



Fernanda Silva de Araújo

**BIOESTRATIGRAFIA BASEADA EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS E
DINÂMICA DEPOSICIONAL NA BORDA SUDOESTE DO COMPLEXO DE LOBOS
ALMIRANTE CÂMARA (QUATERNÁRIO FINAL DA BACIA DE CAMPOS)**

Trabalho de Conclusão de Curso

(Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2011



UFRJ

Fernanda Silva de Araújo

**BIOESTRATIGRAFIA BASEADA EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS E
DINÂMICA DEPOSICIONAL NA BORDA SUDOESTE DO COMPLEXO DE LOBOS
ALMIRANTE CÂMARA (QUATERNÁRIO FINAL, BACIA DE CAMPOS)**

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

Orientador(es):

Aristóteles de Moraes Rios Netto

Carlos Jorge Abreu

Rio de Janeiro

Junho de 2011

FERNANDA, Silva de Araújo

**BIOESTRATIGRAFIA BASEADA EM FORAMINÍFEROS
PLANCTÔNICOS E DINÂMICA DEPOSICIONAL NA BORDA
SUDOESTE DO COMPLEXO DE LOBOS ALMIRANTE CÂMARA
(QUATERNÁRIO FINAL, BACIA DE CAMPOS)** / Fernanda Silva de
Araújo - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2011.

xi, 36p.: 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,
Departamento de Geologia, 2011.

Orientador(es): Aristóteles de Moraes Rios-Netto, Carlos Jorge Abreu.

1. Geologia. 2. Setor de Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho de
Conclusão de Curso. I. Aristóteles de Moraes Rios Netto & Carlos Jorge
Abreu. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de
Geociências. III. Bioestratigrafia Baseada em Foraminíferos Planctônicos
e Dinâmica Depositional na Borda Sudoeste do Complexo de Lobos
Almirante Câmara (Quaternário Final, Bacia de Campos).

Fernanda Silva de Araújo

**BIOESTRATIGRAFIA BASEADA EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS E
DINÂMICA DEPOSICIONAL NA BORDA SUDOESTE DO COMPLEXO DE LOBOS
ALMIRANTE CÂMARA (QUATERNÁRIO FINAL, BACIA DE CAMPOS)**

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

Orientador(es):

Aristóteles de Moraes Rios-Netto

Carlos Jorge Abreu

Aprovada em: 28/06/2011

Por:

Orientador: Prof. Aristóteles de Moraes Rios Netto, D.Sc. (UFRJ)

Prof^a. Cátia Fernandes Barbosa, D.Sc. (UFF)

Prof. Cláudio Limeira Mello, D.Sc. (UFRJ)

Ao meu tão saudoso pai, Fernando...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Terezinha e Fernando, que com certeza, são a peça fundamental. Pois, com amor e dedicação, eles abdicaram, muitas vezes, de seus ideais pessoais em benefício de meu progresso profissional e pessoal.

À minha irmã Gabriela, pela paciência e compreensão que teve comigo em momentos difíceis.

À PETROBRAS, pela bolsa de pesquisa cedida através do Projeto Catálogo de Microfósseis (convênio n. 4.600.264.273).

À FINEP/PETROBRAS, financiadores do projeto CT-PETRO n. 65.2000.0038.00, coordenado pelo prof. Carlos Jorge Abreu, que forneceu os testemunhos e dados litológicos dos testemunhos estudados.

Ao grande amigo e orientador Aristóteles Rios Netto, pelo apoio, incentivo, principalmente paciência, e por acreditar no meu potencial. Sem sua presença este trabalho não se realizaria.

Agradecimentos especiais aos amigos, também geólogos, que incentivaram e também criticaram ou alertaram através de “puxões de orelha” a importância de finalizar este trabalho: Danielle Machado, Daniela Marques, Barbara Mattar, Victor Hilquias (“Baiano”), Priscila Lacerda e Isabela Nascimento (Belinha).

RESUMO

Bioestratigrafia Baseada em Foraminíferos Planctônicos e Dinâmica Depositional na Borda Sudoeste do Complexo de Lobos Almirante Câmara (Quaternário Final, Bacia de Campos)

Este trabalho tem como objetivo principal ampliar o conhecimento da evolução sedimentar quaternária na área do complexo de lobos Almirante Câmara (Bacia de Campos), através da análise bioestratigráfica de 50 amostras provenientes de três testemunhos a pistão perfurados (LAC-02, LAC-09 e LAC-16) no Complexo de Lobos Almirante Câmara. Foram reconhecidas a Biozona Z (Holoceno) e a Biozona Y/Subzona Y1 (Pleistoceno final). Nos testemunhos LAC-02 e LAC-16, um intervalo arenoso foi considerado como um conjunto de pequenos pacotes gerados por fluxos gravitacionais. As análises bioestratigráficas indicam que a origem desse intervalo arenoso é possivelmente associada ao último máximo glacial (UMG, 16 – 24 ka A.P.), embora a resolução destas análises não tenha permitido assegurar a correlação cronoestratigráfica direta de cada um dos pacotes que o compõem. O estudo do testemunho LAC-09, composto inteiramente por sedimentos pelágicos, indicou que o sítio onde foi coletado encontra-se fora da área de influência da rede de canais que vem construindo o lobo mais superior, o qual gera a morfologia do fundo oceânico na área estuda. Os resultados do presente estudo sugerem que os sedimentos presentes nos três testemunhos podem representar uma delgada camada que recobriria todo o complexo de lobos.

Palavras-chave: foraminíferos planctônicos; Quaternário; Bioestratigrafia; evolução sedimentar; Complexo de lobos Almirante Câmara; Bacia de Campos.

ABSTRACT***Planktonic Foraminifera Biostratigraphy and Depositional Dynamics in the Southwestern Almirante Câmara Lobe Complex (Late Quaternary, Campos Basin).***

This work aims to contribute to the understanding of the current sedimentation dynamics in the Almirante Câmara Lobe Complex (Campos Basin), through biostratigraphical analyses and interpretation of 50 samples taken from three piston cores (LAC-02, LAC-09 and LAC-16) collected in this area. It was recognized the Biozone Z (Holocene) and the Biozone Y / Subzone Y1 (latest Late Pleistocene). In the piston cores LAC-02 and LAC-16, a sandy interval was recognized as a set of subintervals generated by small gravity flows. The biostratigraphical interpretation suggests that the sandy interval should be associated with the Last Glacial Maximum (LGM, 16-24 ka. B.P.), although the Quaternary biozonation's resolution has not allowed assuring the direct chronostratigraphic correlation of each subinterval whose the sandy interval is composed of. The study of piston core LAC-09, composed entirely of pelagic sediments, showed that the site where this core was collected has not been under the influence of the channels that are building up the upper lobe, which is responsible for the oceanic floor's morphology in the studied area. Our results also suggest that the sedimentary column represented by the studied piston cores could correspond to a thin layer covering the whole lobe complex.

Keywords: planktonic foraminifera; Quaternary; Biostratigraphy; sedimentary evolution; Almirante Câmara Complex Campos Basin.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE QUADROS	Xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
3 MATERIAIS E MÉTODOS	3
4 ÁREA DE ESTUDO	9
4.1 O COMPLEXO DE LOBOS ALMIRANTES CÂMARA	11
4.1.1 Conceitos básicos	11
4.1.2 Arquitetura e evolução	11
5 RESULTADOS	16
5.1 BIOESTRATIGRAFIA	16
5.1.1 Análise dos testemunhos	16
5.1.2 Correlação dos testemunhos	26
5.2 A SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA NOS TESTEMUNHOS LAC-02, LAC-09 E LAC-16....	28
5.3 O INTERVALO ARENOSO DOS TESTEMUNHOS LAC-02, LAC-09.....	29
5.3.1 Biocronoestratigrafia, correlação com paleoclima e variação do nível do mar	29
5.3.2 Comportamento fractal na construção dos sublobos	30
5.3.3 Correlação temporal	31
5.4 A SEDIMENTAÇÃO NO TESTEMUNHO LAC-09	32
6 CONCLUSÕES	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Reconstituição da sedimentação e distribuição espacial de fácies na região da Bacia de Campos. Modificada de Machado <i>et al.</i> (2004)	2
Figura 2	Fotografia do testemunho LAC-02	4
Figura 3	Fotografia do testemunho LAC-09	5
Figura 4	Fotografia do testemunho LAC-16	6
Figura 5	Subzonas de Vicalvi (1997, 1999) e sua correlação com as biozonas de Ericson & Wollin (1968), conforme proposto por aquele autor. Os bioeventos que delimitam as subzonas são indicados ao lado do zoneamento. (Modificada de Portilho-Ramos, 2003)	8
Figura 6	Bacia de Campos, seus limites estruturais e localização da área de estudo (Aragão, 2009). A abreviação “Cpx” refere-se ao termo “complexo”	9
Figura 7	Modelo digital da morfologia de fundo da Bacia de Campos, evidenciando o Sistema Almirante Câmara, com o cânion (C), o complexo de lobos (CL) e a posição aproximada do complexo de canais (CC). Também é mostrado o posicionamento dos testemunhos estudados (LAC-02, LAC-09 e LAC16.Modificada de Antunes (2009)	10
Figura 8	Modelo esquemático de evolução deposicional do complexo de lobos Almirante Câmara. Nota-se que sobre o lobo mais recente (lobo 5) estão presentes os três principais canais denominados <i>a, b</i> e <i>c</i> (Modificada de Abreu,2005)	12
Figura 9	Exemplo de seção sísmica 2D de alta resolução utilizada por Abreu (2005). Essa seção, <i>strike</i> , proximal, mostra o conjunto de lobos, as sismofácies caóticas e o último evento deposicional, conforme modelo evolutivo daquele autor. Também são mostrados os três canais que seriam responsáveis pela deposição do lobo 5 (Fonte: Abreu, 2005)	14
Figura 10	Lobo 5, do complexo de lobos Almirante Câmara, com os 9 sublobos, nos quais a deposição é dada por processo retrogradacional. Os sublobos 1 a 9 teriam se formado na ordem indicada por sua denominação por sedimentos trazidos pelos canais <i>a, b</i> e <i>c</i> (Modificada de Abreu,2005)	15

- Figura 11 Correlação bioestratigráfica dos três testemunhos a pistão, tendo como *datum* o fundo do mar. O limite Holoceno/Pleistoceno corresponde ao limite entre as biozonas Z e Y (Ericson & Wollin (1967). Profundidade informada em centímetro 27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Dados relativos aos testemunhos a pistão do Sistema Almirante Câmara analisados no presente trabalho	3
Quadro 2	Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações com diâmetro > 125 mm do testemunho LAC -02. Os dados das amostras do intervalo arenoso (fundo branco, na tabela) não participam efetivamente da interpretação	19
Quadro 3	Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC -09. O intervalo (fundo vermelho, na tabela) representa a profundidade em que o nível oxidado está presente no testemunho. Veja legenda no Quadro 2	22
Quadro 4	Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações com diâmetro > 125 mm do testemunho LAC-16. Os dados das amostras do intervalo arenoso (fundo branco, na tabela) não participam efetivamente da interpretação. Veja legenda no Quadro 2	25

1 INTRODUÇÃO

A Bacia de Campos tem se tornado, ao longo de décadas, alvo de intensas pesquisas com o objetivo de exploração de hidrocarbonetos, sendo considerada a maior província petrolífera do Brasil. Segundo Machado *et al.* (2004), quase a totalidade das reservas pós-sal nessa bacia ocorre em turbiditos oligocênicos de águas profundas (Formação Carapebus). Esses autores demonstraram que a distribuição espacial de fácies na região da Bacia de Campos reflete uma configuração ambiental que se mantém desde o Oligoceno. Assim, ainda hoje continuariam em deposição as areias e lamas do Membro São Tomé/Formação Emborê na plataforma interna e média, os carbonatos dos membros Siri e Grussaí/Formação Emborê na plataforma externa, as lamas da Formação Ubatuba no talude e Platô de São Paulo, e as areias e diamictos da Formação Carapebus também no Platô de São Paulo (Figura 1). Portanto, conhecer a sedimentação atual na Bacia de Campos possibilita uma melhor compreensão da gênese e evolução daqueles reservatórios.

O presente trabalho propõe-se a contribuir com esse conhecimento, tendo como foco o Sistema Almirante Câmara, um conjunto de cânion, canais e lobos localizado na porção nordeste da Bacia de Campos, através da análise e interpretação bioestratigráfica de testemunhos rasos, baseada em foraminíferos planctônicos.

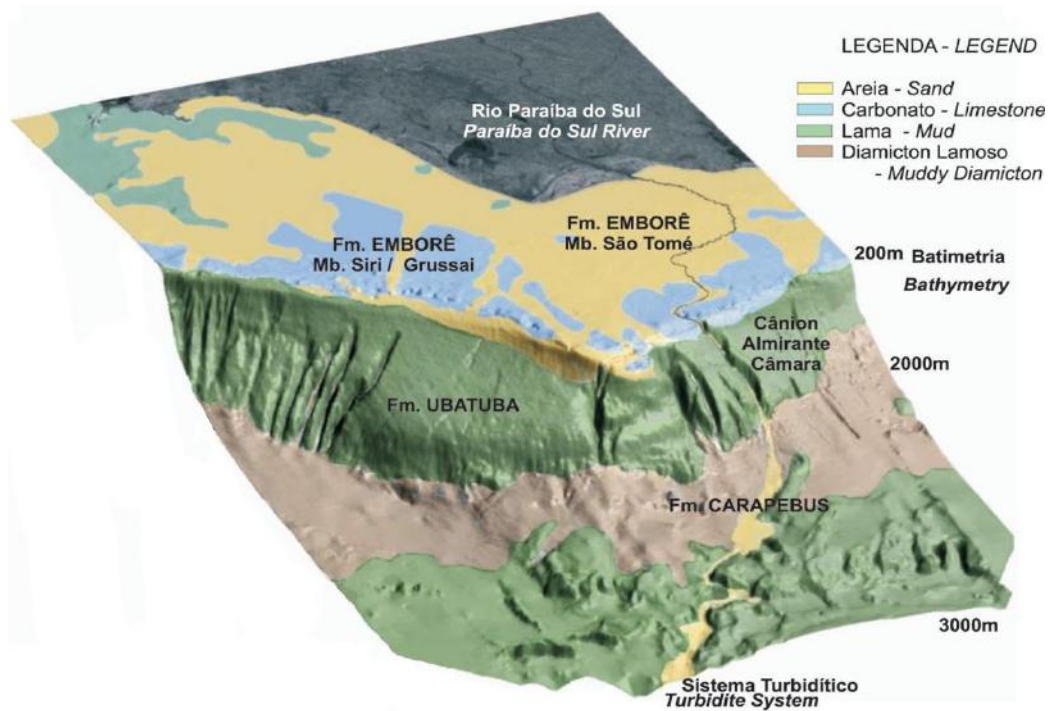


Figura 1 Reconstituição da sedimentação e distribuição espacial de fácies na região da Bacia de Campos. Modificada de Machado *et al.* (2004).

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal ampliar o conhecimento da evolução sedimentar quaternária na área do Sistema Almirante Câmara, a partir de análises bioestratigráficas baseadas em foraminíferos planctônicos.

Objetivos específicos:

- estabelecer a bioestratigrafia de três testemunhos a pistão perfurados no Complexo de Lobos Almirante Câmara, com base em foraminíferos planctônicos;
- inferir uma moldura cronoestratigráfica para esses testemunhos;
- correlacionar estratigraficamente os testemunhos;

d) interpretar a relação entre a litologia, bioestratigrafia e cronoestratigrafia dos testemunhos estudados e o paleoclima e a variação do nível do mar na Bacia de Campos durante o Quaternário final.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas 50 amostras provenientes de três testemunhos a pistão coletados, em 2001, no complexo de lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, sob lâmina d'água de aproximadamente entre 2300 a 2350 metros (Quadro 1).

Testemunho	Profundidade total perfurada (m)	Batimetria (m)
LAC-02	1,54	2300
LAC-09	1,18	2300
LAC-16	1,21	2350

Quadro 1 Dados relativos aos testemunhos a pistão do Sistema Almirante Câmara analisados no presente trabalho.

A coleta desses testemunhos (Figura 2 a 4) foi contratada pelo Grupo de Estudos de Sistemas Depositionais de Águas Profundas (GEDAP)/Departamento de Geologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no âmbito de um projeto financiado pela FINEP/CT-PETRO e pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS). A descrição litológica dos testemunhos foi executada pela equipe do GEDAP. O espaçamento de amostragem variou de 1 a 10 cm, conforme critérios litológicos.



Figura 2 Fotografia do testemunho LAC-02.



Figura 3 Fotografia do testemunho LAC-09

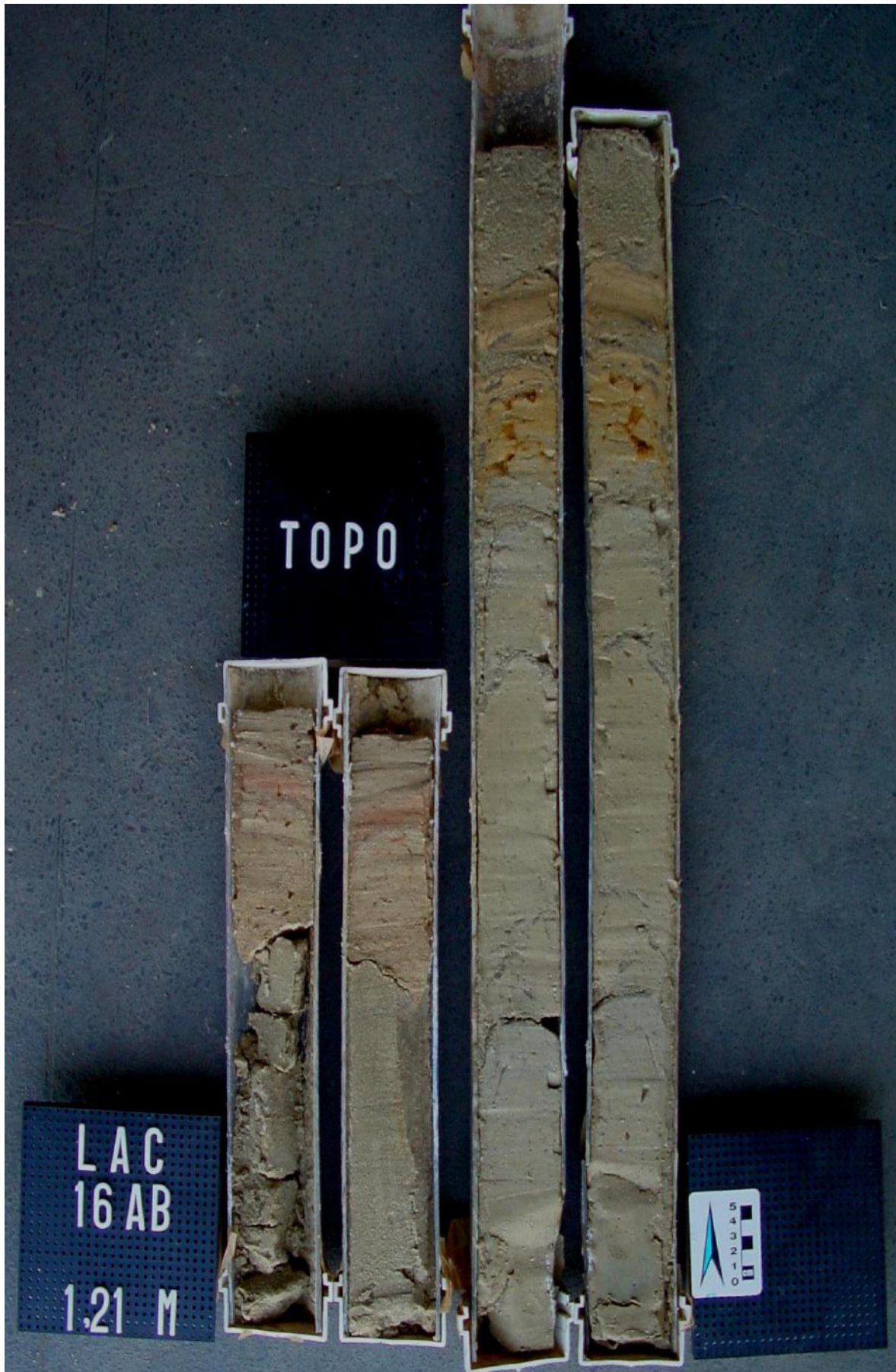


Figura 4 Fotografia do testemunho LAC-09

O processamento das amostras se deu no Laboratório de Preparação de Microfósseis/Depto. de Geologia/UFRJ. Cada amostra foi colocada em béquer de vidro e coberta com solução de Calgon por uma hora e meia em temperatura ambiente e mais meia hora, em estufa, a temperatura de 60°C; após a desfloculação, a amostra foi lavada sob água corrente através de peneira com malha 0,063 mm. Para a análise micropaleontológica utilizou-se estereomicroscópio Zeiss com aumentos entre 7 e 35x. Na etapa da triagem, as amostras foram quarteadas até uma fração que apresentasse cerca de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos em cada amostra; quando menos do que 300 foraminíferos planctônicos estavam presentes, toda a amostra foi analisada. O material foi peneirado a seco com malhas de 0,125 mm e 0,250 mm de diâmetro e a contagem dos táxons foi realizada separadamente nas duas frações; os cálculos de porcentagem consideraram a microfauna de foraminíferos total (diâmetro > 0,125 mm) e a microfauna de foraminíferos com diâmetro superior a 0,250 mm.

A identificação e classificação taxonômicas foram baseadas em Kennet & Srinivasan (1983) e Bolli & Saunders (1985). As definições taxonômicas do plexo *Pulleniatina* (que abrange as espécies *Pulleniatina primalis*, *P. obliquiloculata* e *P. finalis*) e plexo menardiforme (englobando as espécies *Globorotalia menardii* s.l., *G. tumida tumida*, *G. tumida flexuosa*, e *G. fimbriata*) são de Vicalvi (1999). Os biozoneamentos de referência utilizados foram os de Ericson & Wollin (1968, biozonas Z e Y) e Vicalvi (1997, para a subzona Y1; 1999 para as subzonas Y2 a Y5). Os biozoneamentos de Vicalvi (1997, 1999) são bastante utilizados no Brasil, tendo sido baseados principalmente na frequência relativa dos plexos *Pulleniatina* e menardiforme, além de outras espécies indicadoras importantes (Figura 5).

Cronoestratigrafia	Ericson & Wollin	Vicalvi	Bioeventos		
Holoceno	Z	Z1	1-3% Plexo menardiforme		
		Z2	3-7% Plexo menardiforme		
Pleistoceno	Y	Y1	Plexo menardiforme (com <i>G. fimbriata</i>) → 11,7 ka		
			Plexo <i>Pulleniatina</i> → 15,0 - 16,0 Ka		
		Y2	Plexo <i>Pulleniatina</i> (YP.3) → 42,0 - 45,0 ka		
			Glacial		
		Y3	Plexo <i>Pulleniatina</i>		
			Y4	Plexo <i>Pulleniatina</i> (YP.2) → 67,7 - 74,7 ka	
		Y5		Plexo <i>Pulleniatina</i>	
		X	X	X1	Plexo <i>Pulleniatina</i> (YP.1) → 84,0 ka
				X2	Plexo menardiforme (com <i>G. flexuosa</i>)
				X3	
				X4	
X5					
X6					
X7					
X8					
X9					
X10					
X11					
			Interglacial		

Figura 5 Subzonas de Vicalvi (1997, 1999) e sua correlação com as biozonas de Ericson & Wollin (1968), conforme proposto por aquele autor. Os bioeventos que delimitam as subzonas são indicados ao lado do zoneamento (Modificada de Portilho-Ramos, 2002)

4 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Campos localiza-se na margem continental leste brasileira e ocupa uma área de aproximadamente 100.000 km², aproximadamente entre as coordenadas 21° e 23,5°S. Limita-se ao norte, com a Bacia do Espírito Santo, pelo Alto de Vitória, enquanto seu limite ao sul, com a Bacia de Santos, se dá pelo Alto de Cabo Frio (Figura 6).

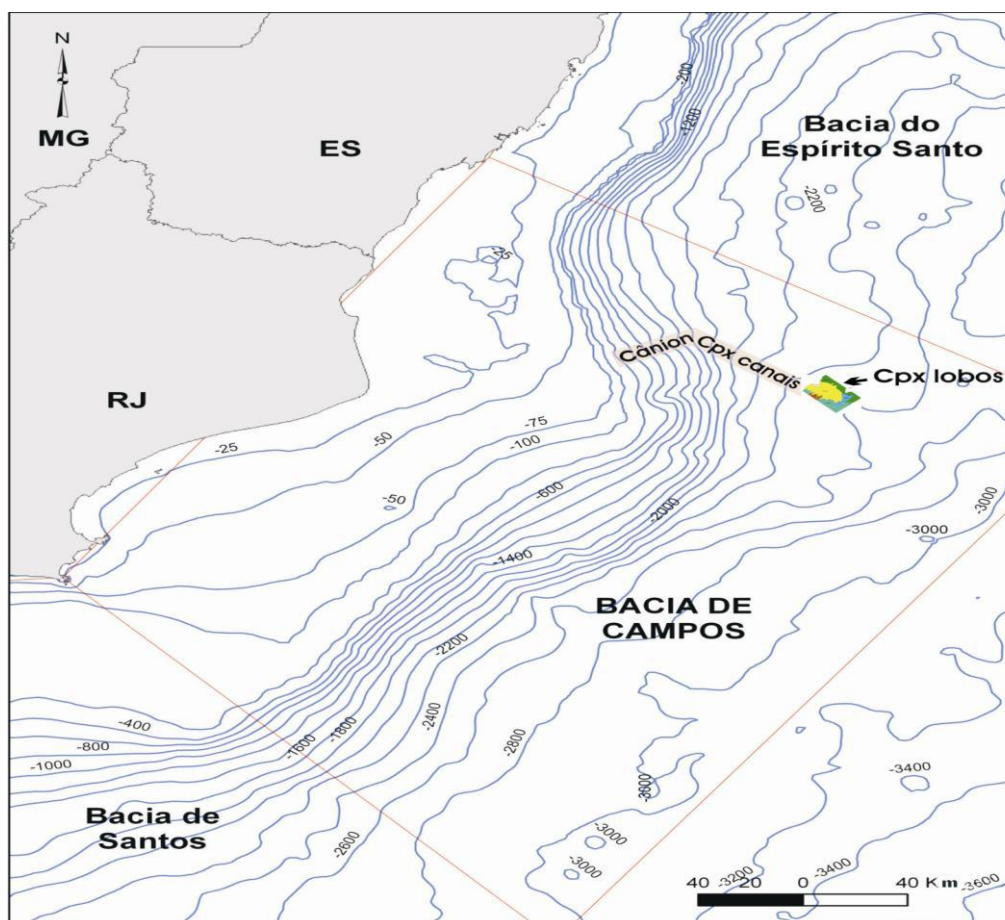


Figura 6 Bacia de Campos, seus limites estruturais e localização da área de estudo (Aragão, 2009). A abreviação “Cpx” refere-se ao termo “complexo”.

O Sistema Almirante Câmara (Figura 7) está localizado na porção nordeste da Bacia de Campos, pouco acima da latitude em que se encontra o cabo de São Tomé e aproximadamente na mesma latitude do delta do rio Paraíba do Sul. Segundo Abreu (2005), ele é composto por cânion, complexo de canais e complexo de lobos,

os quais recebem o mesmo designativo do sistema como um todo (p.ex.: complexo de lobos Almirante Câmara). O complexo de lobos Almirante Câmara é alimentado por uma rede de canais (ou “complexo de canais”) provenientes do cânion, o qual indenta a plataforma continental, possibilitando a participação de sedimentos plataformais em águas mais profundas. O complexo de lobos Almirante Câmara representa, portanto, o elemento distal daquele sistema e localiza-se no sopé do talude continental, correspondendo a uma área de baixa declividade (0,5°), com profundidades entre aproximadamente 2200 e 2400 metros (Abreu, 2005).

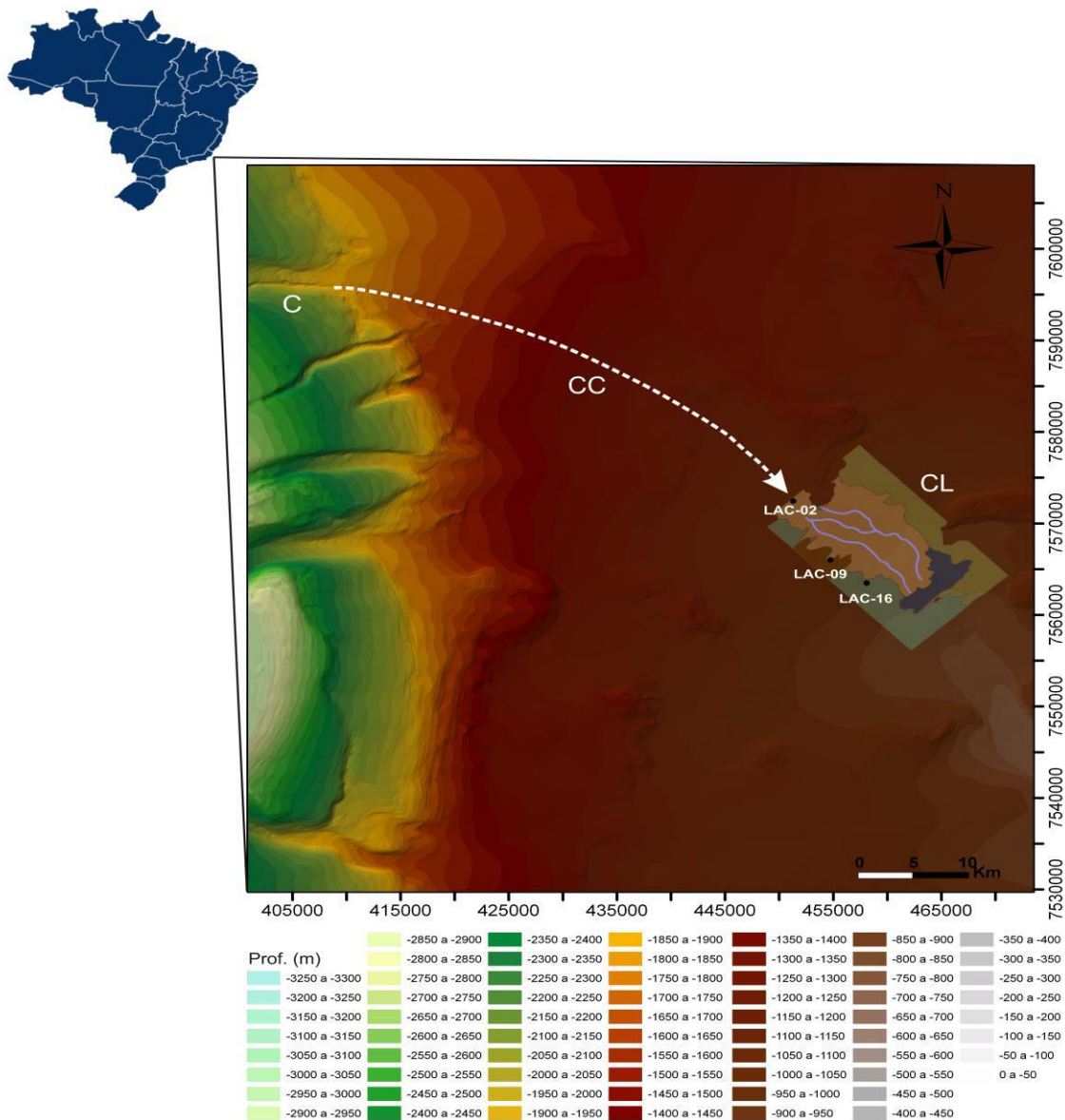


Figura 7 Modelo digital da morfologia de fundo da Bacia de Campos, evidenciando o Sistema Almirante Câmara, com cânion (C), complexo de lobos (CL) e a posição aproximada do complexo de canais (CC). Também é mostrado o posicionamento dos testemunhos LAC-02, LAC-09, LAC-16 (Modificada de Antunes, 2009).

4.1 O complexo de lobos Almirante Câmara

4.1.1 Conceitos básicos

Os conceitos relacionados a feições deposicionais em ambientes de águas profundas foram detalhadamente discutidos por Abreu (2005) – um trabalho essencial para aqueles interessados no assunto. Desse modo, somente as definições de termos utilizados no presente trabalho, adotadas daquele autor, são sintetizadas a seguir.

Lobo: conceito de conotação genética que indica depósitos arenosos, alternados ou não com argilosos e com geometria tabular, formados na parte distal de um canal ou complexo de canais.

Complexo de lobos: conjunto de lobos empilhados verticalmente ou com deslocamento lateral; é possível haver compensação lateral, progradação ou retrogradação dos lobos.

Sublobo: a menor unidade mapeada por Abreu (2005) nas seções sísmicas 2D de alta resolução do complexo de lobos Almirante Câmara, correspondendo a células de crescimento dos lobos.

4.1.2 Arquitetura e evolução

Anteriormente considerado como um único leque (“leque Almirante Câmara”), essa feição geomorfológica foi estudada por Abreu (2005), que, com base principalmente em dados sísmicos, observou que a mesma não é homogênea, mas formada por cinco lobos delgados que se superpõem (Figura 8). A partir deste estudo, o autor a renomeou como “complexo de lobos Almirante Câmara”. Além dos

lobos, Abreu (2005) identificou ainda dois elementos não individualizados (“sismofácies caóticas 1 e 2”), e uma unidade superior de proveniência distinta (“último evento”). A história evolutiva desta feição, conforme apresentada por Abreu (2005) é resumida a seguir (Figuras 8 e 9).

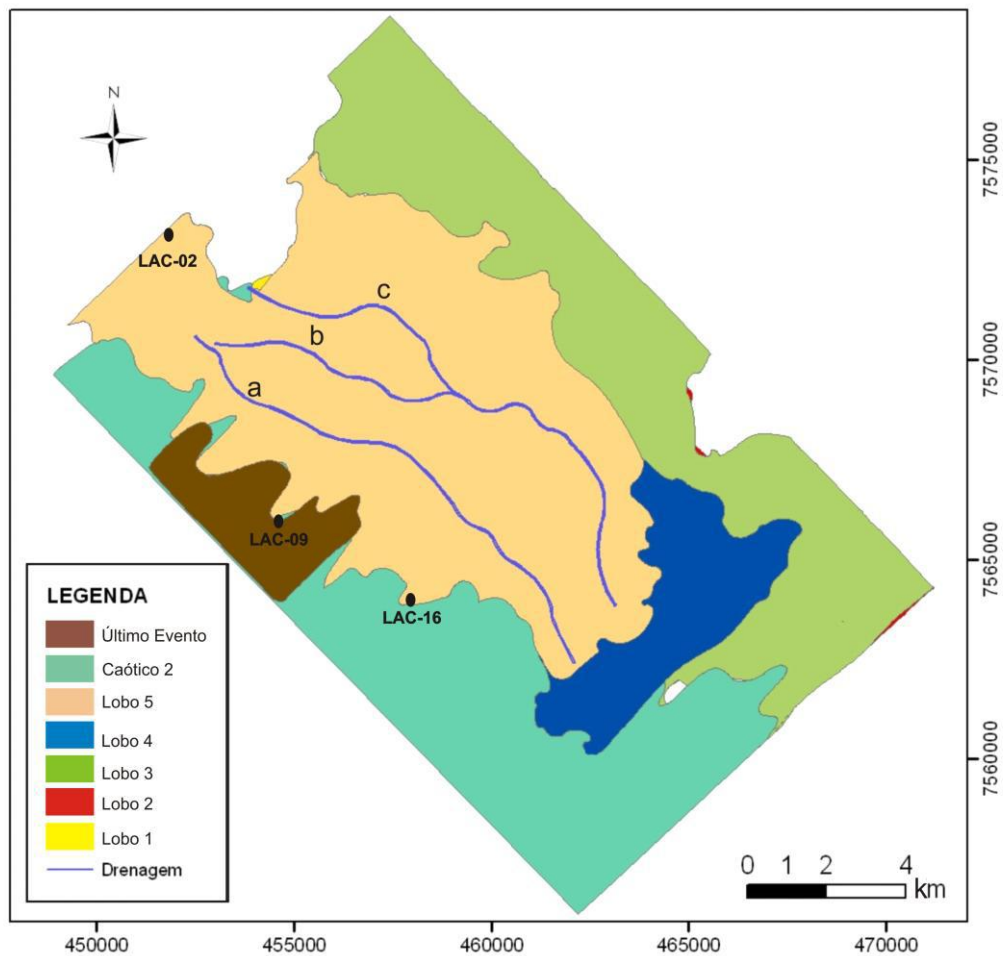


Figura 8 Modelo esquemático de evolução deposicional do complexo de lobos Almirante Câmara. Nota-se que sobre o lobo mais recente (lobo 5) estão presentes os três principais canais denominados *a*, *b* e *c* (Modificada de Abreu, 2005).

Alguns depósitos oriundos do talude e plataforma continentais que se apresentam em seções sísmicas com padrão caótico (“sismofácies caótica 1”) constituem o substrato sobre o qual todo o complexo de lobos se instalou. A deposição do lobo 1, o mais inferior, se deu em área restrita a uma antiga calha provida por um complexo de canais preexistente. Sobrepostos ao lobo 1, depositaram-se os lobos 2 e 3, os quais, eventualmente, erodiram partes do lobo 1. Tendo sido depositados sobre um fundo mais aplainado, gerado pelo preenchimento da calha pelo lobo 1, os lobos 2 e 3 estendem-se por área mais extensa. Deslizamentos e desestabilização do talude adjacente, provocaram a perturbação da borda sudoeste dos lobos 2 e 3 após sua deposição, dando origem à feição denominada “sismofácies caótica 2”. Os lobos 2 e 3 foram parcialmente erodidos, o que também pode ser visto na sismofácies caótica 2. A seguir, depositou-se o lobo 4, em posição mais distal. A erosão do lobo 4 iniciou-se antes da deposição do lobo 5, mas, provavelmente, continuou durante a deposição deste último. O lobo 5 é o mais superior e mais espesso, e gera a morfologia do fundo oceânico na área do complexo de lobos. Um “último evento” deposicional atingiu a área do complexo de lobos Almirante Câmara, sendo caracterizado pela deposição gravitacional de sedimentos finos provenientes do talude lateral aos lobos, e não da mesma fonte que forneceu sedimentos para os lobos.

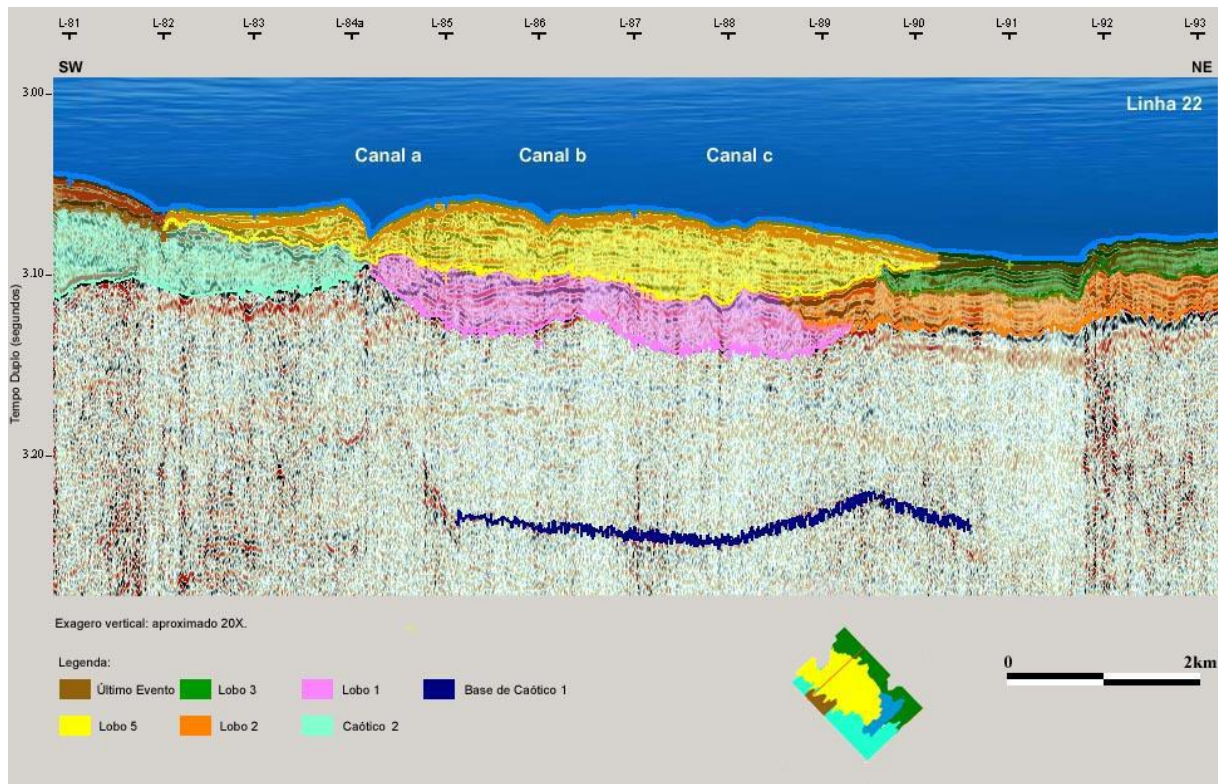


Figura 9 Exemplo de seção sísmica 2D de alta resolução utilizada por Abreu (2005). Essa seção, *strike*, proximal, mostra o conjunto de lobos, as sismofácies caóticas e o último evento deposicional, conforme modelo evolutivo daquele autor. Também são mostrados os três canais que seriam responsáveis pela deposição do lobo 5 (Fonte: Abreu, 2005).

O lobo 5, cuja deposição ainda ocorre atualmente, está em continuidade com o complexo de canais. Três canais, percebidos em seções sísmicas em superfície e subsuperfície, seriam os responsáveis, desde o Pleistoceno, pela deposição dos sublobos que o compõem (Figuras 9 e 10). Abreu (2005) observou que a construção de cada sublobo se deu por processo retrogradacional a partir da avulsão dos canais *a*, *b* e *c*, sendo *a* o mais velho e *c* o mais novo, os quais migraram lateralmente, depositando os sedimentos que formam cada novo sublobo. A arquitetura e o empilhamento desses sublobos foram reconhecidos por aquele autor através da interpretação de seções sísmicas.

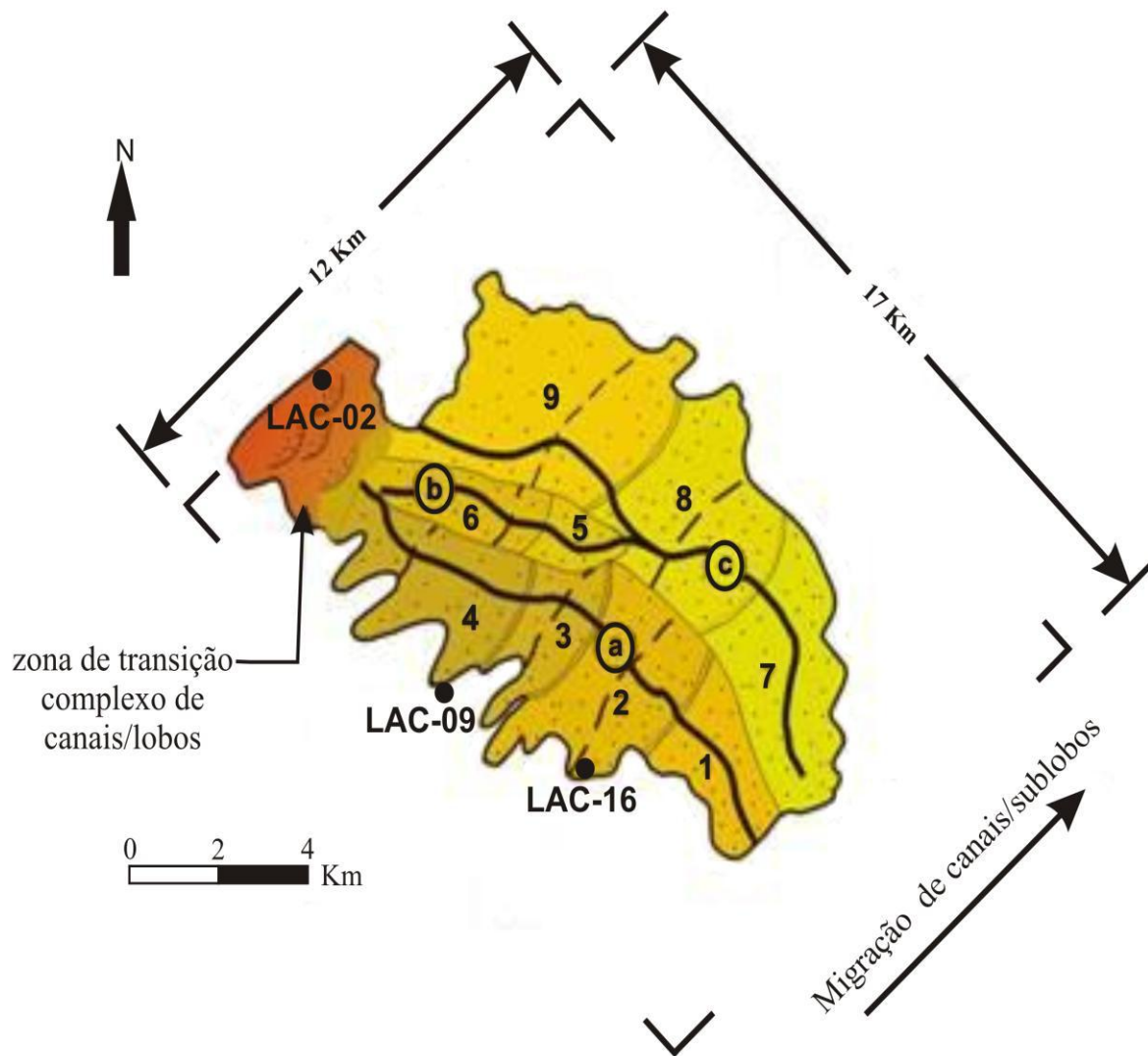


Figura 10 Lobo 5, do complexo de lobos Almirante Câmara, com os 9 sublobos, nos quais a deposição é dada por processo retrogradacional. Os sublobos 1 a 9 teriam se formado na ordem indicada por sua denominação por sedimentos trazidos pelos canais *a*, *b* e *c*, (Modificada de Abreu, 2005).

5 RESULTADOS

5.1 Bioestratigrafia

5.1.1 Análise dos testemunhos

Foram realizadas análises bioestratigráficas de cada um dos testemunhos estudados. Esses resultados são apresentados a seguir. Ao longo do capítulo, a seguinte abreviatura será utilizada:

NF 125 = número de carapaças de foraminíferos (bentônicos + planctônicos) por grama de sedimento, na fração com diâmetro $> 0,125$ mm.

Os depósitos arenosos em águas profundas necessariamente representam sedimentos trazidos da plataforma, e, portanto, são retrabalhados. Sendo assim, análises micropaleontológicas nas amostras arenosas são úteis para indicar a procedência desses sedimentos, porém, os dados não têm valor em termos bioestratigráficos. Por esse motivo, os dados micropaleontológicos obtidos em intervalo arenoso dos testemunhos não foram incluídas nessa interpretação.

Testemunho LAC- 02

Esse testemunho, com comprimento total de 1,54 m, foi coletado na parte proximal do lobo 5, sob lâmina de 2.300 metros. Inicia-se com lama argilosa, de cor cinza esverdeada (154 a 134 cm). O intervalo entre 134 cm até 75 cm caracteriza-se por quatro pacotes arenosos distintos: na parte inferior, um pacote com granodescrescência ascendente, passando de areia média na base a areia fina para o topo, de cor alaranjada, muito mal selecionado, com material argiloso disseminado; logo acima, ocorre um pacote de areia fina, de cor alaranjada; acima existe um pacote de areia fina bastante argilosa, de cor marrom amarelado; o intervalo é finalizado com um pacote de areia fina, de cor laranja acinzentado, que

tem contato difuso tanto com o pacote inferior como com o intervalo argiloso subjacente. A partir de 74 cm até o topo, encontra-se lama argilosa, de cor laranja amarelada escuro.

Com base nas análises da microfauna de foraminíferos foram identificados dois grandes intervalos bioestratigráficos (Quadro 2). O primeiro intervalo foi representado pelas amostras 149-147 cm (amostra coletada na porção basal) até 53-51 cm. Os plexos menardiforme e *Pulleniatina* são ausentes ou raros. *Globorotalia inflata* apresenta valores percentuais relativamente altos, exceto no topo do intervalo, onde ocorre uma diminuição gradativa. *G. crassaformis* s.l. está presente, ainda que apresente valores percentuais baixos. A frequência de *G. truncatulinoides* s.l. aumenta em direção ao topo do intervalo. Desconsiderando-se os resultados obtidos nos pacotes arenosos contidos nesse intervalo, a percentagem de foraminíferos planctônicos varia entre 90,8 e 98,7 (valor médio = 96,8 %) e os valores de NF125 variaram entre 2.017 e 5.112 (valor médio = 3.568). Esses resultados indicam claramente que esse intervalo foi depositado durante um período glacial, e que deve ser assinalado à Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968), Subzona Y1, de Vicalvi (1997). O reaparecimento do plexo *Pulleniatina* na amostra 61-59 cm indica que o intervalo acima das areias teria sido depositado entre 15.000-16.000 e 11.700 anos (Vicalvi, 1999). O último intervalo é representado pelas amostras 38-37 cm até 2-0 cm (topo do testemunho). Destaca-se a presença do plexo menadiforme com percentagens entre 1,1 e 3,7 %. O plexo *Pulleniatina* se mantém constante; *Globorotalia fimbriata* está presente em duas das amostras; *G. inflata* e *G. crassaformis* s.l. são ausentes ou raros. A frequência de *G. truncatulinoides* s.l. sofre uma queda em relação ao intervalo anterior. Os valores de NF125 variam entre 2.343 e 6.945 (valor médio = 5.011), enquanto participação percentual de

foraminíferos planctônicos está entre 98,3 e 99,1 (valor médio = 98,7%). A partir desses resultados, este intervalo foi definido como Biozona Z de Ericson & Wollin (1968),

Litologia	Prof. (m)	Bioestratigrafia	Conoestratigrafia	G flex	G fimb	% px men >250	% px men total	% px Pull >250	% px Pull total	G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total	% G crass >250	% G crass total	% G cong >250	% G cong total	N dut >250	N dut total	% O uni >250	% O uni total	foram pK(NF125)EP125	
Areia	0-0,02	Z	Indivisa	Holoceno	0	0	12,1	3,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,7	1,0	0,2	2,0	0,5	98,9 4768 15	
Areia	0,1-0,12	Z	Indivisa	Holoceno	0	1	15,9	3,7	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	5,4	1,0	0,4	0,1	2,4	0,4	98,3 4231 16	
Areia	0,20-0,22	Z	Indivisa	Holoceno	0	1	12,0	3,2	1,0	0,2	3,0	0,7	0,0	0,0	0,0	2,7	0,5	0,0	0,0	2,5	0,5	99,1 6768 17	
Areia	0,30-0,32	Z	Indivisa	Holoceno	0	0	0,4	1,1	0,5	0,0	12,2	1,3	0,7	0,1	0,0	1,6	0,2	1,1	0,1	1,1	0,2	98,5 6945 18	
Areia	0,37-0,39	Z	Indivisa	Holoceno	0	0	9,3	1,4	0,5	0,1	12,0	2,1	0,9	0,1	0,0	1,6	0,2	1,6	0,2	0,7	0,1	98,6 2343 18	
Areia	0,51-0,53	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,4	0,1	1,0	0,2	12,4	3,3	1,2	0,2	0,0	2,0	0,3	4,3	0,7	0,4	0,1	98,6 4938 21	
Areia	0,53-0,55	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,1	1,9	0,4	13,0	3,6	0,0	0,2	0,0	2,4	0,5	5,9	1,1	0,3	0,1	98,7 3281 18	
Areia	0,55-0,61	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,4	0,1	0,6	0,1	9,5	2,1	1,2	0,2	0,0	0,6	0,1	4,4	0,9	1,3	0,2	97,8 2017 17	
Areia	0,75-0,77	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,5	0,1	0,0	0,0	1,8	0,2	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0	1,3	0,1	5,8	0,6	72,5 2149 14	
Areia	0,85-0,87	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,5	0,6	1,4	0,2	1,4	0,2	0,0	2,0	0,3	5,9	0,8	60,2 805 12	
Areia	0,985-1,01	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,1	5,3	0,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	47,0 564 11
Areia	1,10-1,12	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,7	0,3	0,0	4,6	0,6	7,2	2,3	0,7	0,4	0,0	1,0	0,1	1,3	0,2	51,3 969 16	
Areia	1,25-1,27	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,6	0,1	0,0	0,0	4,5	2,1	4,5	1,7	0,6	0,1	1,8	0,3	1,5	0,3	0,9	0,2	98,7 2969 18
Areia	1,34-1,37	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,4	10,1	1,5	0,0	0,0	2,2	0,2	2,9	0,2	1,1	0,1	98,4 512 13
Areia	1,47-1,49	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,3	6,9	1,2	0,0	0,0	2,3	0,3	5,1	0,6	1,3	0,1	90,8 3092 16

Limite Pleist./Holoc.
11,7 Ka A.P.

URP.
15-16 Ka A.P.

LEGENDA

- > 250 = fração com diâmetro > 0,250 mm
- total = fração com diâmetro > 0,250 mm + fração com diâmetro entre 0,125 e 0,250 mm
- G fimb = *Globorotalia fimbriata* (1 = presente; 0 = ausente)
- G flex = *Globorotalia tumida flexuosa* (1 = presente; 0 = ausente)
- px men = plexo *Globorotalia menardii*
- px Pull = plexo *Pulleniatina*
- G trunc = *Globorotalia truncatulinoides* s.l.
- G inf = *Globorotalia inflata*
- G crass = *Globorotalia crassaformis* s.l.
- G cong = *Globigerinoides conglobatus*
- N dut = *Neoglobocquadrina dutertrei dutertrei*
- O uni = *Orbulina universa*
- NF125 = número de carapaças de foraminíferos por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 125 mm
- EP125 = número de espécies de foraminíferos planctônicos, na fração com diâmetro > 125 mm

Quadro 2 Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações com diâmetro > 0,125 mm do testemunho LAC -02. Os dados das amostras do intervalo arenoso (fundo branco, na tabela) não participam efetivamente da interpretação.

Testemunho LAC- 09

O testemunho LAC- 09 é proveniente da porção central da parte sudoeste do complexo de lobos, na unidade denominada “último evento” (Abreu, 2005), tendo sido coletado sob 2.300 metros de lâmina d’ água. Ele tem comprimento de 1,18 metros e é composto inteiramente por lama argilosa, variando de cor laranja amarelado a marrom alaranjado.

Foi possível identificar dois grandes intervalos bioestratigráficos: um inferior, entre a base do testemunho e o nível de aproximadamente 33 cm, e um superior, desde esse nível até o topo (Quadro 3). Na porção basal, representada pelas amostras 118-116 cm até 37-35 cm, os plexos menadiforme e *Pulleniatina* são ausentes ou raros; *Globorotalia truncatulinoides* s.l., *G. inflata* e, em menor escala, *G. crassaformis* mantêm percentuais relativamente elevados ao longo desse intervalo. A percentagem de foraminíferos planctônicos varia entre 91,2 e 99,6 (valor médio = 97,1 %) e os valores de NF125 encontram-se entre 2.493 e 6.454 (valor médio =3.408). A partir da análise dos resultados encontrados, esse intervalo foi reconhecido como Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968). A ausência do plexo *Pulleniatina* na parte inferior desse intervalo e seu reaparecimento somente na porção superior (amostras 61-59 cm a 37-35 cm) permite caracterizar esse intervalo como correspondente à Subzona Y1, de Vicalvi (1999). O segundo intervalo, representado pelas amostras 31-30 cm até 1-0 cm, o plexo menadiforme é constante, apresenta percentuais relativamente elevados e inclui *Globorotalia fimbriata* e *G. flexuosa* em algumas amostras; o plexo *Pulleniatina* também se mantém constante, com percentuais baixos, porém mais elevados do que no intervalo inferior; *Globorotalia inflata* e *G. crassaformis* s.l. são ausentes ou raros; *G. truncatulinoides* s.l. tem presença constante, porém com percentuais mais baixos do

que no intervalo inferior. A participação percentual média de foraminíferos planctônicos (98,0 %; variação de 96,2 a 99,4 %) e o valor médio NF125 (5.932; variação de 2.493 a 8.157) são mais elevados do que no intervalo inferior. Esse conjunto de características indica a Biozona Z de Ericson & Wollin (1968).

Litologia	Prof. (m)	Biostratigrafia		Cronostratigrafia	G flex	G timb	% px men >250	% px men total	% px Pull >250	% px Pull total	% G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total	% G grass >250	% G grass total	% G cong >250	% G cong total	% N Out >250	% N Out total	% O uni >250	% O uni total	% foram pk	NF125	EP125
		Bicizona	Subzona																						
Argila	0-0,01	Z	indivisa	Holoceno	0	0	16,3	5,5	2,0	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,1	3,9	1,0	1,6	0,4	1,6	0,4	96,9	3833	24
Argila	0,01-0,025	Z	indivisa	Holoceno	0	0	15,1	3,4	1,3	0,1	1,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	4,8	0,5	1,1	0,1	1,3	0,1	96,2	8136	20
Argila	0,025-0,045	Z	indivisa	Holoceno	0	1	14,9	3,5	0,7	0,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,8	1,1	0,2	3,2	0,6	97,6	7795	19
Argila	0,045-0,06	Z	indivisa	Holoceno	0	1	13,8	4,0	0,3	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	1,0	1,4	0,3	1,6	0,3	97,6	6343	16
Argila	0,06-0,075	Z	indivisa	Holoceno	0	0	12,2	3,3	1,2	0,2	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,9	0,6	0,3	3,6	0,6	98,0	6246	13
Argila	0,1-0,12	Z	indivisa	Holoceno	0	0	12,8	5,3	1,1	0,3	1,4	0,5	0,0	0,0	0,2	0,1	5,3	1,2	0,2	0,1	4,1	0,9	96,9	4576	17
Argila	0,12-0,14	Z	indivisa	Holoceno	1	0	14,1	3,4	0,6	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	6,3	1,0	0,0	0,0	5,4	0,5	98,5	6598	17
Argila	0,14-0,16	Z	indivisa	Holoceno	1	0	12,9	4,1	0,3	0,1	1,0	0,2	0,0	0,0	1,6	0,1	5,1	1,0	0,6	0,1	1,9	0,4	98,9	5386	18
Argila	0,16-0,18	Z	indivisa	Holoceno	0	1	14,3	4,7	0,2	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	1,6	0,0	2,9	0,6	0,0	0,0	2,5	0,6	98,6	8157	16
Argila	0,18-0,20	Z	indivisa	Holoceno	0	0	22,3	5,6	0,4	0,3	0,8	0,1	0,0	0,0	1,6	0,0	3,7	0,6	0,8	0,1	5,0	0,9	97,9	4928	19
Argila	0,20-0,25	Z	indivisa	Holoceno	0	0	16,5	4,1	0,5	0,1	3,5	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	0,5	0,0	0,0	3,7	0,6	98,8	5380	21
Argila	0,25-0,27	Z	indivisa	Holoceno	0	0	20,0	4,6	0,7	0,1	3,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,9	0,3	0,1	1,7	0,3	99,2	5065	20
Argila	0,30-0,31	Z	indivisa	Holoceno	0	0	7,7	1,1	0,3	0,0	11,5	1,8	0,7	0,1	0,3	0,0	5,2	0,6	0,0	0,0	1,4	0,3	99,4	4696	20
Argila	0,35-0,37	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	3,9	0,7	0,3	0,0	14,6	3,9	0,6	0,3	0,0	0,0	1,3	0,2	1,9	0,3	1,9	0,3	97,9	3350	20
Argila	0,395-0,41	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	2,2	0,3	0,6	0,1	12,5	2,6	1,0	0,1	0,0	0,2	2,2	0,3	2,6	0,4	1,3	0,2	98,7	2493	19
Argila	0,43-0,44	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	1,0	0,3	0,8	0,1	11,0	2,9	0,2	0,0	0,2	0,1	0,8	0,1	2,4	0,4	0,4	0,1	98,3	2781	22
Argila	0,47-0,48	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	1,3	0,2	12,3	1,5	1,0	0,1	0,0	0,0	1,8	0,2	3,9	0,5	1,5	0,2	98,6	6454	17
Argila	0,50-0,52	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,1	1,9	0,4	10,4	2,8	1,6	0,6	1,1	0,9	2,7	0,6	4,9	1,2	1,1	0,2	91,2	2277	17
Argila	0,55-0,56	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,6	0,1	0,3	0,1	7,3	1,8	2,1	0,6	0,3	0,3	0,9	0,2	2,8	0,5	4,9	0,9	98,8	3578	20
Argila	0,59-0,61	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,6	0,1	5,9	1,5	9,0	2,6	0,0	0,0	0,8	0,2	2,2	0,4	1,1	0,2	95,8	3234	19
Argila	0,71-0,73	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,0	0,0	0,0	2,8	0,5	6,6	1,4	1,1	0,4	0,9	0,1	0,3	0,0	1,7	0,3	95,6	3653	18
Argila	0,80-0,82	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	2,0	9,1	2,1	0,0	0,0	2,5	0,3	1,9	0,3	1,4	0,2	99,4	4306	14
Argila	0,92-0,93	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,9	7,7	2,1	0,3	0,0	3,2	0,7	1,3	0,2	2,6	0,4	99,5	2510	14
Argila	1,04-1,05	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,1	5,4	1,2	0,3	0,0	3,2	0,4	1,9	0,2	3,5	0,4	95,2	3279	13
Argila	1,16-1,18	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0	6,0	1,3	6,2	1,3	0,4	0,1	1,9	0,3	6,3	1,0	0,7	0,1	96,5	2985	17

Limite Pleist./Holoc.
11,7 Ka A.P.

U.R.P.
15-16 Ka A.P.

Quadro 3 Porcentagem dos foraminíferos planctônicos biostratigraficamente significativos nas frações > 0,125 mm do testemunho LAC - 09. O intervalo (fundo vermelho, na tabela) representa a profundidade em que o nível oxidado está presente no testemunho. Veja legenda no Quadro 2.

Testemunho LAC-16

Este testemunho foi coletado na parte intermediária do lobo 5 (Abreu, 2005), sob lâmina d'água de aproximadamente 2.350 metros, e tem comprimento de 1,21 metros. Entre a base e a profundidade de 61 cm ocorre lama argilosa de cor cinza oliva claro contendo níveis compostos por areia bimodal (fina a média), de cor cinza escuro; sobrejacente a este último, encontra-se um pacote (61-45 cm) caracterizado por lama argilosa, de cor laranja-amarelado escuro; em meio a essa camada ocorre um nível delgado de areia fina, de cor cinza oliva claro. Logo acima, há um pacote de areia fina, de cor cinza oliva claro, maciço. O intervalo sobrejacente é composto por areia muito fina, de cor cinza claro, maciço, em contato brusco com a camada superior. Por fim, entre a profundidade 15 cm e o topo do testemunho, encontra-se lama arenosa na base passando para argilosa no topo, de cor bege.

Dois grandes intervalos bioestratigráficos foram reconhecidos (Quadro 4). No intervalo inferior, representado pelas amostras 99-98 cm (amostra da porção basal) até a amostra 9-8 cm, os plexos menadiforme e *Pulleniatina* são ausentes ou raros (ocorrem, com baixa percentagem) somente na parte superior desse intervalo). *Globorotalia inflata* apresenta valores percentuais relativamente elevados, decrescentes em direção à parte superior desse intervalo. *G. truncatulinoides* s.l. ocorre com altos valores percentuais; *G. crassaformis* s.l. é ausente ou raro. *Neogloboquadrina dutertrei dutertrei* mantêm-se com valores percentuais relativamente constantes, mais elevados na parte inferior do intervalo. A percentagem de foraminíferos planctônicos (valor médio = 97.9%) está relativamente baixa, o mesmo ocorrendo com os valores de NF125 (valor médio = 3.554). A partir desses resultados foi possível reconhecer este intervalo como Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968). A ausência do plexo *Pulleniatina*, na maior parte do intervalo, com

seu retorno na amostra 14-13 cm, permite associá-lo à Subzona Y1, de Vicalvi (1999). O intervalo superior está representado apenas pela amostra 3-2 cm. Verifica-se a presença do plexo menadiforme (incluindo *G. flexuosa*) com valor relativamente alto; o plexo *Pulleniatina* apresenta-se com baixo valor; *Globorotalia inflata*, *G. crassaformis* s.l. estão ausentes. *Neogloboquadrina dutertrei dutertrei* ocorre em percentagem relativamente baixa. A participação percentual de foraminíferos planctônicos não é muito distinta do intervalo inferior (98,6%); no entanto, NF125 está relativamente elevado (4.870). O intervalo foi reconhecido como Biozona Z de Ericson & Wollin (1968).

Litoçoa	Prof. (m)	Biostratigrafia		Cronostratigrafia	G flex	G limb	% px men >250	% px men total	% px pull >250	% px pull total	% G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total	% G crass >250	% G crass total	% G cong >250	% G cong total	% N out >250	% N out total	% O um >250	% O um total	% foram PK	NF 25 EP 25	
		Biozona	Suizonea																						
Argila	0,02-0,03	Z	irínvise	Holoceno	1	0	16,5	5,1	0,4	0,1	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	6,3	1,2	0,7	0,1	2,8	0,5	98,6	4970	15	
Argila	0,08-0,09	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,4	0,1	1,9	0,6	11,9	2,8	0,8	0,2	0,4	1,1	0,2	3,8	0,8	0,0	0,0	99,0	2836	17	
Argila	0,13-0,14	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,1	0,3	0,1	3,8	1,4	1,9	0,5	0,6	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	2,9	0,5	95,3	3247	19
Areia	0,33-0,34	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,6	11,2	1,0	1,5	0,1	1,5	0,1	3,0	0,4	1,5	0,1	96,3	4500	15
Areia	0,43-0,45	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	1,1	11,7	1,5	0,5	0,0	1,7	0,1	1,7	0,1	2,1	0,2	97,4	4305	19
Argila	0,53-0,54	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	1,1	8,5	1,4	0,4	0,0	2,0	0,2	2,8	0,3	1,6	0,2	98,9	3900	18
Argila	0,61-0,62	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,0	0,0	0,0	2,5	0,2	8,2	1,4	0,6	0,1	2,2	0,2	3,1	0,3	3,4	0,3	97,2	2822	18
Argila	0,69-0,71	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,8	1,1	6,7	1,6	0,4	0,0	2,3	0,3	2,1	0,2	1,1	0,1	97,0	3804	18
Argila	0,83-0,84	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,9	10,2	1,7	0,3	0,0	1,3	0,1	2,8	0,3	0,3	0,0	99,0	4443	17
Argila	0,98-0,99	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5	7,1	1,9	1,6	0,2	1,8	0,2	3,1	0,4	2,0	0,2	99,1	3738	21

Limite Pleist. Holoc.
11,7 Ka.A.P.
U.R.P.
15,16 Ka.A.P.

Quadro 4 Percentagem dos foraminíferos plancônicos bioestratigraficamente significativos nas frações com diâmetro > 0,125 mm do testemunho LAC-16. Os dados das amostras do intervalo arenoso (fundo branco, na tabela) não participam efetivamente da interpretação. Veja legenda no Quadro 2.

5.1.2 Correlação dos testemunhos

Conforme discutido no item anterior, as análises indicaram a presença das Biozonas Z (Holoceno) e Y (Pleistoceno Final), de Ericson & Wollin (1967), e da Subzona Y1, de Vicalvi (1997), na área estudada. Não foi possível a subdivisão da Biozona Z. A Figura 11 mostra a correlação estratigráfica entre os testemunhos. O fato de encontrar-se somente a Subzona Y1 superior é possivelmente decorrente da pouca profundidade penetrada (máxima de 1,54 metros).

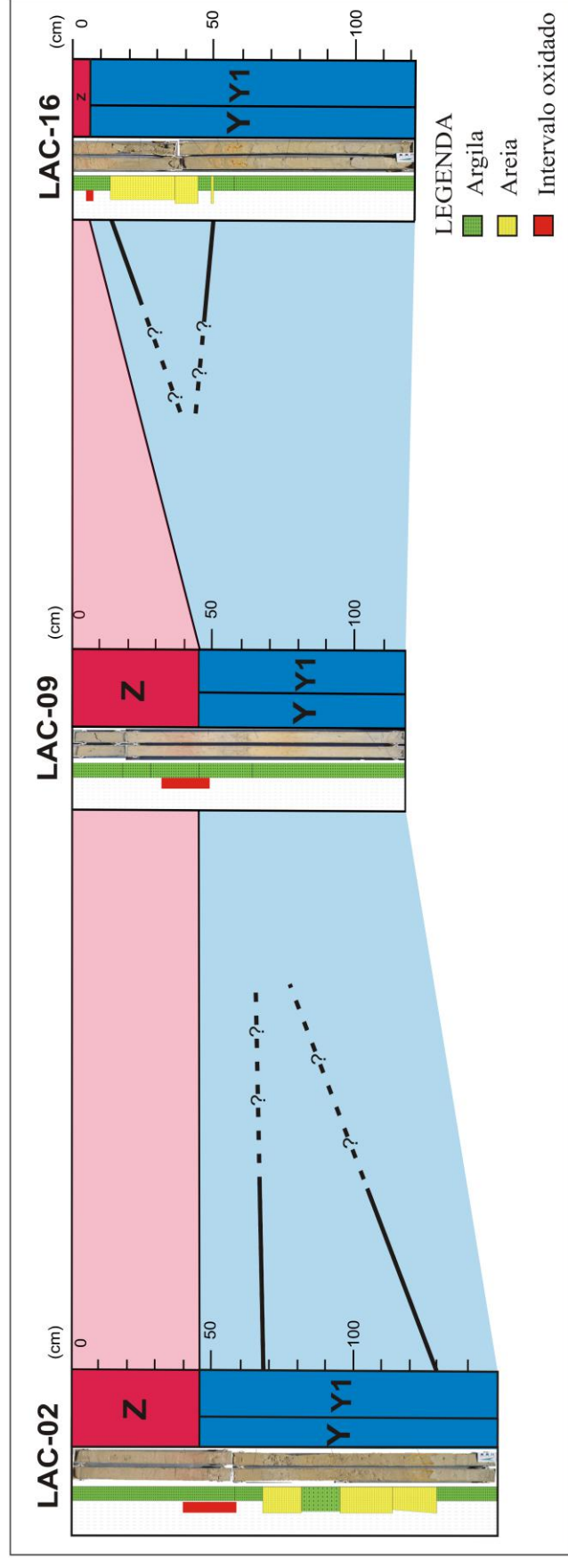
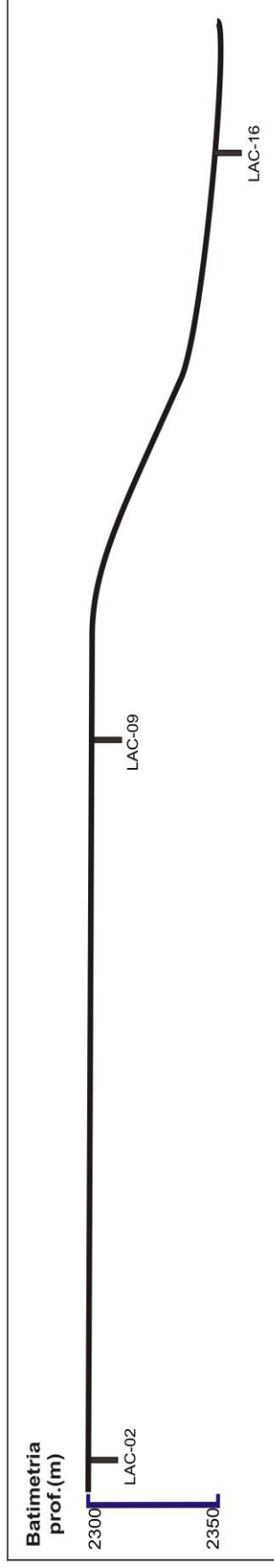


Figura 11 Correlação bioestratigráfica dos três testemunhos a pistão, tendo como datum o fundo do mar. O limite Holoceno/Pleistoceno corresponde ao limite entre as biozonas Z e Y (Ericson & Wollin (1967)). Profundidade nos testemunhos formada em centímetros.

5.2 A sedimentação holocênica nos testemunhos LAC-02, LAC-09 e LAC-16

Os trabalhos mais utilizados, no Brasil, como modelo de biozoneamento aplicado para o Quaternário superior são os de Vicalvi (1997) e Vicalvi (1999), que apresentam a subdivisão da Biozona Z em subzonas Z1 e Z2. Em ambos os trabalhos, as frequências percentuais do plexo menardiforme são utilizadas para definir aquelas subzonas. Para Vicalvi (1997), a Subzona Z1 possui entre 3 e 7 % do plexo menardiforme, enquanto na Subzona Z2 esse percentual encontra-se entre 1 e 3%. No entanto, Vicalvi (1999) inverte essa informação, indicando que as frequências desse grupo nas subzonas Z1 e Z2 compreendem valores entre 1-3% e 3-7%, respectivamente. Embora seja razoável supor que Vicalvi (1999) apresente uma correção dos conceitos propostos no trabalho de Vicalvi (1997), esse fato não foi devidamente explicitado pelo autor. Se as definições corretas das subzonas Z1 e Z2 forem aquelas apresentadas em Vicalvi (1999), os dados obtidos nos testemunhos LAC-02, LAC-09 e LAC-16 (Quadros 2 a 4) indicariam somente a subzona Z2, ou seja, o Holoceno superior estaria ausente. No entanto, considerando a resolução insuficiente dos dados obtidos, optou-se por atribuir os sedimentos holocênicos encontrados nos três testemunhos somente à Biozona Z, de Ericson & Wollin (1967), até que novos estudos, que necessariamente devem incluir análises radiométricas de carbono, esclareçam esse ponto.

5.3 O intervalo arenoso dos testemunhos LAC-02 e LAC-16

5.3.1 Biocronoestratigrafia, correlação com o paleoclima e a variação do nível do mar

Os testemunhos LAC-02 e LAC-16 guardam semelhanças em termos litológicos e bioestratigráficos (Figura 11). Ambos são constituídos em sua maior parte por sedimentos argilosos e mostram a presença de um importante intervalo arenoso intermediário, posicionado pouco abaixo de uma camada oxidada contida na parte inferior do intervalo argiloso superior. No LAC-02, essas areias encontram-se entre as profundidades 73 e 134 cm. No LAC-16, as areias ocorrem entre as profundidades 13 e 53 cm. O limite Pleistoceno/Holoceno (11.700 anos, segundo *International Commission on Stratigraphy*, 2009), que corresponde ao limite Biozona Z/Biozona Y, situa-se no interior da camada oxidada e, portanto, a porção argilosa abaixo dessa camada contém a parte mais superior da Subzona Y1, aquela que inclui exemplares do plexo *Pulleniatina*. Sabe-se que o último retorno de *Pulleniatina* (URP) é um bioevento ocorrido há 15.000 – 16.000 anos, na Bacia de Campos, segundo Vicalvi (1999). Uma vez que os depósitos arenosos estão posicionados abaixo do URP, deduz-se uma idade mínima de 15 ka para aqueles depósitos. Por outro lado, o intervalo argiloso inferior de ambos os testemunhos também corresponde à Subzona Y1, porém o plexo *Pulleniatina* não está presente. Assim, sabe-se que esse intervalo argiloso inferior foi depositado anteriormente ao último retorno do plexo *Pulleniatina* e, portanto, tem idade entre 15.000 – 16.000 e 42.000–45.000 anos (idade do limite inferior da Subzona Y1, para Vicalvi, 1999). Esse resultado sugere fortemente a hipótese de que a relação entre a deposição do intervalo arenoso em ambos os testemunhos esteja intrinsecamente associada às condições de nível de mar baixo que prevaleceram durante o último máximo glacial

(UMG, 16 – 24 ka A.P., conforme Viana, 1998). A relação entre o rebaixamento do nível do mar e depósitos turbidíticos tem sido confirmada por diversos autores que estudaram a Bacia de Campos. Em sua tese, Vicalvi (1999) já observara a coincidência entre sedimentos oriundos de movimentos de massa, intervalos glaciais e rebaixamentos do nível do mar no talude da Bacia de Campos. Para o autor, essa correlação evidencia o forte controle paleoclimático e glácio-eustático dos movimentos de massa ocorridos durante Pleistoceno Final. Viana *et al.* (1997) interpretaram que a passagem de areias turbidíticas da plataforma externa/talude superior da Bacia de Campos a regiões mais profundas são restritas ao Pleistoceno e foram intensificadas no UMG. Machado *et al.* (2004) também correlacionaram os turbiditos pleistocênicos da Bacia de Campos com grandes rebaixamentos do nível do mar. Portanto, a hipótese sugerida no presente trabalho demonstra coerência e é corroborada pelas interpretações apresentadas por aqueles autores.

5.3.2 Comportamento fractal na construção dos sublobos

Uma observação cuidadosa dos perfis litológicos dos testemunhos LAC-02 e LAC-16 (Figura 11) mostra que, em ambos, o intervalo arenoso não é representado como um pacote único, mas composto por um conjunto de pequenos pacotes. No LAC-02 podem ser reconhecidos quatro subintervalos arenosos, enquanto no LAC-16, pelo menos três pacotes foram reconhecidos. O reconhecimento desses subintervalos demonstra que a construção de cada sublobo se deu a partir de pequenos fluxos gravitacionais, e não em eventos únicos. Essa interpretação traz para uma escala maior aquilo que Abreu (2005) já observara quando estudou o complexo de lobos Almirante Câmara: que aquela feição, até então conhecida como

“leque Almirante Câmara”, não é uma estrutura única, mas sim formada por diversos lobos, e que cada lobo é, na realidade, composto por sublobos. Observação semelhante foi registrada por Machado *et al.* (2004), para quem as areias dos turbiditos pleistocênicos-holocênicos da Bacia de Campos não são depositadas em um único episódio, sendo, na verdade, reflexo da soma de inúmeros pequenos eventos cujos depósitos são amalgamados em uma única camada arenosa ao longo do tempo geológico.

5.3.3 Correlação temporal

Apesar de os subintervalos arenosos dos testemunhos LAC-02 e LAC-16 terem sido gerados pelos mesmos processos (fluxos gravitacionais) e estarem ambos associados ao último máximo glacial (UMG), não é possível garantir que sejam individualmente correlacionáveis em termos temporais. As análises bioestratigráficas possibilitaram reconhecer que os processos que culminaram a deposição dos pacotes arenosos nos testemunhos LAC-02 e LAC-16 estão associados a um intervalo de tempo de oito mil anos transcorridos durante o UMG (24.000 a 16.000 A.P.). No entanto, apesar desse intervalo ser bastante curto em termos de tempo geológico, é suficiente para o registro de mais de um evento (ou conjunto de eventos), na escala dos estudos do Quaternário final. Desse modo, é obrigatório reconhecer que as análises bioestratigráficas realizadas não oferecem resolução para a escolha entre duas possibilidades de interpretação. Conforme a história evolutiva do complexo de lobos Almirante Câmara proposta por Abreu (2005), o testemunho LAC-02 foi coletado sobre a zona de transição/lobo 5, enquanto o LAC-16 teria sido perfurado sobre o sublobo 2/lobo 5 (Figura 10). Como primeira hipótese interpretativa, é possível considerar que cada um desses testemunhos tenha recuperado sedimentos diretamente do sublobo sobre o qual foi feita a perfuração.

Assim, o LAC-02 refletiria a fase final da história deposicional da zona de transição/lobo 5, e o LAC-16 contaria a fase final de deposição do sublobo 02/lobo 5. Levando-se em conta essa interpretação, não seria possível correlacionar individualmente os subintervalos arenosos, visto que a formação de cada sublobo teria se dado em tempos distintos; portanto, a deposição daqueles pacotes arenosos não configuraria um mesmo evento. Na segunda hipótese, como se trata de testemunhos de no máximo 1,54 metros de comprimento, é possível também que os testemunhos LAC-02 e LAC-16 tenham recuperado somente uma delgada capa que recobriria indistintamente diversos lobos e sublobos. Neste caso, pode-se sugerir que os intervalos arenosos refletiriam o mesmo conjunto de eventos, sendo possível correlacionar temporalmente os subintervalos arenosos desses testemunhos. Uma vez que a Biostratigrafia não oferece resolução para a escolha entre essas duas hipóteses, sugere-se que análises radiométricas de carbono sejam realizadas nesses testemunhos, de modo a esclarecer definitivamente também essa questão.

5.4 A sedimentação no testemunho LAC-09

Nota-se que o testemunho LAC-09 é composto inteiramente por sedimentos pelágicos (argilas), distinguindo-se dos demais testemunhos anteriormente analisados: os registros de intervalos arenosos pleistocênicos, analisados no item anterior, não ocorrem nesse testemunho. Considera-se, no presente trabalho, que o LAC-09 foi coletado sobre a feição deposicional associada ao “último evento”, de Abreu (2005). Novamente, têm-se duas hipóteses explicativas: (1) a coluna sedimentar representada no testemunho LAC-09 corresponderia, ao menos em parte, aos depósitos gerados por escorregamento de massa no “último evento”,

proveniente do talude lateral ao complexo de lobos Almirante Câmara; (2) os sedimentos do testemunho LAC-09 corresponderiam àquela delgada camada que recobre todo o complexo de lobos. Em ambas as hipóteses, a ausência do intervalo arenoso indicaria que esse sítio está fora da área de influência da rede de canais (Figura 10), nos quais haveria a passagem efetiva dos fluxos gravitacionais e, conseqüentemente, deposição de areias. Datações radiométricas de carbono também são necessárias nesse testemunho.

7 CONCLUSÕES

- ✓ As análises bioestratigráficas permitiram a identificação da Biozona Z (Holoceno) e da Biozona Y/Subzona Y1 (Pleistoceno final), em cada um dos três testemunhos estudados.
- ✓ Optou-se por atribuir os sedimentos holocênicos encontrados nos três testemunhos estudados somente à Biozona Z, de Ericson & Wollin (1967), até que novos estudos esclareçam esse ponto.
- ✓ Foi identificado um intervalo arenoso nos testemunhos LAC-02 e LAC-16, possivelmente associado às condições de nível de mar baixo que prevaleceram durante o último máximo glacial (UMG, 16 – 24 ka A.P.).
- ✓ Esse intervalo arenoso é composto por pequenos pacotes gerados por fluxos gravitacionais, sugerindo unidades de deposição ainda menores do que os sublobos indicados por Abreu (2005).
- ✓ Apesar de estarem ambos associados ao UMG, não foi possível estabelecer correlação cronoestratigráfica direta entre o intervalo arenoso identificado no LAC-02 e no LAC-16, devido à resolução das análises bioestratigráficas.
- ✓ O estudo do testemunho LAC-09, composto inteiramente por sedimentos pelágicos, indicou que o sítio onde foi coletado apresenta-se fora da área de influência da rede de canais que compõe o lobo 5 de Abreu (2005).
- ✓ As análises bioestratigráficas sugerem que a coluna sedimentar representada nos três testemunhos estudados corresponderia uma delgada camada que recobriria todo o complexo de lobos.

✓ Análises radiométricas de carbono dever ser realizadas nesses testemunhos, de modo a ajudar esclarecer as questões que esse trabalho deixou pendentes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C.J. 2005. *Complexo de Lobos do Sistema Depositional Moderno de Águas Profundas Almirante Câmara Imageado por Sísmica de Alta Resolução, Bacia de Campos*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado.
- Aragão, F.B.2009. Análise Bioestratigráfica baseada em Foraminíferos Planctônicos do Piston-core TC-04,Quaternário da Bacia de Campos. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XXXI, JORNADA DE INICIAÇÃO ARTISTICA E CULTURAL,XXXI. 2009. Livro de resumo...* Rio de Janeiro, UFRJ,2009,p.139.
- Antunes, I.L. 2009. *Análise de Correlação Bioestratigráfica de Testemunhos a Pistão no Sistema Almirante Câmara (Bacia De Campos), Baseadas em Foraminíferos Planctônicos e com Apoio de Geoprocessamento*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Trabalho de Conclusão de Curso, 40 p.
- Bolli, H.M. & Saunders, J. B. 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. *In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.). Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 156-262.
- Ericson,D.B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Sciences*, v.162, p.1227-1234.
- Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: a Phylogenetic Atlas*, Hutchinson Ross Publishing Company. 265p.
- Machado, L.C.R; Kowsmann, R.O.; Almeida, Jr., W.; Murakami, C.Y.; Schreiner, S.; Miller, D.J. & Piauilino, P.O.V. 2004. Geometria da porção proximal do

sistema deposicional turbidítico moderno da Formação Carapebus, Bacia de Campos: modelo para heterogeneidades de reservatório, RJ- Brasil. *B. Geoci. Petrobras*, 12 (2): 287 - 315.

Portilho-Ramos,R.C. 2003. *Interpretações Paleoceanográficas JPC 17 (Porção Sul da Bacia de Santos), com Base em Foraminíferos Planctônicos*. Universidade do Rio de Janeiro, trabalho de Conclusão de Curso, 53p.

Viana, A.R., Faugères, J. –C., Gonthier, E. & Massé, L. 1997. Turbiditos profundos na margem da Bacia de Campos – depósitos modernos entre a base do talude e a elevação continental. *In: SIMPÓSIO SOBRE TURBIDITOS*, Rio de Janeiro,1997. PETROBRAS/SEREC/CENSUD, p.125-131.

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'Universite Bordeaux I, Tese de Doutorado.

Vicalvi, M.A., 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos, RJ- Brasil. *B. Geoci. Petrobras*, 11 (1/2): 132 - 165.

Vicalvi, M.A., 1999. *Zoneamento Bioestratigráfico e Paleoclimático do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo Adjacente, com Base em Foraminíferos Planctônicos*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 183p.