



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA E GEOLOGIA MARINHA – LAGEMAR**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOFÍSICA**

**FABRÍCIO DE LIMA ROLA**

**PROCESSAMENTO DE DADOS DE SÍSMICA RASA NA REGIÃO DO DELTA  
DO RIO PARAIBA DO SUL, RJ**

**NITERÓI,**

**Janeiro de 2014**

**FABRÍCIO DE LIMA ROLA**

**PROCESSAMENTO DE DADOS DE SÍSMICA RASA NA REGIÃO DO DELTA  
DO RIO PARAIBA DO SUL, RJ**

Monografia referente à disciplina Projeto Final II, apresentada ao curso de graduação em geofísica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geofísica.

Orientador: Dr. Cleverson Guizan Silva

NITERÓI,  
Janeiro de 2014

**FABRÍCIO DE LIMA ROLA**

**PROCESSAMENTO DE DADOS DE SÍSMICA RASA NA REGIÃO DO DELTA  
DO RIO PARAIBA DO SUL, RJ**

Monografia referente à disciplina Projeto Final II, apresentada ao curso de graduação em geofísica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geofísica.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Cleverson Guizan Silva – Lagemar/UFF

---

Dr. José Antônio Baptista Neto – Lagemar/UFF

---

Dr. Gilberto Tavares de Macedo Dias – Lagemar/UFF

NITERÓI,

Janeiro de 2014



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Cleverson Guizan Silva, pela dedicação em ensinar e tempo dedicado ao trabalho.

À Universidade Federal Fluminense por ter possibilitado esse período de aprendizado.

À minha família que sempre foi meu pilar nos momentos difíceis.

À minha esposa pela paciência e incentivo durante todo esse tempo.

Aos professores da graduação que compartilharam conhecimento durante a caminhada.

## RESUMO

A sísmica rasa monocanal apesar de amplamente utilizada em expedições acadêmicas e para mapeamento raso do fundo marinho para implantação de estruturas submarinas, geralmente não tem seus dados processados, e sim interpretados na forma bruta.

O presente trabalho tem como objetivo processar esses dados, e posteriormente avaliar a melhora dos mesmos na investigação de estruturas de subsuperfície em uma possível interpretação.

Foi utilizado um script retirado do trabalho de conclusão de curso “Processamento de dados sísmicos de alta resolução da Plataforma Sudeste Brasileira com o software Seismic Unix” (Rangel, L. R., 2013), onde é gerado um fluxo de trabalho interativo, com etapas definidas de processamento.

A região de aquisição encontra – se na Bacia de Campos que situa-se no litoral Sudeste do Brasil, entre as cidades de Macaé e Cabo de São Tomé, em lâmina d’água entre 5 e 35 m nas proximidades do Cabo de São Tomé, costa do Estado do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave: Sísmica monocanal, processamento de dados, Bacia de Campos.**

## **ABSTRACT**

The single – channel shallow seismic although widely used in academic expeditions and for shallow mapping of the subsea structures, generally do not have their data processed, but interpreted in crude form.

This study aims to process the data and after that evaluate the increase in the quality of the data in investigating subsurface structures in a possible interpretation.

For this study the script used was taken from the undergraduate final project “High Resolution Seismic Data Processing of the Brazilian Southeast Continental Shelf With Seismic Unix” (Rangel, L. R., 2013), where an interactive workflow is used.

The acquisition zone is located in Campos Basin in the Southeastern coast of Brazil, between Macaé e Cabo de São Tomé, in deeps from 5 to 35 m near Cabo de São Tomé, Rio de Janeiro.

**Key words: Single – channel seismic, data processing, Campos Basin.**

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Localização da área de estudo evidenciando o delta.....	2
<b>Figura 2</b> - Mapeamento do embasamento Pré-Cambriano, dos sedimentos Quaternários e, principalmente da Formação Barreiras. Modificado de Schabbenhaus et al (1984) por Moraes et al (2006). Redesenhado por Moraes et al (2006) .....	3
<b>Figura 3</b> - Esquema representando a Transgressão e Regressão Marinha. Modificado de Schabbenhaus et al (1984) por Moraes et al (2006). Redesenhado por Moraes et al (2006) .....	4
<b>Figura 4</b> - Conceitos de Transgressão, Regressão Normal e Regressão Forçada, segunda Catuneanu (2006). Fonte : Catuneanu, 2006 .....	5
<b>Figura 5</b> - Mapa batimétrico de Zembruscki e França (1976). As duas porções rachuradas designam feições deposicionais que caracterizam deltas progradantes formados durante a estabilização do nível do mar em profundidades menores que as atuais. Fonte : Kowsmann et al , 1979.....	7
<b>Figura 6</b> - Modelo batimétrico 3 dimensão e cobertura faciológica da porção sul da Bacia de Campos - RJ. Notar o padrão progradante do talude , com aspecto convexo e vários feixes de cânions . Modificado de Machado et al (2004).....	8
<b>Figura 7</b> - Mapa faciológico de sedimentos superficiais de uma porção da plataforma continental leste brasileira . Modificado de Coleção de mapas , Série Projeto REMAC , nº 11 (Kowsmann & Costa, 1979) .....	9



Figura 8 - Transmissão e reflexão do sinal sísmico de acordo com a variação da impedância acústica das camadas sedimentares abaixo do fundo . (Ayres, 2000) .....	10
Figura 9 - Localização das linhas exemplificadas no trabalho . Modificado de Bernardo, 2012 .....	13
Figura 10 - Fluxograma de trabalho com os dados .....	14
Figura 11 - Dado bruto .....	15
Figura 12 - Dado cortado nos traços 3000 a 11000 e de 0,04 a 0,12 s .....	15
Figura 13 - Mute da coluna d' água .....	16
Figura 14 - Zoom dos traços 6000 a 9000 para evidenciar fundo marinho mal delimitado .....	16
Figura 15 - Dado após aplicação do filtro swell .....	17
Figura 16 - Zoom dos traços de 6000 a 9000 após o filtro de swell .....	18
Figura 17 - Espectro de frequências anterior a aplicação do filtro evidenciando ruídos de alta frequência acima 5500 Hz .....	19
Figura 18 - Espectro de frequência após filtro .....	19
Figura 19 - Dado filtrado com passa - banda com frequências 300 , 500 , 4000 e 5500 Hz .....	20
Figura 20 - Dado fical com correção de ganho .....	21
Figura 21 - A - Correlação crono - estratigráfica entre as unidades e superfícies sísmicas encontradas com as sequências mapeadas por Marangoni (2012) ; B - Ciclicidade deposicional proposta baseada na correlação em isótopos de oxigênio (MIS = marine isotopic stage) de curvas globais do nível do mar (RABINEAU et al , 2006) - (BERNARDO, 2012) .....	22
Figura 22 - Perfil da linha 160411_003 processada e interpretada mostrando as superfícies de erosão e sequências sedimentares .....	23

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES .....	viii
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 LOCALIZAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. REVISÃO DE SÍSMICA : .....</b>	<b>9</b>
<b>4. METODOLOGIA : .....</b>	<b>12</b>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>7. CONCLUSÃO : .....</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

A sísmica rasa é amplamente utilizada em expedições acadêmicas e para mapeamento raso de subsuperfície para implantação de estruturas submarinas.

Seus dados possuem uma resolução maior do que a sísmica convencional, porém seu poder de penetração é mais limitado, e geralmente apresentam grande quantidade de ruídos provenientes da embarcação e do ambiente que poluem a visualização dos dados.

Por ser de importante interesse econômico, e com amplos estudos acadêmicos desenvolvidos, a região adjacente ao Delta do Rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, foi escolhida para ilustrar o trabalho, com algumas linhas sendo mostradas sua evolução no processamento e melhora do dado.

O processamento dos dados seu deu em fases assim descritas: edição dos traços, mute, análise do espectro de frequências, filtro passa – banda, filtro swell e correção de amplitude.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO**

O delta do Rio Paraíba do Sul encontra-se na bacia de Campos, que está situada no litoral Sudeste do Brasil, costa do Estado do Rio de Janeiro, sendo limitada ao norte pelo Alto de Vitória, divisa com a bacia do Espírito Santo, e ao sul pelo Alto de Cabo Frio, que a separa da bacia de Santos. A área dessa bacia abrange cerca de 120.000 km<sup>2</sup> até a batimetria de 3.500 m aproximadamente e, deste total, 3.000 km<sup>2</sup> localizam-se na parte emersa (MOHRIAK, 2003).



**Figura 1 – Localização da área de estudo evidenciando o delta**

## **2.2 CONTEXTO GEOLÓGICO**

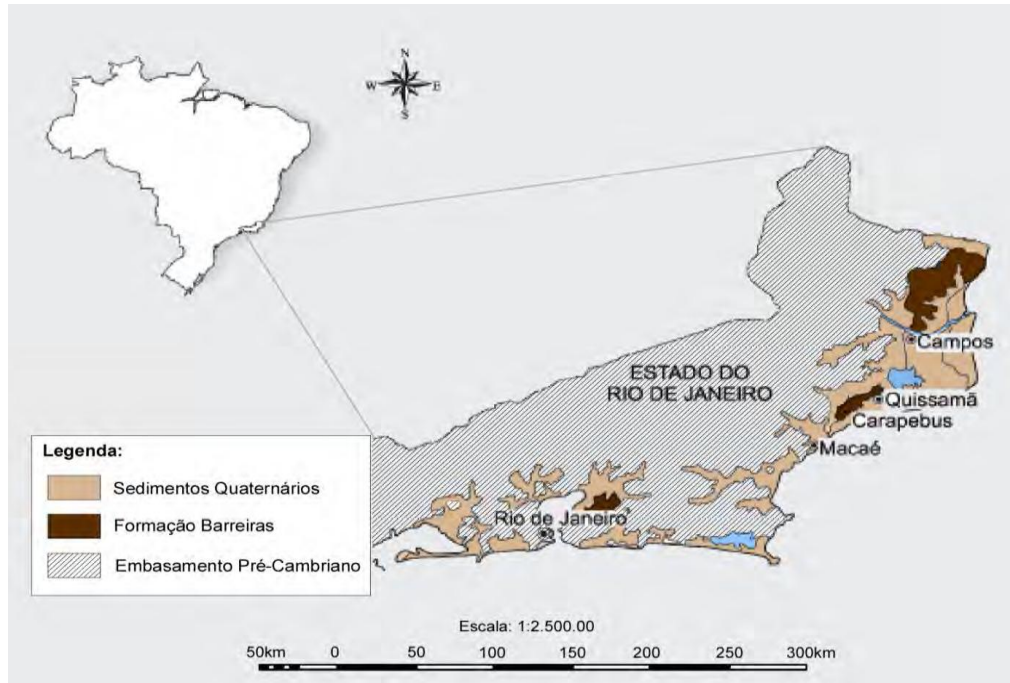
De acordo com Zembrucki (1979), ao estudar a Bacia de Campos desde o norte até o sul, foi verificado que a plataforma continental se amplia ao largo do Cabo de São Tomé. Nesse trecho, ao largo do Rio Paraíba do Sul, a plataforma atinge a largura de 80 km, com quebra de plataforma na cota batimétrica de 40m. Diante de Cabo de São Tomé, a largura é mantida, porém a quebra de plataforma chega a 100m. Indo ao sul, em direção a Macaé, a largura aumenta para 90km, e a quebra de plataforma chega a 80m.

A evolução da Bacia de Campos passou por diferentes estágios, envolvendo o rifteamento do supercontinente, formação da crosta oceânica e desenvolvimento do Atlântico Sul. Sua origem foi dominada por esforços extencionais que romperam o Gondwana no Cretáceo Inferior criando um sistema de rift valleys (PASSOS, 2012).

A plataforma continental nessa área apresenta morfologia marcante, no sentido continente – bacia, sendo a plataforma interna/média (~70 – 80m de profundidade) caracterizada por morfologia convexa, enquanto em direção à quebra de plataforma o fundo submarino apresenta morfologia côncava (Marangoni, 2012)

A planície costeira do Rio Paraíba do Sul se insere na costa oriental ou leste, mas especificamente no macrocompartimento Bacia de Campos, onde podemos destacar o Grupo Barreiras, que é interiorizado à medida que há o

alargamento das cristas de praia, e ao sul aparecem as rochas do embasamento.(Figura 2) (Muehe, 1998)



**Figura 2 - Mapeamento do embasamento Pré-Cambriano, dos sedimentos Quaternários e, principalmente da Formação Barreiras. Modificado de Schabbenhaus et al., (1984) por Moraes e al., (2006). Redesenhado de Moraes et al. (2006)**

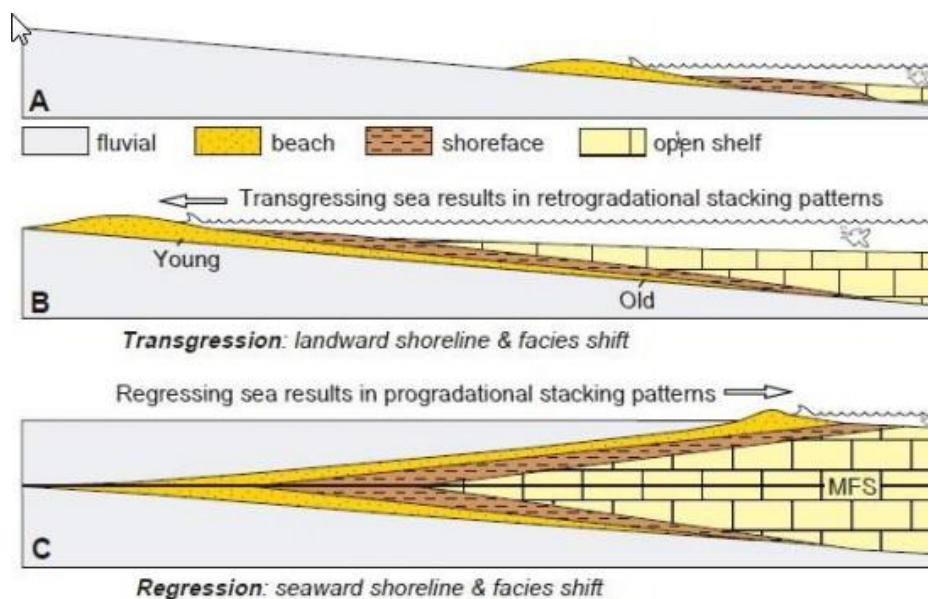
A presença do Rio Paraíba do Sul e a evolução tectono-sedimentar resultaram na atual morfologia da margem, caracterizada por plataforma-talude. O espesso empilhamento sedimentar (~7000 m na altura do talude) é composta por cinco megassequências sedimentares (Chang et al, 1992) .

São elas, Megassequência Sin – Riffe, que é caracterizada por ambiente sedimentar continental, Megassequência Evaporítica, caracterizada pela transição entre a fase Sin-Riffe para o marinho restrito, que é a Megassequência Carbonática, e as Megassequências Marinhas Transgressivas e Regressivas, características de ambiente marinho em um contexto de subsidência térmica da margem.

Fases transgressivas caracterizam-se pela migração da linha de costa em direção ao continente. Nesse sentido as fácies se deslocam na mesma direção

e os depósitos marinhos passam a sobrepor os depósitos litorâneos e continentais, gerando um padrão de empilhamento retrogradacional.

A fase regressiva caracteriza-se pelo avanço da linha de costa em direção à bacia, com fácies marinhas sendo sobrepostas por fácies não marinhas. É gerado um padrão progradacional (Figura 3).



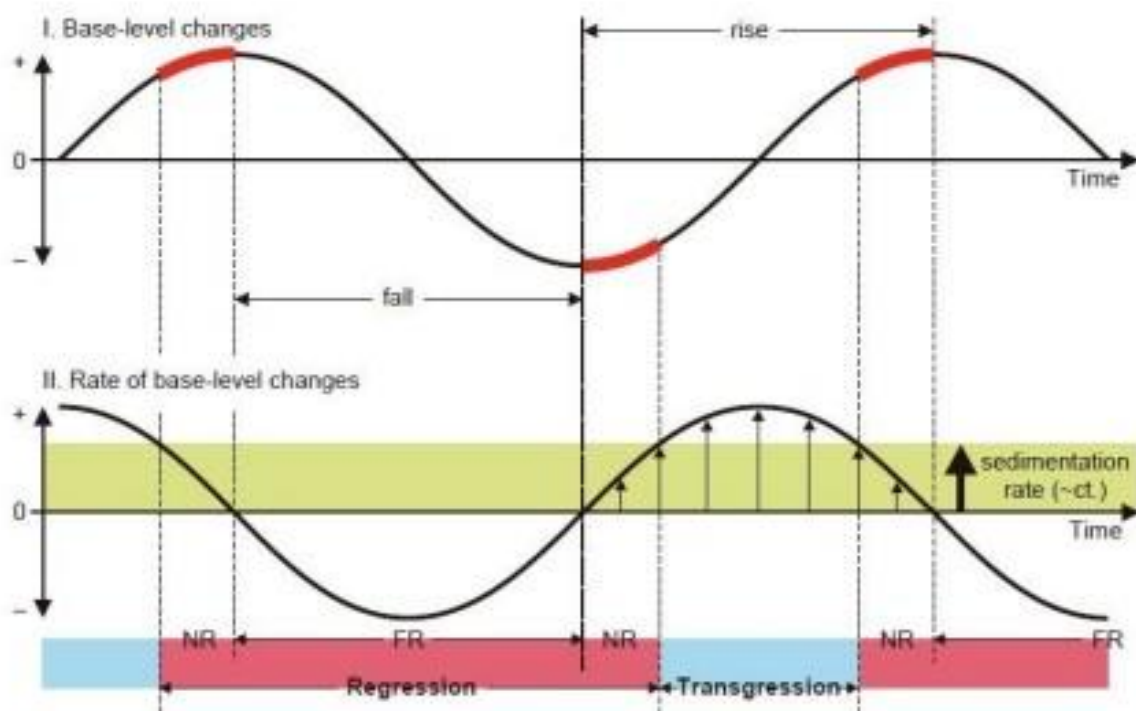
**Figura 3 - Esquema representando a Transgressão e Regressão Marinha. . Modificado de Schabbenhaus et al., (1984) por Moraes e al., (2006). Redesenhado de Moraes et al. (2006)**

Nesse contexto se faz necessário entender os conceitos de espaço de acomodação e aporte sedimentar, e input de sedimentos ao qual uma bacia está sujeita. Segundo Catuneanu (2006), espaço de acomodação relaciona-se pelas interações entre tectônica e eustasia.

Na regressão marinha podemos distinguir duas fases: a regressão normal quando a taxa de subida do nível de base é menor que a taxa de sedimentação; e a regressão forçada quando há descida do nível de base e é independente da taxa de sedimentação.

A transgressão marinha acontece quando a taxa de variação do nível de base é superior à taxa de sedimentação.

Vale notar que a taxa de sedimentação é constante de acordo com a estratigrafia de seqüências (Figura 4).



**Figura 4 - Conceitos de Transgressão , Regressão Normal e Regressão Forçada , segunda Catuneanu ( 2006 ) . Fonte : Catuneanu , 2006**

Um fluxo maior de terrígenos chegou à bacia a partir do Oligoceno Inferior, quando o sistema de drenagem do Rio Paraíba do Sul ancestral foi estruturalmente desviado da Bacia de Santos para a Bacia de Campos (Modica & Brush, 2004). A partir do Quaternário, a borda de plataforma e a região do talude sofreram intensa erosão, formando cânions, ravinamentos e deslizamentos, observados até hoje. Esta sedimentação terrígena encontra-se hoje depositada sobre o Platô de São Paulo (Alves, 2002).

Entre 130-18 ka, ocorreu a Regressão Wisconsiniana, quando a plataforma foi submetida a uma grande regressão que a expôs quase que por completo (Kowsmann et al, 1979), seguida pela Transgressão Flandriana, a partir de 11 ka, que modelou o relevo atual e afogou parte da drenagem continental.

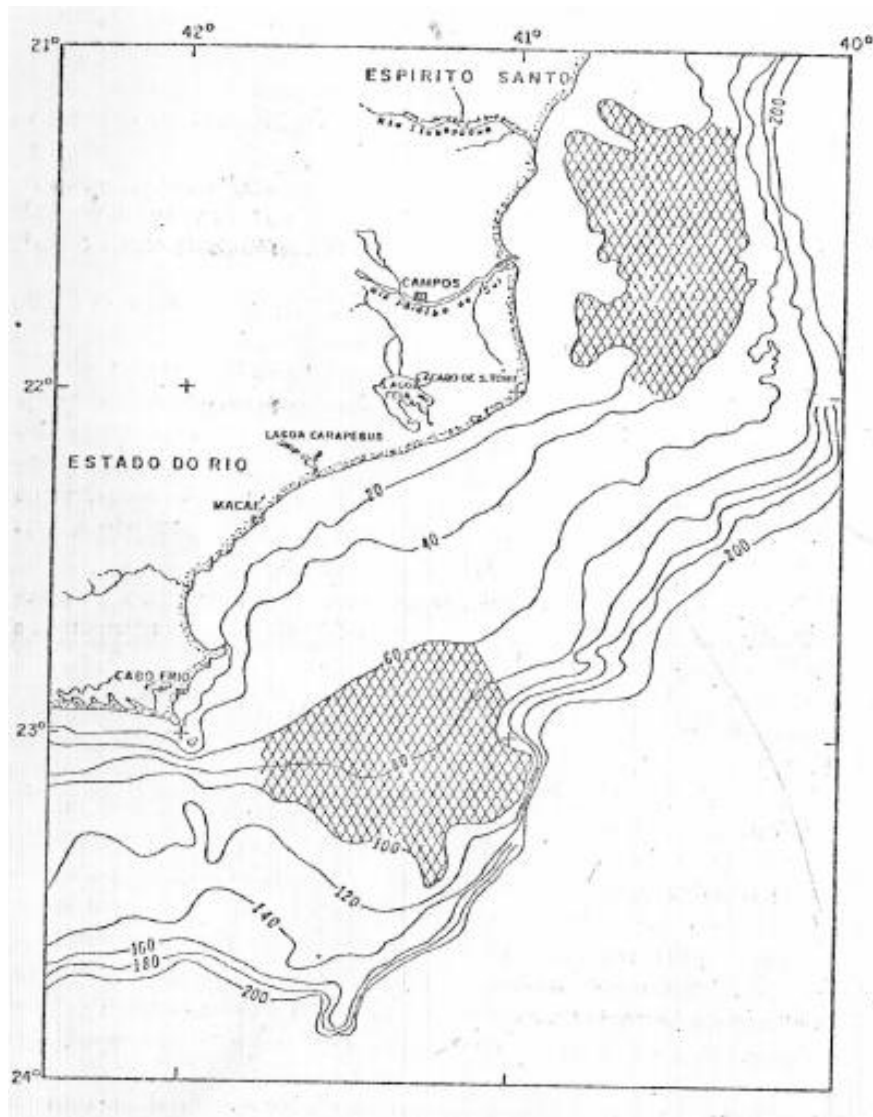
As sequências deposicionais do Eo-Pleistoceno até o Recente revelam uma diferença na sedimentação em relação a parte norte e sul da Bacia de Campos, onde na parte sul apresenta elevadas taxas sedimentares, e a norte valores bastante reduzidos. Isso se deve ao grande influxo de sedimentos fluviais vindos do Rio Paraíba do Sul, responsáveis pela construção no sul da bacia de extensas cunhas progradantes durante todo o quaternário (Azevedo Júnior, 1991; Lopes, 2004).

A estratigrafia da Bacia de Campos relaciona-se com a evolução e sedimentação da margem continental sudeste. O embasamento da bacia é formado por rochas vulcânicas do Cretáceo Inferior com intensa incidência de falhas lítricas sintéticas e antitéticas e falhas reversas, com intrusões vulcânicas próximo ao limite crustal (Chang; Kowsmann, 1987).

A sequência sedimentar quaternária representa o topo da chamada Megassequência Marinha Regressiva. A desta Megassequência acontece na Bacia de Campos entre o Paleoceno e o recente (60 Ma ao atual). (Chang ET AL, 1990).

Na fase de transgressão holocênica, o mar estava 20m abaixo do nível atual e desenvolveram-se em toda plataforma interna feições morfológicas de primeira ordem e ambientes de sedimentação costeira. Com o decorrer da transgressão, essas feições continuaram a migrar em direção ao continente, resultando no atual delineamento e morfologia da linha de costa (Figura 5). (Kowsmann; Costa, 1979)





**Figura 5 - Mapa batimétrico de Zemruscki e França (1976). As duas porções rachuradas designam feições deposicionais que caracterizam deltas prográdantes formados durante a estabilização do nível do mar em profundidades menores que as atuais. Fonte: Kowsmann et AL, 1979**

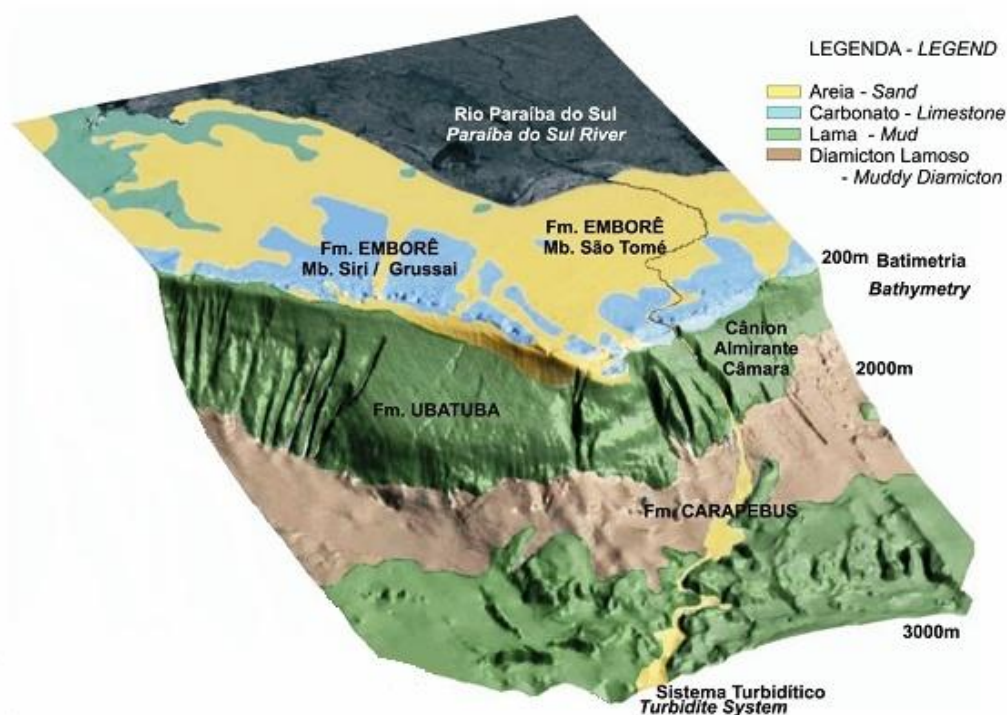
De acordo com Silva et al (2001) a margem continental na Bacia de Campos, incluindo o Platô de São Paulo possui três regiões geomorfologicamente distintas: a) Setor sul, entre Cabo Frio e Macaé; b) Setor central, entre Macaé e a Foz do Rio Paraíba do Sul; c) Setor norte que estende-se até o limite norte da bacia, na altura de Vitória.

O setor sul apresenta um forte grau de erosão, sendo caracterizado pela concavidade no perfil batimétrico do talude e pela presença de inúmeras

ravinas na região de quebra e paleoquebra de plataforma continental em profundidades superiores a 20m.

Destacam-se feições proeminente erosivas, como o Grupo Sudeste de Cânions submarinos. O platô se apresenta mais profundo e é interrompido ao norte por curvas batimétricas na direção ENE-WSW e E-W (Figueiredo et al, 1982).

No setor central destaca-se um caráter progradante com morfologia convexa e os cânions do Grupo Nordeste. No setor norte, a norte do Cânion Almirante Saldanha, o talude continental se retrai e é erodido com exposição de ravinas formadas por deslizamentos submarinos (Figura 6) (Passos, 2012)



**Figura 6 - Modelo batimétrico 3 dimensões e cobertura faciológica da porção sul da Bacia de Campos – RJ. Notar o padrão progradante do talude, com aspecto convexo e vários feixes de cânions. Modificado de Machado et al. (2004).**

A base da escarpa da quebra de plataforma representa um importante sítio deposicional de transbordamento das areias de plataforma e retrabalhamento por correntes de fundo (Viana, 1998).

A cobertura sedimentar recente na plataforma continental da Bacia de Campos é essencialmente siliciclástica, com os terrígenos constituídos de areias quartzosas (Passos, 2012).

Ao sul do Cabo de São Tomé, apresentam-se areias grossas enquanto entre o Cabo de São Tomé e Cabo Frio, na porção sul encontram-se próximas à costa lamas terrígenas (areias muito finas) originárias do Rio Paraíba do Sul transportadas por correntes litorâneas associadas aos ventos predominantes NE (Figura 7) (Alves et al, 1980).

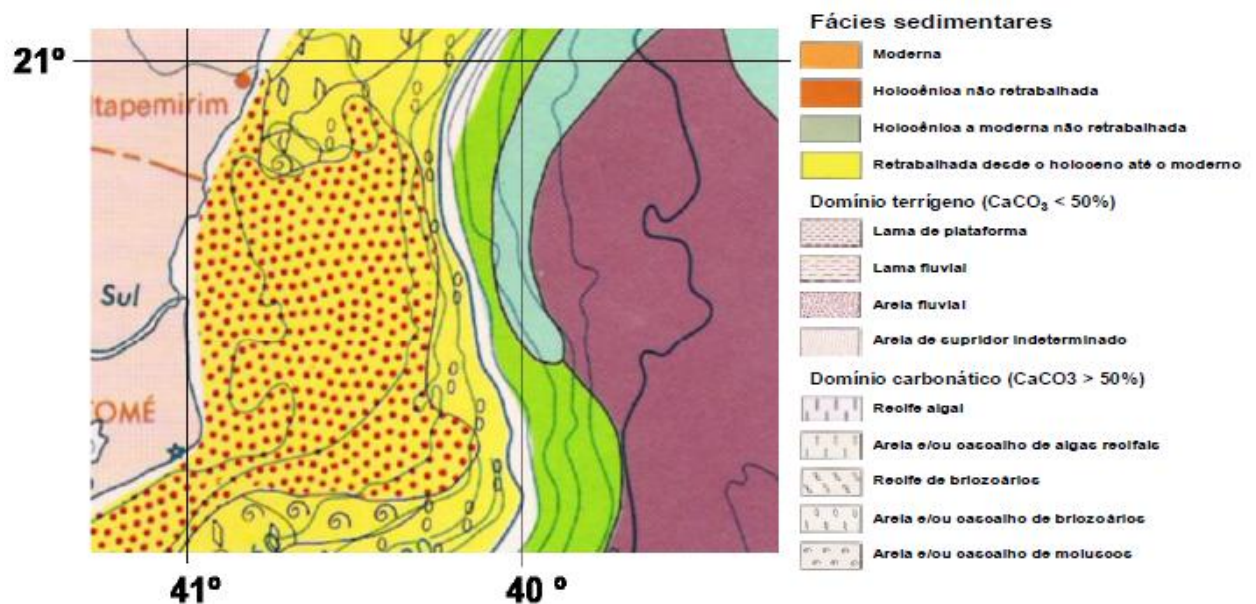
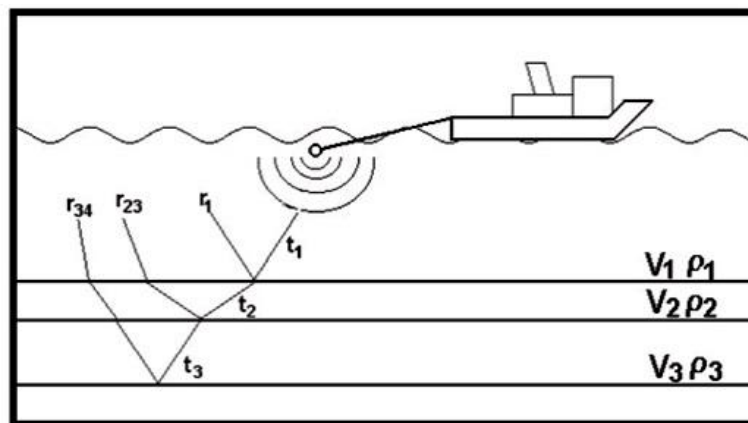


Figura 7 - Mapa faciológico de sedimentos superficiais de uma porção da plataforma continental leste brasileira. Modificado de Coleção de mapas, Série Projeto REMAC, nº 11 (Kowsmann & Costa, 1979).

### 3. REVISÃO DE SÍSMICA :

A sísmica de reflexão usa uma fonte de energia disparada periodicamente gerando ondas acústicas. A onda gerada retorna devido a uma diferença de impedância acústica entre dois meios, e retorna sendo captada pelos geofones ou hidrofones (Figura 9).

Os hidrofones são sensores piezo – elétricos que ao receberem uma onda mecânica produzem um sinal elétrico de voltagem variável de acordo com a intensidade do sinal. Como o sinal recebido vem com frequência carregado de ruídos oriundos do meio ambiente ( barulho do vento, ondas superficiais, chuva, ruído proveniente da embarcação, etc . ) é necessário filtrá- lo para aumentar a razão sinal / ruído . Ainda antes de ser gravado o sinal é amplificado eletronicamente. (BAPTISTA NETO, José Antônio; PONZI, Vera Regina Abelin; SICHEL, Susanna Eleonora (Org.). Introdução a Geologia Marinha. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004)



**Figura 8 - Transmissão e reflexão do sinal sísmico de acordo com a variação da impedância acústica das camadas sedimentares abaixo do fundo. (Ayres, 2000)**

Existem dois tipos de ondas acústicas, as ondas de compressão, ou ondas P, e as ondas de cisalhamento, ou ondas S.

Segundo Ayres (2000), a velocidade de propagação de ondas acústicas em qualquer meio é função de suas constantes elásticas como módulo de Young (  $E$  ), módulo de Poisson (  $n$  ), módulo de rigidez (  $m$  ) e módulo de compressão (  $k$  ) . Estas constantes variam de acordo com o material e relacionam a quantidade de deformação sofrida por um material em função da força exercida sobre ele. A velocidade de propagação das ondas P e S são definidas pelas equações :

$$V_p = \sqrt{\frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Onde k é o módulo de compressão

$\mu$  é módulo de rigidez

$\rho$  é adensidade

A água do mar ou qualquer outro líquido tem módulo de rigidez zero. Logo, a onda S não se propaga em líquidos.

A geometria do sistema vai influenciar o comprimento e a forma do sinal acústico. Os aspectos mais importantes são a profundidade em que fonte e receptores são rebocados abaixo da linha d'água e a sua distância. A profundidade é importante porque o sinal efetivo consiste do pulso primário e do chamado pulso "fantasma", que é uma segunda reflexão que atinge o hidrofone após refletir na superfície da água. A distância entre fonte e receptores é importante porque influencia a potência acústica que é efetivamente transmitida através da coluna d'água. Quanto maior a distância entre fonte e receptores, maior o ângulo de incidência da frente de onda, e quanto maior o ângulo maior a possibilidade de perda de energia devido a transformação de ondas P em ondas S no fundo do mar. Resultando em uma menor quantidade de energia refletida em direção aos hidrofones. A distância entre fonte e receptor deve ser maior quanto maior for a profundidade da área sondada, e essa distância deve ser estipulada durante o levantamento. (BAPTISTA NETO, José Antônio; PONZI, Vera Regina Abelin; SICHEL, Susanna Eleonora (Org.). **Introdução a Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004).

No caso de levantamentos com Boomer, o equipamento é fonte e receptor ao mesmo tempo, considerando um zero off – set.

#### **4. METODOLOGIA :**

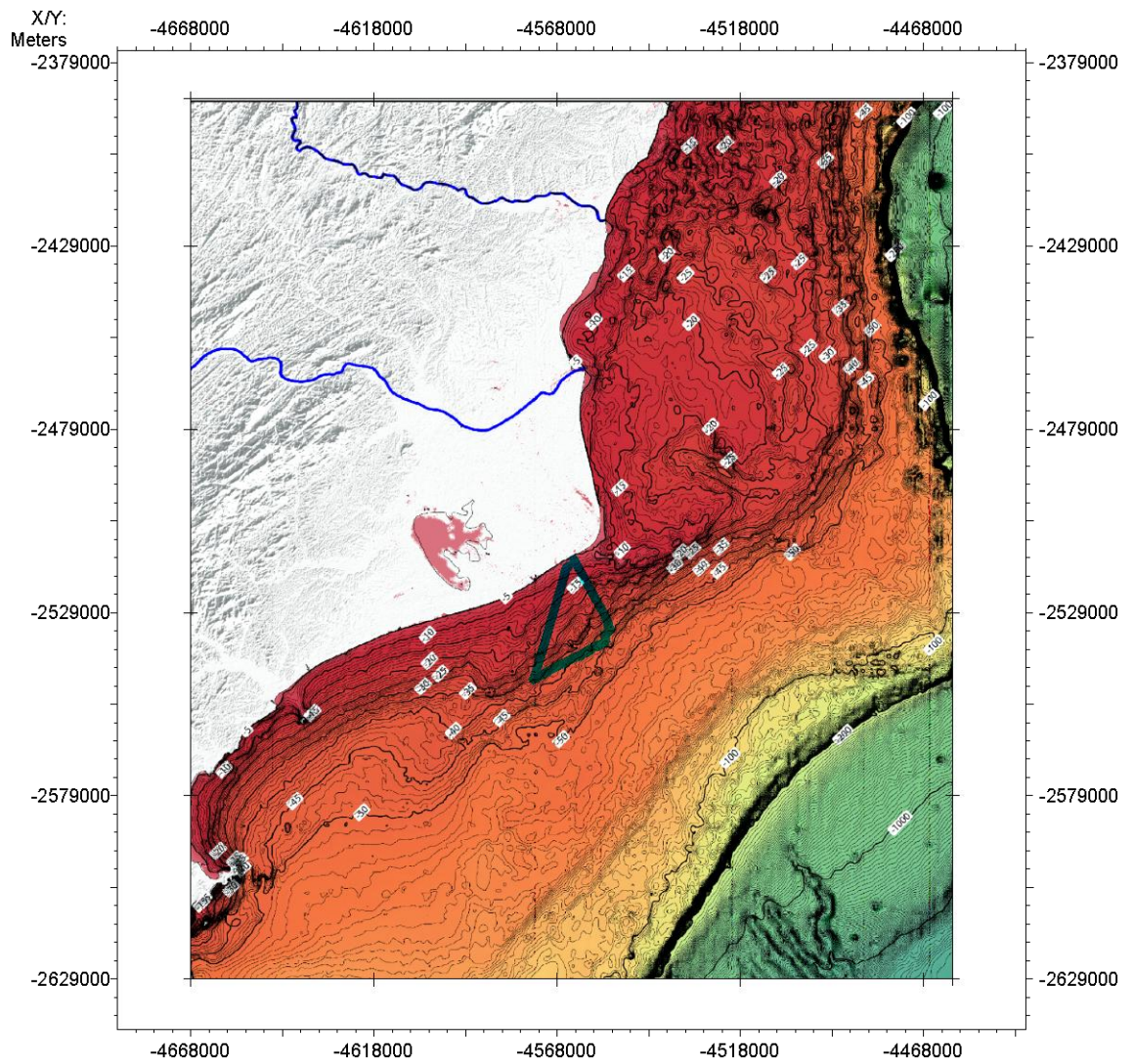
As linhas foram adquiridas no formato CODA e posteriormente convertidas para segy no próprio equipamento CODA. Ao ser carregado no SU, é gerado um arquivo su, formato interno do programa. O primeiro passo de processamento é a edição dos traços para retirar partes do dado que não interessam a interpretação. Posteriormente é aplicado o mute da coluna d'água, e em seguida aplicado o filtro passa – banda. O penúltimo passo consiste em aplicar o filtro swell, e na última etapa há a correção de amplitude.

A navegação é gerada em arcos de segundo que são transformadas para coordenadas métricas – Mercator WGS 84 – para serem carregadas no software Kingdom 8.5 para interpretação.

Foram processadas 43 linhas, sendo que sete foram selecionadas para ilustrar o trabalho por ter melhor qualidade. O processamento dos dados foi feitos de forma iterativa, testando – se as melhores opções de filtros e correções .

As linhas utilizadas foram adquiridas na expedição Rio Mar 2, entre os dias 16 e 22 de abril de 2011. A linha utilizada para exemplo foi a 160411\_003.





**Figura 9 - Localização das linhas exemplificadas no trabalho (modificado de Bernardo, 2012)**

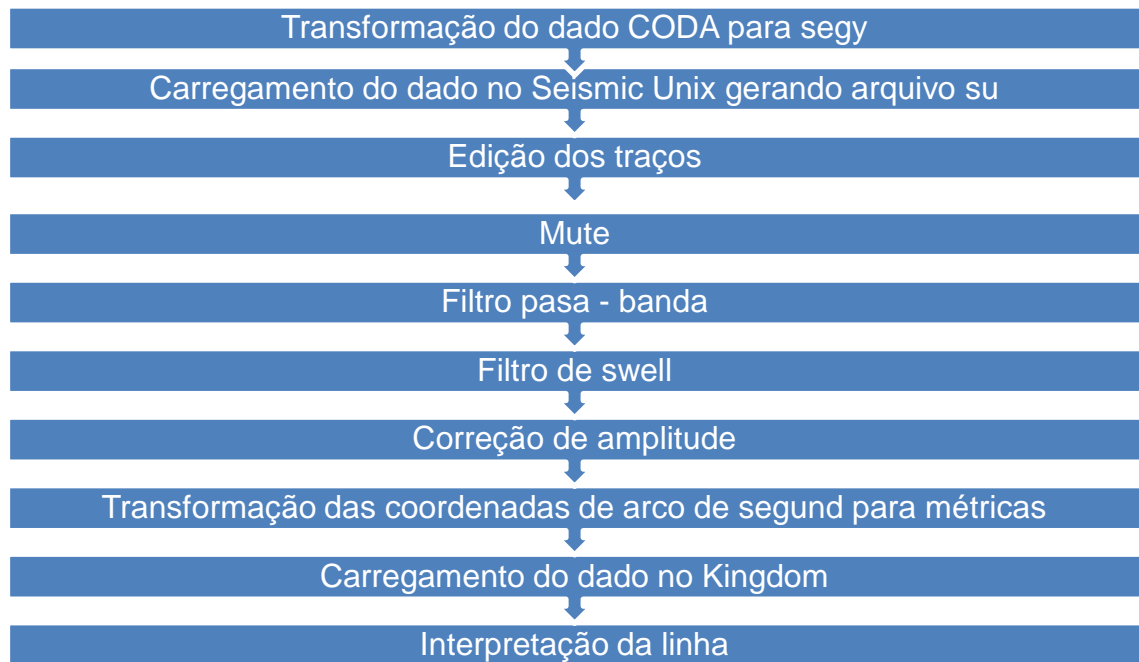


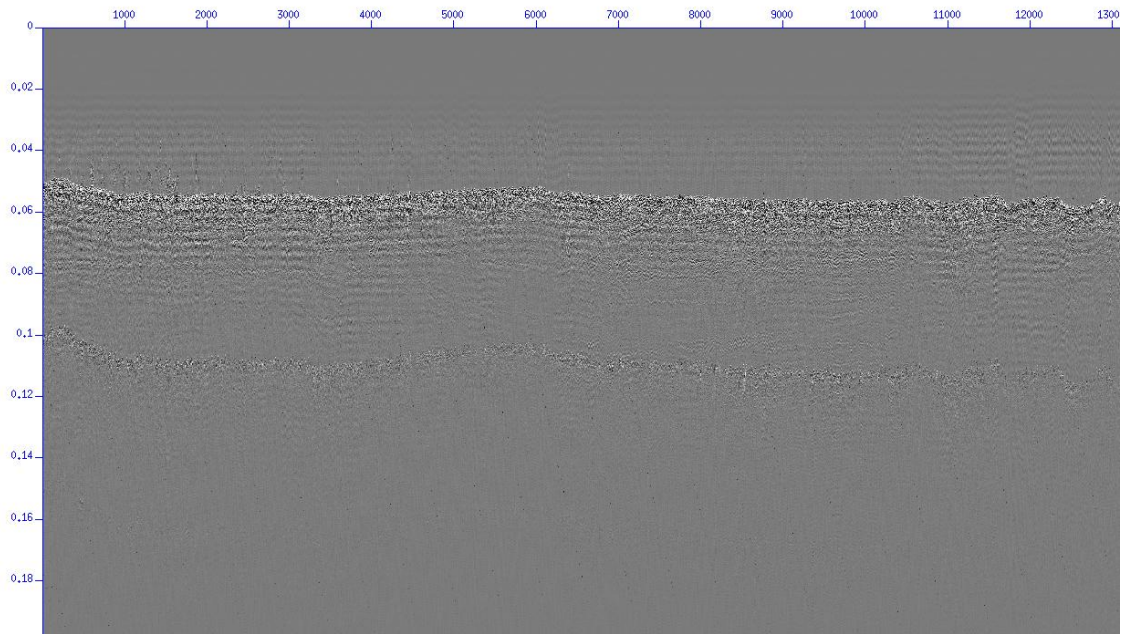
Figura 10 - Fluxograma de trabalho com os dados

## 5. RESULTADOS

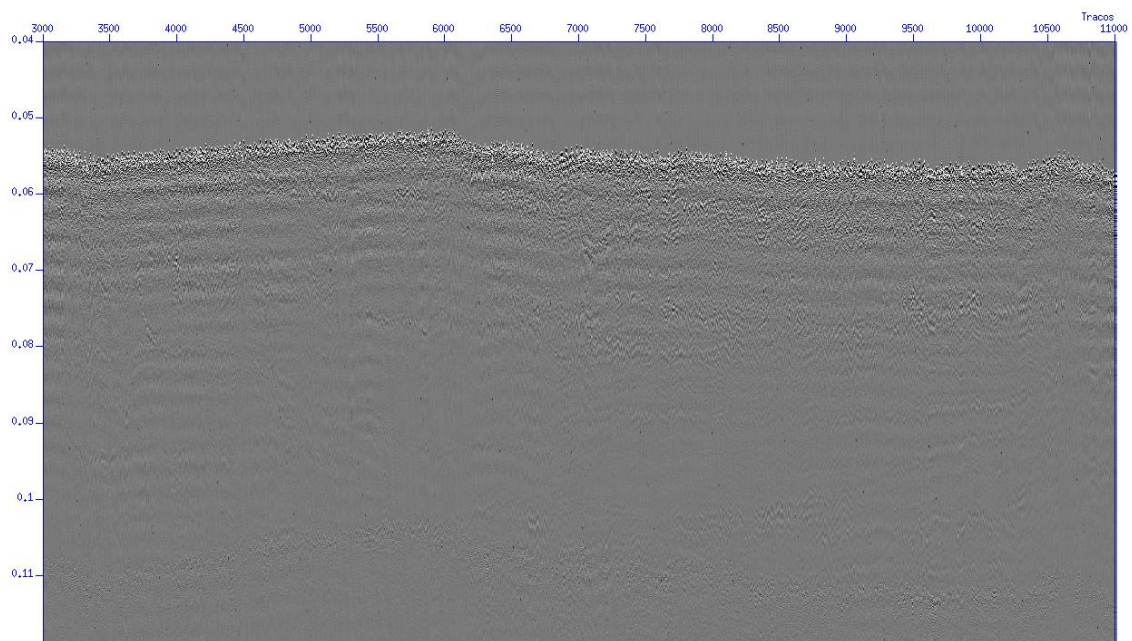
O primeiro passo para o processamento é a edição dos traços, onde serão descartadas as partes do dado onde não são visualizadas feições, e retirados os traços defeituosos, reduzindo assim o tempo de processamento.

Nesse exemplo não há traços defeituosos, porém cortamos o mesmo dos traços 3000 ao 11000 para melhor visualização de estruturas e de 0.04 a 0.12 s, já que acima disso apenas temos coluna d' água e abaixo não é visualizado nada.



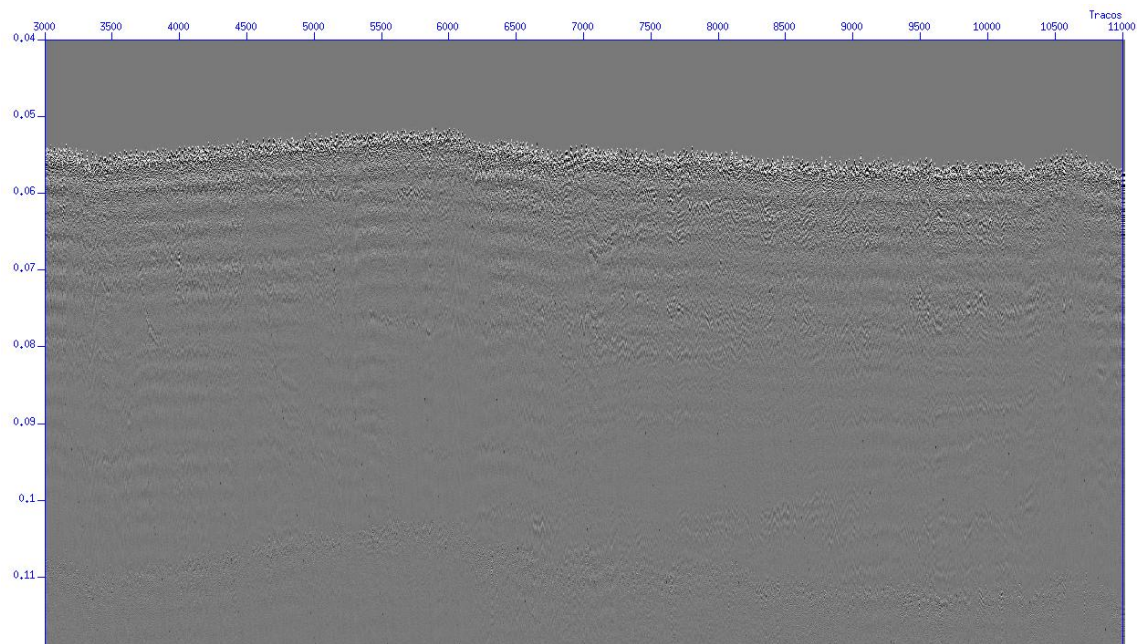


**Figura 11 - Dado bruto**



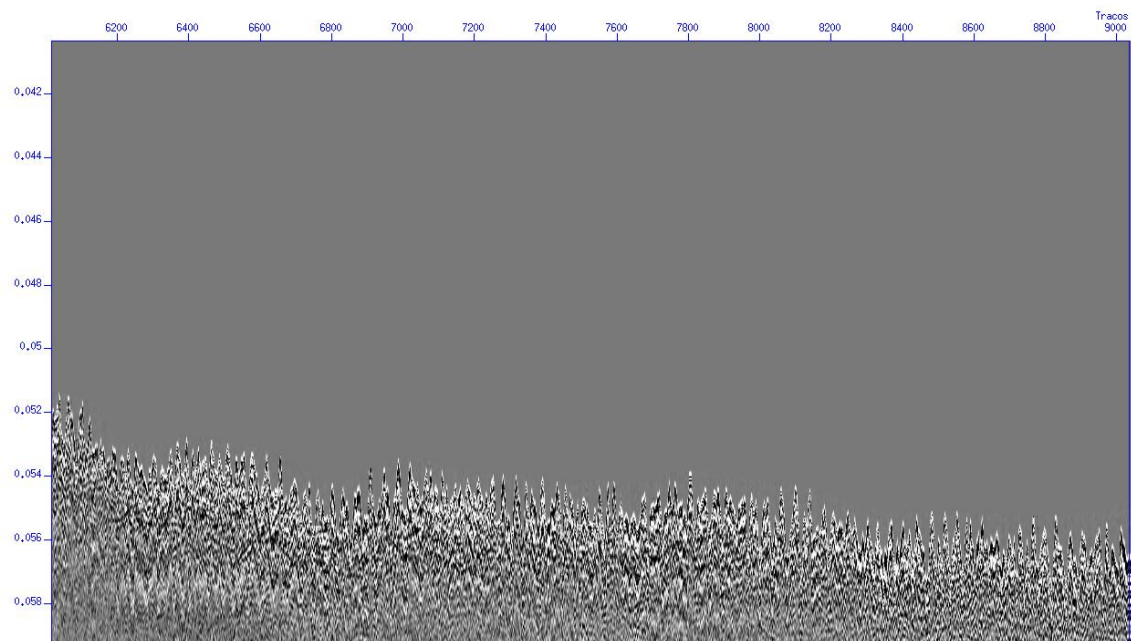
**Figura 12 - Dado cortado dos traços 3000 a 11000 e de 0.04 a 0.12 s**

Logo após, fazemos o mute da coluna d' água, que retira os ruídos da coluna d' água e leva em consideração a digitalização do fundo marinho para calcular a profundidade para filtragem de swell mais a frente.



**Figura 13 - Mute da coluna d ' água**

Depois do mute notamos que o fundo marinho não está bem delimitado e aqui aplicamos um zoom nos traços de 6000 a 9000 para evidenciarmos o mesmo



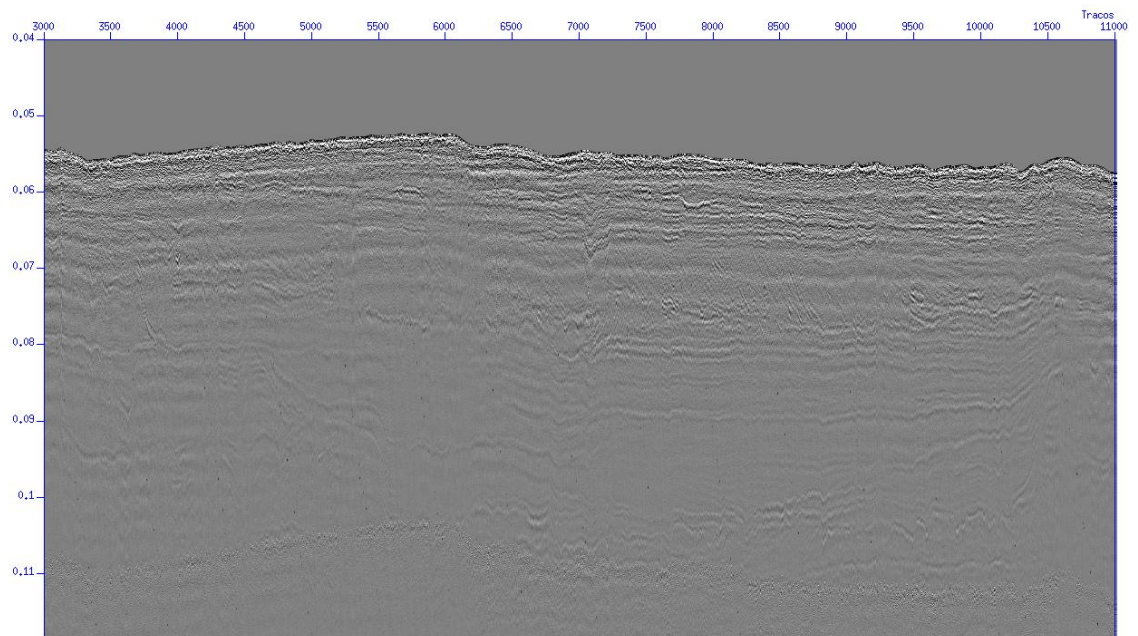
**Figura 14 - Zoom dos traços 6000 a 9000 para evidenciar fundo marinho mal delimitado**

O terceiro passo é a utilização do filtro de swell, que corrige as movimentações da fonte e receptor devido ao balanço do mar.

Esse filtro leva em conta a média das profundidades dos traços para criar uma função capaz de corrigir a estática dos traços.

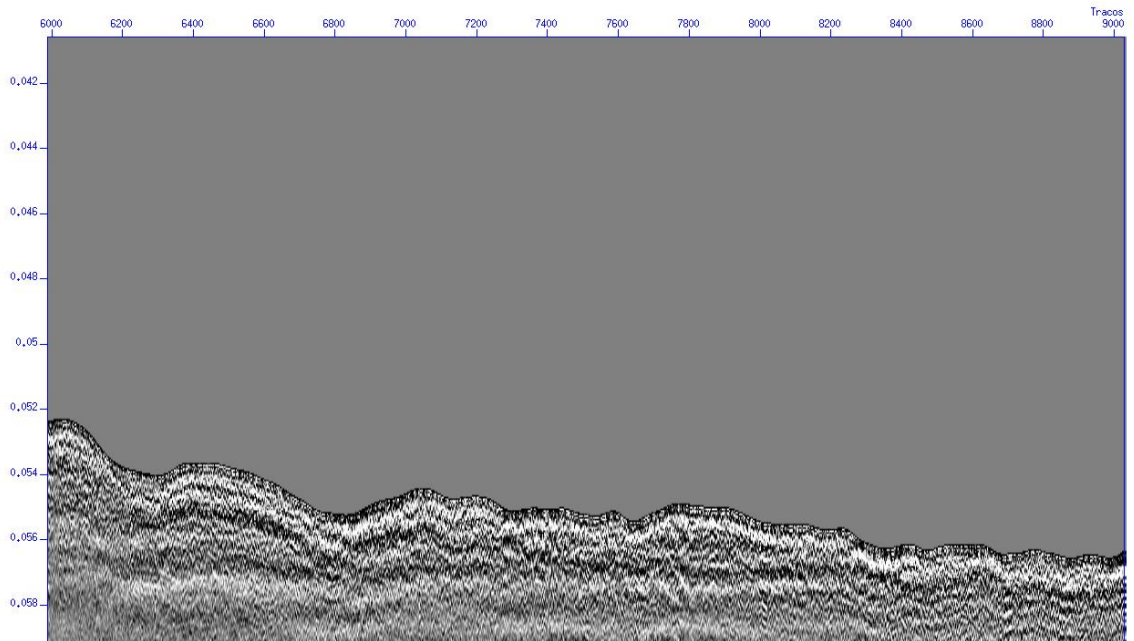
Nesse exemplo o número de 750 traços foi que apresentou melhores resultados.

Foi aplicado o mesmo zoom dos traços de 6000 a 9000 para mostrarmos a melhora na delimitação do fundo marinho



**Figura 15 - Dado após aplicação do filtro swell**

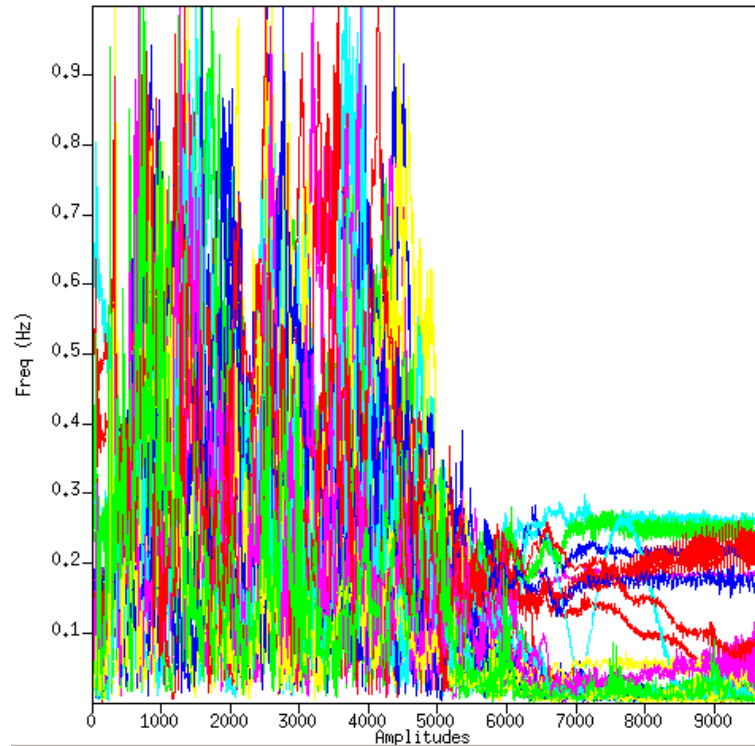




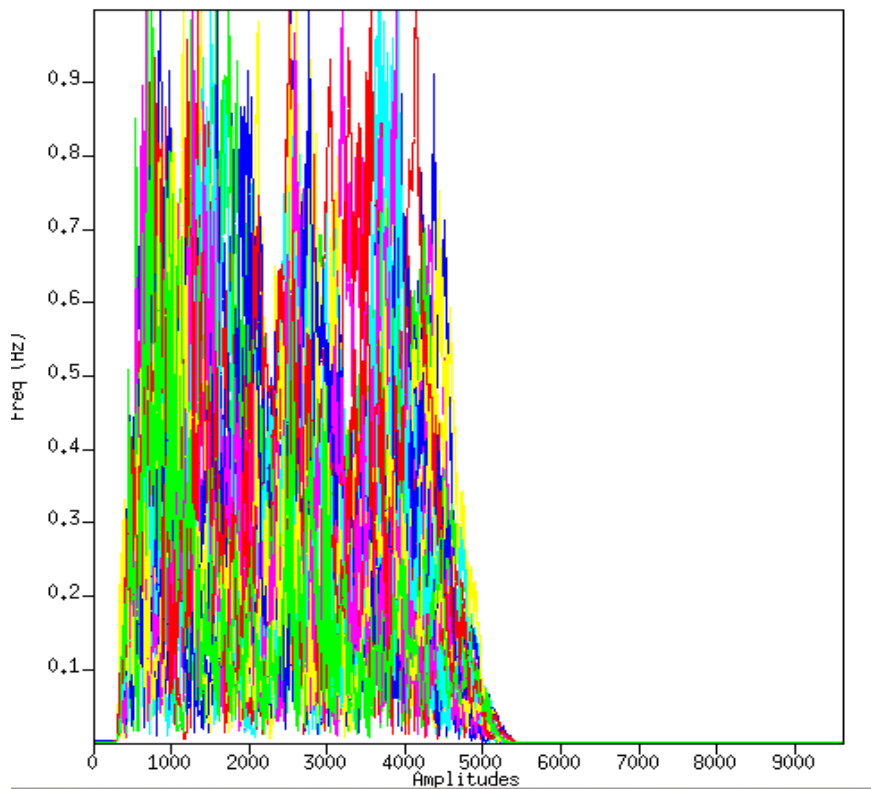
**Figura 16 - Zoom dos traços de 6000 a 9000 após o filtro de swell**

Através da análise do espectro de frequência, podemos delimitar a banda de frequências que será utilizada. No exemplo os melhores resultados se deram com o ajuste das frequências de 300, 500, 4000 e 5500 Hz. As baixas frequências são associadas a ruídos da embarcação. As altas frequências geralmente associadas a ruídos ambientais .

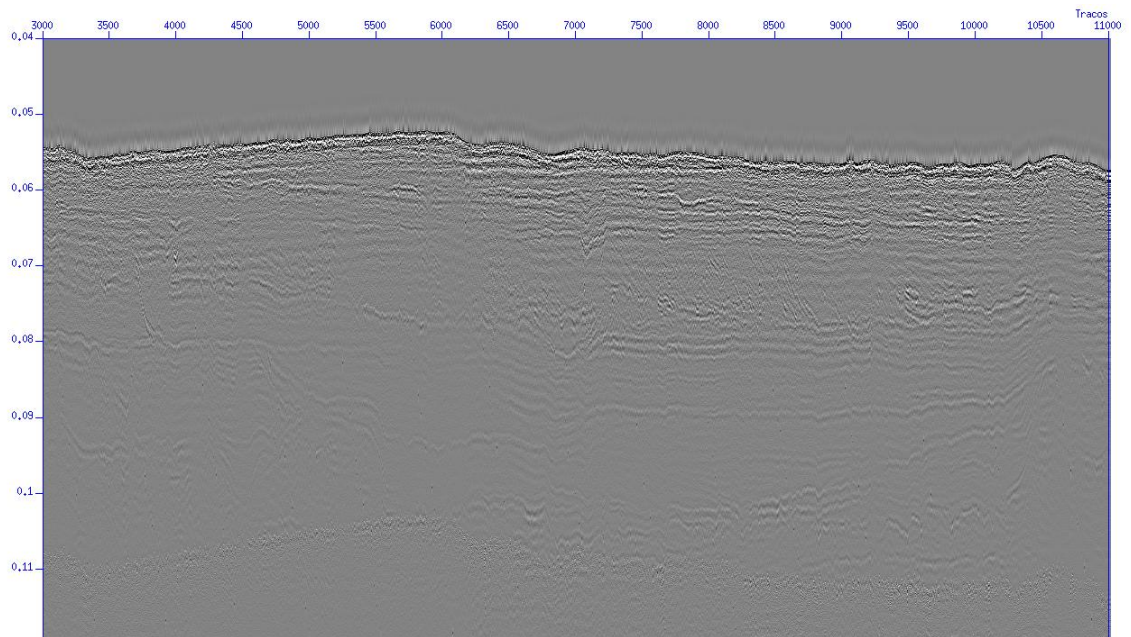
Nas figura 17 e 18 colocamos o espectro de frequências antes e depois do filtro, onde podemos observar a presença de ruídos principalmente de alta frequência no espectro anterior ao filtro.



**Figura 17 - Espectro de frequências anterior a aplicação do filtro evidenciando ruídos de alta frequência acima de 5500 Hz**

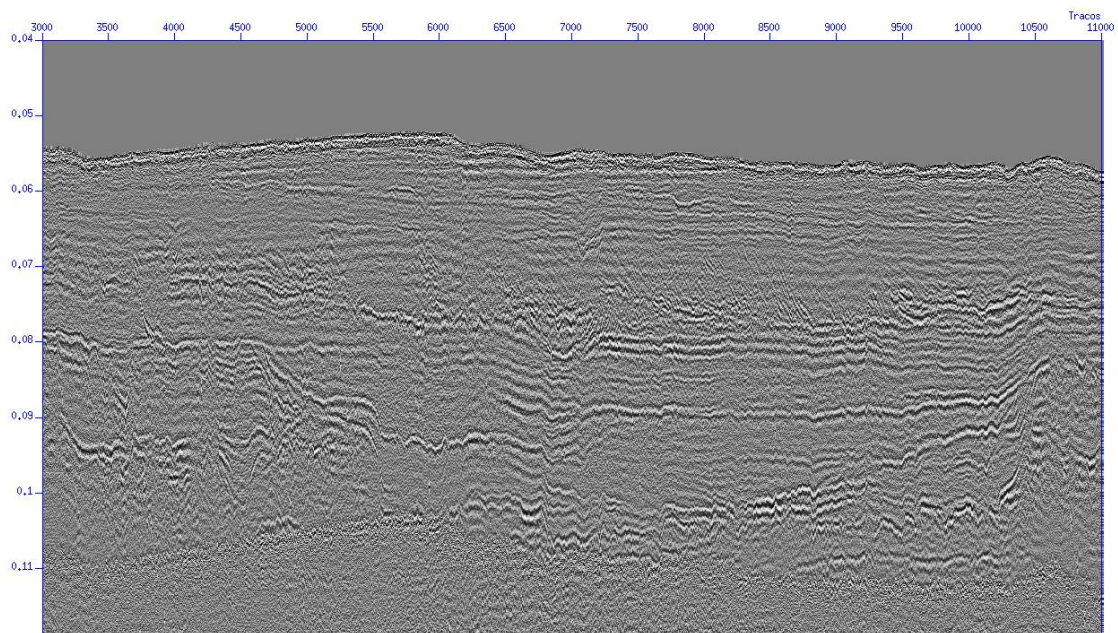


**Figura 18 - Espectro de frequência após filtro**



**Figura 19 - Dado filtrado com passa - banda com frequências 300, 500, 4000 e 5500 Hz**

E por fim temos a correção de amplitude que corrige a perda de energia ao propagar pelas camadas - espalhamento esférico, em que a energia concentrada vai se dissipando quando a área da frente de onda aumenta – e absorção, onde o atrito entre os grãos transforma energia em calor. Foi feita a correção para espalhamento esférico que mostrou melhores resultados e pode equalizar o sinal.



**Figura 20 - Dado final com correção de ganho**

## **6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Ao analisar o dado após o processamento, observa-se que feições morfológicas são ressaltadas e a visualização se torna mais fácil, o que facilita a interpretação. Muito embora o objetivo principal do trabalho não seja a interpretação, foi feita uma correlação com a interpretação dos trabalhos de Marangoni (2012) e Bernardo (2012), onde foram mapeadas superfícies de erosão e sequências deposicionais associadas a mudanças de nível do mar.

Segundo Marangoni (2012) e Bernardo (2012), foram identificadas superfícies de erosão associadas a níveis de mar baixo. A superfície de erosão S1 foi formada em período de mar baixo com idades de ~ 350 - 250 ka e se correlaciona a superfície S1 de Bernardo (2012) e S3 de Marangoni (2012). A

superfície S2 é gerada em um período de exposição da plataforma há ~ 240 - 130 ka e relaciona-se às superfícies S2 e S4 de Bernardo (2012) e Marangoni (2012) respectivamente, e a superfície S3 correlaciona-se a superfície S4 de Bernardo (2012) e S5 de Marangoni (2012), relacionada ao último máximo glacial com idades de ~ 120 - 18 ka .

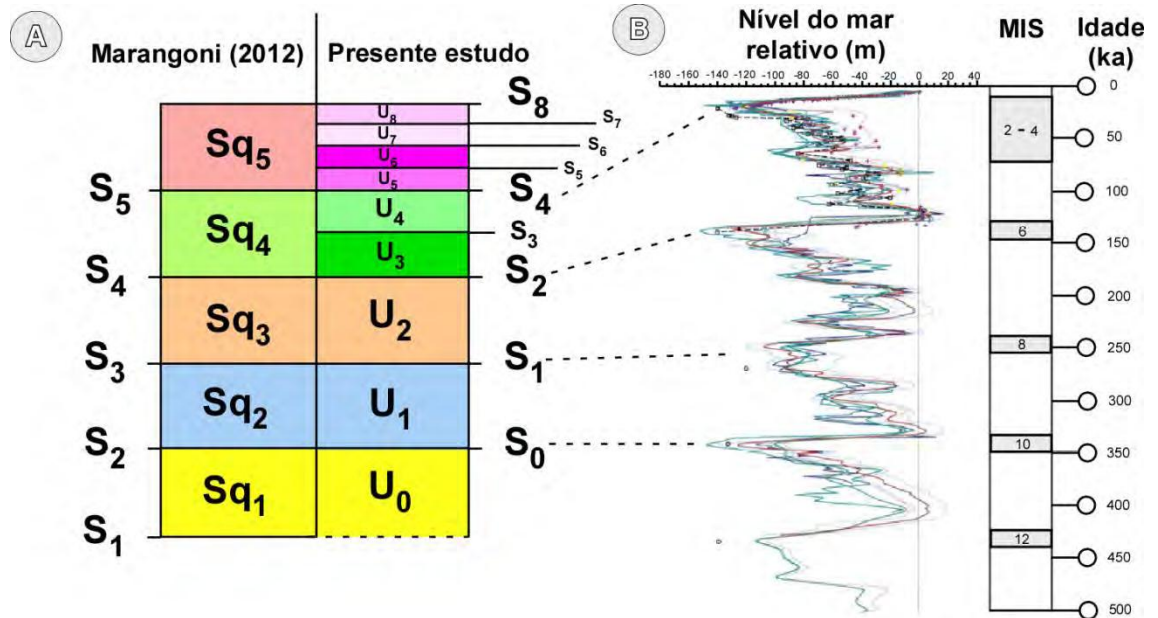


Figura 21 - A - Correlação crono - estratigráfica entre as unidades e superfícies sísmicas encontradas com as sequências mapeadas por Marangoni (2012) ; B - Ciclicidade deposicional proposta baseada na correlação em isótopos de oxigênio (MIS = marine isotopic stage) de curvas globais do nível do mar (RABINEAU et al, 2006) - (BERNARDO, 2012)

Segundo Bernardo (2012), verificou-se no registro sísmico incisões de um canal fluvial, associada a queda do nível do mar de 110 m abaixo do nível atual, que expôs a plataforma continental e possibilitou a incisão fluvial. Observa-se ainda outros canais preenchidos que indica que períodos diferentes de ciclicidade ocorreram. O maior paleocanal pode ter relação com o rio Paraíba do Sul quando ainda desaguava ao sul do Cabo de São Tomé.



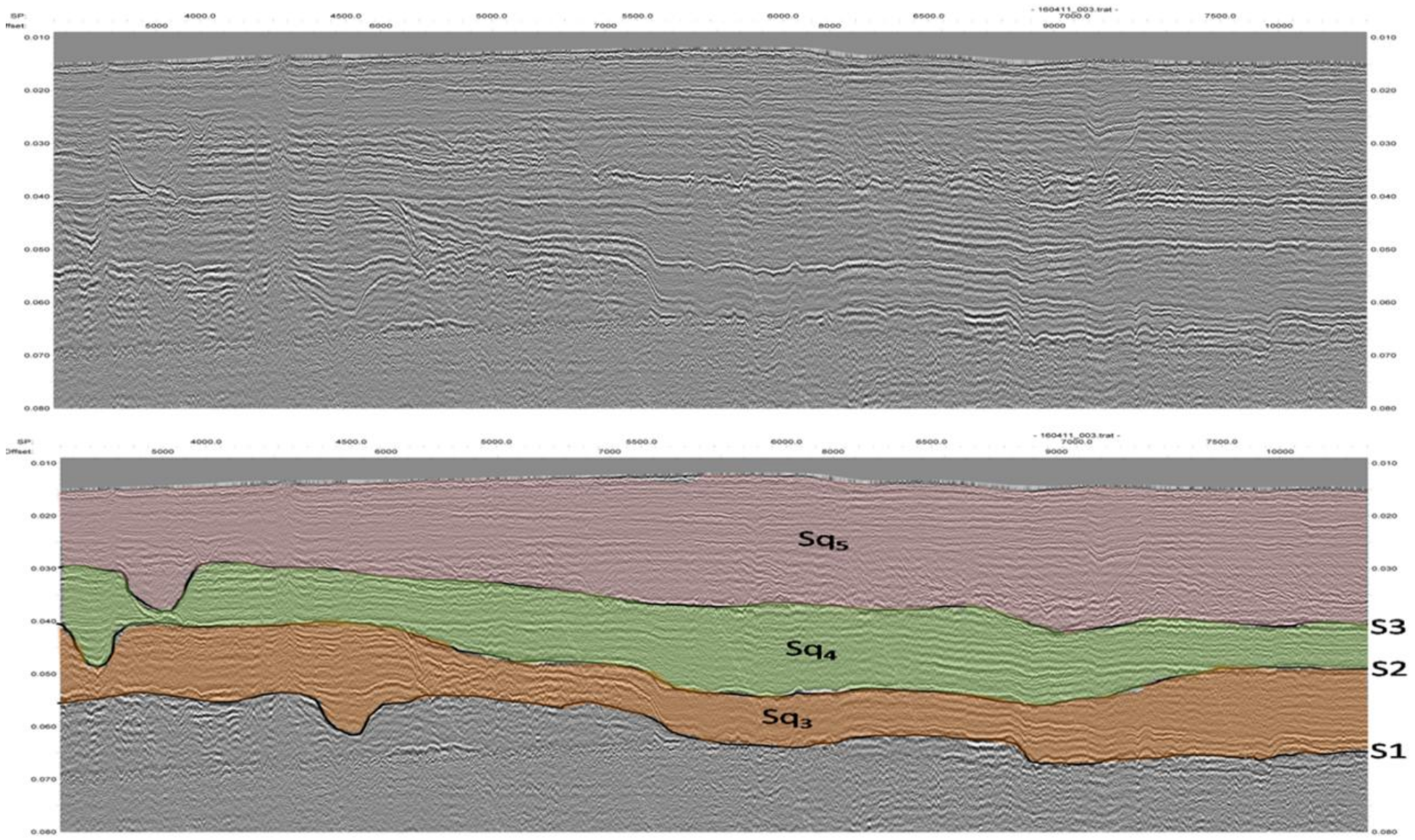


Figura 22 - Perfil da linha 160411\_003 processada e interpretada mostrando as superfícies de erosão e seqüências sedimentares

## 7. CONCLUSÃO :

Conclui-se com o estudo que o processamento de dados de sísmica rasa de alta resolução pode ajudar na interpretação através da melhora da visualização do dado.

O fluxo de trabalho proposto em etapas de forma iterativa permite o teste de várias alternativas de filtros, assinalando assim aquela que melhor resultado apresenta.

A visualização de estruturas de forma mais clara permite uma interpretação mais confiável dos dados, e diminui as chances de erro, situação recorrente em dados de baixa qualidade.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. C.; GORINI, M. A.; RODRIGUES, P. C. H.; SILVA, C. G. **Estudo da sedimentação Quaternária na região entre Rio Doce e Cabo Frio**. Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia. Balneário de Camboriú, Santa Catarina. v. 1, 1980.

BAPTISTA NETO, José Antônio; PONZI, Vera Regina Abelin; SICHEL, Susanna Eleonora (Org.). Introdução a Geologia Marinha. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

BERNARDO, G. A. Estratigrafia Sísmica dos Sistemas de Plataforma Rasa Entre Macaé e Cabo de São Tomé ( RJ ). Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

CATUNEAU, O. **Principles of Sequence Stratigraphy**. Elsevier, Canadá, 2006.

DIAS, G. T. M.; SILVA, C. G.; MALSCHITZKY, I. H. PIRMEZ, C. **A frente deltaica do rio Paraíba do sul – Fisiografia submarina e distribuição sedimentar**. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, p. 1565-1576. Rio de Janeiro, RJ. 1984a.

KOWSMANN, R. O; COSTA, M. A. **Mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma e da sedimentação quaternária no oceano profundo**. Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira (REMAC). PETROBRAS. CENPES, DINTEP. 1979.

LOPES, A. L. M. **Análise da evolução sedimentar quaternária da plataforma continental sul da bacia de campos com base em estratigrafia sísmica e sonografia**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

MARANGONI, M. B. **Arcabouço estratigráfico e ciclicidade deposicional dos sistemas sedimentares quaternários da plataforma sul da Bacia de Campos (RJ)**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Oceanografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MOHRIAK, W. U. Bacias sedimentares da margem continental brasileira. *In*: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. M. (Eds.), **Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília, 2003.

MUEHE, D.; VALENTINI, E. **O litoral do estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. FEMAR, p. 123. 1998.

PASSOS, M. M. Estratigrafia Sísmica dos Sistemas Costeiros e Plataformais Rasos entre Itabapoana e São Tomé – RJ. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Oceanografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, A. Evolução sedimentar pós-miocênica na área nordeste da Bacia de Campos. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de mestrado. p. 57. 1992.

ZEMBRUSCKI, S. G. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. *In*: Projeto Remac – Geomorfologia da Margem Continental Brasileira e das áreas Oceânicas Adjacentes, p. 129-177, n. 7. Rio de Janeiro: Petrobras/Cenpes. 1979.