



## Análise Sismoestratigráfica na Baía do Espírito Santo – Vitória - ES

Diego Venturini Loureiro (UMI SAN/UFES), Rafael Carvalho Neves (UMI SAN/UFES), Nélio Augusto Secchin (C&C/UFES), Alex Cardoso Bastos (UFES)

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

A seismic stratigraphic interpretation was performed on seismic profiles acquired from different sources in the Espírito Santo Bay – ES. The data were processed and interpreted, identified the geometry of the reflectors and their terminations in order to highlight the changes in sea level and some features formed during these events.

Onlap reflectors were identified, representing high sea conditions in the study area. The appearance of paleochannels prove that there was a drop in sea level, because the river tends to seek the base level, digging the continental shelf and generating such channels. In addition, the filling confirms a further rise in the sea, generating onlap terminations between the paleochannel and the filling. In some lines, the presence of parallel oblique clinoforms near the surface with downlap terminations represent a possible drop in sea level.

### Introdução

A geofísica é uma importante ferramenta para a investigação do fundo e subfundo marinho, permitindo identificar e mapear camadas sedimentares abaixo do fundo marinho. Entre os diversos métodos existentes, a sísmica de alta resolução é um dos mais utilizados (Ayres Neto, 2000). Esse método geofísico fornece dados sobre a disposição estrutural de camadas sedimentares abaixo do fundo marinho, sendo possível avaliar parâmetros como espessura de camadas, mergulho, presença de falhamentos, entre outros padrões de sedimentação.

Com a possibilidade de investigar a disposição estrutural das camadas sedimentares utilizando fontes sísmicas, desenvolveu-se a sismoestratigrafia. As camadas sedimentares observadas nos registros sísmicos são originadas pelas reflexões que ocorrem nos contrastes de impedância acústica, os quais não coincidem com os contatos litológicos e sim com as linhas de tempo síncronas de deposição dos estratos (Andrade, 2005). Dessa forma, a origem das reflexões está associada às superfícies estratais (paleo-superfícies de deposição) ou discordâncias (superfícies de erosão e/ou não deposição) que possuem significado cronoestratigráfico (Vail *et al.*, 1977). O conjunto destas reflexões com características

semelhantes é denominado sismofície (Brown e Fisher, 1980).

Os principais tipos de terminação para a sismoestratigrafia são as definidas pelo afinamento lateral de um refletor, até seu desaparecimento, ou a terminação de um refletor no seu acunhamento deposicional, denominadas lapout. Dentre estes tipos, Mitchum *et al.* (1977) classifica em: terminação com limite inferior (baselap) e a subdivide em downlap e onlap; e a terminação com o limite superior, chamada de toplap.

As terminações do tipo onlap caracterizam recobrimentos progressivos de um refletor mais expressivo, representando uma superfície deposicional, originalmente inclinada, por terminações de refletores mergulho acima. No tipo Downlap, as terminações são observadas quando há recobrimentos progressivos de refletores mais expressivos, que representam superfícies deposicionais, originalmente horizontais ou inclinadas, por terminações mergulho abaixo (Mitchum *et al.*, 1977). O tipo toplap representa as terminações tangenciais dos refletores contra o limite superior da sismoseqüência, em geral evidenciando um hiato não-deposicional que ocorre quando o nível de base se encontra muito rebaixado, impedindo a continuidade da deposição.

Os truncamentos erosivos são observados quando há uma terminação lateral abrupta de um estrato contra uma discordância erosiva, ou resultante de processos estruturais, como por exemplo, falhamentos e dobramentos (Mitchum *et al.*, 1977). Outro tipo de truncamento é denominado estrutural, no qual são observados truncamentos abruptos e refletores provocados por falhas, dobras, feições de deslizamento e fluxo gravitacional (Ojeda, 1991).

### Metodologia

Os levantamentos sísmicos ocorreram ao longo da Baía do Espírito Santo, localizada no município de Vitória – ES (Figura 1). Os perfis foram realizados transversalmente e paralelamente à linha de costa.

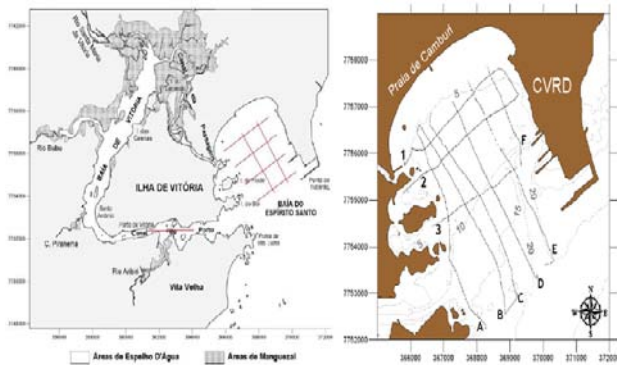


Figura 1: Imagem de satélite da Baía do Espírito Santo, apresentando as linhas de sondagem. (a) Fonte do tipo Boomer e (b) fonte do tipo Chirp.

Para a realização dos levantamentos, duas fontes sísmicas diferentes foram utilizadas: Boomer (modelo AA301, da marca Applied Acoustics) e Chirp (Modelo Stratabox, da marca Syqwest – 3,5 KHz). A aquisição dos dados foi realizada pelos softwares Stratabox (Coleta de dados das fontes do tipo Chirp) e CODA (Coleta de dados das fontes do tipo Boomer).

Com o intuito de melhorar a qualidade de visualização das linhas do tipo Boomer (coleta com frequências entre 500 Hz e 5 kHz), o software Coda GeoSurvey, da CODA/OCTOPUS foi utilizado para processar um registro sísmico, alterando as frequências desejadas para visualização. Dessa forma, foi estabelecido que os perfis apresentarão com espectro de frequência 500 Hz e 2 kHz, facilitando a interpretação.

Cada linha sísmica foi analisada visando identificar a geometria dos refletores e a delimitação de sismofácies e suas terminações de acordo com o padrão proposto por Mitchum *et al.*, (1977), a fim de inferir os possíveis processos que influenciaram na arquitetura deposicional. Além disso, foram investigadas possíveis paleofeições, que permitissem confirmar variações do nível de base da região ao longo da última transgressão marinha.

Por fim, serão apresentados mapas interpretados da região, delimitando as sismofácies e paleofeições observadas na área de estudo.

## Resultados

Após uma análise das linhas de sondagem, alguns perfis foram escolhidos para interpretação sismoestratigráfica (Figura 2).

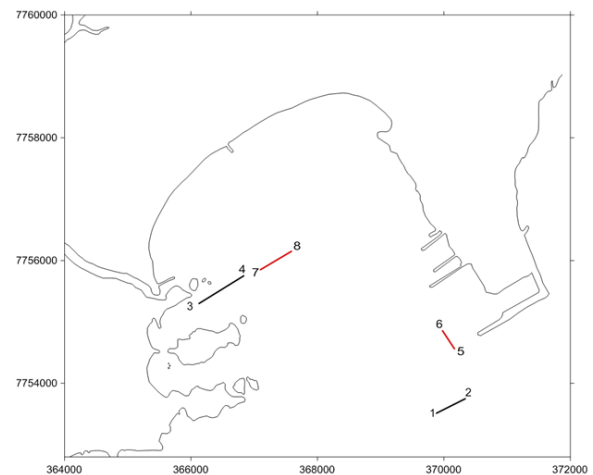


Figura 2: Imagem da Baía do Espírito Santo, apresentando as linhas de sondagem interpretadas. (vermelho) Fonte do tipo Boomer e (preto) fonte do tipo Chirp.

Analisando o perfil 3–4 (Figura 3), observou-se a presença de refletores com geometria planoparalela e terminação do tipo onlap, atingindo o embasamento. Devido à pequena espessura sedimentar, associada ao embasamento próximo à superfície, os pacotes sedimentares originados em nível do mar baixo não eram capazes de depositar neste local. Dessa forma, os refletores presentes representam padrões de subida do nível do mar.

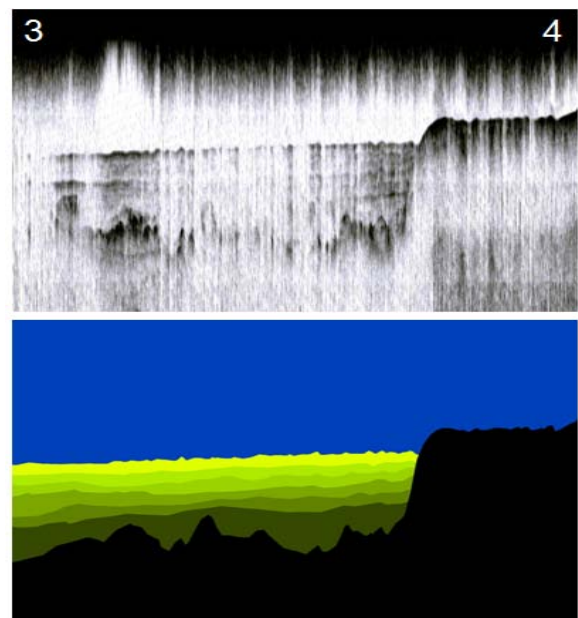


Figura 3: Imagem apresentando um perfil sísmico bruto e outro com as sismofácies interpretadas.

O perfil 7–8 (Figura 4) apresentou um padrão bastante complexo de deposição. Na camada mais superficial,

refletores downlap foram observados, com geometria do tipo cliniformas, oblíqua-paralelas, apresentando uma inclinação bastante significativa. Na sismofície abaixo, verificou-se um padrão semelhante à camada superficial, entretanto separada por uma pequena camada de refletores plano-paralelos.

Abaixo das sismofícies superficiais, o padrão é modificado, apresentando refletores com terminação onlap e geometria plano-paralela. Além disso, é possível observar uma superfície erosiva, associada a uma variação brusca do nível do mar. Quanto as camadas superficiais, possivelmente elas estão relacionadas a uma descida do mar, enquanto as sismofícies mais profundas representam uma subida do nível do mar.

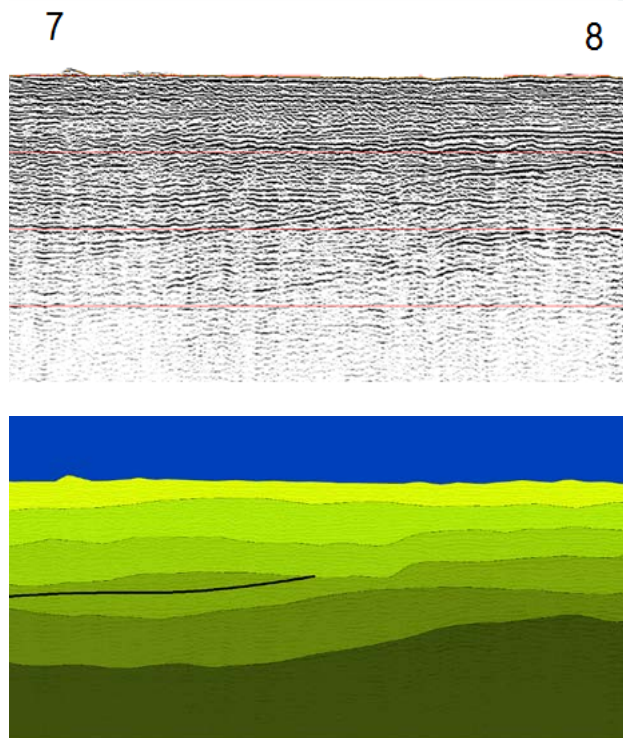


Figura 4: Imagem apresentando um perfil sísmico bruto e outro com as sismofícies interpretadas.

O perfil 1–2 (Figura 5) evidencia a presença de um paleocanal bastante evidente, associado à uma condição de mar mais baixo, no qual os rios da região escavaram a plataforma até atingirem o novo nível de base, gerando estas feições.

É possível observar também o preenchimento deste, apresentando sismofícies caracterizadas por refletores plano-paralelos com terminação do tipo onlap. Isso demonstra que após uma descida do nível do mar, houve uma posterior subida, preenchendo o canal e gerando este padrão de refletores.

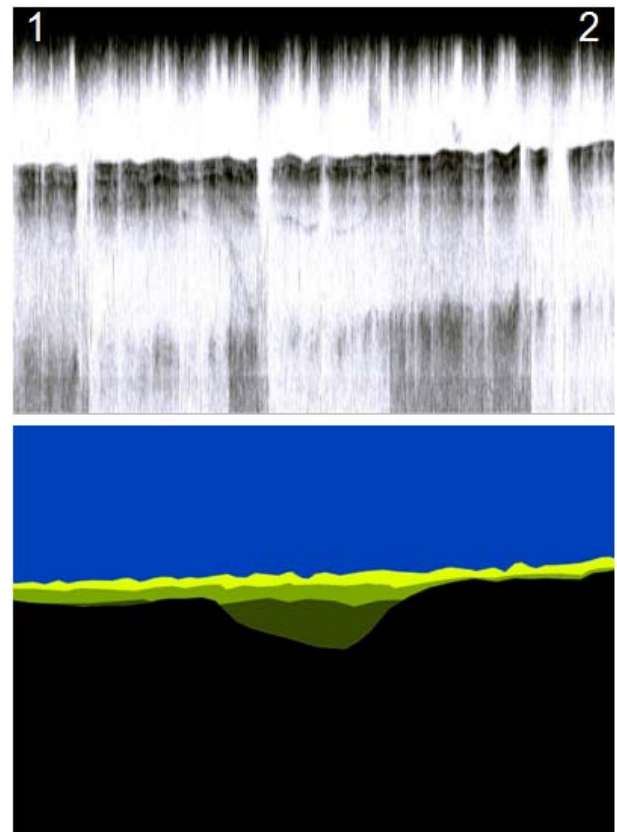


Figura 5: Imagem apresentando um perfil sísmico bruto e outro com as sismofícies interpretadas.

A análise do perfil 5–6 (Figura 6) permitiu constatar a presença de paleocanal próximo do refletor observado no perfil 1–2, entretanto os perfis apresentam um alinhamento diferente.

No perfil 5–6, um padrão de refletores superficiais apresentando refletores plano-paralelos com uma reflexão bastante forte. A camada sedimentar inferior a esta apresentou o mesmo padrão, porém com menor intensidade de reflexão nos refletores, sendo interpretado como outra sismofície.

Abaixo dessas duas camadas, temos o preenchimento do paleocanal e a presença de refletores com terminação do tipo onlap, associados a uma subida do nível do mar. Além disso, constata-se um padrão de preenchimento bastante complexo, não obedecendo um mesmo padrão de deposição ao longo do paleocanal.

Abaixo do paleocanal, a presença de refletores plano-paralelos com terminação do tipo onlap propõe uma condição do mar alto, enquanto o paleocanal expressa uma possível descida do mar, com a posterior subida, preenchendo a região do paleocanal e tornando a morfologia do fundo novamente plana, com refletores subsuperficiais planoparalelos.

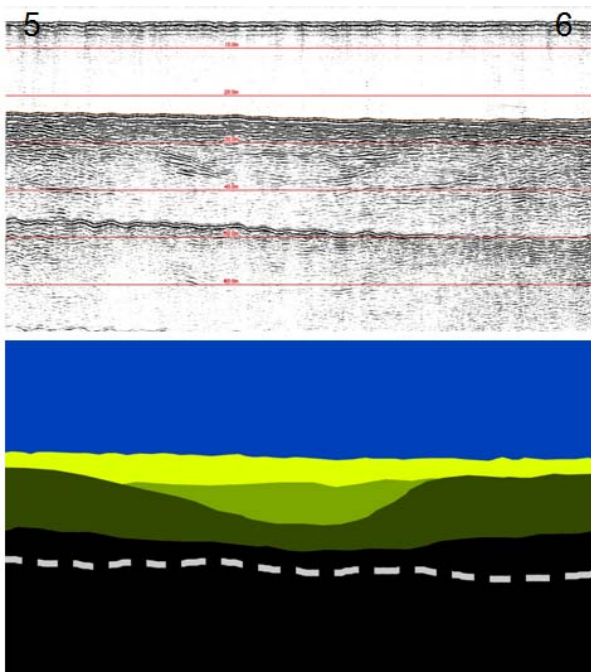


Figura 6: Imagem apresentando um perfil sísmico bruto e outro com as sismofácies interpretadas.

### Conclusões

Os padrões de refletores com terminação do tipo onlap e downlap e as superfícies erosivas observadas comprovam a ocorrência de variações do nível de base na Baía do Espírito Santo.

A presença de paleocanais na área de estudo evidencia um nível de base mais baixo que o atual, visto que os rios tenderiam a buscar um novo nível de base, escavando a plataforma e formando estas feições. Além disso, os diferentes alinhamentos observados e a proximidade entre eles reforçam a idéia que sejam paleocanais com um possível meandramento.

O preenchimento dos paleocanais contribui para a hipótese de que houve uma subida do nível do mar e a deposição com refletores plano-paralelos e terminações do tipo onlap, conforme observado.

### Agradecimentos

Os autores agradecem:

Ao Dr. Alex Cardoso Bastos pelo fornecimento dos dados sísmicos da fonte do tipo Chirp, orientação resumo.

À UMI SAN – Serviços de Apoio à Navegação e Engenharia LTDA pelo fornecimento dos dados da fonte do tipo Boomer, apoio em campo e liberação do software de processamento.

### Referências

Andrade, P. R. O. 2005. *Interpretação de dados de GPR com Base na Hierarquização de Superfícies Limitantes e na Adaptação de Critérios sismoestratigráficos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN, Natal, RN, 62p.

Ayres Neto, A. 2000. Uso da Sísmica de Alta Resolução e da Sonografia na Exploração Mineral Submarina. *Brazilian Journal of Geophysics*. v. 18, n. 3, p. 241-256.

Brown, L. F. e Fisher, W. L. 1980. Seismic Stratigraphy and petroleum exploration. *American Association of Petroleum Geologists Continuing Education Course Note Series*, 16, 125p.

Mitchum, J. R., Vail, P. R., Thompson, S. 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level. Part 2: The depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. *In: Payton, C.E. 1977. Seismic Stratigraphy.: Applications to Hydrocarbon*. AAPG, Oklahoma, U.S.A. *Memoir* 26: p. 53-62.

Ojeda, H. A. 1991. *Curso de sismoestratigrafia (Notas Preliminares)*. 4ª Versão. Petrobras/CEMPES. Rio de Janeiro - Brasil.

Vail, P. R., Tood, R. G., Sangree, J. B. 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level. Part 5: Cronostratigraphy Significance of Seismic Reflection. *In: Payton, C.E. 1977. Seismic Stratigraphy.: Applications to Hydrocarbon*. AAPG, Oklahoma, U.S.A. *Memoir* 26: p. 99-116.