



Caracterização dos Processos Sedimentares no cânion Almirante Câmara, Bacia de Campos.

Marcela Marques Pellizzon e Alberto Garcia de Figueiredo Jr. LAGEMAR/UFF, Brasil.

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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

The Almirante Câmara canyon was first identified by Brehme (1984) and this is located on the slope at the northeast of the Campos Basin.

This paper is a study of the main sedimentary processes identified on the Almirante Câmara canyon to contribute for a better understanding of its mechanisms of formation. The methodology applied in the study of the canyon was: analysis of the local bathymetry, analysis of the 24 seismic profiles and correlations with the papers of Viana (1998) and the Site 515 of the Deep-Sea Drilling Project (DSDP).

In this were identified five seismic units on the Campos slope. A major erosional unconformity was identified at the upper Miocene, recognized as the Grey Marker of the basin.

Introdução

O fundo submarino atual da bacia de Campos é caracterizado pela presença de inúmeras feições indicativas de processos sedimentares. O entendimento dos processos sedimentares e os depósitos formados por sua atuação tem sido objeto de diversos estudos, sua aplicação na área de petróleo permitiu o detalhamento de certas peculiaridades dos depósitos que não são possíveis resolver com sísmica ou perfurações.

Neste sentido, o estudo dos cânions submarinos localizados no talude da bacia é de grande relevância, pois estes desempenham um papel importante nos processos de dispersão sedimentar terrígena e conseqüentemente na formação dos depósitos de mar profundo, os grandes sistemas de leques submarinos, formados principalmente por turbiditos que constituem os principais reservatórios da bacia de Campos. Processos de ressedimentação (Stow, 1994) incluem transporte de massa e fluxo de gravidade que movem o sedimento perpendicularmente ao talude, das áreas rasas para as profundas e são dirigidos por forças gravitacionais.

Dentre as feições mais marcantes da Bacia de Campos, encontra-se o cânion Almirante Câmara (Brehme, 1984) que corta a borda da plataforma continental e pode ser acompanhado até 1800 metros de profundidade (Fig 1). Por se tratar de uma feição do Oligoceno Superior que

esteve ativa até o Quaternário e que representa a remoção e passagem de grande quantidade de sedimento para oceano profundo (Peres, 1990), foi escolhido como foco central deste trabalho.

O trabalho aqui apresentado tem como objetivo caracterizar o cânion Almirante Câmara identificando os principais processos sedimentares atuantes durante a sua evolução, assim como sua morfologia atual. Foi utilizada uma malha densa de linhas sísmicas de alta resolução na área do cânion, que contribuíram para o melhor entendimento das relações de causa e efeito entre a formação do cânion e os processos de progradação sedimentar do talude, visualizando a geometria das principais seqüências, algumas feições erosivas como paleo-canaís e estruturas características de movimentos de massa.

Metodologia

Foram utilizadas 24 seções sísmicas multicanal da região do talude continental da Bacia de Campos, localizadas sobre o cânion Almirante Câmara, que se encontram dispostas em uma malha retangular com espaçamento médio entre si de três quilômetros (Fig 2). Estas seções processadas foram cedidas pela GAIA Ltda e apresentam profundidade de três segundos a partir do nível do mar.

Para descrever as diferentes unidades sísmicas procedeu-se a análise de cada seqüência nos perfis multicanal procurando-se identificar mudanças laterais e verticais dos parâmetros de reflexão sísmica. Para tal foi utilizado o software *Petrel Seismic Interpretation* que permitiu a individualização e caracterização destas unidades e dos refletores que as delimitam, associando aos processos sedimentares atuantes e os depósitos formados por estes.

Morfologia do Cânion

A partir de observações da batimetria e da malha de registros sísmicos que cobre a área de estudo, foi possível identificar algumas características morfológicas gerais do cânion. Este apresenta direção NE-SW e morfologia meandrante. O cânion que indenta a plataforma continental inicialmente apresenta uma largura média, observada a partir dos dados batimétricos, de 1,5 Km, pequeno desnível topográfico, fundo plano e paredes assimétricas com um perfil em forma de "V". A partir do talude superior, alarga-se (3 Km) e marca o aparecimento de um fundo de morfologia intensamente irregular, bastante perturbada e uma certa simetria nas paredes do vale que tem agora um perfil em forma de "U". Gradiente abaixo, ocorre um estreitamento do vale do cânion que apresenta em média 2 Km e volta a apresentar uma significativa assimetria, até o talude inferior onde este se encontra soterrado.

Caracterização Sísmica

A interpretação dos registros sísmicos revelou a presença de cinco unidades sísmicas principais, separadas por discordâncias e por superfícies erosionais. As unidades foram enumeradas a partir da base das seções.

A unidade I mostra refletores descontínuos, paralelos a semiparalelos com zonas de maior ondulação. Podendo ser subdividida em duas subunidades uma inferior (Ia) com reflexões caóticas e presença de pequenos canais e uma superior (Ib) com reflexões bem estratificadas. Portanto constitui uma unidade de reflexões descontínuas e amplitude fraca com organização crescente de refletores paralelos para o topo. A unidade II está separada da Unidade I pelo refletor R2 e apresenta reflexões descontínuas semiparalelas. Esta unidade é interrompida por um refletor (R2') bem marcado de amplitude muito alta que divide a unidade ao meio. Este refletor apenas ocorre na porção a sul do cânion, a norte este é ausente e as reflexões são de certa forma mais caóticas, apresentando uma discreta ondulação. Nas proximidades do talude inferior o refletor R2' é ausente. Nota-se um aumento da espessura da unidade na porção sul da área.

O refletor R3 corresponde ao contato entre a unidade II e III. Esta última apresenta reflexões descontínuas semiparalelas que se tornam mais onduladas em direção ao talude inferior, na direção leste da área, onde se torna caótica e transparente. Separando as unidades III e IV tem-se o refletor R4, que apresenta uma assinatura distinta e com distribuição regional. A Unidade IV ocorre em forma de lente e com aspecto transparente, com refletores localmente descontínuos e perturbados. Por fim na Unidade V os depósitos consistem de refletores contínuos, paralelos e bem estratificados. Apresenta na porção sul pequenos canais soterrados e bem desenvolvidos. O refletor R5 representa uma superfície plana e corresponde ao contato das unidades IV e V.

Em síntese as descrições das unidades revelam que em um panorama geral da área existe uma maior regularidade e continuidade dos refletores a sul do cânion Almirante Câmara. Enquanto, a norte deste, as reflexões aparecem mais onduladas e caóticas, por vezes mais transparentes também (Fig 3).

A partir de observações realizadas na malha de registros sísmicos que cobre a área do cânion Almirante Câmara, foi possível individualizar quatro setores distintos na área estudada, quanto às características e ao comportamento dos refletores sísmicos são estes A, B e C e D (Fig 4). O setor A está localizado na plataforma continental, região mais a oeste da área em estudo, o setor B que vai desde a quebra da plataforma até o talude superior, o setor C localiza-se no talude médio e o setor D que engloba o talude inferior, localizado na porção leste da área (Fig 5).

O setor A apresenta reflexões descontínuas semiparalelas que são interrompidas por grandes fraturamentos profundos tornando as reflexões irregulares e muitas vezes simplesmente inexistentes.

Essas fraturas apresentam-se alinhadas na direção NE-SW e acompanham toda a extensão na área estudada.

No setor B o pacote sedimentar encontra-se preservado e os refletores sísmicos estão aparentes, no entanto, não é possível a identificação das unidades sísmicas, pois estes refletores não assumem as mesmas características utilizadas para diferenciação das unidades.

No setor C o pacote sedimentar encontra-se preservado, neste as unidades sísmicas são facilmente identificadas assim como os refletores e descontinuidades principais, o que não ocorre nos outros setores onde estas unidades aparecem parcial ou inteiramente desconfiguradas.

No setor D os refletores tornam-se caóticos e as unidades transparentes. São observados também nesta porção pequenas falhas e falhas lítricas de grande porte, estas se encontram também alinhadas na direção NE-SW, assim como as grandes fraturas, e ainda dobras compressivas e blocos rotacionados, tornando impossível à identificação das unidades e dos refletores principais.

Correlação Sismoestratigráfica

As observações do presente trabalho foram correlacionadas com a tabela publicada por Viana *et al.* (2003) sendo possível traçar uma comparação das descrições aqui realizadas das unidades sísmicas com as descritas pelo mesmo autor (Tabela I).

A descontinuidade R4, que marca o limite entre as unidades III e IV descritas neste trabalho. É representada por uma superfície muito irregular apresentando depressões erosivas, e pode ser correlacionada com a descontinuidade R2 de Viana (1998) e conseqüentemente com a Discordância IV do sítio 515 do DSDP. Provavelmente esta descontinuidade (R4) corresponde em idade ao Marco Cinza.

Alguns pontos principais evidenciam melhor esta correlação, um deles é a concordância entre as profundidades de ocorrência do refletor R4 e do Marco Cinza, identificado por Peres (1990) e Caddah *et al.* (1998) no pacote sedimentar do talude da bacia de Campos a 0,6 segundos de profundidade a partir do fundo oceânico. Outro ponto a ser levantado é o caráter e a espessura da unidade acima deste refletor, que de acordo com Viana (1998) mostra transparência a refletores caóticos e descontínuos gradando em direção ao fundo submarino para refletores bem estratificados, o que concorda com as descrições das unidades IV e V, identificadas aqui neste trabalho e que se encontram logo acima do refletor R4. Além do caráter do próprio refletor R4 que condiz com as descrições realizadas por Silva (1992), Viana (1998) e Artusi (2004), os mesmos descrevem o Marco Cinza como um refletor positivo de boa assinatura e distribuição regional, com característica marcadamente erosiva. As idades das descontinuidades, representadas pelos refletores R2, R3 e R5 foram propostas a partir do arcabouço estratigráfico do sistema como: R2, limite Eoceno-Oligoceno; R3, limite Oligoceno-Mioceno e R5, Plioceno Superior.

Processos Sedimentares

Partindo da identificação de feições observadas nas seções sísmicas. Foi possível sugerir algumas implicações a cerca dos processos sedimentares atuantes durante a formação dos depósitos aqui relatados.

De uma maneira geral, a conformação diferenciada entre os refletores sísmicos dos flancos norte e sul do cânion sugerem a influência da Corrente do Brasil na sedimentação destes depósitos, visto que os refletores observados a norte se apresentam em geral mais caóticos e muitas vezes ondulados e descontínuos, e no flanco sul do cânion estes se apresentam bem mais estratificados e paralelos. Esta conformação foi observada em todas as unidades sísmicas, no entanto em algumas unidades são mais claras as diferenças, como é o caso da unidade II, em que a porção norte mostra uma menor espessura e maior desorganização dos refletores, além da ausência de um refletor (R2') de alta amplitude que surge de forma marcante na porção sul subdividindo a unidade ao meio. Portanto, a Corrente do Brasil teria de certa maneira influenciado na deposição das seqüências a norte do cânion, impedindo que estas permanecessem com as mesmas características da porção sul.

A configuração lenticular e a ausência de continuidade regional da unidade IV, caracterizada pela reflexão transparente bem acentuada, pressupõe a influência de escorregamentos ou correntes de contorno que possam ter atuado durante a sua deposição.

A morfologia meandrante do cânion, também condiciona a deposição dos sedimentos. Estes canais possuem áreas mais fundas bem definidas e barras arenosas ou barras em pontal e são caracterizados pelo mecanismo de circulação helicoidal promovendo a migração do talvegue do canal, pois atua sobre os sedimentos das correntes de turbidez, depositando-os e assim causando a migração progressiva do talvegue do cânion durante a evolução da sedimentação. Concordando com esta premissa as seções sísmicas *strike*, que cortam o cânion transversalmente ao longo do talude, mostram a gradativa alternância na morfologia do talvegue do cânion. Na porção central do cânion foram identificadas falhas sedimentares que tem sua origem devida a processos intensos de movimento de massa, deslizamentos e escorregamentos que são possivelmente intensificados por correntes de turbidez e correntes de fundo. Estas não apresentam continuidade com o avanço da profundidade e se restringem as proximidades do talvegue, confirmando sua origem não tectônica.

Estas séries de pequenas falhas se apresentam em forma côncava e condicionam o relevo do talvegue, que mostra uma estrutura em "degraus". De acordo com Reis (1994) este escalonamento pode resultar de processos de deslizamentos ao longo de superfícies originais de acamamento das unidades progradantes. Os fraturamentos profundos atingem todas as unidades sísmicas que são interrompidas, tornando-se irregulares e muitas vezes desaparecendo completamente. Supõe-se que estas sofrem influência de uma eventual

deformação causada pela percolação de fluidos ou gases que parecem preencher estes grandes fraturamentos, que em alguns casos chegam a atingir a superfície do fundo do mar.

A conformação das reflexões sísmicas observadas no setor D muito provavelmente está associada a processos de deslizamentos e escorregamentos sin- ou pós-deposicionais. São observados também nesta porção pequenas falhas e dobras compressivas e blocos rotacionados, o que intensifica a sugestão de depósitos deslizados e de grandes eventos de movimentos de massa. Em síntese no cânion Almirante Câmara registra-se como processos de sedimentação principais a ação das correntes de turbidez, movimentos de massa e possíveis correntes de contorno.

Conclusões

Os mecanismos de construção dos depósitos sedimentares em águas profundas compreendem a interação de diferentes processos sedimentares, tais como movimentos de massa, correntes de turbidez e correntes de contorno, que podem atuar de maneira combinada gerando depósitos complexos com características mistas.

O pacote sedimentar do Leque do cânion foi interpretado como empilhamento de seqüências desenvolvidas sob a influência da progradação do talude continental, de modo que o grande aporte de terrígenos resultou em fluxos não estritamente canalizados no cânion, determinando uma evolução temporal caracterizada por processos de aggradação vertical.

A corrente do Brasil exerceria de certa maneira influência na deposição das seqüências, visto que à norte do cânion as unidades sísmicas apresentam características distintas das mesmas unidades a sul.

Partindo das correlações realizadas com diversos autores, mas principalmente com Viana (1998) foi possível associar o refletor R4, localizado a cerca de 0,6s a 0,8s de profundidade na porção inferior do talude, como o Marco Cinza e de modo que este foi utilizado como referencia para a associação das idades dos demais refletores e unidades sísmicas.

De acordo com Viana *et al.* (2003) no Oligoceno Superior, houve uma queda do nível do mar e o fundo da bacia foi recoberto por depósitos contorníticos na porção média e inferior do talude. Partindo deste fato pode-se supor que este foi o momento de formação do cânion. Esta proposta corrobora com Peres (1990) que propôs que o cânion Almirante Câmara representaria a fase atual do complexo do mesmo que se desenvolve no talude desde o Neo-Oligoceno.

A identificação da idade exata de surgimento do cânion no talude não pode ser realizada devido a interferências nos registros sísmicos, ainda assim supõe-se que a construção deste iniciou-se logo após o evento erosivo marcado pelo refletor R2 (limite Eoceno-Oligoceno).

Agradecimentos

A Agencia Nacional do Petróleo – ANP - pela bolsa de estudos concedida à aluna de mestrado e pelo

financiamento do trabalho. A GAIA Ltda pelos registros sísmicos cedidos através do convenio com o LAGEMAR – UFF, tornando real a possibilidade de realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

Artusi, L., 2004. Geologia, geomorfologia e sismoestratigrafia rasa da plataforma continental ao largo da Laguna de Araruama – RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. 91p.

Brehme, I., 1984. Vales submarinos entre o banco de Abrolhos e Cabo Frio, Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, inédito. 116pp.

Caddah, L.F.G; Kowsmann, R.O.; Viana, A.R., 1998. Slope sedimentary facies associated with Pleistocene and Holocene sea-level changes, Campos Basin, southeast Brazilian Margin. *Sedimentary Geology* 115, p. 159-174.

Peres, W. E., 1990. Seismic-stratigraphic study of the Oligocene-Miocene shelf-fed turbidite systems of the Campos Basin, Brasil. Ph. D. Dissertation, The University of Texas at Austin. 188 p.

Reis, A. T., 1994. O grupo sudeste de cânions e sua relação com a progradação do leque São Tomé – RJ. Rio de Janeiro. Observatório Nacional. Dissertação de mestrado. 123p.

Silva, A. 1992. Evolução sedimentar pós-miocênica na área nordeste da bacia de Campos. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de mestrado. 120p.

Stow, D.A.V., 1994. Deep Sea Processes of Sediment Transport and Deposition. In: Pye, K. (ed.) *Sediment Transport and Depositional Processes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 257-291.

Viana, A.R. 1998. Le Role et L'Enregistrement des Courants Oceaniques Dans les Depots de Marges Continentales: La Marge du Bassin Sud-est Bresilien. L'Université Bordeaux I. These Docteur. 331p.

Viana, A.R.; Figueiredo A.; Faugerès, J.C.; Lima, J.A.M.; Gonthier E.; Brehme I.; Zaragosi S., 2003. The São Tomé deep-sea turbidite system (southern Brazil Basin): Cenozoic seismic stratigraphy and sedimentary processes. *AAPG Bulletin*, v. 87, no. 5 (May 2003), pp. 873-894.

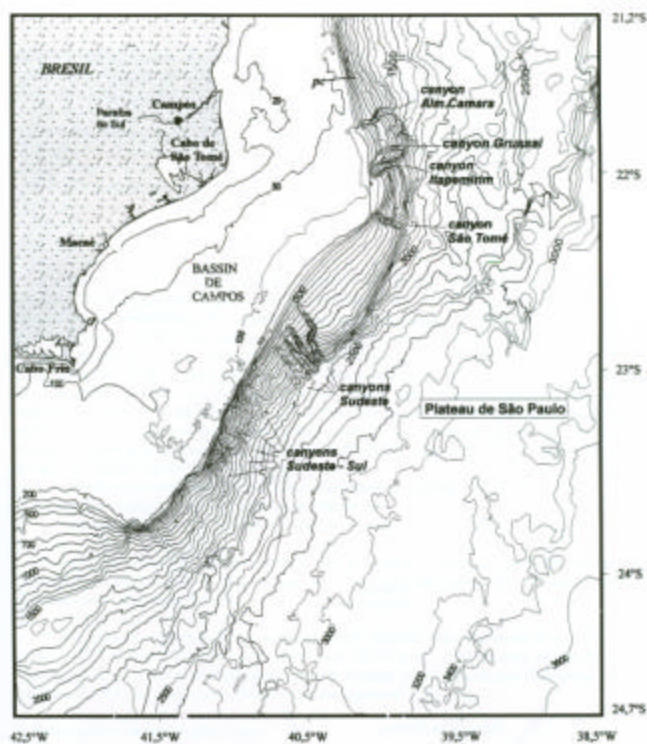


Figura 1 - Mapa batimétrico com intervalo de contorno de 100m. Localização dos cânions da bacia de Campos (Viana, 1998).

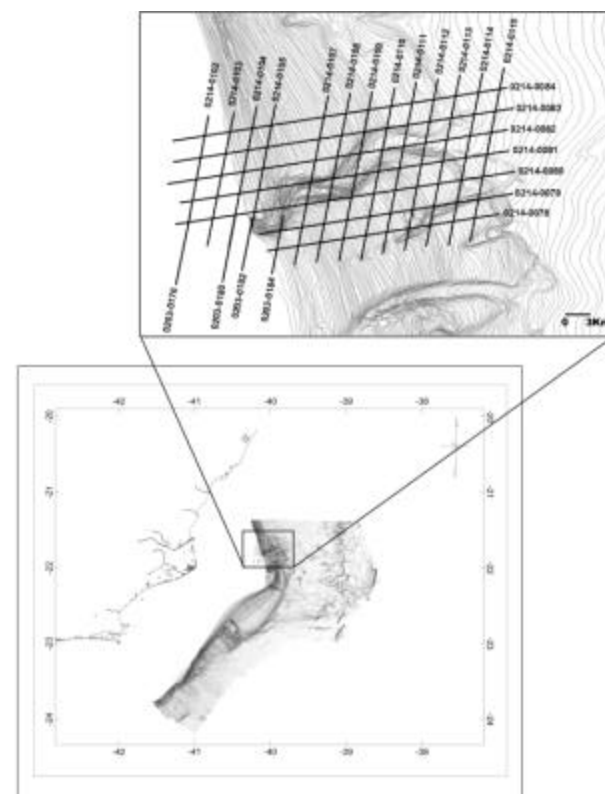


Figura 2 - Mapa de localização das linhas sísmicas cedidas pela GAIA Ltda.

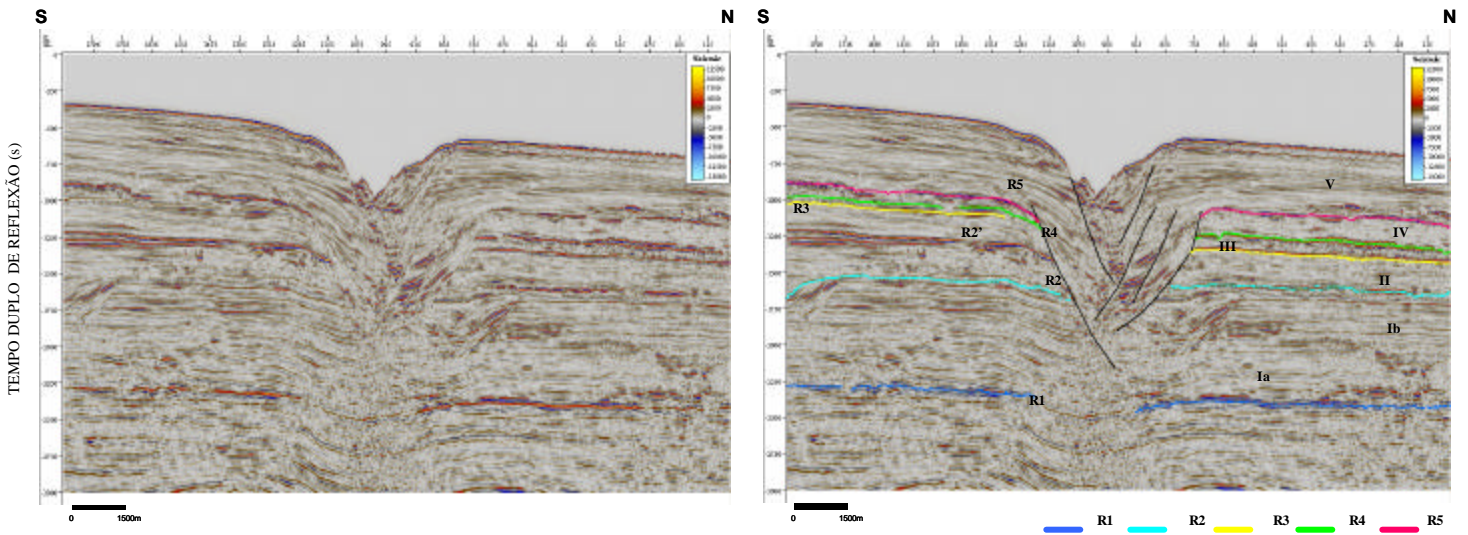


Figura 3 - Seção sísmica 0214-107 paralela à margem continental, destacando o refletor R2' e mostrando as diferenças nas reflexões entre os flancos norte e sul do cânion. Escala lateral, grau de impedância acústica.

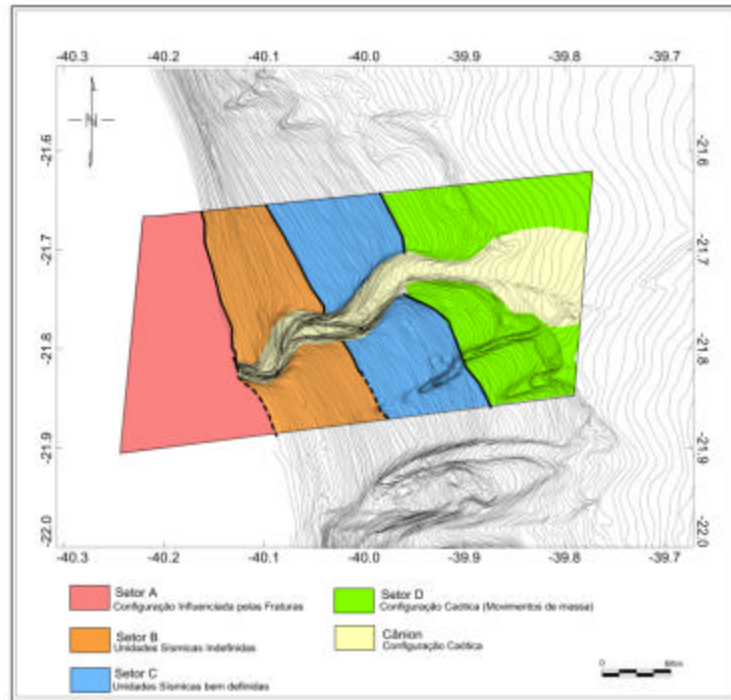


Figura 4 - Mapa da distribuição dos setores individualizados na área.

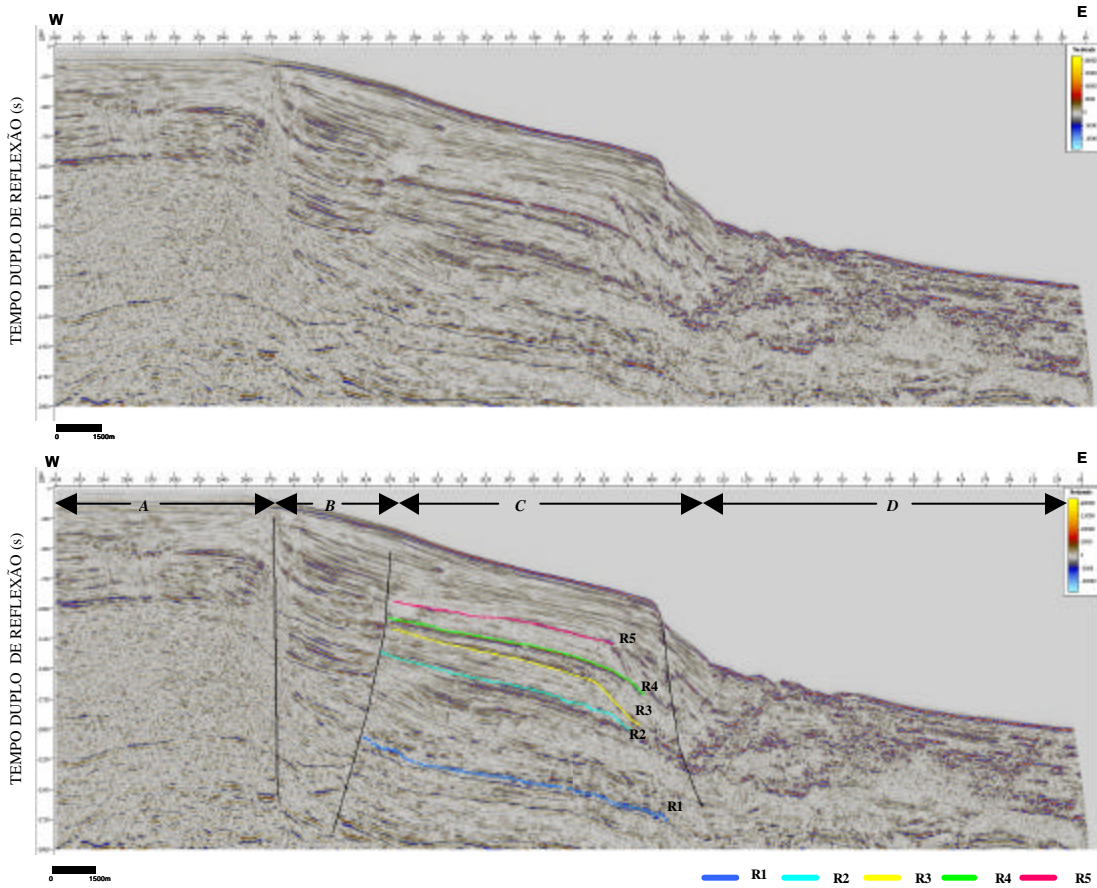


Figura 5 - Seção sísmica 0214-0082 transversal à margem continental, mostrando os três setores individualizados na área. Escala lateral, grau de impedância acústica.

	Age	DSDP site 515 (1983)	Viana (1998)	Silva (1992)	Artusi (2004)	Pellizzon (este trabalho)
S E I S M I C S E Q U E N C E S	Quaternary- upper Pliocene(?)	unit 1	III-c unit III	Marco "P"	Seq. IV Seq. III	Un. V R5
	Pliocene- upper Miocene(?)	sequence S.V	III-b III-a	Marco Cinsa	Seq. II	Un. IV R4
	middle upper Miocene Dce				Seq. I	
	middle to lower Miocene	unit 2a =S.IV	Unit IIb	Estratos Miocénicos	DI	Un. III
	Oligocene-Miocene Dce					R3
	upper Oligocene	unit 2b =S.III	Unit II-a		Embassamento Acústico	Un. II
	Eocene-Oligocene Dce					R2
	lower to middle Eocene	unit 3 =S.II	unit I (well stratified)			Un. I
	Paleocene-Eocene Dce					R1
	Paleocene- Upper Cretaceous(?) (?)Upper Cretaceous Dce	S.I	unit I (transparent)			
Albian						
	Volcanic basement					

Tabela I - Correlação das seqüências sísmicas e descontinuidades identificadas com as descrições DSDP 515, Viana (1998), Silva (1992) e Artusi (2004) (Modificado de Viana et al. 2003).