

Fernanda de Assis Peixoto

A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos,
Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise
Bioestratigráfica de Foraminíferos Planctônicos

Trabalho de Final de Curso
(Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2015



Fernanda de Assis Peixoto

A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos,
Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise
Bioestratigráfica de Foraminíferos Planctônicos

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

Orientadores:

Aristóteles de Moraes Rios Netto
Daniela Santos Machado Brito

Rio de Janeiro
Julho de 2015

PEIXOTO, Fernanda de Assis

A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise Bioestratigráfica (Foraminíferos Planctônicos) / Fernanda de Assis Peixoto – Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2015.

x, 38 p. : il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2015. Orientadores: Aristóteles de Moraes Rios Netto, e Daniela Santos Machado Brito.

1.Geologia. 2. Setor de Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Aristóteles Moraes Rios Netto, e Daniela Santos Machado Brito. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de geociências, Departamento de Geologia. III. A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise Bioestratigráfica de Foraminíferos Planctônicos

Fernanda de Assis Peixoto

A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos,
Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise
Bioestratigráfica (Foraminíferos Planctônicos)

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

Orientadores:

Aristóteles de Moraes Rios-Netto
Daniela Santos Machado Brito

Aprovada em:

Por:

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

Co-orientadora: Geól. Daniela Santos Machado Brito (COPPETEC-UFRJ)

Thiago Carelli, M.Sc. (COPPETEC-UFRJ)

Antônio Enrique Sayão Sanjinés, M.Sc. (CENPES/PETROBRAS)

UFRJ
Rio de Janeiro
2015

A Deus

aos meus pais, Antônio e Maria das Graças

aos meus irmãos, Alessandro e Alessandra

à minha avó, Maria Claudia

ao meu namorado, João Gabriel

Agradecimentos

Aos meus orientadores Aristóteles de Moraes Rios Netto e Daniela Santos Machado, por toda ajuda, apoio e orientação durante todo o período de realização deste trabalho.

À colega do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada, Thamara Daniel Alves, que sempre me ajudou nos momentos de dúvidas.

Ao Prof. Carlos Jorge Abreu (Universidade de Brasília), que gentilmente cedeu as amostras para o presente estudo, bem como as descrições dos testemunhos - as quais foram realizadas no âmbito do Projeto "Complexo de Lobos do Sistema Depositional Moderno de Águas Profundas Almirante Câmara Imageado por Sísmica de Alta Resolução, Bacia de Campos" (Projeto Finep-CTPetro 65.2000.0038.00).

A empresa CHEVRON, que através do projeto "Bioestratigrafia de Alta Resolução das Bacias de Campos e Santos Aplicando Métodos Bioestratigráficos", concedeu bolsa de iniciação científica (fundação COPPETEC) que possibilitou a execução deste trabalho (Projeto CHEVRON #34 / COPPETEC 16.301).

Resumo

PEIXOTO, Fernanda de Assis. **A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise Bioestratigráfica (Foraminíferos Planctônicos)**. 2015. x, 38 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A Bacia de Campos está localizada na margem continental sudeste brasileira, sendo uma das principais províncias petrolíferas do país. Hoje, essa bacia responde por mais de 80% da produção nacional. Quase a totalidade das reservas pós-sal dessa bacia ocorre em turbiditos oligocênicos de águas profundas (Formação Carapebus). O Complexo de Lobos Almirante Câmara, área de interesse desse estudo, encontra-se na porção nordeste desta bacia. Sua distribuição faciológica mantém-se a mesma desde o início do Paleoceno, apresentando semelhanças mais evidentes, em relação ao Recente, a partir do Oligoceno. Sendo assim, é de grande importância o entendimento da sedimentação quaternária para compreender os sistemas petrolíferos da Bacia, uma vez que os reservatórios turbidíticos oligocênicos encontram um excelente análogo no Complexo de Lobos. O objetivo deste trabalho foi contribuir para um maior conhecimento da dinâmica de sedimentação quaternária do Complexo de Lobos Almirante Câmara, bem como sua evolução, através da análise e interpretação bioestratigráfica baseadas em foraminíferos planctônicos. Para tal fim, foram estudadas 39 amostras provenientes quatro testemunhos a pistão (LAC 01, LAC 05, LAC 08 e LAC 27), coletados no talude inferior desta Bacia. Como resultado, foram reconhecidas as biozonas Z (pós-glacial/Holoceno) e Y (glacial/Pleistoceno Superior), bem como a Subzona Y1 e Z2.

Palavras-chave: Bacia de Campos; Bioestratigrafia; foraminíferos planctônicos; Quaternário.

Abstract

PEIXOTO, Fernanda de Assis. **A Sedimentação no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, Durante o Pleistoceno Final e Holoceno, com Base em Análise Bioestratigráfica (Foraminíferos Planctônicos)**. 2015. x, 38 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The Campos Basin is located in the Southeast Brazilian continental margin and is the main oil province of the country - nowadays, more than 80% of the hydrocarbon in Brazil comes from this basin. Almost all of Campos Basin post-salt reserves occurs in deep-water Oligocene turbidites (Carapebus Formation). The Almirante Camara Lobe Complex, area of interest for this study, is on the northeastern portion of that basin. The facies distribution in Campos Basin remains the same since the beginning of the Paleocene, with more evident similarities to the Recent since the Oligocene. Therefore, Quaternary sedimentation on the Lobe Complex area can be considered an excellent analogue for understanding the Campos Basin Oligocene petroleum system. The objective of this work is to contribute to a better understanding of the dynamics of the Quaternary sedimentation of Almirante Camara Lobe Complex, as well as its evolution, through analysis and biostratigraphical interpretation based on planktonic foraminifera. We studied 39 samples from four piston cores (LAC 01, LAC 05, LAC 08 and LAC 27) collected on the lower slope of this basin. As a result, the biozones Z (pós-glacialHoloceno) and Y (glacialPleistoceno), as well as the Subzone Y1 and Z2 were recognized.

Key-Words: Campos Basin; Biostratigraphy; planktonic foraminifera; Quaternary.

Lista de Figuras

- Figura 1: Localização da Bacia de Campos e da área investigada (Aragão, 2009). A abreviação “Cpx” refere-se ao termo “complexo”..... 6
- Figura 2: O Sistema Submarino Almirante Câmara e seus elementos deposicionais (Modificado de Abreu, 2005)..... 7
- Figura 3: Desenho esquemático da superfície do complexo de lobos Almirante Câmara, com a localização dos testemunhos estudados. Os três canais principais estão representados como drenagens (Modificada de Abreu, 2005).9
- Figura 4: Reconstituição da sedimentação e distribuição espacial de fácies na região da Bacia de Campos. Modificada de Machado *et al.* (2004) 11
- Figura 5: Carta estratigráfica da Bacia de Campos (Modificada Rangel *et al.*, 1994). 12
- Figura 6: Testemunho LAC-01. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas no presente trabalho (Modificada de Abreu *et al.*, 2005)..... 15
- Figura 7: Testemunho LAC-27. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas no presente trabalho (Modificada de Abreu *et al.*, 2005)..... 18
- Figura 8: Testemunho LAC-05. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas por Brito (2010) e reinterpretadas no presente trabalho (Modificada de Abreu *et al.*, 2005). 21
- Figura 9: Testemunho LAC-08. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas por Brito (2010) e reinterpretadas no presente trabalho (Modificada de Abreu *et al.*, 2005). 23
- Figura 10: Curva isotópica do testemunho JPC-17, mostrando o pico de $\delta^{18}O$ entre 12 a 15 Ka (Modificada de Portilho-Ramos, 2010)..... 25
- Figura 11: Curva isotópica mostrando o pico do nível de $\delta^{18}O$ no intervalo de 12 a 15 Ka (Modificada de Grootes, 1993)..... 26
- Figura 12: Correlação bioestratigráfica e transeção entre os quatro testemunhos estudados (LAC 01, LAC 05, LAC08 e LAC 27), tendo como datum o fundo do mar. Profundidade informada em cm..... 30

Lista de Quadros

Quadro 1: Dados relativos aos testemunhos estudados no presente trabalho. Os testemunhos marcados com (*) foram analisados por Brito (2010) e reinterpretados neste trabalho.....3

Sumário

Agradecimentos.....	vi
Resumo.....	vii
<i>Abstract</i>	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de quadros.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
4 ÁREA DE ESTUDO.....	5
4.1 Evolução e estrutura do complexo de lobos Almirante Câmara.....	7
5 EVOLUÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DE CAMPOS.....	9
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
6.1 Descrição dos testemunhos e análise bioestratigráfica	13
6.2 O pico anômalo do plexo menardiforme nos testemunhos LAC 05 e LAC 27.....	24
6.3 Correlação entre os Testemunhos Estudados.....	27
7 CONCLUSÕES.....	31
Referências Bibliográficas.....	32
Apêndice A – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125mm do testemunho LAC 01.....	35
Apêndice B – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125mm do testemunho LAC 27.....	36
Apêndice C – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125mm do testemunho LAC 05.....	37

Apêndice D – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125mm do testemunho LAC 08.....	38
---	----

1 INTRODUÇÃO

O estudo das bacias sedimentares petrolíferas vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, buscando novas áreas de exploração e produção. No Brasil, esse fato se refletiu na exploração em águas cada vez mais profundas. Hoje, a Bacia de Campos é alvo de intensas pesquisas, sendo ela a maior produtora petrolífera no cenário nacional. Sua exploração ganhou impulso em 1974 com a descoberta do Campo de Garoupa, entretanto, a sua produção comercial predominantemente de petróleo pesado teve início somente em 1997, no Campo de Enchova. Hoje, essa bacia responde por mais de 80% da exploração nacional.

Segundo Machado *et al.* (2004), quase a totalidade das reservas pós-sal nessa bacia ocorre em turbiditos oligocênicos de águas profundas (Formação Carapebus). É notado que a configuração espacial das fácies na região da Bacia de Campos continua aproximadamente a mesma desde o início do Paleoceno, com semelhanças mais evidentes a partir do Oligoceno, em relação ao Recente - o que implica em que os reservatórios turbidíticos da Formação Carapebus, intercalados nos pelitos da Formação Ubatuba, encontram um excelente análogo nos leques quaternários que se depositaram - e ainda são depositados - na base do talude. Sendo assim, o estudo da sedimentação quaternária é de grande importância para compreensão dos sistemas petrolíferos de idade cretácica e paleógena dessa bacia.

2 OBJETIVOS

Este trabalho propõe-se a contribuir para um maior conhecimento da dinâmica de sedimentação quaternária do Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos, através da análise e interpretação bioestratigráfica baseadas em foraminíferos planctônicos.

Objetivos específicos:

- a) Análise micropaleontológica do conteúdo de carapaças de foraminíferos de quatro testemunhos a pistão coletados na parte distal do Complexo de Lobos Almirante Câmara;
- b) Reconhecer biozonas desses quatro testemunhos a pistão, inferindo uma moldura cronoestratigráfica;
- c) Correlacionar os quatros testemunhos estudados no presente trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para investigação do trabalho foram adotadas análises bioestratigráficas com base em foraminíferos planctônicos. Foram analisadas 22 amostras provenientes de dois testemunhos a pistão coletados no Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos no ano de 2001, juntamente com mais 17 amostras providas de outros dois testemunhos analisados por Brito (2010) que foram reinterpretadas neste trabalho. Os testemunhos estudados encontram-se sob lâmina d'água entre 2250 e 2400 metros, conforme pode ser visto a seguir (Quadro 1).

Testemunho	Profundidade total perfurada (m)	Batimetria (m)
LAC-01	0,50	2250
LAC-05*	1,27	2300
LAC-08*	1,06	2300
LAC-27	2,56	2400

Quadro1: Dados relativos aos testemunhos estudados no presente trabalho. Os testemunhos marcados com (*) foram analisados por Brito (2010) e reinterpretados neste trabalho.

A coleta e descrição litológica dos testemunhos foram realizadas pela equipe do Dr. Carlos Jorge Abreu, então professor do Departamento de Geologia/Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em projeto financiado pela FINEP/CT-PETRO e pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

No testemunho LAC-01, foram coletadas nove amostras, as quais foram analisadas e interpretadas; e, para o testemunho LAC-27, um total de 13 amostras. Cada amostra cobre um intervalo de dois centímetros e foram coletadas com um espaçamento entre 1 e 7 centímetros, obedecendo a

critérios litológicos preferencialmente nos intervalos argilosos. Em relação aos testemunhos analisados por Brito (2010), no LAC-05, foram coletadas 12 amostras e no LAC-08, 5 amostras, ambas cobrindo um intervalo de 1 a 12 centímetros e também obedecendo, igualmente, a critérios litológicos.

Para cada amostra coletada, foram pesadas 10 gramas de sedimentos, e seu processamento foi realizado no Laboratório de Preparação de Microfósseis/Depto. de Geologia/UFRJ, seguindo a metodologia padrão para microfósseis calcários do Quaternário. Para desfloculação, cada amostra foi deixada imersa em uma solução de cálgon (hexametáfosfato de sódio + carbonato de sódio + água destilada), por uma hora e meia sob temperatura ambiente, seguido por mais trinta minutos em estufa à 60° C. Após a amostra ser desfloculada, foi lavada sob água corrente através de uma peneira com malha de 0,063 milímetros, e, deixada em estufa para secagem, também a 60° C.

Para a análise micropaleontológica, foi feito primeiramente uma triagem, cujo objetivo é a coleta de ao menos 300 carapaças de foraminíferos planctônicos em cada amostra, seguindo estudos de Dennison & Hay (1967) e, Fatela & Taborda (2002) que demonstraram que essa quantidade de microfósseis é suficiente para garantir uma boa representatividade estatística de uma amostra. Para isso foi usado um quarteador, garantindo a separação das amostras até uma fração que apresentasse cerca de 300 carapaças, e se a amostra apresentasse menos que essa quantidade, toda ela teria que ser analisada. Posteriormente o material foi passado a seco por uma série de peneiras de malhas de 0,250 (superior) e 0,125 milímetros (inferior). A etapa de análise micropaleontológica foi realizada no Laboratório de

Micropaleontologia Aplicada (LabMicro)/Depto. de Geologia/UFRJ, utilizando estereomicroscópios (*Leica DFC290*) com aumentos de 6 a 120X. Os cálculos de porcentagem levaram em consideração a microfauna total (diâmetro superior a 0,125 mm) e a quantidade de foraminíferos com diâmetro superior a 0,250 mm.

Para identificação e classificação taxonômica foram usados os trabalhos de Kennet & Srinivasan (1983) e Bolli & Saunders (1985). Os conceitos taxonômicos de “plexo *Pulleniatina*” (que engloba 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*) foram adotados de Vicalvi (1999). Para o biozoneamento, as referências adotadas foram as de Ericson & Wollin (1968), o qual dividiu o quaternário com base na presença e ausência do plexo menardiforme, e Vicalvi (1997), que subdividiu as biozonas Y e Z daqueles autores em quatro subzonas (Y1 e Y2; Z1 e Z2) baseadas na frequência relativa dos plexos menardiforme e *Pulleniatina*, além de outras espécies indicadoras importantes.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo (Figura 1) localiza-se na porção nordeste da Bacia de Campos, principal área sedimentar já explorada na margem continental sudeste brasileira. Essa bacia marginal possui um território de aproximadamente 100.000 Km², e seus limites geológicos delineados a Norte pelo Alto de Vitória, que a separa da Bacia do Espírito Santo, e a Sul pelo Alto de Cabo Frio, separando-a da Bacia de Santos, entre as latitudes 21° e 23,5°.

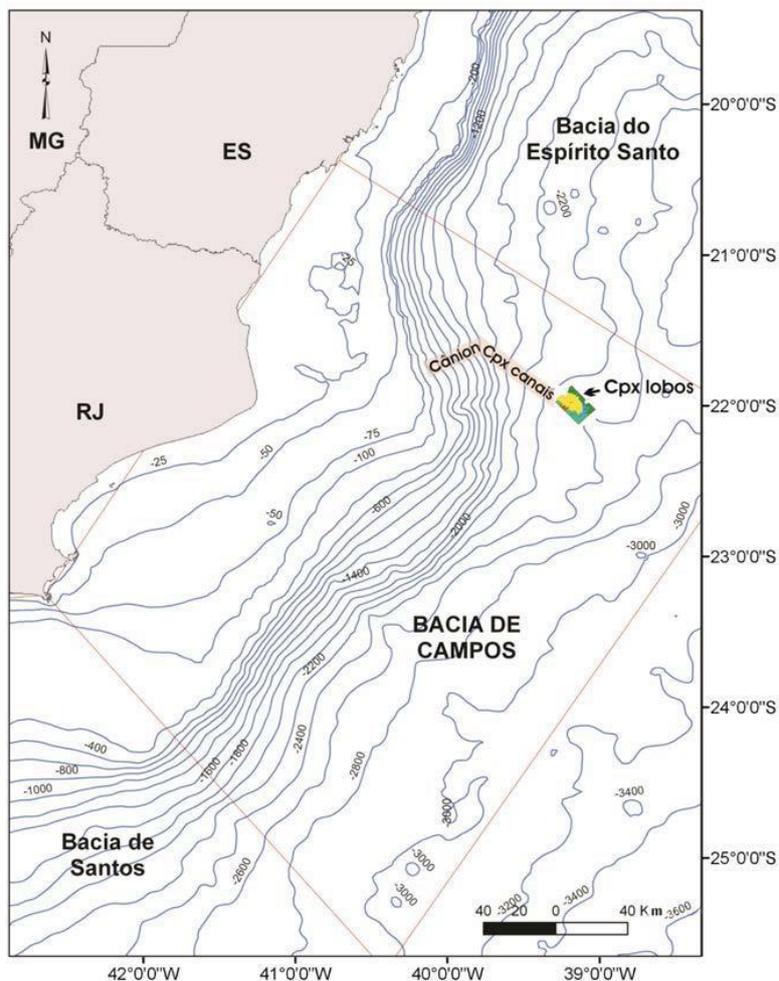


Figura 1: Localização da Bacia de Campos e da área investigada (Aragão,2009). A abreviação “Cpx” refere-se ao termo “complexo”.

Segundo Abreu (2005), o Sistema Submarino Almirante Câmara (Figura 2), área investigada, é um conjunto de elementos deposicionais composto por um cânion, que se interliga a uma calha contendo um complexo de canais que por sua vez desembocam em um complexo de lobos. O cânion é o que mais adentra a plataforma continental, podendo captar sedimentos da mesma e transportá-los para águas mais profundas, e faz parte do grupo Nordeste de cânions da Bacia de Campos, juntamente com os cânions de São Tomé, Itapemirim e Grussaí. Ele estende-se por 45km da borda da plataforma até o talude inferior. Inicia-se próximo da cota batimétrica de 100m, seguindo até 1500m aproximadamente. Já o complexo de canais estende-se desde o

extremo distal do cânion até o complexo de lobos, o qual está localizado na parte inferior do talude, ocupando uma área de aproximadamente 230 Km², sob lâmina d'água com variação de 2200 a 2400 metros de profundidade, e, com gradiente aproximadamente de 0,5° no platô de São Paulo (Abreu, 2005).

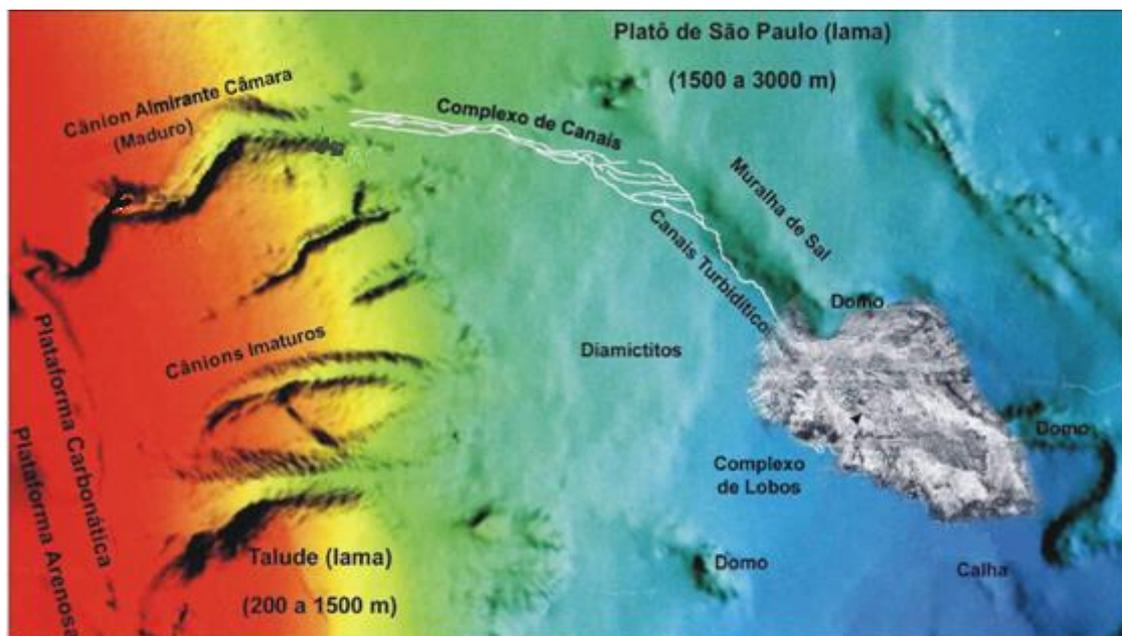


Figura 2: O Sistema Submarino Almirante Câmara e seus elementos deposicionais (Modificado de Abreu 2005).

4.1 Evolução e estrutura do complexo de lobos Almirante Câmara

Abreu (2005) observou, através de dados sísmicos de alta resolução, que o Complexo de lobos Almirante Câmara, anteriormente denominado Leque Almirante Câmara, devido a sua feição geomorfológica, apresenta na realidade cinco lobos oriundos de diferentes tempos de deposição. Aquele autor nomeou os lobos por números de 1 a 5, sendo 1, o lobo mais antigo e 5, o lobo mais novo (Figura 3). Vale ressaltar que termo "lobo" é bastante controverso, pois há várias definições, mas a que foi utilizada neste trabalho foi a mesma adotada por Abreu (2005) em sua tese de doutoramento, utilizando o termo como sendo depósitos arenosos, alternados ou não com argilosos, de

geometria tabular, podendo ser resultados de vários processos deposicionais, tais como deslizamentos, correntes de fundo e escorregamentos.

Em termos evolutivos, inicialmente houve a deposição do lobo 1, a qual foi controlada por uma calha contendo um complexo de canais pré existentes. O lobo 1 se superpõe a uma sismofácies denominada de “caótico 1”; essa sismofácies foi assim denominada por apresentar um padrão sísmico caótico, ou seja, seus refletores se apresentam de forma desorganizada. Sobrepostos ao lobo 1, houve a deposição dos lobos 2 e 3, podendo ter ocorrido erosão parcial do lobo 1 em algumas áreas. Posteriormente, um deslizamento de parte do talude teria pressionado a porção oeste dos lobos 2 e 3, deformando-os parcialmente; esse processo resultou em outro pacote de padrão sísmico caótico, denominado por Abreu (2005) de “caótico 2”. Parte desse novo pacote sedimentar também sofreu erosão. Em sobreposição depositou-se o lobo 4, menor lobo do complexo, na porção mais distal e, por último, ocorreu a deposição do lobo 5, o qual, por ser o mais superior, define a morfologia do próprio complexo de lobos, conforme visualizada em imagens de sonar. O suprimento sedimentar deste lobo é feito por 3 canais principais denominados de “a” (o mais antigo), “b” e “c” (o mais recente), conforme a figura 3. Houve um “último evento” deposicional que atingiu a área do complexo, sendo este evento caracterizado por uma deposição gravitacional de sedimentos finos oriundos do talude lateral aos lobos.

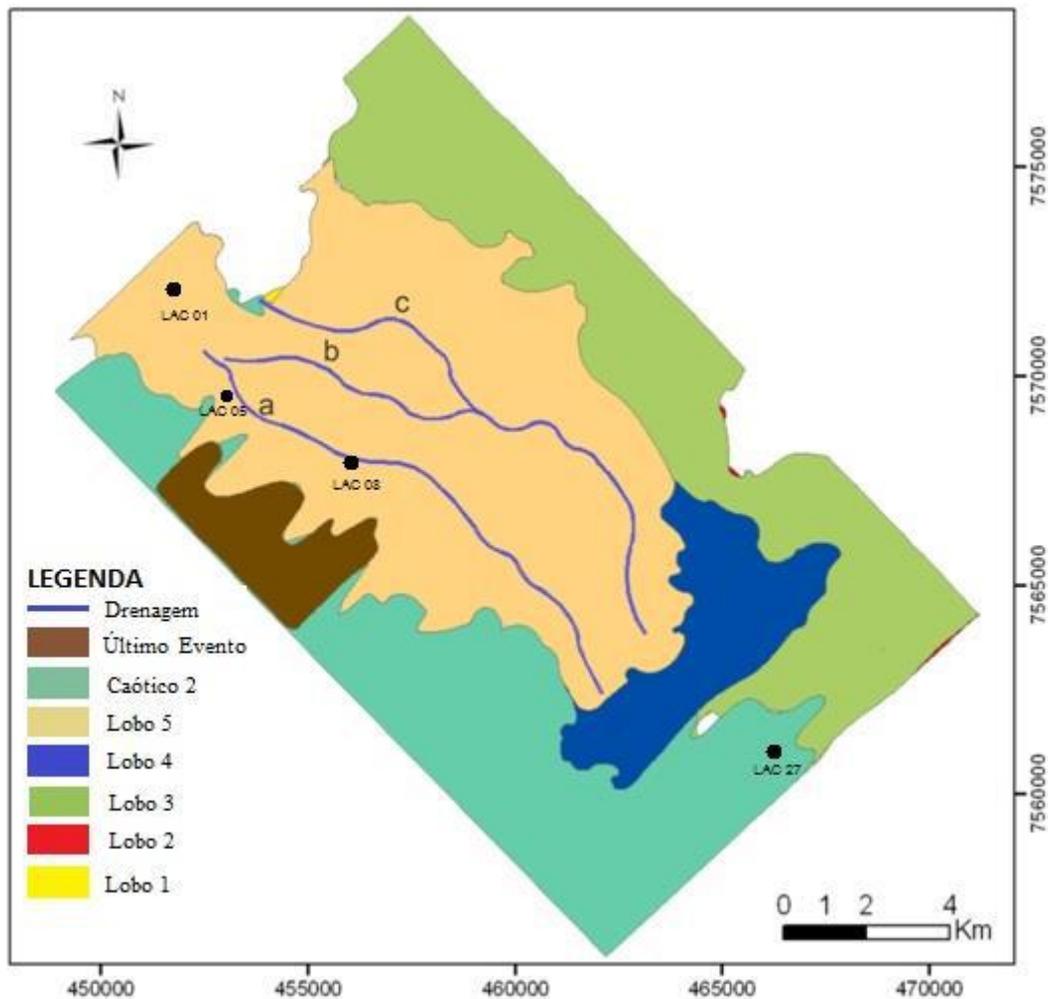


Figura 3: Desenho esquemático da superfície do complexo de lobos Almirante Câmara, com a localização dos testemunhos estudados. Os três canais principais estão representados como drenagens (Modificada de Abreu, 2005).

5 EVOLUÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DE CAMPOS

A bacia de Campos faz parte de uma série de bacias de margem passiva que se formaram a partir do Jurássico através da evolução de uma margem de rifte, em consequência da separação entre a América do Sul e o continente africano. Seu preenchimento sedimentar ocorreu através de três Supersequências (Winter *et al.*, 2007): Rifte, Pós-Rifte, e Drifte.

A estratigrafia da Bacia de Campos está diretamente relacionada à história de evolução e sedimentação da margem continental sudeste, que é

caracterizada pela combinação de eventos tectônicos e inúmeros mecanismos de sedimentação.

O pacote sedimentar é constituído por seis unidades litoestratigráficas (Winter *et al.*, 2007):

- Formação Cabiúnas: designa o embasamento que constitui o assoalho da Bacia de Campos, o qual representa derrames basálticos do Cretáceo inicial.
- Grupo Lagoa Feia: os primeiros sedimentos depositados nesta bacia pertencem a esta formação. Abrange um intervalo de tempo que vai do final do Neocomiano – Barremiano até o Albiano inicial.
- Grupo Macaé: representa os calcirruditos, calcarenitos e calcilutitos depositados durante o Albiano-Turoniano.

Sobreposto à Grupo Macaé, o Grupo Campos (Winter *et al.*, 2007) é subdividido em três formações (Figura 4):

- Formação Carapebus: composta por arenitos finos a conglomeráticos, intercalados com os pelitos da Formação Ubatuba, se distribui do Turoniano ao Holoceno.
- Formação Ubatuba: é constituída por espessa sucessão de folhelhos cinza-escuro e esverdeados, argilas e margas cinza-claro, calcilutitos cinza/creme e diamictitos cinzentos.
- Formação Emborê: é composta por arenitos e carbonatos impuros, sobrepostos e lateralmente interdigitados com os pelitos da Formação Ubatuba, sendo subdividida em três membros: (i) Membro São Tomé (clásticos grossos vermelhos que ocorrem ao longo da borda oeste da

bacia, em ambiente de plataforma interna); (ii) Membro Siri e (iii) Membro Grussaí, esses dois últimos compostos basicamente por calcarenitos bioclásticos, em ambiente de plataforma externa.

O intervalo de interesse desse trabalho abrange ao Grupo Campos com suas três formações, cuja distribuição espacial permanece aproximadamente a mesma desde o início do Paleoceno, com semelhanças mais evidentes, em relação ao Recente, a partir do Oligoceno (Figura 5).

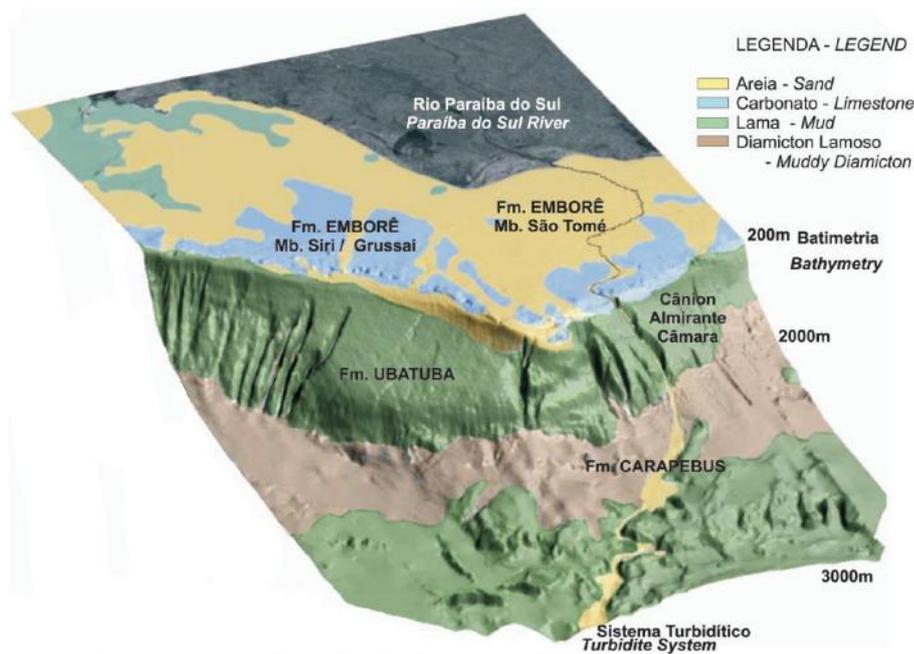


Figura 4: Reconstituição da sedimentação e distribuição espacial de fácies na região da Bacia de Campos. (Modificada de Machado *et al*, 2004)

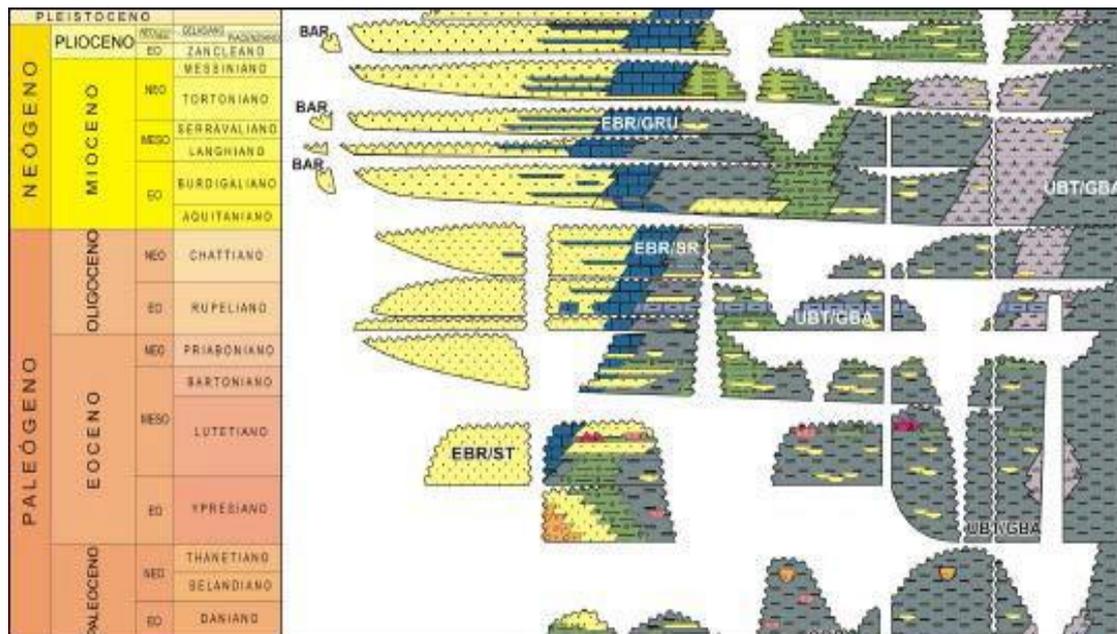


Figura 5: Carta estratigráfica da Bacia de Campos (Modificada de Winter *et al.*, 2007)

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Descrição dos testemunhos e análise bioestratigráfica

As fotografias e perfis litológicos apresentados nesse item foram adaptadas de Abreu *et al.* (2005). Do mesmo modo, as descrições litológicas adotadas são oriundas daquele mesmo relatório, com pequenas revisões em especial quanto ao testemunho LAC-05, o qual mostrava mais falhas.

Para a análise bioestratigráfica, ao longo deste capítulo serão adotadas abreviaturas como:

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

EP 125 = número de espécies de foraminíferos planctônicos por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 0,125mm.

Conforme informado no capítulo 3, os testemunhos LAC-01 e LAC -27 foram inteiramente estudados no presente trabalho. Já a interpretação bioestratigráfica dos testemunhos LAC-05 e LAC-08 foram baseadas na análises originalmente apresentadas por Brito (2010).

Testemunho LAC-01

O testemunho (Figura 6) apresenta 0,50 metros de comprimento e foi coletado sob lâmina d'água de aproximadamente 2250 metros, no lobo 5, segundo Abreu (2005). Na parte superior, o testemunho é composto por lama argilosa de coloração laranja acinzentada com alguns intervalos com fragmentos de concha e microfósseis. Sua porção mediana, aproximadamente entre 20 e 40 cm, é marcada por uma argila de aspecto variegado, intensamente bioturbada, avermelhada na parte superior, gradando a laranja acinzentado na parte inferior. E, sua porção basal (40 a 50 cm, aproximadamente), constituída por lama com uma maior contribuição de grãos arenosos, com intraclastos de argila de coloração mais acinzentada.

Com base nas análises dos microfósseis de foraminíferos, foram identificados dois intervalos bioestratigráficos (Apêndice A).

O primeiro intervalo identificado corresponde a 44 - 46 cm, amostra mais basal, até 20 - 22 cm. Esse intervalo é marcado por baixas porcentagens ou ausência do plexo menardiforme, típico de temperaturas mais amenas. *Globorotalia inflata*, *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia truncatulinoides*, espécies típicas de águas frias, apresentam porcentagens significativas, com seus valores máximos em 0,5%, 0,3% e 4,7%, respectivamente. Espécies como *Neogloboquadrina dutertrei dutertrei* e *Orbulina universa*, apresentam

um aumento de suas frequências ao longo do intervalo. Os valores de NF 125 (número de carapaças de foraminíferos por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 125 µm) variam entre 697 a 5017; e, as porcentagens de foraminíferos planctônicos em relação ao total de foraminíferos existentes na amostra variam entre 80,6 % a 97,4 %. Esses resultados possibilitam caracterizar esse intervalo como Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968), de idade Pleistoceno Superior, intervalo correspondente a um período glacial. Foi identificado um subintervalo, correlacionado a Subzona Y1, de Vicalvi (1997), onde é notado o retorno do gênero *Pulleniatina*, há 15-16 ka A.P (amostra LM-13/056; 44-46 cm).

O intervalo seguinte corresponde 15 - 17 cm até 0 - 2 cm. Esse intervalo é marcado pelo retorno do plexo menardiforme em frequências relativamente altas (4,5% a 6,4%) e valores baixos a moderados do plexo *Pulleniatina*, o que é característico desse intervalo. Os valores de espécies indicadoras de águas mais frias (*Globorotalia inflata*, *Globorotalia crassaformis*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Neogloboquadrina dutertrei*) são raros ou ausentes. A partir dessas análises, o intervalo foi definido como pertencente a Biozona Z, de Ericson & Wollin (1968), de idade holocênica e com características pós-glaciais.

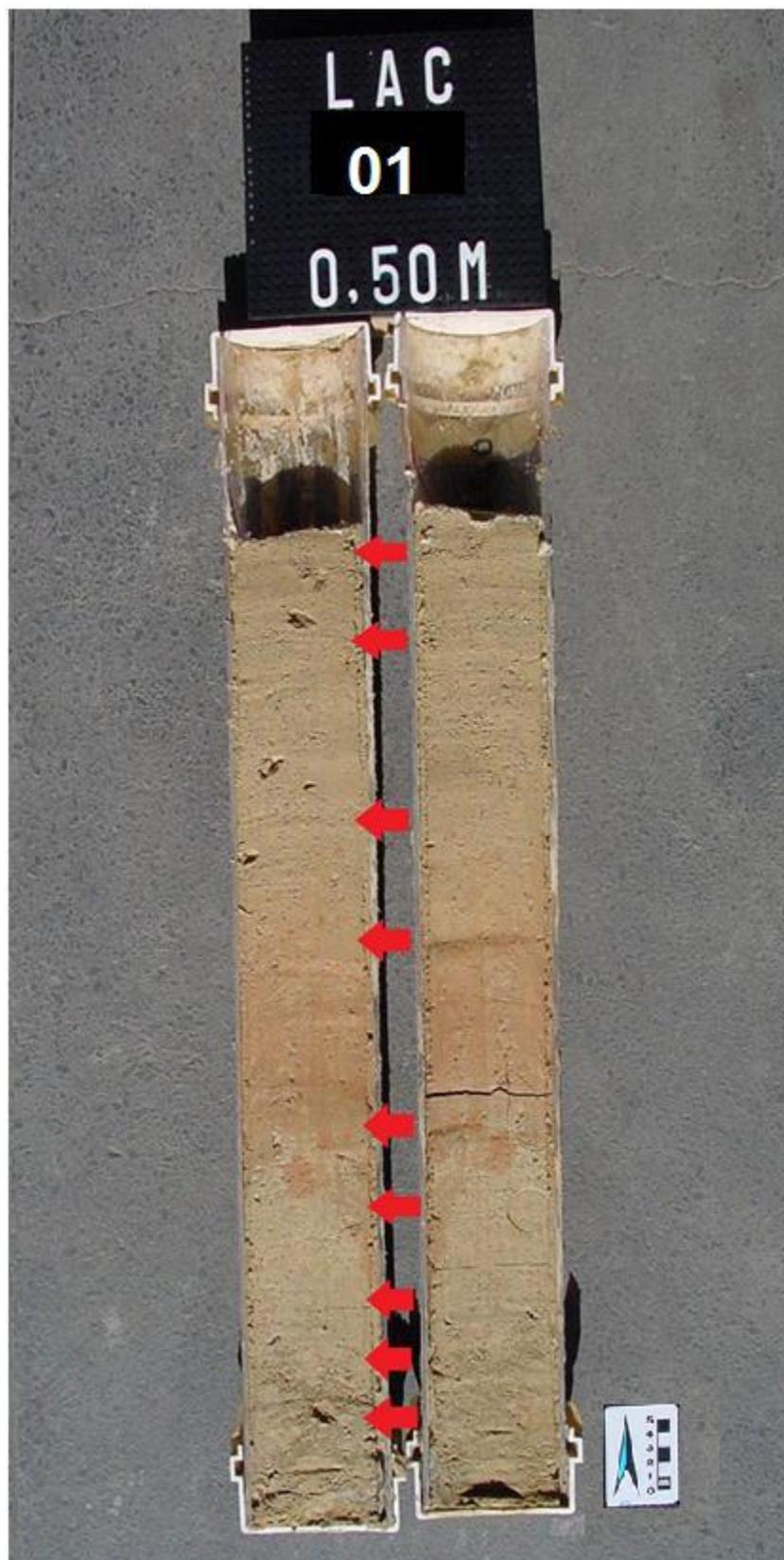


Figura 6: Testemunho LAC-01. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas no presente trabalho.

Testemunho LAC-27

O testemunho possui 2,56 metros de comprimento (Figura 7) e foi coletado sob lâmina d'água de aproximadamente 2400 metros de profundidade. Porém, uma vez que grande parte do testemunho foi deformada durante sua retirada (*flow in*), somente a porção mais superior (0,58 metros) pode ser utilizado para análise e estudo. A sua porção superior (0 – 8 cm), é composta por uma areia fina de coloração marrom amarelado moderado, com fragmentos de conchas e microfósseis, intraclastos de argila, seguido por uma camada (8 – 16 cm) de lama argilosa de coloração avermelhada e aspecto variegado na base, gradando para marrom amarelado no topo. Uma aparente discordância separa o intervalo argiloso oxidado de um nível de areia fina amarelo-amarronzada, de aproximadamente 0,5 a 1 cm, com fragmentos de conchas e de microfósseis. A partir dessa camada até o fundo (16 – 256 cm) o testemunho é constituído por uma lama argilosa. Inicialmente com uma coloração laranja amarelado escuro, com possíveis bioturbações.

Quanto à análise bioestratigráfica, foi possível reconhecer dois intervalos bioestratigráficos (Apêndice B).

O primeiro intervalo foi identificado pela amostra LM-14/11 (56-58 cm), a mais basal, até a amostra LM-14/12 (12-14 cm), a mais superficial. A principal característica deste intervalo é o plexo menardiforme ser raro ou ausente. O valor elevado desse plexo na amostra LM-14/12 (12-14 cm), de 7,3 %, é explicado no item 5.2.1. Espécies que refletem um intervalo de tempo mais frio, como *Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoides* e *G. crassaformis* se apresentam de forma significativa. A porcentagem de foraminíferos

planctônicos varia entre 67,3% a 95,2% e os valores de NF variam de 2149 a 4896. Esses resultados indicam que esse intervalo foi depositado durante um período glacial, podendo ser assinalado à Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968), de idade Pleistoceno Final. Além disso, foi identificado a Subzona Y1, de Vicalvi (1999).

O último intervalo identificado é representado pelas amostras LM-14/02 (10-12 cm), a mais basal, até a amostra LM-14/01 (8-10 cm), a mais superficial. Destaca-se a presença do plexo menardiforme, com seu maior valor percentual de 7,9%. O plexo *Pulleniatina*, *Globorotalia inflata* e *G. crassaformis* são raros ou ausentes. Os valores de NF são 4617, maior valor e, 4518, menor valor. As porcentagens de foraminíferos planctônicos variam entre 95,7% e 96,6%. Há a ocorrência da espécie *Globorotalia fimbriata*, espécie característica apenas de intervalos mais quentes. A partir desses resultados foi possível definir o intervalo como sendo pertencente à Biozona Z, de Ericson & Wollin (1968), ao intervalo pós-glacial que teve seu início há 11.700 anos (Holoceno). Além disso, foi reconhecido como Subzona Z2, de Vicalvi (1999).

Embora a figuras 03 e 12 – que foram modificadas de Abreu *et al.* (2005) – mostrem que testemunho teria coleta sobre o caótico 2, a análise bioestratigráfica realizada no presente estudo mostram que na realidade o LAC 27 perfurou sedimentos do Holoceno e Pleistoceno Final que devem ser atribuídos ao lobo 5 e não ao caótico 2.



Figura 7: Testemunho LAC-27. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas no presente trabalho.

Testemunho LAC - 05

O testemunho (Figura 8) possui 1,27 metros de comprimento, e foi coletado sob lâmina d'água de aproximadamente 2300 metros de profundidade. Está incluso no que Abreu (2005) denominou de Lobo 5. A parte superior do testemunho (0 – 31 cm) é composta por uma lama argilosa de coloração laranja acinzentada. Entre 31 e 46 cm, o sedimento compõe-se de uma lama argilosa de aspecto variegado e coloração avermelhada, com bastante bioturbação. Um contato brusco e irregular separa o intervalo argiloso avermelhado de uma camada de areia (46 – 54 cm) de coloração marrom amarelado moderado, com mediana ocorrência de fragmentos de microfósseis no topo. Apesar de Abreu *et al.* (2005) terem descrito e mostrado em seu perfil litológico uma gradação normal desse pacote de areia (*finning up*), tal aspecto não foi reconhecido na observação realizada pela autora do presente estudo. Por esse motivo o presente trabalho considera que essa camada de areia apresenta uma granulometria homogênea da base ao topo do intervalo (areia fina). Ressalta-se, porém, que uma descrição mais rigorosa deve ser realizada em trabalho futuro. A parte inferior do testemunho (54 – 127 cm) é composto por uma lama argilosa de coloração laranja amarelado, muito plástica, com raros fragmentos de microfósseis. Observa-se contato brusco e irregular com a camada de areia acima.

Como resultado da análise bioestratigráfica, foram reconhecidos dois intervalos bioestratigráficos (Apêndice C).

A parte basal do testemunho apresenta valores significativos das espécies indicadoras de águas mais frias, como *Globorotalia inflata*, *G.*

truncatulinoides e *G. crassaformis* e corresponde, portanto, à Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968). Além disso, foi reconhecida a subzona Y1 de Vicalvi (1999), assinalando o retorno do plexo *Pulleniatina* em aproximadamente 56 - 58 cm.

Na porção superior do testemunho até a profundidade aproximada de 31 cm a análise bioestratigráfica indica a Biozona Z de Ericson & Wollin (1968), correspondente ao Holoceno. Este intervalo é marcado por um clima mais quente, trazendo consigo espécies que são características desse clima mais ameno, como o plexo menardiforme. E a Subzona Z2, com base em Vicalvi (1999).

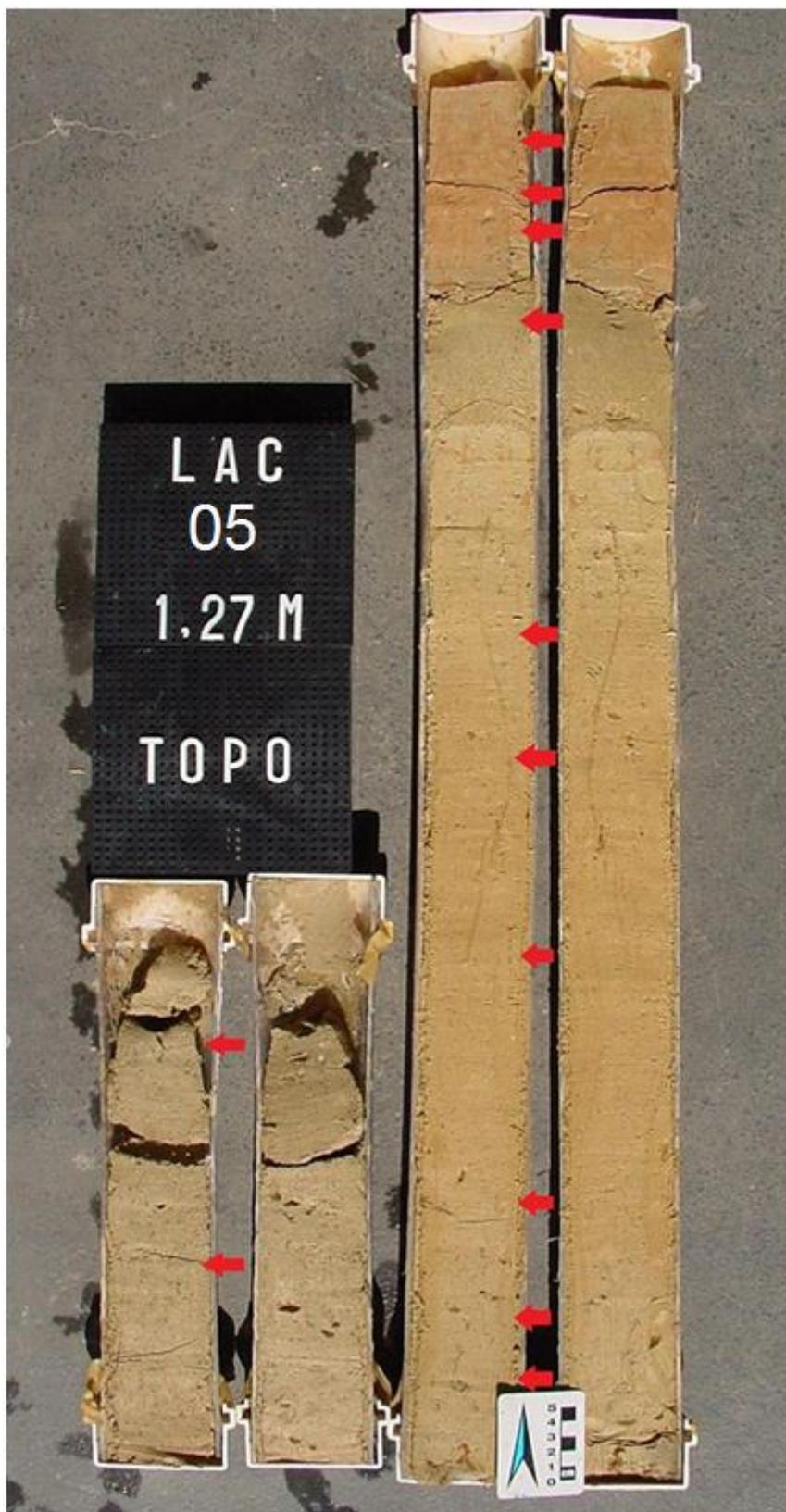


Figura 8: Testemunho LAC-05. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas por Brito (2010) e reinterpretadas no presente trabalho.

Testemunho LAC 08

O testemunho (Figura 9) apresenta 1,06 metros de comprimento. Foi coletado sob lâmina d'água de aproximadamente 2300 metros de profundidade, e também está situado no lobo 5, segundo Abreu (2005). Em sua porção mais superior (0 – 9 cm), o testemunho apresenta uma lama argilosa de coloração marrom amarelado, com média contribuição de fragmentos de conchas e microfósseis; entre aproximadamente 7 – 9 cm nota-se uma coloração avermelhada, irregular, que aparentemente corresponde ao intervalo avermelhado observado nos demais testemunhos estudados. Um contato brusco e irregular separa o intervalo argiloso de um grande pacote de areia média que se estende até a base do testemunho (9 – 109 cm). Abreu (2005) descreve esse intervalo arenoso como apresentando gradação normal (areia média a fina superior), o que, no entanto, não foi observado nesse estudo. Sugere-se que em eventual continuação das pesquisas com esse material, uma redescrição detalhada do testemunho seja realizada.

Como resultado das análises bioestratigráficas, foram reconhecidos dois intervalos bioestratigráficos (APÊNDICE D).

De acordo com a análise e interpretação bioestratigráfica, no intervalo basal, de 7 a 92 cm, foi reconhecida a Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968), e a Subzona Y1, de Vicalvi (1999), correspondente ao Pleistoceno Superior. Sua porção superior, a qual apresenta somente uma amostra referente a profundidade 1 - 3 cm, está inserida na Biozona Z de Ericson & Wollin (1968), correspondente ao Holoceno. Foi reconhecida também a Subzona Z2, com base em Vicalvi (1999).

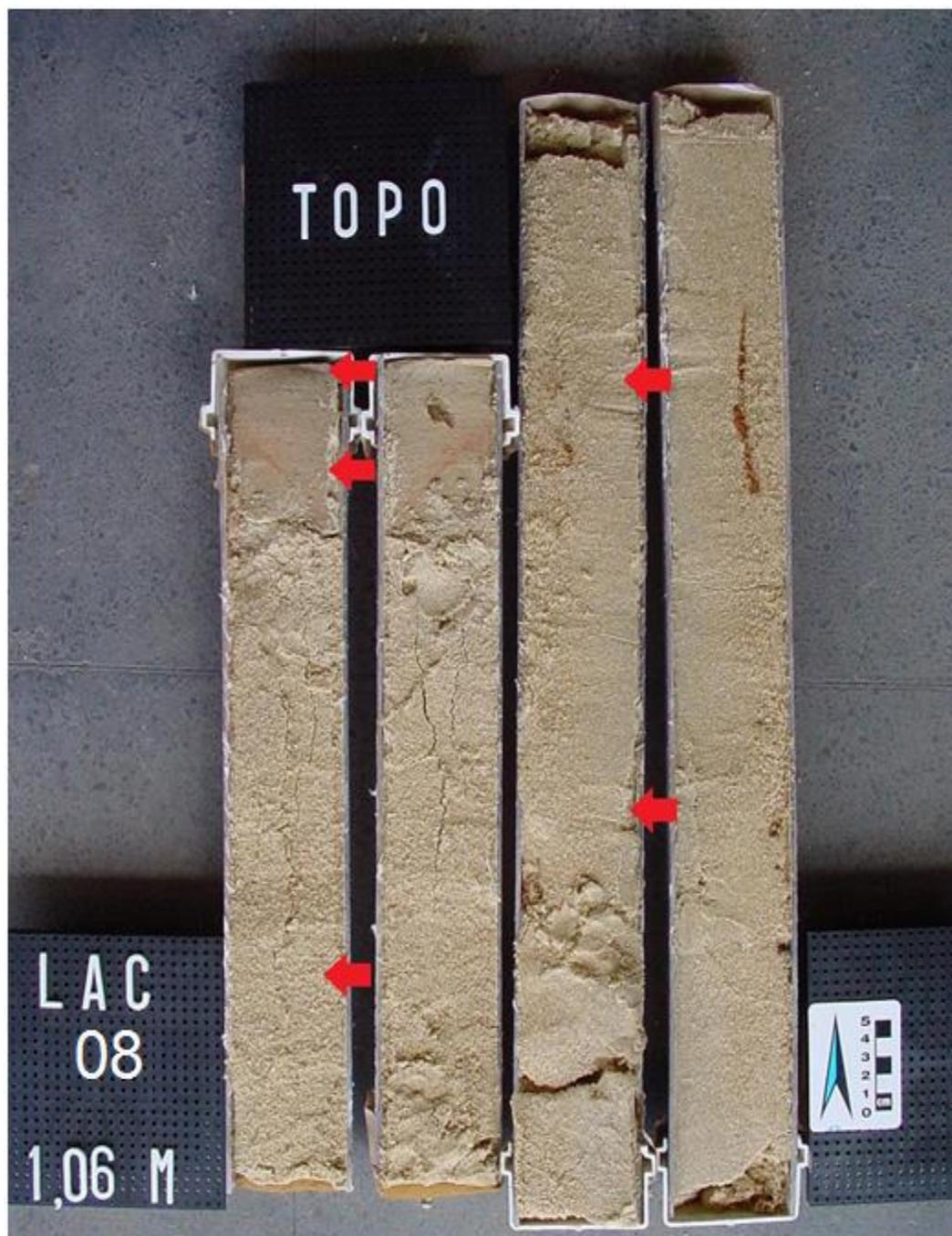


Figura 9: Testemunho LAC-08. As setas vermelhas representam as profundidades das quais foram coletadas as amostras estudadas por Brito (2010) e reinterpretadas no presente trabalho.

6.2 O pico anômalo do plexo menardiforme nos testemunhos LAC 05 e LAC 27

Nos testemunhos LAC 05 (Apêndice C) e LAC 27 (Apêndice B), nas amostras correspondentes às profundidades 56-58 cm e 12-14 cm, respectivamente, observam-se valores elevados do plexo menardiforme. Em ambos os testemunhos, esse pico de frequência ocorre acima do nível de último retorno do plexo *Pulleniatina* (15 a 16 ka, para Bé *et al.*, 1976). O conjunto dos demais dados referentes a esse intervalo dos testemunhos estudados indica tratar-se da parte superior da Subzona Y1, a qual corresponde a um intervalo ainda glacial. Desse modo, valores elevados do plexo menardiforme seriam uma contradição com a descrição dessa subzona, bem como com a descrição da própria Biozona Y, segundo a qual esse táxon deve ser raro ou ausente no intervalo. Portilho-Ramos (2010) ao analisar o testemunho JPC-17, na Bacia de Santos, mostra um pico acentuado do nível de $\delta^{18}\text{O}$ entre 12 a 15 Ka (Figura 10), o que corresponde a um aumento pontual da temperatura da coluna d'água, na porção final do último período glacial nessa parte do oceano Atlântico. Um pico semelhante também foi mostrado por Grootes *et al.* (1993), na Groenlândia (Figura 11). A relação do pico de frequência de menardiformes encontrada no presente trabalho com as observações desses pesquisadores e o interestadial Bølling-Allerød (12.700 a 14.700 B.P)., segundo Rodriguez *et al.* (2013) poderia explicar a alta frequência do plexo menardiforme naquelas amostras, e deve ser melhor investigada. Por outro lado, sabe-se que, apesar de serem altamente sensíveis às variações climáticas e viverem principalmente em águas quentes tropicais e subtropicais, sua distribuição também é influenciada por outros fatores como a

profundidade da termoclina (estratificação vertical da coluna d'água) e disponibilidade de nutrientes (Ericson & Wollin, 1968). Assim, é razoável supor que, ao lado da temperatura da coluna d'água, algum outro fator paleoambiental, possa ter contribuído para aquele pico anômalo.

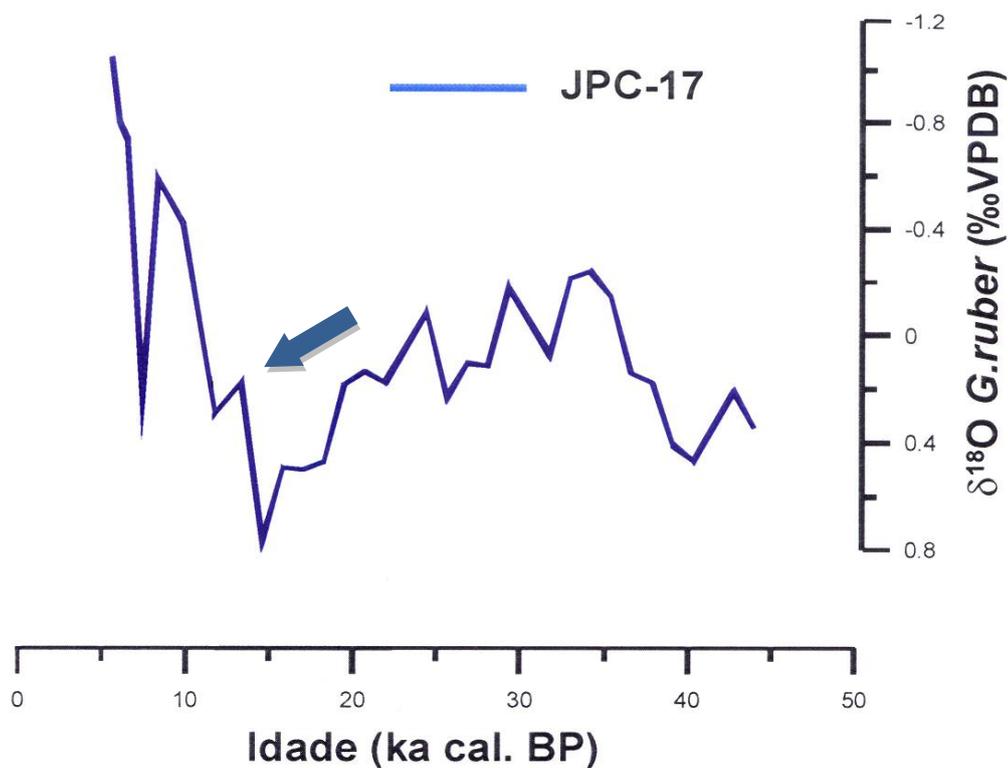


Figura 10: Curva isotópica do testemunho JPC-17, mostrando o pico de $\delta^{18}\text{O}$ entre 12 a 15 Ka (Modificada de Portilho-Ramos, 2010).

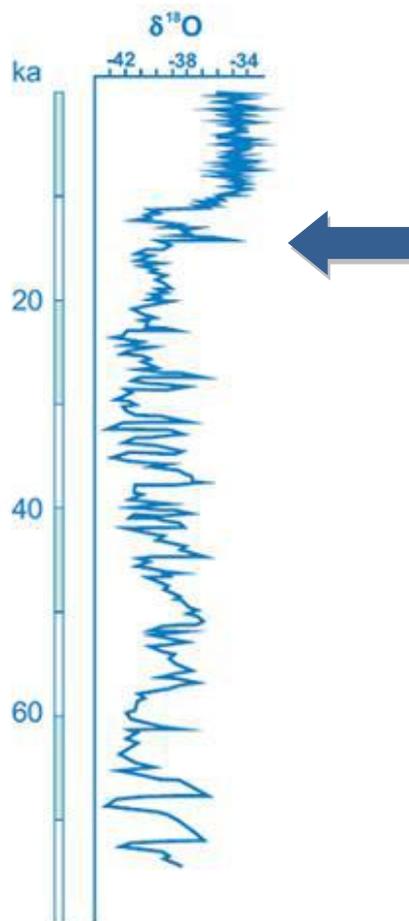


Figura 11: Curva isotópica mostrando o pico do nível de $\delta^{18}\text{O}$ no intervalo de 12 a 15 Ka (Modificada de Grootes *et al.* 1993).

6.3 Correlação entre os Testemunhos Estudados

Na figura 12, é apresentada uma correlação baseada nas interpretações bioestratigráficas entre os testemunhos LAC 01, LAC 27, LAC 05 e LAC 08. O fundo do mar foi tomado como *datum*.

Em decorrência da correlação entre os testemunhos estudados foram reconhecidas os mesmos intervalos bioestratigráficos para os quatro

testemunhos: biozonas Z e Y de Ericson & Wollin (1968), e subzonas Z2 e Y1 de Vicalvi (1999).

Segundo Abreu (2005), a deposição atual do complexo de lobos ocorre principalmente na região do lobo 5, onde há maior espessura de sedimentos, chegando até aproximadamente 50 metros. Naturalmente, a espessura é maior na porção mediana do lobo 5, enquanto se adelgaça nas porções proximal e distal desse lobo.

A transeção A-B (Figura 12) liga os quatro testemunhos estudados, desde o LAC 01, mais proximal, até o LAC 27, mais distal. Foi observada em três desses testemunhos (LAC 05, LAC 08, LAC 27), uma camada de areia de posição intermediária, com espessura variando entre elas. No testemunho mais distal, LAC 27, foi notada ainda uma camada superior de areia, e no testemunho mais proximal, LAC-01, uma camada basal de lama arenosa.

O desafio da presente pesquisa foi desvendar a relação entre o pacote de lama arenosa encontrado no LAC 01 e os intervalos arenosos presentes nos demais testemunhos.

O primeiro passo para responder essa questão foi estabelecer a interpretação bioestratigráfica. Com o resultado dessa análise, chegou-se à conclusão de que o pacote de areia mais superficial do LAC 27, corresponde à Biozona Z (Subzona Z2?), de idade holocênica, enquanto o pacote arenoso inferior do LAC 27, as areias do LAC 08 e LAC 05 e o pacote de lama arenosa do LAC 01 são contemporâneos e mais antigos, tendo ocorrido entre o último reaparecimento de *Pulleniatina* (15-16 Ka na Bacia de Campos, segundo Vicalvi, 1999) e a deposição do intervalo oxidado que ocorre na parte mais

superior da subzona Y1 (porção final do Pleistoceno Final). Restou, então, desvendar a correlação entre a camada argilo-arenosa do LAC 01 e os dois intervalos de areia dos testemunhos LAC 05, LAC 08 e o nível de areia fina do LAC 27 (porção mediana): seriam fruto de um único evento ou deveriam ser atribuídos a eventos distintos? A resposta a essa pergunta está em considerações sedimentológicas, que constuíram o segundo passo da investigação e são expostas a seguir.

O pacote correspondente ao LAC-01 apresenta granulometria mais fina (lama arenosa) do que os pacotes analisados nos demais testemunhos (areia), os quais, entretanto, estão em posições mais distais. Disso decorrem duas hipóteses: (1) ele foi originado por evento distinto daquele(s) que originou(aram) os demais ou (2) poderia ter tido origem no mesmo evento, e corresponder a extravasamento de canal. A Figura 3 não mostra a trajetória dos canais recentes sobre na porção proximal do lobo 5, onde está localizado este testemunho, o que impede de determinar com exatidão a relação entre o LAC-01 e algum dos referidos canais.

O pacote de areia presente no LAC 05 contém uma areia fina, pouco argilosa, homogênea, conforme descrito do item 6.1. Segundo a Figura 3, esse testemunho teria sido coletado fora de um dos canais recentes. Essa informação sugere tratar-se de depósito de extravasamento de canal. No entanto, deve-se ressaltar a pouca precisão – em termos de georreferenciamento – daquela figura.

O testemunho LAC 08, também descrito no item 6.1, apresenta uma areia de granulometria média – portanto ligeiramente mais grosseira que os pacotes dos demais testemunhos. Embora com a mesma ressalva quanto à precisão de georreferenciamento, a Figura 3 mostra que esse testemunho teria sido coletado dentro de um dos canais, o que explicaria a granulometria mais grosseira e a espessura bem maior desse pacote.

O LAC 27 é o mais distal dos testemunhos e, segundo a Figura 3, está além da extensão reconhecida dos canais recentes. Apresenta apenas um nível fino de areia em sua porção mediana. Esse nível está na mesma posição estratigráfica da camada de argila arenosa do LAC 01 e das areias do LAC 05 e LAC 08, o que sugere que poderia ter origem no mesmo evento. A granulometria mais fina que a areia do LAC 08 e a pequena espessura desse nível podem ser explicados por tratar-se de um testemunho em posição bastante mais distal do que os demais.

Assim, sugere-se que a camada argilo-arenosa do LAC 01 e os dois intervalos de areia dos testemunhos LAC 05, LAC 08 e o nível de areia fina do LAC 27 (porção mediana) podem ter tido origem em eventos contemporâneos que trouxeram sedimentos da plataforma para o lobo 5 através de canais correspondentes àqueles atuais, registrados por Abreu (2005).

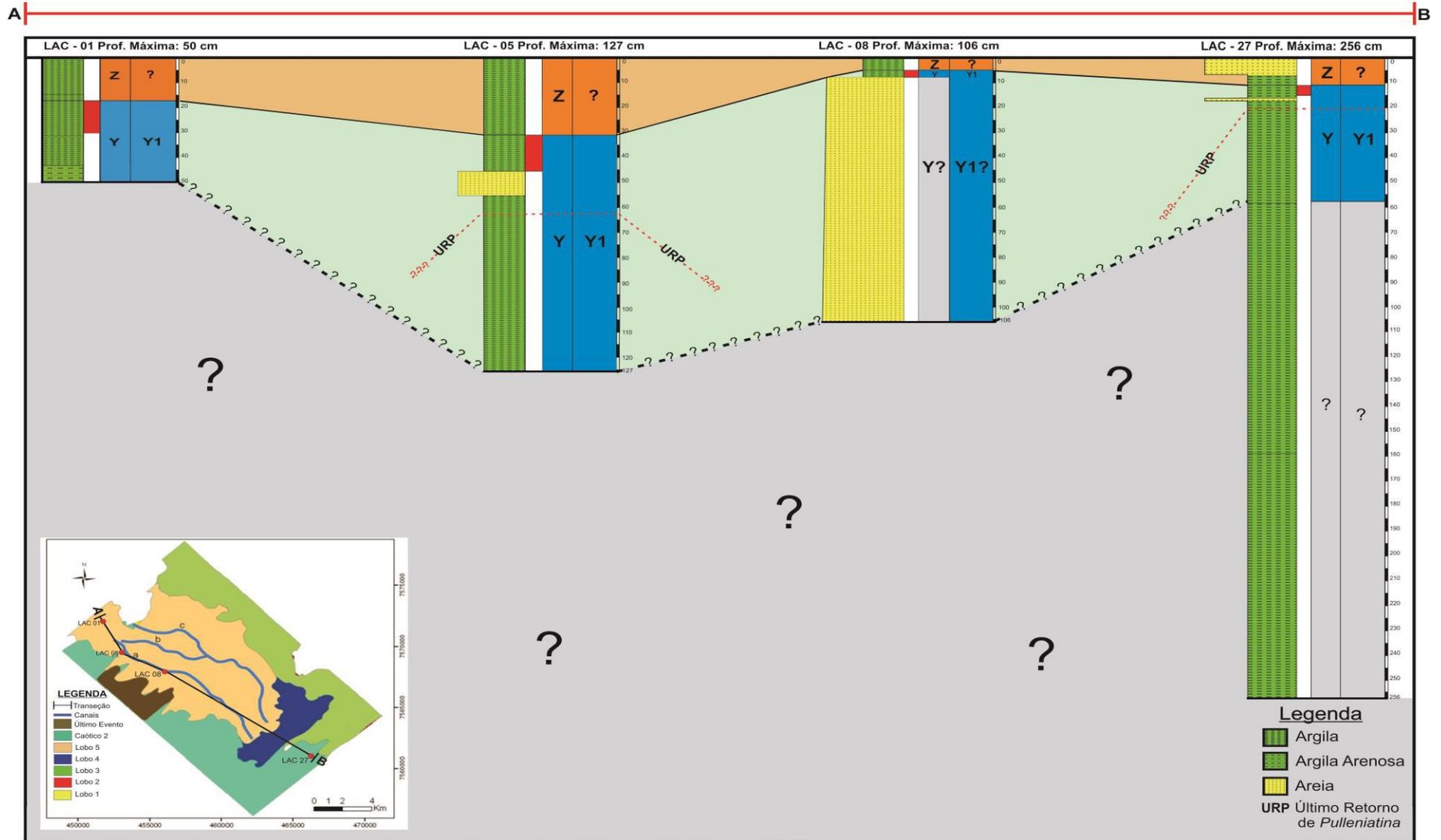


Figura 12: Correlação bioestratigráfica e transeção entre os quatro testemunhos estudados (LAC 01, LAC 05, LAC08 e LAC 27, tendo como datum o fundo do mar. Profundidade informada em cm).

7 CONCLUSÕES

Através da análise bioestratigráfica dos testemunhos LAC 01, LAC 05, LAC 08, e LAC 27, foram reconhecidas as biozonas Z (pós-glacial/Holoceno) e Y (glacial/Pleistoceno Final), de Ericson & Wollin (1968), e as Subzonas Y1 e Z2, de Vicalvi (1999).

Nos testemunhos LAC 05 e LAC 27 foram notados na parte superior da Subzona Y1 picos anômalos do plexo menardifome. A correlação com dados isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ para o intervalo 12 a 15 Ka, disponíveis na bibliografia especializada, para a Bacia de Santos e Groenlândia, sugere um aumento pontual da temperatura da coluna d'água, que poderia ser correlacionado com o Interestadial Bølling-Allerød (12.700 a 14.700 B.P).

Através da correlação bioestratigráfica (Figura 12), foi possível concluir que o pacote arenoso inferior do LAC 27, as areias do LAC 08 e LAC 05, juntamente com a lama arenosa do LAC 01 são contemporâneos, e teriam sido depositadas entre o último reaparecimento da *Pulleniatina* (15-16 Ka na Bacia de Campos, segundo Bé et al., 1976) e a deposição do intervalo oxidado, ou seja, na porção final do Pleistoceno Final (subzona Y1).

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, 132 p.
- Abreu, C.J. e colaboradores. 2005. *Complexo de Lobos do Sistema Depositional Moderno de Águas Profundas Almirante Câmara Imageado por Sísmica de Alta Resolução, Bacia de Campos*. Projeto Finep-CTPetro 65.2000.0038.00. Financiamento Finep/Petrobras, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Relatório Final, 132 p.
- 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, ARTÍSTICA E CULTURAL, XXXI. 2009. Boletim de resumo...* Rio de Janeiro, UFRJ, 2009.p.139.
- Asmus H. E & Porto R. 1972. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, Anais, 2: p 62-90.*
- Bé, A. W. H.; Damuth, J.E.; Lott, L. & Free, R. Late Quaternary climatic record in Western Equatorial Atlantic sediments. *In: GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. Investigations of Late Quaternary Paleoceanography and Paleoclimatology*. Boulder, Co., 1976. P. 162-200. (Geological Society of America. Memoir, 145).
- 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.). 1985. Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, p.156-262.
- Brito, D. S. M. ; Rios-Netto, A. M. ; Abreu, C. J. Dinâmica de sedimentação durante o Pleistoceno Final e Holoceno no Complexo de lobos Almirante Câmara (Bacia de Campos) a partir da análise bioestratigráfica de três testemunhos a pistão, 2010. *In: V JORNADA FLUMINENSE DE PALEONTOLOGIA, 2010, Rio de Janeiro. Paleonotícias. Rio de Janeiro, 2010. v. 1. p. 58-59.*
- Dennison, J.M. & Hay, W.W. 1967. Estimating the needed sampling area for subaquatic ecologic studies: *Jour. Paleontol.*, 41, 3: 706-708.
- Ericson, D.B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Sciences*, 162: 1227-1243.
- Fatela, F. & Taborda, R. 2002. Confidence Limits of Species Proportions in Microfossil Assemblages, *Marine Micropaleontology*, 45(2): 169-174.
- Grotes, P. M. 1993. Comparison of Oxygen Isotope Records from the GISP2 and GRIP Greenland Ice Cores, *Nature*, 366: 552-554.

- Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: a Phylogenic 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. 2010. *Paleoceanografia do Sudoeste do Atlântico Sul: Registro de Eventos Abruptos nos últimos 50.000 anos*. Universidade Federal Fluminense, Tese de Doutorado, 63 p.
- Rangel, H. D., Martins F. A. L., Esteves, F. R., Feijó F. J., 1994. Bacia de Campos. *B. Geoci. Petrobrás*, Rio de Janeiro, 8(1): 203-217.
- Rodriguez, F., Bräuning, A., Gerique, A., Behling, H., & Vollan, F. 2013. Landscape History, Vegetation History, and Past Human Impacts. *In: Bendix, J., Beck, E., Bräuning, A., Makeschin, F., Mosandl, R., Scheu, S., & Wilcke, W. (eds.). 2013. Ecosystem Services, Biodiversity and Environmental Change in a Tropical Mountain Ecosystem of South Ecuador.*, Springer. Ecological Studies, 229: 58 p.
- Schaller, H. 1973. Estratigrafia de Bacia de Campos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 27, Aracaju. 3, p 247 -258.
- 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(½): 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, 183 p.
- Winter, W.R.; Jahnet, R.J. & França, A.B. 2007. Bacia de Campos. *B. Geoci. Petrobras*, 15 (2): 511-529.

APÊNDICES

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 túmida flexuosa* (1 = presente; 0 = ausente)

Px men = plexo *Globorotalia menardii*

Px Pull = plexo *Pulleniatina*

G trunc = *Globorotalia truncatulinoidea* s.l.

G inf = *Globorotalia inflata*

G crass = *Globorotalia crassaformis* s.l.

G cong = *Globogerinoides conglobatus*

N dut = *Neogloboquadrina dutertrei dutertrei*

O uni = *Orbulina universa*

NF 125 = número de carapaças de foraminíferos por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 0,125 mm

EP 125 = número de espécies de foraminíferos planctônicos na amostra

Apêndice A – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm do testemunho LAC 01

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	G. fimb	G. flex	% px men >250	% px men total	% px pull >250	% px Pull total	% G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total
0-2	Z	Z2	Holoceno Inicial	1	0	12,9	4,5	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0
5-7	Z	Z2	Holoceno Inicial	0	0	20,2	6,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-17	Z	Z2	Holoceno Inicial	0	0	16,7	5,0	0,6	0,1	6,8	1,7	0,0	0,0
20-22	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	4,4	0,7	0,4	0,1	15,1	3,9	0,5	0,1
29-31	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,4	0,1	0,7	0,1	17,4	4,7	0,7	0,1
33-35	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	1,9	0,3	4,9	2,6	1,2	0,2
37-39	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,3	0,0	0,7	0,1	12,8	3,2	2,4	0,3
40-42	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	1,4	0,2	0,3	0,0	8,3	1,0	1,0	0,5
44-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	1,4	0,2	1,7	0,2	6,9	2,9	0,8	0,1
Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	% G crass >250	% G crass total	% G cong >250	% G cong total	% N dui >250	% N dui total	% O uni >250	% O uni total	% foram pk	EP 125
0-2	Z	Z2	Holoceno Inicial	0,8	0,2	4,7	0,9	0,4	0,1	5,1	1,0	96,7	4223
5-7	Z	Z2	Holoceno Inicial	2,4	0,0	2,4	0,0	0,4	0,0	1,2	0,0	97,7	4470
15-17	Y	Y1	Holoceno Inicial	0,3	0,1	1,2	0,3	1,5	0,3	1,5	0,3	98,1	4959
20-22	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,2	0,0	2,5	0,6	2,5	0,6	2,3	0,4	97,3	2999
29-31	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,2	1,1	0,4	5,0	0,9	0,7	0,1	97,4	2681
33-35	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,3	1,2	0,2	5,0	1,4	0,4	0,1	97,2	5017
37-39	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,3	0,0	1,3	0,2	5,7	1,4	1,3	0,2	95,6	3494
40-42	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	1,0	0,1	1,4	0,2	3,1	0,4	1,4	0,2	86,0	2174
44-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,8	0,1	0,8	0,1	1,7	0,2	1,1	0,1	80,6	697

Limite Pleistoceno-Holoceno?
11.700 anos A.P.

Retorno Pull: 15-16 ka A.P.

Apêndice B – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC 27

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	G fimb	G flex	% px men >250	% px men total	% px pull >250	% px pull total	% G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total
8-10	Z	Z2	0	0	26,5	7,9	0,4	0,1	2,6	0,8	0,0	0,0
10-12	Z	Z2	3	0	16,0	4,8	0,7	0,1	3,1	1,2	0,0	0,0
12-14	Y	Y1	0	0	7,6	1,3	1,2	0,2	9,1	3,0	0,4	0,4
14-16	Y	Y1	0	0	3,1	0,7	0,3	0,0	13,5	2,2	0,3	0,4
16-18	Y	Y1	0	0	0,9	0,1	1,4	0,2	16,0	3,8	2,3	1,0
21-23	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	1,4	2,6	0,3
27-29	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	5,1	0,7	3,1	0,3
32-34	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,3	0,4	0,2
35-37	Y	Y1	0	0	0,3	0,3	0,3	0,0	2,9	1,3	0,6	0,1
40-42	Y	Y1	0	0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,3	0,3
44-46	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	7,0	1,0	0,0	0,0
48-50	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,5	0,0	4,7	1,7	0,5	0,2
56-58	Y	Y1	0	0	0,0	0,0	0,9	0,1	5,1	0,8	1,7	0,6

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	% G grass >250	% G grass total	% G cong >250	% G cong total	% N dut >250	% N dut total	% O umi >250	% O uni total	% foram pk	NF 125	EP 125
8-10			0,0	0,0	4,5	1,2	0,4	0,1	2,2	0,4	95,7	4518	18
10-12			1,0	0,2	2,4	0,8	0,3	0,1	2,7	0,6	96,6	4617	21
12-14			1,6	0,3	2,5	0,4	0,8	0,1	1,4	0,2	67,3	2260	18
14-16			0,3	0,4	1,7	0,2	0,7	0,1	0,7	0,1	96,1	2067	20
16-18			0,9	0,8	1,1	0,5	5,7	0,8	0,6	0,4	95,2	4154	19
21-23			1,3	0,2	1,3	0,2	2,3	0,3	1,6	0,2	90,4	2149	18
27-29			0,8	0,1	0,0	0,0	3,5	0,3	4,7	0,4	87,9	2784	20
32-34			2,1	0,1	0,4	0,4	1,7	0,1	3,4	0,2	88,4	4135	20
35-37			0,6	0,1	0,6	0,1	3,7	0,5	3,7	0,5	91,0	2274	18
40-42			0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	92,1	2901	16
44-46			1,5	0,1	0,4	0,3	1,1	0,1	2,2	0,2	90,1	2484	20
48-50			0,5	0,0	0,0	0,0	1,9	0,1	4,3	0,2	92,2	3448	16
56-58			0,9	0,1	1,1	0,1	3,7	0,2	5,4	0,3	91,3	4896	18

Limite Pleistoceno-Holoceno?
11.700 anos A.P.

Retorno Pull.: 15-16 ka A.P.

Apêndice C – Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm do testemunho LAC 05

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	G limb	G flex	% px men >250	% px men total	% px pull >250	% px pull total	% G trunc >250	% G trunc total	% G inf >250	% G inf total
2,5-3,5	Z	Z2	Holoceno	1	0	15,0	4,3	0,0	0,0	2,1	0,5	0,0	0,0
14-15	Z	Z2	Holoceno	1	0	12,5	2,8	0,5	0,1	1,5	0,3	0,0	0,0
29-31	Z	Z2	Holoceno	0	0	17,4	4,0	0,8	0,1	4,2	0,8	0,0	0,0
31-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	2,5	0,8	0,4	0,1	14,9	3,4	0,7	0,1
56-58	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	1	0	11,9	4,2	0,6	0,2	7,2	2,7	3,6	1,2
68-70	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,8	2,7	0,6
78-79	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	1,0	10,5	3,2
90-91	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0	7,0	1,8	11,1	2,5
106-107	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	7,5	1,5
117-118	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	1,2	7,5	1,0
121-122	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,2	5,9	1,6

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	% G grass >250	% G grass total	% G cong >250	% N dut >250	% N dit total	% O uni >250	% O uni total	% forampk	NF 125	EP 125
2,5-3,5	Z	Z2	Holoceno	0,0	0,3	4,5	1,1	0,1	1,5	0,4	95,5	2256	17
14-15	Z	Z2	Holoceno	0,0	0,0	3,3	0,7	0,0	2,3	0,5	81,6	4828	17
29-31	Z	Z2	Holoceno	0,4	0,1	2,3	0,7	0,0	3,0	0,6	91,0	4707	16
31-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	1,1	0,2	0,2	1,1	0,2	91,5	2522	15
56-58	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	4,7	1,5	1,5	0,8	0,3	88,9	251	16
68-70	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	1,4	0,6	0,0	0,3	0,4	1,7	0,4	95,5	5880	15
78-79	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	1,1	0,2	0,0	0,0	0,4	2,1	0,4	95,6	2667	13
90-91	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,5	0,07	1,6	0,2	0,2	0,8	0,1	96,9	884	14
106-107	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	0,8	0,2	0,7	1,7	0,3	94,8	4936	12
117-118	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,3	0,04	2,2	0,2	0,8	1,2	0,2	95,0	1949	11
121-122	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	3,3	0,4	0,6	1,3	0,2	94,4	1832	12

Limite Pleistoceno/Holoceno?
11.700 anos A.P.

Retorno Pull.: 15-16 ka A.P.

Apêndice D - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm do testemunho LAC 08

Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	G fimb	G flex	% px men > 250	% px men total	% px pull > 250	% px Pull total	% G trunc > 250	% G trunc total	% G inf > 250	% G inf total
1-3	Z	Z2	Holoceno Inicial	0	0	7,7	1,6	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0
7-9	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	2,7	0,7	0,3	0,1	2,7	0,5	0,3	0,3
45-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	6,5	2,2	0,0	0,0	5,3	1,8	5,3	2,2
65-66	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	14,0	4,5	0,0	0,0	2,3	0,7	0,0	1,5
91-92	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0	0	13,2	7,6	0,0	0,0	2,6	2,1	5,2	2,1
Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	Cronoestratigrafia	% G crass > 250	% G crass total	% G cong > 250	% G cong total	% N dur > 250	% N dur total	% O uni > 250	% O uni total	% foram pk	NF 125 EP 125
1-3	Z	Z2	Holoceno Inicial	0,3	0,04	4,8	0,6	0,9	0,1	2,1	0,3	96,6	10924 14
7-9	Y	Y1	Holoceno Inicial	1,0	0,2	0,7	0,1	1,0	0,2	1,3	0,2	74,0	1722 15
45-46	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	1,2	0,4	3,6	1,2	2,4	0,8	33,8	149 11
65-66	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,0	7,0	2,2	2,3	0,7	4,7	1,5	17,0	78 13
91-92	Y	Y1	Pleistoceno Sup.	0,0	0,7	0,0	0,0	7,9	2,1	0,0	0,0	38,1	37 9

Limite Pleistoceno-Holoceno?
11.700 anos A.P.

Retorno Pul. 145-16 ka A.P.