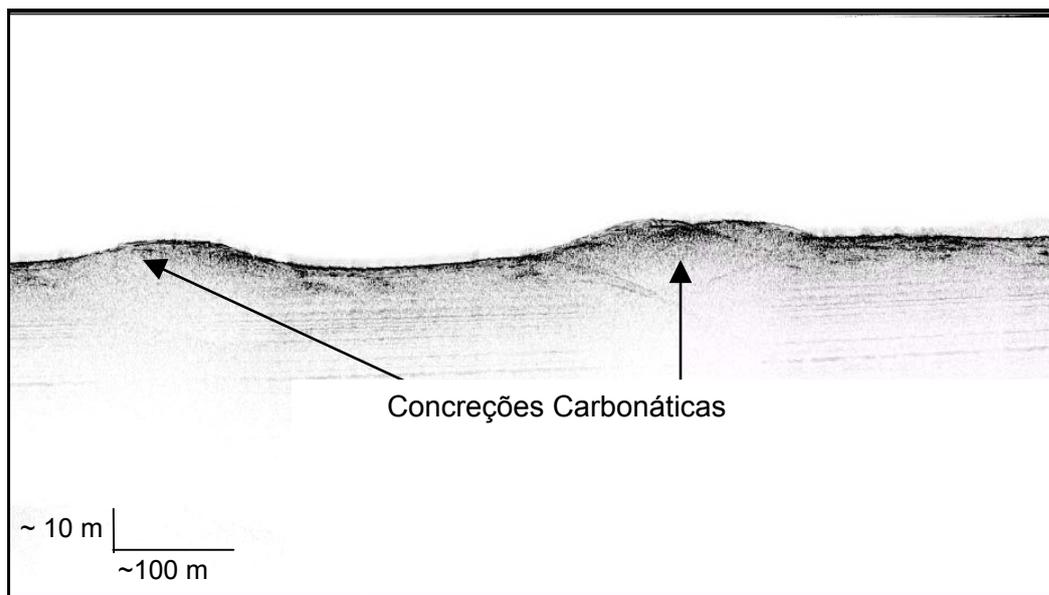


Figura 28 – Altos batimétricos associados a concreções carbonáticas

4.2. Resultados dos Ensaio Geológicos

4.2.1. Descrições Geológicas

As descrições geológicas foram apresentadas no relatório técnico “Descrição de testemunhos de sondagem em uma área da Bacia de Campos”, emitido pelo LAGEMAR - UFF.

O testemunho KGL-1 (figura 29), situado em lâmina d’água de 280 metros, apresentou recuperação total de 4,85 m em um fundo marinho onde ocorre uma sequência de refletores sísmicos plano-paralelos a 2.2, 3.1 e 4.2 metros de profundidade abaixo do leito marinho, com evidências de erosão por correntes de fundo (domínio sísmico 2). É predominantemente argiloso, muito bioturbado, com camadas milimétricas a centométricas de silte. Duas camadas de argila siltosa cinza clara muito compacta, situam-se respectivamente entre 45-65 centímetros e 1,55 metros a partir do topo da amostra.

A amostra KGL-2 foi coletada cuja profundidade de água é de 364 metros, e cujas características sísmicas da camada indicam a presença de provável camada de turbidito que se estende até 3,5 metros sobre a sequência inferior (domínio sísmico 3). Isto não pode ser comprovado devido à baixa recuperação conseguida na amostragem. Foi recuperado apenas 1 metro de areia muito fina, argilosa, com presença de mica, fragmentos de conchas e alguns microgastrópodes¹⁶. Observar na foto do testemunho KGL-2 (figura 30) rachaduras e vesículas que podem estar associadas a percolação de gás.

Por fim, o testemunho KGL-3 (figura 31), coletado no flanco do cânion Itapemirim, a uma profundidade de água de 1361 metros, cujas características sísmicas indicam refletores a 0.80, 2.2 e 2.8 metros, trata-se de um material essencialmente argiloso, sem estruturas aparentes, algumas marcas de bioturbação e fragmentos de conchas. Camadas fortemente inclinadas ocorrem a 1 m de profundidade na amostra, sugerindo tratar-se de sedimentos escorregados dos flancos do cânion. O topo do perfil (primeiros 20 cm) é formado por uma vasa de carapaças carbonáticas, de granulometria siltosa e caráter ferruginoso, que confere maior resistência à argila.

As fichas com as descrições geológicas são apresentadas no Anexo A deste trabalho.

¹⁶ Pequeno gastrópode. Gastrópode: importante classe de moluscos de concha univalve, ou desprovidos de concha. (Fonte: Dicionário Aurélio – Séc XXI, versão para Windows).

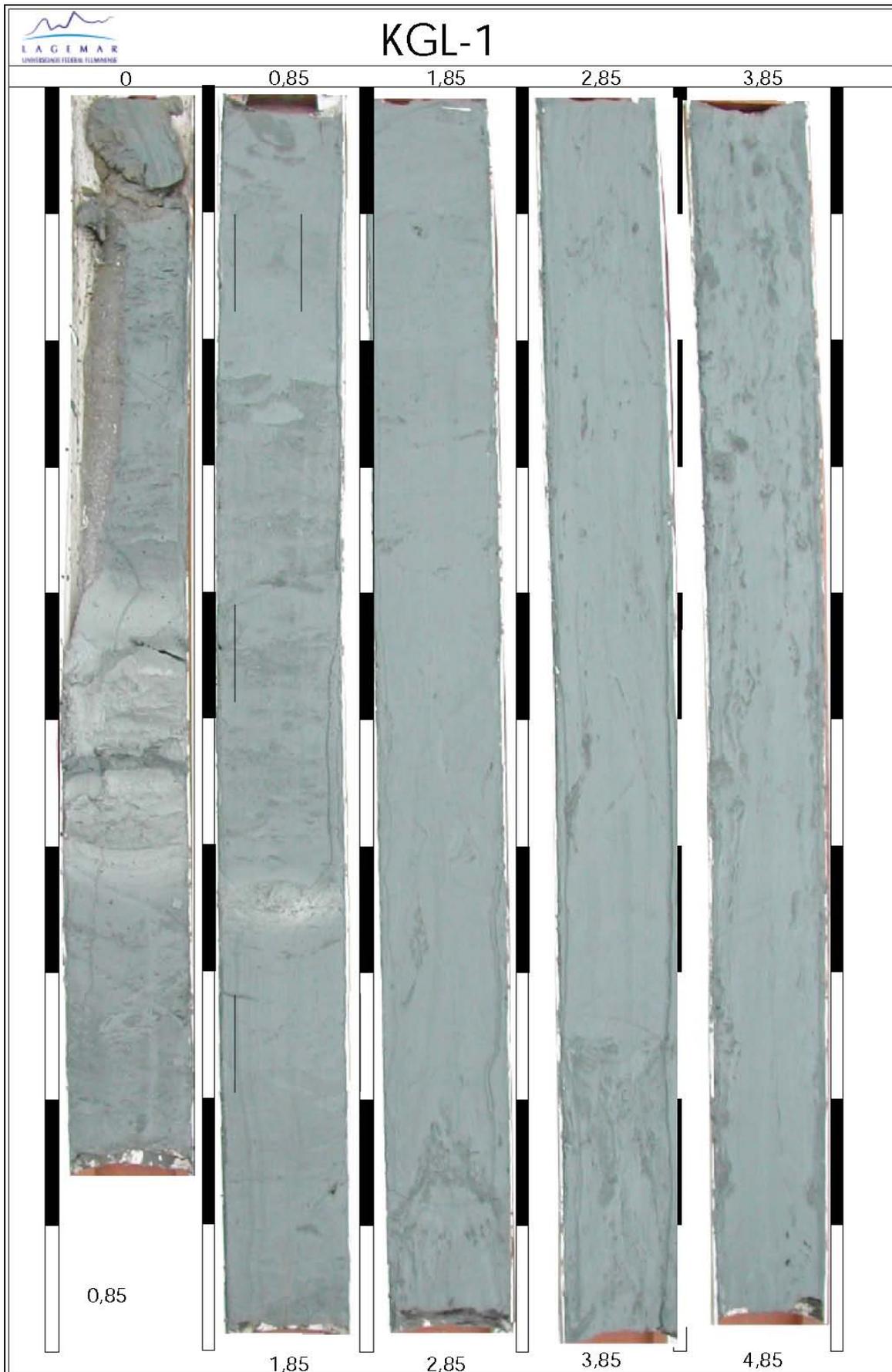
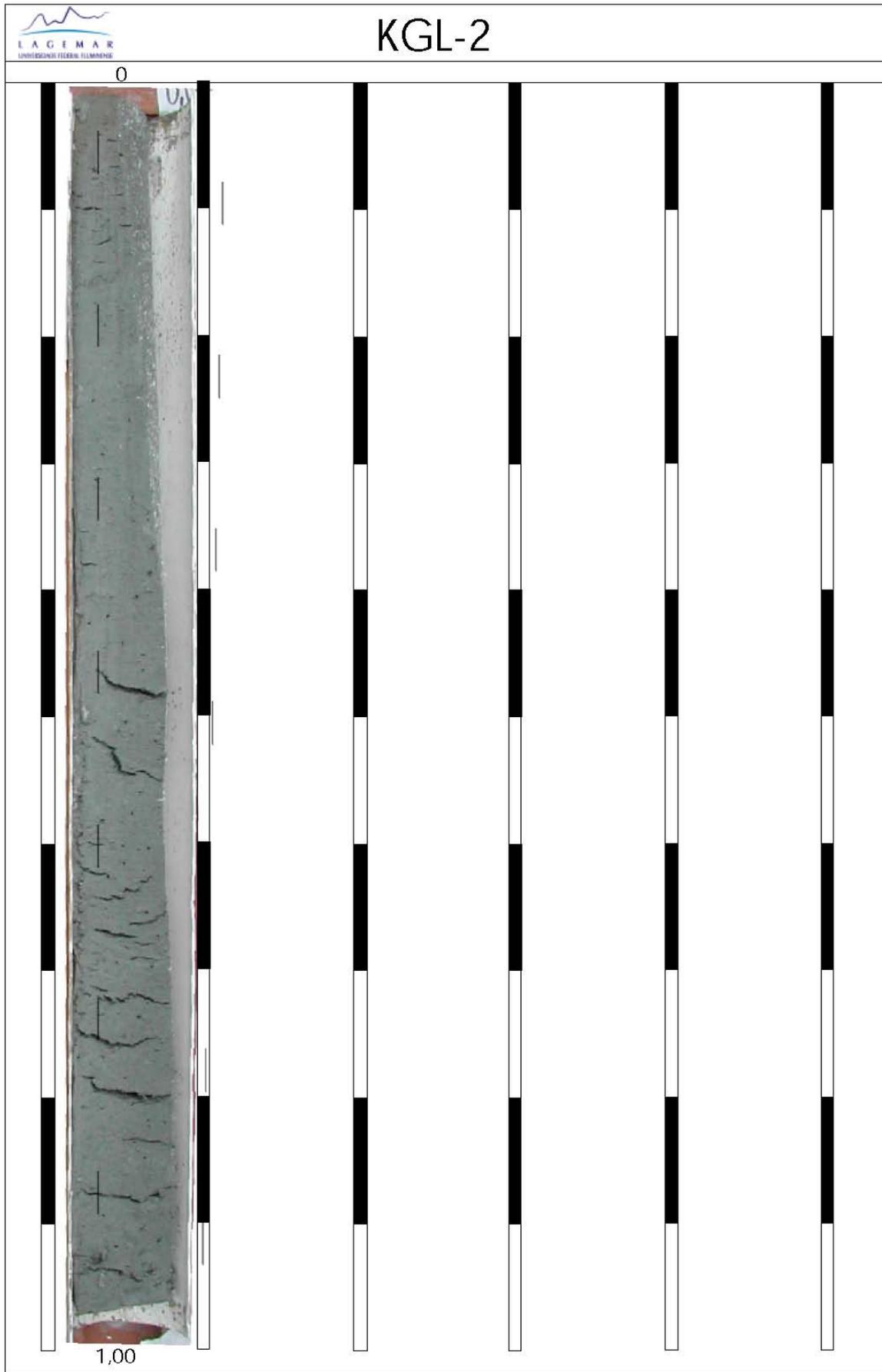


Figura 29 – Foto do testemunho KGL-1



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0124939/CA

Figura 30 – Foto do testemunho KGL-2

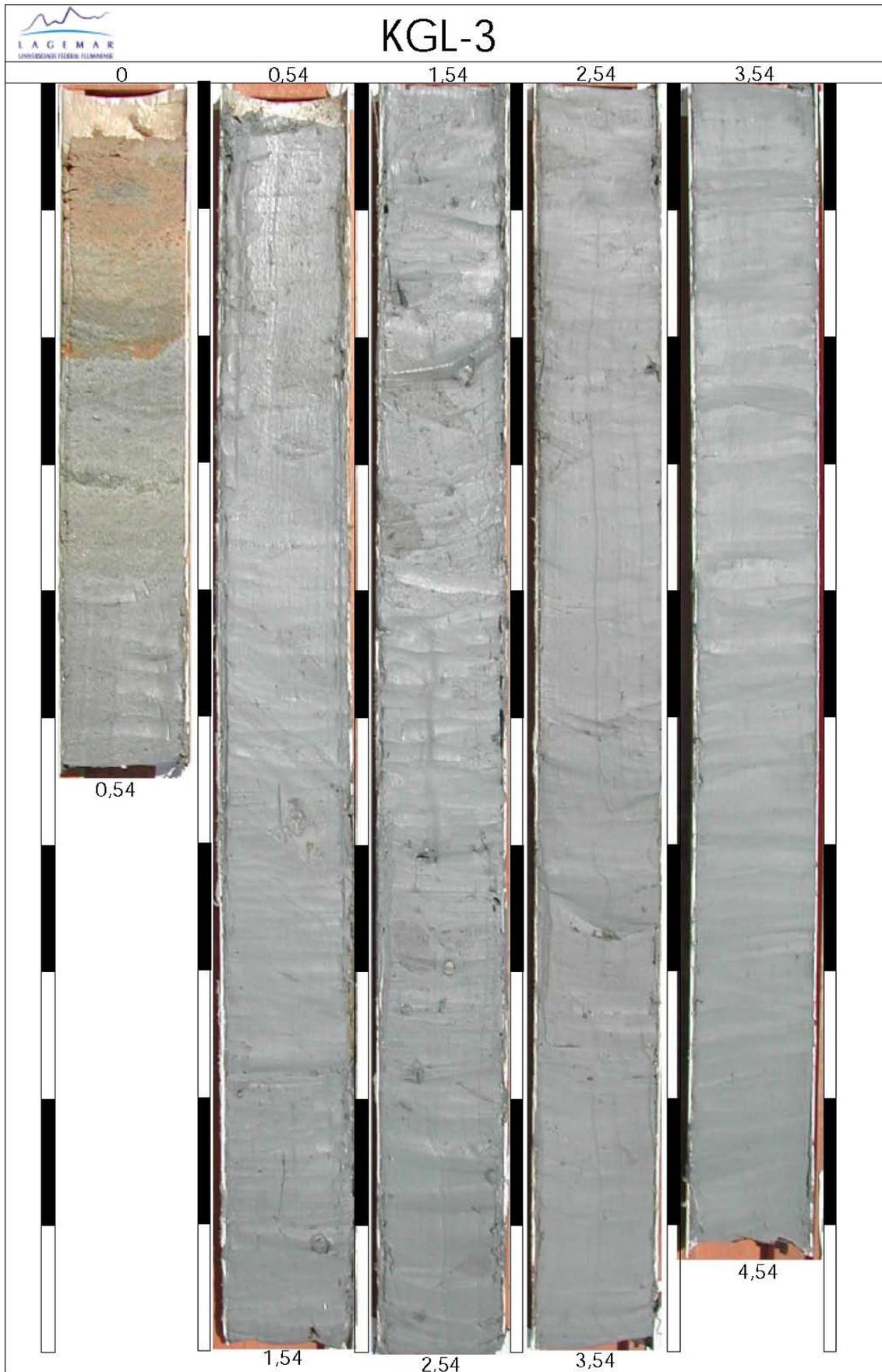


Figura 31 – Foto do testemunho KGL-3

4.2.2. Resultados da Análise Bioestratigráfica

Os resultados da análise bioestratigráfica foram apresentados no relatório técnico “Bioestratigrafia do quaternário de uma área da Bacia de Campos, com base em foraminíferos plantônicos”, emitido pela UFRJ.

Todos os intervalos analisados (vide tabela 3 no capítulo 3) foram datados como integralmente depositados durante o Pleistoceno¹⁷ final e o Holoceno¹⁸. As tabelas 4, 5 e 6 trazem estes resultados. A idade limite Holoceno / Pleistoceno foi assumida como 11.000 anos AP. Este limite marca o fim da última era glacial e o início da era pós-glacial, quando se deu o início da última elevação do nível do mar em aproximadamente 110 metros.

Tabela 4 - Resultado da datação do testemunho KGL-1

Profundidade (cm)	Bioestratigrafia		Cronoestratigrafia
	Biozona	Subzona	
7-9	Z	Z1	Holoceno
11-12	Z	Z1?	Holoceno
37-39	Z	Z1?	Holoceno
42-45	Z	Z2	Holoceno
65-67	Z	Z2	Holoceno
142-144	Y	Y1	Pleistoceno
153-155	Y	Y1	Pleistoceno
201-203	Y	Y1	Pleistoceno
261-263	Y	Y1	Pleistoceno
301-303	Y	Y1	Pleistoceno
361-363	Y	Y1	Pleistoceno
401-403	Y	Y1	Pleistoceno
461-463	Y	Y1	Pleistoceno

¹⁷ Divisão do Quaternário (0,01-1,6 milhões de anos). (Fonte: “Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia”, Sociedade Brasileira de Geofísica, Edição Preliminar, 1997).

¹⁸ A mais recente divisão do Quaternário (0 – 0,01 milhões de anos). (Fonte: “Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia”, Sociedade Brasileira de Geofísica, Edição Preliminar, 1997).

Tabela 5 - Resultado da datação do testemunho KGL-2

Profundidade (cm)	Bioestratigrafia		Cronoestratigrafia
	Biozona	Subzona	
0-4	Z	Z1	Holoceno
46-49	Z	Z1	Holoceno
92-95	Z	Z2	Holoceno

Tabela 6 - Resultado da datação do testemunho KGL-3

Profundidade (cm)	Bioestratigrafia		Cronoestratigrafia
	Biozona	Subzona	
18-20	Z	Z1	Holoceno
23-25	Z	Z1?	Holoceno
28-30	Z	Z1?	Holoceno
32-34	Z	Z2	Holoceno
37-39	Z	Z2	Holoceno
42-44	Y	Y2?	Pleistoceno
85-87	Y	Y2?	Pleistoceno
127-129	Y	Y2?	Pleistoceno
185-187	Y	Y2?	Pleistoceno
227-229	Y	Y2?	Pleistoceno
269-271	Y	Y2?	Pleistoceno
285-287	Y	Y2?	Pleistoceno
327-329	Y	Y2?	Pleistoceno
369-371	Y	Y2?	Pleistoceno
427-429	Y	Y2?	Pleistoceno

Como pode ser observado nas tabelas 4 e 6 não houve inversão nas idades ao longo das camadas sedimentares, sugerindo portanto que o fundo é estável.

As taxas de sedimentação foram calculadas dividindo-se a espessura da camada holocênica por 11.000 anos. Não foi possível calcular a taxa de sedimentação no ponto onde foi adquirido o testemunho KGL-2 por não ter sido possível definir o limite Holoceno / Pleistoceno. A tabela 7 traz os valores de taxas de sedimentação encontradas.

Tabela 7 – Taxas de sedimentação nos pontos analisados

Furo	Contato Pleistoceno/Holoceno no perfil	Taxa de Sedimentação
KGL-1	0,67 m	6×10^{-5} m/ano
KGL-3	0,40 m	4×10^{-5} m/ano

4.3. Resultados dos Ensaios Geotécnicos

Os resultados dos ensaios geotécnicos de caracterização e resistência foram apresentados em diversos relatórios emitidos pela empresa Geomecânica S.A. As tabelas resumos desses dados encontram-se nos Anexos B e C.

Começando pelas amostras adquiridas nas partes mais rasas da rota, os furos K-17 e K-16 estão localizados no primeiro domínio sonográfico e apresentam características sísmicas semelhantes, que evidenciam um material de granulometria mais grosseira. Foram caracterizados a bordo da embarcação como “areia argilosa com muitas concreções calcárias”. Não foram realizados ensaios de caracterização ou resistência nestas amostras, porém outros furos geotécnicos foram realizados nas proximidades destes. Trata-se do K-18, K-19, K-20 e K-21, que foram executados para uma rota de duto vizinha a estudada e contemplam ensaios de caracterização. Nestes, a fração “pedregulho” nas análises granulométricas, por exemplo, varia de 18 a 42% e corresponde à ocorrência de concreções calcárias (vide Anexo B). A figura 32 apresenta um croqui com a localização dos furos K-18 a K-21.

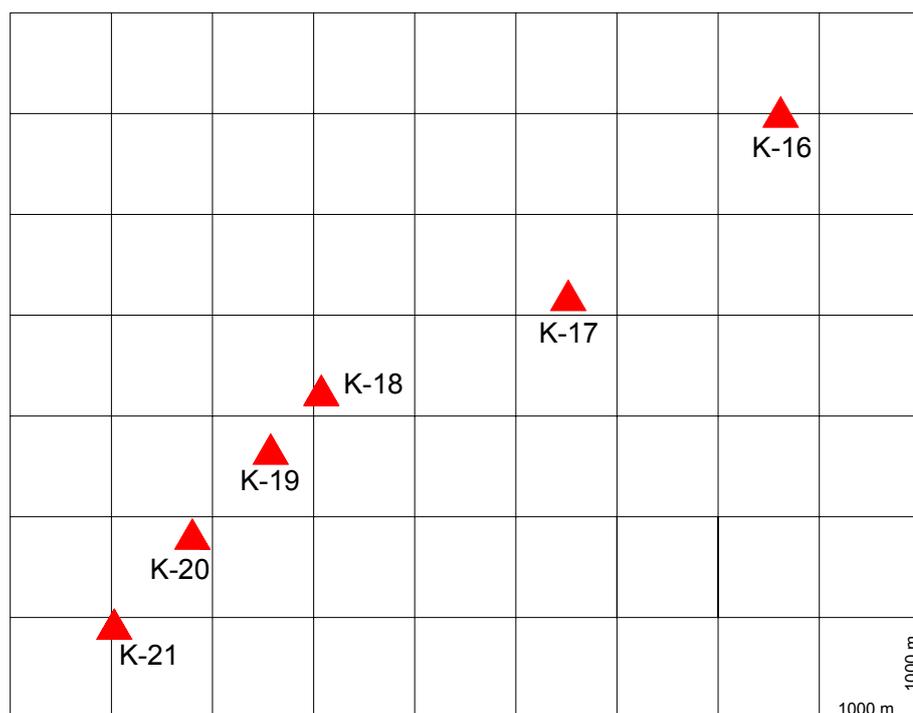


Figura 32 – Croqui de localização dos furos K-18, K-19, K-20 e K-21

Os furos geotécnicos KGT-1 e K-15 situam-se no segundo domínio sonográfico e foram ambos caracterizados como siltes argilosos com areia fina. A quantidade de areia varia entre 10 e 30%. No furo KGT-1 verificou-se ainda a presença de mica. Os ensaios de resistência (triaxiais UU) sugerem que este material seja um solo normalmente adensado, com resistências não-drenadas variando de 6 a 16 kPa nos 5 primeiros metros abaixo do leito marinho.

Os testemunhos KGT-2, KGT-2A, K-13, K-13A e K-14 caracterizam o material provavelmente escorregado de partes superiores do talude, como descrito no item 4.1.3, pois se situam na região do terceiro padrão sonográfico interpretado. Trata-se de uma camada de areia fina siltosa, medianamente compacta a compacta, com presença de fragmentos de conchas e mica. Não foi possível alcançar a camada subjacente devido às baixas recuperações apresentadas, mas acredita-se que esta seja composta pelo mesmo material encontrado nos testemunhos KGT-1 e K-15. Os ensaios de cisalhamento direto permitiram estabelecer uma média de $\phi' = 32,5^\circ$ para os furos KGT-2, KGT-2A, K-13 e K-13A. Já o testemunho K-14 apresentou maior resistência ($\phi' = 40^\circ$), o que vai de acordo com a sua classificação como uma areia compacta (vide Anexo C).

As amostras de solo provenientes dos furos K-12, K-06 e K-11, cuja lâmina d'água varia de 880 a 1100 metros, foram caracterizadas como um silte argiloso com areia fina (aproximadamente 20%), matéria orgânica e mica, de coloração cinza. Estes furos localizam-se no quarto padrão sonográfico interpretado e na província sísmica caracterizada por uma espessa sequência de refletores plano-paralelos, típica de solos mais finos. Os ensaios triaxiais UU apresentaram valores de resistência não-drenada baixos, variando em torno de 5 kPa nos três primeiros metros abaixo do leito marinho.

Os testemunhos K-04, K-05 e K-10 foram adquiridos na região do flanco sul do cânion Itapemirim. Também foram caracterizados como um silte argiloso com areia fina porém as quantidades de argila agora são maiores, em torno de 25%, variando de amostra para amostra. Os valores de resistência encontrados para os furos K-05 e K-10 também caracterizam um material de baixa consistência (sem uma tendência bem definida), porém o comportamento do furo K-04 foi diferente, pois apresentou maiores valores de resistência não-drenada.

Também foram realizadas amostragens no talvegue do cânion Itapemirim, local mais profundo ao longo da rota. A amostra superficial do furo KGT-3, assim como todo o testemunho K-08, foi caracterizado como uma areia siltosa, de coloração marrom. O restante do perfil, porém, corresponde ao mesmo material já descrito anteriormente: silte argiloso, desta vez com menores quantidades de areia fina (variando em torno de 8%). Ensaio de cisalhamento direto foram realizados ao longo do perfil do furo K-08 ($35^\circ < \phi' < 40^\circ$). Os valores de S_u para o testemunho K-09 não apresentaram uma tendência, e a média no perfil foi de 7,4 kPa.

As amostras de solo adquiridas na região mais ao norte da rota apresentaram características semelhantes. O material nesta área consiste em um silte argiloso com areia fina, fragmentos de conchas e mica, de coloração cinza. Aparentemente todos os furos (K-01, K-02, K-03 e K-07) apresentaram uma tendência na curva de resistência não-drenada *versus* profundidade. Estas também podem ser observadas no Anexo C. Não foi possível traçar uma curva para o testemunho K-02A pois havia somente um ensaio disponível.

E importante lembrar que o processo de aquisição e transporte das amostras, moldagem dos corpos de prova e preparação do ensaio podem

introduzir deformações nas amostras que refletem em perfis de resistência nem sempre coerentes. Nestes casos optou-se por não traçar curvas de tendências.

A carta de plasticidade dos solos finos pode ser observada na figura 33 a seguir. Como pode ser percebido, a maioria das amostras foi classificada conforme Casagrande como argilas de alta compressibilidade (CH), mostrando que os solos finos ao longo da rota apresentam comportamento plástico.

