

**Karol de Oliveira Duarte**

**ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA COM BASE EM  
FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE QUATRO  
TESTEMUNHOS A PISTÃO DO COMPLEXO DE LOBOS  
ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS**

**Trabalho Final de Curso  
(Geologia)**

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2016



UFRJ

**Karol de Oliveira Duarte**

**ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA COM BASE EM FORAMINÍFEROS  
PLANCTÔNICOS DE TESTEMUNHOS A PISTÃO NO COMPLEXO DE  
LOBOS ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS**

Trabalho Final 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.

Orientadores:

Aristóteles de Moraes Rios Netto  
Daniela Santos Machado Brito

Rio de Janeiro

Junho de 2016

KAROL, de Oliveira Duarte  
**ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA COM BASE  
EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE  
TESTEMUNHOS A PISTÃO DO COMPLEXO DE  
LOBOS ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS/**  
Karol de Oliveira Duarte - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2016.  
x, 53 p. : il.; 30cm  
Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade  
Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,  
Departamento de Geologia, 2016.  
Orientadores: Aristóteles de Moraes Rios Netto,  
Daniela Santos Machado Brito.  
1. Geologia. 2. Setor de Paleontologia e Estratigrafia –  
Trabalho de Conclusão de Curso. I. Aristóteles de Moraes Rios  
Netto. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de  
Geociências, Departamento de Geologia. III. Título.

Karol de Oliveira Duarte

**ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA COM BASE EM FORAMINÍFEROS  
PLANCTÔNICOS DE TESTEMUNHOS A PISTÃO DO COMPLEXO DE  
LOBOS ALMIRÂNTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS**

Trabalho Final 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.

Orientadores:

Aristóteles de Moraes Rios Netto  
Daniela Santos Machado Brito

Aprovada em:

Por:

---

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

---

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

---

Profa. Cláudia Gutterres Vilela, D.Sc. (UFRJ)

---

Geól. Thamara Daniel Alves (COPPETEC)

Aos meus pais, Maria da Glória e  
Carlos Roberto, e à minha avó, Leonidia.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Jorge Abreu, pela concessão de testemunhos e dados litológicos dos mesmos.

Aos meus orientadores Aristóteles Rios Netto e Daniela Brito, pela orientação e paciência durante todo o período de iniciação científica e confecção deste trabalho.

Aos amigos Maiana Avalon, Marcella Varella, Sérgio Martins e Thamara Alves, por toda a ajuda com as dúvidas e pelas discussões e sugestões.

Aos amigos Cláudia Beatriz, Mariana Christensen e Nicollas Oliveira, pelo apoio nos momentos em que precisei ao longo deste trabalho.

## RESUMO

O complexo de lobos Almirante Câmara está localizado na porção nordeste da Bacia de Campos, na margem continental sudeste do Brasil. Esse complexo é um excelente análogo à Formação Carapebus, onde estão as maiores reservas de hidrocarbonetos do pós-sal dessa bacia. O objetivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento desse complexo de lobos através da análise micropaleontológica com base em foraminíferos planctônicos, visando estimar a idade de deposição dos pacotes arenosos e entender a dinâmica de sua sedimentação. Um total de 39 amostras foi coletada nos testemunhos, preparadas segundo a metodologia padrão para microfósseis calcários do Quaternário, e foi feita a identificação taxonômica de cerca de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos por amostra. Nos testemunhos LAC 18, LAC 22 e LAC 23 foram identificadas a Biozona Z e as subzonas Y1A e Y1B. No testemunho LAC 19 foram encontradas a Biozona Z, a Subzona Y1A, possivelmente a Subzona Y1B, e uma indicação da presença da Biozona X na base do testemunho. A presença da Biozona X no testemunho LAC 19 não era esperada, pois este testemunho tem apenas 1,23 m, e análises sísmicas realizadas por trabalhos anteriores indicam que, no local onde foi coletado, a espessura da Biozona Y deveria ser de 10 a 20 m. Foram consideradas duas hipóteses para essa diferença. A primeira é a de erosão causada pela proximidade desse testemunho com um dos canais principais de deposição dos lobos. Outra possibilidade é a de erosão causada pela ação de correntes marinhas profundas de alta energia, especialmente durante o Último Máximo Glacial.

## ABSTRACT

### PLANKTIC FORAMINIFERA BIOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF PISTON CORES FROM THE ALMIRANTE CÂMARA LOBE COMPLEX, CAMPOS BASIN.

The Almirante Câmara lobe complex is located in the northeastern Campos Basin, at the southeastern Brazilian continental margin. This complex is an excellent analogue to the Carapebus Formation, where are the major hydrocarbons reserves from the post-salt interval of this basin. The objective of this work is to contribute to the existing knowledge of this lobe complex through micropaleontological analysis based on planktonic foraminifers, aiming to estimate the age of the sand beds deposition and to understand their deposition. A total of 39 samples were collected from the piston cores, prepared according to the standard methodology for quaternary calcareous microfossils, and about 300 tests of planktonic foraminifers were taxonomically identified per sample. In the piston cores LAC 18, LAC 22 and LAC 23 were recognized the Biozone Z and the Subzone Y1. In the piston core LAC 19 were identified the Biozone Z, the Subzone Y1 and an indication of the presence of the Biozone X at the base of the piston core. The presence of the Biozone X was not expected in the piston core LAC 19, since it is only 1,23 m long, and seismic analysis done by previous works indicated that, at the site where it was collected, the thickness of the Biozone Y should be between 10 and 20 m. Two hypothesis are considered for this difference. The first is erosion caused by the proximity of this piston core with one of the main deposition channels of the lobes. Other possibility is that of erosion caused by high-energy deep water currents, especially during the Last Glacial Maximum.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1_ DIAGRAMA ESTRATIGRÁFICO DA BACIA DE CAMPOS (MODIFICADO DE WINTER <i>ET AL.</i> , 2007).....	3
FIGURA 2.1_ TABELA MOSTRANDO O BIOZONEAMENTO DE ERICSON E WOLLIN (1968) E VICALVI (1997, 2013). BIOEVENTOS QUE DELIMITAM AS SUBZONAS E UTILIZADOS NESTE TRABALHO SÃO MOSTRADOS À DIREITA (MODIFICADO DE ALVES, 2013). .....	6
9	
FIGURA 3.1_ CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTEMUNHOS LAC 18, LAC 22 E LAC 23.....	9
FIGURA 3.2_ CORRELAÇÃO ENTRE OS TESTEMUNHOS LAC 18 E LAC 19.....	9
9	
FIGURA 3.3_ ISÓPACAS DE ESPESSURA DO LOBO 3 E A LOCALIZAÇÃO DOS TESTEMUNHOS MENCIONADOS NO TRABALHO (MODIFICADO DE ABREU, 2005).....	9
10	
FIGURA 3.4_ ISÓPACAS DE ESPESSURA DO LOBO 4 E A LOCALIZAÇÃO DOS TESTEMUNHOS MENCIONADOS NO TRABALHO (MODIFICADO DE ABREU, 2005).....	10
FIGURA 3.5_ ISÓPACAS DE ESPESSURA DO LOBO 5 E A LOCALIZAÇÃO DOS TESTEMUNHOS MENCIONADOS NO TRABALHO (MODIFICADO DE ABREU, 2005).....	10
FIGURA 5.1_ MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	19
FIGURA 5.2_ BIOZONEAMENTO DO TESTEMUNHO LAC 18. GRÁFICO FEITO UTILIZANDO O PROGRAMA PANPLOT 2. ....	24
FIGURA 5.3_ BIOZONEAMENTO DO TESTEMUNHO LAC 22. GRÁFICO FEITO UTILIZANDO O PROGRAMA PANPLOT 2.....	26
FIGURA 5.4_ BIOZONEAMENTO DO TESTEMUNHO LAC 23. GRÁFICO FEITO UTILIZANDO O PROGRAMA PANPLOT 2.....	28
FIGURA 5.5_ BIOZONEAMENTO DO TESTEMUNHO LAC 19. GRÁFICO FEITO UTILIZANDO O PROGRAMA PANPLOT 2.....	30
FIGURA 5.6_ DIAGRAMA MOSTRANDO A CORRELAÇÃO ENTRE O QUATERNÁRIO SUPERIOR, AS ZONAS CLIMÁTICAS, AS BIOZONAS W, X, Y E Z DE ERICSON & WOLLIN (1968), AS SUBZONAS DE VICALVI (1997), OS ESTÁGIOS ISOTÓPICOS DE OXIGÊNIO DE EMILIANI (1955 E 1966) E AS FLUTUAÇÕES GLÁCIO-EUSTÁTICAS DO NÍVEL DO MAR. AS FAIXAS DE COR REPRESENTAM OS INTERVALOS DE CONFIANÇA DAS DATAÇÕES. YP.1, YP.2 E YP.3 SÃO OS BIOHORIZONTES DE DESAPARECIMENTO DO PLEXO PULLENIATINA (MODIFICADO DE ALVES, 2013). .....	32

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	VI
RESUMO .....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
SUMÁRIO .....	X
1) INTRODUÇÃO E ÁREA DE ESTUDO .....	1
2) MATERIAIS E MÉTODOS .....	4
3) SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO .....	6
4) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	11
5) ARTIGO.....	14
ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE QUATRO TESTEMUNHOS DO COMPLEXO DE LOBOS ALMIRÂNTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS .....	14
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUÇÃO.....	16
ÁREA DE ESTUDO.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
CONCLUSÃO.....	35
AGRADECIMENTOS .....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
6) APÊNDICES .....	39

## 1) INTRODUÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

A ocorrência de hidrocarbonetos em depósitos sedimentares de águas profundas é um tema especialmente relevante no Brasil, onde as principais reservas do pós-sal na margem continental brasileira ocorrem em turbiditos de águas profundas (Silva & Borghi, 2013). Nesse contexto, a Bacia de Campos se destaca como sendo responsável pela maior parte da produção nacional.

A área investigada neste trabalho está localizada na Bacia de Campos, na margem continental sudeste brasileira. Essa bacia estende-se aproximadamente entre os paralelos 21° e 23,5°, sendo seu limite com a Bacia do Espírito Santo, ao norte, dado pelo Alto de Vitória, e o limite com a Bacia de Santos, ao sul, pelo Alto de Cabo Frio (Rangel *et al.*, 1994).

Os testemunhos a pistão utilizados no presente estudo foram coletados na região do Sistema Almirante Câmara, na porção nordeste da Bacia de Campos. Segundo Abreu (2005), o Sistema Almirante Câmara é um conjunto de elementos deposicionais constituído 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 Almirante Câmara - o que mais adentra a plataforma - é um dos cânions ativos desde o Oligoceno, e a deposição dos lobos ocorreu do Pleistoceno até o Holoceno (Abreu, 2005).

Na Bacia de Campos, a sedimentação atual consiste em areias siliciclásticas e lama da Formação Emborê/ Membro São Tomé na plataforma continental interna e média, carbonatos da Formação Emborê/ membros Siri e Grussaí na plataforma continental externa, lamas da Formação Ubatuba no talude e Platô de São Paulo, e areias e diamictitos da Formação Carapebus no Platô de São Paulo (Machado *et al.*, 2004) (Figura 1.1). Os turbiditos da Formação Carapebus são onde se encontram a maior parte das reservas de

hidrocarbonetos da bacia (Machado *et al.*, 2004). Esse modelo deposicional se instalou no Cretáceo Final e permanece até o presente (Machado *et al.*, 2004; Abreu, 2005) (Figura 1.1).

O complexo de lobos de Almirante Câmara está localizado no talude inferior, sob lâmina de água que varia de 2200 m a 2400 m de profundidade, tem orientação noroeste-sudeste, gradiente de aproximadamente 0,5°, e é constituído por um conjunto de cinco lobos individuais, justapostos lateral e longitudinalmente (Abreu, 2005). Esse complexo de lobos é bem documentado e um excelente análogo à Formação Carapebus. É formado por argilas intercaladas em pacotes arenosos, depositados na base do talude através do cânion Almirante Câmara (Abreu, 2005). Segundo Abreu (2005), a evolução do complexo de lobos se deu na seguinte ordem: (A) a evolução se inicia com a deposição do lobo 1 sobre os depósitos denominados caótico 1, provavelmente por um complexo de canais mais antigos; (B) os lobos 2 e 3 se depositaram a seguir, possivelmente em uma situação de topografia do fundo do mar mais aplainada, e se estendem além da área analisada; (C) perturbações e deslizamentos na área de talude adjacente aos lobos 2 e 3 geraram o pacote caótico 2; (D) Em seguida foram depositados o lobo 4, o menor e em posição mais distal, e o lobo 5, o mais recente e mais espesso, e cuja deposição se deu por três canais principais.

Este trabalho visa contribuir para a melhor compreensão do complexo de lobos Almirante Câmara através de análises bioestratigráficas e correlações entre 4 testemunhos à pistão, obtidos por Abreu (2005), na porção distal do complexo. Biozonas definidas por foraminíferos planctônicos foram utilizadas para estimar as idades dos pacotes de areia nos testemunhos.

# BACIA DE CAMPOS

WILSON RUBEM WINTER et al.

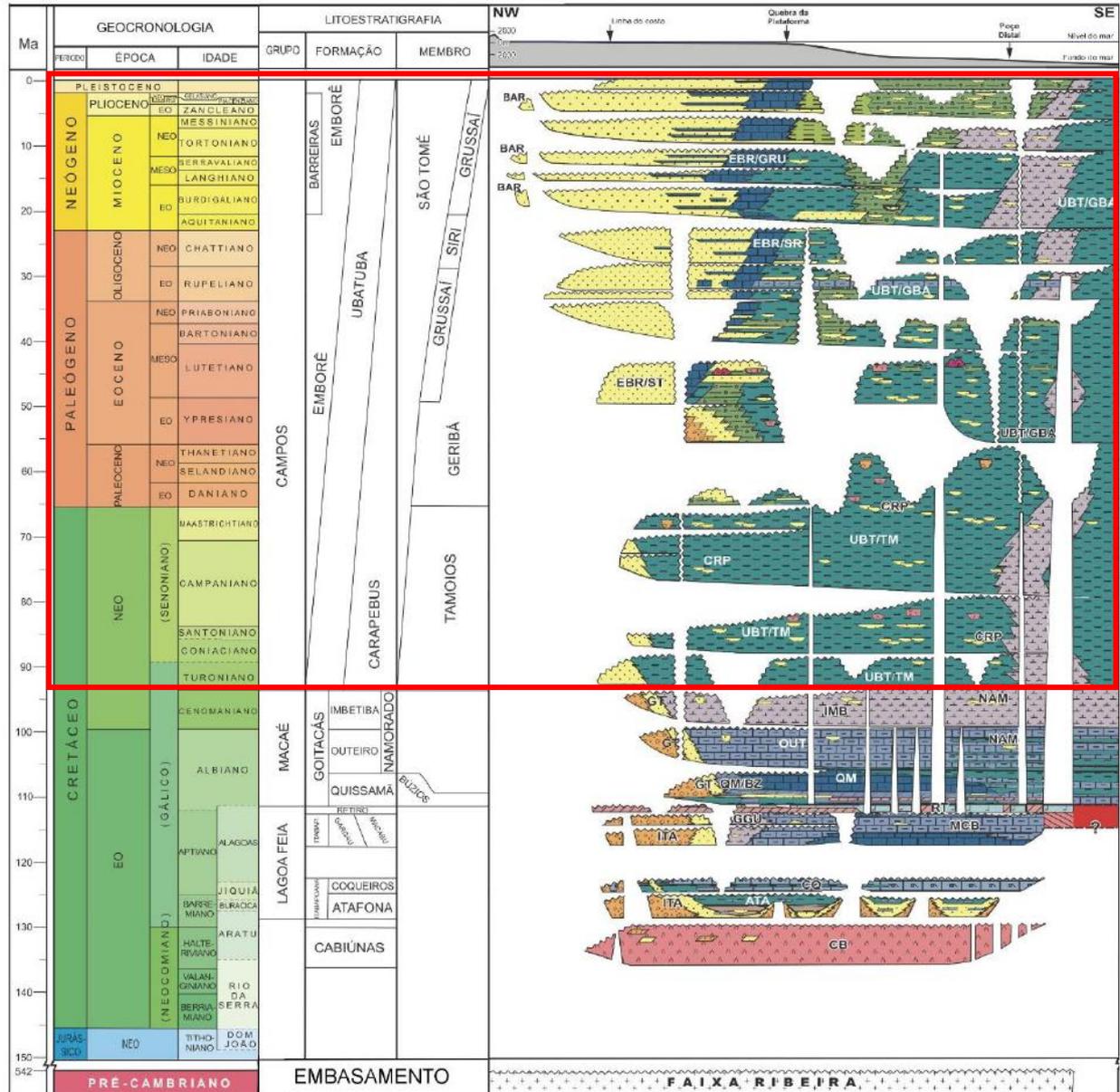


Figura 1.1\_ Diagrama Estratigráfico da Bacia de Campos (modificado de Winter *et al.*, 2007).

## 1) MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta e preparação de um total de 39 amostras, provenientes de quatro testemunhos à pistão. Foram analisadas nove amostras no testemunho LAC 18, onze no testemunho LAC 22 e doze amostras no testemunho LAC 23, além de sete amostras no testemunho LAC 19, que foi analisado anteriormente (não publicado) e reinterpretado neste trabalho. As amostras foram coletadas em intervalos não regulares, seguindo critérios litológicos e bioestratigráficos (Apêndices A, B, E, H e K).

A preparação seguiu a metodologia padrão para microfósseis calcários do Quaternário, descrita por Boltovskoy & Wright (1976). Foram utilizados, sempre que possível, dez gramas de sedimento de cada amostra. As amostras foram deixadas em solução de Calgon (um litro de água destilada, 45,7 g de hexametáfosfato de sódio –  $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{24}$  – e 7,9 g de carbonato de sódio –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) por uma hora e meia à temperatura ambiente, e em seguida colocadas na estufa à temperatura de 60°C por 30 minutos. Depois de desfloculadas, foram lavadas sob água corrente através de uma peneira com malha de 0,063 mm, e colocadas para secar em estufa, com temperatura máxima de 70°C.

As referências para a identificação e classificação taxonômica foram os trabalhos de Kennet & Srinivasan (1983) e Bolli & Saunders (1985) (Apêndice N). Essa etapa foi realizada no Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (LabMicro)/Departamento de Geologia/UFRJ, utilizando estereomicroscópios com aumento de 6 a 120x. As amostras foram quarteadas até uma fração que visualmente aparentasse ter pelo menos 300 carapaças, e peneiradas a seco com malhas de 0,125 mm e 0,250 mm. A contagem de cerca de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos e a identificação taxonômica foi feita separadamente em cada uma das duas frações de tamanho. A quantidade de 300 carapaças por fração foi adotada com base nos estudos estatísticos de amostragem e representatividade com foraminíferos de Dennison & Hay (1967, apud Boltovskoy and

Write, 1976) e Fatela & Taborda (2002). Os cálculos de porcentagem levaram em consideração a microfauna total (diâmetro > 0,125 mm) e a quantidade de foraminíferos com diâmetro > 0,250 mm.

A definição das biozonas presentes em cada testemunho, com base principalmente em presença e ausência de espécies indicadoras de temperatura da água. As referências para o biozoneamento foram os trabalhos de Ericson & Wollin (1968) e Vicalvi (1997, 2013) (Figura 2.1). Ericson e Wollin (*op.cit.*) dividem o Quaternário em 10 biozonas (Q a Z, sendo a Biozona Z a única no Holoceno) baseando-se na presença ou ausência do plexo menardiforme, que inclui *Globorotalia menardii s.l.*, *Globorotalia tumida s.l.*, e *Globorotalia fimbriata*, espécies indicadoras de águas mais quentes. Vicalvi (1997) refinou algumas dessas biozonas levando em consideração também a frequência de *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia inflata*, que são os melhores indicadores para águas frias, ciclos de desaparecimento e reaparecimento do plexo *Pulleniatina*, também indicadores de águas quentes, além do comportamento de algumas outras espécies com tolerâncias intermediárias de temperatura (*Globorotalia crassaformis*, *Globigerinoides conglobatus*, *Neogloboquadrina dutertrei*), para subdividir a biozona X nas subzonas X1 a X11, a Biozona Y em Y1 e Y2 e a Biozona Z em Z1 e Z2. Vicalvi (2013) subdividiu Y1 em Y1A e Y1B, utilizando o *datum* de último retorno do plexo *Pulleniatina*.

Por fim, foram utilizadas correlações entre os testemunhos. Considerando-se as posições geográficas dos testemunhos estudados, foram feitas duas correlações: entre os testemunhos LAC 18, 22 e 23, e entre os testemunhos LAC 18 e 19;

Cronoestratigrafia	Ericson e Wollin (1968)	Vicalvi (1997)	Vicalvi (2013)	Bioeventos
Holoceno	Z	Z1 Z2	Z	3-7% de plexo menardiiforme 1-3% de plexo menardiiforme Pós-glacial
Pleistoceno	Y	Y1	Y1a Y1b	Último retorno do plexo <i>Pulleniatina</i> (15 000 - 16 000)
		Y2	Y2	3º Desaparecimento do plexo <i>Pulleniatina</i> Retorno do plexo <i>Pulleniatina</i>
Pleistoceno	X	X1		2º Desaparecimento do plexo <i>Pulleniatina</i>
		X2		Retorno do plexo <i>Pulleniatina</i>
		X3		1º Desaparecimento do plexo <i>Pulleniatina</i>
		X4		
		X5		
		X6		
		X7		
		X8		
		X9		
		X10		
		X11		
				Interglacial

Figura 2.1\_Tabela mostrando o biozoneamento de Ericson e Wollin (1968) e Vicalvi (1997, 2013). Bioeventos que delimitam as subzonas e utilizados neste trabalho são mostrados à direita (Modificado de Alves, 2013).

## 2) SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Os resultados e conclusões deste trabalho estão apresentados no artigo que compõe o Capítulo 5 dessa monografia, e são apresentados de forma sintetizada a seguir:

1) No testemunho LAC 18, LAC 22, e LAC 23 foram reconhecidas a Biozona Z e a Biozona Y, subzonas Y1A e Y1B. No testemunho LAC 19 foram reconhecidas a Biozona Z, Biozona Y, Subzona Y1A, e também ocorreu indicação da presença da Biozona X na base do testemunho (Apêndices C, D, F, G, I, J, L e M).

2) Na correlação entre os testemunhos LAC 18, LAC 22 e LAC 23, os três apresentaram as mesmas biozonas. Além disso, a Biozona Z ocorre acima do intervalo oxidado. Os maiores pacotes de areia ocorrem na base dos testemunhos, e pela posição nos lobos foram interpretados como pertencentes à Biozona Y (Figura 3.1).

3) Também foi feita a correlação entre os testemunhos LAC 18 e LAC 19. A Biozona Z e a Biozona Y/Subzona Y1A foram encontradas em ambos os testemunhos, enquanto a Subzona Y1B ocorreu apenas no testemunho LAC 18. Os maiores pacotes arenosos também foram considerados como pertencentes à Biozona Y. Somente no testemunho LAC 19 ocorre indicação da Biozona X, abaixo do maior pacote de areia (Figura 3.2).

4) Os resultados obtidos para os testemunhos LAC 18, 22 e 23 estão condizentes com os resultados da sísmica de Abreu (2005) e de trabalhos anteriores com outros testemunhos da área. No entanto, o resultado obtido para o testemunho LAC 19 apresenta discrepância, dado que com base nos mapas de isópacas de Abreu (2005) a Biozona X não deveria estar presente naquela profundidade (Figuras 3.3 a 3.5).

5) A principal hipótese levantada para a presença dessa biozona é a de erosão ou não-deposição. Segundo os dados da sísmica, o testemunho encontra-se bem próximo a um dos canais principais de deposição do Lobo 5, e a migração desse canal poderia ter gerado erosão suficiente ou causado uma não deposição local de sedimentos.

6) Uma segunda possibilidade está relacionada à dinâmica das correntes marinhas profundas. Estudos sugerem a presença de uma massa d'água mais energética no talude inferior durante o Pleistoceno, o que poderia ter gerado a remobilização de sedimentos.

7) Em trabalhos futuros, novas análises sedimentológicas e mais correlações entre os testemunhos dessa região são necessários para testar essas hipóteses, além de análises isotópicas de oxigênio e datações para prover melhor resolução das idades de deposição dos sedimentos.

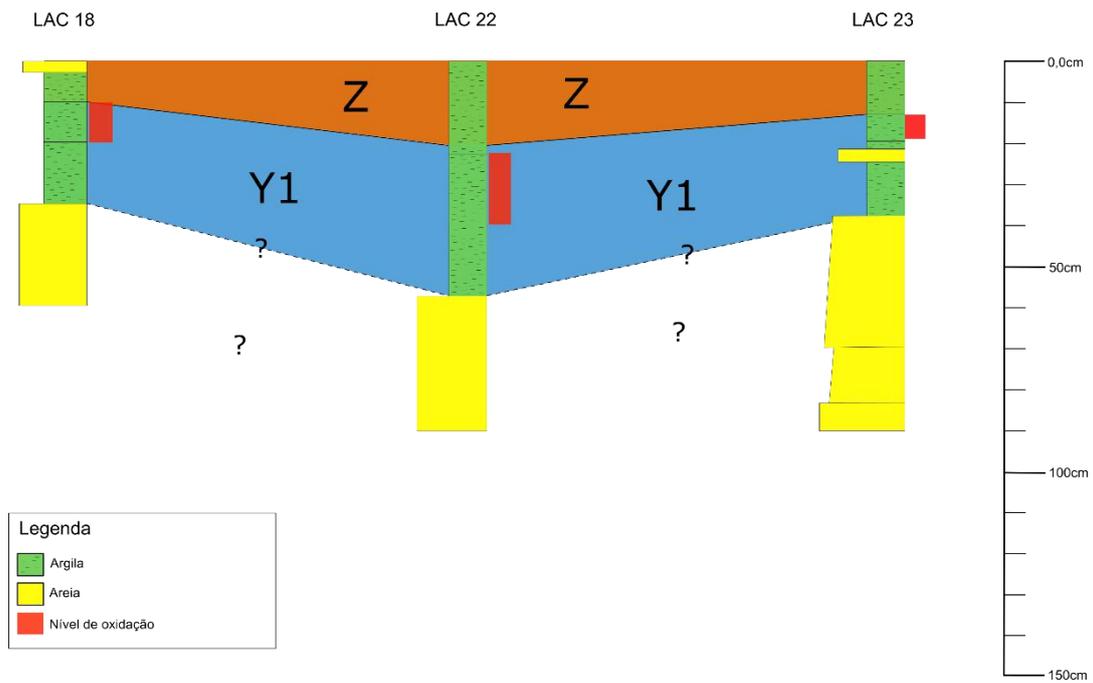


Figura 3.1\_ Correlação entre os testemunhos LAC 18, LAC 22 e LAC 23.

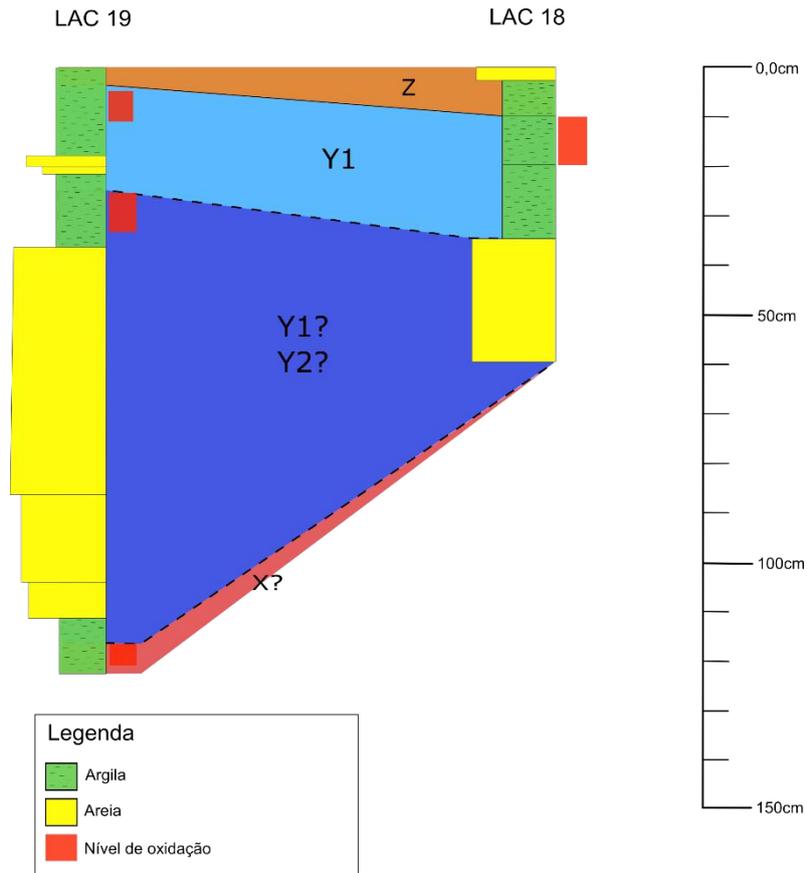


Figura 3.2\_ Correlação entre os testemunhos LAC 18 e LAC 19.

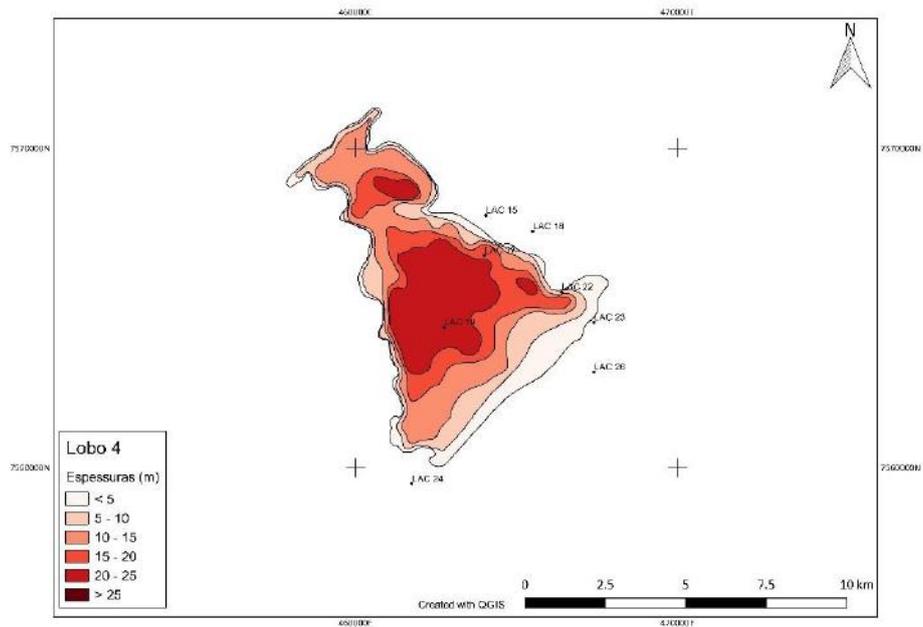


Figura 3.3\_ Isópacas de espessura do lobo 3 e a localização dos testemunhos mencionados no trabalho (modificado de Abreu, 2005).

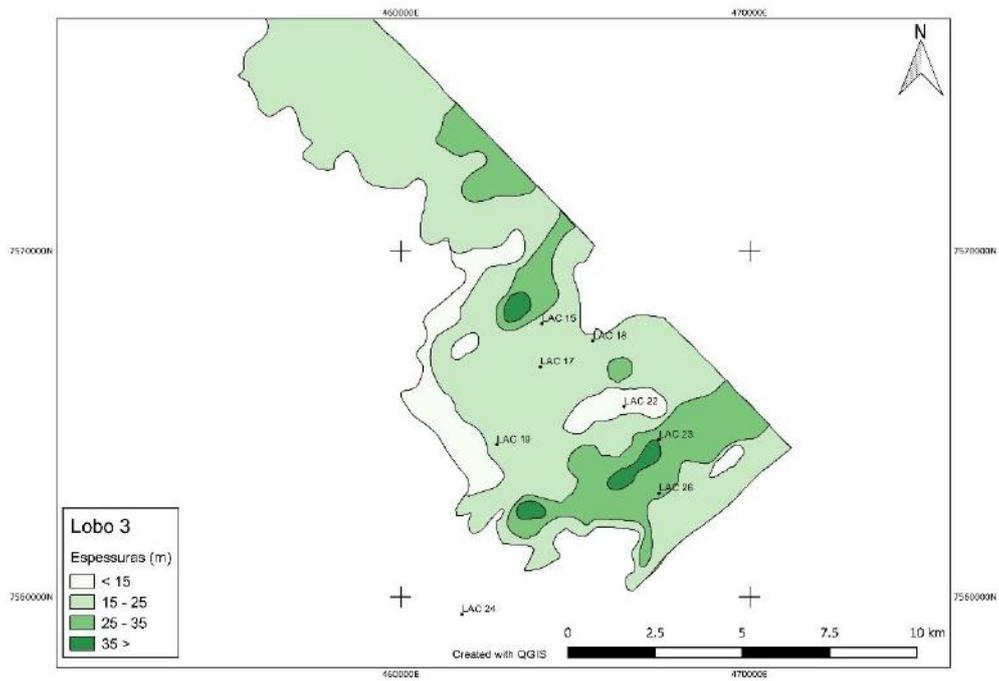


Figura 3.4\_ Isópacas de espessura do lobo 4 e a localização dos testemunhos mencionados no trabalho (modificado de Abreu, 2005).

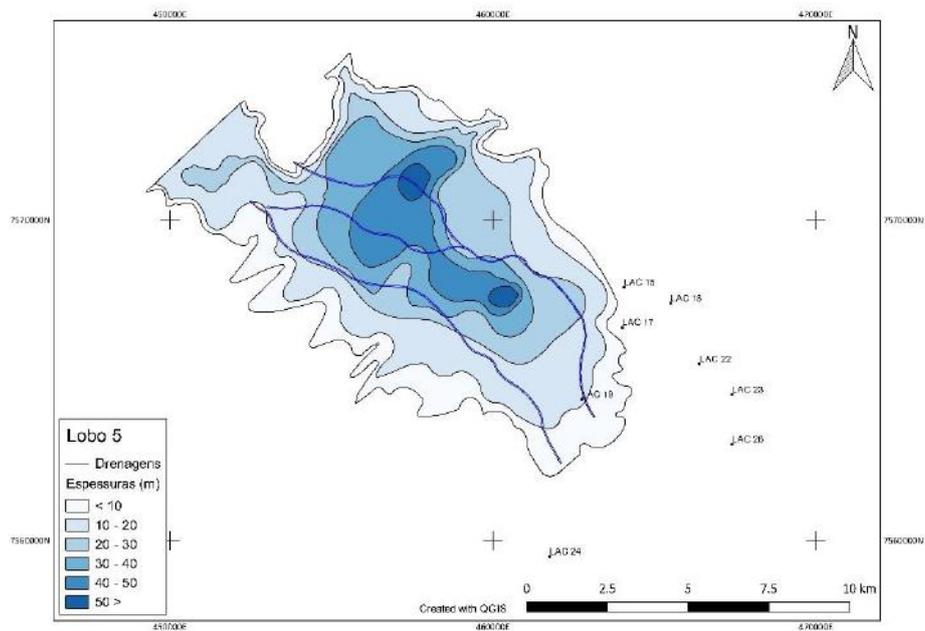


Figura 3.5\_ Isópacas de espessura do lobo 5 e a localização dos testemunhos mencionados no trabalho (modificado de Abreu, 2005).

### 3) 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.

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.

Boltovskoy, E. & Wright, R. (Eds.), 1976. *Recent Foraminifera*, Springer Netherlands. 515 p.

Ericson, D.B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Sciences*, **162**: 1227-1234.

Ferreira, F., Leipnitz, I.I., Vicalvi, M.A., Sanjinés, A.E. 2012. Zoneamento Paleoclimático do Quaternário da Bacia de Santos com base em foraminíferos planctônicos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15** (2): 173-188.

Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: a Phylogenic Atlas*. Hutchinson Ross Publishing Company. 265 p.

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. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **12** (2): 287-315.

Rangel, H.D; Martins, F.A.L; Esteves, F.R; Feijó, F.J. 1994. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **8**(1): 203-217.

Silva, P. L. & Borghi, L. F. A. 2013. Caracterização Faciológica dos Reservatórios e Depósitos Associados do Campo de Frade, Bacia de Campos, Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências; UFRJ*, **36** (2): 45-60.

Vicalvi, M.A., 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos, RJ-Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **11** (½): 132-165.

Vicalvi, M.A., 2013. Distribuição estratigráfica quantitativa de foraminíferos planctônicos no Quaternário da margem continental do Sudeste brasileiro. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 357-368.

Winter, W.R.; Jahnet, R.J. & França, A.B. 2007. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15** (2): 511-529.

**3 de junho de 2016 10:44**

Karol Duarte <karol.olduarte@gmail.com>

Para: revista.paleontologia@gmail.com

Cco: Daniela Brito <daniela\_ufrj@hotmail.com>, Aristóteles  
<rios.netto@geologia.ufrj.br>

Prezados(as) Editores(as) ,

Envio em anexo o artigo de título ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE QUATRO TESTEMUNHOS DO COMPLEXO DE LOBOS ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS, no arquivo de nome Duarte et al.docx, para submissão na Revista Brasileira de Paleontologia.

Obrigada pela atenção,

Karol de Oliveira Duarte.

**20 de julho de 2016 20:21**

Mitsuru Arai <mitsuru.arai@gmail.com>

Para: karol.olduarte@gmail.com, Aristoteles Rios-Netto  
<rios.netto@geologia.ufrj.br>, daniela\_ufrj@hotmail.com

Caros autores do trabalho "ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE QUATRO TESTEMUNHOS DO COMPLEXO DE LOBOS ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS":

O seu manuscrito foi avaliado por dois revisores, e a recomendação é de que seja publicado assim que forem incorporadas as correções/sugestões (V. anexos).

Vocês têm um prazo de dois meses para realizar os ajustes necessários, mas recomendo que tentem fazê-lo o mais rápido possível, pois assim garante a publicação em um dos próximos números da RBP.

Atenciosamente.

Mitsuru Arai

(editor adjunto da RBP - Revista Brasileira de Paleontologia)

#### 4) ARTIGO

## **ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE QUATRO TESTEMUNHOS DO COMPLEXO DE LOBOS ALMIRANTE CÂMARA, BACIA DE CAMPOS**

Karol de Oliveira Duarte; Aristóteles de Moraes Rios-Netto; Daniela Santos Machado Brito

Laboratório de Micropaleontologia Aplicada, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Av.  
Athos da Silveira Ramos, 274, sala J2-016, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ,  
CEP: 21941-916, Brasil.

E-mail: karol.olduarte@gmail.com; rios.netto@geologia.ufrj.br, daniela\_ufrj@hotmail.com

### RESUMO

O complexo de lobos Almirante Câmara está localizado na porção nordeste da Bacia de Campos, na margem continental sudeste do Brasil. Esse complexo é um excelente análogo à Formação Carapebus, onde estão as maiores reservas de hidrocarbonetos do pós-sal dessa bacia. O objetivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento desse complexo de lobos através da análise micropaleontológica com base em foraminíferos planctônicos de quatro testemunhos a pistão, visando estimar a idade de deposição dos pacotes arenosos e propor hipóteses para a diferença entre as biozonas encontradas e sua espessura esperada. Um total de 39 amostras foi coletada nos testemunhos, preparadas segundo a metodologia padrão para microfósseis calcários do Quaternário, e foi feita a identificação taxonômica de cerca de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos por amostra. Nos testemunhos LAC 18, LAC 22 e LAC 23

foram identificadas a Biozona Z e as subzonas Y1A e Y1B. No testemunho LAC 19 foram encontradas a Biozona Z, a Subzona Y1A, possivelmente a Subzona Y1B, e uma indicação da presença Biozona X na base do testemunho. A presença da Biozona X no testemunho LAC 19 não era esperada, pois este testemunho tem apenas 1,23m, e análises sísmicas realizadas por trabalhos anteriores indicam que, no local onde foi coletado, a espessura da Biozona Y deveria ser de 10 a 20m. Foram consideradas duas hipóteses para essa diferença. A primeira é a de erosão causada pela proximidade desse testemunho com um dos canais principais de deposição dos lobos. Outra possibilidade é a de erosão causada pela ação de correntes marinhas profundas de alta energia, especialmente durante o Último Máximo Glacial.

**Palavras-chave:** Bacia de Campos, foraminíferos, bioestratigrafia.

#### ABSTRACT

PLANKTIC FORAMINIFERA BIOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF FOUR CORES FROM THE ALMIRANTE CÂMARA LOBE COMPLEX, CAMPOS BASIN.

The Almirante Câmara lobe complex is located in the northeastern Campos Basin, at the southeastern Brazilian continental margin. This complex is an excellent analogue to the Carapebus Formation, where are the major hydrocarbons reserves from the post-salt interval of this basin. The objective of this work is to contribute to the existing knowledge of this lobe complex through micropaleontological analysis based on planktonic foraminifers from 4 piston cores, aiming to estimate the age of the sand beds deposition and to propose a hypothesis for the difference between the biozones present in each core and their expected thickness. A total of 39 samples were collected from the piston cores, prepared according to the standard methodology for quaternary calcareous

microfossils, and about 300 tests of planktonic foraminifers were taxonomically identified per sample. In the piston cores LAC 18, LAC 22 and LAC 23 were recognized the Biozone Z and the subzones Y1A and Y1B. In the piston core LAC 19 were identified the Biozone Z, the Subzone Y1 and an indication of the presence of the Biozone X at the base of the piston core. The presence of the Biozone X was not expected in the piston core LAC 19, since it is only 1,23m long, and seismic analysis done by previous works indicated that, at the site where it was collected, the thickness of the Biozone Y should be between 10 and 20m. Two hypothesis are considered for this difference. The first is erosion caused by the proximity of this piston core with one of the main deposition channels of the lobes. Other possibility is that of erosion caused by high-energy deep water currents, especially during the Last Glacial Maximum.

**Keywords:** Campos Basin, foraminifera, biostratigraphy.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de hidrocarbonetos em depósitos sedimentares de águas profundas é um tema especialmente relevante no Brasil, onde as principais reservas do pós-sal na margem continental brasileira ocorrem em turbiditos de águas profundas (Silva & Borghi, 2013). Nesse contexto, a Bacia de Campos se destaca como sendo responsável pela maior parte da produção nacional.

O complexo de lobos Almirante Câmara é bem documentado e um excelente análogo à Formação Carapebus, da Bacia de Campos. É formado por pacotes arenosos provenientes da plataforma, depositados na base do talude através do cânion Almirante Câmara, com intercalações de argila (Abreu, 2005).

Este trabalho visa contribuir para a melhor compreensão do complexo de lobos Almirante Câmara através de análises bioestratigráficas e correlações entre quatro testemunhos à pistão, obtidos por Abreu (2005), na porção distal do complexo. Biozonas definidas por foraminíferos planctônicos foram utilizadas para estimar as idades dos pacotes de areia nos testemunhos e são propostas hipóteses para a diferença entre o biozoneamento e a espessura dos lobos encontrados e a espessura prevista por trabalhos anteriores.

## ÁREA DE ESTUDO

A área investigada neste trabalho está localizada na Bacia de Campos, na margem continental sudeste brasileira. Essa bacia estende-se aproximadamente entre os paralelos 21° e 23,5°, sendo seu limite com a Bacia do Espírito Santo, ao norte, dado pelo Alto de Vitória, e o limite com a Bacia de Santos, ao sul, pelo Alto de Cabo Frio (Rangel *et al.*, 1994) (Figura 5.1).

Os testemunhos a pistão utilizados no presente estudo foram coletados na região do Sistema Almirante Câmara, na porção nordeste da Bacia de Campos (Figura 5.1). Segundo Abreu (2005), o Sistema Almirante Câmara é um conjunto de elementos deposicionais constituído 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 Almirante Câmara - o que mais adentra a plataforma - é um dos cânions ativos desde o Oligoceno, e a deposição dos lobos ocorreu do Pleistoceno até o Holoceno (Abreu, 2005).

O complexo de lobos de Almirante Câmara está localizado no talude inferior, sob lâmina de água que varia de 2200m a 2400m de profundidade, tem orientação noroeste-sudeste, gradiente de aproximadamente 0,5°, e é constituído por um conjunto de cinco

lobos individuais, justapostos lateral e longitudinalmente (Abreu, 2005). Esse autor identifica os lobos de 1 a 5, do mais antigo para o mais novo, além de duas unidades denominadas de Caótico 1 e Caótico 2, e um pacote correspondente a um evento deposicional tardio denominado Último Evento.

Segundo Abreu (2005), a evolução do complexo de lobos se deu na seguinte ordem: (a) a evolução se inicia com a deposição do lobo 1 sobre os depósitos denominados caótico 1, provavelmente por um complexo de canais mais antigos; (b) os lobos 2 e 3 se depositaram a seguir, possivelmente em uma situação de topografia do fundo do mar mais aplainada, e se estendem além da área analisada; (c) deslizamentos na área de talude adjacente e perturbações nos lobos 2 e 3 geraram o pacote caótico 2; (d) em seguida foram depositados o lobo 4, o menor e em posição mais distal, e o lobo 5, o mais recente e mais espesso, e cuja deposição se deu por três canais principais.



Figura 5.1\_ Mapa de localização da área de estudo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram analisadas 39 amostras obtidas de quatro testemunhos a pistão coletados em 2001 no Sistema Almirante Câmara (Bacia de Campos) por equipe chefiada pelo professor Jorge Carlos Abreu, então docente do Departamento de Geologia/IGEO/UFRJ, no âmbito da sua pesquisa de doutorado. A descrição litológica utilizada neste trabalho também foi aquela realizada pela equipe do professor Jorge Carlos Abreu. Os testemunhos a pistão utilizados neste trabalho foram o LAC 18, de 60cm de comprimento, os testemunhos LAC 22 e LAC 23, ambos com cerca de 88cm, e o LAC 19, de 123cm de comprimento.

Foram analisadas nove amostras no testemunho LAC 18, onze no testemunho LAC 22, doze amostras no testemunho LAC 23, e sete amostras no testemunho LAC 19 foram reinterpretadas. As amostras, cada uma com cerca de 10 gramas, correspondem a 2cm de espessura de sedimento, e foram coletadas em intervalos não regulares, seguindo critérios litológicos e bioestratigráficos (Tabela 5.1).

LAC 18		LAC 19		LAC 22		LAC 23	
ID da amostra	Intervalo (cm)						
LM-13/399	0 - 2	LM-10/077	1 - 3	LM-13/038	0,25-2,25	LM-13/408	0 - 2
LM-13/400	4 - 6	LM-10/078	6 - 8	LM-13/039	7,4-9,4	LM-13/409	4 - 6
LM-13/401	9 - 11	LM-10/079	21 - 23	LM-13/040	13,7-15,7	LM-13/410	7 - 9
LM-13/402	11 - 13	LM-10/080	23 - 25	LM-13/398	17,0-19,0	LM-13/411	9 - 11
LM-13/403	13 - 15	LM-10/081	73 - 75	LM-13/041	20,5-22,5	LM-13/412	12 - 14
LM-13/404	15 - 17	LM-10/082	105 - 107	LM-13/042	22,5-24,5	LM-13/413	14 - 16
LM-13/405	18 - 20	LM-10/083	117 - 119	LM-13/043	28,5-30,5	LM-13/414	16 - 18
LM-13/406	22 - 24			LM-13/044	38,0-40,0	LM-13/415	22 - 24
LM-13/407	26 - 28			LM-13/045	40,0-42,0	LM-13/416	26 - 28
				LM-13/046	48,0-50,0	LM-13/417	30 - 32
				LM-13/047	53,2-55,2	LM-13/418	33 - 35
						LM-13/419	60 - 62

Tabela 5.1\_ Relação de amostras para os testemunhos estudados neste trabalho.

A preparação das amostras foi realizada no Laboratório de Preparação de Microfósseis/Departamento de Geologia/UFRJ, seguindo a metodologia padrão para microfósseis calcários do Quaternário, descrita por Boltovskoy & Wright (1976). A etapa de análise micropaleontológica foi realizada no Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (LabMicro)/ Departamento de Geologia/UFRJ, utilizando estereomicroscópios com aumento de 6 a 120x. As amostras foram quarteadas até uma fração que visualmente aparentasse ter pelo menos 300 carapaças, e peneiradas a seco com malhas de 0,125mm e 0,250mm. A contagem de cerca de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos e a identificação taxonômica foi feita separadamente em cada uma das duas frações de tamanho. A quantidade de 300 carapaças por fração foi adotada com base nos estudos estatísticos de amostragem e representatividade com foraminíferos de Dennison & Hay (1967) e Fatela & Taborda (2002). Os cálculos de porcentagem levaram em consideração a microfauna de foraminíferos total (diâmetro > 0,125mm) e a quantidade de foraminíferos com diâmetro > 0,250mm.

As referências para a identificação e classificação taxonômica foram Kennet & Srinivasan (1983) e Bolli & Saunders (1985). As referências para o biozoneamento foram os trabalhos de Ericson & Wollin (1968) e Vicalvi (1997, 2013).

As biozonas X e Z são caracterizados por altos valores do plexo menardiforme, pois marcam intervalos interglaciais. A Biozona Y, que marca um período glacial, apresenta maior frequência de *Globorotalia truncatulinoides*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia crassaformis*, espécies indicadoras de águas frias. O limite entre as biozonas Y e Z, e o limite Pleistoceno/Holoceno, ocorre a 11700 anos AP (Cohen *et al.*, 2015).

A subzona Y1 considerada nesse estudo é aquela definida por Vicalvi (1997), e redefinida em subzonas Y1A e Y1B por Vicalvi (2013). A Subzona Y1B é caracterizada pela ausência ou raridade dos plexos menardiforme e *Pulleniatina*, enquanto na Subzona

Y1A é onde ocorre o reaparecimento do plexo *Pulleniatina* e um pico de *Globorotalia truncatulinoides* próximo ao limite Pleistoceno/Holoceno (Vicalvi, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dessa seção serão utilizadas as abreviaturas:

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

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

G inf total = porcentagem de carapaças de *Globorotalia inflata* por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,125\text{mm}$ .

G trunc total = porcentagem de carapaças de *Globorotalia truncatulinoides* por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,125\text{mm}$ .

G crass total = porcentagem de carapaças de *Globorotalia crassaformis* por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,125\text{mm}$ .

N dut  $>250$  = porcentagem de carapaças de *Neogloboquadrina dutertrei* por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,250\text{mm}$ .

N dut total = porcentagem de carapaças de *Neogloboquadrina dutertrei* por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,125\text{mm}$ .

px men  $>250$  = porcentagem de carapaças do plexo menardiforme por grama de sedimento, na fração com diâmetro  $> 0,250\text{mm}$ .

px men total = porcentagem de carapaças do plexo menardiforme por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 0,125mm.

% foram pk = porcentagem de foraminíferos planctônicos em relação ao total de foraminíferos.

### **Testemunho LAC 18**

O testemunho tem 60 centímetros de comprimento e foi coletado sob lâmina d'água entre 2300 e 2400 metros, no lobo 3, segundo Abreu (2005). É composto por camadas de argila acinzentada e com bioturbações intercaladas com uma camada de 6cm no topo e um pacote de 24cm na base de areia fina. Há um intervalo de argila avermelhado por oxidação de cerca de 8cm e próximo ao topo do testemunho.

Pela análise dos microfósseis de foraminíferos planctônicos das amostras coletadas desse testemunho foram identificados dois intervalos bioestratigráficos (Figura 5.2). O primeiro intervalo, da amostra 0-2cm até 4-6cm, é caracterizado pelas altas porcentagens do plexo menardiforme e baixas porcentagens de espécies indicadoras de águas frias (*Globorotalia inflata*, *Globorotalia crassaformis*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Neogloboquadrina dutertrei*). Esse intervalo é correlacionável à Biozona Z de Ericson & Wollin (1968), de idade holocênica. Não foram reconhecidos subintervalos nessa biozona.

O segundo intervalo é representado pelas amostras 9-11cm a 26-28cm, e é caracterizado pelas baixas porcentagens ou ausência do plexo menardiforme. *Globorotalia inflata*, *G. crassaformis* e *G. truncatulinoides*, espécies típicas de águas frias, apresentam porcentagens significativas. Neste intervalo também ocorrem os menores valores de NF 125 (734) e EP 125 (19) e a menor porcentagem de carapaças de

foraminíferos planctônicos (89,1%). O plexo *Pulleniatina* se torna mais frequente em direção ao topo do intervalo. Esse aumento, identificado a partir da amostra 22-24cm, foi interpretado como correspondente ao *datum* do último retorno da *Pulleniatina*, que ocorre em cerca de 16.000 – 15.000 anos A.P. na Bacia de Campos (Bé *et al.*, 1976). A partir dessa descrição, o intervalo entre as amostras 22-24cm a 9-11cm foi correlacionado à Subzona Y1A (Vicalvi, 2013), e a amostra 26-28cm, pela ausência do plexo *Pulleniatina*, foi correlacionada à Subzona Y1B (Vicalvi, 2013), do Pleistoceno Final.

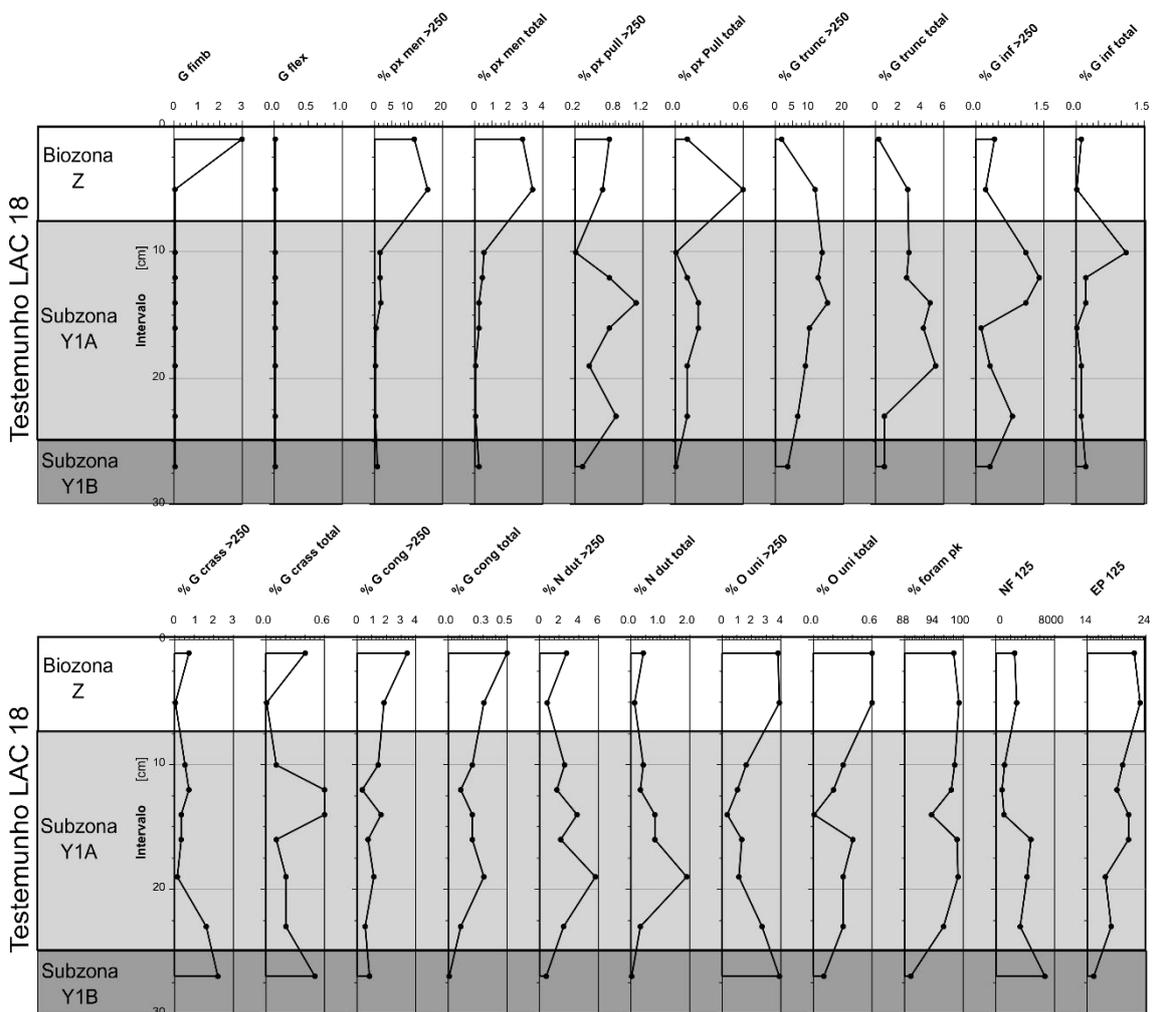


Figura 5.2\_ Biozoneamento do testemunho LAC 18 (os dados representam apenas o intervalo amostrado, e não o tamanho total do testemunho). Gráfico feito utilizando o programa Panplot 2.

## Testemunho LAC 22

Esse testemunho tem 88 centímetros, foi coletado entre 2300 e 2400 metros profundidade e está localizado no que Abreu (2005) denominou de lobo 4. É formado por lama argilosa laranja amarelada, bioturbada e com um intervalo oxidado de aproximadamente 15cm, e por um pacote de 33cm de areia fina na base.

Dois intervalos bioestratigráficos são distinguíveis pela análise de foraminíferos planctônicos (Figura 5.3). Entre as amostras 0,25-2,25cm e 17-19cm foi reconhecido o segundo intervalo, que possui altas porcentagens do plexo menardiforme, indicadores de águas mais quentes, e baixas porcentagens de espécies indicadores de águas frias, sendo considerado como pertencente à Biozona Z de Ericson & Wollin (1968), do Holoceno. Não foram reconhecidos subintervalos.

O segundo intervalo ocorre entre as amostras 20,5-22,5cm e 53,2-55,2cm e caracteriza-se pelas baixas porcentagens do plexo menardiforme e altas porcentagens de *Globorotalia crassaformis* e *G. truncatulinoides*. O último retorno da *Pulleniatina* foi reconhecido na amostra 40,0-42,0cm. As porcentagens de *G. truncatulinoides* apresentam um pico entre as amostras 40,0-42,0cm e 20,5-22,5cm, que segundo Vicalvi (2013) ocorre na Subzona Y1A. Assim sendo, esse intervalo foi correlacionado à Biozona Y de Ericson & Wollin (1968), além de reconhecida a Subzona Y1A da amostra 40-42cm até 20,5-22,5cm, e a Subzona Y1B da amostra 53,2-55,2 até 48-50cm.

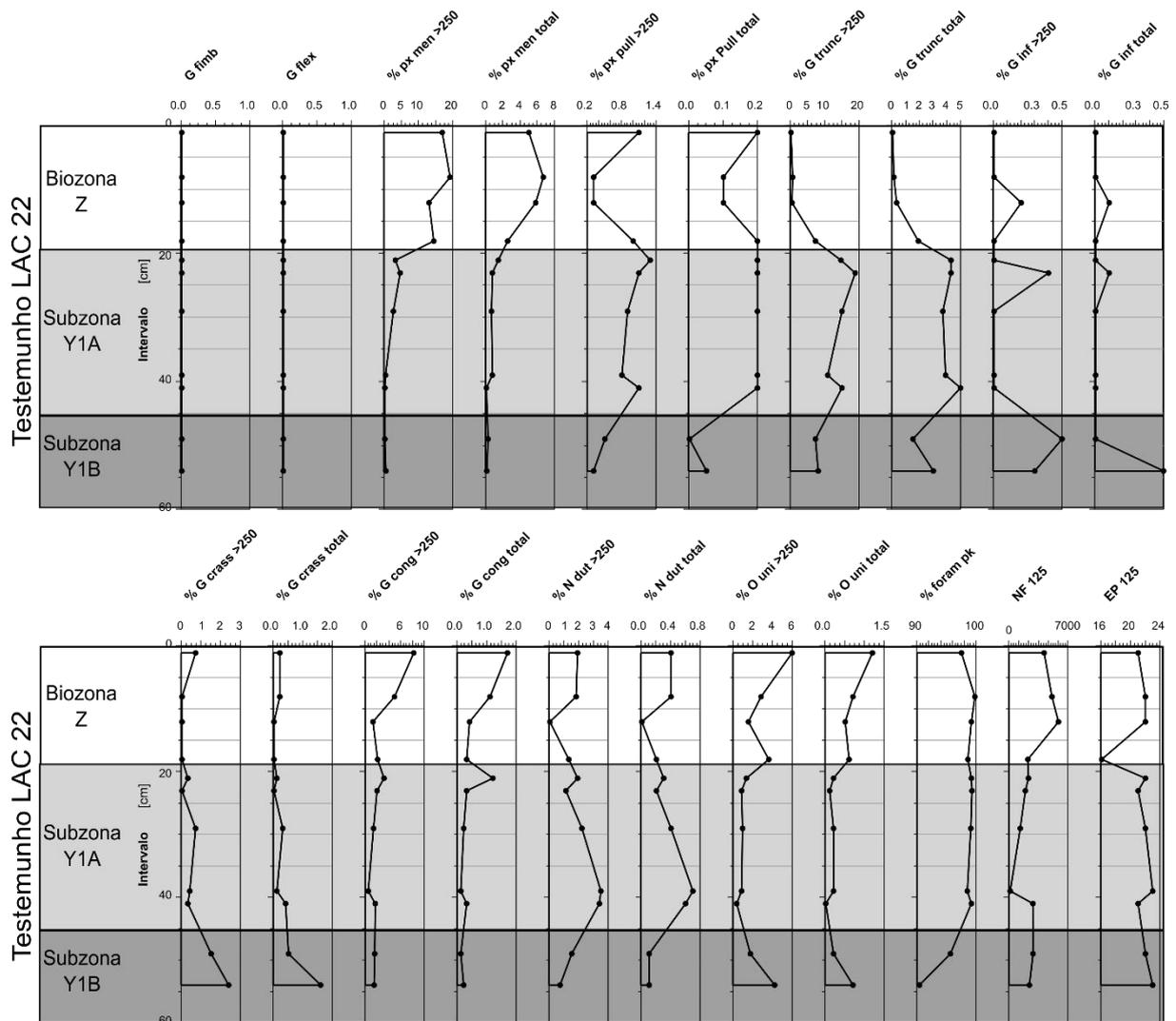


Figura 5.3\_ Biozoneamento do testemunho LAC 22 (os dados representam apenas o intervalo amostrado, e não o tamanho total do testemunho). Gráfico feito utilizando o programa Panplot 2.

### Testemunho LAC 23

Esse testemunho de 88 centímetros foi coletado no lobo 3 (Abreu, 2005) sob lâmina d'água entre 2300 e 2400 metros, e é composto por lama argilosa marrom amarelada no topo e areia fina na base do testemunho. A argila apresenta bioturbações e um nível avermelhado (oxidação) de cerca de 5cm.

A interpretação da fauna de foraminíferos das 12 amostras coletadas desse testemunho levou ao reconhecimento de dois intervalos bioestratigráficos (Figura 5.4). O

intervalo superior, das amostras 0-2cm até 9-11cm, é reconhecido pelas altas porcentagens do plexo menardiforme e baixas quantidades de *G. crassaformis*, *G. truncatulinoides* e *N. dutertrei*. *Globorotalia inflata* é ausente no intervalo. Essas características permitem correlacionar esse intervalo à Biozona Z de Ericson & Wollin (1968), pertencente ao Holoceno.

O intervalo mais basal, representado pelas amostras 33-35cm até 12-14cm, foi identificado como sendo correlacionável à Biozona Y de Ericson & Wollin (1968), do Pleistoceno Final, devido às altas porcentagens de *Globorotalia inflata*, *G. crassaformis*, *G. truncatulinoides* e *Neogloboquadrina dutertrei* e baixas porcentagens do plexo menardiforme. Outra característica desse intervalo são os baixos valores de NF 125 e de porcentagem de foraminíferos planctônicos, sendo os menores valores 92,3% e 86,6%, respectivamente. A passagem da completa ausência do plexo *Pulleniatina* nas amostras mais basais (até 30-32cm) para a presença desse plexo em todas as amostras superiores (a partir de 26-28cm) foi interpretada como o *datum* do último retorno da *Pulleniatina*. O aumento nas porcentagens de *G. truncatulinoides* entre as amostras 22-24cm e 12-14cm foi entendido como o pico de *G. truncatulinoides* que ocorre na Subzona Y1A, reconhecido por Vicalvi (2013). Assim, a Biozona Y foi subdividida em Subzona Y1A, da amostra 26-28cm até 12-14cm, e Subzona Y1B nas amostras 33-35cm e 30-32cm.

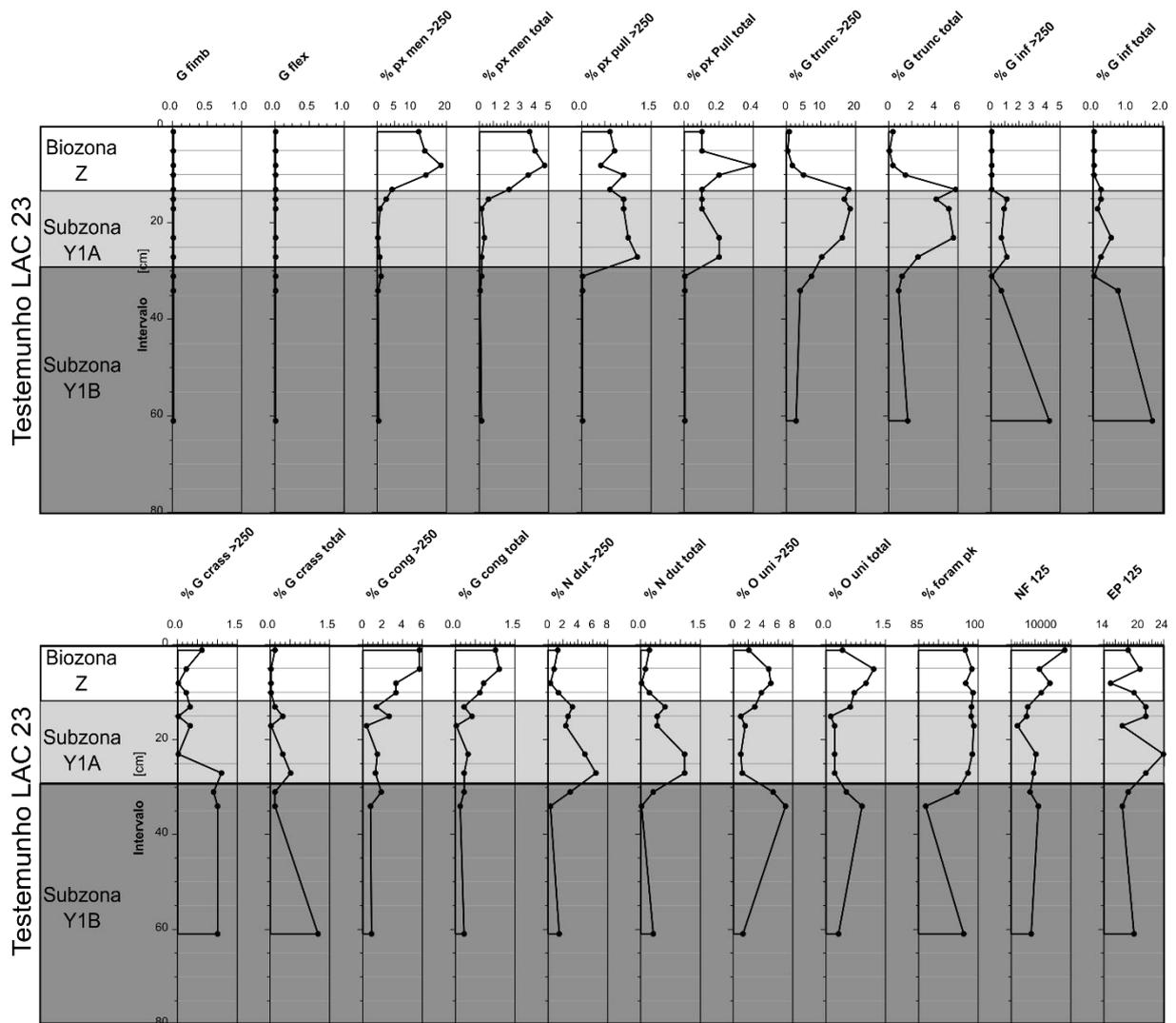


Figura 5.4\_ Biozoneamento do testemunho LAC 23 (os dados representam apenas o intervalo amostrado, e não o tamanho total do testemunho). Gráfico feito utilizando o programa Panplot 2.

### Testemunho LAC 19

O testemunho LAC 19 tem 123 centímetros e foi coletado sobre o lobo 5. É formado por argila com intercalação de níveis de areia fina no topo, pacotes de areia fina a média com 75cm no total, e argila na base. Segundo a descrição litológica da equipe do professor Jorge Carlos Abreu (2005), há três intervalos de oxidação no testemunho, mas o intervalo mais próximo ao topo é o mais avermelhado e visível.

Sete amostras foram analisadas nesse testemunho, duas coletadas nos pacotes de areia e cinco em argila, sendo identificadas 3 biozonas (Figura 5.5). As porcentagens do plexo menardiforme mudam bastante ao longo do testemunho, começando relativamente altas na amostra mais próxima da base, diminuindo em direção ao meio do testemunho, e aumentando novamente no topo.

A amostra de 1-3 cm foi considerada como pertencente à Biozona Z, pelos altos valores do plexo menardiforme (22,7% e 7,6%, >250 µm e total, respectivamente) e porcentagem de foraminíferos planctônicos.

O intervalo representado pelas amostras 6-8 cm até 23-25 cm contém o plexo *Pulleniatina*, porém o plexo menardiforme é ausente ou raro, e está em aparente continuidade estratigráfica com a Biozona Z, imediatamente acima; por isso, esse intervalo foi considerado como tendo sido depositado após o *datum* de último retorno de *Pulleniatina* (15 000 a 16 000 anos), e portanto pertencendo à Subzona Y1A. Além disso, o pico no valor de *Globorotalia truncatulinoides* e o intervalo oxidado bem avermelhado no topo deste intervalo estão de acordo com Vicalvi (2013) para esta subzona. O intervalo representado pelas amostras 73-75cm e 105-107cm, coletadas em areia, foi considerado como Biozona Y, pelos baixos valores do plexo menardiforme (0,6 % px men total para ambas as amostras) e altos valores de espécies indicadoras de temperaturas frias (1,3 e 0,8% G inf total; 1,9 e 0,6% G trunc total; 1,9 e 1,7% N dut >250, respectivamente), mas não foi possível determinar uma subzona.

A amostra mais basal, 117-119cm, apresenta altos valores de plexo menardiforme (18,4% px men >250; 6,1% px men total), alto valor de porcentagem de foraminíferos planctônicos (93,9% foram pk), e baixos valores de espécies indicadoras de águas frias, com única exceção de *Globigerinoides conglobatus* (0,5% G trunc total; 0% G inf total; 0% G crass total; 0,1% N dut total), sugerindo que pertença a Biozona X de Ericson &

Wollin (1968), do último interglacial. Entretanto, não foi possível confirmar esse resultado devido à falta de amostras e ao tamanho do testemunho (Figura 5.5).

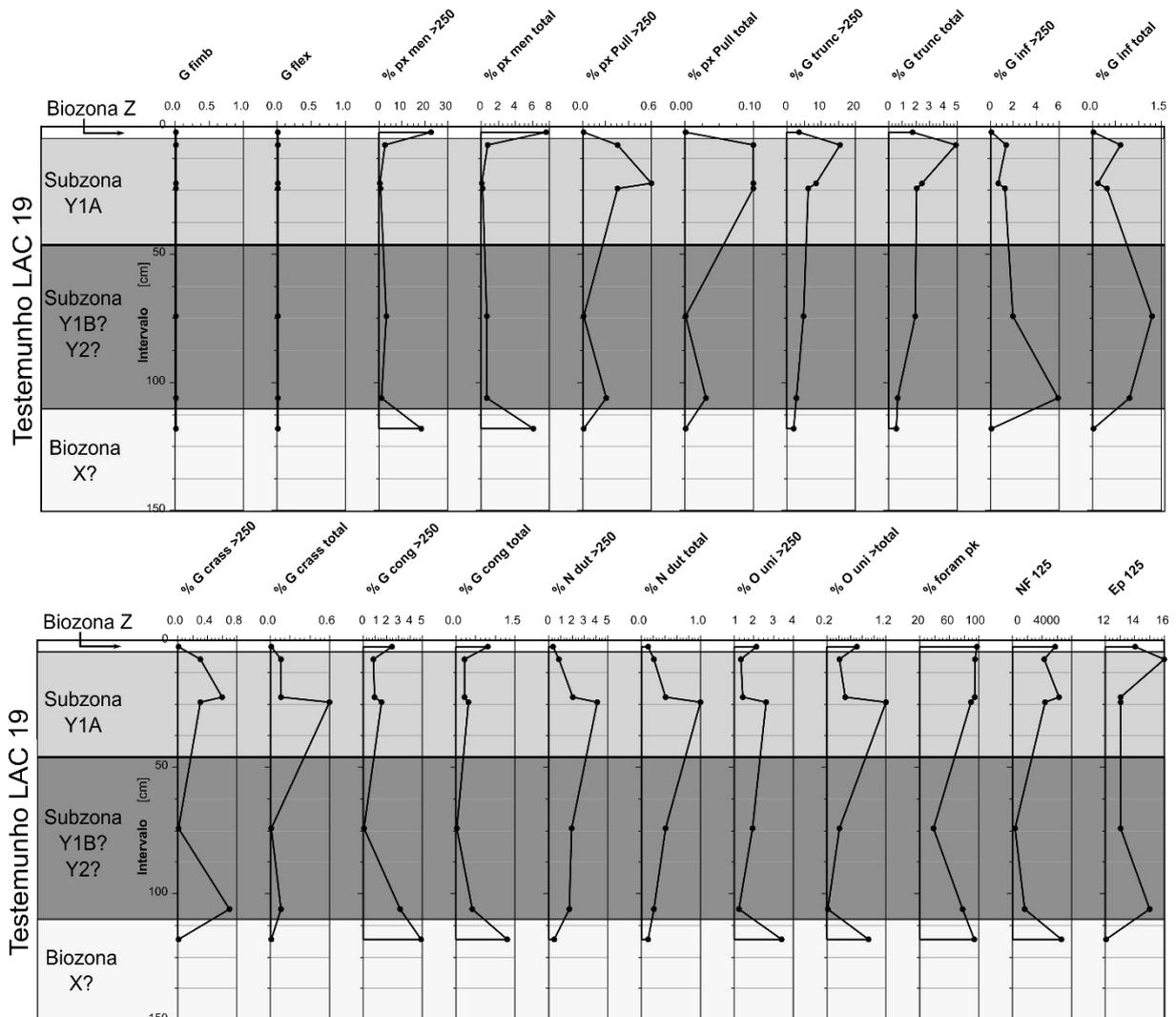


Figura 5.5\_ Biozoneamento do testemunho LAC 19 (os dados representam apenas o intervalo amostrado, e não o tamanho total do testemunho). Gráfico feito utilizando o programa Panplot 2

### Correlação entre os testemunhos 18, 22 e 23

Nos três testemunhos analisados foram encontradas as biozonas Z (Holoceno) e Y (Pleistoceno). A Biozona Z ocorre sobrejacente ao intervalo oxidado nos três testemunhos, como também ocorre em outros testemunhos desta área previamente estudados. O intervalo oxidado e as argilas abaixo deste pertencem à Biozona Y de

Ericson e Wollin (1968), Subzona Y1A de Vicalvi (2013), indicando que foram depositados no final do Pleistoceno, acima do nível do último retorno da *Pulleniatina*. Nos três testemunhos também ocorre um pequeno intervalo logo acima dos pacotes de areia que é reconhecido como Subzona Y1B. Não é possível dizer com certeza à qual biozona pertencem os pacotes de areia na base desses testemunhos, pois não foram coletadas amostras em areia e não há camadas de argila para serem usadas na análise bioestratigráfica abaixo desses pacotes. Entretanto, considerando a posição dos testemunhos nos lobos de Abreu (2005), esses pacotes de areia devem pertencer à Biozona Y.

### **Correlação entre os testemunhos 18 e 19**

A Biozona Z e a Biozona Y/Subzona Y1A foram encontradas em ambos os testemunhos, e uma indicação da Subzona Y1B no testemunho LAC 18. A Biozona Z ocorre logo acima do intervalo oxidado nos dois testemunhos, sendo um pouco mais espessa no LAC 18. Os maiores pacotes de areia desses testemunhos foram considerados como Biozona Y, mas não foi possível determinar a que subzona pertencem: no testemunho LAC 18, não há um intervalo de argila abaixo do pacote arenoso; quanto ao testemunho LAC 19, um pequeno intervalo de argila está presente abaixo da areia, porém a única amostra coletada nessa argila (117 a 119cm) já contém uma associação que sugere pertencer à Biozona X, como será visto a seguir.

## A Biozona X no testemunho LAC 19

Mapas de isópacas dos lobos, elaborados por Abreu (2005) a partir de análises sísmicas, foram utilizados para estimar a espessura esperada de cada lobo nos locais dos testemunhos. Além disso, o trabalho de Alves (2013) foi utilizado para se estimar os intervalos bioestratigráficos em que cada lobo foi depositado (Figura 5.6).

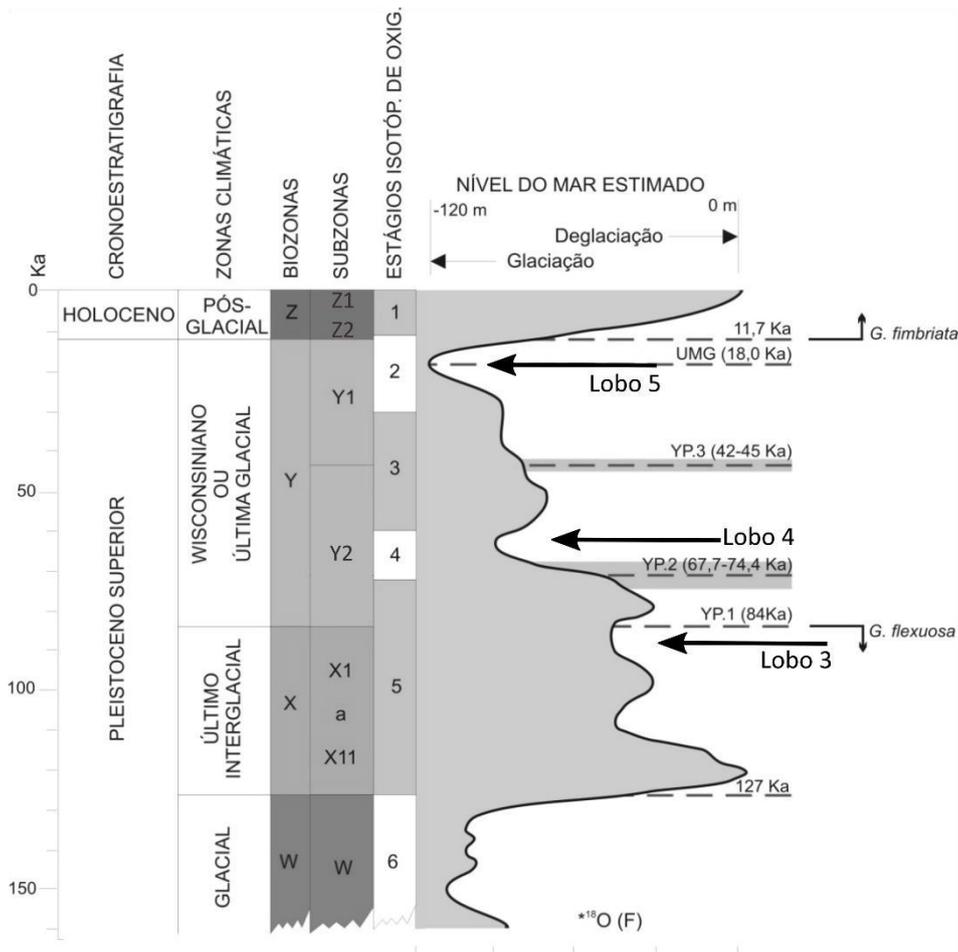


Figura 5.6\_ Diagrama mostrando a correlação entre o Quaternário superior, as zonas climáticas, as biozonas W, X, Y e Z de Ericson & Wollin (1968), as subzonas de Vicalvi (1997), os estágios isotópicos de oxigênio de Emiliani (1955 e 1966) e as flutuações glácio-eustáticas do nível do mar. As faixas de cor representam os intervalos de confiança das datações. YP.1, YP.2 e YP.3 são os biohorizontes de desaparecimento do plexo Pulleniatina (Modificado de Alves, 2013).

Os testemunhos LAC 18 e 23 foram coletados sobre o lobo 3, onde este deveria ter espessura de cerca de 15 a 25 metros, enquanto o testemunho LAC 22 foi coletado em

local onde deveria haver 5 a 10 metros de espessura do lobo 4. Esses testemunhos estão de acordo com a sísmica de Abreu (2005). Ainda segundo essas estimativas, o testemunho LAC 19 foi coletado em uma região que deveria ter 10 a 20 metros de espessura do lobo 5, e cerca de 20-25m de espessura do lobo 4. No entanto, a Biozona X, que compreende o lobo 3 (Alves, 2013), foi encontrada na base desse testemunho, à apenas 120cm de profundidade.

A biozona X foi encontrada em outros quatro testemunhos estudados anteriormente: LAC 24 (Antunes, 2009), LAC 26 (Alves, 2013) e LAC 15 e LAC 17 (Varella-Simões, 2014).

Nos testemunhos LAC 24 e 26, coletados numa porção mais distal do complexo Almirante Câmara em relação ao testemunho LAC 19, a Biozona X ocorre a cerca de 270cm no LAC 24, e a cerca de 330cm de profundidade no LAC 26. Em ambos, essa biozona corresponde ao Caótico 2, unidade sobre o qual esses testemunhos foram coletados. A cobertura sedimentar acima da Biozona X corresponde a porções finas dos lobos 4 e 5, e à sedimentação atual. A profundidade da Biozona X em todos esses testemunhos está de acordo com o lobo sobre o qual foram coletados e com as estimativas de Abreu (2005).

Os testemunhos LAC 15 e LAC 17 foram analisados por Varella-Simões (2014). O testemunho LAC 15 tem 115cm de comprimento, foi coletado sobre o lobo 3, e a Biozona X é encontrada a cerca de 105cm, também de acordo com as estimativas de espessura dos lobos.

O testemunho LAC 17, entretanto, é similar ao testemunho LAC 19. Esse testemunho tem comprimento total de 297cm e a Biozona X foi encontrada a 284cm. Porém esse testemunho foi coletado em um local onde, segundo a sísmica de Abreu

(2005), deveria haver 15 a 20m de sedimentos pertencentes ao lobo 4. As hipóteses levantadas por Varella-Simões (2014) para essa diferença foram (a) a erosão de parte dos sedimentos subjacentes, ou (b) por incerteza intrínseca da interpretação sísmica.

A principal hipótese levantada neste trabalho para a presença da Biozona X em um testemunho do tamanho do LAC 19 é uma erosão ou não deposição.

Segundo as análises sísmicas de Abreu (2005), o testemunho LAC 19 encontra-se bem próximo a um dos canais principais de deposição do lobo 5. A presença desse canal poderia ter causado erosão suficiente, ou não permitido a deposição de sedimentos localmente, para que a Biozona X pudesse ser atingida por um testemunho desse comprimento.

Outra possibilidade seria a erosão causada pela ação de correntes marinhas profundas. O talude da Bacia de Campos é influenciado por três massas d'água: (a) a Água Intermediária Antártica (AAIW), que ocorre entre as isóbatas de 550m e 1200m; (b) a Água Circumpolar Profunda (CPDW), uma massa de água fina; (c) a Água Profunda do Atlântico Norte (NADW), uma grande massa de água entre 1200m e 3500m, profundidade onde foram coletados os testemunhos; e (d) a Água Antártica de Fundo (AABW), que ocorre somente em profundidade maiores que 4000m (Viana et al., 1998). Segundo Viana *et al.* (1998), a crosta ferruginosa presente no topo dos testemunhos foi formada no Pleistoceno Final por uma massa d'água com características similares à moderna AAIW (moderada a alta energia, alto conteúdo de oxigênio dissolvido, salinidade de aproximadamente 34,2‰), ao invés da NADW (Viana, 1998; Viana *et al.*, 1998). Isso sugere que a crosta ferruginosa foi formada quando a AAIW fluía a maiores profundidades, durante o último máximo glacial (Viana *et al.*, 1998). A atuação dessa massa d'água mais energética no talude inferior durante o Pleistoceno poderia ter gerado erosão e remobilização dos sedimentos.

Novos estudos que incluam análises sedimentológicas e mais correlações entre os testemunhos dessa região, além de análises isotópicas de oxigênio e datação são necessários para testar essas hipóteses, além de prover melhor resolução para a idade de deposição dos pacotes de areia.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram encontradas as biozonas Z e Y de Ericson e Wollin (1968), e as subzonas Y1A e Y1B de Vicalvi (2013) nos testemunhos LAC 18, LAC 22 e LAC 23. No LAC 19, além dessas biozonas, também foi encontrada a Biozona X de Ericson e Wollin (1968), um resultado que diverge das estimativas de espessura de lobos de Abreu (2005).

Não foi possível ter certeza da correlação entre o biozoneamento utilizado e a deposição dos pacotes arenosos desses testemunhos, porém o mais provável é que pertençam à Biozona Y, depositados durante a formação do lobo 4.

Duas hipóteses foram levantadas para a presença da Biozona X no testemunho LAC 19. É possível que a proximidade com um dos canais tenha localmente limitado a deposição sedimentar ou causado erosão; ou deslocamento da Água Intermediária Antártica (AAIW) para maiores profundidades durante o último máximo glacial poderia ter causado erosão e remobilização dos sedimentos.

São necessários novos estudos que incluam análises sedimentológicas, mais correlações entre os testemunhos da região, datações radiométricas e análises isotópicas de oxigênio para testar essas hipóteses e obter uma idade mais precisa da deposição das areias.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Carlos Jorge Abreu, pela concessão de testemunhos e dados litológicos. Ao projeto “Estratigrafia de Alta Resolução das Bacias de Campos e Santos, Aplicando Métodos Bioestratigráficos (Projeto #34), financiado pela empresa Chevron Brasil *Upstream* Frade Ltda., com recursos a serem aplicados em instituições de pesquisa e desenvolvimento acreditadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – P&D/ANP (acordo de cooperação técnica Fundação Coppetec – IGEO # 16.301), pela bolsa de iniciação científica.

## 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.

Alves, T.D. 2013. A Porção Distal do Complexo de Lobos Almirante Câmara, Bacia de Campos: Bioestratigrafia e Evolução no Final do Quaternário, com Base em Foraminíferos Planctônicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Trabalho de Conclusão de Curso, 30 p.

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.

Bé, A. W. H., Damuth, J. E., Lott, L., Free, R., 1976. Late Quaternary climatic record in Western Equatorial Atlantic sediments. *In: Investigations of Late Quaternary*

*Paleoceanography and Paleoclimatology*. Boulder, Geological Society of America, p. 162-200 (GSA-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.). *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 156-262.

Boltovskoy, E. & Wright, R. (Eds.), 1976. *Recent Foraminifera*, Springer Netherlands. 515 p.

Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated in 2015) *The ICS International Chronostratigraphic Chart*. Episodes 36: 199-204. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2015-01.pdf>

Dennison, J.M. & Hay, W.W. 1967. Estimating the needed sampling area for subaquatic ecologic studies. *Journal of Paleontology*, **41** (3): 706-708.

Emiliani, C. 1955. Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, 63 (6): 538-578.

Emiliani, C. 1966. Paleotemperature analysis of the Caribbean cores P6304-8 and P6304-9, and a generalized temperature curve for the past 425,000 years. *Journal of Geology*, 74 (2): 109-126.

Ericson, D.B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Sciences*, **162**: 1227-1234.

Fatela, F. & Taborda, R. 2002 Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*, **45**: 169-174.

Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: a Phylogenic Atlas*. Hutchinson Ross Publishing Company. 265 p.

Rangel, H.D; Martins, F.A.L; Esteves, F.R; Feijó, F.J. 1994. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **8**(1): 203-217.

Silva, P. L. & Borghi, L. F. A. 2013. Caracterização Faciológica dos Reservatórios e Depósitos Associados do Campo de Frade, Bacia de Campos, Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências; UFRJ*, **36** (2): 45-60.

Varella-Simões, M. Q. 2014. Contribuição ao Conhecimento da Dinâmica Depositional da Porção Distal do Complexo de Lobos Almirante Câmara (Bacia de Campos), com Base em Foraminíferos Planctônicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Trabalho de conclusão de curso, 31p.

Viana, A.R. 1998. Le rôle et l'enregistrement des courants océaniques dans les dépôts de marges continentales: la marge du bassin sud-est brésilien. Université de Bordeaux, Tese de Doutorado, 364 p.

Viana, A.R., Faugères, J.C., Kowsmann, R.O., Lima, J.A.M., Caddah, L.F.G. 1998. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. *Sedimentary Geology*, **115**: 133-157.

Vicalvi, M.A., 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos, RJ-Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **11** (½): 132-165.

Vicalvi, M.A., 2013. Distribuição estratigráfica quantitativa de foraminíferos planctônicos no Quaternário da margem continental do Sudeste brasileiro. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 357-368.

## 5) APÊNDICES

Apêndice A – Legenda utilizada nas tabelas seguintes .....	40
Apêndice B – Imagem do testemunho LAC 18, com a posição das amostras coletadas e do intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).....	41
Apêndice C – Imagem do testemunho LAC 18, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ).....	42
Apêndice D - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC 18. ....	43
Apêndice E – Imagem do testemunho LAC 22, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).....	44
Apêndice F – Imagem do testemunho LAC 22, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ).....	45
Apêndice G - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC 22 .....	46
Apêndice H - Imagem do testemunho LAC 23, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).....	47
Apêndice I - Imagem do testemunho LAC 23, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ).....	48
Apêndice J - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC 23 .....	49
Apêndice K - Testemunho LAC 19, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).....	50
Apêndice L - Testemunho LAC 19, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ). ....	51
Apêndice M - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho LAC 19. ....	52
Apêndice N – Principais espécies de foraminíferos planctônicos utilizadas para a bioestratigrafia (Ferreira <i>et. al.</i> , 2012). A-C, <i>Globorotalia menardii menardii</i> ; D-E, <i>Globorotalia fimbriata</i> ; F-H, <i>Globorotalia tumida</i> ; I-J, <i>Globorotalia menardii flexuosa</i> ; K-L, <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> ; M-O, <i>Globorotalia inflata</i> ; P-R, <i>Globorotalia truncatulinoides</i> ; S-T, <i>Neogloboquadrina dutertrei</i> ; U-W, <i>Globorotalia crassaformis</i> ; X, <i>Globigerinoides conglobatus</i> ; Y, <i>Orbulina universa</i> . Escalas = 100 µm.....	53

Apêndice A – Legenda utilizada nas tabelas seguintes

**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 = *Globigerionoides conglobatus*

N dut = *Neogloboquadrina dutertrei dutertrei*

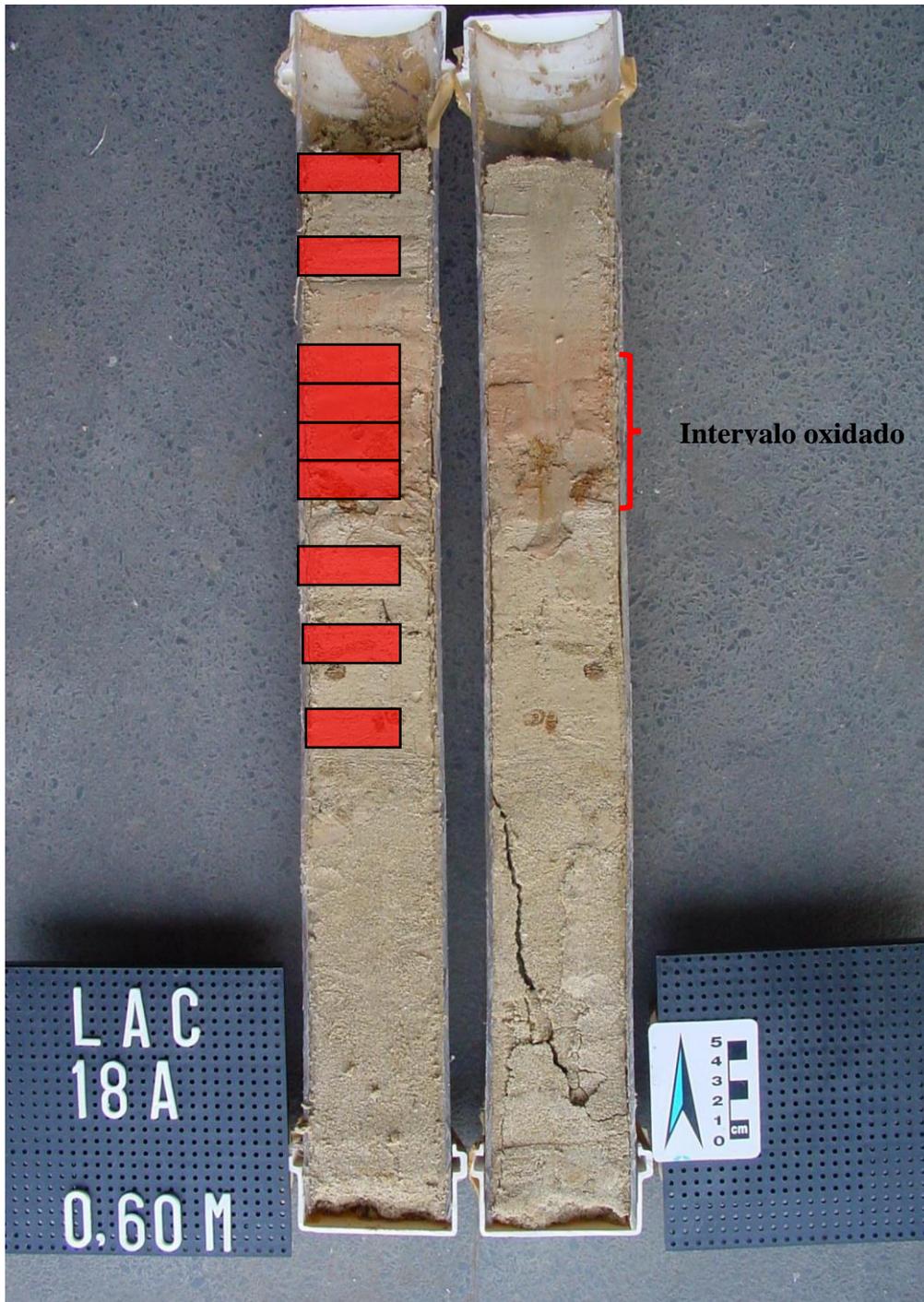
O uni = *Orbulina universa*

NF<sub>p</sub> 125 = número de carapaças de foraminíferos por grama de sedimento, na fração com diâmetro > 125 mm

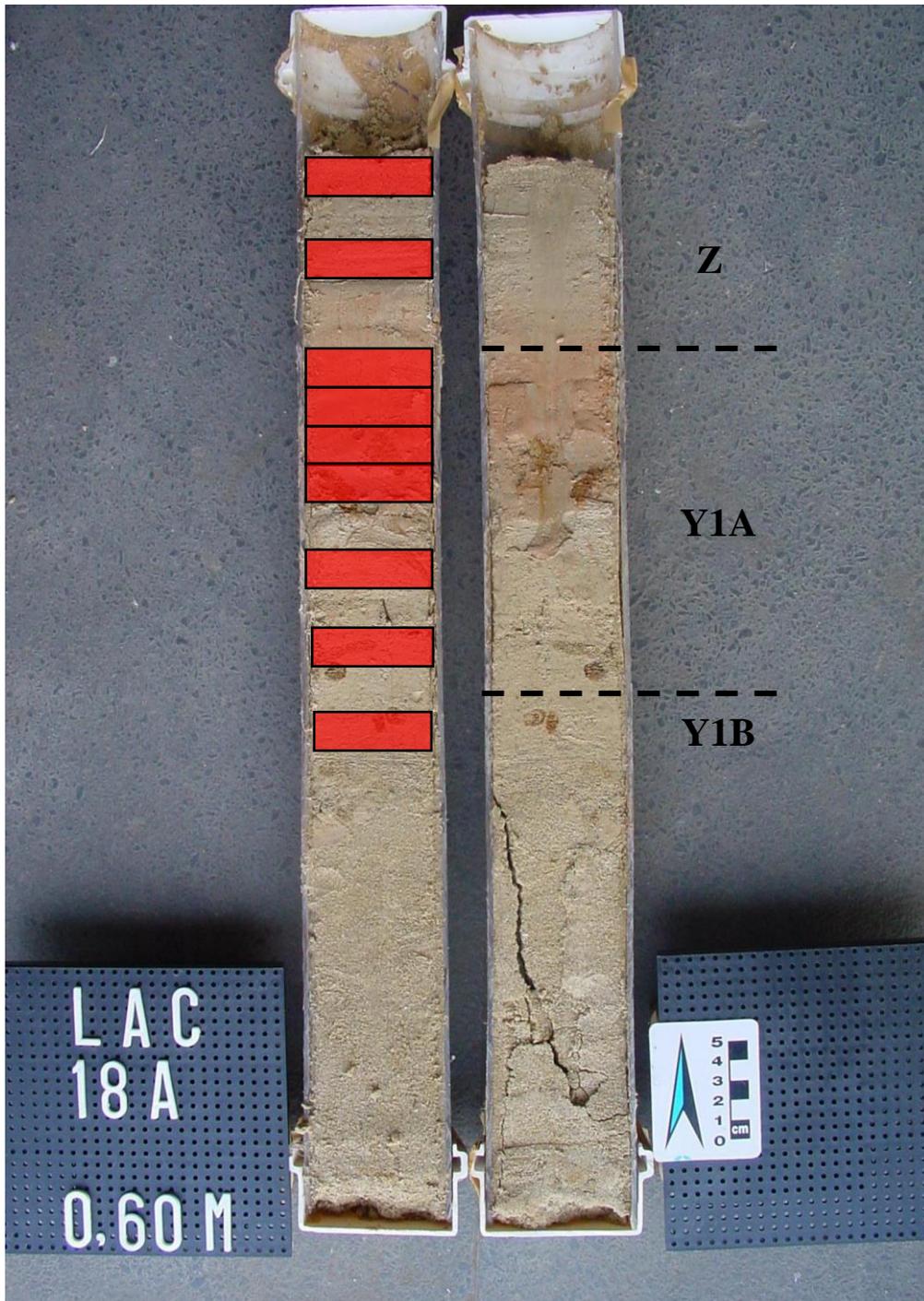
% foram pk = porcentagem de foraminíferos planctônicos em relação ao total de foraminíferos

EP 125 = diversidade específica

Apêndice B – Imagem do testemunho LAC 18, com a posição das amostras coletadas e do intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice C – Imagem do testemunho LAC 18, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ).



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

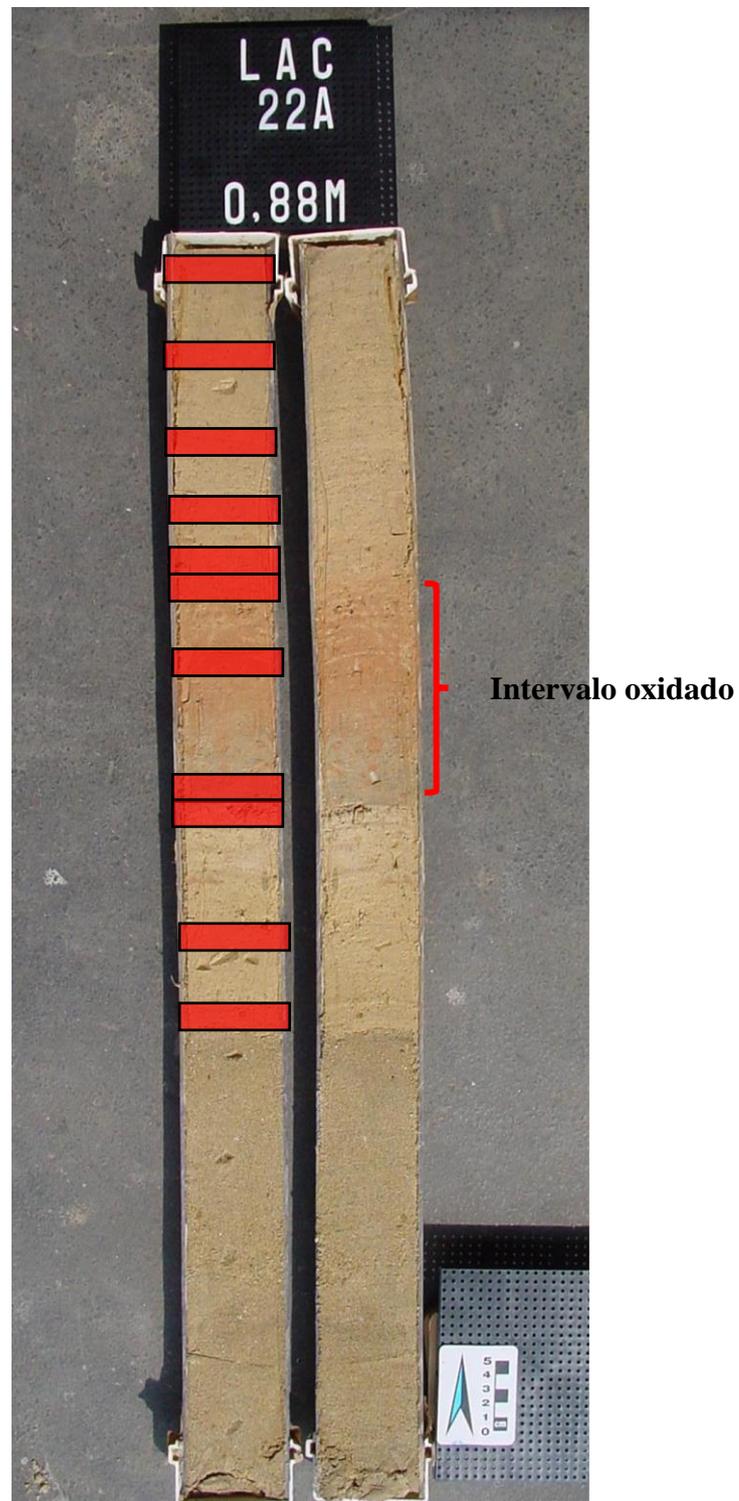
LAC 18.

Testemunho LAC 18

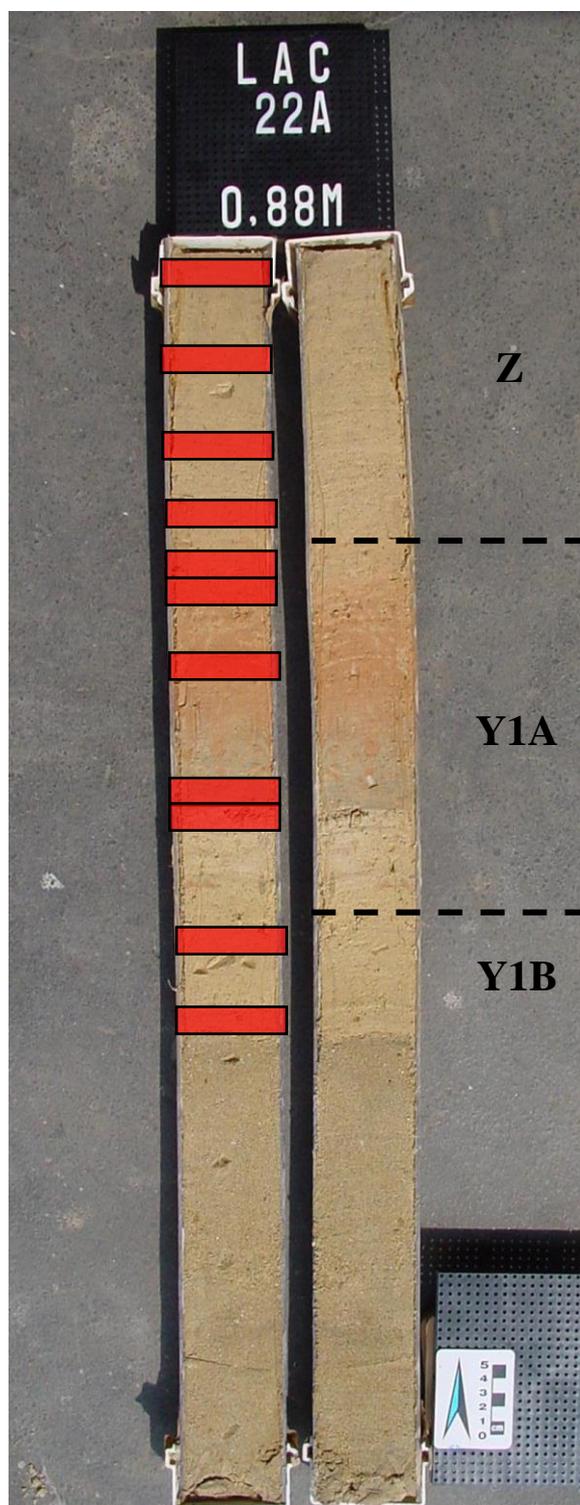
Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm

Areia	ID da amostra	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	
Argila 1	LM-13/399	0 - 2	Z		3	0	11.6	2.8	0.7	0.1	1.6	0.2	0.4	0.1	
Argila 1	LM-13/400	4 - 6	Z		0	0	15.6	3.4	0.6	0.6	11.6	2.8	0.2	0.0	
Argila 2	LM-13/401	9 - 11	Y	Y1a	0	0	1.4	0.5	0.2	0.0	13.7	2.9	1.1	1.1	
Argila 2	LM-13/402	11 - 13	Y	Y1a	0	0	1.4	0.4	0.7	0.1	12.5	2.7	1.4	0.2	
Argila 2	LM-13/403	13 - 15	Y	Y1a	0	0	1.6	0.2	1.1	0.2	15.3	4.8	1.1	0.2	
Argila 2	LM-13/404	15 - 17	Y	Y1a	0	0	0.2	0.2	0.7	0.2	9.9	4.2	0.1	0.0	
Argila 3	LM-13/405	18 - 20	Y	Y1a	0	0	0.0	0.0	0.4	0.1	8.7	5.3	0.3	0.1	
Argila 3	LM-13/406	22 - 24	Y	Y1a	0	0	0.0	0.0	0.8	0.1	6.4	0.7	0.8	0.1	
Argila 3	LM-13/407	26 - 28	Y	Y1b	0	0	0.6	0.2	0.3	0.0	3.4	0.7	0.3	0.2	
Areia															
Areia	ID da amostra	Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	% 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	NF 125	EP 125
Argila 1	LM-13/399	0 - 2	Z		0.7	0.4	3.4	0.5	2.7	0.4	3.8	0.6	98.0	2481	22
Argila 1	LM-13/400	4 - 6	Z		0.0	0.0	1.8	0.3	0.7	0.1	3.9	0.6	99.1	2764	23
Argila 2	LM-13/401	9 - 11	Y	Y1a	0.5	0.1	1.4	0.2	2.5	0.4	1.6	0.3	98.2	1072	20
Argila 2	LM-13/402	11 - 13	Y	Y1a	0.7	0.6	0.3	0.1	1.7	0.3	1.0	0.2	97.5	734	19
Argila 2	LM-13/403	13 - 15	Y	Y1a	0.3	0.6	1.6	0.2	3.8	0.8	0.3	0.0	93.4	1006	21
Argila 2	LM-13/404	15 - 17	Y	Y1a	0.3	0.1	0.7	0.2	2.1	0.8	1.3	0.4	98.7	4723	21
Argila 3	LM-13/405	18 - 20	Y	Y1a	0.1	0.2	1.1	0.3	5.7	1.9	1.1	0.3	98.9	4188	17
Argila 3	LM-13/406	22 - 24	Y	Y1a	1.6	0.2	0.5	0.1	2.4	0.3	2.7	0.3	95.9	3245	18
Argila 3	LM-13/407	26 - 28	Y	Y1b	2.2	0.5	0.8	0.0	0.6	0.0	3.9	0.1	89.1	6653	15
Areia															

Apêndice E – Imagem do testemunho LAC 22, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice F – Imagem do testemunho LAC 22, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ)



Apêndice G - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho

LAC 22

Testemunho LAC 22

Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm

	ID da amostra	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
Argila 1	LM-13/038	0,25-2,25	Z		0	0	16.9	5.0	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/039	7,4-9,4	Z		0	0	19.2	6.7	0.3	0.1	0.5	0.1	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/040	13,7-15,7	Z		0	0	13.0	5.8	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
Argila 1	LM-13/398	17,0-19,0	Z		0	0	14.4	2.5	1.0	0.2	7.2	1.9	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/041	20,5-22,5	Y	Y1a	0	0	3.1	1.4	1.3	0.2	14.7	4.3	0.0	0.0
Argila 1?2?	LM-13/042	22,5-24,5	Y	Y1a	0	0	4.5	0.7	1.1	0.2	18.9	4.3	0.4	0.1
Argila 2	LM-13/043	28,5-30,5	Y	Y1a	0	0	2.5	0.6	0.9	0.2	15.0	3.7	0.0	0.0
Argila 3	LM-13/044	38,0-40,0	Y	Y1a	0	0	0.2	0.7	0.8	0.2	10.8	3.9	0.0	0.0
Argila 4	LM-13/045	40,0-42,0	Y	Y1a	0	0	0.0	0.0	1.1	0.2	15.0	5.0	0.0	0.0
Argila 4	LM-13/046	48,0-50,0	Y	Y1b?	0	0	0.0	0.2	0.5	0.0	7.2	1.5	0.5	0.0
Argila 4	LM-13/047	53,2-55,2	Y	Y1b?	0	0	0.3	0.05	0.3	0.05	8.0	3.0	0.3	0.5
Areia														

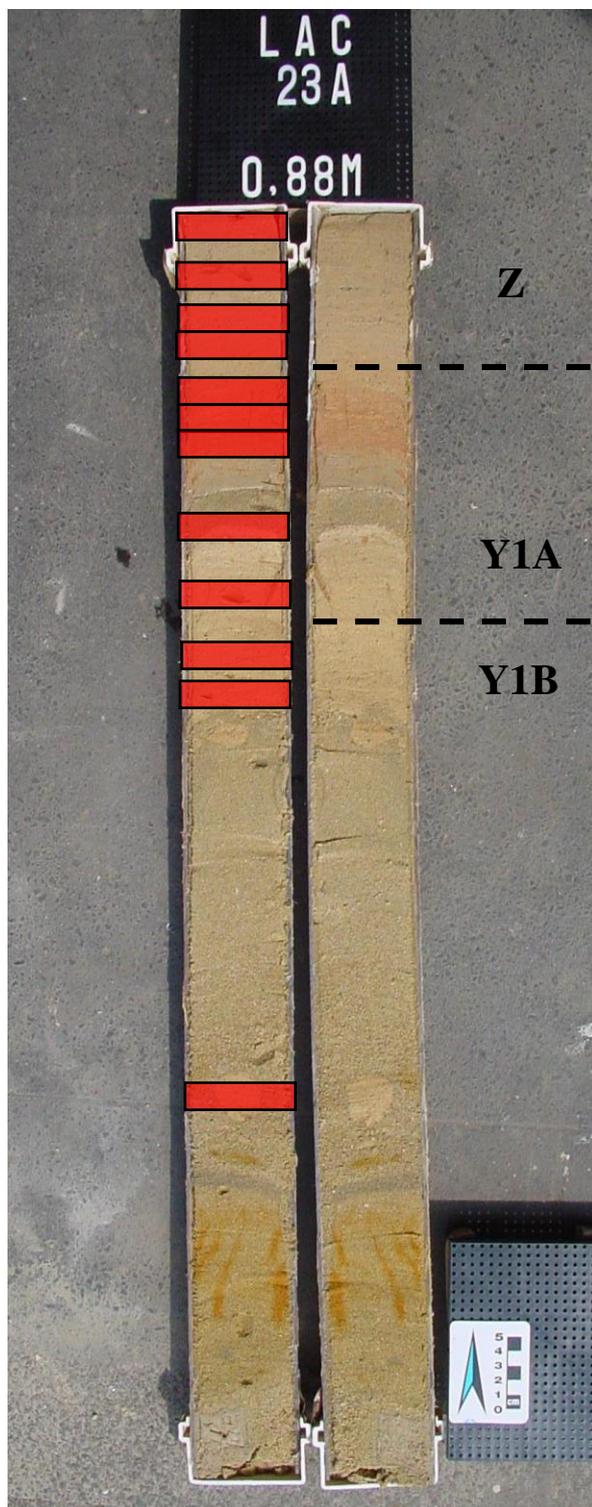
  

	ID da amostra	Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	% G crass >250	% G crass total	% G cong >250	% G cong total	% N dut >250	% N dut total	% O uni >250	% O uni total	% foram pk	NF 125	EP 125
Argila 1	LM-13/038	0,25-2,25	Z		0.7	0.2	8.2	1.7	1.9	0.4	6.0	1.2	97.5	4541	21
Argila 1	LM-13/039	7,4-9,4	Z		0.0	0.2	4.9	1.1	1.8	0.4	2.8	0.7	99.8	5350	22
Argila 1	LM-13/040	13,7-15,7	Z		0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	1.5	0.5	99.2	6019	22
Argila 1	LM-13/398	0,17-0,19	Z		0.0	0.0	2.0	0.3	1.3	0.2	3.6	0.6	98.6	2865	16
Argila 1	LM-13/041	20,5-22,5	Y	Y1a	0.3	0.1	3.1	1.2	1.9	0.3	1.3	0.2	99.2	2932	22
Argila 1?2?	LM-13/042	22,5-24,5	Y	Y1a	0.0	0.0	1.9	0.3	1.1	0.2	0.8	0.1	99.3	2609	21
Argila 2	LM-13/043	28,5-30,5	Y	Y1a	0.7	0.3	1.3	0.2	2.2	0.4	0.9	0.2	99.1	2082	22
Argila 3	LM-13/044	38,0-40,0	Y	Y1a	0.4	0.1	0.4	0.1	3.5	0.7	0.8	0.2	98.5	1051	23
Argila 4	LM-13/045	40,0-42,0	Y	Y1a	0.3	0.4	1.6	0.3	3.4	0.6	0.3	0.0	99.2	3389	21
Argila 4	LM-13/046	48,0-50,0	Y	Y1b?	1.5	0.5	1.5	0.1	1.5	0.1	1.7	0.2	95.6	3403	22
Argila 4	LM-13/047	53,2-55,2	Y	Y1b?	2.4	1.6	1.4	0.2	0.7	0.1	4.2	0.7	90.3	3027	23
Areia															

Apêndice H - Imagem do testemunho LAC 23, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice I - Imagem do testemunho LAC 23, com o biozoneamento proposto neste trabalho (modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice J - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm do testemunho

LAC 23

Testemunho LAC 23

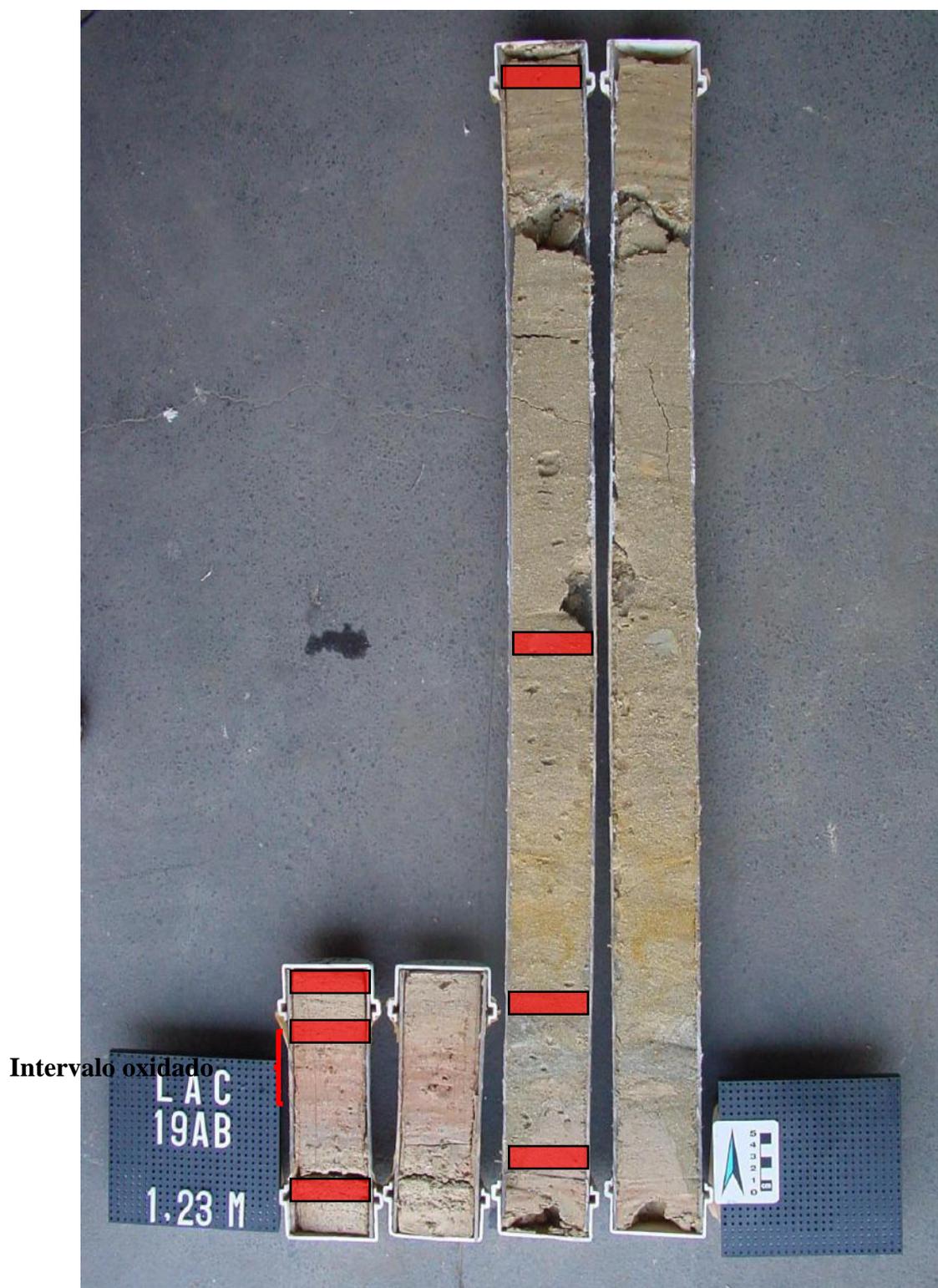
Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 µm

ID da amostra	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	
Argila 1	LM-13/408	0 - 2	Z		0	0	11.9	3.6	0.6	0.1	0.6	0.3	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/409	4 - 6	Z		0	0	13.7	4.0	0.7	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/410	7 - 9	Z		0	0	18.4	4.7	0.4	0.4	1.5	0.3	0.0	0.0
Argila 1	LM-13/411	9 - 11	Z		0	0	14.0	3.5	0.9	0.2	4.8	1.4	0.0	0.0
Argila 2?	LM-13/412	12 - 14	Z	Y1a	0	0	4.1	2.1	0.6	0.1	18.0	5.8	0.0	0.2
Argila 3	LM-13/413	14 - 16	Z	Y1a	0	0	2.4	0.6	0.9	0.1	16.7	4.1	1.1	0.2
Argila 2?	LM-13/414	16 - 18	Y	Y1a	0	0	0.6	0.1	0.9	0.1	18.4	5.2	0.9	0.1
Argila 4	LM-13/415	22 - 24	Y	Y1a	0	0	0.0	0.3	1.0	0.2	16.1	5.6	0.7	0.5
Argila 4	LM-13/416	26 - 28	Y	Y1a	0	0	0.5	0.1	1.2	0.2	10.1	2.5	1.1	0.2
Argila 4	LM-13/417	30 - 32	Y	Y1b	0	0	0.9	0.1	0.0	0.0	7.1	1.1	0.0	0.0
Argila 4	LM-13/418	33 - 35	Y	Y1b	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.8	0.7	0.7
intraclasto	LM-13/419	60 - 62	Y	Y1b?	0	0	0.2	0.1	0.0	0.0	2.6	1.6	4.2	1.7

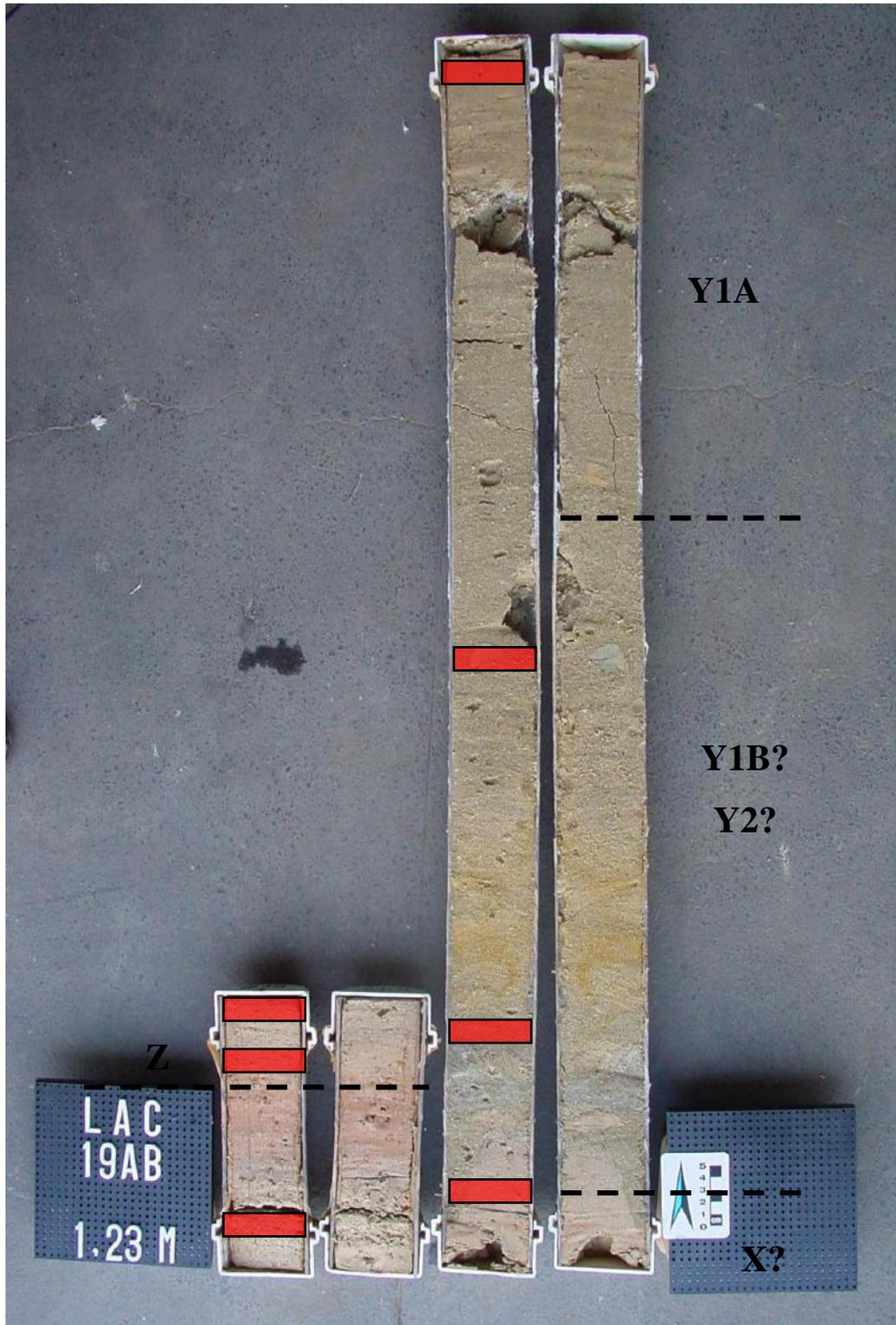
  

ID da amostra	Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	% G crass >250	% G crass total	% G cong >250	% G cong total	% N dut >250	% N dut total	% O uni >250	% O uni total	% foram pk	NF 125	EP 125
Argila 1	LM-13/408	0 - 2	Z	0.6	0.1	5.7	1.0	1.2	0.2	2.0	0.4	96.7	8973	18
Argila 1	LM-13/409	4 - 6	Z	0.2	0.0	5.7	1.1	0.7	0.1	4.7	1.2	98.4	4656	20
Argila 1	LM-13/410	7 - 9	Z	0.0	0.0	3.3	0.7	0.2	0.0	5.0	1.0	96.8	6457	15
Argila 1	LM-13/411	9 - 11	Z	0.2	0.0	3.3	0.6	1.3	0.2	3.7	0.7	98.7	4964	19
Argila 2?	LM-13/412	12 - 14	Y	0.3	0.1	1.3	0.2	3.2	0.6	2.8	0.6	98.3	2674	21
Argila 3	LM-13/413	14 - 16	Y	0.0	0.3	2.6	0.4	2.6	0.4	0.9	0.1	98.2	2481	21
Argila 2?	LM-13/414	16 - 18	Y	0.3	0.0	0.3	0.0	2.3	0.4	1.5	0.2	98.9	923	17
Argila 4	LM-13/415	22 - 24	Y	0.0	0.3	1.4	0.3	4.9	1.1	0.9	0.2	98.5	4074	24
Argila 4	LM-13/416	26 - 28	Y	1.1	0.5	1.2	0.2	6.4	1.1	1.1	0.2	97.4	3686	21
Argila 4	LM-13/417	30 - 32	Y	0.9	0.1	1.8	0.2	2.9	0.3	5.3	0.5	94.6	3070	18
Argila 4	LM-13/418	33 - 35	Y	1.0	0.1	0.7	0.1	0.2	0.0	7.0	0.9	86.6	4482	17
intraclasto	LM-13/419	60 - 62	Y	1	1.2	0.8	0.2	1.4	0.3	1.2	0.3	96.3	3264	19

Apêndice K - Testemunho LAC 19, com a posição das amostras coletadas e o intervalo oxidado (modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice L - Testemunho LAC 19, com o biozoneamento proposto neste trabalho  
(modificado de GEDAP,UFRJ).



Apêndice M - Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm do testemunho

LAC 19.

Testemunho LAC 19															
Porcentagem dos foraminíferos planctônicos bioestratigraficamente significativos nas frações > 125 mm															
	ID da amostra	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	
Argila	LM-10/077	1 - 3	Z		0	0	22.7	7.6	0.0	0.0	3.4	1.7	0.0	0.0	
Argila	LM-10/078	6 - 8	Y	Y1a	0	0	2.3	0.7	0.3	0.1	15.5	4.9	1.3	0.6	
AMF-Silte	LM-10/079	21 - 23	Y	Y1a	0	0	0.0	0.0	0.6	0.1	8.4	2.4	0.6	0.1	
Argila	LM-10/080	23 - 25	Y	Y1a	0	0	0.3	0.1	0.3	0.1	6.1	2.0	1.2	0.3	
Areia	LM-10/081	73 - 75	Y?	Y1b? Y2?	0	0	2.9	0.6	0.0	0.0	4.7	1.9	1.9	1.3	
Areia	LM-10/082	105 - 107	Y?	Y1b? Y2?	0	0	0.7	0.6	0.2	0.03	2.6	0.6	5.9	0.8	
Argila	LM-10/083	117 - 119	X?		0	0	18.4	6.1	0.0	0.0	1.8	0.5	0.0	0.0	
	ID da amostra	Intervalo (cm)	Biozona	Subzona	% 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	NF 125	EP 125
Argila	LM-10/077	1 - 3	Z		0.0	0.0	2.4	0.8	0.3	0.1	2.1	0.7	97.4	2877	14
Argila	LM-10/078	6 - 8	Y	Y1a	0.3	0.1	0.8	0.2	0.8	0.2	1.3	0.4	94.9	2128	16
AMF-Silte	LM-10/079	21 - 23	Y	Y1a	0.6	0.1	0.9	0.2	2.0	0.4	1.4	0.5	94.5	3141	13
Argila	LM-10/080	23 - 25	Y	Y1a	0.3	0.6	1.5	0.3	4.1	1.0	2.6	1.2	89.3	2186	13
Areia	LM-10/081	73 - 75	Y?	Y1b? Y2?	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.4	1.9	0.4	37.8	119	13
Areia	LM-10/082	105 - 107	Y?	Y1b? Y2?	0.7	0.1	3.1	0.4	1.7	0.2	1.2	0.2	77.8	783	15
Argila	LM-10/083	117 - 119	X?		0.0	0.0	4.9	1.3	0.4	0.1	3.4	0.9	93.9	3306	12

Apêndice N – Principais espécies de foraminíferos planctônicos utilizadas para a bioestratigrafia (Ferreira *et. al.*, 2012). A-C, *Globorotalia menardii menardii*; D-E, *Globorotalia fimbriata*; F-H, *Globorotalia tumida*; I-J, *Globorotalia menardii flexuosa*; K-L, *Pulleniatina obliquiloculata*; M-O, *Globorotalia inflata*; P-R, *Globorotalia truncatulinoides*; S-T, *Neogloboquadrina dutertrei*; U-W, *Globorotalia crassaformis*; X, *Globigerinoides conglobatus*; Y, *Orbulina universa*. Escalas = 100 µm.

