



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
DE JANEIRO
Instituto de Geociências - CCMN
Departamento de Geologia

Tom Araujo Borges

Influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação da Bacia de Campos

Trabalho de conclusão de curso (Geologia)

UFRJ

Rio de Janeiro

2006



UFRJ

Tom Araujo Borges

Influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação da Bacia de Campos

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador(res)
Adalberto da Silva
Claudio Limeira Mello

Rio de Janeiro,
Dezembro de 2006

Tom Araujo Borges

Influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação da Bacia de Campos

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador(es):
Adalberto da Silva
Claudio Limeira Mello

Aprovada em: 27 de Dezembro de 2006

Por:

Orientador: Claudio Limeira Mello (UFRJ)

Ismar de Souza Carvalho (UFRJ)

André Ribeiro (UFRJ)

Dedicado a toda a minha
família que, com esforço,
criaram condições para que
me dedicasse ao curso
de graduação.

Agradecimentos:

À **ANP**, pelo financiamento do projeto, e à **PGS-GAIA**, que forneceu as linhas sísmicas ao LAGEMAR. Aos professores Adalberto da Silva, do Departamento de Geologia da **UFF (LAGEMAR)**, e Claudio Limeira Mello, do Departamento de Geologia da **UFRJ**, pela orientação e acompanhamento deste estudo. A toda minha família e amigos, que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Resumo

Borges, Tom Araujo. Influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação da Bacia de Campos. Rio de Janeiro, 2006, 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

A Bacia de Campos possui seu limite sul, com a Bacia de Santos, representado pelo Alto de Cabo Frio, uma área relativamente pouco explorada dentro da bacia. Este trabalho utilizou-se da sismoestratigrafia como ferramenta para verificar a atuação do Alto de Cabo Frio no controle da deposição dos sedimentos da Bacia de Campos. Foram interpretadas duas linhas sísmicas 2D, de direções N-S e NNW-SSE, estendendo-se da região do Cabo de São Tomé ao platô de Cabo Frio. Foram identificadas sete unidades sismoestratigráficas, limitadas no topo e na base por discordâncias regionais. A análise dos padrões sísmicos e suas terminações principais na região do Alto de Cabo Frio indicam que o Alto de Cabo Frio é uma feição que separa as bacias de Campos e Santos desde a abertura do Oceano Atlântico, e que, a partir do Oligoceno, este alto estrutural não mais impediu a passagem de sedimentos.

Palavras-chave: Alto Cabo Frio; sismoestratigrafia; Bacia de Campos

Abstract

Borges, Tom Araujo. Influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação da Bacia de Campos. Rio de Janeiro, 2006, 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

The edge of the Campos Basin, in the limits with the Santos Basin, is represented by the Cabo Frio High. This area of the basin is not well explored. The present work uses the seismostratigraphy as a tool to verify the control of the Cabo Frio High in the deposition of sediments in the Campos Basin. Two 2D seismic lines, one N-S and the other NNW-SSE, from the Cabo de São Tomé to the Cabo Frio Plateau, were interpreted. Seven seismostratigraphic unconformity bounded units were identified. The analysis of the seismic patterns and their principal terminations with Cabo Frio High have allowed to conclude that the Cabo Frio High is a feature which separates Campos and Santos basins since the opening of the Atlantic Ocean, and since Oligocene the structural high did not interfere in the sedimentary by-pass.

Key words: Cabo Frio High; seismostratigraphy; Campos Basin

Lista de figuras

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo, com as principais feições fisiográficas da bacia de Campos. Fonte: PETROBRÁS.	2
Figura 2 - Localização das linhas sísmicas utilizadas neste estudo, sobre mapa batimétrico da Bacia de Campos.	3
Figura 3- Carta estratigráfica da Bacia de Campos, segundo Rangel (1993, ANP - www.anp.gov.br)	5
Figura 4- Linha sísmica 0239-03651 não interpretada (A) e interpretada (B).	11
Figura 5- Linha sísmica 0239-0363 interpretada.	12
Figura 6- Trecho da linha sísmica 0239-0363, mostrando o caráter sísmico geral das unidades: 1-SN, 2-AS, 3-SCM, 4-SE, e, 5-SO.	13
Figura 7- Parte da linha sísmica 0239-03651 interpretada, mostrando o limite sul da Bacia de Campos, representado pelo Alto de Cabo Frio, com as idades relativas das unidades mapeadas.	14
Figura 8- Porção proximal da linha sísmica 0239-0363, mostrando o caráter geral das unidades: 6-SM, 7-SPOM.	15
Figura 9- Padrão de terminação dos refletores das unidades 1 a 4 em <i>onlap</i> com o Alto Cabo Frio e reflexões descontínuas no limite inferior da unidade oligocênica.	16
Figura 10- Compartimento distal da linha sísmica 0239-0363 interpretada, demonstrando cones vulcânicos (topo marcado pelo refletor vermelho) de idade Eoceno/ Oligoceno.	17

Sumário

Agradecimentos:	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de figuras	vii
1- Introdução	1
2- Geologia Regional	4
2.1 Caracterização do Alto Cabo Frio	6
3- Material e Métodos	7
3.1 Interpretação geológica das linhas sísmicas	7
4- Resultados	8
4.1- Unidades Sísmicas	8
4.2 Terminações, Falhamentos e Intrusões associados ao Alto de Cabo Frio	15
5- Conclusões	18
6- Referências Bibliográficas	19

1- Introdução

A Bacia de Campos situa-se na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, estendendo-se até o sul do Estado do Espírito Santo (figura 1), limitada a norte pelo Alto de Vitória e a sul pelo Alto de Cabo Frio. A bacia tem sua origem relacionada ao processo de separação entre a América do Sul e a África, com a implantação de um sistema de *rifts* continentais que propiciou a abertura do Oceano Atlântico no final do Jurássico/início do Cretáceo, apresentando uma seqüência evolutiva típica de margem divergente.

A Bacia de Campos é a bacia sedimentar mais bem conhecida da Margem Sudeste do Brasil, pois representa a bacia brasileira mais prolífica em termos da exploração de hidrocarbonetos (Mohriak & Barros,1990). A bacia é explorada em lâminas d`água cada vez mais profundas, da ordem de dois mil metros, possuindo uma das seções terciárias mais bem estudadas do mundo, devido ao grande número de acumulações de hidrocarbonetos em reservatórios desta idade.

No entanto, a seção limítrofe das bacias de Campos e Santos merece destaque por ser uma região pouco explorada, com cerca de dez poços exploratórios até o ano 1990 (a partir de então, não há dados disponíveis), mas com grande potencial de geração de trapas e armadilhas estruturais.

O estudo aqui realizado baseou-se em duas linhas sísmicas cedidas pela PGS-GAIA ao LAGEMAR-UFF, orientadas segundo as direções N-S e NNW-SSE (figura 2), tendo como objetivo principal verificar a influência do Alto de Cabo Frio na sedimentação desde a implantação da bacia.

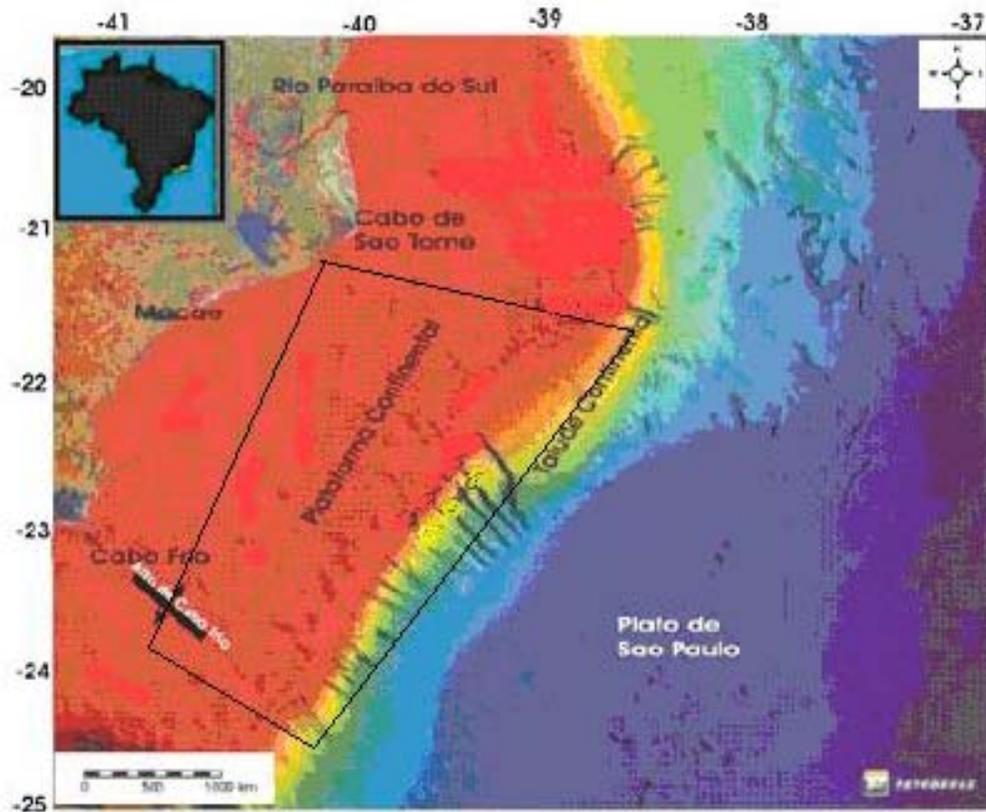


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo, com as principais feições fisiográficas da bacia de Campos. Fonte: PETROBRÁS.

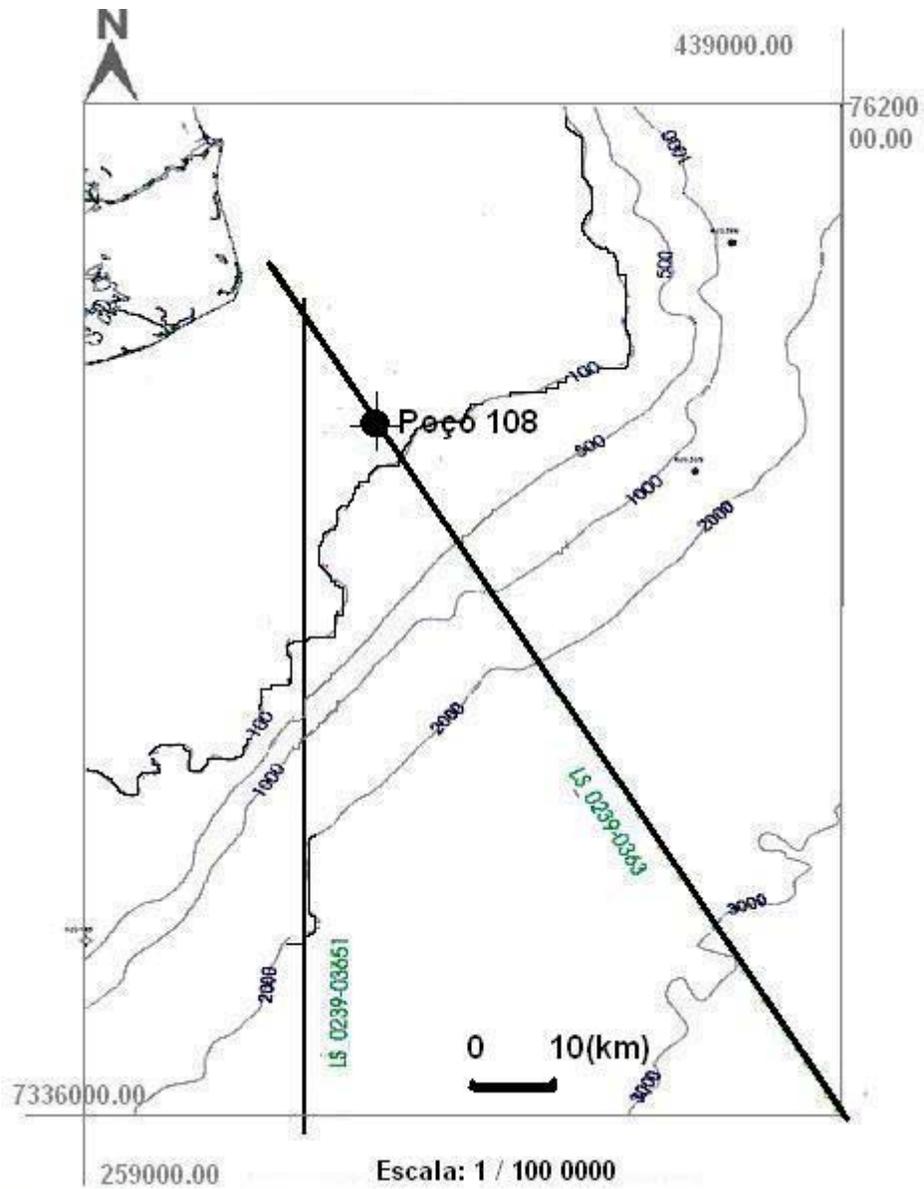


Figura 2 - Localização das linhas sísmicas utilizadas neste estudo, sobre mapa batimétrico da Bacia de Campos.

2- Geologia Regional

O arcabouço tectono-sedimentar da bacia (figura 3) pode ser dividido em três intervalos distintos (Rangel *et al.* 1994 *apud* Bizzi *et al.*, 2003).

O primeiro intervalo, correspondendo à fase sin-rifte é marcado pela ocorrência de basaltos tholeiíticos amigdaloidais (Formação Cabiúnas), na base da coluna sedimentar (figura 3) e pelos sedimentos continentais da base da Formação Lagoa Feia - sucessão carbonática-siliciclástica predominantemente lacustre.

A fase transicional, que constitui o segundo principal intervalo evolutivo da bacia, é caracterizada por um período de relativa quiescência tectônica, registrando-se depósitos evaporíticos do Membro Retiro, incluídos na Formação Lagoa Feia.

O terceiro intervalo corresponde à fase marinha, inicialmente representada pelos carbonatos de água rasa da Formação Macaé (Albiano–Cenomaniano), com fácies arenosa (Membro Goitacás) e calcarenítica (Membro Quissamã) que gradam no topo e na direção da bacia para uma seqüência de margas e folhelhos (Membro Outeiro). A Formação Tamoios corresponde a pelitos de idade Turoniano a Cretáceo Final, marcando uma fase marinha transgressiva. A partir do Cretáceo Final a Terciário inicial, caracteriza-se uma fase marinha regressiva, com a deposição de siliciclásticos do Grupo Campos, que inclui uma seqüência proximal (Formação Emborê), uma plataforma carbonática (Formação Grussaí), uma seqüência distal com pelitos de talude (Formação Ubatuba), além de depósitos arenosos turbidíticos (Formação Caraepebus) intercalados nos folhelhos batiais.

CARTA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DE CAMPOS

CAMPOS BASIN STRATIGRAPHIC CHART

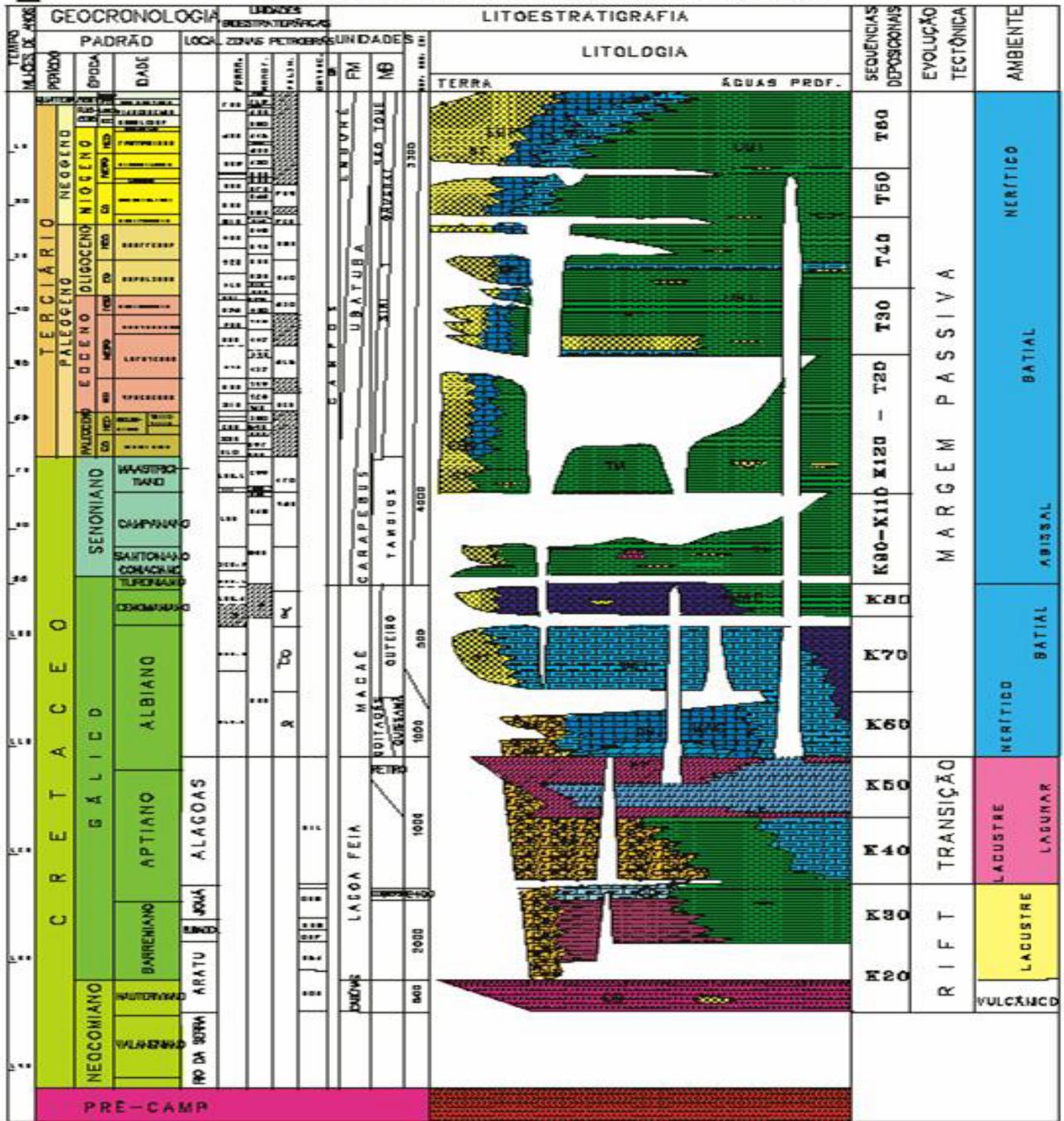


Figura 3- Carta estratigráfica da Bacia de Campos, segundo Rangel (1993, ANP - www.anp.gov.br)

2.1 Caracterização do Alto Cabo Frio

O Alto de Cabo Frio, que separa as bacias de Campos e Santos, apresenta grande incidência de rochas magmáticas. Mohriak *et al.* (1990 *apud* Almeida *et al.*, 1996) reconheceram em poços exploratórios da região de Cabo Frio uma espessa seção de rochas basálticas intercaladas a rochas vulcanoclásticas e sedimentares. Estes mesmos autores, a partir dos dados de poços, caracterizaram a seção em três unidades bem definidas (denominadas por estes autores como seqüência):

- “seqüência” (i): idade Eocretáceo, pré-Aptiano (120-130M.a K-Ar); representada por basaltos da Formação Cabiúnas;
- “seqüência” (ii): idade Campaniano-Turoniano (80-90 M.a K-Ar); pouco representativa, também correspondente a basaltos;
- “seqüência” (iii): idade Paleoceno final/Eoceno (40 e 50 M.a K-Ar); é a mais comum na região; contém diabásios, basaltos e rochas vulcanoclásticas, representando um vulcanismo subaquoso de conduto central.

Segundo Almeida *et al.* (1996), o vulcanismo basáltico da fase rifte, de idade neojurássica da Bacia de Campos, correlaciona-se ao vulcanismo Serra Geral no continente. O magmatismo do Eocretáceo voltou a manifestar-se no Aptiano, tanto nas bacias marginais como na área emersa, porém o magmatismo cresceu em intensidade no Neocretáceo e no Eoceno. Vale notar que, no Oligoceno, cessou toda atividade magmática no sul-sudeste do Brasil (Almeida *et al.*, 1996).

3- Material e Métodos

3.1 Interpretação geológica das linhas sísmicas

A interpretação das linhas sísmicas, cedidas pela PGS-GAIA ao LAGEMAR-UFF, realizou-se em duas fases: a) interpretação convencional com papel e lápis de cor; e, a seguir, b) interpretação em estação de trabalho, com auxílio do *software Petrel* (da *Schlumberger*).

A partir da interpretação convencional, as linhas foram abertas em formato *SGY* no *software Petrel* e interpretadas na escala de cor padrão *Black Grey White*, com auxílio da pré-interpretação realizada.

Para a interpretação, considerou-se o conceito básico da sismoestratigrafia, no qual considera-se que os refletores sísmicos possuem caráter cronoestratigráfico e que os mesmos podem ser tratados como linhas de tempo. A definição de unidade sísmica (*seismic package* segundo Emery & Myers, 1996 *apud* Ribeiro, 2001), corresponde a unidades delimitadas no topo e na base por padrões de terminação de reflexões, indicando as superfícies limites ou discordâncias.

Para a interpretação, as técnicas utilizadas foram as da sismoestratigrafia (Mitchum & Vail, 1977 *apud* Ribeiro, 2001), onde foram consideradas a geometria interna e externa (identificação das unidades sísmicas), continuidade e caráter acústico das unidades identificadas. As unidades foram limitadas na base e no topo por superfícies de descontinuidade ou suas conformidades relativas (reconhecimento dos padrões de reflexões e suas associações dentro de cada unidade), sendo então marcadas pela terminação dos refletores (*onlap* e *truncamentos*).

Após a identificação, as unidades foram classificadas temporalmente através de trabalhos prévios na área e com auxílio do poço 108 (figura 2).

Posteriormente, houve a integração dos dados da interpretação, permitindo o reconhecimento dos eventos tectono-magmáticos relacionados ao Alto Cabo Frio, e sua influência na sedimentação adjacente.

4- Resultados

Os resultados obtidos no trabalho correspondem à interpretação sismoestratigráfica das linhas sísmicas estudadas (figuras 4 e 5), na análise preliminar das fácies sísmicas, e na relação temporal entre as unidades identificadas e o Alto de Cabo Frio.

4.1- Unidades Sísmicas

A interpretação sismoestratigráfica das linhas sísmicas utilizadas no trabalho resultou na identificação de sete unidades sísmicas:

Unidade 1 (SN)

Unidade sísmica caracterizada por apresentar configuração caótica e segmentada, por vezes transparente (figura 6), constatando-se um caráter desordenado e descontínuo das reflexões. Esta unidade é caracterizada por um conjunto de grábens e hemi-grábens.

O caráter transparente das reflexões indica que rochas ígneas devem estar intercaladas no pacote deposicional, associando-se esta unidade a rochas clásticas com intercalações de basaltos, descritas por Dias *et al.* (1990). A unidade corresponde a rochas de idade Neocomiana.

Unidade 2 (SA)

Esta unidade restringe-se às porções da bacia em mar profundo, apresentando um padrão interno caótico das reflexões. Suas terminações refletivas são descontínuas e desordenadas. Associa-se a esta unidade grandes deformações nas camadas subjacentes, com desenvolvimento de falhas lítricas e dobramentos (figura 6).

A geometria externa e os padrões refletivos internos à unidade caracterizam domos salinos, estando de acordo com Dias *et al.* (1990), que descreveram as

rochas desta unidade como uma seção de evaporitos, com conglomerados e folhelhos avermelhados na base. Esta unidade é atribuída a uma idade aptiana.

Provavelmente, a seção sedimentar a ela sobreposta e os dobramentos associados causaram absorção e dispersão do sinal sísmico neste intervalo, dificultando o rastreamento do topo do sal em alguns trechos das seções sísmicas interpretadas.

Unidade 3 (SCM)

Esta unidade é caracterizada por um padrão de fácies sísmicas paralelas do tipo ondulada (figura 6), sendo bem distribuída em área por toda bacia. Suas terminações, tanto no limite superior quanto no limite inferior, são concordantes, a não ser nos setores de truncamento ocasionado pela tectônica salífera,

De acordo com as idades fornecidas pelo poço-108, a unidade 3 corresponde ao Cretáceo médio.

Unidade 4 (SE)

Esta unidade é caracterizada por um padrão de fácies sísmica paralela, do tipo regular, possuindo terminações do tipo concordante tanto no limite superior quanto no inferior (figura 6). A discordância que limita a porção inferior desta unidade é bastante irregular no compartimento proximal a intermediário da bacia (figura 5). No compartimento distal, a visualização do refletor é severamente prejudicada pela interferência do sistema de falhas mapeado, relacionadas ao Alto de Cabo Frio (figuras 4 e 7).

A idade relativa da unidade corresponde ao Eoceno, relacionando-se a Formação Ubatuba - vide carta estratigráfica (figura 3).

Unidade 5 (SO)

Unidade caracterizada por apresentar um padrão sísmico paralelo do tipo regular, apresentando reflexões segmentadas próximo às zonas de falha. Esta unidade possui seus limites expressivos e bem marcados em toda extensão da

bacia; os limites superior e inferior são concordantes, exceto no setor do Alto de Cabo Frio, onde o horizonte inferior apresenta-se descontínuo e perturbado.

Esta unidade marca o limite das intrusões magmáticas, no compartimento distal da linha 0239-0363 (figura 5), relacionados à fase magmática mais recente registrada na bacia, caracterizando esta unidade como de idade oligocênica. Litologicamente, corresponde a folhelhos e margas da Formação Ubatuba.

Unidade 6 (SM)

Unidade sísmica típica de talude, mostrando um padrão de fácies progradante do tipo sigmoidal (figura 8), apresentando truncamentos erosivos no limite superior do setor de talude e terminações em “*toplap*” no setor de plataforma. No limite inferior, as reflexões são concordantes no setor plataformal e apresentam terminações em “*donwlap*” no talude.

O pacote sísmico apresenta, em algumas seções, um padrão de configuração caótica, com reflexões discordantes e descontínuas. A disposição dos refletores internos sugere um arranjo desordenado das superfícies de reflexão.

A unidade associa-se, provavelmente à Formação Ubatuba, porém com fácies arenosas e rudáceas predominantes nesta seção, e possui uma idade miocênica.

Unidade 7 (SPM)

Esta unidade é bem distribuída em toda bacia, apresentando uma configuração paralela do tipo regular, com reflexões concordantes no limite inferior (figura 8). *Mounds* de caráter erosivo no talude (figura 4A), possivelmente associados a correntes de contorno ou deslizamentos da frente de talude, caracterizam o limite superior (fundo marinho), além de montiformas ocasionadas pela ação salífera no compartimento distal da bacia (figura 5).

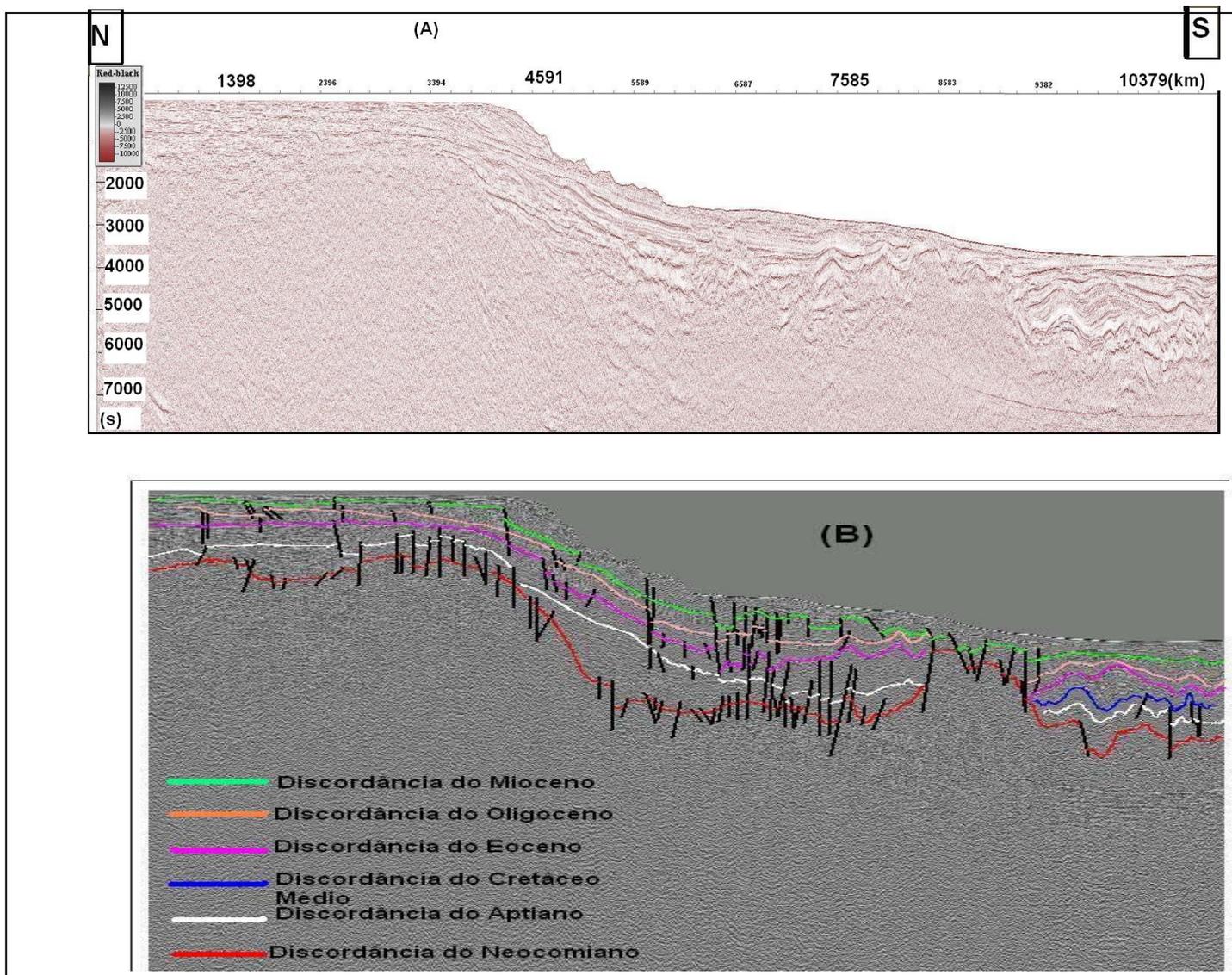


Figura 4- Linha sísmica 0239-03651 não interpretada (A) e interpretada (B).

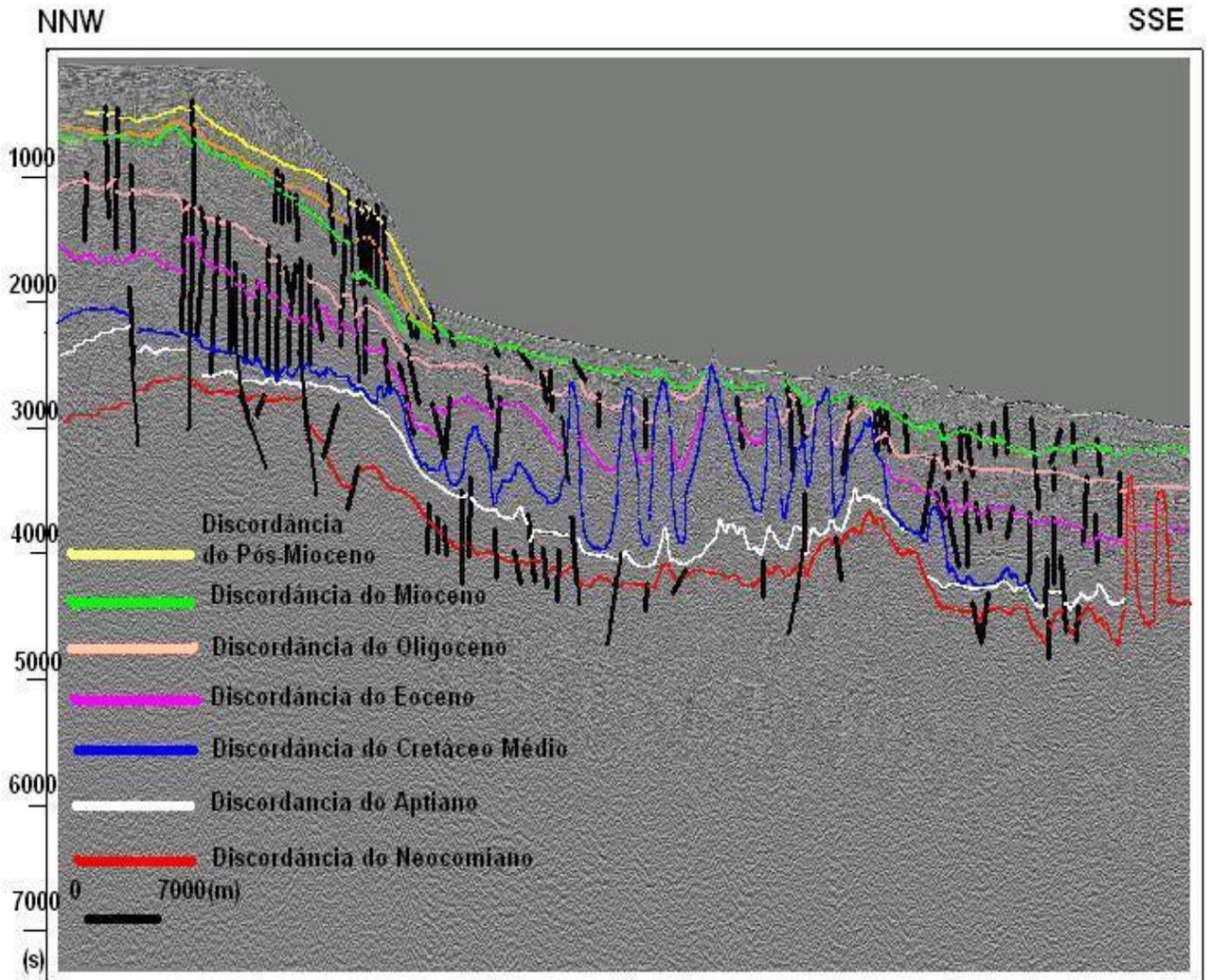


Figura 5- Linha sísmica 0239-0363 interpretada.

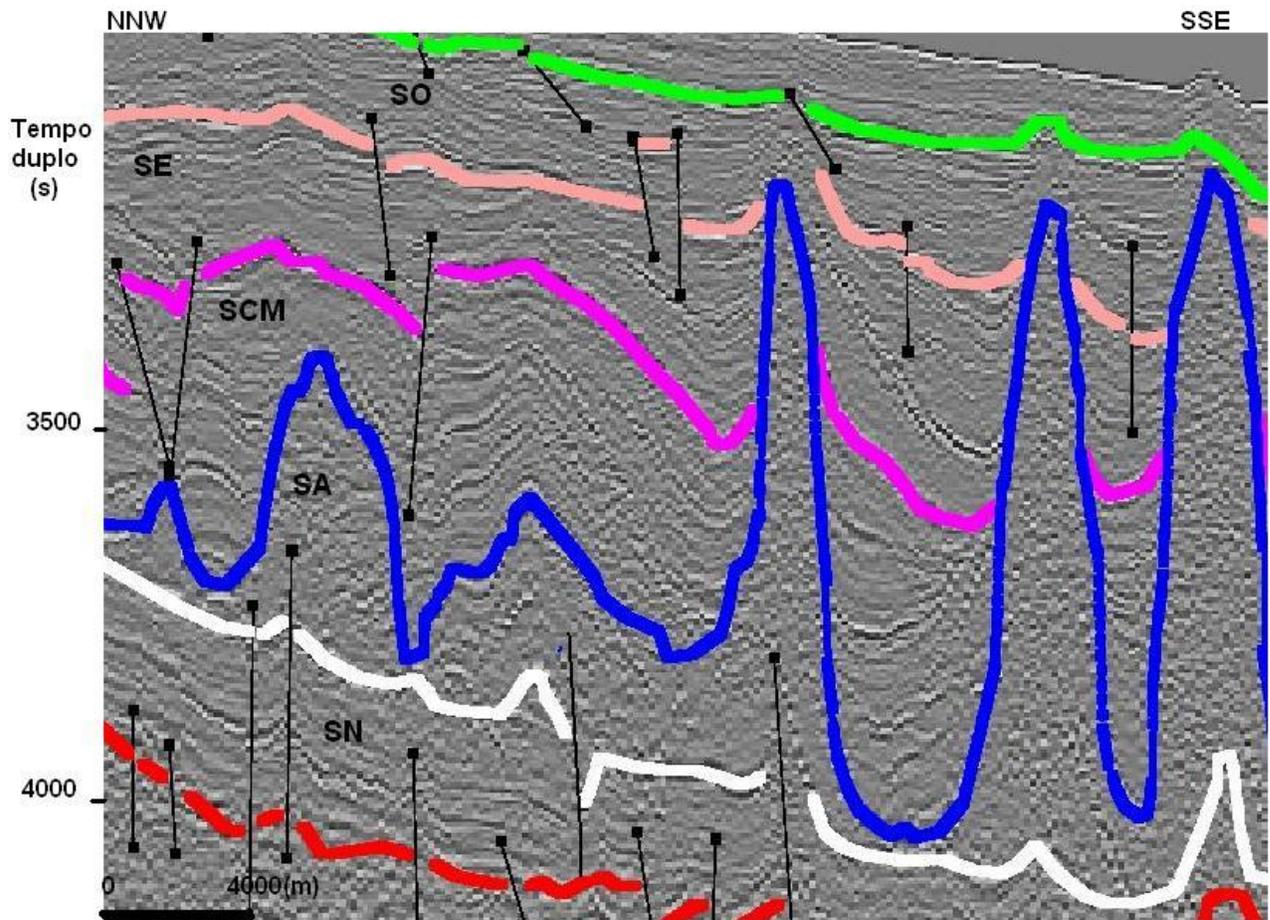


Figura 6- Trecho da linha sísmica 0239-0363, mostrando o caráter sísmico geral das unidades: 1-SN, 2-AS, 3-SCM, 4-SE,e, 5-SO.

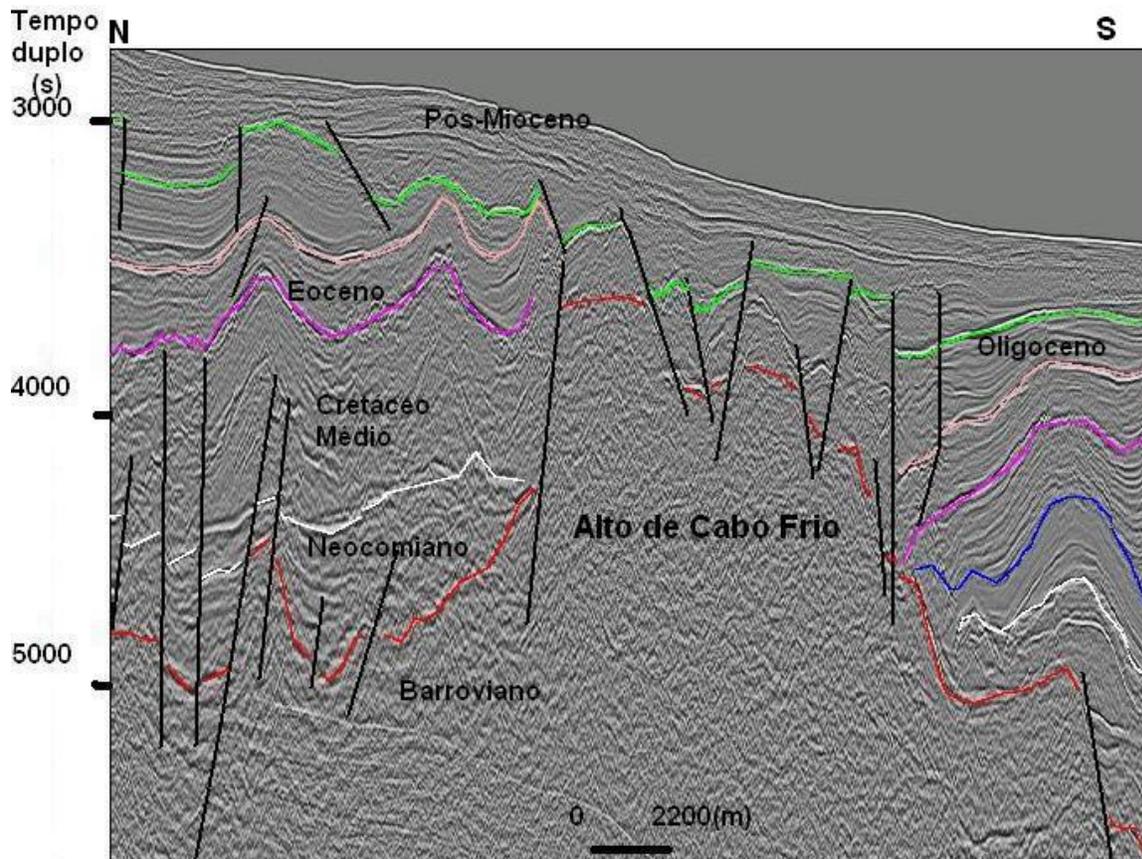


Figura 7- Parte da linha sísmica 0239-03651 interpretada, mostrando o limite sul da Bacia de Campos, representado pelo Alto de Cabo Frio, com as idades relativas das unidades mapeadas.

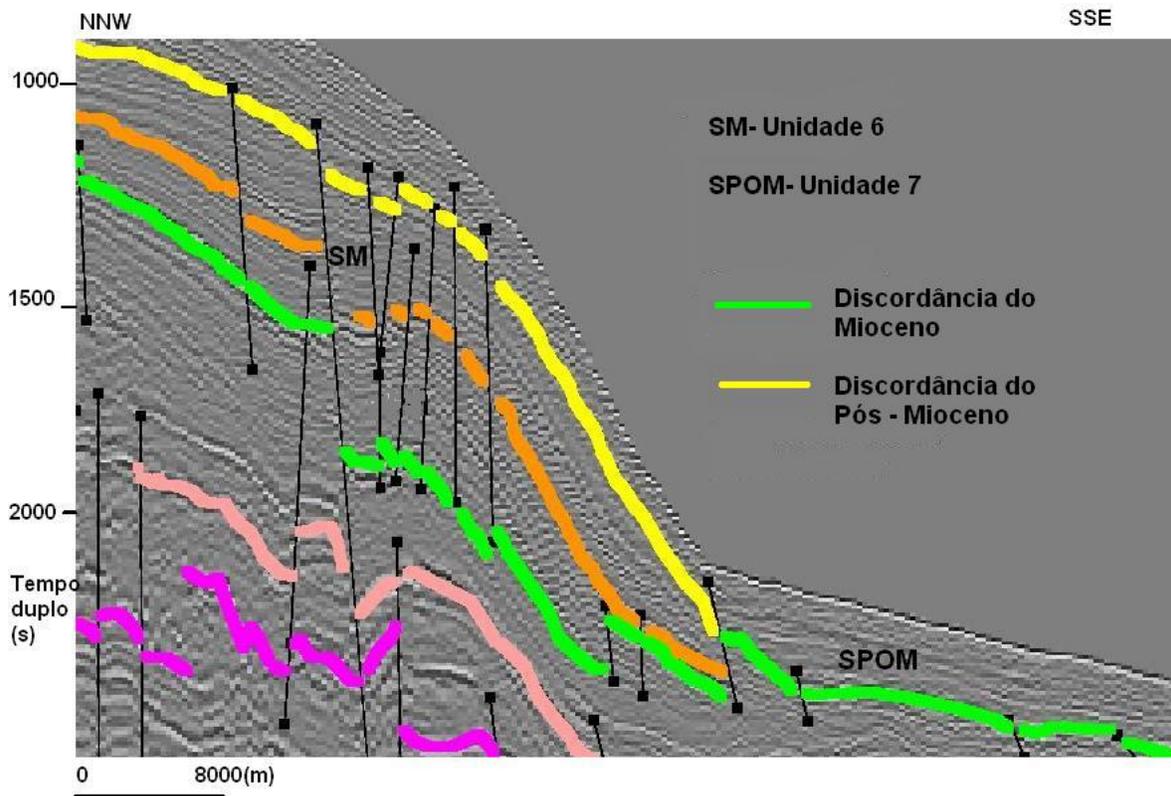


Figura 8- Porção proximal da linha sísmica 0239-0363, mostrando o caráter geral das unidades: 6-SM, 7-SPOM.

4.2 Terminações, Falhamentos e Intrusões associados ao Alto de Cabo Frio

Na linha 0239-03651, de direção N-S, na região limítrofe das bacias de Campos e Santos, foi possível observar que os padrões de terminação dos refletores desde a unidade neocomiana (unidade 1) até a eocênica (unidade 4) estão em “*onlap*” com o Alto de Cabo Frio (figura 7). A partir do Oligoceno, o alto estrutural não mais se interpõe como barreira à passagem de sedimentos; no entanto, nota-se que a discordância que limita, na base, a unidade oligocênica (unidade 5) apresenta-se perturbada (figura 9).

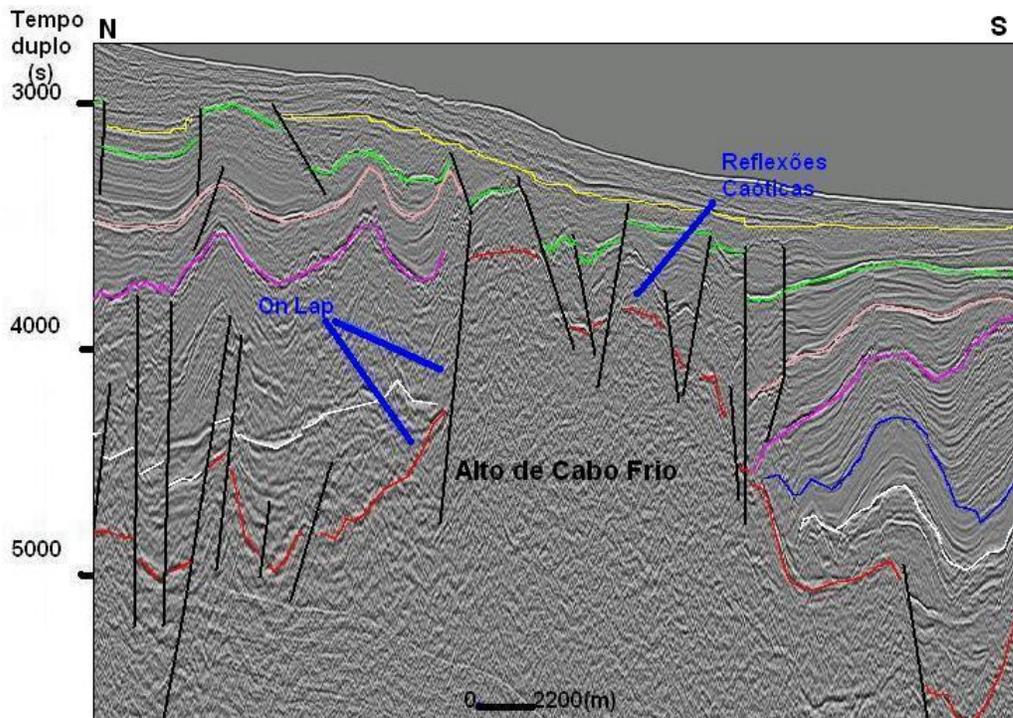


Figura 9- Padrão de terminação dos refletores das unidades 1 a 4 em *onlap* com o Alto Cabo Frio e reflexões descontínuas no limite inferior da unidade oligocênica.

Pode observar-se falhamentos neste setor (figuras 7 e 9), que atingem o embasamento e truncam as unidades desde o Neocomiano até o Eoceno, demonstrando possíveis reativações no Oligoceno e Mioceno.

Na linha 0239-0363, no compartimento distal, podem ser observados cones vulcânicos (figura 10), apresentando aspecto caótico e transparente, que truncam as unidades até o Oligoceno.

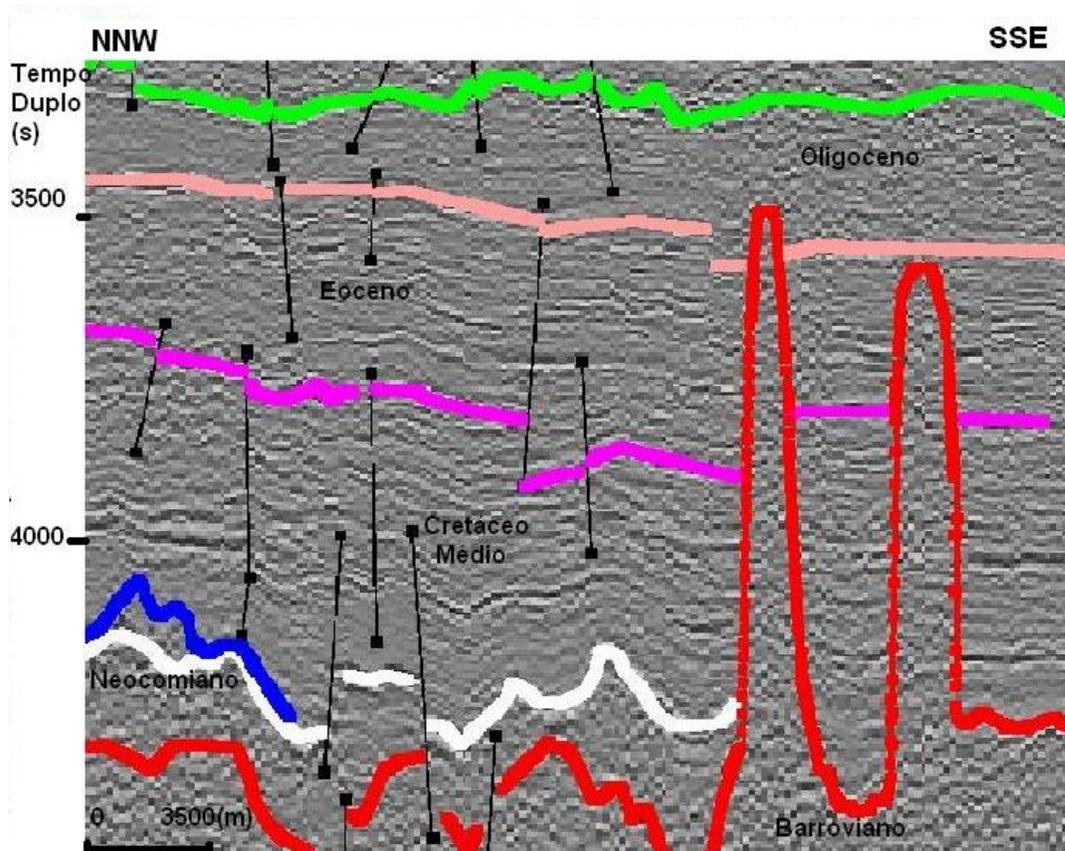


Figura 10- Compartimento distal da linha sísmica 0239-0363 interpretada, demonstrando cones vulcânicos (topo marcado pelo refletor vermelho) de idade Eoceno/ Oligoceno.

5- Conclusões

A análise do setor limítrofe das bacias de Campos e Santos demonstra que as unidades do Neocomiano ao Eoceno apresentam terminações do tipo “*onlap*” no contato com o Alto de Cabo Frio, indicando que este alto estrutural é uma feição fisiográfica antiga, existente desde abertura do Oceano Atlântico e implantação das bacias de Campos e Santos. A partir do Oligoceno, porém, o Alto não mais se interpunha como barreira para passagem de sedimentos entre as bacias.

As reflexões perturbadas no limite inferior da unidade 5 (unidade oligocênica) - figura 9, associadas às intrusões magmáticas (figura 10), indicam que o Alto de Cabo Frio apresentou atividade tectono-magmática eocênica/oligocênica.

Falhas que truncam a unidade miocênica (unidade 6) sugerem reativações do Alto de Cabo Frio no Neógeno, caracterizando-o como uma estrutura ativa.

6- Referências Bibliográficas

- Almeida, F.F.M. de; Carneiro, C.R. & Mizusaki, A.,M. – 1996 - Correlação do magmatismo das bacias da margem continental Brasileira com a das áreas emersas adjacentes. *Revista Brasileira de Geociências*. 26(3): 125:138, Junho de 1996.
- Bizzi L.A.; Shobbenhaus C.; Vidotti R.M.& Golçalves J.H. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília, 2003 : CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 692 p
- Dias, J.L.; Vieira, J.C.; Catto, A.J.; Oliveira, J.Q.; Guazelli, W.; Trindade, L.A.F.; Mizusaki, A.M.P.; Kiang, C.H.; Kowsmann, R.O.; Mello, U.T.& Moura, J.A. 1987. Estudo Regional da Formação Lagoa Feia. Petrobrás, Rio de Janeiro, Brasil, 1987,179-204.
- Mohriak, U.W. & Barros, A. Z. N. 1990. Novas Evidências de Tectonismo Cenozóico na Região Sudeste do Brasil: O Gráben de Barra de São João na Plataforma de Cabo Frio, RJ, p.187-191.
- Ribeiro, H. J. P. S. 2001 – *Estratigrafia de Seqüências – Fundamentos e Aplicações*- Editora Unisinos, p.73-134.