



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

MORGANA DREFAHL

EVIDÊNCIAS DE MUDANÇAS PALEOCLIMÁTICAS E
PALEOCEANOGRÁFICAS NA COSTA NORTE DO ESTADO
DA BAHIA DURANTE OS ÚLTIMOS 25 MIL ANOS.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
BIBLIOTECA

3489a

14/09/2012

Salvador
2011

MORGANA DREFAHL

**EVIDÊNCIAS DE MUDANÇAS PALEOCLIMÁTICAS E
PALEOCEANOGRÁFICAS NA COSTA NORTE DO ESTADO
DA BAHIA DURANTE OS ÚLTIMOS 25 MIL ANOS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção de Título de Mestre em Geologia.

Orientadora: Profa. Dra. Tânia Maria Fonseca de Araújo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Altair de Jesus Machado

Área de concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar.

Salvador
2011

AC. 219364

LX: 1244195

D771 Drefahl, Morgana.
Evidências de mudanças paleoclimáticas e
paleoceanográficas na costa norte do Estado da Bahia
durante os últimos 25 mil anos / Morgana Drefahl. - Salvador, 2010.
142f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Tânia Maria Fonseca de Araújo.
Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia.
Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2010.

1. Paleoclimatologia - Norte (BA.). 2. Paleoceanografia – Norte (BA).
3. Foraminíferos. I. Araújo, Tânia Maria Fonseca de. II. Universidade
Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 551.585.5 (813.8)

Elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências da UFBA.

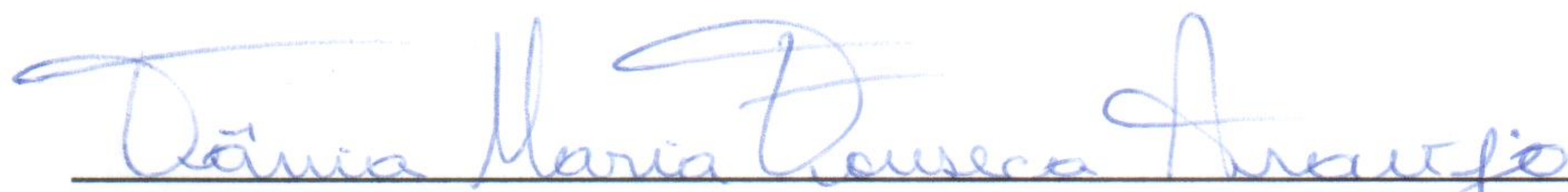
Morgana Drefahl
Geóloga (Universidade Federal do Paraná - 2006)

“Evidencia paleoclimaticas e paleoceanografias na costa norte do Estado da Bahia durante os últimos 25 mil anos”

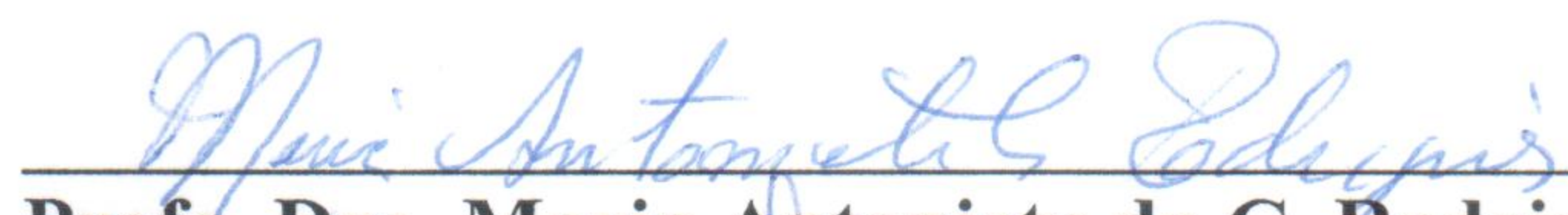
Dissertação aprovada como
requisito parcial para
obtenção do grau de
Mestre na Pós-Graduação
em Geologia da
Universidade Federal da
Bahia

APROVADA EM: 10/12/2010

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Tânia Maria Fonseca de Araujo – Orientadora



Profa. Dra. Maria Antonieta da C. Rodrigues (UERJ)



Prof. Dr. Ruy Kenji Papa de Kikuchi (UFBA)

**Dedico as minhas orientadoras Tânia e Altair,
aos meus pais Edison e Dolores
e ao meu marido Guilherme
pelo apoio em todos os aspectos ao longo deste trabalho.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram com o envio de material bibliográfico, na revisão dos textos, nos procedimentos de pesquisa e finalmente, mas não menos importante, ao apoio de meus amigos e colegas:

Center for Applied Isotopes Studies (CAIS/University of Georgia), em especial ao Dr. Alexander Cherkinsky e Sra. Paula Moon;

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado;

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 7º Distrito), em especial ao geólogos Sr. Teobaldo R. de Oliveira Júnior e Sr. Carlos M. O. Silva;

Grupo de Estudos de Foraminíferos (GEF/IGEO/UFBA), em especial ao Oceanógrafo Bruno R. Pianna e aos demais foraminiferólogos de plantão: Geólogo Adelino S. Ribeiro Neto, Dra. Helisângela A. B. Araújo, Dra. Simone S. Moraes e M.Sc. Sônia M. C. Figueiredo;

Laboratório de Análises de Materiais e Rochas (LAMIR/UFPR), em especial ao Dr. José M. dos Reis Neto e ao Geólogo Rodrigo Secchi;

Laboratório Pará-Iso (UFPA), em especial ao Dr. Cândido Moura, que não mediu esforços para contornar os problemas técnicos na tentativa de realizar as amostras isotópicas de oxigênio e carbono;

Pós-Graduação em Geologia, em especial ao Coordenador Dr. Manoel J. M. Cruz, ao Coordenador da gestão anterior Dr. Ruy K. P. Kikuchi e aos funcionários Nilton Silva e Gilzélío Nascimento (*in memoriam*);

Professores do IGEO/UFBA, em especial aos educadores das disciplinas da Pós-Graduação em Geologia;

Revisores de textos parciais e finais: M.Sc. Abílio C. S. P. Bittencourt (IGEO/UFBA), Dr. Cícero Paixão (IGEO/UFBA), M.Sc. Guilherme Lück (GEP/IGEO/UFBA), Dra. Iracema Reimão (IGEO/UFBA) e M.Sc. Sibelle Trevisan Disaró (CEM/UFPR).

“Just as a modern meteorologist uses instruments –thermometers, barometers, anemometers, etc. – to establish a meteorological synoptic chart for today’s weather, the paleoclimatologist uses *geological indicators.*”

Rhodes W. Fairbridge, 1970

RESUMO

As evidências de mudanças paleoclimáticas e paleoceanográficas nos últimos 25.000 anos são reconstruídas através do padrão de distribuição de foraminíferos planctônicos, análise geoquímica e biocronoestratigráfica da biota, além da análise dos minerais de argila coletados em quatro testemunhos (T132, T141, T147 e T160) no talude continental norte do Estado da Bahia. Os métodos correspondem à coleta de testemunhos, preparação de amostras de sedimento e de foraminíferos coletados em intervalos de 10 cm, triagem e identificação de 300 espécies de foraminíferos planctônicos por amostra, tratamento estatístico através da frequência absoluta (FA) e relativa (FR), $\delta^{13}\text{C}$, biocronoestratigrafia, taxa de sedimentação (TS) e fotomicrografias das testas. Além disso, foi realizada a análise difratométrica (DRX) e de fluorescência de Raios X (FRX) no sedimento. São descritas 17.700 espécies de foraminíferos planctônicos e os gêneros mais abundantes são *Globorotalia*, *Globigerinoides* e *Globigerina* que somam 17.079 testas. A DFR e FRX acusam a presença de quartzo, caulinita, gipsita, feldspato, mica/ilita, calcita, halita e aragonita. A análise $\delta^{13}\text{C}$ apresenta valores entre -1,8 a 0,2‰, em diferentes profundidades nos testemunhos. As idades C^{14} são: 12.372 anos no T141 a 170cm de profundidade; T147 entre 8.615 anos (60cm) e 12.440 anos (120cm); T160 entre 3.491 anos (40cm) e 24.794 anos (100cm). A TS é calculada em 15,68cm/1.000 anos no T147 (60-120cm), no T160 (40-100cm) é de 2,81; é estimada em 13,74 para T141 (0-170cm) e em 2,67 para T160 (65-100cm). Este estudo conclui que a análise de foraminíferos planctônicos, especialmente de bioindicadores de massas de águas quentes e frias, realizada em amostras de sedimento coletado em intervalos de 10 cm em T141, T147 e T160 confere maior precisão nas curvas de FR, especialmente em períodos relativamente longos de predominância da biota. Bioestratigraficamente foi registrado as subzonas Z1, Z2 e Y1 em T141, T147 e T160 e *Globorotalia truncatulinoides* sinaliza com o aumento expressivo de sua FR o limite Z2/Y1 (11.700 anos) para T147 e T160. As TS corroboram com o predomínio de espécies bioindicadores *Globigerina bulloides* e *Globigerinoides ruber*. O reflexo paleoceanográfico de três ciclos transgressivos até 7.100 anos, já descritos para a região ao norte de Salvador, é parcialmente caracterizado em T141; T147 e T160 apresentam características da primeira transgressão. A relativa continuidade deposicional ao longo do T141 implica em pouca ou nenhuma instabilidade gerada no talude na época da deposição dos sedimentos, ao contrário em T147 e T160. Estima-se que o Último Máximo Glacial na costa da Bahia ocorreu no período entre 20.000 a 25.000 anos e os ciclos *Dansgaard-Oeschger* possuem evidências em T147 (160-190cm) e o evento *Younger Dryas* sugere uma relação com T147 (130-160cm). A $\delta^{13}\text{C}$ de T147 (60cm) caracteriza um clima comparativamente mais frio que T141 (170cm); e T160 (40cm; 100cm) apresenta um clima mais quente que T147 (120cm). A caulinita define áreas fonte com clima tropical úmido e áreas de deserto intenso, onde este inexistente atualmente no Brasil e é desconhecido para o Pleistoceno Superior nesta área de estudo, portanto as regiões do semi-árido da Bahia e as regiões desérticas do continente africano podem ter contribuído para a dispersão de argilas, favorecido pela ação dos ventos e pelas correntes oceânicas.

ABSTRACT

The paleoclimatic and paleoceanographic changes in the Bahia State during the last 25,000 years were reconstructed based in the planktonic foraminifera, geochemistry, biocronoestratigraphy and the analysis of clay minerals collected from four piston cores (T132, T141, T147 e T160) in the continental slope from north of Bahia. The methods are the piston cores prospection, the foraminiferal and sediments samples were collected between 10cm intervals, the screening and identification of 300 planktonic foraminifera species per sample, relative (RF) and absolute frequency (AF), $\delta^{13}\text{C}$, biocronoestratigraphy, sedimentation rates (SR) and tests photomicrographs, besides clay analysis through difratometric (DXR) and fluorescence (FXR) of X-rays. 17,700 planktonic foraminiferal species were reported and the most abundant genera are *Globorotalia*, *Globigerinoides* e *Globigerina* adding 17,079 tests. The DXR and FXR describe the presence of quartz, kaolinite, gypsite, feldspar, mica/ilite, calcite, halite and aragonite. The $\delta^{13}\text{C}$ values from different deth cores are among -1.8 and 0.2‰. The radiocarbon age in T141 is 12,372 years (170cm); T147 are 8,615 years (60cm) and 12,440 years (120cm); T160 between 3,491 years (40cm) and 24,794 years (100cm). The SR is calculated in T147 (60-120cm) about 15.68cm/1,000 years; T160 (40-100cm) is 2.81; and estimate at 13.74 for T141 (0-170cm) and 2.67 for T160 (65-100cm). This study conclude the planktonic foraminiferal analysis, mainly the bioindicators of cold and hot water masses, held in sediment samples collected at 10cm intervals in T141, T147 e T160 check more accurate in RF, especially in relatively long periods of biota predominance. Both cores register the biozones Z1, Z2 and Y1, and *Globorotalia truncatulinoides* signalize a significant increase of their RF for the limit Z2/Y1 (11,700 years) to T147 and T160. The SR corroborate with the predominance of bioindicators species *Globigerina bulloides* and *Globigerinoides ruber*. The paleoceanographical reflection of three transgressive cycles until 7.100 years, as described for the northern region of Salvador, as parcial diagnosed in T141 and the features of the first transgression are showed in T147 e T160. The relative depositional continuity along the T141 implies in a little or absent slope instability generated at the time of sediments deposition, as opposed to T147 and T170. It is estimated the Last Glacial Maximum occurred off the Bahia coast in the 20,000 to 25,000 years, evidence of Dansgaard-Oeschger cycles were identified in the T147 (160-190cm) and the Younger Dryas events suggest a relation with T147 (130-160cm). The $\delta^{13}\text{C}$ T147 (60cm) features a comparatively climate cooler than T141 (170cm); and T160 (40cm, 100cm) presents a climate warmer than T147 (120cm). The clay mineral kaolinite define source areas with moist tropical and intense desert areas, non-existent in Brazil and currently unknown to the Upper Pleistocene in this study area, therefore concludes the semi-arid regions of Bahia and the desert areas of Africa also contributed to the dispersion of clay, favored by wind and ocean currents.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

AGRADECIMENTOS

| | |
|---|------|
| <i>ÍNDICE</i> | i |
| <i>ÍNDICE DE FIGURAS</i> | iv |
| <i>ÍNDICE DE TABELAS</i> | viii |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 1.1 Justificativas..... | 03 |
| 1.2 Objetivos..... | 03 |
| | |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 05 |
| 2.1 Localização Geográfica..... | 05 |
| 2.2 Fisiografia e Geologia..... | 06 |
| 2.2.1 Planície Costeira..... | 07 |
| 2.2.2 Plataforma Continental..... | 07 |
| 2.2.3 Talude Continental..... | 08 |
| | |
| 3. FUNDAMENTOS E TRABALHOS ANTERIORES..... | 14 |
| 3.1 Foraminíferos e a Bioestratigrafia..... | 14 |
| 3.2 Transporte de Sedimentos..... | 21 |
| 3.3 Flutuações do Nível Relativo do Mar ao Norte de Salvador..... | 24 |
| 3.4 Argilominerais..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Elementos Isotópicos e a Incorporação Biológica..... | 32 |
| 3.5.1 Isótopos Estáveis de Carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)..... | 33 |
| 3.5.2 Cronoestratigrafia e Taxa de Sedimentação..... | 35 |
| 3.5.3 Isótopos Estáveis de Oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)..... | 35 |
| | |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 39 |
| 4.1 Coleta dos Testemunhos..... | 39 |
| 4.2 Preparação das Amostras..... | 40 |
| 4.3 Triagem e Identificação das Espécies Planctônicas de Foraminíferos..... | 40 |
| 4.4 Tratamento Estatístico..... | 41 |
| 4.4.1 Frequência Absoluta..... | 41 |
| 4.4.2 Frequência Relativa..... | 42 |
| 4.5 Análise Difratométrica e de Fluorescência das Argilas..... | 42 |
| 4.6 Análises $^{13}\text{C}/^{13}\text{C}$ | 43 |
| 4.7 Cronoestratigrafia e Taxa de Sedimentação..... | 45 |
| 4.8 Fotomicrografias..... | 46 |
| | |
| 5. RESULTADOS..... | 47 |
| 5.1 Sistemática..... | 47 |
| 5.2 Tratamento Estatístico..... | 53 |
| 5.2.1 Dados Absolutos dos Táxons..... | 53 |
| 5.2.2 Testemunho 141..... | 54 |
| 5.2.3 Testemunho 147..... | 65 |
| 5.2.4 Testemunho 160..... | 76 |
| 5.3 Bioestratigrafia..... | 87 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.1 Testemunho 141..... | 87 |
| 5.3.2 Testemunho 147..... | 87 |
| 5.3.3 Testemunho 160..... | 88 |
| 5.4 Análises de Difractometria Fluorescência de Raios X das Argilas..... | 96 |
| 5.5 Análise $\delta^{13}\text{C}$ | 98 |
| 5.6 Cronoestratigrafia e Taxa de Sedimentação..... | 99 |
| 5.7 Fotomicrografias..... | 100 |
| | |
| 6. DISCUSSÃO..... | 102 |
| 6.1 Testemunho 141..... | 102 |
| 6.2 Testemunho 147..... | 104 |
| 6.3 Testemunho 160..... | 107 |
| 6.4 Bioestratigrafia Anterior..... | 113 |
| 6.4.1 Testemunho 141..... | 113 |
| 6.4.2 Testemunho 147..... | 114 |
| 6.4.3 Testemunho 160..... | 115 |
| 6.5 Minerais de Argila..... | 119 |
| 6.6 Talude Continental Norte da Bahia..... | 121 |
| 6.7 Estágio Isotópico de Oxigênio e um Testemunho no Sul da Bahia..... | 122 |
| | |
| 7. CONCLUSÕES..... | 125 |
| | |
| 8. RECOMENDAÇÕES..... | 128 |
| | |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 129 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Em primeiro plano o mapa geográfico com destaque para o litoral norte do Estado da Bahia, em detalhe a localização de coleta dos testemunhos 132, 141, 147 e 160, situados no talude continental..... | 06 |
| Figura 2 - Mapa de fácies sedimentares da plataforma e parte do talude continental norte do Estado da Bahia, com destaque para as isóbatas (25 a 4000 m), a seta indica o norte (modificado de Kaiser 2008)..... | 09 |
| Figura 3 - Carta estratigráfica da Bacia do Jacuípe. Ma: milhões de anos (Graddi <i>et al.</i> 2007)..... | 11 |
| Figura 4 - Carta estratigráfica da Bacia do Jacuípe com ênfase nos litotipos, tectônica e magmatismo (Graddi <i>et al.</i> 2007). SPA: sedimentos de praias e aluviões; RD: Rio Doce; CAR: Caravelas; URU: Urucutuca; ALG: Algodões; TN: Taipus-Mirim; RDC: Rio de Contas..... | 12 |
| Figura 5 – Legenda da carta estratigráfica da Bacia do Jacuípe (Milani <i>et al.</i> 2007)..... | 13 |
| Figura 6 - Províncias de foraminíferos planctônicos distribuídas nos oceanos atuais, baseado nas espécies abundantes e na relação com a temperatura da superfície do oceano (Kucera 2007)..... | 20 |
| Figura 7 - Mapa esquemático da circulação oceânica superficial do Atlântico Sul (Peterson & Stramma 1991)..... | 22 |
| Figura 8 - Síntese de escoamento do sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental brasileira (Stramma & England 1999). CSE: Corrente Sul Equatorial; AT: Água Tropical; CB: Corrente do Brasil; CNB: Corrente Norte do Brasil; ACAS: Água Central do Atlântico Sul; SNB: Sub-corrente Norte do Brasil; CCI: Corrente de Contorno Intermediária; AIA: Água Intermediária Antártica; CCP: Corrente de Contorno Profunda; APAN: Água Profunda do Atlântico Norte..... | 23 |
| Figura 9 - Curva de variação do nível relativo do mar para o setor ao norte de Salvador nos últimos 7.000 anos, relacionando metros (m) por 10 ³ anos (Suguio <i>et al.</i> 1985)..... | 25 |
| Figura 10 - Mapa de abundância relativa de caolinita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de caolinita (modificado de Fagel 2007)..... | 28 |
| Figura 11 - Mapa de abundância relativa de ilita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de ilita (modificado de Fagel 2007)..... | 28 |

| | |
|--|-----|
| Figura 12 - Mapa de abundância relativa de esmectita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de esmectita (modificado de Fagel 2007)..... | 29 |
| Figura 13 - Mapa de abundância relativa de clorita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de clorita (modificado de Fagel 2007) | 29 |
| Figura 14 - Registro de Estágios Isotópicos de Oxigênio (2, 5e, 6, 9, 11, 12, 15 e 16) para o Holoceno e Pleistoceno Superior, em relação a razão isotópica de oxigênio (modificado de Berger 2008). NRM: nível relativo do mar..... | 36 |
| Figura 15 – Para cada gênero descrito, o número de espécies (esquerda) em relação ao número de indivíduos (direita)..... | 55 |
| Figura 16 - Quantidade de foraminíferos planctônicos coletadas no sedimento do testemunho 141..... | 59 |
| Figura 17 - Frequência Relativa (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 141..... | 65 |
| Figura 18 - Quantidade das espécies de foraminíferos planctônicos coletadas no testemunho 147..... | 69 |
| Figura 19 - Frequência Relativa (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 147..... | 75 |
| Figura 20 - Quantidade das espécies de foraminíferos planctônicos coletadas no testemunho 160..... | 80 |
| Figura 21 - Frequência Relativa (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 160..... | 86 |
| Figura 22 - Frequência Relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 141, em relação à profundidade (cm)..... | 90 |
| Figura 23 - Frequência Relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 147, em relação à profundidade (cm)..... | 91 |
| Figura 24 - Frequência Relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 160, em relação à profundidade (cm)..... | 92 |
| Figura 25 - Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 141. A: <i>Globigerinoides trilobus</i> (aumento: 60x), coletado a 80 cm. B: <i>Globigerinoides ruber</i> (aumento: 80x), coletado a 20 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004)..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26 - Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 147. A: <i>Globigerina bulloides</i> (aumento: 350x), coletado a 140 cm. B: <i>Globigerina calida</i> (aumento: 180x), coletado a 20 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004)..... | 101 |
| Figura 27 - Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 160. A: <i>Globigerina truncatulinoides</i> (aumento: 150x), coletado a 20 cm. B: <i>Globigerina conglomerata</i> (aumento: 120x), coletado a 120 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004) | 101 |
| Figura 28 - Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 141 (T 141). NRM SSA: nível relativo do mar para setor norte de Salvador. Idade em anos Antes do Presente. FR %: frequência relativa, em vermelho <i>Globigerinoides ruber</i> e em azul <i>Globigerina bulloides</i> . Prof.: profundidade. EG: estágio glacial; Wiscon.: Wisconsiniano; Pleist.: Pleistoceno. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3..... | 110 |
| Figura 29 - Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 147 (T 147). Idade em anos Antes do Presente. FR %: frequência relativa, em vermelho <i>Globigerinoides ruber</i> e em azul <i>Globigerina bulloides</i> . Prof.: profundidade. UMG: Último Máximo Glacial. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3..... | 111 |
| Figura 30 - Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 160 (T 160). Idade em anos Antes do Presente. FR %: frequência relativa, em vermelho <i>Globigerinoides ruber</i> e em azul <i>Globigerina bulloides</i> . Prof.: profundidade. UMG: Último Máximo Glacial. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3..... | 112 |
| Figura 31 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos <i>Globigerina bulloides</i> (indicador de água fria) e <i>Globigerinoides ruber</i> (água quente) do testemunho 141..... | 114 |
| Figura 32 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos <i>Globigerina bulloides</i> (indicador de água fria) e <i>Globigerinoides ruber</i> (água quente) do testemunho 147..... | 115 |
| Figura 33 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos <i>Globigerina bulloides</i> (indicador de água fria) e <i>Globigerinoides ruber</i> (água quente) do testemunho 160..... | 116 |
| Figura 34 – Bioestratigrafia proposta por Araújo & Machado (2008b) e as linhas vermelhas definem o refinamento biocronoestratigráfico do limite Holoceno/Pleistoceno descrito no presente trabalho. Legenda da composição do sedimento dos testemunhos, vide Tabela 3..... | 117 |

| | |
|---|-----|
| Figura 35 - Perfil SN com a correlação biocronoestratigráfica entre os testemunhos (T) em relação ao limite Holoceno/Pleistoceno e as biozonas Z1, Z2 e Y. Profundidade na coluna de água em metros e comprimento dos testemunhos em centímetros. UGM: Último Máximo Glacial. Legenda da cor dos testemunhos vide Tabela 3..... | 118 |
| Figura 36- Mapa e escala da espessura (metros) de sedimentos oceânicos indicado pelo nível de cores (modificado de Divins 2003) e a seta indica a área de localização dos testemunhos: 132, 141, 147 e 160..... | 119 |
| Figura 37 - Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) e a correlação entre as épocas e as zonas (modificado de Cantolla 2003) | 123 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Identificação, localização e comprimento dos testemunhos analisados..... | 05 |
| Tabela 2 - Significado ambiental para as espécies de foraminíferos planctônicas bioindicadoras (modificado de Passos <i>et al.</i> 2001 e Araújo 2004)..... | 19 |
| Tabela 3 - Padrão de cor de partes dos testemunhos realizado por Araújo & Machado (2008c)..... | 32 |
| Tabela 4 - Coordenadas geográficas e profundidade de coleta dos testemunhos na coluna de água.. | 40 |
| Tabela 5 - Padrão de cor do sedimento dos testemunhos relacionado às profundidades de coleta das amostras para a análise DRX e FRX, juntamente com o código do procedimento realizado pelo LAMIR/UFPR | 43 |
| Tabela 6 - Níveis de profundidade nos testemunhos de coleta de <i>Globigerinoides ruber</i> e o número da análise no CAIS..... | 44 |
| Tabela 7 - Relação sistemática e de quantidade de espécies e indivíduos da biota planctônica de foraminíferos..... | 53 |
| Tabela 8 - Abundância absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141..... | 56 |
| Tabela 9 - Frequência de ocorrência (%) das espécies do testemunho 141, agrupadas em categorias (C: constante; E: acessória; I: acidental)..... | 59 |
| Tabela 10 - Frequência relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) e coleta no testemunho 141 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P)..... | 60 |
| Tabela 11- Frequências relativas (%) das espécies descritas no testemunho 141, agrupadas por ordem de categoria: principal (P), acessória (A) e traços (T)..... | 63 |
| Tabela 12 - Abundância absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147..... | 67 |
| Tabela 13 - Frequência de ocorrência (%) das espécies do testemunho 147, agrupadas em categorias: constante (C); acessória (E); acidental (I)..... | 70 |
| Tabela 14 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade | |

| | |
|---|-----|
| (cm) de coleta no testemunho 147 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P)..... | 71 |
| Tabela 15 - Frequências relativas (%) das espécies descritas no testemunho 147, agrupadas em categorias: principal (P), acessória (A) e traços (T)..... | 74 |
| Tabela 16 - Abundância absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160..... | 78 |
| Tabela 17 - Frequências de ocorrência (%) das espécies do testemunho 160, agrupadas em categorias: constante (C), acessória (E), acidental (I)..... | 81 |
| Tabela 18 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P)..... | 82 |
| Tabela 19 – Frequência Relativa (%) das espécies descritas no testemunho 160, agrupadas em categorias: principal (P), acessória (A) e traços (T)..... | 85 |
| Tabela 20 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 141..... | 93 |
| Tabela 21 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 147..... | 94 |
| Tabela 22 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 160..... | 95 |
| Tabela 23 - Análise de Difractometria de Raio X (DRX) realizada em amostras de sedimento dos testemunhos. x: presença; pp: provável presença..... | 97 |
| Tabela 24 - Análise de Fluorescência de Raio X (FRX) realizada em amostras de sedimento dos testemunhos. Qzo: quartzo; Cao: caulinita; Gip: gipsita; Fel: feldspato; M/I: mica/ilita; Cal: calcita; Hal: halita; Ara: aragonita; Dol: dolomita; pp: provável presença; x: presença..... | 98 |
| Tabela 25 - Medições de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) obtidas a partir de <i>Globigerinoides ruber</i> , em relação à profundidade nos testemunhos..... | 99 |
| Tabela 26 - Idades ^{14}C (AMS) obtidas através da datação de <i>Globigerinoides ruber</i> , em relação à profundidade nos testemunhos..... | 100 |
| Tabela 27 - Taxas de sedimentação obtidas através de ^{14}C (AMS) para os testemunhos 147 e 160... | 100 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 28 - Idades (C^{14} * e estimada) utilizadas para o cálculo da taxa de sedimentação estimada para os testemunhos 141 e 160..... | 109 |
| Tabela 29 - Relação entre os Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) para cada testemunho e os principais eventos climáticos (idades aproximadas)..... | 123 |
| Tabela 30 - Estimativa sobre a razão isotópica de oxigênio ($\delta^{18}O$); salinidade (SSO) e temperatura superficial do oceano (TSO), relacionando os estágio isotópicos de oxigênio (EIO) aos testemunhos, segundo Toledo <i>et al.</i> (2007a)..... | 124 |

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos seus 4.6 bilhões de anos aproximadamente (ICS 2009), a Terra vem experimentando inúmeras modificações na tectônica de placas, no clima, na topografia, no nível relativo do mar, em eventos magmáticos, metamórficos e sedimentares, nas taxas de sedimentação, no campo magnético, na biodiversidade, nas variações na composição química dos oceanos, rios e lagos.

Nos últimos 2.588 milhões de anos (Ma) de história geológica deste planeta, que compreende o período Quaternário (ICS 2009), os eventos paleoclimáticos foram marcados por intervalos de tempo com temperaturas mais baixas (glaciações) e de maior duração, em relação à intercalação dada por períodos mais quentes (interglaciações) como, por exemplo, o atual período (Salgado-Labouriau 2001).

Segundo Salgado-Labouriau (2001), em sedimentos coletados no continente, as análises palinológicas mostram resultados semelhantes, porém somente quatro a cinco estágios glaciais foram identificadas geologicamente nos continentes. Desta forma, presume-se que glaciações mais fortes ou de menor duração tenham destruído as evidências de glaciações anteriores. Portanto, denota-se a importância de estudos paleoclimáticos através de amostras coletadas em ambientes aquáticos, principalmente, nos oceanos.

Ao longo do tempo, ocorreram variações no nível relativo do mar com implicações na sedimentação costeira, diagnosticáveis inclusive localmente, no setor situado ao norte da capital Salvador, Bahia (Sugiuo *et al.* 1985).

Além disso, as modificações nas características químicas, físicas e biológicas na massa de água oceânica produziram variações na concentração, composição química e isotópica dos carbonatos presentes nas águas oceânicas (Rodrigues 2000) e, conseqüentemente, na matéria orgânica, principalmente nos organismos marinhos que secretam esqueleto de natureza carbonática. Estas variações paleoceanográficas são caracterizadas através de estudos geoquímicos dos isótopos estáveis, principalmente carbono e oxigênio, que são os mais utilizados na pesquisa micropaleontológica, fornecendo dados robustos e que se sustentam.

Os isótopos de carbono são os indicadores de produtividade mais utilizados. Ponderando que os organismos, com destaque para os fotossintetizantes, incorporam preferencialmente o isótopo mais leve (^{12}C), a água superficial fica enriquecida com o isótopo mais pesado (^{13}C), considerando um contexto de alta produtividade oceânica e, esta assinatura é registrada nas testas de organismos planctônicos (Passos *et al.* 2001; White 2003; Toledo *et al.* 2007b; Bergue & Coimbra 2008)

Durante o Quaternário, a margem continental brasileira foi influenciada por mudanças climáticas e alterações no nível relativo do mar (Martin *et al.* 1980; Suguio *et al.* 1985; Arz *et al.* 1999; Angulo *et al.* 2006), as quais deixaram registros em associações de foraminíferos preservados nos sedimentos do talude continental (Vicalvi 1997; Arz *et al.* 1999; Toledo *et al.* 2007a, 2007b; Araújo & Machado 2008a, 2008b, 2008c) e também nos minerais de argilas marinhas (Biscaye 1965; Chamley 1974; Chen *et al.* 2005; Fagel 2007).

A zona costeira do litoral norte da Bahia, que abrange do extremo nordeste da costa até a cidade de Itapuã e corresponde ao Setor I de Bittencourt (1996), possui aproximadamente 200 km de extensão e apresentam diferentes organismos, ecossistemas, geomorfologias, ambientes deposicionais e formações geológicas.

Estudos revelam que a biota de foraminíferos existentes no sedimento de superfície e de subsuperfície da plataforma e do talude continentais da porção norte do Estado da Bahia foi utilizada para avaliar padrões de hidrodinâmica e de transporte de sedimentos (Moraes & Machado 2003), correlacionar a distribuição destes espécimes com a textura e composição dos sedimentos (Machado *et al.* 2006; Araújo & Machado 2008b), analisar a bioestratigrafia em conjunto com ferramentas estatísticas (Araújo & Machado 2008a) e também foram identificadas assembléias de foraminíferos como bioindicadoras paleoambientais, paleoclimáticas e paleobatimétricas (Araújo & Machado 2008c).

Esta pesquisa no talude continental da região norte da costa do Estado da Bahia permitiu a caracterização paleoceanográfica através das análises das razões isotópicas de carbono estável (^{12}C , ^{13}C) e instável (^{14}C , cronoestratigrafia) em foraminíferos planctônicos.

Até o presente trabalho não foram realizadas análises de $\delta^{13}\text{C}$, datação ^{14}C e o cálculo médio da sedimentação (^{14}C) a partir de foraminíferos coletados no litoral norte da Bahia. Apenas algumas datações absolutas são conhecidas no talude ao norte de Ilhéus, onde um testemunho revela idades entre 3.987 anos e 20.756 anos (Toledo *et al.* 2007a).

Na margem norte do Estado da Bahia quatro testemunhos (numeração: 132, 141, 147 e 160) oriundos do talude foram utilizados neste estudo, aplicando diferentes procedimentos analíticos voltados à assinatura de isótopos estáveis de carbono estável ($\delta^{13}\text{C}$) e cronoestratigráfica (^{14}C), fácies dos minerais de argila e refinamento bioestratigráfico que fornecem subsídios às interpretações paleoclimáticas e paleoceanográficas.

1.1 JUSTIFICATIVAS

Apesar de estudos isotópicos com foraminíferos planctônicos terem sido realizados na porção extremo norte (Arz *et al.* 1999; Marques *et al.* 2005), central (Azevedo *et al.* 1997; Passos *et al.* 2001; Chiessi *et al.* 2007) e sul (Ramos 2006; Chiessi *et al.* 2007) do talude continental do Brasil e da aplicação mais intensiva deste procedimento analítico nos últimos dez anos, ainda não se tem registros sobre pesquisas na região que compreende o presente estudo.

Este trabalho vem preencher uma lacuna sobre as condições paleoceanográficas e paleoclimáticas a partir de sondagens no talude continental norte da Bahia, envolvendo pesquisas isotópicas de carbono em *Globigerinoides ruber* que fornecem subsídios sobre a paleoprodutividade oceânica.

Também é inédito o uso de ^{14}C para a datação das testas destes organismos, essencial para a cronoestratigrafia dos testemunhos, definição do intervalo temporal de mudanças climáticas analisadas e o cálculo médio da taxa de sedimentação na região de coleta dos testemunhos do presente trabalho, além de medir a assinatura isotópica de oxigênio.

Além disso, foi possível o refinamento bioestratigráfico a partir do padrão de distribuição de foraminíferos planctônicos, obtido através de metodologia nova e diferente à realizada a priori por Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c).

Ponderando ainda que o Quaternário é um período intercalado por eventos glaciais e interglaciais significativos (Berger 2008); que a coleta de sedimentos no fundo dos oceanos fornece maior quantidade e seqüenciamento dos eventos paleoclimáticos em relação às amostras de sedimentos coletados no continente (Salgado-Labouriau 2001); que os foraminíferos planctônicos refletem com maior fidelidade as condições paleoambientais que os espécimes bentônicos (Kucera & Kennett 2000) denota-se a importância da presente dissertação sobre evidências paleoclimáticas datadas no presente trabalho.

1.2 OBJETIVOS

Este estudo visa à reconstrução paleoclimática e paleoceanográfica da região norte da margem continental da Bahia baseada na biocronoestratigrafia de espécies planctônicas de foraminíferos, principalmente as bioindicadoras de águas quentes e frias.

Para tanto, compõe-se os seguintes objetivos específicos:

- 1) Coletar e identificar as espécies de foraminíferos planctônicos;
- 2) Elaborar o biozoneamento paleoclimático a partir da distribuição dos foraminíferos planctônicos bioindicadores;
- 3) Realizar análise geoquímica de $\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C em testas de *Globigerinoides ruber*;
- 4) Verificar as variações das razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e relacionar ao biozoneamento;
- 5) Selecionar as amostras de argila dos quatro testemunhos (132, 141, 147 e 160) nas diferentes colorações descritas para analisar a composição mineralógica e química;
- 6) Relacionar os minerais de argila encontrados com as implicações paleoclimáticas e de paleocirculação oceânica;
- 7) Estabelecer limites cronoestratigráficos para os testemunhos através de datações ^{14}C e calcular a taxa média de sedimentação;
- 8) Definir o intervalo temporal de mudanças paleoclimáticas e paleoceanográficas;
- 9) Confrontar os resultados de forma associativa e inter-relacionar as conclusões obtidas com trabalhos afins.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Apresenta-se neste capítulo uma descrição da área estudo, de forma a caracterizá-la geográfica e fisiograficamente, com ênfase na geologia.

2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O objeto de trabalho são quatro testemunhos (Tabela 1), coletados pela expedição GEOMAR XXV, na região do talude continental situado entre à praia do Flamengo no Município de Salvador e à praia de Baixios no Município de Esplanada, localizado ao litoral norte do Estado da Bahia (Figura 1).

O testemunho 132 possui as coordenadas $12^{\circ}59'53''$ S e $38^{\circ}13'02''$ W, 1,90 m de comprimento e foi coletado sob uma coluna de água de 730 m, em frente à praia do Flamengo a uma distância de 13 km aproximadamente (Tabela 1).

O testemunho 141 possui as coordenadas $12^{\circ}47'14''$ S e $37^{\circ}55'45''$ W, 1,80 m de comprimento e foi coletado a 790 m de profundidade na coluna de água e dista aproximadamente 22 km da linha de costa na praia de Guarajuba, que pertence à cidade de Camaçari (Tabela 1).

O testemunho 147 possui as coordenadas $12^{\circ}39'54''$ S e $37^{\circ}52'53''$ W, 2,00 m de comprimento e foi coletado sob uma coluna de água de 640 m, distante aproximadamente 17 km defronte à praia do Forte, no Município de Mata de São João (Tabela 1).

O testemunho 160 possui as coordenadas $12^{\circ}14'14''$ S e $37^{\circ}32'42''$ W, 1,80 m de comprimento e foi coletado a 480 m de profundidade na coluna de água e dista aproximadamente 22,5 km da linha de costa na praia de Baixios, pertencente à cidade de Esplanada, a menos de 1.000 m ao norte da foz do rio Inhambupe (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação, localização e comprimento dos testemunhos analisados.

| Número do testemunho GEOMAR XXV | Latitude | Longitude | Profundidade na coluna de água (m) | Comprimento (m) |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------|
| 132 | $12^{\circ}59'53''$ | $38^{\circ}13'02''$ | 730 | 1,90 |
| 141 | $12^{\circ}47'14''$ | $37^{\circ}55'45''$ | 790 | 1,80 |
| 147 | $12^{\circ}39'54''$ | $37^{\circ}52'53''$ | 640 | 2,00 |
| 160 | $12^{\circ}14'14''$ | $37^{\circ}32'42''$ | 480 | 1,80 |

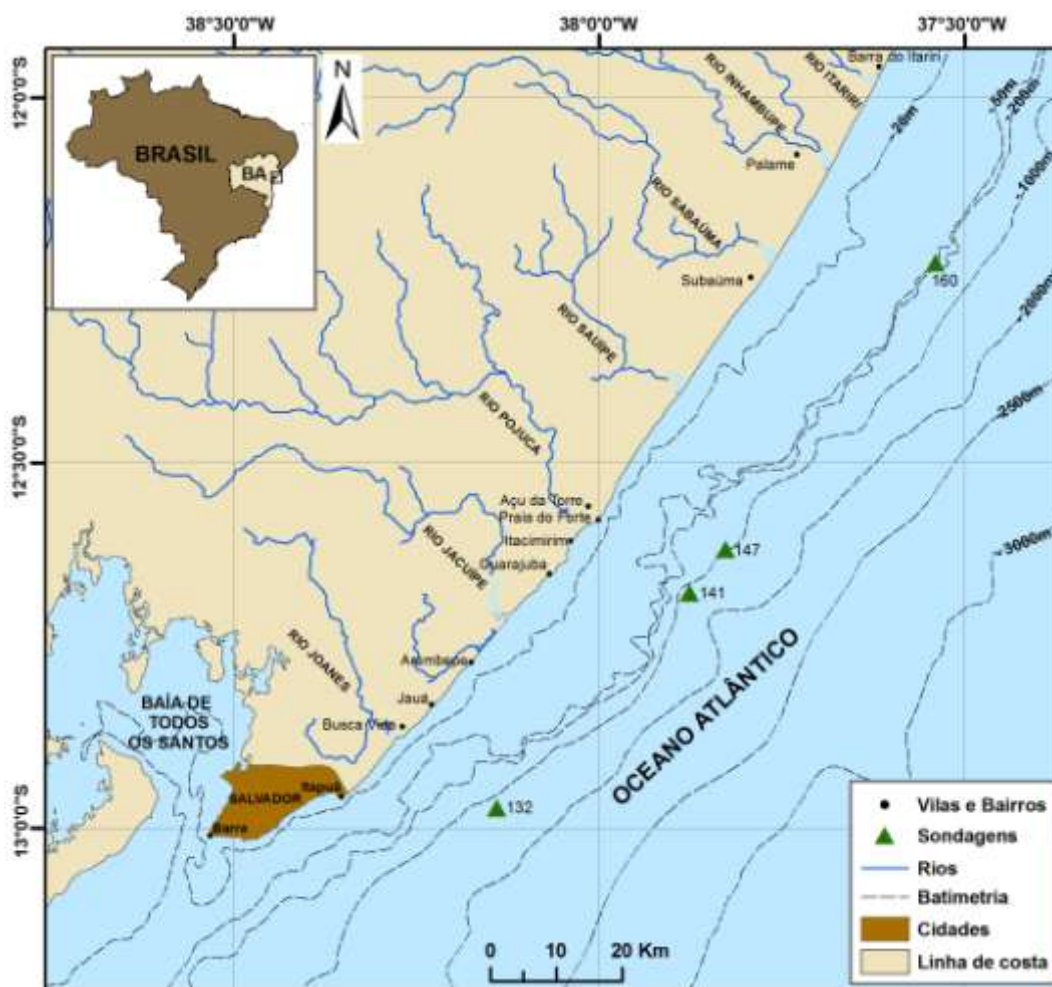


Figura 1 - Em primeiro plano o mapa geográfico com destaque para o litoral norte do Estado da Bahia, em detalhe a localização de coleta dos testemunhos 132, 141, 147 e 160, situados no talude continental.

2.2 FISIOGRAFIA E GEOLOGIA

A evolução geológica do litoral norte do Estado da Bahia teve seu início no Cretáceo Inferior, está relacionada à ruptura do Supercontinente Gondwana, resultando na individualização das placas sul-americana e africana (Dominguez *et al.* 1996) e é especialmente influenciada pela gênese da Bacia do Jacuípe que iniciou seu preenchimento há 150 ma (Graddi *et al.* 2007), subordinada as bacias sedimentares adjacentes como a Bacia do Recôncavo (Silva *et al.* 2007).

Mais recentemente, o ambiente costeiro incorpora os efeitos do progressivo resfriamento do planeta, durante o Cenozóico, com a acumulação de gelo nas regiões de alta latitude e o consequente abaixamento do nível do mar, além da interação do aporte sedimentar (Dominguez & Bittencourt 2009).

2.2.1 PLANÍCIE COSTEIRA

Compreendendo o Litoral Oriental (Laborel 1969 *apud* Suguio 2006), a costa do litoral baiano é dividida em setores de norte para sul e a área de estudo está inserida no Setor I de Bittencourt (1996), que se estende do extremo norte do estado até à praia de Itapuã, situada na capital Salvador. Geologicamente, é composto por depósitos do embasamento cristalino, depósitos terciários e quaternários (Dominguez *et al.* 1996), atribuídos a Bacia do Jacuípe e subordinadamente, a Bacia do Recôncavo.

A zona costeira é caracterizada por uma planície situada no sopé das falésias da Formação Barreiras (Martin *et al.* 1980), e em sua maioria, resumida a uma faixa de algumas centenas ou dezenas de metros de largura. Os depósitos quaternários podem apresentar maior extensão nos amplos vales escavados na Formação Barreiras (Conde, Palma e Subáuma), sendo caracterizado pela presença de uma extensa linha de arenitos de praia. Neste setor existem campos de dunas inativas, como na região de Itapuã. Acima de Arembepe pode-se encontrar cordões de dunas ainda ativos (Bittencourt 1996).

Segundo Dominguez & Bittencourt (1996) o resultado da combinação de pequenas bacias hidrográficas com baixo relevo e um clima semi-árido, caracteriza a região nordeste do Brasil como uma zona costeira faminta. Nesta região, os depósitos quaternários costeiros são escassos e a linha de costa é caracterizada pelo recuo de falésias da Formação Barreiras, *beach rocks* e recifes de corais construídos sobre o topo de rochas praias e de terraços de abrasão.

Os estudos dos sedimentos distribuídos ao longo da faixa litorânea e da plataforma expressam as diferentes fases evolutivas da margem continental brasileira e refletem o registro estratigráfico das seqüências sedimentares depositadas (Guazelli & Carvalho 1981), que aliadas às elevações e abaixamentos do nível relativo do mar causadas principalmente por modificações climáticas, gera uma curva regional de variação do nível relativo do mar para o litoral baiano nos últimos 7.000 anos (Figura 9). Juntamente com datações e reconstruções de antigas posições do nível relativo do mar, o setor ao norte de Salvador, Bahia, possui uma curva precisa registrando três eventos transgressivos e dois regressivos até o presente nível relativo do mar (Suguio *et al.* 1985).

2.2.2 PLATAFORMA CONTINENTAL

Segundo Suguio (2006) a margem continental é o prolongamento submarino dos continentes e baseia-se na profundidade, constitui-se de plataforma continental (0-180 m), talude continental (180 – 3.000 m) e sopé continental (3.000 a 4.000 m).

A margem continental da região leste do Brasil é caracterizada por uma plataforma continental relativamente estreita e na parte norte do Estado da Bahia a largura média é de 20 km. A linha de quebra da plataforma continental na Bahia é entre as isóbatas de 60 a 80 m, onde se observa forte declividade do trecho superior do talude (Leão 1996).

Na parte norte da plataforma continental ao norte de Salvador, as feições mais proeminentes do relevo submarino são as ravinas perpendiculares à costa e limitadas às linhas batimétricas de 60 e 400 m. A parte mediana da plataforma, entre Salvador e Belmonte, caracteriza-se por vários canhões submarinos que incidem até a sua parte mais interna (Leão 1996). Os canhões submarinos podem ser considerados como produto da erosão subaquática, devido às correntes de turbidez (Suguio 2006).

Segundo Kaiser (2008), ao longo da plataforma continental da região norte da Bahia, as fácies sedimentares da superfície são compostas basicamente por: areia lamosa, areia média, areia grossa e cascalho (Figura 2).

A dispersão de sedimentos ocorreu para amplas áreas na margem continental leste e a plataforma norte do Estado da Bahia apresenta espessura máxima 70 m de sedimento (Graddi *et al.* 2007).

Segundo o regime sedimentar da plataforma continental brasileira, a área de estudo típica de águas tropicais é caracterizada por uma plataforma com reduzido aporte sedimentar terrígeno e intensa atividade organógena, com produção de fundos biogênicos e com biodetritos (Suguio 2006).

2.2.3 TALUDE CONTINENTAL

A área de estudo em questão compreende a província sedimentar do talude, onde desde Salvador até Maceió (Alagoas) é coberto por lama de natureza terrígena (Summerhayes *et al.* 1975), esta, portanto, proveniente da destruição das rochas de áreas continentais da superfície (Suguio 2006).

Na Bahia, o talude varia de 1° a 28° de declive, possui largura média entre 80 a 100 km e a passagem do sopé para a bacia oceânica é abrupta, definida ao longo da isóbata de 5.000 m (Leão 1996) e livre de barreiras estruturais (Carvalho & Francisconi 1981).

O talude continental, caracterizado pela inclinação mais acentuada após a plataforma, possui predisposição à erosão dos sedimentos depositados. Na porção superior do talude com declividade superior a 10°, a tendência é de predomínio da erosão, e na sua base prepondera à sedimentação onde o gradiente

diminui. Em grande parte do talude deve-se a acumulação de sedimentos hemipelágicos aos processos gravitacionais ou movimentos de massas (Suguio 2006).

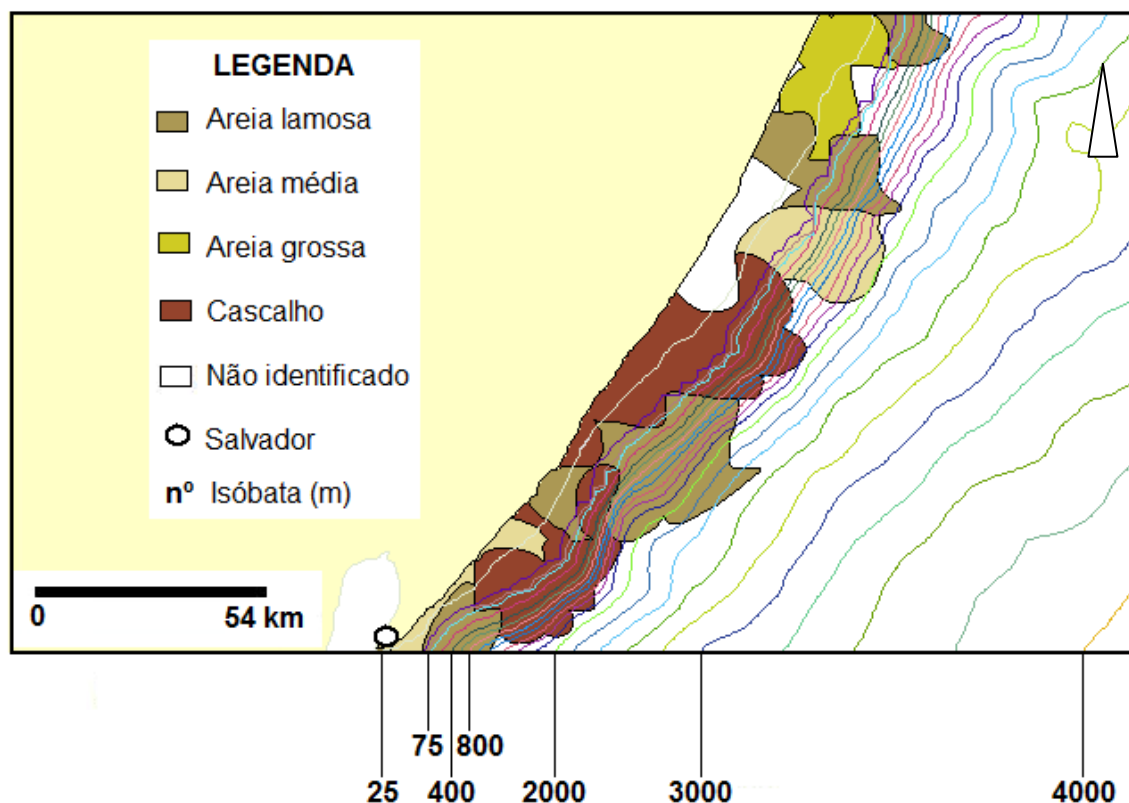


Figura 2 - Mapa de fácies sedimentares da plataforma e parte do talude continental norte do Estado da Bahia, com destaque para as isóbatas (25 a 4000 m), a seta indica o norte (modificado de Kaiser 2008).

Segundo Graddi *et al.* (2007), a Bacia do Jacuípe se localiza na parte setentrional da costa da Bahia, entre Salvador até a divisa com o Estado de Sergipe e, portanto, está inserida na área do talude, local de coleta dos testemunhos deste trabalho.

A Bacia do Jacuípe possui em sua base rochas granulíticas proterozóicas, com idades inferiores a 542 ma que pertencem à província do São Francisco e o preenchimento sedimentar é registrado a partir de 150 ma, composto por sete sequências deposicionais. Essas unidades são correlacionáveis aos estágios rifte e de margem passiva (drifte) que ocorreram nas bacias da margem leste brasileira. Nesta bacia não foram constatadas rochas pertencentes ao estágio pré-rifte (Graddi *et al.* 2007).

A Supersequência Rifte foi depositada em ambiente alúvio-deltaico e lacustre. A sequência K30 compreendem conglomerados, arenitos e folhelhos, compondo a Formação Rio de Contas (135 – 125 ma) do Grupo Almada e a sequência K40 compõe a Formação Tapus-Mirim (125 – 120 ma), base do Grupo Camamu, com litologia semelhante à sequência K30 (Graddi *et al.* 2007).

Uma única seqüência sedimentar, a K50 constitui a Superseqüência Pós-Rifte quando foram depositadas em condições continentais e, posteriormente, em ambiente marinho. Esta seqüência é composta por arenitos, folhelhos e evaporitos depositados em ambiente marinho restrito, atribuídos a idade Alagoas. Entretanto, Graddi *et al.* (2007) também mencionam um provável ambiente continental (leque alúvios deltaicos), para a deposição de arenitos e folhelhos.

A Superseqüência Drifte é formada pelas seqüências K60 - K80, K90 – K130, E10 – N50 e N60. Compreendendo o topo do Grupo Camamu, a Formação Algodões caracteriza a seqüência K60 – K80, depositando em ambiente marinho carbonatos e folhelho com idades inferiores a 115 ma e superiores a 85 ma. Ao final do Coniaciano ocorreu um rebaixamento do nível do mar que proporcionou a erosão de parte das seqüências subjacentes.

Um evento transgressivo proporcionou a deposição dos folhelhos batiais da Formação Urucutuca, Grupo Espírito Santo, depositada em ambiente marinho profundo e que caracteriza a seqüência K90 – K130, com idades aproximadas variando de 85 a 65 ma.

Abrangendo um ambiente deposicional de talude, a seqüência E10-N50 também corresponde a folhelhos da Formação Urucutuca, geocronologicamente atribuídos do Paleoceno Inferior ao Plioceno Superior. Uma plataforma estreita se desenvolveu com arenitos da Formação Rio Doce e carbonatos da Formação Caravelas indicativos de regressão marinha, entre o Neo-Oligoceno e o Neógeno. Graddi *et al.* (2007) também observam a caracterização sísmica de vários corpos magmáticos interpostos às rochas sedimentares, atribuídos a eventos que ocorrera ao final do Alagoas e início do Albiano, reativados no Paleógeno.

Graddi *et al.* (2007) finaliza a deposição sedimentar da Bacia do Jacuípe com a Sequência N60 composta por sedimentos de praias e aluviões, que constitui os sedimentos clásticos do Pleistoceno e Holoceno, constituindo a fisiografia atual da bacia. São arenitos e folhelhos da planície de inundação dos rios Joanes, Jacuípe e Itariri, entre outros, que se depositaram diretamente sobre o embasamento gnáissico. Também fazem parte os depósitos estuarinos e a sedimentação de argilas (inconsolidadas), que forram toda a extensão da porção submersa da bacia.

As figuras 3, 4 e 5 representam respectivamente a carta estratigráfica, a carta litoestratigráfica da Bacia do Jacuípe e a legenda segundo Graddi *et al.*(2007).

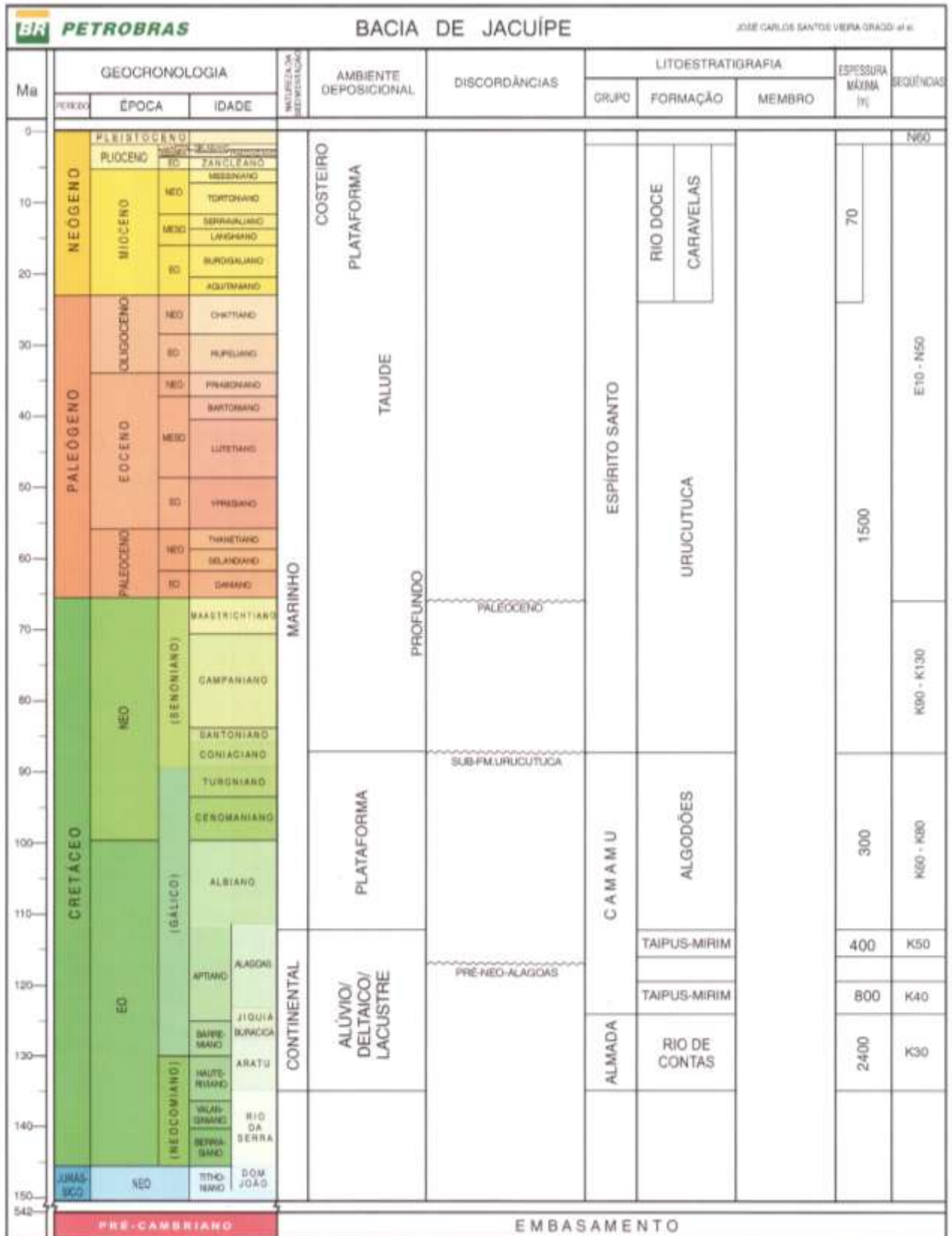


Figura 3 – Carta estratigráfica da Bacia do Jacuipé. Ma: milhões de anos (Graddi et al. 2007).

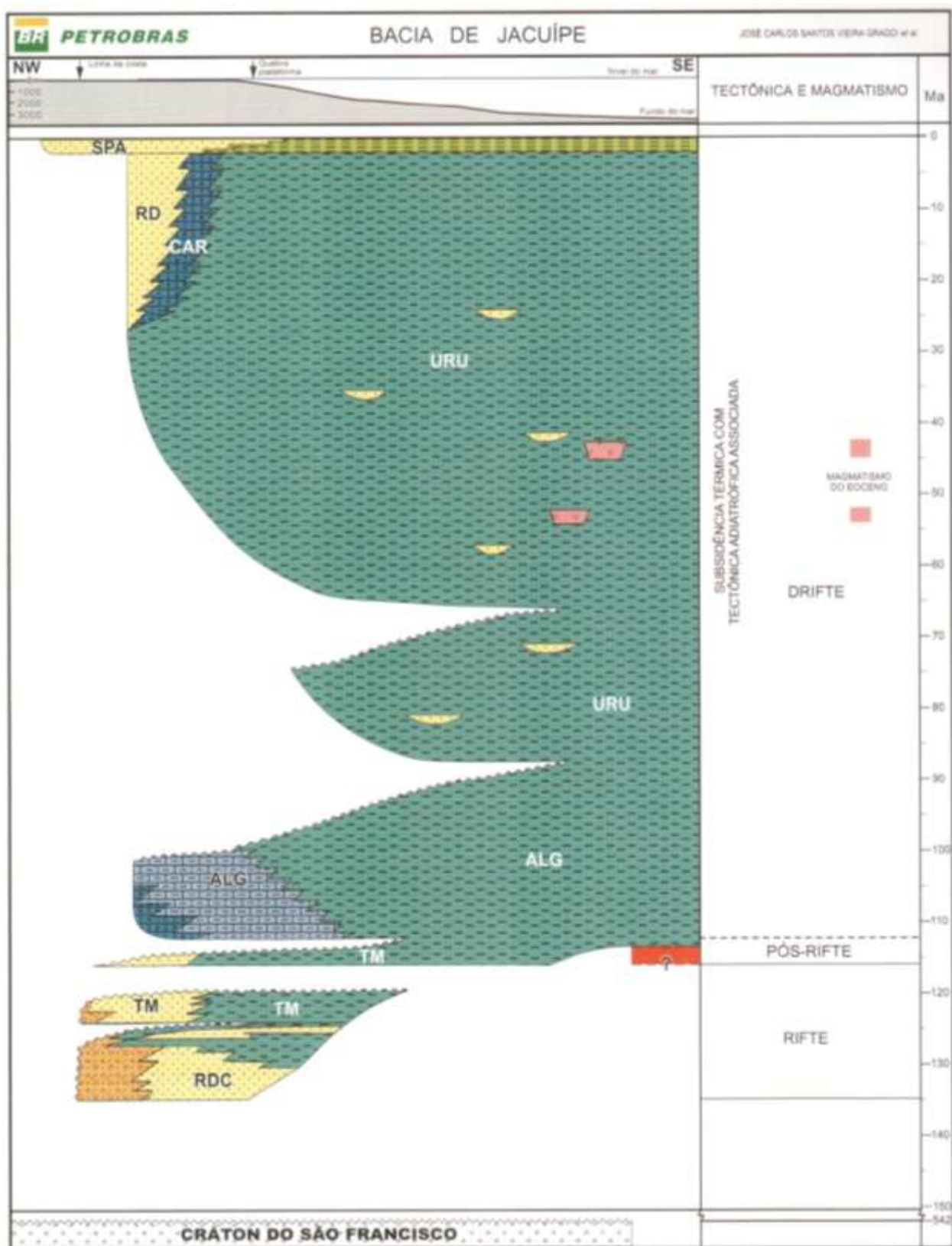


Figura 4 - Carta estratigráfica da Bacia do Jacuípe com ênfase nos litotipos, tectônica e magmatismo (Graddi *et al.* 2007). SPA: sedimentos de praias e aluviões; RD: Rio Doce; CAR: Caravelas; URU: Urucutuca; ALG: Algodões; TM: Taipus-Mirim; RDC: Rio de Contas.



Figura 5 – Legenda da carta estratigráfica da Bacia do Jacuípe (Milani *et al.* 2007).

3. FUNDAMENTOS E TRABALHOS ANTERIORES

De forma sucinta apresentam-se as definições dos objetos do presente estudo, além disso, uma análise expressiva da aplicação de trabalhos anteriores na área de estudo e afins, relacionados aos métodos aqui propostos, embasados em trabalhos pioneiros sobre o fundamento teórico e, sobremaneira, em publicações contemporâneas revelando novas conclusões e discussões.

3.1 FORAMINÍFEROS E BIOESTRATIGRAFIA

Os foraminíferos são organismos unicelulares, eucariontes e protistas (Sen Gupta 1999), e possuem representantes atuais desde ambientes transicionais a marinhos, cujas formas bentônicas surgiram no Cambriano, há 542 ma, e a biota planctônica a partir do Jurássico, aproximadamente há 200 ma (Bergue & Coimbra 2008).

A testa é composta por uma ou várias câmaras que se intercomunicam através de uma ou mais aberturas, denominada de forâmen, que dão origem ao nome destes microorganismos que secretam esqueleto de natureza calcária, silicosa ou aglutinante, que forma a testa (Vilela 2004) e protege o seu corpo unicelular. A distinção entre os táxons é feita com base na morfologia e composição das testas (Arenillas 2004).

Igualmente denominadas de zonas bioestratigráficas, as unidades bioestratigráficas correspondem às rochas sedimentares ou metasedimentares definidas por critérios paleontológicos (Mendes 1992), com o objetivo de definir, ordenar e estabelecer correlação com outras unidades estratigráficas afins. A biozona é uma unidade bioestratigráfica básica que se diferencia através de seu conteúdo fóssil particular, arbitrário ao objetivo da pesquisa. Segundo Mendes *op.cit.* dentre as biozonas mais empregadas, a zona de associação reflete com maior ou menor intensidade as condições paleoambientais.

A biota de foraminíferos planctônicos, exclusivamente marinha, é tradicionalmente utilizada em análises bioestratigráficas, além de estudos cronoestratigráficos e em estratigrafia isotópica, onde esses dados são inter-relacionados, gerando fatores que possibilitam a correlação de estratos, a caracterização paleoambiental (Azevedo *et al.* 1997; Baohua *et al.* 1997; Kuroyanagi *et al.* 2006; Araújo & Machado 2008b) e paleoceanográfica (Urey 1947; Emiliani 1955, 1966; Passos *et al.* 2001; Toledo *et al.* 2007a,b), a determinação cronoestratigráfica (Harada *et al.* 1996; Wade *et al.* 2007), entre outros.

O trabalho de Ericson & Wollin (1968) inaugura uma nova fase para os estudos bioestratigráficos do Pleistoceno. Os autores estudaram a frequências de espécies de foraminíferos planctônicos provenientes de

dez testemunhos com 690 a 1.300 cm de comprimento e coletados ao longo da margem continental norte da América do Sul, entre 2.730 a 4.510 m de profundidade na coluna de água. Utilizando a variação da frequência de *Globorotalia menardii*, concluíram quatro glaciações principais e três estágios interglaciais, denominando zonas e as respectivas idades aproximadas, são elas: Z (pós-glacial) do recente até 11.700 anos; Y, X, W (glaciais) até 150.000 anos; V (interglacial) até 400.000 mil anos; U (glacial) até 550.000 anos; T (interglacial) até 920.000 anos; S (glacial) até 1.4 ma anos; R (interglacial) 1.75 ma e finaliza com a Zona Q (glacial) limitada até 2 ma.

Para o talude superior da Bacia de Campos no Rio de Janeiro, Vicalvi (1997) apresenta uma subdivisão da Zona Z em subzonas Z1 e Z2, fundamentada na presença do plexo *Globorotalia menardii*, sendo que em Z1 este plexo apresenta entre 3% e 7% e em Z2 entre 1% e 3%.

Apesar de estudos envolvendo foraminíferos originários de sedimentos coletados no talude continental serem amplamente empregados ao longo da margem continental do Brasil, na zona costeira da Bahia os estudos ainda são pontuais: um testemunho na porção central em frente a Ilhéus (Toledo *et al.* 2007a) e quatro testemunhos na margem norte (Araújo & Machado 2008a, 2008b, 2008c). Por outro lado, os ambientes transicionais e a região da plataforma continental do Estado da Bahia são estudados amplamente (Machado & Moraes 2002; Moraes & Machado 2003; Machado *et al.* 2006, Araújo 2009).

Na região ao norte de Ilhéus, porção central da zona costeira da Bahia, Toledo *et al.* (2007a) apresentam uma sondagem (CMU-14) feita no talude e relatam a abundância relativa de *Globorotalia truncatulinoides*. Através de estudos isotópicos de oxigênio, os autores e mostram que as variações na salinidade superficial oceânica afetam a estabilidade da coluna de água superior e conseqüentemente, na mistura dos estratos em profundidade.

Machado *et al.* (2006) identificaram e analisaram a distribuição destes espécimes em função das características texturais e composicionais do sedimento, ao norte de Salvador nas praias de Itapuã, Arembepe, Guarajuba e do Forte, de onde concluíram que *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides trilobus* e *Globigerinoides conglobatus* são as espécies planctônicas dominantes, entretanto, em Itapuã não foram registrados foraminíferos planctônicos. Juntamente com a biota bentônica, os espécimes caracterizam águas quentes, rasas e de baixas latitudes e muitos exemplares apresentam testa colorida, indicando a presença de ferro no ambiente, proveniente de rios e afloramentos.

Araújo & Machado (2008a) relatam o padrão de distribuição de foraminíferos bentônicos e planctônicos da subsuperfície do talude continental superior do norte da Bahia. Os foraminíferos

planctônicos mais frequentes nos sedimentos ao longo dos quatro testemunhos são: *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerina quinqueloba*, *Globigerinoides ruber* f. *pyramidalis*, *Globigerina dutertrei*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides* sp. A, *Globorotalia menardii* f. *tumida*, *Globigerinoides conglobatus* e *Globigerinoides saculifer*.

Através da análise dos padrões de distribuição e frequência de foraminíferos planctônicos, Araújo & Machado (2008b) identificaram às Zonas Z (Holoceno – interglacial) e Y (Pleistoceno – glacial), sendo os intervalos limitantes nos testemunhos em: 132 a 0,40m; 141 a 0,40m; 147 a 0,60 m e 160 a 0,40m.

Estes autores reconheceram a representatividade de espécies bioindicadoras de massas de águas frias (Zona Y): *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides*; e a assembléia de foraminíferos indicadores de massas de águas quentes (Zona Z): *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia menardii* e *Globigerinoides saculifer*. Sugerem também que as variações de frequência desta biota planctônica e bentônica ao longo dos testemunhos, aliado a composição dos sedimentos, se relacionam as variações eustáticas do nível relativo do mar que, por conseguinte estão relacionadas aos eventos climáticos globais quaternários.

A partir da distribuição dos foraminíferos planctônicos que caracterizam o biozoneamento Z e Y reconhecidos por Araújo & Machado (2008a), foi relacionada neste trabalho cada espécie bioindicadora ao seu significado ambiental (Tabela 2), segundo Hilbrecht (1996) e Sen Gupta (1999), são elas:

Globigerina bulloides (d'Orbigny, 1839) tolera ampla variação de temperatura superficial e subsuperficial, salinidade e densidades dos estratos, e sua ocorrência não é limitada por estas propriedades físicas. Esta espécie é abundante em massas de águas de altas latitudes no sul e tem índices máximos em altas latitudes do norte e em regiões de ressurgência de baixas latitudes. Sugere uma preferência por ambientes produtivos, ou seja, rico em nutrientes, onde esta espécie pode estar associada à abundância de fitoplâncton.

Globigerinita glutinata (Egger, 1895) é igualmente abundante em condição ambiental quente e frio, comumente encontrada no Atlântico Norte. Esta espécie é mais abundante em altas latitudes e em áreas adjacentes as zonas de ressurgência, desta maneira, podem ocorrer em um estágio mais tardio associado às margens de áreas produtivas.

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny, 1839) é uma espécie tipicamente subtropical e que prefere áreas com pouca variação na salinidade, em contraste com ampla tolerância a temperatura superficial oceânica. Destaca-se também a baixa tolerância no gradiente de temperatura e estratificação da coluna de

água no inverno, quando comparado com as condições de verão. A preferência por baixo gradiente no inverno concorda com o ciclo ontogenético anual desta espécie, que habita em várias profundidades na coluna de água, mas que durante a reprodução em períodos de inverno, ascende até águas mais superficiais. Particularmente, uma termoclina rasa sugere um efeito negativo no sucesso reprodutivo desta espécie. A migração através da coluna de água pode consumir menos energia quando existe um baixo gradiente. Não ocorrem diferenças substanciais entre as preferências pelo enrolamento dextral e sinistral desta espécie.

Globigerinoides ruber (d'Orbigny, 1839) ocorre em duas variedades: uma produz testa de cor branca e são registradas em todos os oceanos; outra produz testa de cor rosa e é restrita ao Atlântico. As formas de testa cor de rosa são comuns, mas não dominam assembléias desta biota, enquanto as formas de cor branca pertencem às espécies dominantes de ambiente tropical e subtropical, de forma que apresentam forte relação com a temperatura da superfície do oceano. Ambas as formas apresentam um padrão claro de distribuição um pouco desviada para temperaturas mais elevadas com uma amplitude distintamente mais estreita no verão. A variedade rosa prefere habitats mais quentes em relação às formas brancas.

A relação entre a salinidade da superfície do mar e abundância relativa é única em *Globigerinoides ruber* (branco). Nos locais onde a abundância relativa não exceder 10-15%, a espécie possui uma tolerância estreita e só ocorre onde a salinidade não tiver um desvio superior de aproximadamente 0,5 unidades práticas de salinidade (ups), na média das condições marinhas normais (cerca de 35 ups). Quando a abundância relativa das espécies excede 10-15%, demonstra uma maior tolerância à salinidade acentuada e ocorre em todo o intervalo acima de 34 ups.

Globorotalia menardii (d'Orbigny, 1865) ocorre nas massas de água tropical e subtropical, com máximos índices de abundância relativa em ambientes tropicais e equatoriais. As preferências são pronunciadas para temperaturas quentes na superfície do mar e salinidade marinha normal (35 ups). As relações são amplas com maiores gradientes de temperatura e estratificação, e menor densidade das águas de superfície, e ainda podem ser facilmente encontrados em habitats quentes. Análises isotópicas de oxigênio sugerem uma migração vertical desta espécie a maiores profundidades durante o seu ciclo ontogenético, que também pode ser expresso em estreita relação da abundância relativa e de temperaturas a 200 m de profundidade.

Globigerinoides saculifer (Brady, 1884) é abundante em massas de água tropical. Apresenta evidentes relações da abundância relativa com a temperatura superficial do oceano e a temperatura existente a 200m de profundidade. Esta espécie apresenta estreita tolerância em condições de verão para a densidade superficial e o gradiente de temperatura vertical da água. Sugere preferência por massas de água com baixa variação de temperatura da água superficial e baixa sazonalidade do gradiente de temperatura. *Globigerinoides saculifer* apresenta índices máximos de abundância relativa em massas de água com

salinidade próxima a média dos oceanos, entretanto, a espécie possui grande tolerância e não é um bom indicador da salinidade.

As espécies existentes de foraminíferos planctônicos podem ser agrupadas em cinco principais assembléias definidas em províncias: tropical, subtropical, transicional, subpolar e polar (Bé & Tolderlund 1971, Kucera *et al.* 2005 *apud* Kucera 2007). A figura 6 ilustra o gráfico de abundância média (%) de espécies planctônicas para cada província climática em relação à média anual da temperatura (°C) da superfície do oceano. Abaixo deste gráfico, o mapa mundial apresenta a área de abrangência das províncias, com mesma legenda de cor utilizada no gráfico de abundância.

Tabela 2 – Significado ambiental para as espécies de foraminíferos planctônicas bioindicadoras (modificado de Passos *et al.* 2001 e Araújo 2004).

| Espécies | Indicação | Citação |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <i>Globigerina bulloides</i> | Ressurgência | Murray 1995 |
| | Águas frias | Debenay & Redois 1997 |
| | Nutrientes | |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | Ressurgência | Peeters <i>et al.</i> 1999 |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | Águas frias (pela frequência) | Ericson & Wollin 1968 |
| | Corrente das Malvinas | Vicalvi & Palma 1980 |
| | | Boltovskoy 1959 |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | Corrente do Brasil | Boltovskoy 1959 |
| | Águas quentes | |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | Fauna tropical | Debenay & Redois 1997 |
| <i>Globorotalia menardii</i> | | Ericson & Wollin 1968 |
| | | Vicalvi & Palma 1980 |
| | Clima quente | Boltovskoy 1959 |
| | Corrente do Brasil | Reiss <i>et al.</i> 1971 |
| | Águas quentes | Boltovskoy 1973 |
| | Fauna tropical | Bé <i>et al.</i> 1976 |
| | Vicalvi 1977 | |
| | | Debenay & Redois 1997 |

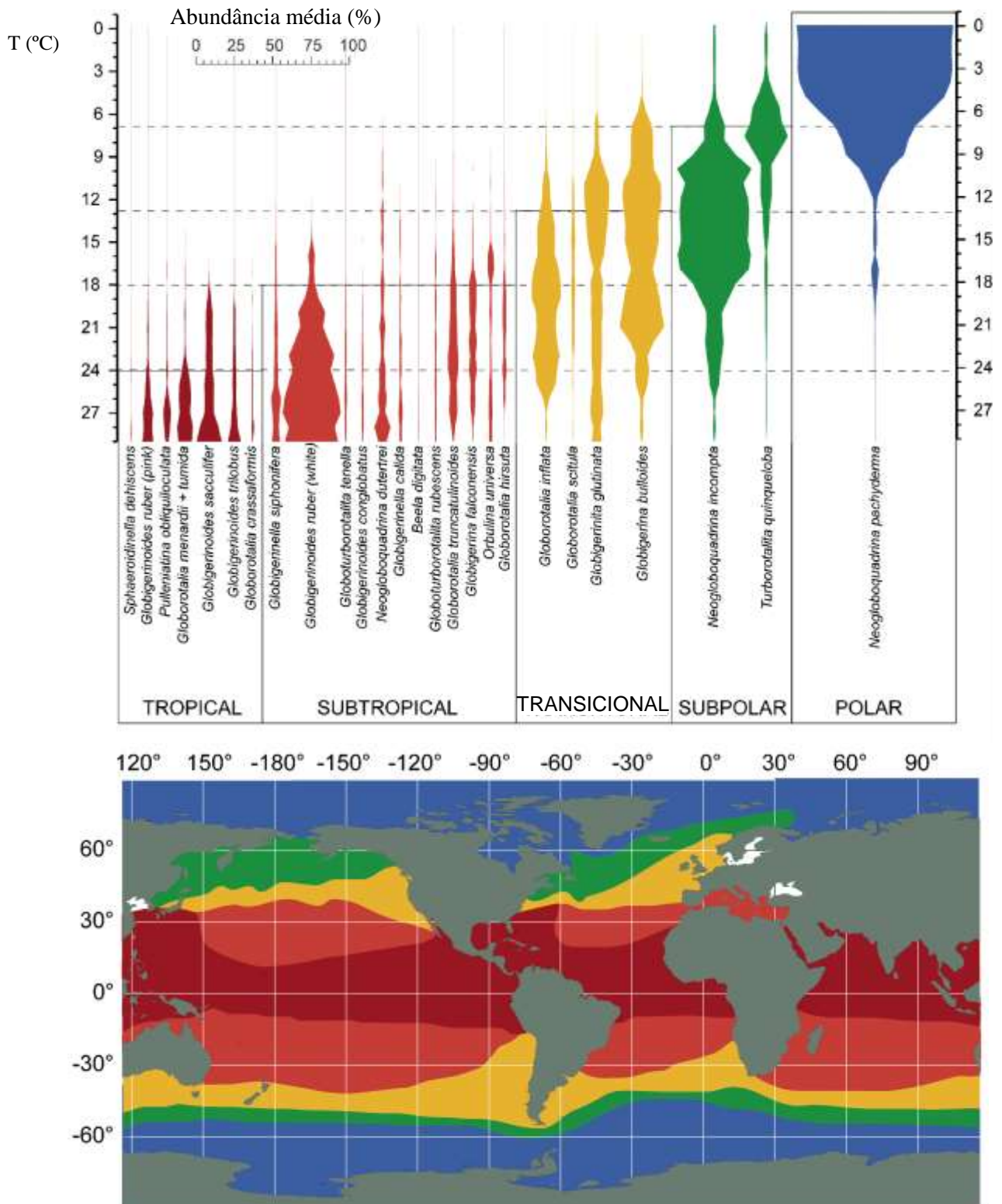


Figura 6 – Províncias de foraminíferos planctônicos distribuídas nos oceanos atuais, baseado nas espécies abundantes e na relação com a temperatura da superfície do oceano (Kucera 2007).

3.2 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

A zona costeira possui um sistema deposicional, topográfico, fácies mineralógica, sedimentológica e estratigráfica características, que estão frequentemente relacionados através do transporte e deposição de sedimentos e que no talude, se deve essencialmente à ação gravitacional.

Segundo Tessler & Mahiques (2000) a distribuição dos sedimentos nos fundos oceânicos obedece um padrão definido por uma série de processos geológicos e oceanográficos, de escalas espacial e temporal bem distintas, entre eles: (1) circulação oceânica e (2) mudanças climáticas de larga escala e variações relativas do nível do mar:

(1) A interação entre os processos atmosféricos, a disposição das massas continentais e o movimento de rotação da Terra condicionam a circulação superficial dos oceanos, que atua como um mecanismo de controle e distribuição dos fluxos de partículas sedimentares que recobrem os fundos oceânicos atuais. Por exemplo, a Corrente Sul Equatorial (CSE) que se desloca até o litoral nordestino, provém do desenvolvimento de um fluxo principal no Atlântico Sul de águas frias, a partir do deslocamento da Corrente de Benguela, ao longo da costa africana que à medida que atinge latitudes menores este fluxo ganha calor e nas proximidades do Equador, desloca-se para oeste gerando a CSE (Figuras 7 e 8).

Esta distribuição de águas quentes e frias condiciona fortemente a deposição dos sedimentos e a produtividade biológica na costa africana com abundante produção de matéria orgânica. Por outro lado, as águas quentes da Corrente do Brasil, não favorecem a produção primária, mas são responsáveis pela manutenção dos extensos depósitos carbonáticos da costa leste e nordeste brasileira.

Induzida pela mudança na densidade, a circulação termohalina é determinada pelas variações de temperatura e salinidade da água do mar, sendo a grande responsável pela circulação oceânica de profundidade. É originária da fusão do gelo das calotas polares com conseqüente formação de águas muito frias (mais densas), e um deslocamento em direção a latitudes mais baixas que, por sua vez, gera a movimentação lateral e vertical (convecção) de massas de água com densidades menores.

Além de apresentar fluxo intenso o bastante para promover a erosão de fundos marinhos e a redistribuição dos sedimentos previamente depositados, a circulação termohalina controla físico-quimicamente a deposição de partículas no fundo oceânico. A solubilidade iônica e a temperatura são dependentes e, subordinada à temperatura da água no fundo pode ocorrer ou não a solubilidade dos carbonatos, que constituem a natureza esquelética de vários organismos marinhos. Conceitualmente, a Profundidade de Compensação do Carbonato é definida pela profundidade limite determinada pela temperatura e pressão, abaixo da qual o carbonato será solubilizado e portanto, variável.

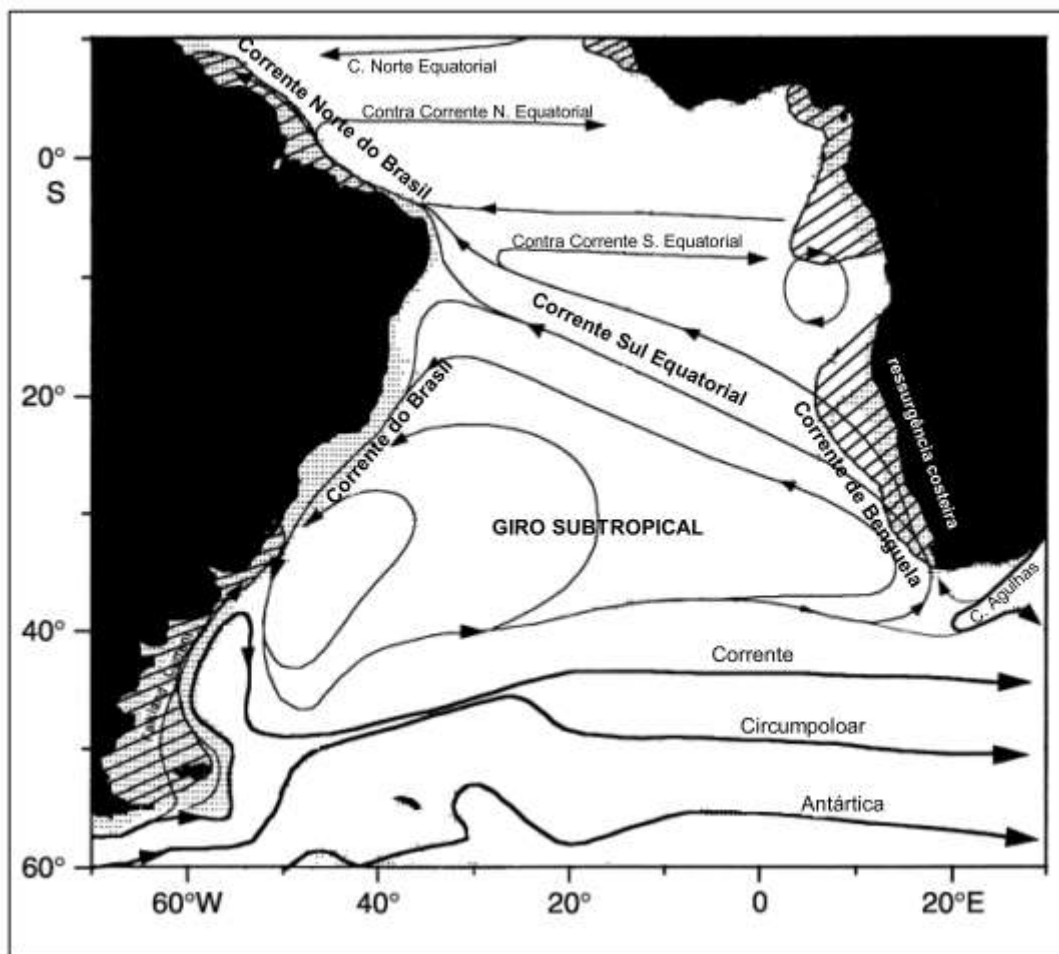


Figura 7 – Mapa esquemático da circulação oceânica superficial do Atlântico Sul (Peterson & Stramma 1991).

Os processos gravitacionais associados às correntes de turbidez são os mecanismos mais efetivos na construção de cânions e na transferência de sedimentos para o oceano profundo. Estas correntes se projetam a partir da borda da plataforma e do talude continental, a velocidades proporcionais às diferenças de densidade entre o fluxo, o meio aquoso e à declividade do talude. Os turbiditos são os depósitos formados a partir das correntes de turbidez e podem recobrir extensas áreas dos fundos oceânicos próximos as margens continentais.

(2) As mudanças climáticas registradas ao longo do tempo geológico são geradas principalmente por fatores astronômicos, atmosféricos e tectônicos. Principalmente, os registros de períodos glaciais e interglaciais têm reflexo marcante no volume de água armazenada nas bacias oceânicas e também em grandes modificações nos sistemas de circulação oceânica. Tessler & Mahiques (2000) também consideram que o último evento glacial com alcance global teve seu máximo há 18.000 anos aproximadamente, levando a um abaixamento do nível do mar em até 160 m, devido ao aprisionamento de águas nas calotas de gelo.

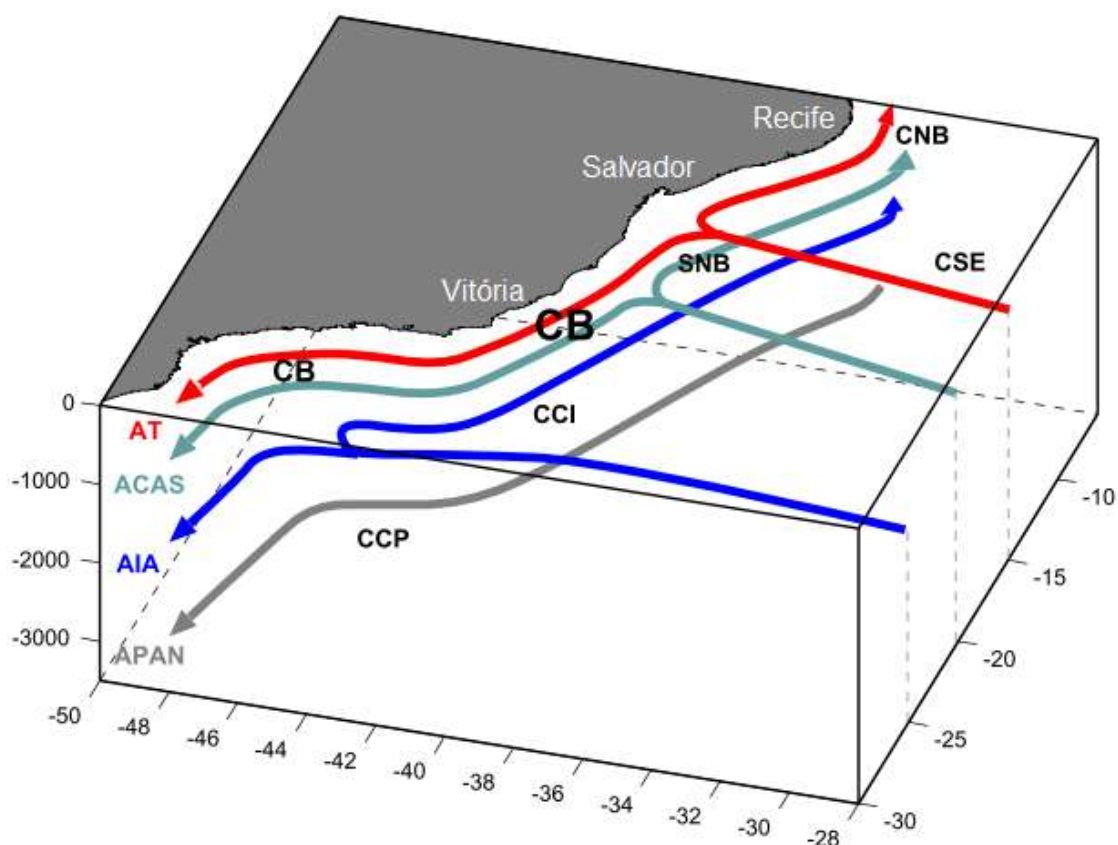


Figura 8 - Síntese de escoamento do sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental brasileira (Stramma & England 1999). CSE: Corrente Sul Equatorial; AT: Água Tropical; CB: Corrente do Brasil; CNB: Corrente Norte do Brasil; ACAS: Água Central do Atlântico Sul; SNB: Sub-corrente Norte do Brasil; CCI: Corrente de Contorno Intermediária; AIA: Água Intermediária Antártica; CCP: Corrente de Contorno Profunda; APAN: Água Profunda do Atlântico Norte.

Entretanto, este desnível global não é suportado pelos dados de Hannebuth *et al.* (2009) que atribuem, para a mesma idade, um abaixamento do nível do mar entre 105 – 115 m. Estes autores também consideram que o Último Máximo Glacial (global) ocorreu em torno de 21.000 anos e nível do mar inferior ao atual era de 115-125m.

Para a costa da nordeste brasileira, Tessler & Mahiques (2000) fornecem as temperaturas oceânicas globais há 18.000 anos que variavam entre 21 a 27°C. Segundo Climap (1976 *apud* Vicalvi 1985) a temperatura superficial do Atlântico Sul pode ter oscilado entre 22° e 24°C no máximo glacial e 25° a 26°C no período interglacial atual.

Ainda segundo Tessler & Mahiques (2000), como boa parte das plataformas continentais atuais estavam emersas durante o Último Máximo Glacial, submetidas a condições ambientais também diferentes

das atuais, a maioria dos grandes rios transportava sua carga de sedimento diretamente até o talude, levando a uma maior deposição de sedimento terrígeno nas partes mais profundas dos oceanos.

De acordo com Stramma & England (1999) e Peterson & Stramma (1991), atualmente a Corrente Norte do Brasil (Água Tropical superficial) possui influência da margem continental ao sul da África, onde atuam as correntes superficiais de Benguela e a Sul Equatorial, sendo que esta atravessa o Atlântico e bifurca ao norte de Salvador na Corrente Norte do Brasil e ao sul na Corrente do Brasil (Figura 7).

Na região da margem continental baiana, o padrão de escoamento das correntes oceânicas profundas corresponde a circulação superficial até a profundidade de 1.000 m aproximadamente, com a bifurcação da Sub-corrente Norte do Brasil (Água Central do Atlântico Sul de profundidade) ao norte e ao sul da margem continental em frente a Salvador (Figura 8).

3.3 FLUTUAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR AO NORTE DE SALVADOR

Os sedimentos distribuídos ao longo da faixa litorânea e da plataforma expressam as diferentes fases evolutivas da margem continental brasileira e refletem o registro estratigráfico das sequências sedimentares depositadas (Guazelli & Carvalho 1981).

Para o setor situado ao norte de Salvador, Suguio *et al.* (1985) efetuaram aproximadamente 60 reconstruções de antigas posições do nível relativo do mar, abrangendo grande parte dos últimos 7.000 anos (Figura 9).

Estes autores estabeleceram que o nível médio atual (zero) foi ultrapassado há cerca de 7.100 anos (AP) no Holoceno. Também determinaram que há 5.100 anos aproximadamente, o nível relativo do mar passou pelo primeiro máximo situado $4,8 \pm 0,5$ m acima do atual e que na sequência ocorreu uma rápida regressão até cerca de 4.900 anos, lenta até 4.200 anos e novamente acelerada até cerca de 3.900 anos. Nesta época, o nível relativo do mar passou por um mínimo que se situava pouco abaixo do atual.

Entre 3.900 e 3.600 anos ocorreu uma transgressão rápida e, aproximadamente em 3.600 anos, o nível relativo do mar passou por um segundo máximo situado $3,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual. Entre 3.600 e 3.000 anos, o nível relativo do mar desceu lenta e regularmente. Após 3.000 anos o abaixamento tornou-se rápido e, aproximadamente em 2.800 anos o nível relativo do mar deveria situar-se levemente abaixo do atual.

O nível relativo do mar elevou-se muito rapidamente entre 2.700 e 2.500 anos, sendo que nesta idade houve um terceiro máximo situado a $2,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual. Após 2.500 anos o nível relativo do mar teve um abaixamento regular até atingir a posição atual.

Suguio *et al.* (1985) também relatam que vários autores comprovam que a erosão ou deposição arenosa litorânea tem forte relação com a subida ou descida do nível relativo do mar, respectivamente. Estabelecido o perfil praiado de equilíbrio, a subsequente elevação (transgressão) ou abaixamento (regressão) do nível do mar gera um desequilíbrio, que será restaurado mediante o recuo ou avanço da linha de costa, respectivamente.

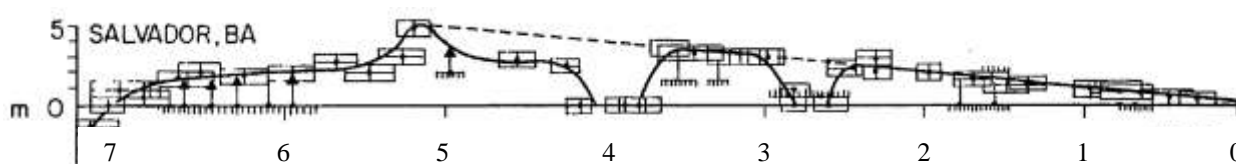


Figura 9 - Curva de variação do nível relativo do mar para o setor ao norte de Salvador nos últimos 7.000 anos, relacionando metros (m) por 10^3 anos (Suguio *et al.* 1985).

A regressão do nível relativo do mar, subsequente ao máximo transgressivo de 5.100 anos gerou a construção de terraços marinhos a partir da ilha-barreira original, resultando na progradação da linha de costa. A descida do nível do mar, além da construção de terraços marinhos, causou a gradual transformação de lagoas em lagoas e estas em pântanos salobros e, por fim, em águas doces. Várias lagoas ainda presentes na planície representam vestígios de antigas lagoas de dimensões bem maiores (Suguio *et al.* 1985).

3.4 ARGILOMINERAIS

Mudanças climáticas também implicam em alterações na umidade relativa e na pluviosidade sobre áreas continentais, influenciando diretamente o intemperismo, a erosão e o aporte de sedimentos terrígenos para os oceanos (Tessler & Mahiques 2000), entre os mais representativos, os argilominerais.

Os minerais de argila encontrados nos oceanos podem ser formados a partir do intemperismo gerando resíduos estáveis, como produto de metamorfismo, hidrotermalismo e ainda podem ser reconstituídos ou neoformados durante processos reversos do intemperismo, ou seja, por processos químicos que ocorrem no oceano onde os cátions são removidos da sílica e do bicarbonato dissolvido na solução, portanto, contrários aos processos intempéricos que ocorrem nos continentes (Chester 2000).

Nos sedimentos marinhos a maioria dos argilominerais são detríticos, ou seja, são formados através da atuação de processos intempéricos que atuaram sobre o continente, sendo que argilas autigênicas são contabilizadas em percentagem inferior a dez (Velde 1995 *apud* Fagel 2007).

A natureza e a composição química das argilas são essencialmente controladas pela temperatura, que juntamente com a disponibilidade de água e o regime de precipitação afetam o processo de lixiviação. Em clima frio com formação de gelo ou em clima árido, a disponibilidade de água (fase líquida) não é significativa para o processo de intemperismo químico (Fagel 2007).

Os minerais de argila são úteis para inferências quanto à origem dos sedimentos terrígenos de granulação fina (Biscaye 1965), ou seja, são sensíveis indicadores para compreender o ambiente onde foram formadas e a sua composição auxilia na reconstrução climática, que não afeta outras granulações (Moriarty 1977 *apud* Fagel 2007). A composição do mineral de argila reflete o regime intempérico predominante que controla a natureza e a intensidade dos processos pedogenéticos continentais de áreas fonte. Entretanto, além das condições climáticas, a rocha fonte, a topografia e o tempo são fatores igualmente importantes que devem ser trabalhados para uma reconstituição paleoclimática baseada em argilominerais (Fagel 2007).

Segundo Chester (2000), a distribuição dos principais minerais de argila em sedimentos do fundo oceânico é definida em quatro grupos: caulinita, clorita, ilita e montmorilonita (ou esmectita). Cada grande grupo de mineral de argila é formado sob condições geológicas variadas e destacam-se em estudos sobre o padrão de dispersão de sólidos nos oceanos e a sua fonte.

Particularmente para o oceano Atlântico, Biscaye (1965) demonstrou uma forte relação quanto ao padrão de distribuição geográfica para a maioria dos minerais de argila, em especial, a distribuição recente de argilas neste oceano que é controlada pelas zonas climáticas e de intemperismo sobre massas continentais adjacentes, implicando na natureza terrígena da maioria dos argilominerais.

Segundo Fagel (2007), a concentração dos minerais de argila em sedimentos do fundo oceânico para a região norte da margem continental do Estado da Bahia é constituída por 30 - 40% de caulinita e a concentração de ilita é superior a 40%. Clorita e montmorilonita possuem as menores concentrações para esta área de estudo, são inferiores a 10% e a 20%, respectivamente (Figuras 10, 11, 12 e 13).

A formação da caulinita é característica de um intemperismo tropical-úmido e de áreas de deserto intensos, que corresponde às grandes concentrações do mineral encontrado em sedimentos do fundo oceânico de regiões equatoriais. A caulinita é transportada para estas regiões de locais próximos de massas de terra em regime árido ou semi-árido, através de cursos fluviais e circulação atmosférica. Devido a esta distribuição, a caulinita é considerada um argilomineral de baixa latitude (Chester 2000).

Ainda segundo Chester *op. cit.*, a illita é um dos minerais de argila mais comuns em sedimentos oceânicos e uma grande parte provém do continente, mas devido à sua formação sob condições variadas de intemperismo, este mineral não é diagnóstico de uma área fonte em particular.

Fagel (2007) observa que o mineral illita, assim como a clorita, estão concentradas em latitude alta a moderada, principalmente em zonas glaciais, fria e moderadamente úmida. Devido à ampla distribuição, estes minerais de argila são do tipo bipolar, ou seja, não são diagnósticos de uma região em particular. Este autor ainda afirma que o sedimento depositado inicialmente sobre as margens continentais é transportado para a superfície do oceano, e então para as áreas profundas do oceano através das correntes turbidíticas e, posteriormente, redistribuído pela ação das correntes marinhas profundas, conforme a topografia do assoalho oceânico.

O transporte das partículas de argila para o oceano profundo é condicionada a inter-relação de fatores atmosféricos, hidrográficos, glaciogênicos e topográficos (Biscaye 1965). Nas regiões áridas do nordeste e sudoeste da África, o vento é o principal agente transportador de sedimentos para o oceano (Prospero 1981 *apud* Fagel 2007). Se prevalecer o clima úmido o aporte de argila é controlado pelo sistema fluvial e, em caso de grandes latitudes, os minerais de argila estão condicionados aos processos glaciomarinhas (Fagel 2007).

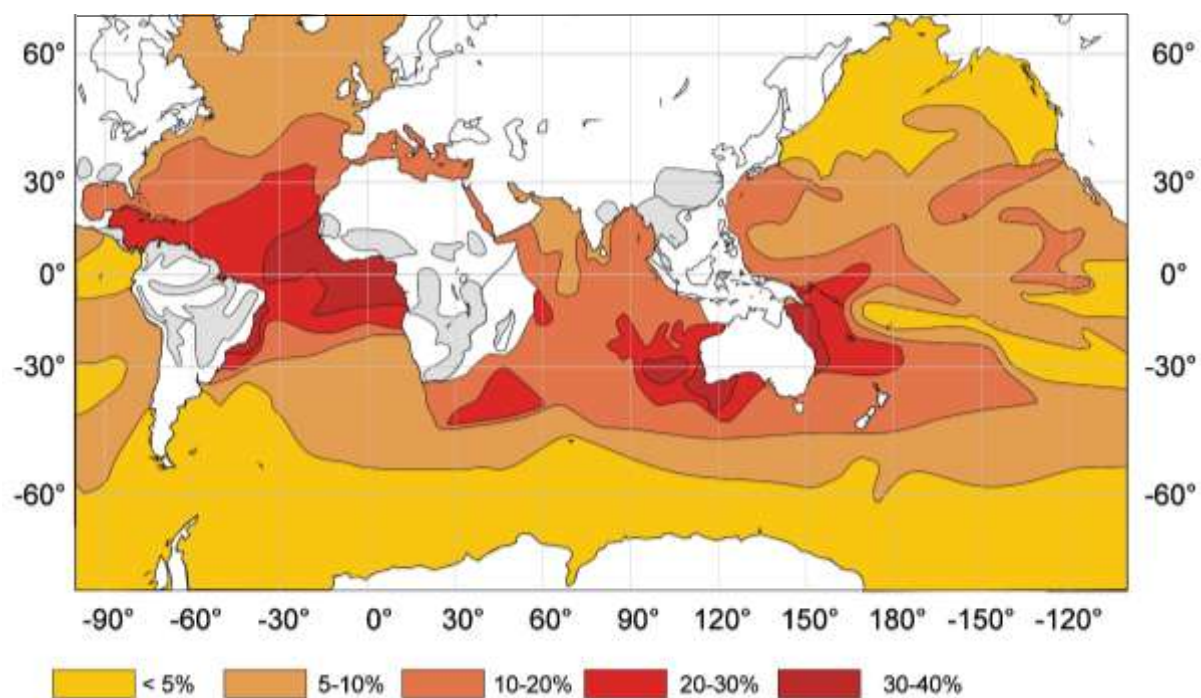


Figura 10 – Mapa de abundância relativa de caulinita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de caulinita (modificado de Fagel 2007).

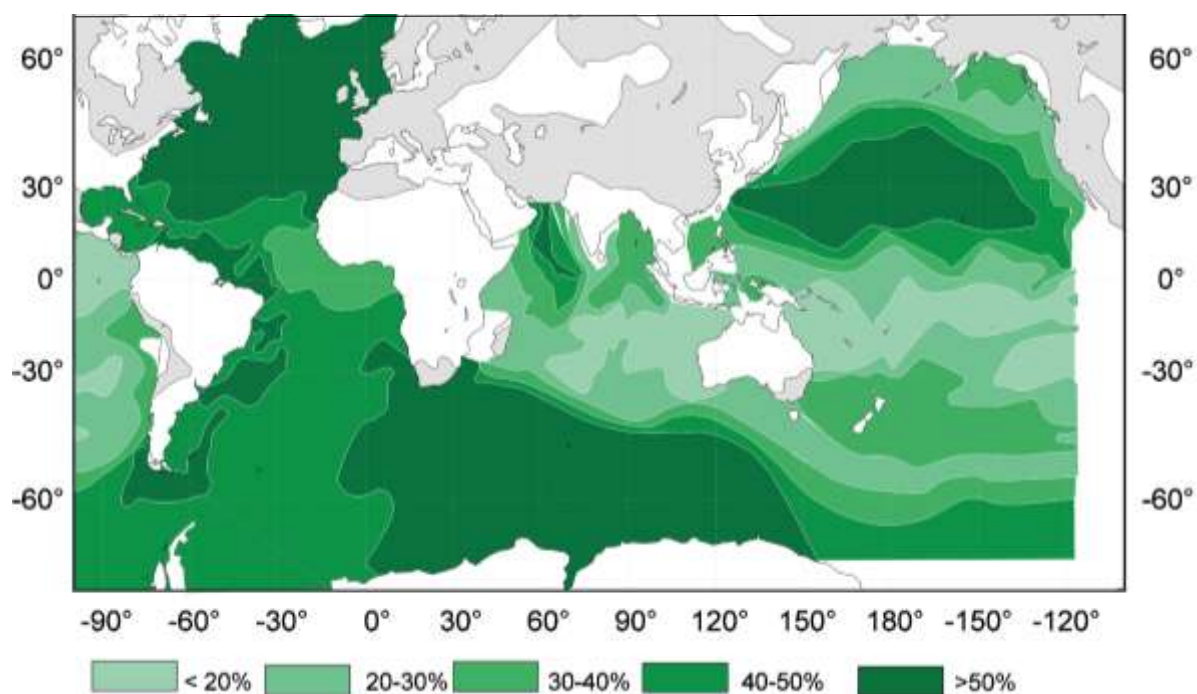


Figura 11 – Mapa de abundância relativa de ilita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de ilita (modificado de Fagel 2007).

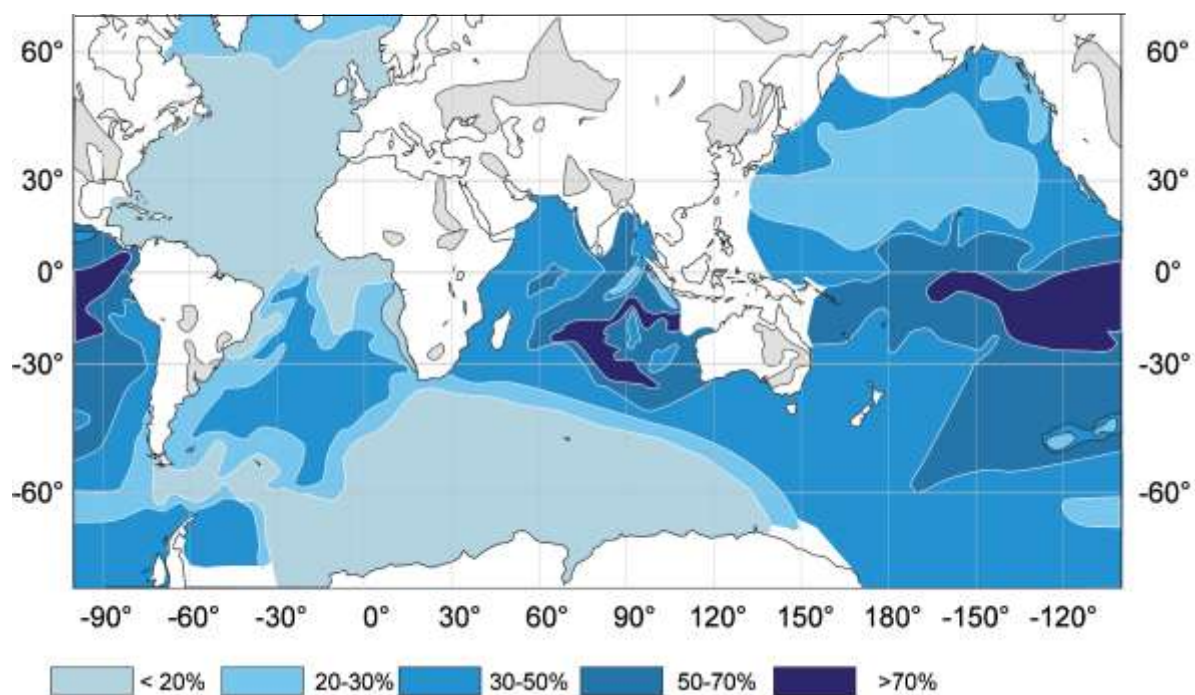


Figura 12 – Mapa de abundância relativa de esmectita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de esmectita (modificado de Fagel 2007).

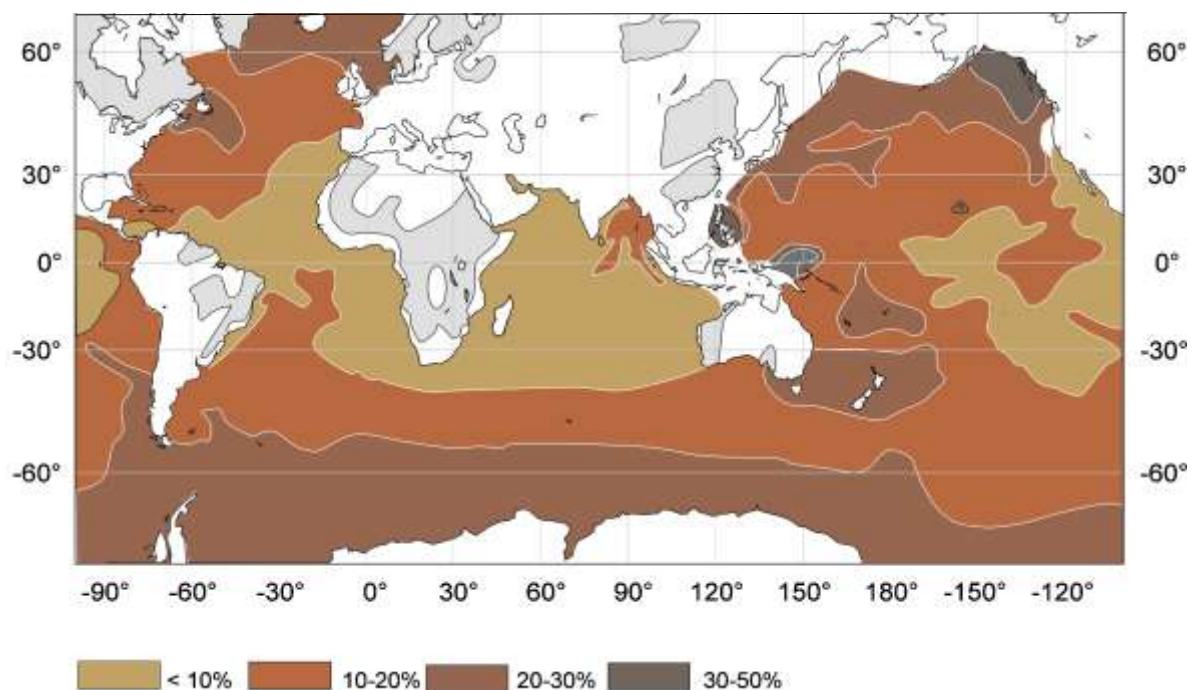


Figura 13 – Mapa de abundância relativa de clorita. A cor cinza sobre os continentes indicam as áreas fontes de clorita (modificado de Fagel 2007).

Próximo de taludes continentais o material argiloso pode ser derivado de correntes turbidíticas e fluxos de correntes termohalinas (Kuhn & Weber 1993 *apud* Fagel 2007). Com o aumento da distância da área fonte, o transporte de grãos de argila por correntes marinhas profundas é o principal modo de dispersão de sedimentos, que se depositados sobre o assoalho oceânico ainda podem ser ressuspensos devido à ação de correntes do fundo do oceano (Biscaye 1965).

Para o talude continental superior do norte da Bahia, Araújo & Machado (2008) sugerem a ocorrência de transporte de sedimento da plataforma para o talude, provavelmente por subsolifluxão (escorregamento), confirmado pela presença de *Amphistegina lessoni* no talude entre 480 a 790m de profundidade, considerando que Leipnitz & Leipnitz (1996) relatam a distribuição batimétrica desta espécie bentônica viva, no máximo, até 129m.

A matéria orgânica possui uma expressiva contribuição nos sedimentos marinhos. Os mais importantes organismos que secretam carbonato no oceano são foraminíferos, coccolitofóides e pterópodos. Os foraminíferos planctônicos, que são classificados dentro da superfamília Globigerinacea, constituem o componente biogênico mais comum encontrado nos sedimentos do fundo oceânico, confirmando a ocorrência do plexo *Globigerina* como dominante em sedimentos pelágicos (Chester 2000).

Francisconi *et al.* (1974) estudaram a geologia costeira e os sedimentos até 200m de profundidade, desde o Oiapoque ao Chuí. Destacam a existência de extensos rios na Costa Oriental Sul, entre o Rio das Contas, Bahia e Cabo Frio no Rio de Janeiro, que carregam grandes quantidades de detritos para o mar. A margem continental norte da Bahia até a isóbata de 200 m, apresenta a região em frente à capital Salvador caracterizada por areia ortoquartzítica com biodetritos e em maiores profundidades por construções carbonáticas que, à medida que avançam ao norte, estas bioconstruções podem ocorrer juntamente com biodetritos de forma pontual. Próximo a divisa com o Estado de Sergipe registra-se também a ocorrência de areia subarcosiana.

Estes autores concluem que as extensas faixas de areia subarcosiana devem representar associação durante a transgressão holocênica, acompanhado de um clima árido, e as faixas de areias ortoquartzíticas representam a ação mecânica, durante períodos de estabilidade do mar.

Em um estudo sobre a cor dos sedimentos superficiais até a cota batimétrica de 200m, utilizando a escala comparativa de cor de Munsell, Costa (1974) observou 66 cores que reuniu em 10 grupos principais. Na região costeira em frente a Salvador em direção ao norte, predomina sedimentos de cor amarela ocre passando para cor oliva pálida a oliva acinzentada até a foz do rio Pojuca, onde se acrescenta também sedimento de cor amarela escura. Continuando ao norte, volta à cor amarela ocre, seguindo para marrom

amarelada pálida e próxima da divisa com Sergipe apresenta-se sedimento de cor marrom amarelada escura e no limite do território no extremo norte predomina amarela escura, subordinado a oliva pálida a oliva escura.

Nolasco (1988) coletou várias amostras de sedimentos superficiais do litoral norte da Bahia, entre a Ponta de Santo Antônio da Barra em Salvador ao rio Subaúma, e através de análises difratométricas acusou a presença de feldspato, muscovita, biotita e caulinita. Destaca o predomínio de grãos de quartzo que atribui à rocha fonte composta por feldspato, mica e quartzo provenientes de rochas metamórficas e por argila e quartzo do Grupo Barreiras.

Analisando as características granulométricas e a cor (*Rock-Color Chart* segundo Goddard *et al.* 1963) de amostras de sedimento proveniente de quatro testemunhos (132, 141, 147, 160) coletados no talude norte da Bahia (Tabela 3), Araújo & Machado (2008c) descrevem o testemunho 132 pela cor marrom escura na base até 1,12m, passando para oliva escura e de 0,45 m até o topo predomínio da cor cinza oliva clara. O topo deste testemunho é constituído por lama carbonática até aproximadamente 0,50 m de profundidade e, a partir de então, torna-se essencialmente lama siliciclástica até a base. Os componentes biogênicos predominantes são foraminíferos, moluscos e fragmentos vegetais, porém em determinadas profundidades são inexistentes, como por exemplo, os foraminíferos e moluscos que não são registrados a partir de 1,00 m.

O testemunho 141 é composto por lama mista (carbonática e siliciclástica) em grande parte do testemunho, com predomínio da cor cinza oliva clara, subordinado a faixas de cor cinza oliva. Os bioclastos predominantes ao longo da extensão do testemunho são moluscos, foraminíferos e alga coralina. Fragmentos vegetais expressivos somente nos primeiros 20 cm do topo deste testemunho.

Ocorre o predomínio da cor cinza oliva e os principais componentes carbonáticos registrados ao longo do testemunho 147 são moluscos, foraminíferos e algas coralinas. Do topo até 0,60 m de profundidade prevalece lama carbonática, e a partir de então apresenta lama mista até a base.

Por fim, o testemunho 160 apresenta cor marrom pálida nos primeiros 20 cm do topo e a partir de 0,90 m cor marrom clara até a base. Aproximadamente entre 0,25 e 0,90 m apresenta cor cinza esverdeada no centro e nas laterais predomina a cor marrom pálida. Os principais bioclastos são moluscos e algas coralinas. Aproximadamente entre 0,60 e 0,80m de profundidade a partir do topo do testemunho predomina lama carbonática e, no restante, é essencialmente lama siliciclástica.

A denominação lama utilizada por Araújo & Machado (2008c) foi utilizada para definir a composição silte e argila. Segundo Araújo (2004) os testemunhos não apresentam estruturas sedimentares.

Em trabalho analisando a textura e composição dos sedimentos dos testemunhos (132, 141, 147 e 160) e a integração com dados das espécies de foraminíferos, Araújo & Machado (2008c) concluíram que o transporte de sedimentos da plataforma para o talude é provavelmente por subsolifluxão e que o aporte de material continental transportado pelos rios Joanes, Jacuípe, Pojuca, Sauípe, Subaúma, Inhambupe e Itariri influenciam na sedimentação, produtividade e diversidade específica.

Além disso, também ponderaram que no testemunho 160, o aumento de siliciclásticos, a diminuição dos carbonatos e a pobreza de foraminíferos no sedimento indicam maior velocidade de sedimentação, devido à influência dos rios Inhambupe e Subaúma.

Tabela 3 - Padrão de cor de partes dos testemunhos realizado por Araújo & Machado (2008c).

| Testemunho GEOMAR XXV | Profundidade (m) | Descrição sedimentológica | Cor do sedimento |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| 132 | 0,10 - 0,43 | lama carbonática | cinza oliva clara 5Y 5/2 |
| | 0,90 - 0,93 | lama siliciclástica | oliva escura 5Y 2/1 |
| | 1,00 - 1,03 | lama siliciclástica | oliva escura 5Y 2/1 |
| | 1,20 - 1,83 | lama siliciclástica | marrom escura 5YR 2/1 |
| 141 | 0,60 - 0,63 | lama siliciclástica | cinza oliva 5Y 4/1 |
| | 0,80 - 1,64 | lama mista | oliva clara 10Y 5/4 |
| 147 | 0,10 - 0,13 | lama carbonática | cinza oliva clara 5Y 5/2 |
| | 0,40 - 0,73 | lama mista | cinza oliva clara 5Y 5/2 – cinza amarelada 5Y 7/2 |
| | 0,80 - 1,13 | lama mista | cinza oliva clara 5Y 5/2 – cinza oliva escura 5Y 4/1 |
| | 1,40 - 1,83 | lama carbonática | cinza oliva 5Y 4/1 (grau 3) – oliva escura 5Y 2/1 |
| 160 | 0,10 - 0,23 | lama siliciclástica | marrom pálida 5YR 5/2 |
| | 0,40 - 0,43 | lama siliciclástica | cinza esverdeada 5GY 4/1 – marrom pálida 5YR 5/2 |
| | 0,50 - 0,63 | lama mista | cinza esverdeada 5GY 4/1 – marrom pálida 5YR 5/2 |
| | 0,65 - 0,73 | lama mista | cinza esverdeada 5GY 4/1 – marrom pálida 5YR 5/2 |
| | 1,00 - 1,73 | lama siliciclástica | marrom clara 5YR 5/6 |

3.5 ELEMENTOS ISOTÓPICOS E A INCORPORAÇÃO BIOLÓGICA

Os elementos químicos que possuem em seus núcleos o mesmo número de prótons, que corresponde ao número atômico são chamados de isótopos, entretanto apresentam pesos atômicos diferentes. Subdividem-se em isótopos estáveis ou não radioativos (*e.g.* ^{13}C e ^{12}C ; ^{18}O e ^{16}O) e isótopos instáveis ou radioativos (*e.g.* ^{14}C , ^{238}U). Os isótopos estáveis referem-se aos átomos que não possuem decaimento radioativo. Exemplificando, o ^{206}Pb (elemento-filho) é um isótopo estável, produzido pelo decaimento do elemento-pai ^{238}U (isótopo instável).

Ao longo da vida de um organismo ocorrem múltiplas reações químicas, responsáveis pelas reações bioquímicas vitais, que ocorrem em equilíbrio com o meio abiótico e os elementos químicos disponíveis para desempenhar estas reações químicas são captados e vão se incorporando a estrutura celular do organismo, e neste caso, são precipitados na forma de estruturas carbonáticas, as testas dos foraminíferos. Por ocasião da morte do organismo, cessam as atividades biológicas e as interações químicas com o ambiente marinho, deixando o registro semi-quantitativo e qualitativo dos elementos químicos incorporados à estrutura esquelética durante a sua vida, e que analisados através de amostras de testas coletadas no fundo oceânico, evidenciam a abundância isotópica de determinado elemento químico.

Iniciou-se aplicação de isótopos estáveis principalmente em estudos do Quaternário, a partir do trabalho pioneiro de Urey (1947) e mesmo com o aprimoramento das técnicas empregadas nas últimas décadas, os elementos isotópicos de oxigênio e carbono provêm os melhores resultados sobre as indicações paleoclimáticas, configurando assim objetos de estudo da estratigrafia isotópica, ou estratigrafia química, ou ainda quimioestratigrafia (Azevedo *et al.* 1997, Suguio 1999, Rodrigues 2000, Bergue & Coimbra 2008), mostrando assinaturas potencialmente positivas no refinamento das tradicionais bioestratigrafia e cronoestratigrafia.

Através de estudos experimentais, Urey em 1947 concluiu que os elementos ou componentes isotópicos diferem em suas propriedades termodinâmicas, ou seja, dependem da temperatura. Além disso, demonstrou que a composição isotópica de oxigênio de carbonatos biogênicos fornece o registro de temperatura no paleoceano, devido ao fracionamento termodinâmico de isótopos de oxigênio (^{18}O e ^{16}O) entre o carbonato precipitado pelo organismo e a água do mar.

Todavia, a composição isotópica da testa de um organismo não depende apenas da temperatura, mas também da composição isotópica da água onde o organismo se desenvolveu, de mudanças isotópicas *post mortem*, além de “efeitos vitais”, ou seja, diferentes espécies possuem diferentes taxas de calcificação, logo, diferentes fracionamentos isotópicos, motivo pelo qual a análise isotópica é melhor realizada em uma única espécie e, preferencialmente em foraminíferos planctônicos cujo efeito vital é menor (White 2003; Bergue & Coimbra 2008).

3.5.1 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE CARBONO (^{12}C / ^{13}C)

O aumento da produtividade primária, parâmetro que afeta diretamente o resultado de $\delta^{13}\text{C}$, está em grande parte associado a processos que envolvem variações climáticas no planeta. Os valores isotópicos tendem a se ampliar em épocas de redução drástica da temperatura global e de quedas eustáticas, devido ao aumento de nutrientes para regiões oceânicas (Haq 1993 *apud* Azevedo *et al.* 1997). Portanto, em períodos

glaciais a circulação oceânica e os fenômenos de ressurgências são potencializados e contribuem para aumentar a disponibilidade de nutrientes na superfície e a proliferação dos microorganismos planctônicos, refletindo, portanto em um enriquecimento do isótopo mais pesado (^{13}C) nos estratos mais superficiais da coluna de água.

O complexo ciclo do carbono é afetado indiretamente por outros fenômenos associados à temperatura. Em épocas de clima frio, a pressão de CO_2 atmosférico é menor e este gás mostra uma tendência isotópica mais leve. Desta forma, com o volume reduzido diminui a incorporação à camada superficial do mar. Este fenômeno associado à fotossíntese gera o enriquecimento relativo de ^{13}C nos carbonatos formados no estrato mais superficial da coluna de água, induzindo a uma covariância entre os valores dos isótopos de carbono e de oxigênio (Azevedo *et al.* 1997).

Por sua vez, com maior expressão das condições climáticas frias gerando massas de águas ricas em oxigênio, principalmente de fundo, tende a potencializar o efeito da oxidação sobre a matéria orgânica, liberando volumes significativos de CO_2 enriquecido em ^{12}C e, conseqüentemente, influenciando os valores de $\delta^{13}\text{C}$ negativamente, com o aumento de ^{12}C na razão $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$. Este fato explica a causa de curvas isotópicas de carbono extraída de foraminíferos bentônicos se apresentarem inversamente simétricas aos valores $\delta^{18}\text{O}$, à medida que o fenômeno glacial se amplia (Azevedo *et al.* 1997; White 2003).

Segundo Azevedo *et al.* (1997), nos foraminíferos planctônicos os valores $\delta^{13}\text{C}$ reproduzem, principalmente, a combinação dos efeitos das variações na concentração de CO_2 e produtividade primária ocorridas nos estratos mais superficiais da coluna de água; ao passo que nos bentônicos podem indicar o aumento dos teores de O_2 no fundo marinho e a oxidação da matéria orgânica, liberando na água CO_2 enriquecido em ^{12}C . Desta forma, estes autores concluíram que resultados positivos de $\delta^{13}\text{C}$ registrados em *Globigerinoides ruber* indicam menor concentração de CO_2 e maior produtividade (primária) oceânica nas camadas mais superficiais da coluna de água.

Broecker & Maier-Reimer (1992 *apud* Chiessi *et al.* 2007) concluíram que as medições isotópicas de carbono nas espécies *Globigerinoide trilobus* e *Globigerinoides ruber* apresentam uma diminuição de $\delta^{13}\text{C}$ relacionado ao aumento latitudinal com concentração de nutrientes nos estratos mais superficiais da coluna de água. Já para Chiessi *et al.* (2007) as mesmas espécies não apresentam esta relação de forma significativa.

3.5.2 CRONOESTRATIGRAFIA E TAXA DE SEDIMENTAÇÃO

Ao longo do litoral da Bahia foram realizadas datações absolutas em bioclastos (Suguio *et al.* 1985), entretanto, registros sobre a taxa de sedimentação e cronoestratigrafia no talude da margem costeira norte da Bahia são inexistentes.

Ao sul do estado, na região do talude na altura de Ilhéus, destaca-se o trabalho de Toledo *et al.* (2007a) que realizaram datações ^{14}C a partir de amostras de *Globigerinoides ruber* no testemunho CMU-14, coletado a 965m de profundidade na coluna de água. Os resultados obtidos foram de 3.987 anos a 12 cm de profundidade e 20.756 anos a 121 cm de profundidade no testemunho. A taxa de sedimentação neste testemunho foi de aproximadamente 6,5 cm/1.000 anos durante o Último Máximo Glacial e de aproximadamente 3,0 cm/1.000 anos durante o Holoceno. Juntamente com outros três testemunhos coletados entre as Bacias de Santos e Potiguar concluíram que a taxa de sedimentação durante o Último Máximo Glacial, em geral, foi pelo menos duas vezes maior que no Holoceno.

3.5.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÊNIO ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)

Nos moldes de análise geoquímica de $\delta^{13}\text{C}$, os isótopos estáveis de oxigênio registram variações ambientais, principalmente na paleotemperatura.

O trabalho pioneiro de Urey (1947) demonstrou que conforme a temperatura do ambiente, os carbonatos precipitam diferentes quantidades isotópicas do mesmo elemento químico, contudo foi Emiliani (1955) quem, pela primeira vez, aplicou este princípio em foraminíferos planctônicos (*Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides saculifer*), apresentando graficamente dezessete Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) nos últimos 425 mil anos e a ocorrência de períodos de clima relativamente quente e frio. Atualmente, 35 EIO são registrados nos últimos 1.2 ma (Cantolla 2003, Berger 2008). Destes, são 17 ciclos nos quais a temperatura do oceano baixou em relação à atual e, portanto, sugere a existência de 17 eventos glaciares intercaladas por 18 estágios interglaciais (Figura 14).

Em um período interglacial caracterizado pelos menores valores de $\delta^{18}\text{O}$, ocorre um relativo aumento da temperatura, em relação a um período glacial, gerando a diminuição do volume de gelo sobre o continente, ocasionado pelo derretimento que gera elevação do nível relativo do mar, diminuindo a salinidade. O oposto ocorre em um período glacial registrando as maiores assinaturas isotópicas de oxigênio, devido à diminuição da temperatura e consequente aumento do volume de gelo, acarretando em diminuição do nível do mar e aumento da salinidade.

Ao longo da costa do Estado da Bahia, a aplicação de estudos isotópicos de oxigênio associada aos foraminíferos planctônicos durante o Quaternário, foi descrito por Toledo *et al.* (2007a) através de um testemunho coletado no talude (CMU-14) e mais recentemente apresentado por Araújo (2009) na região do complexo recifal de Abrolhos.

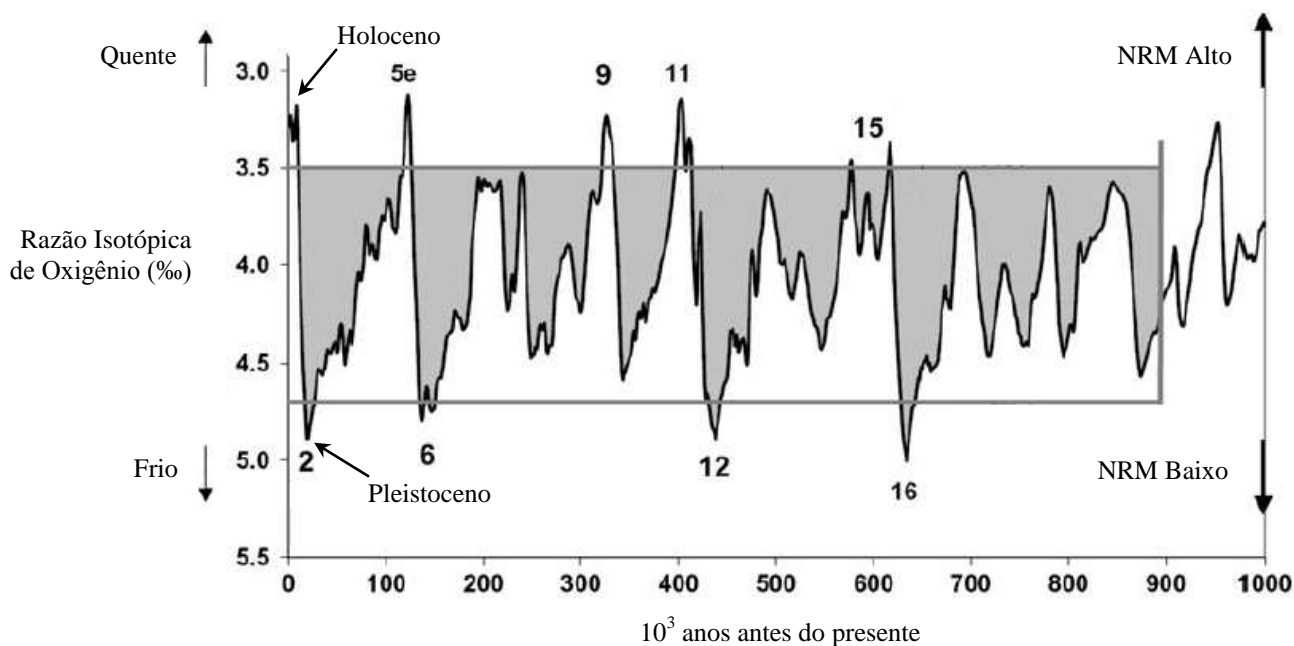


Figura 14 – Registro dos principais Estágios Isotópicos de Oxigênio (2, 5e, 6, 9, 11, 12, 15 e 16) para o Holoceno e Pleistoceno Superior, em relação a razão isotópica de oxigênio (modificado de Berger 2008). NRM: nível relativo do mar.

Na região ao norte de Ilhéus, porção central da zona costeira da Bahia, Toledo *et al.* (2007a) apresentam uma sondagem (CMU-14) feita no talude (14°24'00" S e 38°49'12" N) a 965 m de profundidade na coluna de água. Através do estudo de outros dois testemunhos coletados ao longo da margem continental brasileira, entre 1682 e 1995 m de profundidade, os autores concluíram que nos últimos 30 mil anos a salinidade da superfície oceânica na região tropical oeste do Atlântico sul parece ter experimentado somente menores mudanças, em torno de 1°C na localização do testemunho CMU-14 e na costa do Espírito Santo (ESP-08), e aproximadamente 2°C no testemunho mais ao sul (SAN-76), na região costeira do Rio de Janeiro.

A baixa variação na salinidade superficial oceânica sugere que o sinal isotópico de oxigênio de *Globigerinoides ruber* (branca) é dominante nas mudanças da composição isotópica de oxigênio da

superfície da água e, portanto, na salinidade superficial oceânica. Além do papel exercido pela circulação global e as mudanças na salinidade, a salinidade superficial oceânica varia localmente devido às mudanças no balanço hidrológico (Toledo *et al.* 2007a).

Vicalvi (1985) analisou a razão isotópica de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de *Globigerinoides saculifer* coletadas na superfície do Platô do Rio Grande do Norte, o que permitiu o reconhecimento de cinco ciclos climáticos de acordo com os estágios de Emiliani, 1978 (*apud* Vicalvi 1985), para sedimentos depositados nos últimos 120.000 anos. Os períodos definidos como interglaciais pela curva de isótopos de oxigênio (EIO 1 e 5) correlacionam-se com os mais altos conteúdos de carbonato de cálcio, e o oposto, associado aos máximos glaciais (EIO 2 e 4). No EIO 3, o autor relata um abrandamento das condições glaciais, atribuído a temperaturas moderadas. As estreitas oscilações de magnitude de temperaturas (máximo de 3° C) são previsíveis se levado em conta a localização de testemunhos em águas do Atlântico Equatorial Oeste. Segundo Climap, 1976 (*apud* Vicalvi *op. cit.*) a temperatura superficial do Atlântico Sul pode ter oscilado entre 22° e 24°C no máximo glacial e 25°-26°C no período interglacial atual.

Através da correlação de estudos sobre a composição isotópica em *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber*, Arz, Pätzold & Wefer (1998) evidenciaram pulsos de sedimentação terrígena em amostras coletadas no talude continental no nordeste do Brasil. O aquecimento da superficial da água coincide com pulsos de sedimento terrígeno, o que sugere condições climáticas úmidas, concordando com uma diminuição dos valores de $\delta^{18}\text{O}$, nos últimos 85.000 anos.

Visando compreender os efeitos das variações climáticas holocênicas sobre o comportamento das massas de água na margem continental sul, entre a região sul do Banco de Abrolhos no Espírito Santo e a região de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Passos *et al.* (2001) utilizaram oito testemunhos rasos coletados do talude continental, analisando a razão isotópica de oxigênio e carbono de *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber*, além de datações ^{14}C em *Globigerinoides ruber*. Os resultados obtidos indicam a ocorrência de processo de ressurgência localizada na região de Abrolhos, durante o Último Máximo Glacial, que teria durado até 11.000 anos, devido ao aumento relativo de espécies indicadoras de águas frias, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita sp.* e *Globorotalia truncatulinoides*.

Löwemark *et al.* (2005) testaram três parâmetros que afetam a razão isotópica em *Globigerinoides ruber*, são eles: diferentes métodos de preparação (limpeza), diferentes morfotipos do espécime e diferentes frações de tamanho. Os resultados apontam que em uma pequena fração de tamanho, ocorre um pequeno, mas significativo efeito da razão de $\delta^{13}\text{C}$ por oxidação das testas. Além disso, os autores assinalam uma pequena, porém significativa diferença entre os morfotipos de *Globigerinoides ruber*. Entretanto, concluíram que a variabilidade causada pelos efeitos sazonais medidos através de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ é maior que os efeitos causados por diferenças morfológicas e por métodos de processamento de amostras.

Através de amostras de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ coletadas entre Ceará e Pernambuco, Marques *et al.* (2005) mostram que existe uma dependência entre a composição isotópica dos sedimentos e a profundidade, concluindo que com o aumento da profundidade e da percentagem planctônico/bentônico, tem-se o aumento de $\delta^{18}\text{O}$ e a diminuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$, além da diminuição da temperatura da água do mar. Para este estudo os autores utilizaram em suas análises *Globigerina praebuloides* e *Orbulina universa*.

Em estudos envolvendo temperatura, salinidade e mistura vertical da água superficial, através de análises de *Globigerinoides ruber* e *Globorotalia truncatulinoides*, realizados em quatro testemunhos coletados entre as Bacias de Santos e Potiguar, incluindo uma sondagem na Bahia, Toledo *et al.* (2007a) sugerem que a temperatura da superfície do mar permaneceu relativamente estável nos últimos 30.000 anos, entretanto a salinidade registrou maiores valores entre 22.000 e 28.000 anos e uma diminuição gradual ao longo do Holoceno.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos analíticos das amostragens realizados neste estudo e pela operação GEOMAR XXV são descritos em: coleta dos testemunhos, preparação das amostras, triagem e identificação das espécies de foraminíferos planctônicos, tratamento estatístico, bioestratigrafia, análise difratométrica e de fluorescência de argilas, análises $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, cronoestratigrafia, taxa de sedimentação e fotomicrografias.

4.1 COLETA DOS TESTEMUNHOS

Os testemunhos, objeto de estudo do presente trabalho, encontram-se parcialmente arquivados no Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia e foram obtidos pela operação GEOMAR XXV.

A operação GEOMAR teve seus primórdios em 1969 e foi um programa plurianual de estudos sobre a geologia e geofísica marinha ao longo da margem continental brasileira, contou com a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, além do apoio de várias agências e companhias governamentais brasileiras e universidades federais (Milliman & Barretto 1975).

A série XXV desta expedição, realizada em 1985 a bordo do Navio Oceanográfico Almirante Câmara, teve a participação de pesquisadores vinculados ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica, vinculado ao Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e contou com a coordenação científica de Arno Brichta e Osmário R. Leite.

As amostras foram coletadas durante a segunda fase da expedição GEOMAR XXV, saindo de Salvador às 8 horas do dia 22 de junho de 1985 e o retorno a capital aconteceu às 8:30 horas do dia 28 de junho do mesmo ano, tendo navegado aproximadamente 750 milhas. As condições meteorológicas ao longo da coleta foram de ventos com direção predominante de S-SE e com velocidade meia de 12 nós. As ondas possuíam altura oscilando entre 0,50 e 1,50 m com frequência média de 2,5 segundos.

Para a coleta dos testemunhos (132, 141, 147 e 160) foi utilizado o testemunhador a pistão "câmara".

Conforme a profundidade das amostras analisadas, os testemunhos 141 e 160 possuem 1,80 m, 132 possui 1,90 m e o testemunho 147 possui 2,00 m de comprimento (Tabela 4).

Tabela 4 - Coordenadas geográficas e profundidade de coleta dos testemunhos na coluna de água.

| Testemunho | Latitude | Longitude | Profundidade na coluna de água (m) | Comprimento (m) |
|------------|------------|------------|------------------------------------|-----------------|
| 132 | 12°59'53'' | 38°13'02'' | 730 | 1,90 |
| 141 | 12°47'14'' | 37°55'45'' | 790 | 1,80 |
| 147 | 12°39'54'' | 37°52'53'' | 640 | 2,00 |
| 160 | 12°14'14'' | 37°32'42'' | 480 | 1,80 |

4.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os procedimentos de abertura, corte dos testemunhos de sondagem e da preparação das amostras coletadas até o seu peneiramento e posterior envase, foi previamente elaborado por Araújo (2004) no Laboratório de Estudos Costeiros (LEC/IGEO/UFBA). Ao longo dos testemunhos, Araújo (2004) coletou amostras de sedimento em intervalos de 10 e 20 cm, porém esta autora trabalhou com amostras colhidas a cada 20 cm.

Neste estudo, as 78 amostras, unitariamente com 2 cm³ e coletadas em intervalos a cada 10 cm ao longo dos quatro testemunhos (132, 141, 147 e 160), foram individualmente pesadas, lavadas em água corrente para peneiramento em malha de 0,062 mm e secas em estufa a 50°C.

4.3 TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS

As amostras de sedimento ao longo dos três testemunhos 141, 147 e 160, respectivamente com 180 cm, 200 cm e 180 cm de profundidade. A coleta de amostras de sedimento nestes testemunhos foi realizada em intervalos de 10 cm, perfazendo 59 amostras, onde de cada amostra foram triados 300 testas de foraminíferos planctônicos, totalizando 17.700 espécimes triados e identificados no laboratório do Grupo de Estudos de Foraminíferos (GEF/IGEO/UFBA), onde também estão depositados.

A partir de cada amostra de sedimento retido em peneira com espaçamento de malha de 0,062 mm realizado por Araújo (2004), neste trabalho foi feito o quarteamento do sedimento e a separação aleatória das 300 primeiras testas de foraminíferos planctônicos para identificação das espécies. Este procedimento, descrito *a priori* por Drooger & Kaasschietter (1958), foi adotado devido a sua larga aplicação por vários autores (*e.g.* Vicalvi 1985; Passos *et al.* 2001; Toledo *et al.* 2007a; Peck *et al.* 2008), e conseqüentemente, a fidelidade na comparação analítica entre os estudos que utilizam o mesmo método, inclusive por Araújo & Machado (2008b).

Para a triagem utilizou-se o Microscópio Estereoscópio Olympus Modelo SZ40. Após a seleção e colagem de exemplares de foraminíferos planctônicos em lâminas de Frank, a classificação sistemática genérica e específica seguiu bibliografias especializadas (*e.g.* Boltovskoy 1981; Loeblich & Tappan 1988; Leipnitz 1988; Sen Gupta 1999).

O testemunho 132 não foi utilizado para essa amostragem por apresentar menor frequência de ocorrência e em 40% dos intervalos amostrados por Araújo & Machado (2008a) não foi registrado *Globigerinoides ruber*, impossibilitando a coleta pontual deste espécime para a triagem.

4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A partir da coleta de 300 espécimes por amostras provenientes de três testemunhos (141, 147 e 160), foi calculada a quantidade de indivíduos por espécies. Além disso, também quantificado as frequências absolutas e relativas das espécies.

4.4.1 FREQUÊNCIAS ABSOLUTA

Seguindo a metodologia de Ab'Saber *et al.* (1997), a Frequência Absoluta ou de ocorrência (FO) é calculada pela fórmula:

$$FO = p.100/P$$

Sendo:

p: número de amostras que contém a espécie;

P: número total de amostras analisadas.

Os resultados destas análises permitem o agrupamento das espécies em três categorias de acordo com a classificação de Dajoz (1983):

- Constante: categoria presente em mais de 50 das amostras;
- Acessória: categoria que ocorre entre 25 a 49 das amostras;
- Acidentais: categoria presente em menos de 25 das amostras.

4.4.2 FREQUÊNCIAS RELATIVA

De acordo com Ab'Saber *et al.* (1997), a Frequência Relativa (FR) ou abundância relativa consiste na aplicação da fórmula:

$$FR = n.100/T$$

Onde:

n: número total de indivíduos de uma categoria obtidos na amostra;

T: número total de indivíduos de todas as categorias na amostra.

Os resultados desta análise determinam as espécies abundantes em cada amostra, classificadas segundo Dajoz (1983):

- Principais: espécies com frequência acima de 5;
- Acessórias: espécies com frequência entre 4,9 e 1;
- Traços: espécies com frequência inferior a 1.

4.5 ANÁLISE DIFRATOMÉTRICA E DE FLUORESCÊNCIA DAS ARGILAS

A amostragem da fração argila separada antes do processo de preparação das amostras por Araújo & Machado (2008a) foi usada para efetuar análises qualitativas e semiquantitativas através dos métodos de Difratometria (DRX) e Fluorescência de Raios X (FRX), determinando a variedade mineralógica e a composição química das argilas, respectivamente.

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Análises Minerais e Rochas (LAMIR), vinculado ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Sistema de Difratometria de Raios X, marca *Philips Analytical*, modelo PW 1830 e em espectrômetro de Fluorescência de Raios X por dispersão de comprimento de onda seqüencial *Philips Analytical* modelo PW 2400, operando com fonte de raios x (tubo) de Rh de 3 kW.

Ao total foram coletadas 15 amostras em diferentes profundidades (Tabela 5) e cada amostra foi utilizada tanto para a análise difratométrica quanto de fluorescência. As profundidades de coleta nos testemunhos 132, 141, 147 e 160 foram selecionadas conforme os padrões de cor analisados por Araújo (2004), definidos segundo a *Rock-Color Chart* (Goddard *et al.* 1963), de acordo com a tabela 3. Cabe ressaltar que os testemunhos foram coletados em 1985 e descritos por Araújo em 2004.

Tabela 5 - Padrão de cor do sedimento dos testemunhos relacionado à profundidades de coleta das amostras para a análise DRX e FRX, juntamente com o código do procedimento realizado pelo LAMIR/UFPR.

| Número de registro (LAMIR) | Testemunho e profundidade (m) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 655/08 A | 132 0,10 - 0,43 |
| 655/08 B | 132 0,90 - 0,93 |
| 655/08 C | 132 1,00 - 1,03 |
| 655/08 D | 132 1,20 - 1,83 |
| 655/08 E | 141 0,60 - 0,63 |
| 655/08 F | 141 0,80 - 1,64 |
| 655/08 G | 147 0,10 - 0,13 |
| 655/08 H | 147 0,40 - 0,73 |
| 655/08 I | 147 0,80 - 1,13 |
| 655/08 J | 147 1,40 - 1,83 |
| 655/08 K | 160 0,10 - 0,23 |
| 655/08 L | 160 0,40 - 0,43 |
| 655/08 M | 160 0,50 - 0,63 |
| 655/08 N | 160 0,65 - 0,73 |
| 655/08 O | 160 1,00 - 1,73 |

4.6 ANÁLISES $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

As análises das razões isotópicas de carbono ($^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$) realizadas aplicadas em testas de *Globigerinoides ruber* desenvolvidas no *Center for Applied Isotope Studies (CAIS)*, vinculado a *University of Georgia*, EUA, de forma complementar aos procedimentos de datação (^{14}C).

Para estas análises, considerando a ocorrência preferencial de *Globigerinoides ruber* na maioria das seções de sondagem em relação ao espécime *Globigerinoides saculifer* (Araújo & Machado 2008a) e considerando também as inúmeras aplicações, foram amostrados testas de *Globigerinoides ruber* proveniente de seis níveis de profundidade dos testemunhos: 141 a 0,40 e 1,70m; 147 a 0,60m e a 1,20m e o testemunho 160 a 0,40m e a 1,00m de profundidade (Tabela 6).

A exceção do testemunho 132, pois apresenta menor frequência de ocorrência e em 40% dos intervalos amostrados por Araújo & Machado (2008a), não foi registrado a ocorrência de *Globigerinoides ruber* que foram utilizados para análises do isótopo estável de carbono neste trabalho.

Tabela 6 - Níveis de profundidade nos testemunhos de coleta de *Globigerinoides ruber* e o número da análise no CAIS.

| Registro CAIS | Testemunho | Profundidade (m) |
|----------------------|-------------------|-------------------------|
| UGAMS 6130 | 141 | 0,40 |
| UGAMS 6131 | 141 | 1,70 |
| UGAMS 6132 | 147 | 0,60 |
| UGAMS 6133 | 147 | 1,20 |
| UGAMS 6134 | 160 | 0,40 |
| UGAMS 6135 | 160 | 1,00 |

As razões isotópicas são representadas pela notação δ , dado na fórmula:

$$\delta (\text{‰}) = [(\delta a - \delta p) / \delta p] \times 100$$

Considerando:

δa : valor da relação isotópica do elemento químico amostrado (carbono);

δp : valor da mesma relação isotópica da amostra padrão ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ do padrão).

Exemplificando, quando a amostra de carbono analisado tem a mesma composição do padrão, logo, o valor será zero; quando esta amostra possui abundância superior do isótopo mais pesado (^{13}C) em relação ao padrão, os valores atribuídos a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ serão positivos e, caso apresente abundância superior de isótopos mais leves (^{12}C), então, os valores resultantes de $\delta^{13}\text{C}$ serão negativos.

O valor padrão aqui empregado pelo CAIS é o PDB, sigla proveniente de *Belemnitella americana* situada na Formação *Pee Dee*, localizada na Carolina do Sul, EUA.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ refletem a maior produtividade orgânica existente nos estratos superficiais da coluna de água. A absorção e a fixação preferencial de ^{12}C na matéria orgânica durante o processo metabólico dos foraminíferos e, principalmente, na fotossíntese planctônica, provocam o aumento da concentração de ^{13}C nos carbonatos ou bicarbonatos presentes na zona fótica (Azevedo *et al.* 1997). Segundo estes autores, as medições em testas de foraminíferos planctônicos tendem a registrar valores superiores aos obtidos em bentônicos e são suscetíveis a frequentes variações nos resultados.

Entretanto, esta biota planctônica, em especial *Globigerinoides ruber*, tem respondido com dados robustos e que se sustentam em vários estudos sobre o tema (Broecker & Maier-Reimer 1992 *apud* Chiessi *et al.* 2007; Sato *et al.* 1995; Passos *et al.* 2001; Renaud & Schmidt 2003; White 2003; Marques 2004; Rohling

et al. 2004; Löwemark *et al.* 2005; Lin & Hsieh 2007; Tiegang *et al.* 2007; Toledo *et al.* 2007b; Wade *et al.* 2007).

4.7 CRONOESTRATIGRAFIA E TAXA DE SEDIMENTAÇÃO

Devido ao pequeno tamanho das testas de foraminíferos planctônicos encontradas, na maioria inferior a 150 μm , o que influencia diretamente na quantidade de carbono disponível, para a datação com ^{14}C foi utilizado o *Accelerator Mass Spectrometry* (AMS), pois trabalha com amostragens com razão inferior a um grama por massa de carbono. Este procedimento geoquímico foi realizado no *Center for Applied Isotope Studies* (CAIS), vinculado a *University of Georgia*, EUA.

A meia vida do carbono é de 5.568 anos e a calibração das idades geradas é dada em 1950 A.P. (antes do presente), devido ao rompimento do equilíbrio dinâmico do ^{14}C na atmosfera produzido pelos testes com bombas atômicas. O carbono com número de massa (A) igual a 14 estava em equilíbrio dinâmico na atmosfera, onde é produzido pelo decaimento do ^{14}N , desta maneira, após as explosões atômicas a quantidade produzida de ^{14}C não é igual à degradada em ^{14}N (Salgado-Laboriau 2001).

As idades geradas foram calibradas devido ao reservatório de carbono nos oceanos, que geram idades ^{14}C de amostras provenientes do mar com várias centenas de anos mais velhos que os seus congêneres terrestres, se não corrigidas. Para tanto, foi utilizado o *software Marine Reservoir Correction Database*[®].

Para este procedimento cronoestratigráfico, considerando as inúmeras aplicações e sua ocorrência preferencial na maioria das seções de sondagem, testas de *Globigerinoides ruber* foram coletadas em seis níveis de profundidade nos testemunhos: 141 a 0,40 m e 1,70 m; 147 a 0,60 e 1,20 m; e o testemunho 160 a 0,40 e 1,00 m de profundidade, conforme demonstrado na tabela 6.

Por apresentar menor frequência de ocorrência, impossibilitando a coleta pontual de quantidade necessária deste espécime, o testemunho 132 não foi selecionado para estes procedimentos analíticos.

A exceção do testemunho 132, pois apresenta menor frequência de ocorrência e em 40% dos intervalos amostrados por Araújo & Machado (2008a) não foi registrado espécimes de *Globigerinoides ruber*, utilizados para análises do isótopo estável de carbono, impossibilitando a coleta pontual de quantidade necessária deste espécime para os procedimentos analíticos aqui descritos.

As taxas de sedimentação foram calculadas através da fórmula:

$$TS = 1000 \cdot \Delta s / \Delta t$$

Considerando:

TS: taxa de sedimentação média (cm/1.000 anos);

Δs : diferença entre as profundidades amostradas para os testemunhos (cm);

Δt : diferença entre as idades calibradas (anos).

4.8 FOTOMICROGRAFIAS

Para ilustrar os exemplares de foraminíferos planctônicos, as fotomicrografias foram feitas anteriormente por Araújo (2004) e parcialmente publicadas em Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c). Os exemplares selecionados foram metalizados com uma película fina de ouro e paládio (Au/Pd) com espessura de aproximadamente 200 Å, e fotografados em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). As fotomicrografias foram realizadas no Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química/UFBA.

5. RESULTADOS

Neste capítulo são abordados os resultados da sistemática das espécies de foraminíferos planctônicos, tratamento estatístico e a bioestratigrafia para cada testemunho (141, 147 e 160), análise de difratometria (DRX) e fluorescência (FRX) de argilas, análise de $\delta^{13}\text{C}$, a cronoestratigrafia e taxa de sedimentação.

5.1 SISTEMÁTICA

As espécies de foraminíferos planctônicos analisadas foram classificadas segundo publicações específicas como Boltovskoy (1981); Loeblich & Tappan (1988); Leipnitz (1988); Sen Gupta (1999), entre outros. Apresenta-se a classificação sistemática dos foraminíferos planctônicos descritos:

Reino PROTOCTISTA Haeckel, 1866

Filo GRANULORETICULOSA Margulis, 1999

Classe FORAMINIFERIDA Sen Gupta, 1999

Ordem GLOBIGERINIDA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília GLOBOROTALIACEA Cushman, 1927

Família GLOBOROTALIIDAE Cushman, 1927

Gênero *Dentagloborotalia*

Dentagloborotalia anfracta (Parker, 1967)

Dentagloborotalia anfracta (Parker) – Hilbrecht (1996)

Globorotalia anfracta (Parker) - Tinoco (1985), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Gênero *Globorotalia* Cushman, 1927

Globorotalia crassaformis (Galloway e Wissler, 1927)

Globorotalia crassaformis (Galloway e Wissler) – Boltovskoy (1969); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny, 1839)

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Jones (1971); Carvalho (1980); Machado (1981); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globorotalia inflata (d'Orbigny, 1839)

Globorotalia inflata (d'Orbigny) - Boltovskoy (1959, 1969); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globorotalia menardii (d'Orbigny, 1826)

Globorotalia menardii (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Araújo (2004); Araújo (2009).

Globorotalia menardii (d'Orbigny) forma *fimbriata* (Brady, 1884)

Globorotalia menardi (d'Orbigny) forma *fimbriata* (Brady) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Carvalho (1980); Machado (1981); Araújo (2004).

Globorotalia menardii (d'Orbigny) forma *tumida* (Brady, 1884)

Globorotalia menardii (d'Orbigny) forma *tumida* (Brady) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Rocha & Ubaldo (1964); Bock (1971); Tinoco (1980, 1985); Carvalho (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Rossi (1999); Araújo (2004).

Globorotalia menardii (d'Orbigny) forma *ungulata* Bermudéz, 1961

Globorotalia menardii (d'Orbigny) forma *ungulata* Bermudéz – Boltovskoy (1969); Tinoco (1980, 1985); Araújo (2004).

Globorotalia scitula (Brady, 1882)

Globorotalia scitula (Brady) - Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globorotalia truncatulinoidea (d'Orbigny, 1839)

Globorotalia truncatulinoidea (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Jones (1971); Carvalho (1980); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004).

Gênero *Globorotaloides*

Globorotaloides hexagonus (Natland, 1938) – Hilbrecht (1996); Coloma *et al.* (2005).

Globigerina hexagona (Natland) – Chaisson & Leckie (1993).

Família PULLENIATINIDAE Cushman, 1927

Gênero *Pulleniatina* Cushman, 1927*Pulleniatina obliquiloculata* (Parker e Jones, 1862)

Pulleniatina obliquiloculata (Parker e Jones) - Boltovskoy (1959); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004).

Gênero *Sphaeroidinella* Cushman, 1927*Sphaeroidinella dehiscens* (Parker e Jones, 1865)

Sphaeroidinella dehiscens (Parker e Jones) - Barker (1960); Bermúdez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Araújo (2004).

Família CANDEINIDAE Cushman, 1927

Subfamília GLOBIGERINITINAE Bermúdez, 1961

Gênero *Globigerinita* Brönnimam, 1951*Globigerinita glutinata* (Egger, 1893)

Globigerinita glutinata (Egger) – Bradshaw (1959); Boltovskoy (1969); Todd (1965); Cifeli (1965); Jones (1971); Machado (1981); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globigerinita iota Parker, 1962

Globigerinita iota (Parker) – Boltovskoy (1969); Tinoco (1980, 1985); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Subfamília CANDEININAE Cushman, 1927

Gênero *Candeina* (d'Orbigny 1839)*Candeina nitida* d'Orbigny, 1839

Candeina nitida (d'Orbigny) - Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Superfamília GLOBIGERINACEA Carpenter, Parker e Jones, 1862

Família GLOBIGERINIDAE Carpenter, Parker e Jones, 1862

Subfamília GLOBIGERININAE Carpenter, Parker e Jones, 1862

Gênero *Globigerinoides* Cushman, 1927*Globigerinoides conglobatus* (Brady, 1879)

Globigerinoides conglobatus (Brady) – Boltovskoy (1959, 1969); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Carvalho (1980); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Rossi (1999); Araújo (2004).

Globigerinoides elongatus (d'Orbigny, 1826)

Globigerinoides elongatus (d'Orbigny) - Bermudez (1961); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschowski (2006).

Globigerinoides quadrilobatus (d'Orbigny, 1846)

Globigerinoides quadrilobatus (d'Orbigny) – Tinoco (1985); Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c).

Globigerinoides ruber (d'Orbigny, 1839)

Globigerinoides rubra (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959); Barker (1960); Araújo (2004).

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) – Closs & Barberena (1960); Bermudez (1961); Boltovskoy (1962, 1969); Cifeli (1965); Boltovskoy & Lena (1966); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Carvalho (1980); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Rossi (1999); Figueirêdo (2000); Moraes (2001); Araújo (2004); Araújo (2009).

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) forma *pyramidalis* (van den Broeck, 1876)

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) *f. pyramidalis* (van den Broeck) - Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Bermudez (1961); Tinoco (1980); (1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Rossi (1999); Araújo (2004).

Globigerinoides saculifer (Brady, 1877)

Globigerinoides saculifer (Brady) – Boltovskoy (1962); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004); Araújo (2009).

Globigerinoides tenellus (Parker, 1959)

Globigerinoides tenellus (Parker) – Bolli *et al.* (1989); Yoneda (1999).

Globigerinoides trilobus (Reuss, 1850)

Globigerinoides trilobus (Reuss) – Tinoco (1958, 1980, 1985); Cifeli (1965); Boltovskoy & Lena (1966); Boltovskoy (1969); Jones (1971); Machado (1981); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Moraes (2001); Araújo (2004).

Gênero *Globigerina* d'Orbigny, 1826*Globigerina atlantisae brasiliensis*

Globigerina atlantisae brasiliensis – Boltovskoy *et al.* (1982).

Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826

Globigerina bulloides (d'Orbigny) – Boltovskoy (1962, 1959, 1969); Barker (1960); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Loeblich & Tappan (1988); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004); Araújo (2009).

Globigerina calida Parker, 1962

Globigerina calida (Parker) - Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Globigerina conglomerata Schwager, 1866

Globigerina conglomerata (Schwager) – Barker (1960); Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Globigerina falconensis Blow, 1959

Globigerina falconensis (Blow) - Hilbrecht (1996), Madureira & Rossi-Wongtschowski (2006).

Globigerina dutertrei (d'Orbigny, 1839)

Globigerina dutertrei (d'Orbigny) – Bermudez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004).

Globigerina eggeri Rumbler, 1901

Globigerina eggeri Rumbler – Barker (1960); Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Carvalho (1980); Araújo (2004).

*Globigerina sp. A**Globigerina inflata* d'Orbigny, 1839

Globigerina inflata (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959, 1962); Barker (1960); Cifeli (1965).

Globigerina pachyderma (Ehrenberg, 1861)

Globigerina pachyderma (Ehrenberg) - Barker (1960); Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Globigerina pachyderma forma *superficiaria* Boltovskoy 1969

Globigerina pachyderma forma *superficiaria* Boltovskoy – Boltovskoy (1969).

Globigerina rubences (Hofker 1956)

Globigerina rubescens (Hofker) – Frerichs (1968), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Globoturborotalita rubescens (Hofker) - Hilbrecht (1996).

Globigerina quinqueloba Natland, 1938

Globigerina quinqueloba (Natland) - Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Globigerina radians Egger, 1893

Globigerina radians (Egger) – Boltovskoy (1962); Carvalho (1980); Araújo (2004).

Gênero *Globigerinella* Cushman, 1927*Globigerinella aequilateralis* (Brady, 1879)

Globigerinella aequilateralis (Brady) – Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Andrade (1997); Araújo (2004).

Subfamília ORBULININAE Schultze, 1854

Gênero *Biorbulina* d'Orbigny, 1839*Biorbulina bilobata* d'Orbigny, 1846

Biorbulina bilobata (d'Orbigny) – Tinoco (1980); Araújo (2004).

Gênero *Orbulina**Orbulina universa* d'Orbigny, 1839

Orbulina universa (d'Orbigny) – Boltovskoy (1954a, 1954b, 1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004); Araújo (2009).

5.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

São apresentados os dados absolutos dos táxons e as frequências absolutas e relativas representadas para cada testemunho.

5.2.1 DADOS ABSOLUTOS DOS TÁXONS

Foram analisadas 59 amostras de três testemunhos e coletadas 300 testas por amostra, totalizando 17.700 indivíduos identificados, distribuídos em: duas superfamílias, quatro famílias, quatro subfamílias, 12 gêneros e 40 espécies (Tabela 7).

Tabela 7 - Relação sistemática e de quantidade de espécies e indivíduos da biota planctônica de foraminíferos.

| Superfamília | Família | Subfamília | Gênero | Espécie | Indivíduos | |
|------------------------|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------|-------|
| Globorotaliacea | Globorotaliidae | | Dentagloborotalia | 1 | 25 | |
| | | | Globorotalia | 9 | 1.228 | |
| | | | Globorotaloides | 1 | 124 | |
| | Pulleniatinidade | | Pulleniatina | 1 | 22 | |
| | | | Sphaeroidinella | 1 | 16 | |
| | Candeinidae | Candeininae | Candeina | 1 | 56 | |
| | | | Globigerinitinae | Globigerinita | 2 | 324 |
| | | Globigerinidae | Globigerininae | Globigerinoides | 8 | 8.800 |
| | | | | Globigerina | 14 | 7.051 |
| | | Orbulininae | Globigerinella | 1 | 27 | |
| Biorbulina | | | 1 | 11 | | |
| Orbulina | | | 1 | 16 | | |
| TOTAL | | | | 41 | 17.700 | |

Os gêneros monoespecíficos são: *Dentagloborotalia* com 25 indivíduos; *Globorotaloides* com 124; *Pulleniatina* com 22; *Sphaeroidinella* com 16; *Candeina* com 56; *Globigerinella* com 27; *Biorbulina* com 11 e *Orbulina* com 16 espécimes (Figura 18).

Os gêneros mais abundantes são *Globorotalia*, *Globigerinoides* e *Globigerina*. *Globorotalia* é representada por 9 espécies, totalizando 1.228 indivíduos. O gênero *Globigerinoides* também representado por 9 espécies, soma 8.800 indivíduos. E *Globigerina* soma 7.051 testas representadas em 14 espécies (Figura 15).

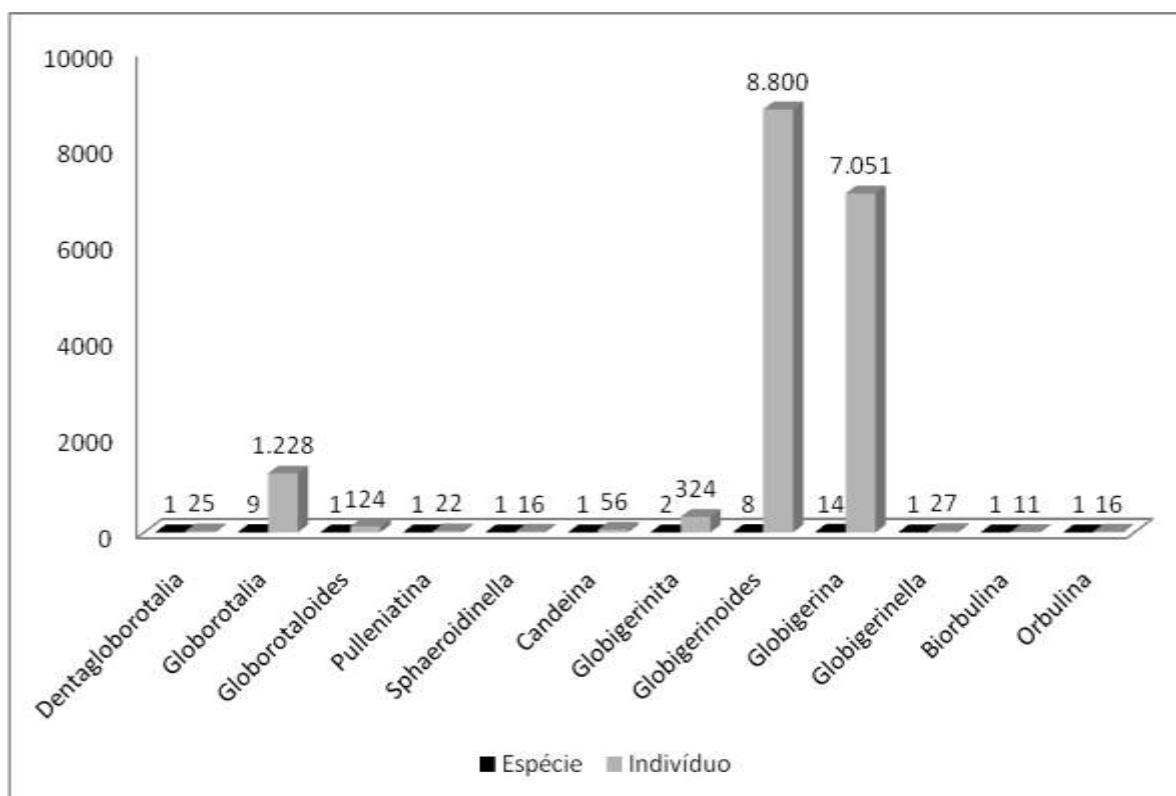


Figura 15 – Para cada gênero descrito, o número de espécies (esquerda) em relação ao número de indivíduos (direita).

5.2.2 TESTEMUNHO 141

Para o testemunho 141, em 19 amostras de sedimento foram identificados 5.700 espécimes e os dados absolutos das espécies planctônicas em relação à profundidade são apresentados na tabela 8 e na figura 16 que mostra as espécies em ordem crescente de quantidade de indivíduos classificados.

As espécies mais numerosas são *Globigerinoides ruber* e *Globigerina bulloides* com 1.936 e 1.807 indivíduos descritos, respectivamente. Subordinadamente, *Globigerinoides trilobus* com 642 e *Globigerinoides elongatus* com 436 espécimes, seguidos por *Globorotalia menardii* (153 testas), *Globigerina dutertrei* (108) e *Globigerinoides quadrilobatus* (101). Destas, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber* e *Globigerina bulloides* foram encontradas em todas as 19 amostras desde o topo até a base (180 cm) do testemunho. De 42 espécies descritas, apenas sete são registradas em número superior a 100 espécimes.

A tabela 9 apresenta a frequência de ocorrência das espécies em categorias: constante (C), acessória (E) e acidental (I).

As espécies constantes são: *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerina dutertrei*, *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides saculifer*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerinoides quadrilobatus*, *Candeina nitida*, *Globigerina calida*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globorotaloides hexagonus*, *Globigerina falconensis*, *Globigerinita glutinata*.

São espécies acessórias: *Globigerina eggeri*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerina pachyderma*, *Globorotalia hirsuta*, *Globorotalia scitula*, *Globigerinita iota*, *Globigerina inflata*, *Globigerina quinqueloba* e *Globigerina pachyderma f. superficialia*.

As espécies acidentais são: *Dentagloborotalia anfracta*, *Globigerina atlantisae brasiliensis*, *Globigerina conglomerata*, *Globigerina radians*, *Biorbulina bilobada*, *Globigerina rubences*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globigerinoides tenellus*, *Globorotalia menardii f. fimbriata*, *Orbulina universa*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia menardii f. tumida*, *Globigerina sp. A*, *Globorotalia crassaformis*, *Globorotalia menardii f. ungulata* e *Pulleniatina obliquiloculata*.

A tabela 10 mostra a Frequência Relativa em porcentagem dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade de coleta no testemunho 141, bem como as categorias: traços, acessória e principal, que são evidenciadas na tabela 11 e na figura 17.

As espécies classificadas como principais são: *Globigerinoides ruber* 33,68%; *Globigerina bulloides* 31,7%; *Globigerinoides trilobus* 11,26% e *Globigerinoides elongatus* 7,64%.

As espécies acessórias são: *Globorotalia menardii* 2,68%; *Globigerina dutertrei* 1,9%; *Globigerinoides quadrilobatus* 1,77% e *Globigerinoides saculifer* 1,4%.

E as espécies traços são: *Globorotaloides hexagonus* 0,8%; *Globigerina quinqueloba* 0,73%; *Globorotalia truncatulinoides* 0,7%; *Globigerina calida* 0,61%; *Candeina nitida* 0,56%; *Globigerina falconensis* 0,56%; *Globigerinoides conglobatus* 0,50%; *Globigerinita glutinata* 0,33%; *Globorotalia hirsuta* 0,26%; *Globigerinita iota* 0,24%; *Globigerina eggeri* 0,22%; *Globigerina pachyderma* 0,22%; *Globigerinella aequilateralis* 0,17%; *Globigerina conglomerata*, *Globigerina inflata*, *Globigerinoides tenellus* e *Globorotalia scitula* com 0,15%; *Globigerina atlantisae brasiliensis* 0,14%; *Globigerina radians* 0,14%; *Orbulina universa* 0,12%; *Dentagloborotalia anfracta* 0,08%; *Globigerina pachyderma f. superficialia* 0,8%; *Globigerina rubences*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis* e *Globorotalia menardii f. tumida* possuem 0,07%; *Biorbulina bilobada*, *Globorotalia menardii f. fimbriata* e *Sphaeroidinella dehiscens* com 0,05%; *Globigerina sp. A* 0,03%; *Globorotalia inflata* 0,03%; *Globorotalia crassaformis*, *Globorotalia menardii f. ungulata* e *Pulleniatina obliquiloculata* ambas com 0,01%.

Tabela 8 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141.

| Espécies / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Σ |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| <i>Borbulina bilobada</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 1 | 3 |
| <i>Candeina nitida</i> | | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 | 2 | | 3 | | | 1 | | 3 | 1 | | 2 | 32 |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | | | 2 | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 5 |
| <i>Globigerina atlantisae</i> <i>brasiliensis</i> | 4 | 1 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 8 |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 86 | 38 | 98 | 130 | 67 | 77 | 76 | 121 | 133 | 69 | 77 | 79 | 62 | 70 | 95 | 123 | 139 | 132 | 135 | 1807 |
| <i>Globigerina calida</i> | 2 | | 2 | 1 | 1 | 2 | | 4 | 7 | 2 | | | | 1 | | 5 | 5 | 1 | 2 | 35 |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | | | | | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | 3 | 1 | 9 |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 18 | 7 | 7 | 7 | 3 | 1 | 6 | 3 | 5 | 23 | 2 | | 3 | 4 | 7 | 3 | 4 | | 5 | 108 |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 1 | | 1 | 2 | | | 13 |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 2 | 5 | 10 | 1 | | | | | | 2 | | | | 7 | | 2 | 1 | 1 | 1 | 32 |
| <i>G. sp. A</i> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Globigerina inflata</i> | | | 1 | | | 1 | | 2 | 2 | | | | | 2 | | 1 | | | | 9 |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 3 | | | | 1 | 2 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | 2 | | 1 | 13 |
| <i>Globigerina pachyderma f.</i> <i>superficiaria</i> | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 1 | 5 |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 10 | | | | | | | 6 | 4 | 13 | | | | | | 8 | 1 | | | 42 |
| <i>Globigerina radians</i> | 2 | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | 3 | | | 8 |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 1 | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 10 |
| <i>Globigerinina glutinata</i> | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | 4 | 2 | | 19 |
| <i>Globigerinina iota</i> | | | | | 2 | | | 2 | 1 | | 1 | 1 | 4 | | | | 3 | | | 14 |
| <i>Globigerina rubences</i> | 2 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 4 |
| <i>Globigerinoides</i> <i>conglobatus</i> | 2 | 3 | | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | | | | | 4 | | | 29 |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 11 | 27 | 20 | 23 | 31 | 13 | 38 | 21 | 19 | 34 | 25 | 25 | 37 | 25 | 33 | 21 | 17 | 16 | | 436 |
| <i>Globigerinoides</i> <i>quadrilobatus</i> | 2 | | 1 | | 2 | 8 | 8 | 7 | 5 | 2 | 1 | | 2 | | 10 | 6 | 8 | | 39 | 101 |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 96 | 87 | 44 | 95 | 122 | 135 | 124 | 77 | 79 | 113 | 139 | 143 | 143 | 137 | 121 | 89 | 76 | 56 | 60 | 1936 |
| <i>Globigerinoides ruber f.</i> <i>pyramidalis</i> | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | 4 |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 2 | 25 | 1 | 3 | | 2 | 3 | | | 5 | 4 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | | 11 | 15 | 80 |

Tabela 8 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141 (continuação).

| Espécies / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Σ |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | | 6 | 1 | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | 9 |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 30 | 81 | 96 | 25 | 30 | 25 | 27 | 19 | 21 | 20 | 30 | 24 | 20 | 25 | 22 | 28 | 23 | 66 | 30 | 642 |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 4 | 3 | 1 | 3 | | | 1 | 12 | 13 | | 1 | | | 3 | 1 | 3 | | 1 | | 46 |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | | | 1 | | | | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | 4 | | | 2 | | 15 |
| <i>Globorotalia inflata</i> | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 12 | 8 | 6 | | 24 | 11 | 4 | 3 | | 5 | 12 | 15 | 21 | 17 | 1 | 1 | 1 | 9 | 3 | 153 |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | 3 |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| <i>Globorotalia menardii f. unguata</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 1 | | | | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 9 |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | | | 3 | 3 | 3 | 9 | 3 | 5 | 2 | | 1 | 1 | | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 40 |
| <i>Orbulina universa</i> | 4 | | | | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | 7 |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 3 |
| TOTAL | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 5700 |

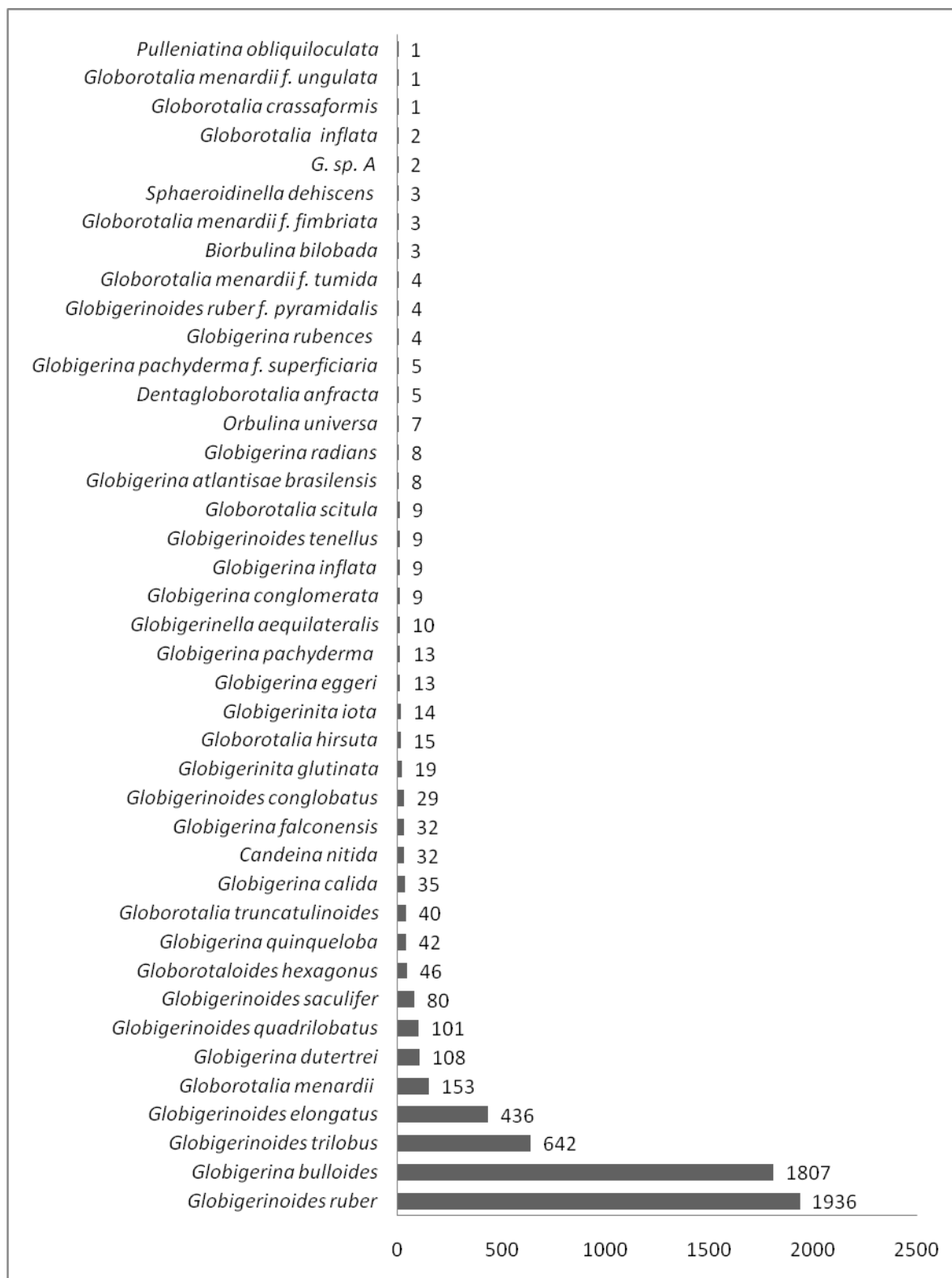


Figura 16 - Quantidade de foraminíferos planctônicos coletados no sedimento do testemunho 141.

Tabela 9 – Frequência de ocorrência (%) das espécies do testemunho 141, agrupadas em categorias (C: constante; E: acessória; I: acidental).

| ESPÉCIES | % | Categoria |
|--|----------|------------------|
| <i>Globigerina bulloides</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 94,74 | C |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 89,47 | C |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 89,47 | C |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 78,95 | C |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 78,95 | C |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 73,68 | C |
| <i>Candeina nitida</i> | 68,42 | C |
| <i>Globigerina calida</i> | 68,42 | C |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 63,16 | C |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 63,16 | C |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 52,63 | C |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 52,63 | C |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 47,37 | E |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 47,37 | E |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 42,11 | E |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 42,11 | E |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 42,11 | E |
| <i>Globigerinita iota</i> | 36,84 | E |
| <i>Globigerina inflata</i> | 31,58 | E |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 31,58 | E |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | 26,32 | E |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 21,05 | I |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | 21,05 | I |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 21,05 | I |
| <i>Globigerina radians</i> | 21,05 | I |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerina rubences</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 15,79 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 15,79 | I |
| <i>Orbulina universa</i> | 15,79 | I |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 15,79 | I |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 10,53 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 10,53 | I |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 5,26 | I |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 5,26 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. ungulata</i> | 5,26 | I |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 5,26 | I |

Tabela 10 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Total | C |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|
| FR (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % |
| <i>Borbulina bilobada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,05 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0 | 0,33 | 1,33 | 1 | 1,33 | 0,33 | 1,33 | 1 | 0,67 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 1 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,56 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | T |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | 1,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,14 | T |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 28,7 | 12,7 | 32,7 | 43,3 | 22,3 | 25,7 | 25,3 | 40,3 | 44,3 | 23 | 25,7 | 26,3 | 20,7 | 23,3 | 31,7 | 41 | 46,3 | 44 | 45 | 31,7 | P |
| <i>Globigerina calida</i> | 0,67 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0 | 1,33 | 2,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 1,67 | 1,67 | 0,33 | 0,67 | 0,61 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,33 | 0,16 | T |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 6 | 2,33 | 2,33 | 2,33 | 1 | 0,33 | 2 | 1 | 1,67 | 7,67 | 0,67 | 0 | 1 | 1,33 | 2,33 | 1 | 1,33 | 0 | 1,67 | 1,89 | A |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0,23 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0,67 | 1,67 | 3,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 2,33 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,56 | T |
| <i>G. sp. A</i> | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0,23 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,09 | T |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 3,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1,33 | 4,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0,74 | T |
| <i>Globigerina radians</i> | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,14 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,18 | T |

Tabela 10 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Total | C |
|---|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|-------|---|
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 1,33 | 0,67 | 0 | 0,33 | T |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,33 | 1,33 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,25 | T |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,07 | T |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0,67 | 1 | 0 | 0,67 | 1 | 1,67 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 1 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 0 | 0 | 0,51 | T |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 3,67 | 9 | 6,67 | 7,67 | 10,3 | 4,33 | 12,7 | 7 | 6,33 | 11,3 | 8,33 | 8,33 | 12,3 | 8,33 | 11 | 7 | 5,67 | 5,33 | 0 | 7,65 | P |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 2,67 | 2,67 | 2,33 | 1,67 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 3,33 | 2 | 2,67 | 0 | 13 | 1,77 | A |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 32,03 | 29 | 14,7 | 31,7 | 40,63 | 45,03 | 41,3 | 25,7 | 26,7 | 37,7 | 46,33 | 47,7 | 47,67 | 45,7 | 40,3 | 29,7 | 25,37 | 18,7 | 20 | 33,96 | P |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,07 | T |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0,67 | 8,33 | 0,33 | 1 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0 | 1,67 | 1,33 | 1 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0 | 3,67 | 5 | 1,4 | A |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0 | 2 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | T |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 10 | 27 | 32 | 8,33 | 10 | 8,33 | 9 | 6,33 | 7 | 6,67 | 10 | 8 | 6,67 | 8,33 | 7,33 | 9,33 | 7,67 | 22 | 10 | 11,3 | P |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 1,33 | 1 | 0,33 | 1 | 0 | 0 | 0,33 | 4 | 4,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 1 | 0,33 | 1 | 0 | 0,33 | 0 | 0,81 | T |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,26 | T |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | T |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 4 | 2,67 | 2 | 0 | 8 | 3,67 | 1,33 | 1 | 0 | 1,67 | 4 | 5 | 7 | 5,67 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 3 | 1 | 2,68 | A |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0,33 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,07 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. unguata</i> | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | T |

Tabela 10 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 141 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Total | C |
|--------------------------------------|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|---|
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,16 | T |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,67 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 1 | 0,33 | 0,7 | T |
| <i>Orbulina universa</i> | 1,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | T |
| <i>Sphaeroidinella dehisces</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | T |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Tabela 11 – Frequências relativas (%) das espécies descritas no testemunho 141, agrupadas por ordem de categoria: principal (P), acessória (A) e traços (T).

| Espécie | % | Categoria |
|--|-------|-----------|
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 33,96 | P |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 31,7 | P |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 11,26 | P |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 7,64 | P |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 2,68 | A |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 1,9 | A |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 1,77 | A |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 1,4 | A |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 0,8 | T |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 0,73 | T |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 0,7 | T |
| <i>Globigerina calida</i> | 0,61 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0,56 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0,56 | T |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0,5 | T |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0,33 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0,26 | T |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0,24 | T |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0,22 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 0,22 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0,17 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0,15 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0,15 | T |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0,15 | T |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0,15 | T |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | 0,14 | T |
| <i>Globigerina radians</i> | 0,14 | T |
| <i>Orbulina universa</i> | 0,12 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0,07 | T |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 0,07 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0,07 | T |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 0,05 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0,05 | T |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 0,05 | T |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 0,03 | T |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0,03 | T |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0,01 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. unguolata</i> | 0,01 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0,01 | T |

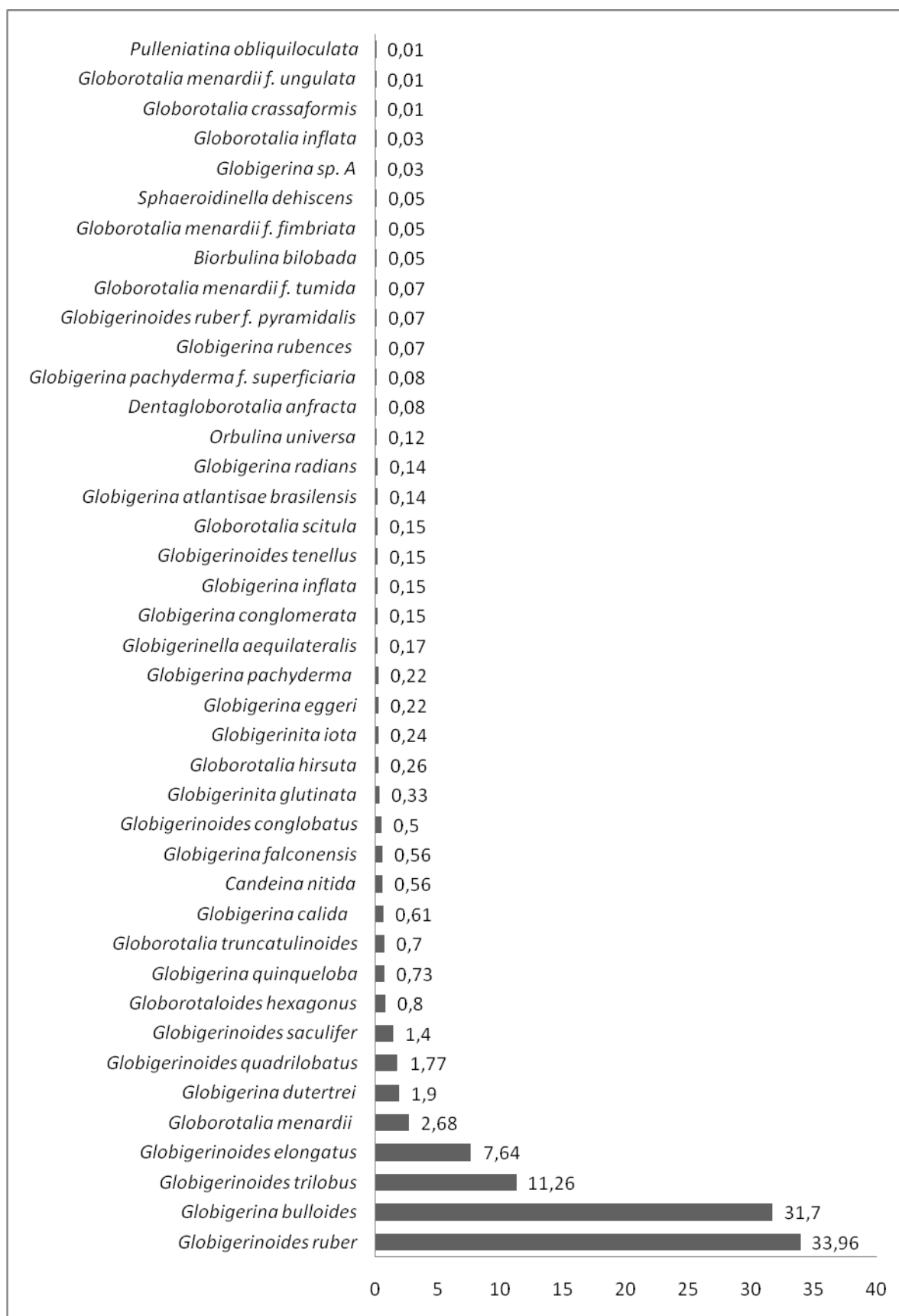


Figura 17 – Frequências relativas (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 141.

5.2.3 TESTEMUNHO 147

Em 200 cm de comprimento do testemunho 147 foram analisadas 21 amostras de sedimento, totalizando 6.300 indivíduos. Os dados absolutos das espécies planctônicas em relação à profundidade são apresentados na tabela 12 e na figura 18 que mostra as espécies em ordem crescente de quantidade de indivíduos classificados.

A espécie mais numerosa é *Globigerinoides ruber* com 2.181 indivíduos classificados, seguido por *Globigerina bulloides* com 1.995 espécimes. Secundariamente, com 438 testas identificadas *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerinoides trilobus* com 409, *Globigerinoides elongatus* com 358, *Globigerina dutertrei* com 196 e *Globorotalia menardii* com 136 indivíduos. De 42 espécies catalogadas, 35 possuem quantidades inferiores a 100 testas.

As espécies *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides trilobus* e *Globorotalia truncatulinoides* estão presentes em todas as 21 amostras de sedimento.

A tabela 13 apresenta a frequência de ocorrência das espécies em categorias: constante (C), acessória (E) e acidental (I).

As espécies constantes com 100% de frequência de ocorrência são: *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides* e *Globigerinoides elongatus*.

Também são denominadas espécies constantes: *Globorotalia menardii* 90,48%; *Globigerina dutertrei* 90,48%; *Globigerinina glutinata* 76,19%; *Globigerinoides saculifer*, *Globigerinoides conglobatus* e *Globigerina calida* com 71,43%; *Globigerina pachyderma* e *Globigerina quinqueloba* com 61,9%; *Candeina nitida* e *Globigerina falconensis* com 57,14%.

São espécies acessórias: *Globorotalia hirsuta* 47,62%; *Globigerina conglomerata* e *Globigerina inflata* com 42,86%; *Dentagloborotalia anfracta*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinina iota*, *Globigerinoides quadrilobatus* e *Globorotaloides hexagonus* com 38,1%; *Globigerina radians* 33,33%; *Globigerinina atlantisae brasiliensis*, *Globigerina eggeri*, *Globigerina pachyderma f. superficialis*, *Pulleniatina obliquiloculata* e *Sphaeoroidinella dehiscens* com 28,57%.

As espécies acidentais são: *Globigerina sp. A* e *Globorotalia menardii f. fimbriata* com 23,81%; *Globorotalia inflata*, *Globorotalia crassaformis* e *Orbulina universa* com 19,05%; *Biorbulina bilobada*, *Globigerina rubences* e *Globorotalia scitula* com 14,29%; *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*,

Globigerinoides tenellus e *Globorotalia menardii f. ungulata* com 9,52%; *Globorotalia menardii f. tumida* 4,76%.

As frequências relativas das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 147 são apresentadas na tabela 14 e as categorias estão ordenadas na tabela 15 e figura 19.

As espécies principais são: *Globigerinoides ruber* 34,57%; *Globigerina bulloides* 31,66%; *Globorotalia truncatulinoides* 6,95%; *Globigerinoides trilobus* 6,49%; *Globigerinoides elongatus* 5,68%;

As espécies acessórias são: *Globigerina dutertrei* 3,11%; *Globorotalia menardii* 2,15%; *Globigerinita glutinata* 1,33%.

As espécies traços são: *Globigerinoides conglobatus* 0,69%; *Globigerina quinqueloba* 0,66%; *Globigerinoides saculifer* 0,66%; *Globorotaloides hexagonus* 0,6%; *Globigerina falconensis* 0,57%; *Globigerina pachyderma* 0,5%; *Globigerina calida* 0,47%; *Candeina nitida* 0,36%; *Globorotalia hirsuta* 0,31%; *Globigerina inflata* 0,30%; *Globigerinoides quadrilobatus* 0,28%; *Globigerina conglomerata* 0,25%; *Globigerinita iota* 0,25%; *Globigerina eggeri* 0,19%; *Globigerinella aequilateralis* 0,19%; *Globigerina pachyderma f. superficialis* 0,17%; *Dentagloborotalia anfracta* 0,15%; *Globigerina radians* 0,15%; *Sphaeroidinella dehiscens* 0,14%; *Globorotalia crassaformis* 0,12%; *Pulleniatina obliquiloculata* 0,12%; *Globigerina atlantisae brasiliensis* 0,11%; *Globorotalia menardii f. fimbriata* 0,09%; *Globigerina sp. A* 0,07%; *Orbulina universa* 0,07%; *Borbulina bilobada*, *Globorotalia inflata* e *Globorotalia scitula* com 0,06%; *Globigerina rubences*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis* e *Globigerinoides tenellus* com 0,40%; *Globorotalia menardii f. ungulata* 0,03% e *Globorotalia menardii f. tumida* com 0,01%.

Tabela 12 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147.

| Espécie / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | Σ | |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|-------------|
| <i>Borbulina bilobada</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | 4 | |
| <i>Candeina nitida</i> | | 1 | 2 | | | 3 | | 2 | 1 | 3 | 2 | | 2 | 1 | 1 | | | 2 | 3 | | | | 23 |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | 1 | | | | | | 2 | | 1 | 10 |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 2 | | | | 1 | 7 |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 66 | 85 | 110 | 105 | 124 | 67 | 111 | 62 | 80 | 76 | 84 | 98 | 107 | 113 | 134 | 137 | 145 | 102 | 65 | 54 | 70 | | 1995 |
| <i>Globigerina calida</i> | 3 | 1 | 2 | | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | | 3 | 1 | | 5 | 1 | 1 | 2 | | 30 |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | 2 | | | 3 | 2 | 16 |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 24 | 22 | 10 | 11 | 2 | 3 | 5 | 14 | 3 | 9 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 15 | 9 | 22 | 26 | 17 | | 196 |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 1 | | | | | | | 2 | | 4 | | | | | 2 | | | | | 1 | | | 12 |
| <i>Globigerina falconensis</i> | | 1 | 1 | 2 | | 3 | 1 | 7 | 5 | 11 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 2 | | | | 36 |
| <i>G. sp. A</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | 1 | 5 |
| <i>Globigerina inflata</i> | | 1 | 3 | | 2 | 1 | | 1 | | | | | | | | 2 | 2 | 6 | 1 | | | | 19 |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 6 | 4 | | 1 | | | | 3 | | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 7 | 3 | 32 |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | | | | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 2 | | | | 11 |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 9 | 1 | 3 | 2 | 2 | | 7 | 4 | 3 | | | | | | 1 | 2 | | 4 | | | 3 | 1 | 42 |
| <i>Globigerina radians</i> | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 1 | | | 2 | | | | 1 | | 1 | | | | 10 |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | | | 1 | 2 | | | | | 2 | | | 1 | | | 1 | 2 | 1 | | | | | 2 | 12 |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 1 | 3 | 5 | 11 | 4 | 4 | | | 4 | | 2 | | 3 | 5 | 11 | 14 | 9 | | 5 | 1 | 2 | | 84 |
| <i>Globigerinita iota</i> | | | 2 | 3 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 | 4 | | | | 2 | 16 |
| <i>Globigerina rubences</i> | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 3 |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 1 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | | 5 | 5 | 4 | 1 | | 1 | | | 3 | | 6 | 2 | 2 | | | 44 |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 10 | 15 | 17 | 15 | 15 | 21 | 13 | 19 | 22 | 18 | 25 | 21 | 17 | 28 | 19 | 22 | 15 | 15 | 5 | 7 | 19 | | 358 |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | | | 3 | | 3 | 1 | | 1 | 5 | 2 | | | | | 1 | | | | | | | 2 | 18 |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 120 | 107 | 75 | 88 | 75 | 126 | 95 | 128 | 109 | 116 | 129 | 135 | 125 | 95 | 69 | 60 | 63 | 84 | 127 | 131 | 124 | | 2181 |

Tabela 12 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147 (continuação).

| Espécie / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | Σ | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|-------------|
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 3 |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 2 | 1 | 2 | 2 | | | 2 | 4 | | 2 | 3 | | 2 | 5 | | 1 | | 7 | 4 | 2 | 3 | | 42 |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 1 | 3 |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 19 | 18 | 9 | 11 | 20 | 28 | 20 | 16 | 26 | 21 | 27 | 24 | 17 | 21 | 24 | 19 | 12 | 9 | 20 | 25 | 23 | | 409 |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | | 2 | 11 | | 12 | | 3 | 1 | 5 | | | | | | | | 2 | | 2 | | | | 38 |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | | 1 | 1 | 7 | 4 | | 1 | | 20 |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 4 |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 11 | 5 | 5 | 2 | | 14 | 1 | 3 | 2 | 15 | 9 | 11 | 7 | 5 | | 2 | 1 | 12 | 13 | 8 | 10 | | 136 |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 2 | | | 6 |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Globorotalia menardii f. unguolata</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| <i>Globorotalia scitula</i> | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 4 |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 17 | 23 | 33 | 39 | 31 | 17 | 38 | 23 | 19 | 9 | 10 | 5 | 12 | 22 | 33 | 29 | 25 | 15 | 12 | 19 | 7 | | 438 |
| <i>Orbulina universa</i> | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | | 5 |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 3 | | 8 |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 1 | 2 | | 1 | | | | | 2 | | | | | | | 1 | | | | | 2 | | 9 |
| TOTAL | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 6300 |

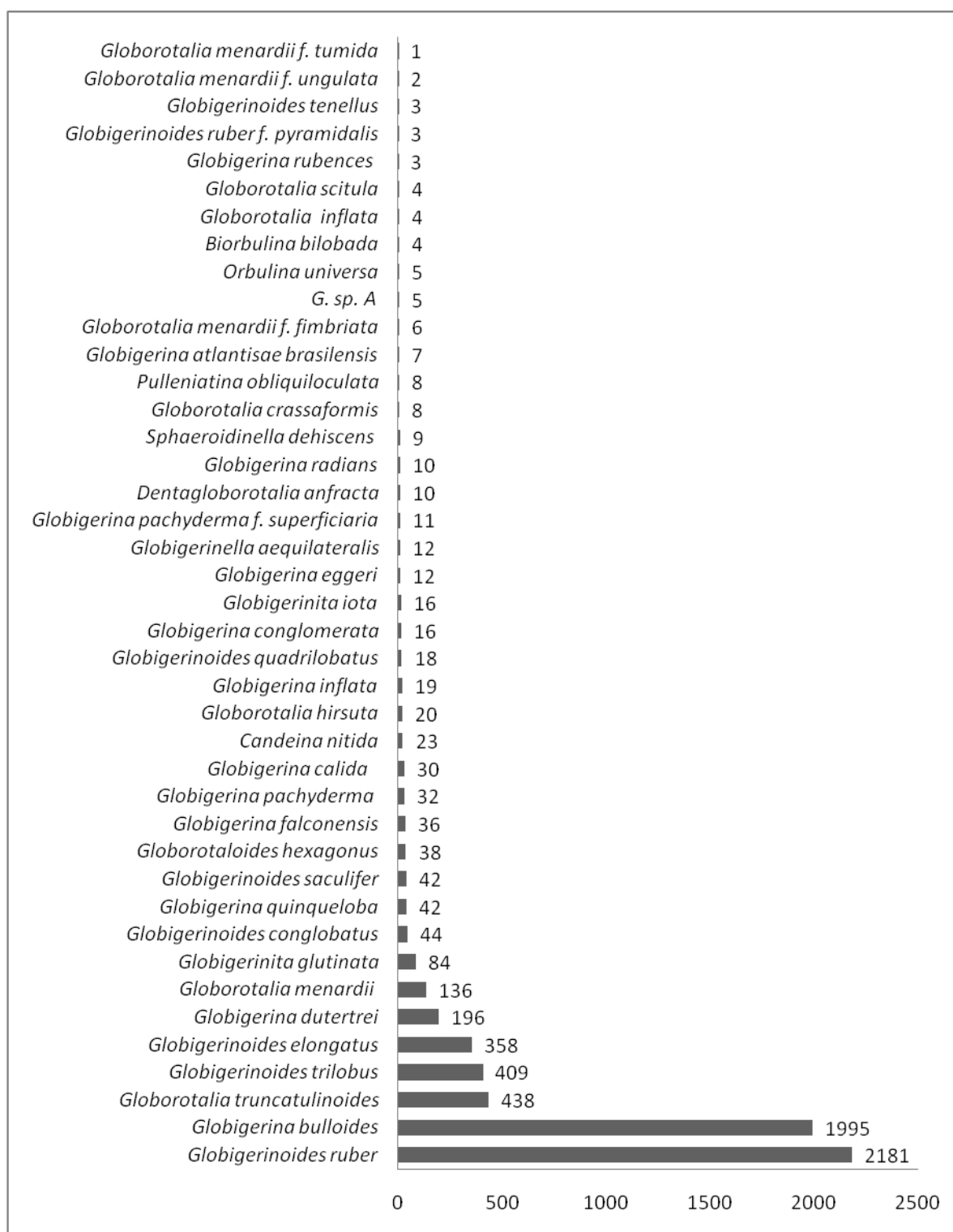


Figura 18 - Quantidade das espécies de foraminíferos planctônicos coletadas no testemunho 147.

Tabela 13 - Frequência de ocorrência (%) das espécies do testeunho 147, agrupadas em categorias: constante (C); acessória (E); acidental (I).

| Espécie | % | Categoria |
|--|-------|-----------|
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 100 | C |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 100 | C |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 100 | C |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 90,48 | C |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 90,48 | C |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 76,19 | C |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 71,43 | C |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 71,43 | C |
| <i>Globigerina calida</i> | 71,43 | C |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 61,9 | C |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 61,9 | C |
| <i>Candeina nitida</i> | 57,14 | C |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 57,14 | C |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 47,62 | E |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 42,86 | E |
| <i>Globigerina inflata</i> | 42,86 | E |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 38,1 | E |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 38,1 | E |
| <i>Globigerinita iota</i> | 38,1 | E |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 38,1 | E |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 38,1 | E |
| <i>Globigerina radians</i> | 33,33 | E |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | 28,57 | E |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 28,57 | E |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialis</i> | 28,57 | E |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 28,57 | E |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 28,57 | E |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 23,81 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 23,81 | I |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 19,05 | I |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 19,05 | I |
| <i>Orbulina universa</i> | 19,05 | I |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 14,29 | I |
| <i>Globigerina rubences</i> | 14,29 | I |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 14,29 | I |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 9,52 | I |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 9,52 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. unguata</i> | 9,52 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 4,76 | I |

Tabela 14 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | Total | C |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|---|
| FR (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % | |
| <i>Borbulina bilobada</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0,06 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,67 | 0,33 | 1 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0 | 0,37 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0,16 | T |
| <i>Globigerina atlantisae brasiliensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0,11 | T |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 22 | 28,3 | 36,7 | 35 | 41,3 | 22,3 | 37 | 20,7 | 26,7 | 25,3 | 28 | 32,7 | 35,7 | 37,7 | 44,7 | 45,7 | 48,3 | 34 | 21,7 | 18 | 23,33 | 31,7 | P |
| <i>Globigerina calida</i> | 1 | 0,33 | 0,67 | 0 | 1 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,33 | 0 | 1,67 | 0,33 | 0,33 | 0,66 | 0,48 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 1 | 0,66 | 0,25 | T |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 8 | 7,33 | 3,33 | 3,67 | 0,67 | 1 | 1,67 | 4,67 | 1 | 3 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 5 | 3 | 7,33 | 8,67 | 5,66 | 3,11 | A |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 1,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,19 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0 | 1 | 0,33 | 2,33 | 1,67 | 3,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,57 | T |
| <i>G. sp. A</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,08 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0 | 0,33 | 1 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,67 | 2 | 0,33 | 0 | 0 | 0,3 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 2 | 1,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0 | 2,33 | 1 | 0,51 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1 | 0,67 | 0 | 0 | 0,17 | T |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 3 | 0,33 | 1 | 0,67 | 0,67 | 0 | 2,33 | 1,33 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 1,33 | 0 | 1 | 0,33 | 0,67 | T |
| <i>Globigerina radians</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,16 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,66 | 0,19 | T |

Tabela 14 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | Total | C | |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|---|
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0,33 | 1 | 1,67 | 3,67 | 1,33 | 1,33 | 0 | 0 | 1,33 | 0 | 0,67 | 0 | 1 | 1,67 | 3,67 | 4,67 | 3 | 0 | 1,67 | 0,33 | 0,66 | 1,33 | A | |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1,33 | 0 | 0 | 0,66 | 0,25 | T | |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,05 | T | |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0,33 | 0,67 | 1,33 | 1 | 0,67 | 1 | 0 | 1,67 | 1,67 | 1,33 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0,7 | T | |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 3,33 | 5 | 5,67 | 5 | 5 | 7 | 4,33 | 6,33 | 7,33 | 6 | 8,33 | 7 | 5,67 | 9,33 | 6,33 | 7,33 | 5 | 5 | 1,67 | 2,33 | 6,33 | 5,68 | P | |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,33 | 0 | 0,33 | 1,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,66 | 0,29 | T | |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 40 | 35,6 | 24,97 | 29,33 | 25,03 | 41,67 | 31,67 | 42,63 | 36,3 | 38,7 | 43,03 | 45 | 41,6 | 31,6 | 22,97 | 20,03 | 21 | 28 | 42,37 | 43,6 | 41,33 | 34,57 | P | |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | T | |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0,67 | 1,33 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0,67 | 1,67 | 0 | 0,33 | 0 | 2,33 | 1,33 | 0,67 | 1 | 0,67 | T | |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,05 | T | |
| <i>Globigerinoikdes trilobus</i> | 6,33 | 6 | 3 | 3,67 | 6,67 | 9,33 | 6,67 | 5,33 | 8,67 | 7 | 9 | 8 | 5,67 | 7 | 8 | 6,33 | 4 | 3 | 6,67 | 8,33 | 7,66 | 6,49 | P | |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 0 | 0,67 | 3,67 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,33 | 1,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,6 | T | |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,66 | 0,13 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 2,33 | 1,33 | 0 | 0,33 | 0,32 | T | |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,06 | T | |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 3,67 | 1,67 | 1,67 | 0,67 | 0 | 4,67 | 0,33 | 1 | 0,67 | 5 | 3 | 3,67 | 2,33 | 1,67 | 0 | 0,67 | 0,33 | 4 | 4,33 | 2,67 | 3,33 | 2,16 | A | |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,1 | T | |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | T | |
| <i>Globorotalia menardii f. unguata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,03 | T | |

Tabela 14 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 147 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | Total | C |
|--------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-------|---|
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,66 | 0,06 | T |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 5,67 | 7,67 | 11 | 13 | 10,3 | 5,67 | 12,7 | 7,67 | 6,33 | 3 | 3,33 | 1,67 | 4 | 7,33 | 11 | 9,67 | 8,33 | 5 | 4 | 6,33 | 2,33 | 6,95 | P |
| <i>Orbulina universa</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0,08 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,13 | T |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 0,33 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,14 | T |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |

Tabela 15 – Frequências relativas (%) das espécies descritas no testemunho 147, agrupadas em categorias: principal (P), acessória (A) e traços (T).

| Espécie | % | Categoria |
|--|-------|-----------|
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 34,57 | P |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 31,66 | P |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 6,95 | P |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 6,49 | P |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 5,68 | P |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 3,11 | A |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 2,15 | A |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 1,33 | A |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0,69 | T |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 0,66 | T |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0,66 | T |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 0,6 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0,57 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 0,5 | T |
| <i>Globigerina calida</i> | 0,47 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0,36 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0,31 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0,3 | T |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 0,28 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0,25 | T |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0,25 | T |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0,19 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0,19 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialis</i> | 0,17 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0,15 | T |
| <i>Globigerina radians</i> | 0,15 | T |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 0,14 | T |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0,12 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0,12 | T |
| <i>Globigerina atlantisae brasiliensis</i> | 0,11 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0,09 | T |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 0,07 | T |
| <i>Orbulina universa</i> | 0,07 | T |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 0,06 | T |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0,06 | T |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0,06 | T |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0,04 | T |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 0,04 | T |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0,04 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. unguata</i> | 0,03 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0,01 | T |

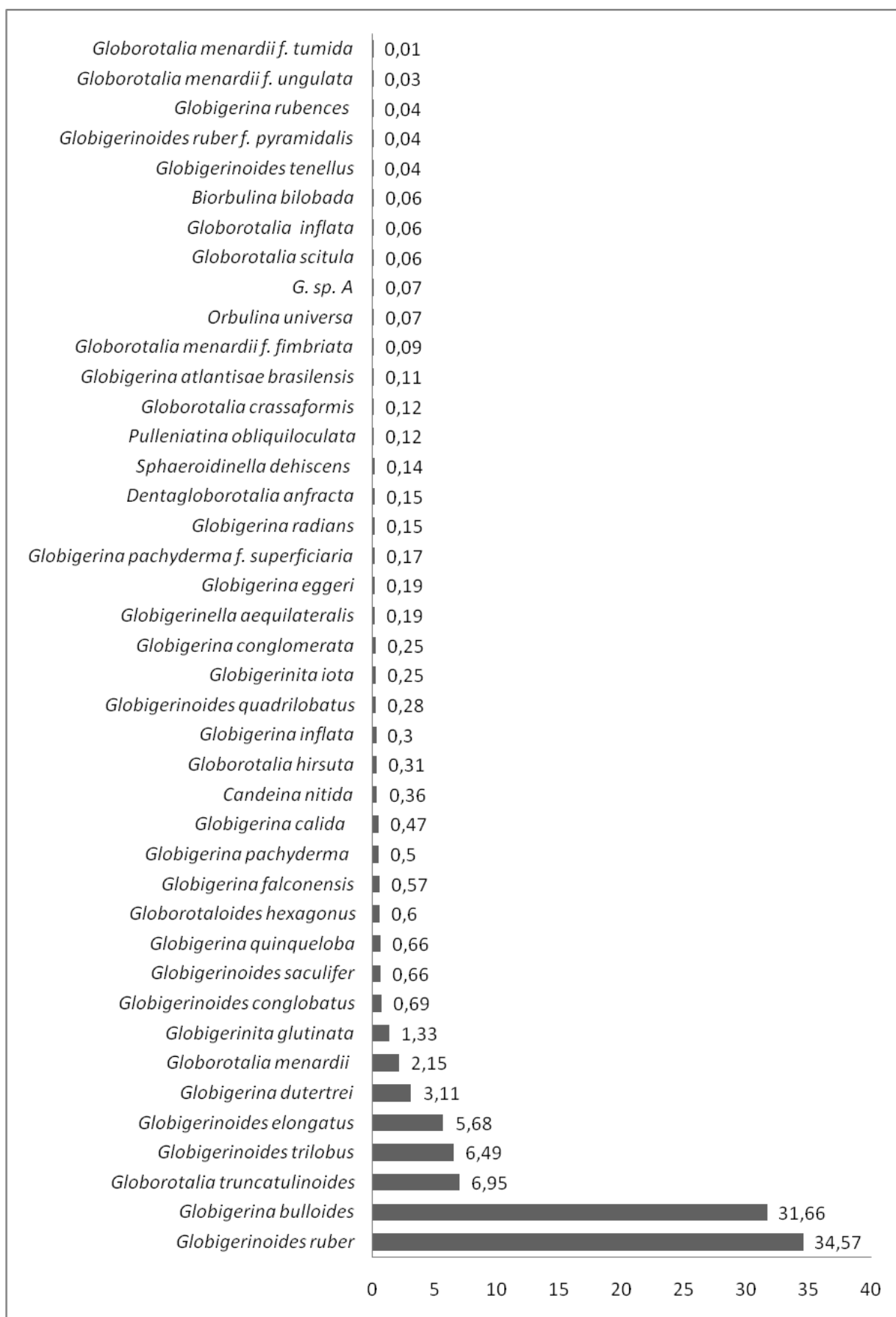


Figura 19 – Frequência Relativa (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 147.

5.2.4 TESTEMUNHO 160

Em 190 cm de comprimento do testemunho 160 foram analisadas 20 amostras de sedimento, totalizando 6.000 indivíduos. Os dados absolutos das espécies planctônicas em relação à profundidade são apresentados na tabela 16, e na figura 29 que mostra as espécies em ordem crescente de quantidade de indivíduos classificados.

A espécie mais numerosa é *Globigerina bulloides* com 2.112 indivíduos classificados, seguido por *Globigerinoides ruber* com 1.956 espécimes. Subordinadamente, com 361 testas identificadas *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia truncatulinoides* com 305, *Globigerina dutertrei* com 301, *Globigerinoides elongatus* com 280, *Globigerinita glutinata* com 195 e *Globigerina quinqueloba* com 133 indivíduos. De 42 espécies catalogadas, 35 apresentam quantidades inferiores a 50 testas.

As espécies *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina dutertrei*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia truncatulinoides* estão presentes em todas as 20 amostras de sedimento.

A tabela 17 mostra a frequência de ocorrência das espécies em categorias: constante (C), acessória (E) e acidental (I).

As espécies constantes com 100% de frequência de ocorrência são: *Globigerina bulloides*; *Globigerina dutertrei*; *Globigerinita glutinata*; *Globigerinoides ruber*; *Globigerinoides trilobus*; *Globorotalia truncatulinoides*.

Também são espécies constantes: *Globigerinoides elongatus* 94,74%; *Globigerina quinqueloba* 84,21%; *Globorotalia menardii* 84,21%; *Globigerina calida* e *Globigerinoides saculifer* com 73,68%; *Globigerina atlantisae brasiliensis*, *Globigerina conglomerata* e *Globorotaloides hexagonus* com 52,63%.

As espécies consideradas acessórias são: *Globorotalia hirsuta* 42,11%; *Globigerina falconensis* 36,84%; *Dentagloborotalia anfracta*, *Globigerina inflata* e *Pulleniatina obliquiloculata* com 31,58%; *Globigerina eggeri*, *Globigerinoides quadrilobatus*, *Globigerinoides tenellus*, *Globorotalia scitula* com 26,32%.

São espécies acidentais: *Biorbulina bilobada*; *Globigerina sp. A*; *Globorotalia inflata* com 21,05%; *Globigerina pachyderma*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globorotalia crassaformis*, *Orbulina universa* e *Sphaeroidinella dehiscens* com 15,79%; *Globigerina pachyderma f. superficiaria*, *Globigerina radians*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globorotalia menardii f. fimbriata*,

Globorotalia menardii f. tumida, *Globorotalia menardii f. ungulata* com 10,53%; *Candeina nitida*, *Globigerinita iota* e *Globigerina rubences* com 5,26%.

A tabela 18 apresenta a Frequência Relativa das espécies de foraminíferos planctônicos, que estão agrupadas por categorias na tabela 19 e figura 21, principal (P), acessória (A) e traços (T).

São determinadas espécies principais: *Globigerina bulloides* 35,2%; *Globigerinoides ruber* 32,59%; *Globigerinoides trilobus* 6,01%; *Globorotalia truncatulinoides* 5,08%; *Globigerina dutertrei* 5,01%.

As espécies acessórias são: *Globigerinoides elongatus* 4,66%; *Globigerinita glutinata* 3,25%; *Globigerina quinqueloba* 2,21%.

São consideradas espécies traços: *Globorotalia menardii* 0,8%; *Globorotaloides hexagonus* 0,7%; *Globigerinoides saculifer* 0,6%; *Globigerina conglomerata* 0,43%; *Globigerina calida* 0,4%; *Globigerina atlantisae brasilensis* 0,3%; *Globorotalia hirsuta* 0,25%; *Pulleniatina obliquiloculata* 0,21%; *Globigerinoides tenellus* 0,2%; *Globigerina falconensis* e *Globigerina inflata* 0,18%; *Dentagloborotalia anfracta*, *Globigerina eggeri* e *Globorotalia scitula* com 0,16%; *Globigerinoides quadrilobatus* 0,13%; *Globigerinoides conglobatus* 0,1%; *Globigerina sp. A*, *Globigerina pachyderma*, *Globigerinella aequilateralis* e *Globorotalia crassaformis* com 0,08%; *Borbulina bilobada*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia menardii f. fimbriata*, *Orbulina universa* e *Sphaeroidinella dehiscens* com 0,6%; *Globigerina pachyderma f. superficialis* 0,5%; *Candeina nitida*, *Globigerina radians*, *Globorotalia menardii f. tumida* e *Globorotalia menardii f. ungulata* com 0,03%; *Globigerinita iota* e *Globigerina rubences* com 0,01%.

Tabela 16 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160.

| Espécies / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Σ | |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|------|
| <i>Borbulina bilobada</i> | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | 4 | |
| <i>Candeina nitida</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 2 |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | 1 | 2 | | | 10 |
| <i>Globigerina atlantisae brasilensis</i> | | | 4 | 1 | 1 | 5 | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 2 | | 18 |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 117 | 83 | 101 | 96 | 113 | 99 | 115 | 111 | 99 | 118 | 127 | 114 | 100 | 96 | 89 | 109 | 123 | 117 | 97 | 88 | | 2112 |
| <i>Globigerina calida</i> | | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | 24 |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 1 | | | | 2 | | 3 | | | | | 2 | 4 | 2 | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | | 26 |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 5 | 6 | 15 | 8 | 25 | 11 | 23 | 22 | 27 | 8 | 13 | 10 | 21 | 17 | 12 | 26 | 14 | 9 | 16 | 13 | | 301 |
| <i>Globigerina eggeri</i> | | | 1 | | | | | | 2 | | 1 | | | | 2 | 4 | | | | | | 10 |
| <i>Globigerina falconensis</i> | | | | 1 | | | 2 | | 1 | 3 | | | 2 | 1 | | | | | | 1 | | 11 |
| <i>G. sp. A</i> | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | 5 |
| <i>Globigerina inflata</i> | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | 2 | | 2 | | 2 | | | | 1 | 11 |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | 5 |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficiaria</i> | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | | 3 |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | | 8 | 8 | 11 | 2 | 9 | 4 | 2 | 13 | 1 | | 2 | 5 | 10 | 7 | | 5 | 15 | 17 | 14 | | 133 |
| <i>Globigerina radians</i> | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | | | 1 | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 1 | | | 5 |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 1 | 2 | 6 | 1 | 5 | 15 | 14 | 5 | 22 | 12 | 8 | 16 | 7 | 6 | 4 | 20 | 25 | 13 | 8 | 5 | | 195 |
| <i>Globigerinita iota</i> | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Globigerina rubences</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | | 2 | | | | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | 1 | 6 |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 1 | 22 | 5 | 22 | 13 | 18 | | 15 | 4 | 19 | 26 | 13 | 7 | 10 | 26 | 14 | 18 | 16 | 11 | 20 | | 280 |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | | 1 | | | | 2 | | | | | 1 | | | | 2 | | | | 1 | | 1 | 8 |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 163 | 125 | 92 | 123 | 97 | 75 | 94 | 87 | 74 | 64 | 88 | 93 | 120 | 123 | 115 | 83 | 69 | 77 | 80 | 114 | | 1956 |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 3 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 4 |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | | 4 | 2 | 1 | | | 5 | 3 | 1 | 2 | | 2 | 1 | 4 | | 36 |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | | | | | | | | | 2 | 3 | | 2 | | 2 | | | | | | 3 | | 12 |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 3 | 28 | 25 | 21 | 12 | 26 | 20 | 21 | 23 | 20 | 19 | 10 | 11 | 10 | 24 | 17 | 8 | 21 | 24 | 18 | | 361 |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | | | 2 | | 1 | 4 | | 2 | | 7 | | 9 | | | | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | | 42 |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | 5 |

Tabela 16 - Abundância Absoluta das espécies de foraminíferos planctônicos e somatório (Σ), em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160 (continuação).

| Espécies / Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Σ |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | | | | | | 2 | | 1 | | 3 | | 2 | | | | 1 | 3 | 1 | 2 | | 15 |
| <i>Globorotalia inflata</i> | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 1 | 9 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | 2 | 5 | 2 | 1 | | 1 | 3 | 1 | 5 | 48 |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | | | 2 | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | 4 |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Globorotalia menardii f. unguolata</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 |
| <i>Globorotalia scitula</i> | | | 1 | | | 1 | 3 | | 2 | | | | | | | 3 | | | | | 10 |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 3 | 10 | 18 | 10 | 22 | 25 | 13 | 23 | 15 | 31 | 10 | 20 | 8 | 14 | 9 | 11 | 17 | 12 | 25 | 9 | 305 |
| <i>Orbulina universa</i> | | | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 4 |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | | | | | | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | | | | | 3 | | | | | | 13 |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 2 | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 4 |
| TOTAL | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 6000 |

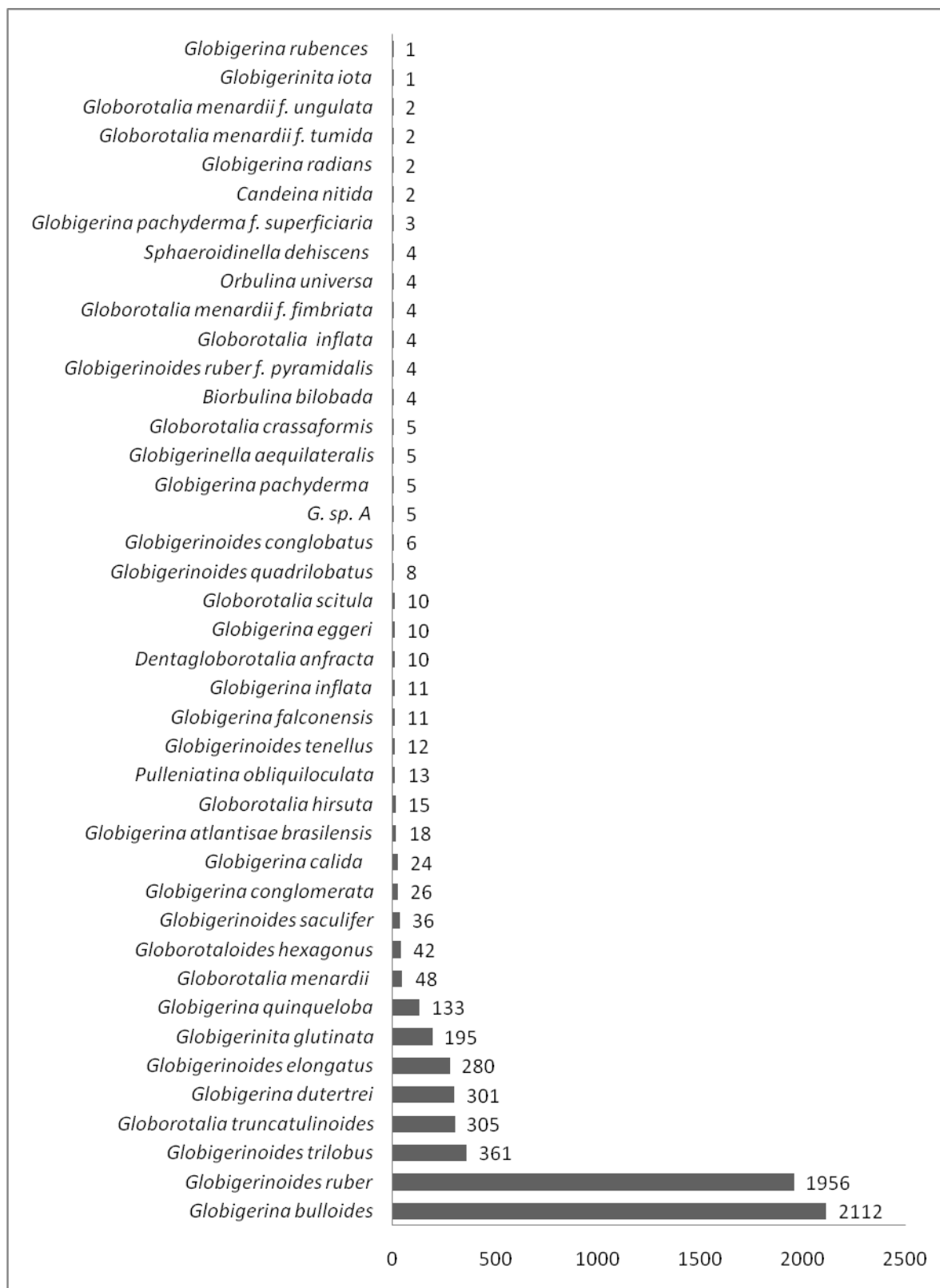


Figura 23 - Quantidade das espécies de foraminíferos planctônicos coletadas no testemunho 160.

Tabela 17 – Frequências de ocorrência (%) das espécies do testemunho 160, agrupadas em categorias: constante (C), acessória (E), acidental (I).

| Espécies | % | Categoria |
|--|--------|-----------|
| <i>Globigerina bulloides</i> | 100,00 | C |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 100,00 | C |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 100,00 | C |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 100,00 | C |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 100,00 | C |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 100,00 | C |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 94,74 | C |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 84,21 | C |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 84,21 | C |
| <i>Globigerina calida</i> | 73,68 | C |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 73,68 | C |
| <i>Globigerina atlantisae brasiliensis</i> | 52,63 | C |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 52,63 | C |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 52,63 | C |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 42,11 | E |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 36,84 | E |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 31,58 | E |
| <i>Globigerina inflata</i> | 31,58 | E |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 31,58 | E |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 26,32 | E |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 26,32 | E |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 26,32 | E |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 26,32 | E |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 21,05 | I |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 21,05 | I |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 21,05 | I |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 15,79 | I |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 15,79 | I |
| <i>Orbulina universa</i> | 15,79 | I |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 15,79 | I |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialis</i> | 10,53 | I |
| <i>Globigerina radians</i> | 10,53 | I |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 10,53 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 10,53 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 10,53 | I |
| <i>Globorotalia menardii f. ungulata</i> | 10,53 | I |
| <i>Candeina nitida</i> | 5,26 | I |
| <i>Globigerinita iota</i> | 5,26 | I |
| <i>Globigerina rubences</i> | 5,26 | I |

Tabela 18 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Total | C |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|
| FR (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % |
| <i>Borbulina bilobada</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,033 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,33 | 1 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0,167 | T |
| <i>Globigerina atlantisae</i> | 0 | 0 | 1,33 | 0,33 | 0,33 | 1,67 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0,3 | T |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 39 | 27,7 | 33,7 | 32 | 37,7 | 33 | 38,3 | 37 | 33 | 39,3 | 42,3 | 38 | 33,3 | 32 | 29,7 | 36,3 | 41 | 39 | 32,3 | 29,3 | 35,2 | P |
| <i>Globigerina calida</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,33 | 1 | 1 | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0,4 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1,33 | 0,67 | 0 | 1 | 1 | 0,67 | 0,33 | 1 | 0,433 | T |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 1,67 | 2 | 5 | 2,67 | 8,33 | 3,67 | 7,67 | 7,33 | 9 | 2,67 | 4,33 | 3,33 | 7 | 5,67 | 4 | 8,67 | 4,67 | 3 | 5,33 | 4,33 | 5,017 | P |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,167 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 1 | 0 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,183 | T |
| <i>G. sp. A</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0,083 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0,183 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,083 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,05 | T |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 0 | 2,67 | 2,67 | 3,67 | 0,67 | 3 | 1,33 | 0,67 | 4,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 1,67 | 3,33 | 2,33 | 0 | 1,67 | 5 | 5,67 | 4,67 | 2,217 | A |
| <i>Globigerina radians</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,033 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,083 | T |

Tabela 18 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicos em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160 e, as categorias(C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Total | C |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|---|
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0,33 | 0,67 | 2 | 0,33 | 1,67 | 5 | 4,67 | 1,67 | 7,33 | 4 | 2,67 | 5,33 | 2,33 | 2 | 1,33 | 6,67 | 8,33 | 4,33 | 2,67 | 1,67 | 3,25 | A |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,017 | T |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,017 | T |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,1 | T |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 0,33 | 7,33 | 1,67 | 7,33 | 4,33 | 6 | 0 | 5 | 1,33 | 6,33 | 8,67 | 4,33 | 2,33 | 3,33 | 8,67 | 4,67 | 6 | 5,33 | 3,67 | 6,67 | 4,667 | A |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,133 | T |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 54,3 | 41,7 | 30,7 | 41,3 | 32,3 | 25 | 31,3 | 29 | 24,67 | 21,3 | 29,3 | 31 | 40 | 41 | 38,3 | 27,6 | 23 | 25,6 | 26,63 | 38 | 32,59 | P |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0 | 1 | 0,67 | 0,67 | 1 | 0,33 | 0 | 1,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0 | 1,67 | 1 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0,33 | 1,33 | 0,6 | T |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0,67 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,2 | T |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 1 | 9,33 | 8,33 | 7 | 4 | 8,67 | 6,67 | 7 | 7,67 | 6,67 | 6,33 | 3,33 | 3,67 | 3,33 | 8 | 5,67 | 2,67 | 7 | 8 | 6 | 6,017 | P |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 1,33 | 0 | 0,67 | 0 | 2,33 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,67 | 1,33 | 2,33 | 0,67 | 0,7 | T |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,083 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0 | 1 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 1 | 0,33 | 0,67 | 0 | 0,25 | T |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 0,33 | 3 | 2 | 1,33 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,67 | 1,67 | 0,67 | 0,33 | 0 | 0,33 | 1 | 0,33 | 1,67 | 0,8 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,033 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. unguolata</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,033 | T |

Tabela 18 - Frequência Relativa (FR) dos foraminíferos planctônicas em relação à profundidade (cm) de coleta no testemunho 160 e, as categorias (C): traços (T); acessória (A) e principal (P) (continuação).

| Profundidade (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | Total | C |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|-------|---|
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 1 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,167 | T |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 1 | 3,33 | 6 | 3,33 | 7,33 | 8,33 | 4,33 | 7,67 | 5 | 10,3 | 3,33 | 6,67 | 2,67 | 4,67 | 3 | 3,67 | 5,67 | 4 | 8,33 | 3 | 5,083 | P |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| <i>Orbulina universa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 1 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,217 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0,67 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | T |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Tabela 19 – Frequência Relativa (%) das espécies descritas no testemunho 160, agrupadas em categorias: principal (P), acessória (A) e traços (T).

| Espécie | % | Categoria |
|--|-------|-----------|
| <i>Globigerina bulloides</i> | 35,2 | P |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 32,59 | P |
| <i>Globigerinoides trilobus</i> | 6,01 | P |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 5,08 | P |
| <i>Globigerina dutertrei</i> | 5,01 | P |
| <i>Globigerinoides elongatus</i> | 4,66 | A |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 3,25 | A |
| <i>Globigerina quinqueloba</i> | 2,21 | A |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 0,8 | T |
| <i>Globorotaloides hexagonus</i> | 0,7 | T |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0,6 | T |
| <i>Globigerina conglomerata</i> | 0,43 | T |
| <i>Globigerina calida</i> | 0,4 | T |
| <i>Globigerina atlantisae brasiliensis</i> | 0,3 | T |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> | 0,25 | T |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | 0,21 | T |
| <i>Globigerinoides tenellus</i> | 0,2 | T |
| <i>Globigerina inflata</i> | 0,18 | T |
| <i>Globigerina falconensis</i> | 0,18 | T |
| <i>Dentagloborotalia anfracta</i> | 0,16 | T |
| <i>Globigerina eggeri</i> | 0,16 | T |
| <i>Globorotalia scitula</i> | 0,16 | T |
| <i>Globigerinoides quadrilobatus</i> | 0,13 | T |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | 0,1 | T |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerina pachyderma</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerina sp. A</i> | 0,08 | T |
| <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> | 0,06 | T |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | 0,06 | T |
| <i>Orbulina universa</i> | 0,06 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i> | 0,06 | T |
| <i>Globorotalia inflata</i> | 0,06 | T |
| <i>Biorbulina bilobada</i> | 0,06 | T |
| <i>Globigerina pachyderma f. superficialis</i> | 0,05 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. ungulata</i> | 0,03 | T |
| <i>Globorotalia menardii f. tumida</i> | 0,03 | T |
| <i>Globigerina radians</i> | 0,03 | T |
| <i>Candeina nitida</i> | 0,03 | T |
| <i>Globigerinita iota</i> | 0,01 | T |
| <i>Globigerina rubences</i> | 0,01 | T |

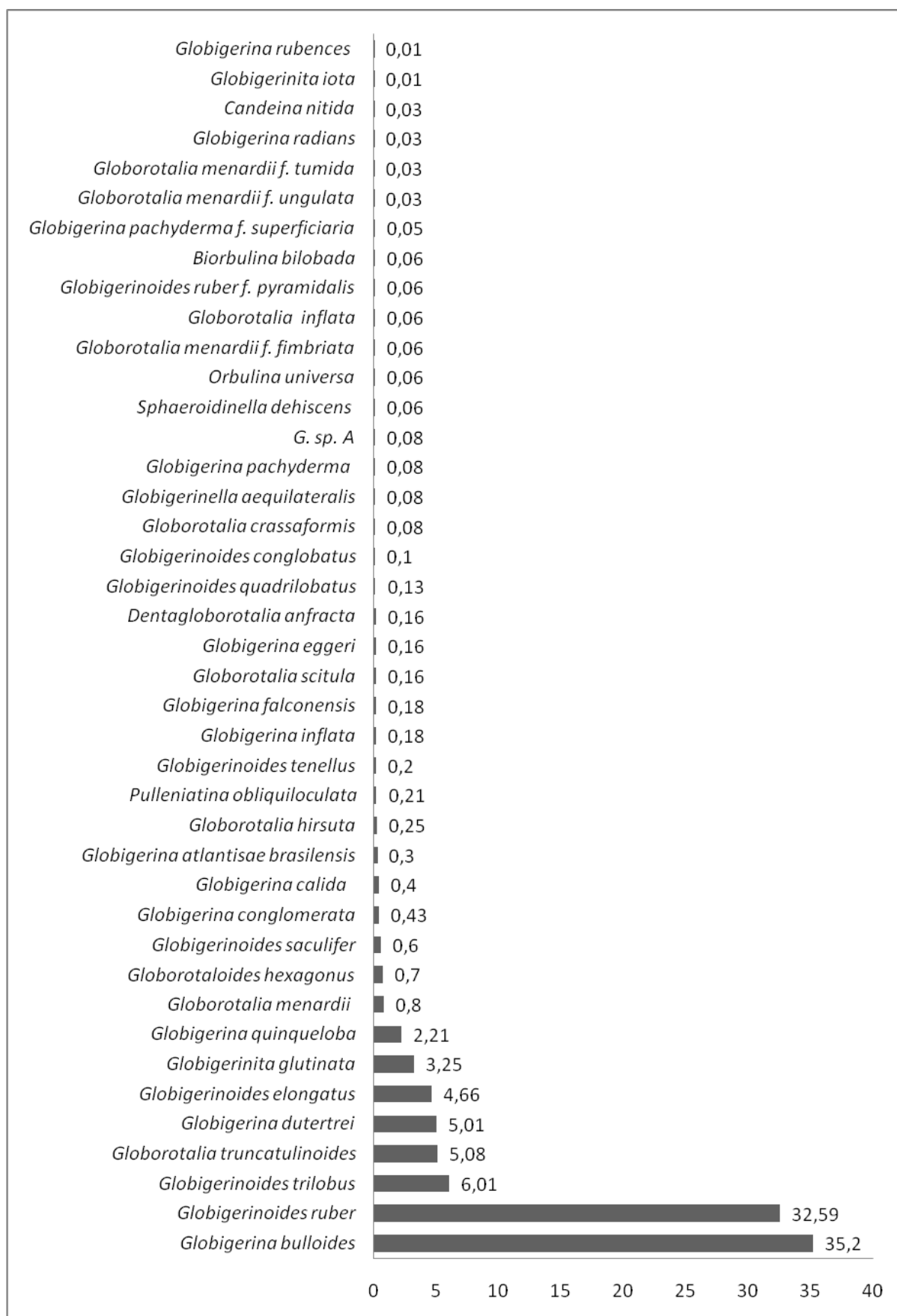


Figura 21 – Frequência Relativa (%) das espécies de foraminíferos planctônicos descritas no testemunho 160.

5.3 BIOESTRATIGRAFIA

As diferentes profundidades (estratos) dos testemunhos foram classificadas segundo a assembléia de foraminíferos planctônicos típicos de massas de águas quentes e de massas de águas frias. *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides* são espécies bioindicadoras de massa de água fria. Enquanto, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides saculifer* e o plexo *Globorotalia menardii* são espécies típicas de massa de água quente (Tabela 2).

5.3.1 TESTEMUNHO 141

As espécies bioindicadoras de água quente *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber* somam 2.169 testas no testemunho 141 e são maioria sobre a assembléia típica de água fria, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Globigerinita glutinata* que totalizam 1.866 espécimes (Tabela 20, Figura 22).

Entre as espécies analisadas *Globigerinoides ruber* apresenta maior frequência no topo (0,03 cm) e nas profundidades 40 a 60 cm e entre 100 a 130 cm. *Globigerina bulloides* apresenta correlação inversa e é mais freqüente entre as profundidades de 20 a 30 cm, 70 a 80 cm e novamente a partir de 150 cm até a base do testemunho.

As espécies *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides* apresentam frequências relativas inferiores a 2% e não significativas. Apesar de apresentarem percentagens inferiores a dez, *Globigerinoides saculifer* e *Globorotalia menardii* apresentam maior expressão que *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides*.

Globigerinoides saculifer possui seu ápice aos 10 cm de profundidade, voltando a prevalecer sobre *Globorotalia menardii* em 30 cm e a partir de 170 cm.

Para a espécie *Globorotalia menardii* as maiores frequências são às profundidades de 40 a 50 cm e de 100 a 130 cm.

5.3.2 TESTEMUNHO 147

No testemunho 147 as espécies bioindicadoras de água fria, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Globigerinita glutinata* somam 2.517 testas, que são seguidos com relativa proximidade

quantitativa pela assembléia típica de água quente *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber*, que totalizam 2.359 espécimes (Tabela 21, Figura 23).

Do topo até 10 cm de profundidade do testemunho 147 prevalece *Globigerinoides ruber*, assim como em 50 cm, 70 a 120 cm e a partir de 180 até 200 cm. *Globigerina bulloides* apresenta correlação inversa e é mais freqüente que *Globigerinoides ruber* entre 20 a 40 cm, a 60 cm e 130 a 170 cm de profundidade.

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* é mais freqüente em relação ao *Globigerinita glutinata* ao longo de todo o testemunho e ambas registram picos em 30 cm e 140 cm de profundidade no testemunho. *Globorotalia truncatulinoides* também apresenta as maiores freqüências relativas a 60 cm e a 190 cm. A espécie *Globigerinita glutinata* possui freqüência inferior a 5% e ocorre com maiores freqüências entre 140 a 150 cm de profundidade.

As espécies indicadoras de água quente, *Globorotalia menardii* e *Globigerinoides saculifer* apresentam freqüência inferior a 5,33% e prevalece *Globorotalia menardii* do topo até 20 cm, em 50 cm, entre 80 cm a 130 cm e, a partir de 150 até a base do testemunho 147.

5.3.3 TESTEMUNHO 160

As espécies *Globigerina bulloides*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Globigerinita glutinata*, bioindicadoras de água fria, são maioria com 2.510 testas, sobre a assembléia típica de água quente com 1.917 testas de *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber* (Tabela 22, Figura 24).

As espécies com Freqüência Relativa inferior a 11% são: *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides*, onde esta é maioria com registro do topo até 50 cm, em 70 cm, entre 90 a 140 cm e nas amostras com profundidade de 180 a 190 cm. Os espécimes de *Globigerinita glutinata* apresentam freqüência superior a *Globorotalia truncatulinoides* a 60 cm, a 80 cm e entre 150 a 170 cm de profundidade.

Com freqüência inferior a 3,33%, as espécies *Globigerinoides saculifer* e *Globorotalia menardii* apresentam Freqüência Relativa baixa, sendo que esta prevalece sobre *Globigerinoides saculifer* entre a profundidade de 10 a 30 cm, em 50 e 60 cm, a 110 cm, em 160 a 170 cm e a 190 cm. Picos sobrepostos destas espécies são verificados a 100, 120, 140, 150 e a 180 cm de profundidade.

Comparativamente a *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber* é maioria do topo até 10 cm de profundidade, a 30 cm, entre 120 a 140 cm e a 190 cm de profundidade. Com correlação inversa, *Globigerina bulloides* prevalece a 20 cm, entre 40 a 110 cm e entre 150 a 180 cm de profundidade no testemunho 160.

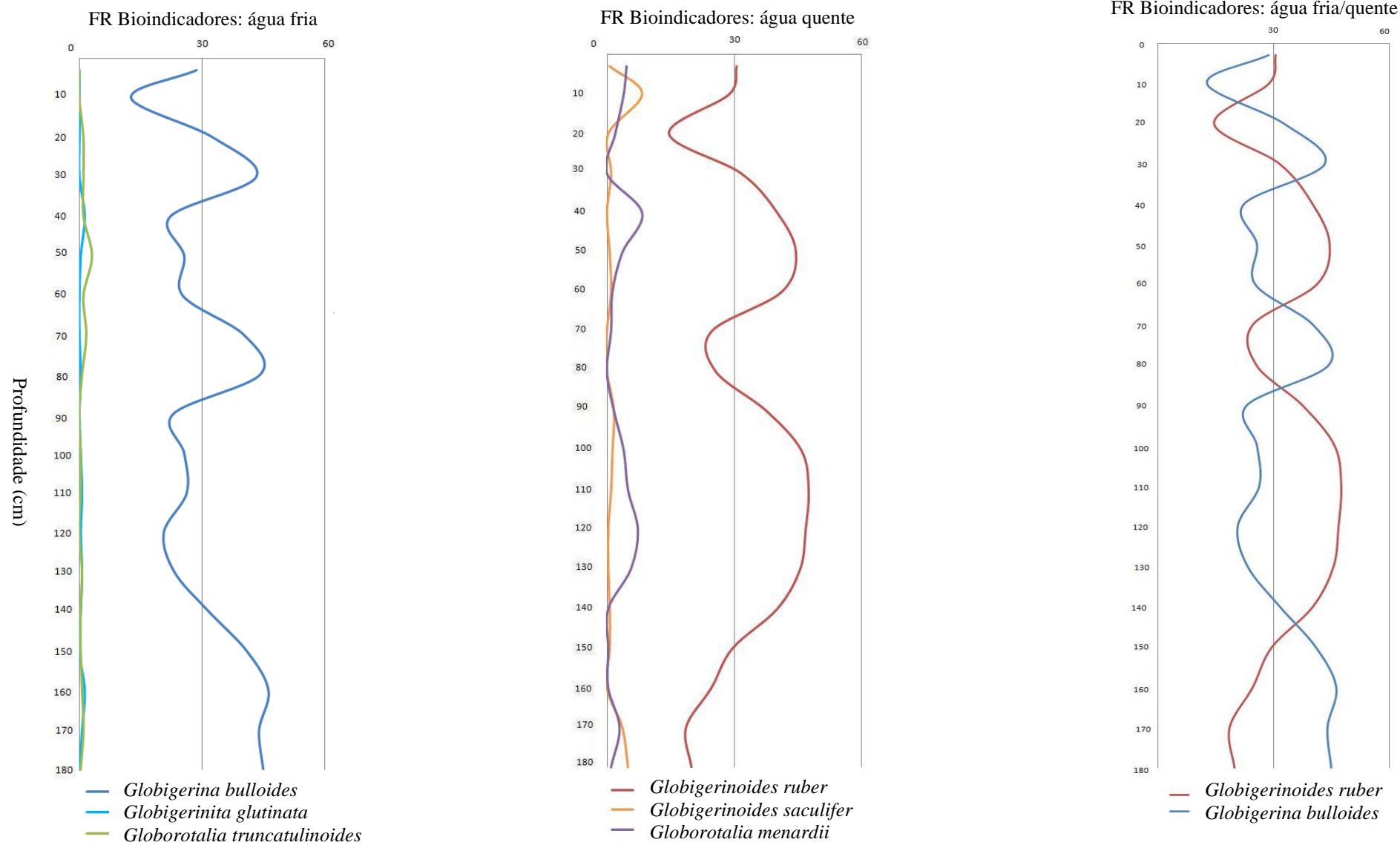


Figura 22 – Frequência relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 141, em relação à profundidade (cm).

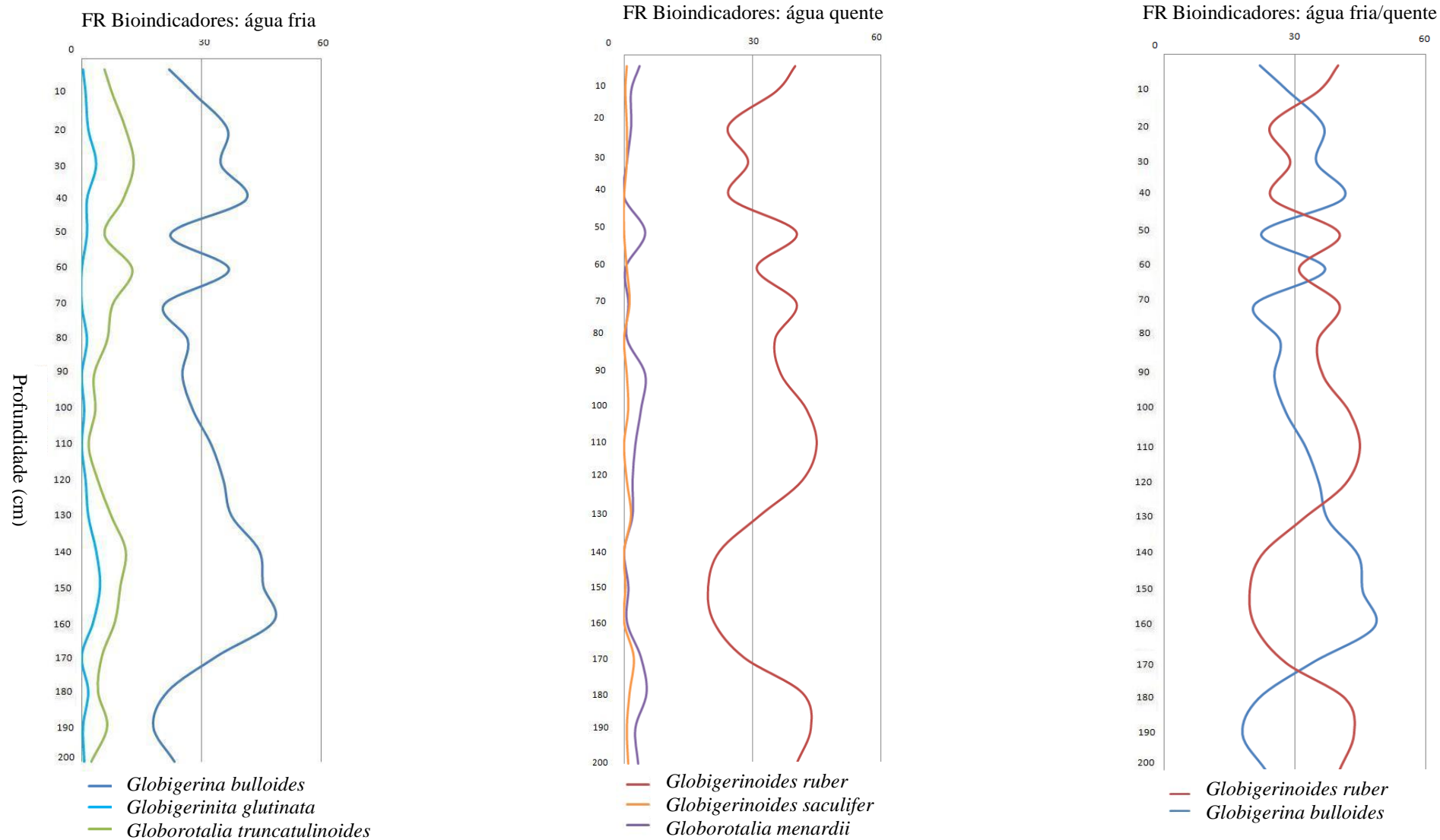


Figura 23 – Frequência relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 147, em relação à profundidade (cm).

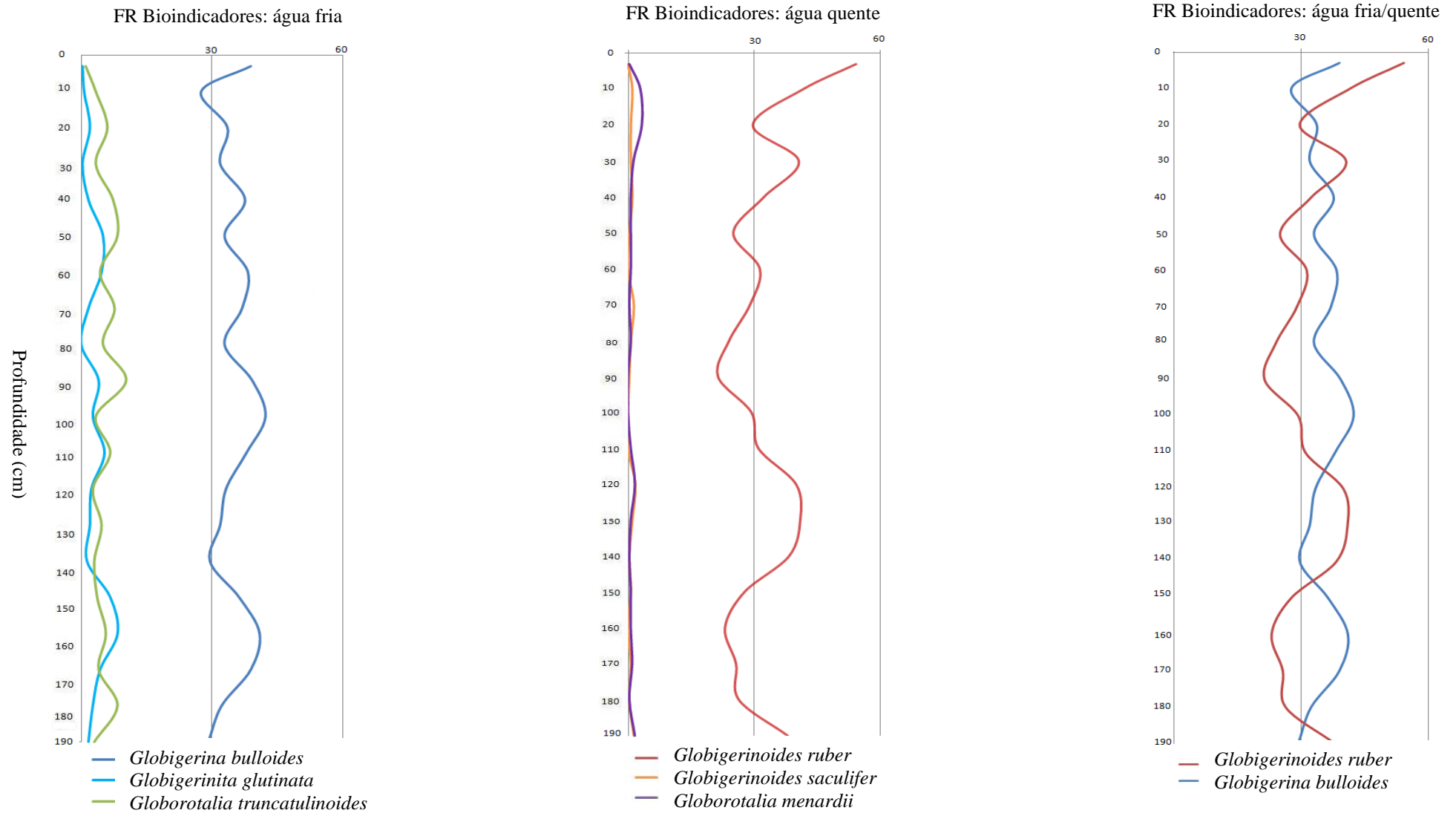


Figura 24 – Frequência relativa (FR%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores descritos no testemunho 160, em relação à profundidade (cm).

Tabela 20 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 141.

| Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | |
|--------------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Fria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 28,7 | 12,7 | 32,7 | 43,3 | 22,3 | 25,7 | 25,3 | 40,3 | 44,3 | 23 | 25,7 | 26,3 | 20,7 | 23,3 | 31,7 | 41 | 46,3 | 44 | 45 | |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0 | 1,33 | 0,67 | 0 | |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,67 | 0,67 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 1 | 0,33 | |
| Quente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 32,03 | 29 | 14,7 | 31,7 | 40,63 | 45,0 | 41,3 | 25,7 | 26,7 | 37,7 | 46,3 | 47,7 | 47,6 | 45,7 | 40,3 | 29,7 | 25,3 | 18,7 | 20 | |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0,67 | 8,33 | 0,33 | 1 | 0 | 0,67 | 1 | 0 | 0 | 1,67 | 1,33 | 1 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | 0 | 3,67 | 5 | |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 4,66 | 4 | 2 | 0 | 8,33 | 3,67 | 1,33 | 1 | 0 | 1,67 | 4 | 5 | 7,33 | 5,67 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 3 | 1 | |

Tabela 21 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 147.

| Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 |
|--------------------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Fria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 22 | 28,33 | 36,66 | 35 | 41,33 | 22,33 | 37 | 20,66 | 26,66 | 25,33 | 28 | 32,66 | 35,66 | 37,66 | 44,66 | 45,66 | 48,33 | 34 | 21,66 | 18 | 23,33 |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0,33 | 1 | 1,66 | 3,66 | 1,33 | 1,33 | 0 | 0 | 1,33 | 0 | 0,66 | 0 | 1 | 1,66 | 3,66 | 4,66 | 3 | 0 | 1,66 | 0,33 | 0,66 |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 5,66 | 7,66 | 11 | 13 | 10,33 | 5,66 | 12,66 | 7,66 | 6,33 | 3 | 3,33 | 1,66 | 4 | 7,33 | 11 | 9,66 | 8,33 | 5 | 4 | 6,33 | 2,33 |
| Quente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 40 | 35,66 | 24,9 | 29,3 | 25 | 41,67 | 31,67 | 42,63 | 36,3 | 38,7 | 43 | 45 | 41,66 | 31,66 | 22,9 | 20,3 | 21 | 28 | 42,37 | 43,66 | 41,33 |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 3,67 | 1,67 | 1,67 | 0,67 | 0 | 5 | 0,33 | 1 | 0,67 | 5 | 4 | 2,66 | 2 | 1,99 | 0 | 1 | 0,66 | 4 | 5,33 | 2,67 | 3,33 |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 0,66 | 0,33 | 0,66 | 0,66 | 0 | 0 | 0,66 | 1,33 | 0 | 0,66 | 1 | 0 | 0,66 | 1,66 | 0 | 0,33 | 0 | 2,33 | 1,33 | 0,66 | 1 |

Tabela 22 – Frequência Relativa (%) das assembléias de foraminíferos planctônicos bioindicadores de água fria e quente, em relação à profundidade (cm) no testemunho 160.

| Prof. (cm) | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|--|
| Fria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerina bulloides</i> | 39 | 27,66 | 33,66 | 32 | 37,66 | 33 | 38,33 | 37 | 33 | 39,33 | 42,33 | 38 | 33,33 | 32 | 29,66 | 36,33 | 41 | 39 | 32,33 | 29,3 | |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | 0,33 | 0,66 | 2 | 0,33 | 1,66 | 5 | 4,66 | 1,66 | 7,33 | 4 | 2,66 | 5,33 | 2,33 | 2 | 1,33 | 6,66 | 8,33 | 4,33 | 2,66 | 1,67 | |
| <i>Globorotalia truncatulinoides</i> | 1 | 3,33 | 6 | 3,33 | 7,33 | 8,33 | 4,33 | 7,66 | 5 | 10,33 | 3,33 | 6,66 | 2,66 | 4,66 | 3 | 3,66 | 5,66 | 4 | 8,33 | 3 | |
| Quente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Globigerinoides ruber</i> | 54,33 | 41,66 | 30,7 | 41,5 | 32,33 | 25 | 31,33 | 29 | 24,67 | 21,33 | 29,33 | 31 | 40 | 41 | 38,33 | 27,66 | 23 | 25,66 | 26,33 | 38 | |
| <i>Globigerinoides saculifer</i> | 0 | 1 | 0,66 | 0,66 | 1 | 0,33 | 0 | 1,33 | 0,66 | 0,33 | 0 | 0 | 1,66 | 1 | 0,33 | 0,66 | 0 | 0,66 | 0,33 | 1,33 | |
| <i>Globorotalia menardii</i> | 0,33 | 3 | 3,33 | 1,33 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,33 | 0,66 | 0 | 0 | 0,67 | 1,67 | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,66 | 1 | 0,33 | 1,67 | |

5.4 ANÁLISES DE DIFRATOMETRIA E FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X DAS ARGILAS

Na análise difratométrica (Tabela 23), as 15 amostras de sedimento retirado em diferentes profundidades dos testemunhos revelam que o argilomineral presente em 100% da amostragem é a caulinita.

Esta análise indica a ocorrência de illita que possui padrão de picos difratométricos semelhantes ao mineral micáceo. A provável presença destes minerais pode ser verificada em quatro amostras: testemunho 141 a 0,60-0,63 m de profundidade; 147 a profundidade de 0,40 – 0,73 m e testemunho 160 a 0,40-0,43 m e 0,50-0,63 m de profundidade. Apenas em uma amostra, no testemunho 160 a profundidade de 0,65-0,73 m não foi registrada a presença de mineral micáceo e/ou illita.

Quantitativamente, os resultados da análise de Fluorescência de Raios X (Tabela 24) realizados com as mesmas 15 amostras utilizadas para a Difratometria, registram picos gráficos que correspondem aos minerais: quartzo, caulinita, gipsita, feldspato, mica/illita, calcita, halita e aragonita.

O quartzo e o argilomineral caulinita são encontrados em 100% das amostras coletadas, e com expressão significativamente menor, inferior a 47%, mica/illita.

A mica/illita é caracterizada no testemunho 132 a profundidade de 0,10 – 0,43 m; 0,90 – 0,93 m e 1,20 – 1,83 m. No testemunho 141 aparece apenas como provável presença a 0,60 – 0,63 m. No testemunho 147 não é diagnosticada apenas a profundidade de 0,80 – 1,13 m e no testemunho 160 ocorre apenas a 1,00 – 1,73 m.

A gipsita encontra-se presente nos quatro testemunhos, exceto no testemunho 160 a profundidade de 0,40-0,43 m.

A calcita também foi diagnosticada nos testemunhos, exceto no testemunho 132 a profundidade de 1,00 - 1,03 m e de 1,20 - 1,83 m, assim como no testemunho 160 a 0,10 – 0,23 m de profundidade.

O feldspato é encontrado em todos os testemunhos, porém não foi registrado na profundidade 0,60 – 0,63 m do testemunho 141 e a 0,80 – 1,13 m do testemunho 147. No testemunho 160 à profundidade 0,50 – 0,63 m e a 0,65 – 0,73m os resultados de laboratório indicam a provável presença deste mineral.

A halita também esta presente nos quatro testemunhos, exceto no testemunho 132 a 1,00 – 1,03 m de profundidade; 141 a 0,60 – 0,63 m. No testemunho 160 ocorre apenas a profundidade de 1,00 – 1,73 m.

A aragonita é registrada nos testemunhos 132 a profundidade de 0,10 – 0,43m; 141 a 0,80 – 1,64 m; 160 a 0,65 – 0,73 m e nas quatro amostras coletadas do testemunho 147.

Unitariamente, a dolomita é verificada somente como provável presença no testemunho 160 a 0,40 – 0,43 m de profundidade.

Tabela 23 - Análise de Difractometria de Raio X (DRX) realizada em amostras de sedimento dos testemunhos. x: presença; pp: provável presença.

| Testemunho | Profundidade (m) | Caulinita | Mica/Ilita |
|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| 132 | 0,10 - 0,43 | X | x |
| | 0,90 - 0,93 | X | x |
| | 1,00 - 1,03 | X | x |
| | 1,20 - 1,83 | X | x |
| 141 | 0,60 - 0,63 | X | pp |
| | 0,80 - 1,64 | X | x |
| 147 | 0,10 - 0,13 | X | x |
| | 0,40 - 0,73 | X | pp |
| | 0,80 - 1,13 | X | x |
| | 1,40 - 1,83 | X | x |
| 160 | 0,10 - 0,23 | X | x |
| | 0,40 - 0,43 | X | pp |
| | 0,50 - 0,63 | X | pp |
| | 0,65 - 0,73 | X | |
| | 1,00 - 1,73 | X | x |

Tabela 24 - Análise de Fluorescência de Raio X (FRX) realizada em amostras de sedimento dos testemunhos. Qzo: quartzo; Cau: caulinita; Gip: gipsita; Fel: feldspato; M/I: mica/ilita; Cal: calcita; Hal: halita; Ara: aragonita; Dol: dolomita; pp: provável presença; x: presença.

| Testemunho | Profundidade (m) | Qzo | Cau | Gip | Fel | M/I | Cal | Hal | Ara | Dol |
|------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 132 | 0,10 - 0,43 | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | 0,90 - 0,93 | x | x | x | x | x | x | x | | |
| | 1,00 - 1,03 | x | x | x | x | | | | | |
| | 1,20 - 1,83 | x | x | x | x | x | | x | | |
| 141 | 0,60 - 0,63 | x | x | x | | pp | x | | | |
| | 0,80 - 1,64 | x | x | x | x | | x | x | x | |
| 147 | 0,10 - 0,13 | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | 0,40 - 0,73 | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | 0,80 - 1,13 | x | x | x | | | x | x | x | |
| | 1,40 - 1,83 | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| 160 | 0,10 - 0,23 | x | x | x | x | | | | | |
| | 0,40 - 0,43 | x | x | | x | | x | | | pp |
| | 0,50 - 0,63 | x | x | x | pp | | x | | | |
| | 0,65 - 0,73 | x | x | x | pp | | x | | x | |
| | 1,00 - 1,73 | x | x | x | x | x | x | x | | |

5.5 ANÁLISE $\delta^{13}\text{C}$

Conforme especificando na tabela 25, os resultados das razões isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) realizados a partir de testas de *Globigerinoides ruber* são dados em partes por mil (‰).

Desta amostragem analisada, a profundidade de 0,40 m do testemunho 141, o volume coletado de *Globigerinoides ruber* não foi suficiente para estes procedimentos laboratoriais.

Os valores positivos, quando a amostra tem abundância do isótopo mais pesado (^{13}C) em relação ao padrão, são atribuídos ao testemunho 141 a profundidade de 1,70 – 1,74 m avaliado em 0,2‰ e ao testemunho 147 a 0,60 – 0,63 m de profundidade registrando 0,4‰.

E as medições com valores negativos, em resposta a abundância de ^{12}C , foram registrados nos testemunhos: 147 a 1,20 – 1,23 m calculado em -0,4‰; 160 a profundidade de 0,40 – 0,43 medido em -1,8‰ e a profundidade de 1,0 – 1,03 m analisado em -1,0‰.

Tabela 25 – Medições de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) obtidas a partir de *Globigerinoides ruber*, em relação à profundidade nos testemunhos.

| Testemunho | Profundidade (m) | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) |
|------------|------------------|---------------------------|
| 141 | 1,70 – 1,74 | 0,2 |
| 147 | 0,60 – 0,63 | 0,4 |
| 147 | 1,20 – 1,23 | -0,4 |
| 160 | 0,40 – 0,43 | -1,8 |
| 160 | 1,00 – 1,03 | -1,0 |

5.6 CRONOESTRATIGRAFIA E TAXA DE SEDIMENTAÇÃO

As idades (AP: antes do presente) foram obtidas através de testas de *Globigerinoides ruber* pelo método ^{14}C (AMS) e calibradas, fornecendo idades absolutas aproximadas (Tabela 26).

No testemunho 141 a profundidade de 0,40 m, o volume de testas de *Globigerinoides ruber* coletadas não foi suficiente para os procedimentos laboratoriais de datação. No entanto, a 1,70 m de profundidade apresenta 10.920 ± 80 anos, que foi corrigida para 12.372 anos aproximadamente.

O testemunho 147 a 0,60 m registra 8.160 ± 60 anos, calibrada em 8.615 anos. E a profundidade de 1,20 m foi datada em 11.030 ± 90 anos, calibrada para 12.440 anos.

E o testemunho 160 registra a 0,40 m de profundidade, 3.630 ± 60 anos, calibrados para 3.491 anos e, a profundidade de 1,00 m apresenta 21.210 ± 220 anos, que corrigida corresponde a 24.794 anos aproximadamente.

As taxas de sedimentação foram calculadas para os testemunhos 147 e 160 (Tabela 27).

O testemunho 147, a profundidade de 0,60 e 1,20 m apresenta idades variando entre 8.165 anos e 12.440 anos, respectivamente. Desta maneira, entre o intervalo de 0,60 m e 1,20 m, calcula-se que a quantidade média de sedimento depositada é 15,68 cm/1.000 anos.

O testemunho 160 apresenta maior diferença de idade, que varia de 3.491 anos a profundidade de 0,40 m e 24.794 anos a profundidade de 1,0 m. A taxa de sedimentação é consideravelmente menor, em relação ao testemunho 147, com média de 2,81 cm/1.000 anos, entre as profundidades de 0,40 m e 1,00 m.

Tabela 26 - Idades ^{14}C (AMS) obtidas através da datação de *Globigerinoides ruber*, em relação à profundidade nos testemunhos.

| Testemunho | Profundidade (m) | Idade ^{14}C AMS (anos AP) | \pm Erro (anos) | Calibração ^{14}C (anos AP) |
|------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 141 | 1,70 | 10.920 | \pm 80 | 12.372 |
| 147 | 0,60 | 8.160 | \pm 60 | 8.615 |
| | 1,20 | 11.030 | \pm 90 | 12.440 |
| 160 | 0,40 | 3.630 | \pm 60 | 3.491 |
| | 1,00 | 21.210 | \pm 220 | 24.794 |

Tabela 27 - Taxas de sedimentação obtidas através de ^{14}C (AMS) para os testemunhos 147 e 160.

| Testemunho | Profundidade (m) | Calibração ^{14}C (anos AP) | Δs (cm) | Δt (anos) | Taxa de sedimentação (cm/1.000 anos) |
|------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|
| 147 | 0,60 | 8.615 | 60 | 3.825 | 15,68 |
| | 1,20 | 12.440 | | | |
| 160 | 0,40 | 3.491 | 60 | 21.303 | 2,81 |
| | 1,00 | 24.794 | | | |

5.7 FOTOMICROGRAFIAS

As fotomicrografias selecionadas foram feitas anteriormente por Araújo (2004) e os foraminíferos planctônicos ilustrados representam as espécies encontradas por Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c) no testemunho 141 a profundidade de 20 cm e 80 cm, 147 a 140 cm e 20 cm e no testemunho 160 a 20 cm e 120 cm de profundidade (Figura 25, 26 e 27).

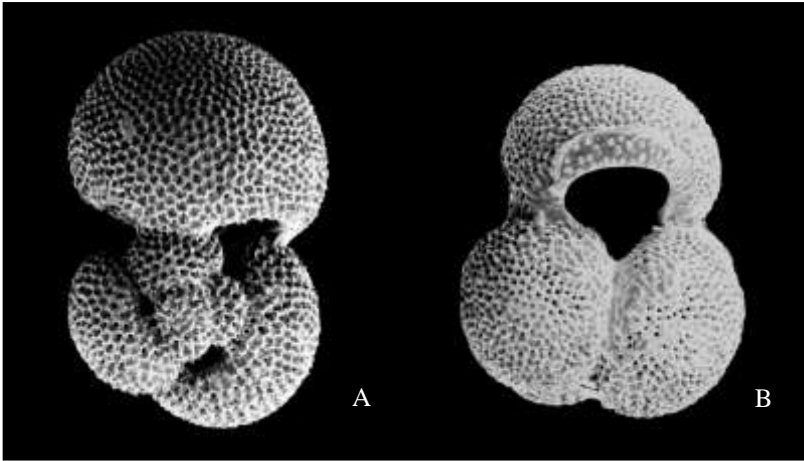


Figura 25 – Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 141. A: *Globigerinoides trilobus* (aumento: 60x), coletado a 80 cm. B: *Globigerinoides ruber* (aumento: 80x), coletado a 20 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004).

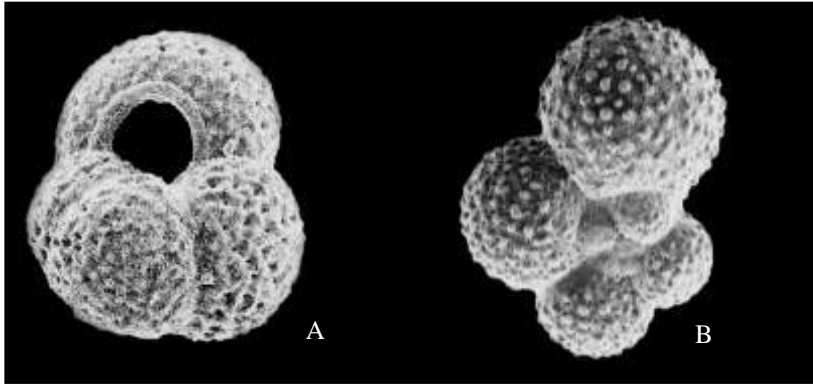


Figura 26 – Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 147. A: *Globigerina bulloides* (aumento: 350x), coletado a 140 cm. B: *Globigerina calida* (aumento: 180x), coletado a 20 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004).

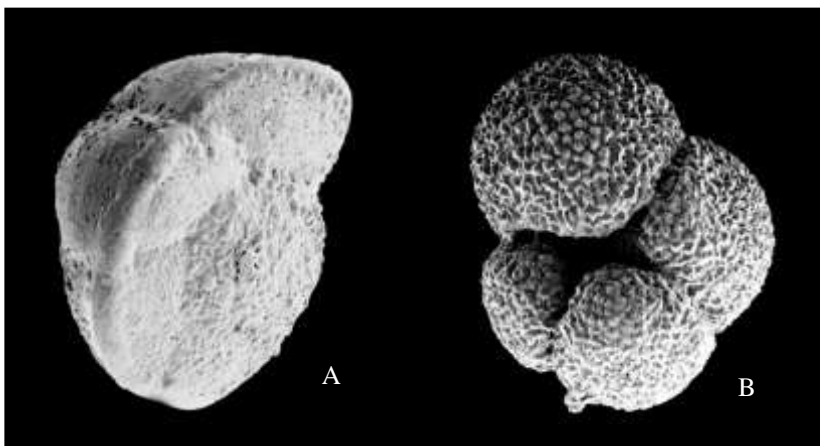


Figura 27 – Foraminíferos planctônicos coletados no testemunho 160. A: *Globigerina truncatulinoides* (aumento: 150x), coletado a 20 cm. B: *Globigerina conglomerata* (aumento: 120x), coletado a 120 cm de profundidade (modificado de Araújo 2004).

6. DISCUSSÃO

As implicações paleoclimáticas e paleoceanográficas são aqui descritas para cada testemunho e apresentam as ponderações em relação a trabalhos afins.

6.1 TESTEMUNHO 141

Como visto em Vicalvi (1997) no zoneamento bioestratigráfico na região do talude de Campos, a subdivisão da Zona Z em subzonas Z1 e Z2 baseiam-se na presença do plexo *Globorotalia menardii*, onde a Frequência Relativa em Z1 varia entre 3% e 7% e em Z2 entre 1% e 3%. Este trabalho serviu como base para Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c) em seu trabalho bioestratigráfico na região do talude norte da Bahia.

Desta maneira, o zoneamento bioestratigráfico para o testemunho 141, coletado em frente à praia de Guarajuba a 790 m de profundidade na coluna de água (Tabela 1), é definido pela subzona Z1 com Frequência Relativa do plexo *Globorotalia menardii* variando entre 4,66% no topo (3 cm) até 4% a 10 cm de profundidade, quando a 20 cm se inicia a subzona Z2 com 2%, e se estende até 160 cm de profundidade (Tabela 20). A biozona Z caracteriza, portanto, o Holoceno.

O limite inferior da Zona Z ou da subzona Z2 (Holoceno), com o topo do Pleistoceno e, portanto início da Zona Y e, conseqüentemente da subzona Y1, foi calculada através da regra de três, tendo como base a datação (C^{14}) de aproximadamente de 12.372 anos a 170 cm de profundidade (Tabela 26) e o limite Holoceno/Pleistoceno registrado em 11.700 anos. A profundidade onde se registra o final de Z2 e início de Y1 é de 160 cm (Figura 28).

Vicalvi (1997) divide a subzona Z2/Y1 com base no aumento expressivo de *Globorotalia truncatulinoides*. A frequência desta espécie é relativamente baixa ao longo de todo o testemunho variando entre 0 a 1,67% (Tabela 20). A 150 cm de profundidade é registrado 0,33%, a 160 cm apresenta 0,67%, passa para 1% em 170 cm e finaliza com 0,33% a 180 cm. Desta forma, *Globorotalia truncatulinoides* não sinaliza de forma razoável o aumento expressivo da sua frequência. Além disso, a maior frequência é registrada em 170 cm, profundidade esta que possui 12.372 anos, datado através de C^{14} .

De acordo com Suguio (1998) e Menezes & Mendonça-Filho (2004), na América do Norte o Holoceno é caracterizado pela Transgressão Recente e nos Alpes é caracterizado pela Transgressão Flandriana, que na costa do Estado de São Paulo é correspondente, porém não similar, a Transgressão

Santista, em geral de 3 a 5 metros acima do nível marinho atual. Assim, ao longo de 160 cm de comprimento do testemunho 141 é registrado a época holocênica que possui relação a Transgressão Flandriana nos Alpes, que por sua vez corresponde a Transgressão Santista na costa paulista. Entre 160 e 180 cm registra-se o Estádio Glacial Würm (Alpes) e na América do Norte o Estádio Glacial Wisconsiniano (Figura 28).

O setor ao norte de Salvador, Bahia, possui três eventos transgressivos ao longo de 7.000 anos (Figura 9) segundo Suguio *et al.* (1985), que foram identificados parcialmente no testemunho 141 de acordo com a Frequência Relativa de *Globigerinoides ruber* (típica de águas quentes) e *Globigerina bulloides* (águas frias).

Deste modo, uma parte do último evento transgressivo com máximo de $2,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual do mar e com aproximadamente 2.500 anos, apresenta-se entre 3 e 10 cm de profundidade no testemunho 141. Uma porção do segundo evento transgressivo com máximo de $3,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual do mar e com aproximadamente 3.800 anos, apresenta-se entre 30 e 60 cm de profundidade. E uma parte do terceiro e último evento transgressivo no testemunho 141 registra-se entre 80 e 140 cm de profundidade, quando Suguio *et al.* (1985) descreve que o auge transgressivo com $4,8 \pm 0,5$ m acima do nível atual do mar com aproximadamente 5.100 anos (Figura 28).

No testemunho 141, considerando a Frequência Relativa descrita para o bioindicador de água quente (*Globigerinoides ruber*) e relacionando com Suguio *et al.* (1985), a presença majoritária deste sobre *Globigerina bulloides* implica, regionalmente, em uma elevação do nível relativo do mar e retrogradação da linha de costa. Para *Globigerina bulloides*, típico de água fria, a presença majoritária deste sobre *Globigerinoides ruber* reflete um abaixamento do nível relativo do mar e a consequente progradação da linha de costa para a região ao norte de Salvador.

Entre o topo (0 cm) e 170 cm de seção do testemunho 141, estima-se que a velocidade média de acumulação dos sedimentos seja de 13,74 cm/1.000 anos (Tabela 28). Esta taxa de sedimentação teve como base a datação realizada com amostras de foraminíferos (*Globigerinoides ruber*) coletados a 170 cm e que correspondem a 12.372 anos (Tabela 26), ultrapassando portanto o limite Holoceno/Pleistoceno fixado em 11.700 anos (ICS 2009) e com registro estimado a profundidade de 160 cm (Figura 28). Ainda assim, esta taxa de sedimentação é condizente com clima predominantemente quente ao longo do Holoceno

A passagem do Holoceno para o Pleistoceno é caracterizado por um período relativamente frio devido ao domínio da frequência de *Globigerina bulloides* desde 140 cm de profundidade, sugerindo que neste intervalo de tempo pode ter dado início a regressão marinha e consequente progradação da linha de costa norte da Bahia (Figura 28).

Nos foraminíferos planctônicos os valores $\delta^{13}\text{C}$ reproduzem, principalmente, a combinação dos efeitos das variações na concentração de CO_2 e produtividade primária ocorridas nos estratos mais superficiais da coluna de água. Valores positivos de $\delta^{13}\text{C}$ implicam em um clima relativamente frio em um ambiente preferencialmente oxidante, com baixa pressão de CO_2 e conseqüentemente, aumento de ^{13}C (Azevedo *et al.* 1997; White 2003).

A razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ analisada em +0,2‰ a 170 cm de profundidade no testemunho 141 (Tabela 25), coletado em frente à praia de Guarajuba, indica um clima relativamente frio. Segundo Azevedo *et al.* (1997) os baixos valores indicam que não houve drástica redução da temperatura global e de queda eustática, tampouco aumento de nutrientes (produtividade primária), eventos típicos de período glacial.

6.2 TESTEMUNHO 147

Coletado em frente à praia do Forte a 640 m de profundidade na coluna de água (Tabela 1), a bioestratigrafia do testemunho 147 caracteriza-se pelas subzonas Z1 com 3,67% de Frequência Relativa do plexo *Globorotalia menardii* até 10 cm, e Z2 com 1,67% a partir da profundidade de 20 cm, compondo a Zona Z característica de clima interglacial (Tabela 21). Para efeitos gráficos optou-se por utilizar a média de 15 cm para o registro Z1/Z2 (Figura 29).

O início da subzona Y1, tipicamente glacial, é estimado em 115 cm de profundidade, no limite entre o Holoceno/Pleistoceno Superior que é de 11.700 anos, calculado através da regra de três tendo como base a datação de 12.440 anos realizada a 120 cm de profundidade (Tabela 26). Comparando com Vicalvi (1997) que divide a subzona Z2/Y1 com o aumento da frequência de *Globorotalia truncatulinoides*, no testemunho 147 esta espécie possui frequência variavelmente alta, passando de 1,66% (110 cm) para 4% (120 cm) neste intervalo limítrofe (Tabela 21). Desta maneira, estima-se que o limite entre Z2/Y1 localiza-se a 115 cm de profundidade (Figura 29).

Relacionando com Menezes & Mendonça-Filho (2004) e Suguio (1998), na América do Norte o Holoceno (Z) define a Transgressão Recente e nos Alpes a Transgressão Flandriana, que corresponde a Transgressão Santista no Brasil. A Zona Y1 é identificada pelos estádios glaciais Würm nos Alpes e Wisconsiniano na América do Norte (Figura 29).

Em comparação com o testemunho 141 que em 170 cm apresenta bem definido fragmentos dos três ciclos transgressivos determinados por Suguio *et al.* (1985) para a costa norte de Salvador, o testemunho 147 apresenta uma possível relação apenas com uma parte do primeiro evento transgressivo que ocorreu no período entre 2.700 anos até o presente, considerando a predominância de *Globigerinoides ruber* à

Globigerina bulloides nos primeiros 10 cm. Entre 60 cm de profundidade, datado com mais de 8.000 anos, até 10 cm registra-se apenas um intervalo com predomínio de *Globigerinoides ruber* a profundidade de 50 cm e, portanto, sugerindo um clima relativamente quente e conseqüentemente um evento transgressivo. Entre 20 a 40 cm de profundidade corresponde a um clima relativamente frio, devido à dominância de *Globigerina bulloides* (Tabela 21), indicando um evento regressivo (Figura 29).

Entretanto, no testemunho 147 uma regressão relativamente longa (20 a 40 cm) e um transgressão relativamente curta (50 cm), não são compatíveis em relação à seqüência apresentada por Suguio *et al.* (1985) nos últimos 7.100 anos para os três eventos transgressivos longos em relação aos dois eventos regressivos que se interpõe, descritos para a costa ao norte de Salvador.

Todavia, os hiatus deposicionais são gerados por eventos de erosão ou não deposição, que por sua vez, podem indicar a instabilidade no talude através da ação de correntes turbidíficas ou ainda que os sedimentos foram retransportados devido a ação de correntes oceânicas que atuam em profundidade.

Considerando ainda que as correntes do fundo oceânico são predominantemente ativas em climas glaciais, o que pode favorecer a erosão de sedimentos previamente depositados e/ou a não deposição de novos sedimentos no talude em um período de clima frio, pode ocorrer uma tendência do registro sedimentar ser melhor representado por intervalos temporais de clima relativamente quente, onde a taxa de sedimentação é maior em comparação a um clima frio, desde que, durante o período relativamente frio a erosão não seja significativa a ponto de apresentar um hiato deposicional do sedimento previamente depositado.

Desta forma, os hiatus deposicionais podem explicar a dominância de *Globigerinoides ruber* à *Globigerina bulloides* entre as profundidades de 70 e 120 cm (15,68 cm/1.000 anos entre 60 a 120 cm) no testemunho 147, onde se considerava ocorrer um clima relativamente frio com o fim do período interglacial (Holoceno) e início do período glacial (Pleistoceno) e portanto, maiores frequências de *Globigerina bulloides*, como ocorre no limite Holoceno/Pleistoceno do testemunho 141 e que possui ao longo da sua seção fragmentos dos três ciclos transgressivos e a taxa de sedimentação entre o topo (0 cm) a 170 cm de profundidade foi estimada em 13,74 cm/1.000 anos (Tabela 28), permitindo assim a deposição potencialmente mais completa do registro sedimentar.

Além disso, não se descarta a possibilidade de ocorrer um desenvolvimento mais favorável de determinadas espécies impulsionado por fatores ambientais, que finalmente, podem refletir na Frequência Relativa de cada espécie de acordo com a profundidade no testemunho.

Suguio (1998) considera o clímax do estágio glacial Würm com 18.000 anos e Hannebuth *et al.* (2009) atribuem um abaixamento do nível do mar entre 105 e 115 m, para esta mesma idade. Ainda segundo

Hannebuth *et al.* (2009), estes autores consideram que o último máximo glacial global ocorreu em torno de 21.000 anos e nível médio do mar (global) inferior ao atual, era entre 115 a 125 m.

Visto que no testemunho 147 a Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* (48,33%) é máxima (Tabela 21) a 160 cm de profundidade. Desta forma, supõe-se a 160 cm de profundidade no estrato do testemunho 147 esteja registrado o reflexo do Último Máximo Glacial para a costa norte da Bahia, o que implica em um significativo abaixamento do nível relativo do mar e conseqüente progradação da linha de costa no Estado da Bahia (Figura 29).

O testemunho 147 apresenta idades entre 8.615 (60 cm) e 12.440 (120 cm) (Tabela 27). Considerando a datação a 120 cm de profundidade, através da regra de três, pode-se estimar que a 160 cm de profundidade uma nova análise cronoestratigráfica possa revelar idade próxima a 21.000 anos.

Como mencionado, Toledo *et al.* (2007) analisaram o testemunho (CMU-14) coletado no talude ao sul da Bahia, e revelam que a temperatura superficial há 21.000 anos era de aproximadamente 27°C. Segundo estes autores, o testemunho CMU-14 possui registros paleoceanográficos dos últimos 30 mil anos e apresenta variações de temperatura superficial entre 27° e 28°C na porção sul da Bahia.

Portanto, considerando que a maior Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* é registrada a 160 cm no testemunho 147, então, a temperatura superficial ao norte da costa baiana no Último Máximo Glacial em torno de 21.000 anos não deve ter ultrapassado os 27°C. Destaca-se que as correntes de estratos mais superficiais nos oceanos apresentam temperatura relativamente maior que as correntes oceânicas mais profundas, tipicamente frias e ricas em nutrientes, que também podem gerar um aumento na população devido a maior disponibilidade de alimento.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para o testemunho 147 apresentam a 60 cm e a 120 cm, o valor calculado de +0,4‰ e -0,4‰, respectivamente (Tabela 25). O valor positivo a 60 cm representa um clima tipicamente frio confirmado pelo predomínio de *Globigerina bulloides*. E o valor negativo de -0,4‰ caracteriza um clima relativamente quente, confirmando o registro predominante de *Globigerinoides ruber*.

Durante o último ciclo glacial nos últimos 120 mil anos (Pleistoceno Superior), há registros de acentuadas oscilações climáticas de elevada frequência e duração relativamente curta, denominados de eventos ou ciclos *Dansgaard-Oeschger* da ordem de 500-2000 anos, e supõe-se que tenham surgido de modo abrupto, no intervalo de algumas dezenas de anos e terminando de modo mais gradual (Lowe & Walker 1997 *apud* Ferreira 2002).

No testemunho 147 entre as profundidades de 160 cm e 190 cm, a Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* possui uma queda acentuada: 48,33% (máximo); 34%; 21,66% e 18% (mínimo), em um intervalo de 30 cm. Considerando a mudança nos valores da Frequência Relativa deste bioindicador de águas frias, este intervalo pode estar relacionado a um ciclo *Dansgaard-Oeschger*.

O período entre 12.500 e 17.500 anos corresponde ao evento *Younger Dryas* que é caracterizado por brusco e acentuado resfriamento na América do Norte, gerando aumento do volume de gelo sobre os continentes, diminuindo o volume de água nos oceanos e conseqüentemente, aumento da salinidade (Ferreira 2002; Weldeab *et al.* 2006 *apud* Toledo *et al.* 2007a). Neste período, o testemunho 147 sugere uma relação com este evento de rápido resfriamento global, considerando o aumento de *Globigerina bulloides* a partir de 130 cm até 160 cm de profundidade aproximadamente, onde as frequências relativas variam entre 37,66% e 48,33% respectivamente.

6.3 TESTEMUNHO 160

Coletado na praia de Baixios a 480 metros de profundidade, o testemunho 160 apresenta a subdivisão da Zona Z com limite estimado até 20 cm de profundidade para Z1, e a partir de 30 cm inicia a subzona Z2, portanto, registra-se a 25 cm o limite Z1/Z2 (Figura 30). Ainda que os valores do plexo *Globorotalia menardii* sejam variáveis até 20 cm, neste é identificado 3,33% e no intervalo seguinte de 30 cm a queda para 1,33% na Frequência Relativa, e partir daí a frequência oscila entre 0% e 1,67% até a base com 180 cm de profundidade, com média de 0,60%, sendo que o intervalo anterior, entre 3 e 20 cm, a média é de 5,44% (Tabela 22).

O intervalo Holoceno/Pleistoceno Superior de 11.700 anos é estimado entre o intervalo de 60 e 70 cm de profundidade, portanto a 65 cm na média, quando se inicia a Zona Y e a subzona Y1, considerando o aumento relativo de *Globorotalia truncatulinoides* de 4,33% a 7,67% de Frequência Relativa, respectivamente (Tabela 22). Esta metodologia de divisão do limite Z2/Y1 tendo como base maiores concentrações desta espécie é aplicada também por Vicalvi (1997).

Igualmente para o testemunho 147, comparando com Menezes & Mendonça-Filho (2004) e Suguio (1998), nos Alpes o Holoceno, Zona Z, equivale a Transgressão Flandriana que corresponde a Transgressão Santista no litoral de São Paulo e na América do Norte a Transgressão Recente. O topo do Pleistoceno Superior (Y1) caracteriza o estágio glacial Würm nos Alpes e na América do Norte corresponde ao Wisconsiniano (Figura 30).

Assim como no testemunho 147, as frequências relativas de *Globigerinoides ruber* e *Globigerina bulloides* no testemunho 160 permitem estabelecer apenas uma parte da primeira transgressão entre 2.700 anos até o presente (Figura 30), descrita por Suguio *et al.* (1985) para o setor ao norte de Salvador, e caracterizada neste testemunho entre 3 e 10 cm de profundidade, considerando a predominância de *Globigerinoides ruber* à *Globigerina bulloides* (Tabela 22).

Entre 40 e 100 cm de profundidade, a velocidade de sedimentação média para o testemunho 160 é de 2,81 cm/1.000 anos (Tabela 27). Esta taxa de sedimentação média é condizente com um clima predominantemente frio, considerando a predominância de *Globigerina bulloides* o que implica na diminuição do volume de águas dos rios e reduzido aporte sedimentar nos oceanos (Figura 30).

Considerando a média de 65 cm para a idade de 11.700 anos e 24.794 em 100 cm de profundidade, a taxa de sedimentação média é de 2,67 cm/1.000 anos (Tabela 28) que é similar a 2,81 cm/1.000 anos, calculado para o intervalo entre 40 e 100 cm (Tabela 27). Considerando as datações, estima-se que na base (180 cm), provavelmente a idade se situe próximo de 40.000 anos.

O testemunho 160 não possui evidências bem definidas correlacionáveis com o evento *Younger Dryas* que compreende entre 12.500 a 17.500 anos. Supostamente, este período poderia se posicionar entre 70 e 90 cm de profundidade, porém possui Frequência Relativa constantemente alta para *Globigerina bulloides*, em um intervalo de 20 cm de profundidade: 37%; 33% e 39,33%.

A Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* é máxima (42,33%) a 100 cm de profundidade, exatamente onde a datação C^{14} foi realizada e apresenta aproximadamente 24.794 anos, sugerindo uma relação com o Último Máximo Glacial (UMG), e o ápice do estágio glacial Würm e Winconsiniano, no testemunho 160.

Comparativamente a análise cronoestratigráfica de Toledo *et al.* (2007b) para o testemunho CMU-14 coletado no talude na região próxima a Ilhéus no sul da Bahia, apresenta a 121 cm de profundidade idade calibrada em 20.756 anos, que é relacionada ao UMG.

Desta maneira, estima-se que o UMG na Bahia ocorreu aproximadamente entre 20.000 anos e 25.000 anos, respectivamente segundo a estimativa para o testemunho 147 e o testemunho CMU-14 descrito por Toledo *et al.* (2007b).

O testemunho 160 apresenta os maiores valores de $^{13}C/^{12}C$, em relação aos testemunhos 141 e 147, calculado em -1,8‰ e -1,0‰ respectivamente a 40 cm e 100 cm de profundidade (Tabela 25), confirmando a predominância de *Globigerina bulloides*. Estes valores revelam que a costa ao norte de Salvador foi

influenciada por significativa diminuição da temperatura, e conseqüente regressão marinha e progradação da linha costeira.

Tabela 28 – Idades (C^{14} * e estimada) utilizadas para o cálculo da taxa de sedimentação estimada para os testemunhos 141 e 160.

| Testemunho | Profundidade (cm) | Idade (anos AP) | Δs (cm) | Δt (anos) | Taxa de sedimentação (cm/1.000 anos) |
|------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|
| 141 | 170 | 12.372* | 170 | 12.372 | 13,74 |
| | 0 (topo) | 0 (atual) | | | |
| 160 | 65 | 11.700 | 35 | 13.094 | 2,67 |
| | 100 | 24.794* | | | |

As figuras 28, 29 e 30 estão ilustradas com o nível relativo do mar para o setor ao norte de Salvador segundo Suguio *et al.* (1985) e simbolicamente estão representadas pelo ciclo transgressivo completo, entretanto, provavelmente registram apenas fragmentos de cada um dos três ciclos transgressivos.

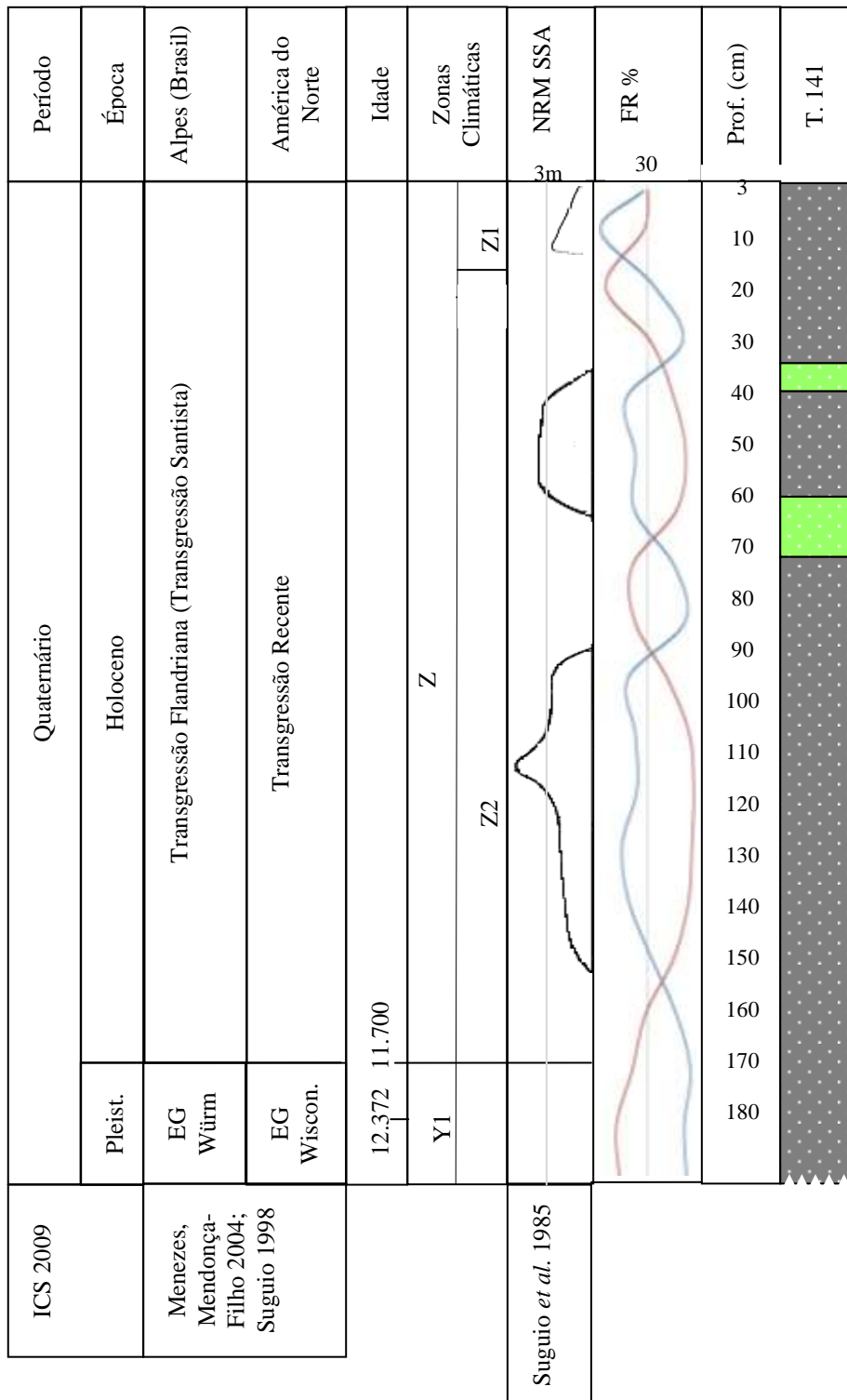


Figura 28 – Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 141 (T 141). NRM SSA: nível relativo do mar para setor norte de Salvador. Idade em anos Antes do Presente. FR %: Frequência Relativa, em vermelho *Globigerinoides ruber* e em azul *Globigerina bulloides*. Prof.: profundidade. EG: estágio glacial; Wiscon.: Wisconsiniano; Pleist.: Pleistoceno. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3.

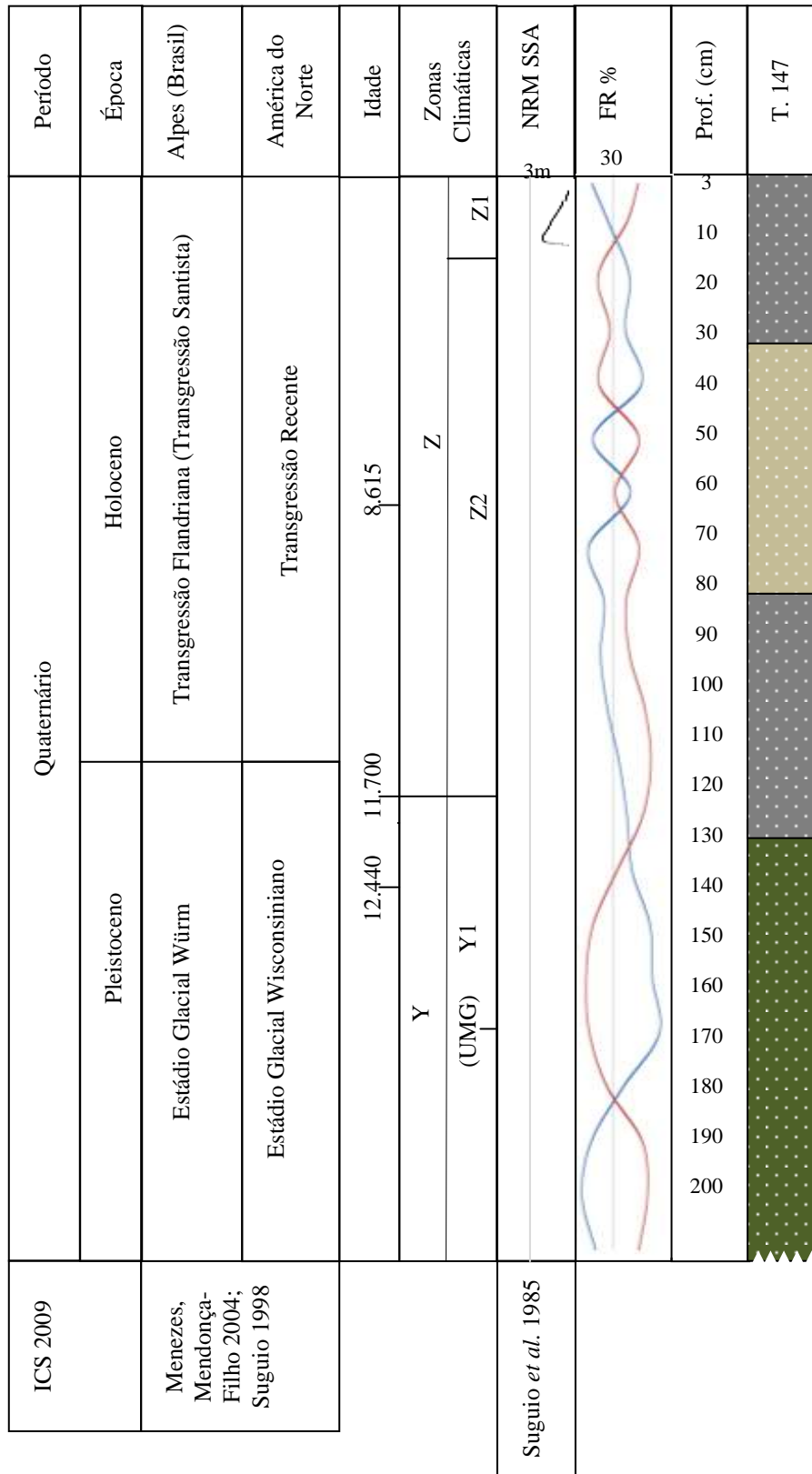


Figura 29 – Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 147 (T 147). NRM SSA: nível relativo do mar para setor norte de Salvador. Idade em anos Antes do Presente. FR %: Frequência Relativa, em vermelho *Globigerinoides ruber* e em azul *Globigerina bulloides*. Prof.: profundidade. UMG: Último Máximo Glacial. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3.

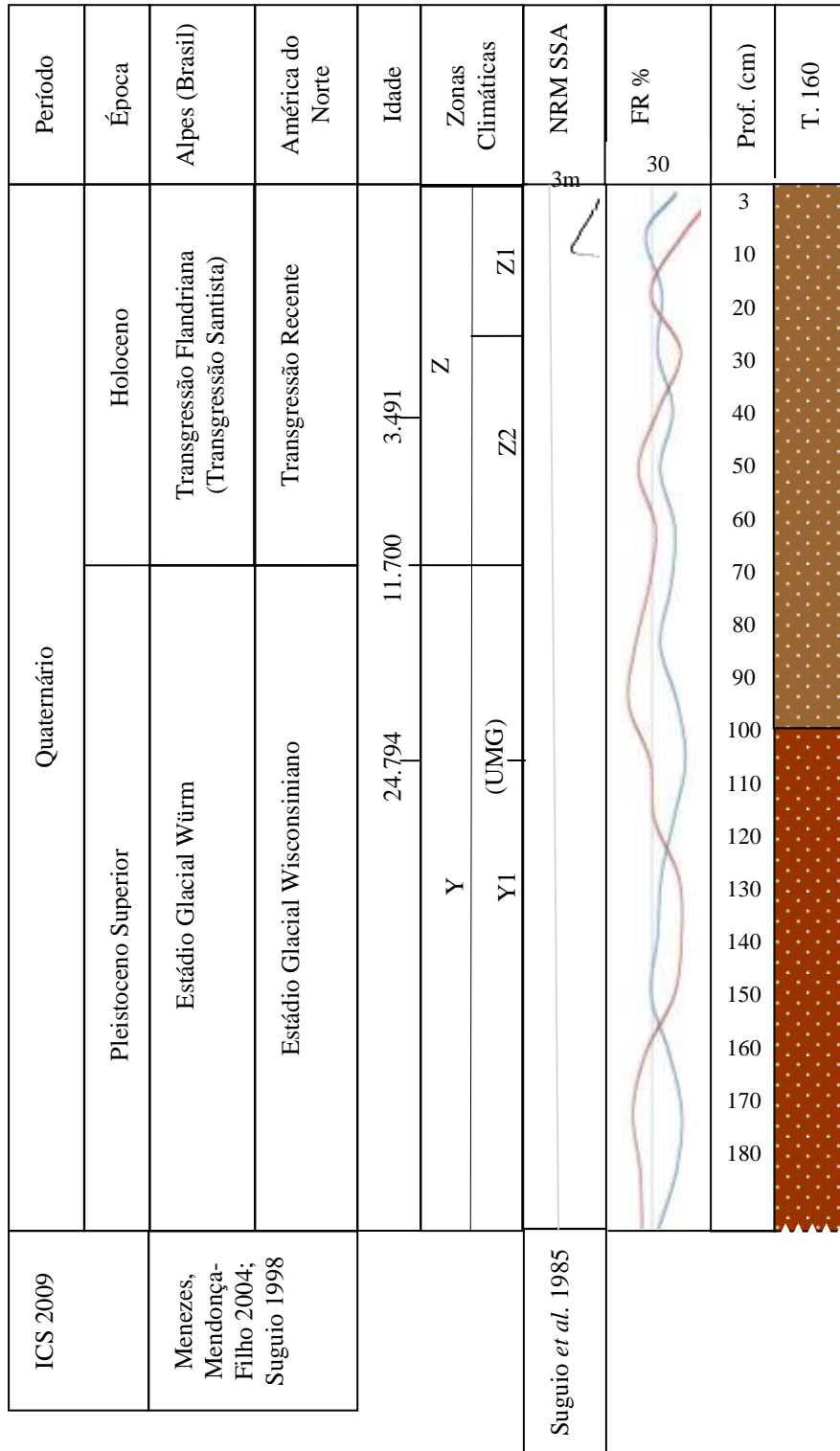


Figura 30 – Relações estratigráficas, paleoceanográficas e paleoclimáticas do testemunho 160 (T 160). NRM SSA: nível relativo do mar para setor norte de Salvador. Idade em anos Antes do Presente. FR %: Frequência Relativa, em vermelho *Globigerinoides ruber* e em azul *Globigerina bulloides*. Prof.: profundidade. UMG: Último Máximo Glacial. Legenda da cor do testemunho vide Tabela 3.

6.4 BIOESTRATIGRAFIA ANTERIOR

Araújo (2004), Araújo & Machado (2008a, 2008b, 2008c) analisaram a sedimentologia e a bioestratigrafia (Z/Y) através de foraminíferos planctônicos e bentônicos, realizada a cada 20 cm nos testemunhos 132, 141, 147 e 160. As autoras também apresentam a relação entre a Frequência Relativa da microfauna bioindicadora e as biozonas Z (interglacial) e Y (glacial), além de análise granulométrica e de composição do sedimento destes testemunhos.

No testemunho 132 o limite entre as Zonas Z (Holoceno) e Y (Pleistoceno) foi sugerido a 40 cm de profundidade e correlacionado com os demais testemunhos, posicionados de sul a norte na costa ao norte de Salvador, Bahia. Observa-se que o testemunho 132 não foi utilizado para análise da biota planctônica de foraminíferos em intervalos de 10 cm no presente trabalho, considerando que Araújo & Machado (2008b) descrevem que *Globigerinoides ruber* possui baixa frequência de ocorrência e não foi registrada sua presença em 40% dos intervalos amostrados. O sedimento do testemunho 132 foi utilizado para análise de difratometria e fluorescência das argilas.

6.4.1 TESTEMUNHO 141

Através da Frequência Relativa descrita para *Globigerina bulloides* e para *Globigerinoides ruber* no presente trabalho é possível correlacionar com a Frequência Absoluta entre estas espécies bioindicadoras de água fria e quente realizada por Araújo & Machado (2008b).

A amostragem de espécies exclusivamente planctônicas da presente pesquisa apresenta a Frequência Relativa com 70% dos resultados correlacionados com a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) que foi realizada em amostragem de espécies bentônicas e planctônicas. A correlação é registrada nos níveis: 0 cm (topo), 40 cm e de 80 a 140 cm de profundidade (Figura 31).

Ainda segundo Araújo & Machado (2008b), no testemunho 141 foi sugerido o limite entre Holoceno e Pleistoceno a 40 cm de profundidade no testemunho. Entretanto, após análise bioestratigráfica em intervalos de 10 cm e cronoestratigráfica (C^{14}) realizada no presente estudo, o limite do Holoceno/Pleistoceno foi estabelecido a 160 cm e as biozonas Z1/Z2 com limite descrito a 20 cm de profundidade (Figura 34).

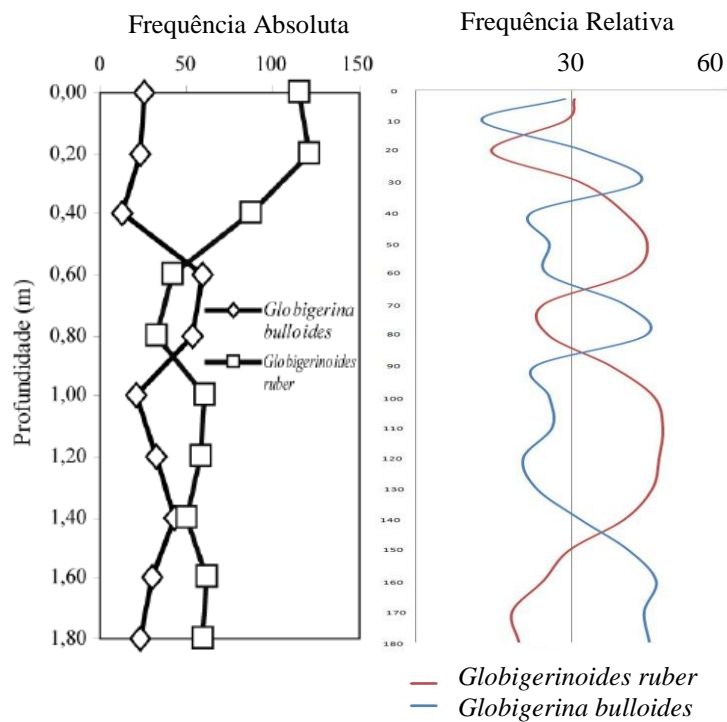


Figura 31 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos *Globigerina bulloides* (indicador de água fria) e *Globigerinoides ruber* (água quente) do testemunho 141.

6.4.2 TESTEMUNHO 147

A amostragem de espécies exclusivamente planctônicas da presente pesquisa apresenta a Frequência Relativa com 50% dos resultados correlacionados com a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) que foi realizada em amostragem de espécies bentônicas e planctônicas. A correlação é registrada nos níveis: 0 cm (topo), entre 80 cm a 120 cm e a 180 cm de profundidade (Figura 32).

O testemunho 147 sugere a 60 cm de profundidade o limite Holoceno/Pleistoceno para Araújo & Machado (2008b), entretanto, o presente trabalho refina este limite para 115 cm e a 15 cm de profundidade a transição Z1/Z2 (Figura 34).

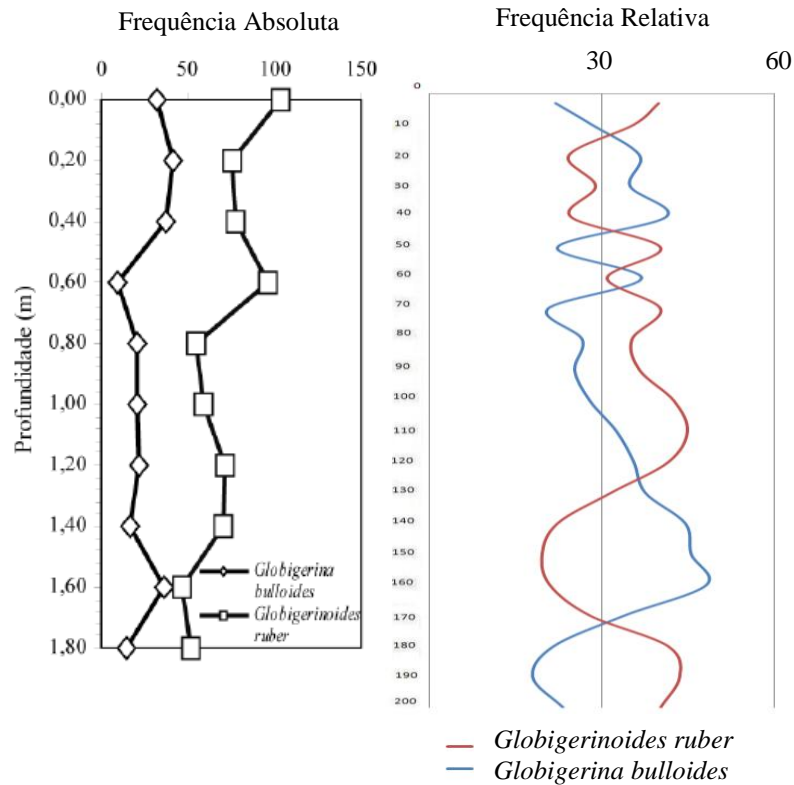


Figura 32 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos *Globigerina bulloides* (indicador de água fria) e *Globigerinoides ruber* (água quente) do testemunho 147.

6.4.3 TESTEMUNHO 160

A amostragem de espécies exclusivamente planctônicas da presente pesquisa apresenta a Frequência Relativa com 60% dos resultados correlacionados com a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) que foi realizada em amostragem de espécies bentônicas e planctônicas. A correlação é registrada nos níveis: 0 cm (topo), entre 60 a 120 cm e a 160 cm de profundidade (Figura 33).

De acordo com Araújo & Machado (2008b), o testemunho 160 sugere o limite entre Holoceno e Pleistoceno a 40 cm de profundidade. No entanto, a presente pesquisa refinou o limite entre estas épocas a uma profundidade de 65 cm (Figura 34).

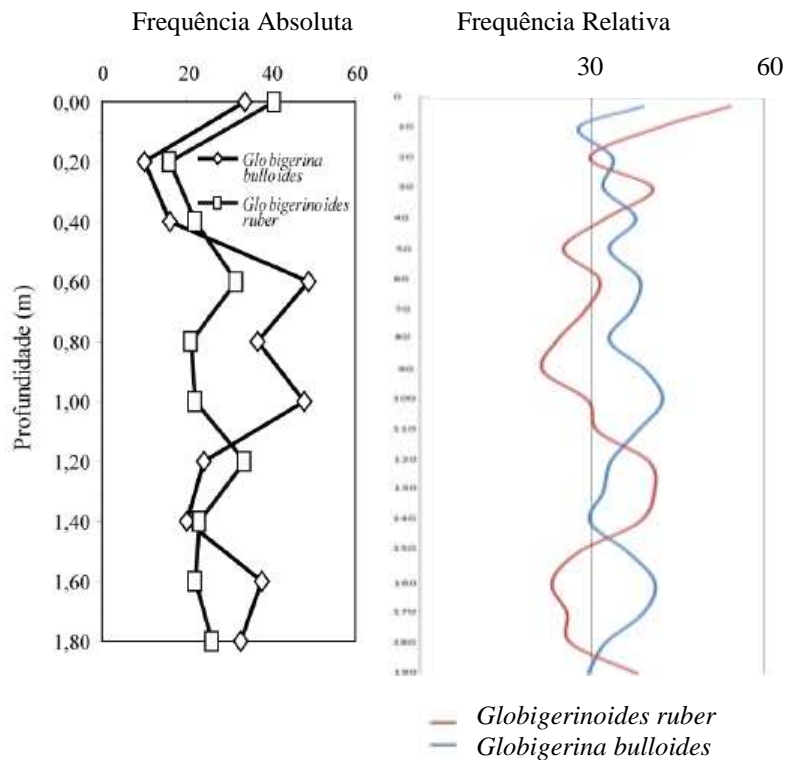


Figura 33 - Correlação entre a Frequência Absoluta de Araújo & Machado (2008b) e a Frequência Relativa descrita na presente pesquisa, para os foraminíferos planctônicos *Globigerina bulloides* (indicador de água fria) e *Globigerinoides ruber* (água quente) do testemunho 160.

Considerando que a análise de Araújo & Machado (2008b) foi realizada em quatro testemunhos (132, 141, 147 e 160), através de foraminíferos planctônicos e bentônicos em uma população de 10.544 espécimes e o intervalo de coleta de 20 cm, e que no presente trabalho foram analisados três testemunhos (141, 147 e 160) a partir da biota de foraminíferos planctônicos em intervalos de 10 cm, totalizando 17.700 testas, verifica-se o refinamento das variações bioestratigráficas, suportadas também pela cronoestratigrafia, gerando uma melhor resolução dos contatos entre as zonas e subzonas (Figuras 34 e 35), como previsto pelas autoras.

Relacionando a biocronoestratigrafia aqui descrita para os testemunhos 141, 147 e 160 com a análise bioestratigráfica de Araújo & Machado (2008b) ocorreu um significativo abaixamento do limite entre o Holoceno e o Pleistoceno Superior, onde se estima que o testemunho 132 também apresente o intervalo Z/Y em estrato mais profundo que o originalmente proposto.

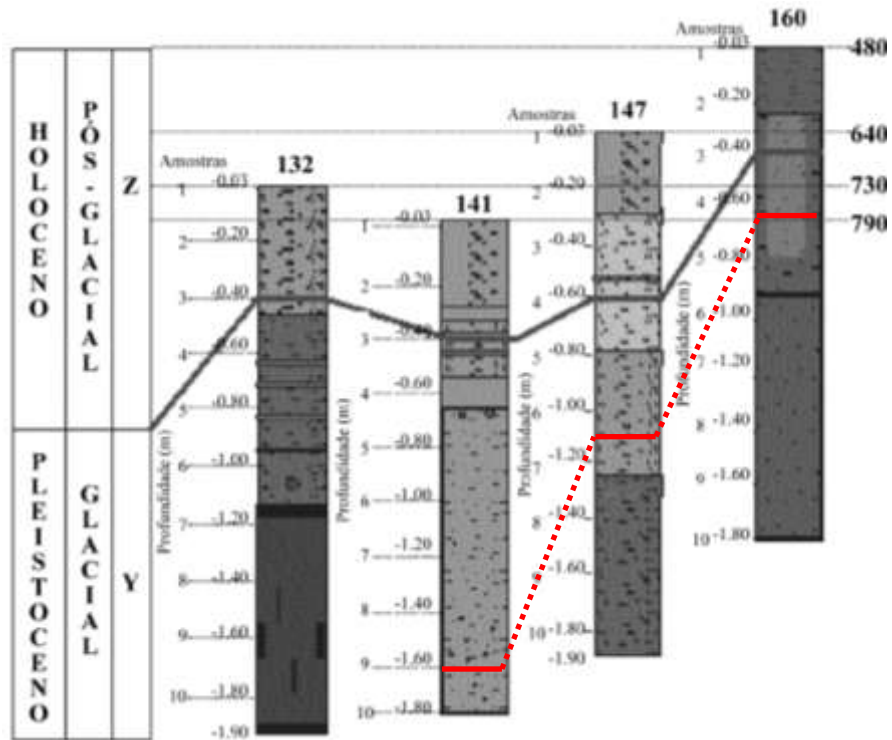


Figura 34 – Bioestratigrafia proposta por Araújo & Machado (2008b) e as linhas vermelhas definem o refinamento biocronoestratigráfico do limite Holoceno/Pleistoceno descrito no presente trabalho. Legenda da composição do sedimento dos testemunhos, vide Tabela 3.

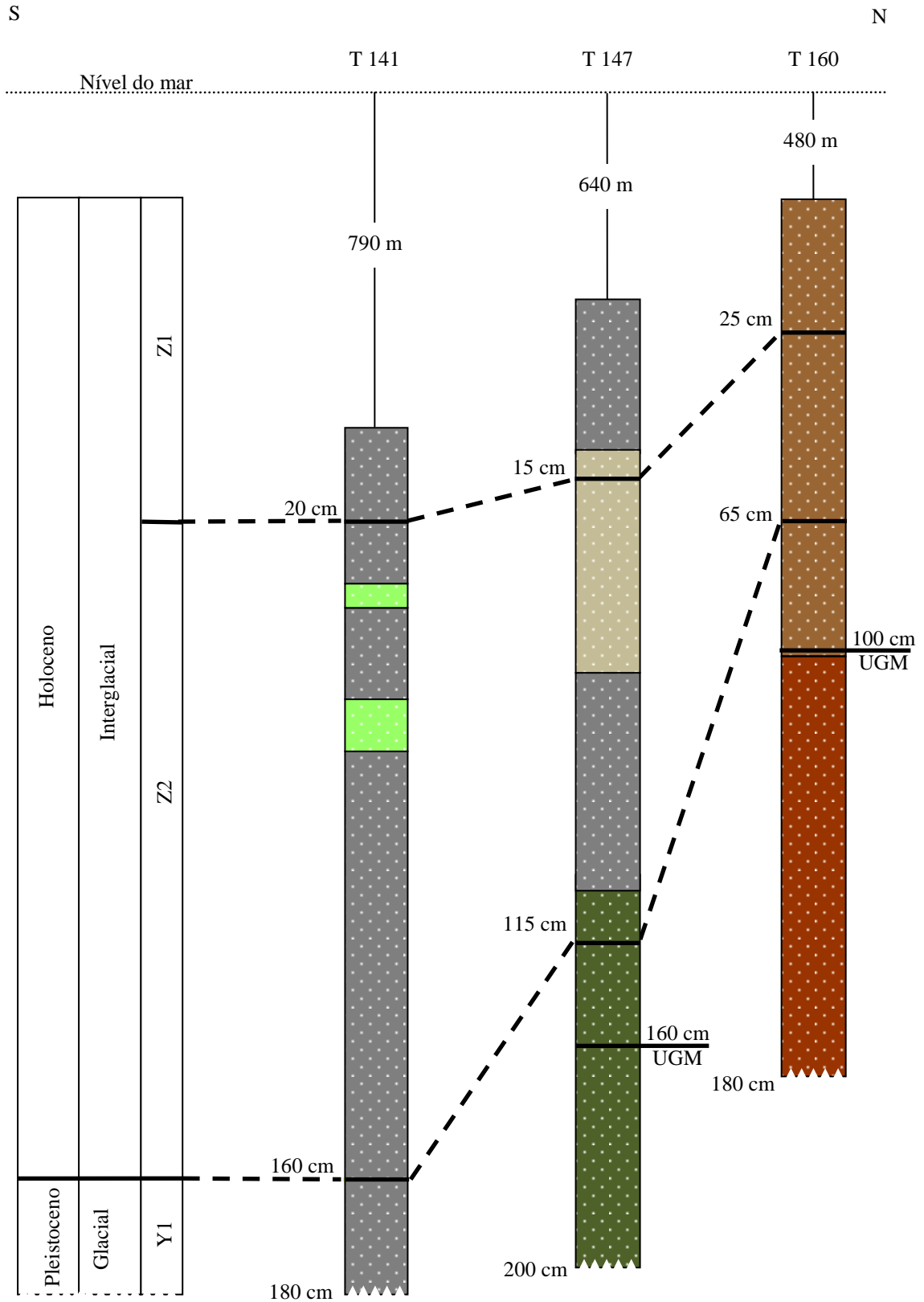


Figura 35 - Perfil SN com a correlação biocronoestratigráfica entre os testemunhos (T) em relação ao limite Holoceno/Pleistoceno e as biozonas Z1, Z2 e Y. Profundidade na coluna de água em metros e comprimento dos testemunhos em centímetros. UGM: Último Máximo Glacial. Legenda da cor dos testemunhos vide Tabela 3.

O refinamento biocronoestratigráfico apresenta o limite Holoceno/Pleistoceno em estratos mais profundos em relação à análise de Araújo & Machado (2008b) para os testemunhos 141, 147 e 160 (Figura 35), coerente com a maior espessura de sedimentos na região conforme o mapa de espessura de sedimentos depositados nas bacias oceânicas descrito por Divins (2003) e aqui parcialmente apresentado pela América do Sul, com ênfase para a área de estudo, onde a seta indica a área de localização dos testemunhos 132, 141, 147 e 160, e a cor amarela representa aproximadamente 5.000 metros de espessura (Figura 36).

Desta forma suporta a evidência de que o testemunho 132 apresente o limite entre as Zonas Z e Y (Holoceno/Pleistoceno) em estrato mais profundo que o sugerido *a priori* por Araújo & Machado (2008b).

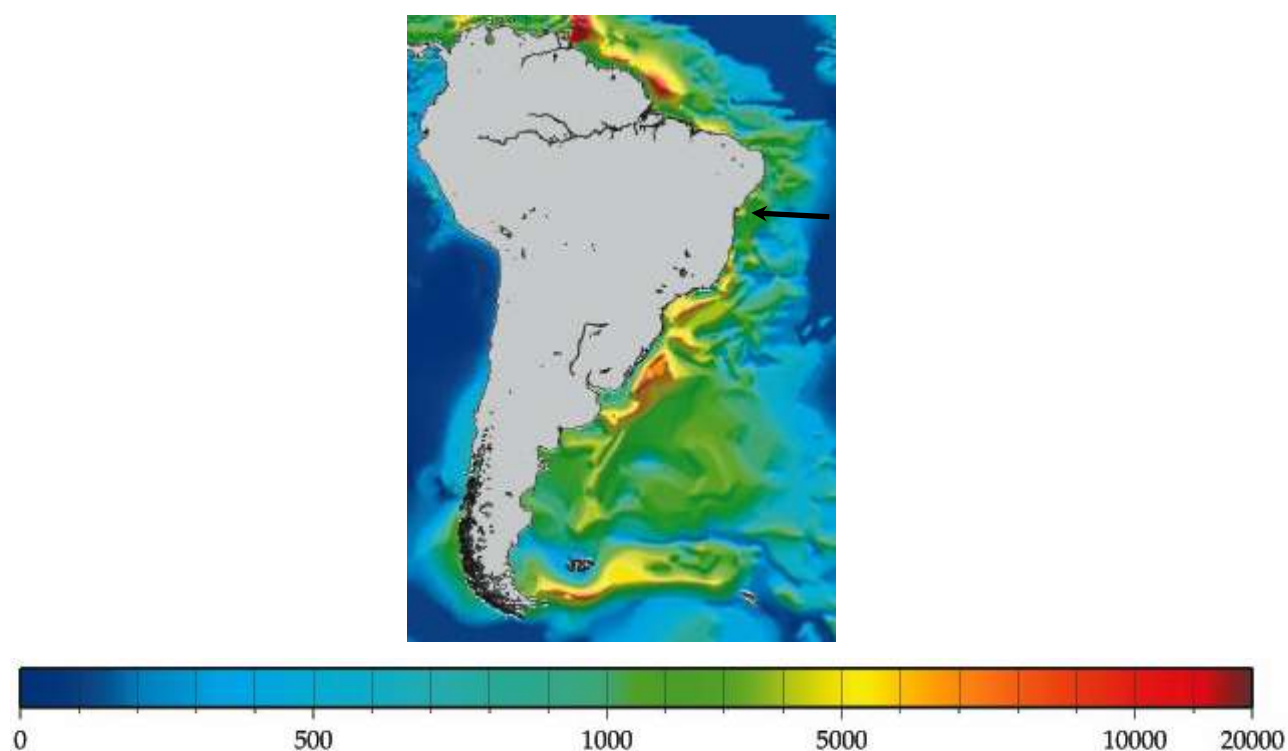


Figura 36 – Mapa e escala de cor da espessura (metros) de sedimentos oceânicos indicado pelo nível de cores (modificado de Divins 2003) e a seta indica a área de localização dos testemunhos: 132, 141, 147 e 160.

6.5 MINERAIS DE ARGILA

No testemunho 132 a caulinita e mica e/ou ilita coexistem nas profundidades: 10 a 43 cm, 90 a 93 cm, 90 a 93 cm, 120 a 183 cm.

Para o testemunho 141 a 60 e 80 cm de profundidade predomina caulinita sobre a mica e/ou ilita.

Os minerais caulinita e mica e/ou ilita são coexistentes a 10 cm, 40 e 73 cm, e entre 140 a 183 cm de profundidade no testemunho 147.

E, no testemunho 160 a mica e/ou ilita é provável presença entre 65 e 73 cm, ademais estes coexistem com caulinita nas profundidades: 10 a 23 cm, 40 cm, 50 a 63 cm e entre 100 e 173 cm.

A existência preferencial da caulinita e ilita, em relação à clorita e montmorilonita nos sedimentos coletados dos testemunhos, confirmando as concentrações dos minerais de argila, em sedimentos do fundo oceânico para a região norte da margem continental do Estado da Bahia (Griffin *et al.* 1968 *apud* Chester 2000). Considerando o comportamento bipolar da ilita, ou seja, não diagnóstica de uma região em particular (Fagel 2007), optou-se por desconsiderá-la no presente trabalho.

Griffin *et al.* (1968 *apud* Chester 2000), Chester (2000) e Fagel (2007) apontam que a caulinita, encontrada em sedimentos do fundo oceânico de regiões equatoriais, é característica de um intemperismo tropical-úmido e de áreas de deserto intensos, transportada através de cursos fluviais e circulação atmosférica de regiões de massas de terra em regime árido ou semi-árido.

Considerando que a costa baiana atualmente tem um clima tropical chuvoso de floresta do tipo Af, quente e úmido, sem estação de seca (Koppen (1948 *apud* Martin *et al.* 1980), a caulinita encontrada pode ser proveniente desta região ou de áreas interioranas a oeste da costa, onde prevalece o clima semi-árido, sendo transportada até o oceano pelos rios ou por ação dos ventos.

Nas regiões áridas do norte (deserto do Saara) e sudoeste (deserto da Namíbia) da África, o vento é o principal agente transportador de sedimentos para o oceano (Prospero 1981 *apud* Fagel 2007) e que a caulinita é característica também de áreas de deserto intenso, então, não se pode descartar a possível contribuição deste mineral proveniente destas regiões desérticas da África.

Além do controle dos ventos sobre o padrão de dispersão dos sedimentos, a circulação oceânica superficial e as correntes oceânicas de profundidades também contribuem para a dispersão dos sedimentos provenientes da margem continental africana, que por sua vez, tem sua parcela de contribuição exercida pelos ventos continentais até o oceano Atlântico.

Entretanto, a corrente superficial Sul Equatorial (CSE) e a Sub-corrente Norte do Brasil (SNB) que atua até 1.000 m de profundidade, provém da margem continental sudoeste da África, e bifurcam na margem continental baiana em frente a região de Salvador, ao norte na Corrente Norte do Brasil e ao sul da capital na Corrente do Brasil (Stramma & England 1999, Peterson & Stramma 1991).

Observando que ao norte do continente africano encontra-se o deserto do Saara e na porção sudoeste o deserto da Namíbia e, relacionando com o padrão de circulação oceânica e transporte eólico, a contribuição da caulinita aqui descrita, típica de clima tropical úmido e de regiões de desertos intensos, pode ter influência destes ambientes desérticos, onde os sedimentos podem ser transportados pelos ventos até o Atlântico e então pela CSE preferencialmente.

A bifurcação das correntes oceânicas (CSE e SNB) que chegam à margem continental em frente à capital baiana (Stramma & England 1999, Peterson & Stramma 1991) sugere deposição de sedimentos no início da costa norte de Salvador (CNB), perdendo intensidade à medida que avança ao extremo norte da Bahia, corroborando com Divins (2003) e além de contribuir com o aumento gradativo de sedimento depositado na direção de norte ao sul da costa baiana, suportando a proposta de que o testemunho 132 apresente o limite entre as Zonas Z e Y (Holoceno/Pleistoceno) mais profundo que o proposto originalmente por Araújo & Machado (2008b).

6.6 TALUDE CONTINENTAL NORTE DA BAHIA

Litologicamente, a região do talude que se encontra ao longo do setor norte da costa baiana, entre as profundidades de 790 m a 480 m, é caracterizada pela sequência deposicional N60, descrita por Graddi *et al.* (2007), que finaliza a deposição sedimentar da Bacia do Jacuípe com esta sequência, composta por sedimentos clásticos argilosos do Pleistoceno e Holoceno, verificado pela biocronoestratigrafia dos testemunhos 141, 147 e 160.

Para o transporte de sedimento da plataforma para o talude continental, Araújo & Machado (2008a) sugerem subsolifluxão (escorregamento) como provável agente transportador. Os trabalhos de Kuhn & Weber (1993 *apud* Fagel 2007) e Biscaye (1965) relatam que devido à ação de correntes turbidíticas e fluxos de correntes termohalinas e, com o aumento da distância da área fonte, o transporte de grãos de argila por correntes marinhas profundas é o principal modo de dispersão de sedimentos, que se depositados sobre o assoalho oceânico ainda podem ser ressuspensos devido à ação de correntes do fundo do oceano.

Localizado no talude na região em frente da foz do rio Pojuca, o testemunho 147 não apresenta relação significativa com os dois últimos eventos transgressivos, entre 2.800 a 7.100 anos, descritos por Suguio *et al.* (1985), assim como o testemunho 160 localizado no talude em frente à praia de Baixios. Estes testemunhos apresentam um longo registro temporal em relação ao testemunho 141.

O testemunho 141 apresenta um registro consideravelmente curto de tempo, propiciando a sedimentação relativamente contínua, o que implica em pouco ou nenhum evento de remobilização do

sedimento através da ação de movimento de massas gravitacionais ou pela ação de correntes marinhas profundas, sugerindo um talude relativamente estável na região em frente à praia de Guarajuba, a 790 m de profundidade na coluna de água.

Entretanto nos testemunhos 147 e 160, a descontinuidade do registro sedimentar é bem definida através de critérios biocronoestratigráficos, sugerindo hiatus deposicionais que são potencialmente gerados por eventos de erosão ou não deposição, indicando principalmente que na época de deposição em determinados intervalos de tempo, naquela região do talude atuava significativos eventos de deslocamento por gravidade ou ainda, a ação de correntes oceânicas profundas, que geram o transporte e/ou a retransporte de sedimentos.

Considerando ainda que a circulação oceânica e os fenômenos de ressurgência são predominantemente ativas em climas glaciais (Haq 1993 *apud* Azevedo *et al.* 1997), pode favorecer a erosão ou não deposição na região do talude, ocorrendo uma tendência do registro sedimentar ser melhor representado por intervalos temporais de períodos interglaciais, como no testemunho 141.

6.7 ESTÁGIO ISOTÓPICO DE OXIGÊNIO

Também conhecido como Estágio Marinho Isotópico no contexto paleoclimático global, segundo Duleba *et al.* (2003), Cantolla (2003) e Berger (2008), o Estágio Isotópico de Oxigênio (EIO) 1 corresponde à Zona Z (Holoceno) e o EIO 2, 3 e 4 correspondem à Zona Y até aproximadamente 75.000 anos. EIO 2 inicia a partir de 11.700 anos (Holoceno/Pleistoceno) até 28.000 anos aproximadamente, quando inicia o EIO 3 que registra idade máxima por volta de 57.000 anos (Figura 37).

Desta forma, o testemunho 141 está inserido no EIO 1 até aproximadamente 160cm, quando então inicia o EIO 2 provavelmente até a base a 180 cm (Tabela 29).

O testemunho 147 registra EIO 1 até 115 cm e após o início do EIO 2 (Pleistoceno Superior), sendo que o Último Máximo Glacial (UMG) global é potencialmente registrado a 160 cm de profundidade (Tabela 29).

O testemunho 160 também apresenta EIO 1 (Holoceno) até 65 cm e a partir de então o EIO 2, sendo que o UMG é potencialmente caracterizado a 100 cm de profundidade (Tabela 29). Estima-se que o testemunho 160 contemple também o início do terceiro Estágio Isotópico de Oxigênio, que segundo Duleba *et al.* (2003), Cantolla (2003) e Berger (2008) é definido a partir de 28.000 anos aproximadamente.

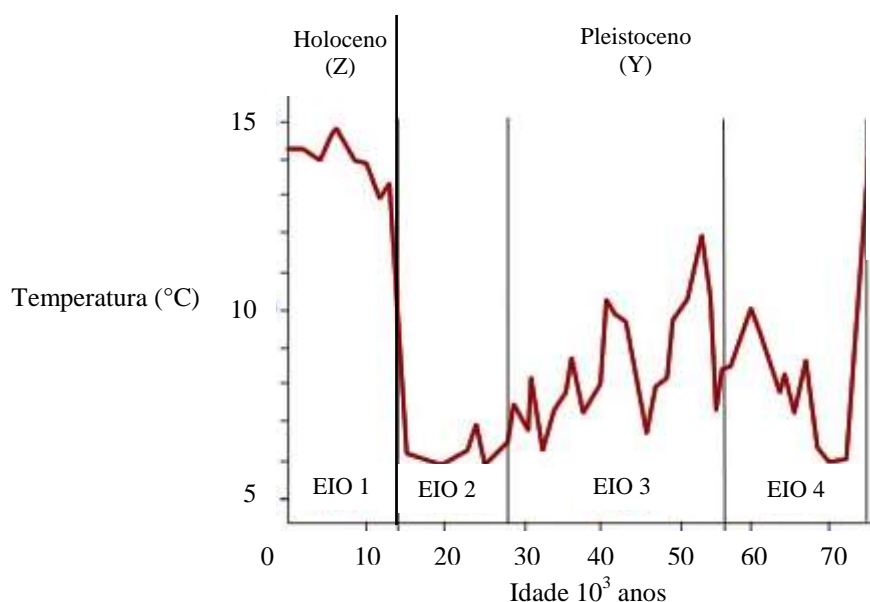


Figura 37 - Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) e a correlação entre a temperatura e os períodos geológicos (modificado de Cantolla 2003).

Tabela 29 – Relação entre os Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) para cada testemunho e os principais eventos climáticos (idades aproximadas).

| Testemunho | EIO | Profundidade | Eventos climáticos |
|------------|-----|--------------|---|
| 141 | 1 | 0 – 160 cm | Entre 0 a 140 cm: 3 transgressões (anteriores há 7.100 anos). |
| | 2 | > 160 cm | Ápice de <i>Globigerina bulloides</i> (água fria) a 160 cm. |
| 147 | 1 | 0 - 115 cm | Entre 0 a 10 cm: 1 transgressão (anterior 2.700 anos). |
| | 2 | > 115 cm | UMG: 160 cm |
| 160 | 1 | 0 – 65 cm | Entre 0 a 10 cm: 1 transgressão (anterior há 2.700). |
| | 2 | > 65 cm | UMG: 100 cm há 25.000 anos |

Conforme verificado em Toledo *et al.* (2007a) que analisaram o testemunho CMU-14 coletado no talude ao sul de Salvador (Bahia), a 965 m de profundidade na coluna de água, a $\delta^{18}\text{O}$ realizada através de *Globigerinoides ruber* apresenta valores entre -1,8‰ a -0,6‰ para o EIO 1 (Holoceno) e entre -0,8‰ a -0,2‰ para o EIO 2 até 28.000 anos aproximadamente, inserido no Pleistoceno Superior.

A temperatura superficial do oceano também foi apresentada a partir do testemunho CMU-14 e Toledo *et al.* (2007a) estimam que nos últimos 30.000 anos a temperatura tenha variado entre 27° a 28°C na região sul da Bahia.

Segundo Toledo *et al.*(2007a), as reconstruções globais de paleotemperatura sugerem que parte do sinal isotópico de oxigênio está relacionado às mudanças na composição isotópica dos oceanos, e conseqüentemente, na salinidade. Estes autores também confirmam que a salinidade superficial do oceano possui relação diretamente proporcional com o aumento de $\delta^{18}\text{O}$. Para o testemunho CMU-14, os valores da salinidade superficial do oceano variam entre 37 e 39 ups durante o EIO 1 (Holoceno) e entre 38,5 a 40 ups ao longo do EIO 2. Especialmente entre 21.000 e 27.000 anos ocorrem os maiores valores de salinidade superficial do oceano entre 39,5 a 40 ups.

Portanto, estima-se que a $\delta^{18}\text{O}$, a temperatura e salinidade superficiais do oceano para os testemunhos coletados ao norte de Salvador (132, 141, 147 e 160), aplicando-se o mesmo método, apresentem valores próximos aos revelados pelo testemunho CMU-14 coletado no talude na região próxima a Ilhéus e descrito por Toledo *et al.* (2007a).

Tabela 30 – Estimativa sobre a razão isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$); salinidade (SSO) e temperatura superficial do oceano (TSO), relacionando os estágios isotópicos de oxigênio (EIO) aos testemunhos, segundo Toledo *et al.* (2007a).

| EIO | $\delta^{18}\text{O}$ (‰) | SSO (ups) | TSO (°C) | Testemunhos |
|--------------|---|------------------|-----------------|---------------------|
| EIO 1 | -1,8 a -0,6 | 37 a 39 | 27 a 28 | 132, 141, 147 e 160 |
| EIO 2 | -0,8 a -0,2 | 38,5 a 40 | | 141, 147 e 160 |

7. CONCLUSÕES

A análise biocronoestratigráfica, utilizando espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadores encontrados nos testemunhos provenientes do talude, situado na margem continental norte da Bahia, aliado aos indicadores geológicos e as implicações paleoceanográficas e paleoambientais, permitem concluir:

Considerando os testemunhos 141, 147 e 160, os gêneros mais abundantes são *Globorotalia*, *Globigerinoides* e *Globigerina* e somando 17.079 testas, de uma população de 17.700.

No testemunho 141 as espécies constantes e principais são: *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus* e *G. elongatus*. Entre os testemunhos aqui estudados, apresenta o mais longo registro de sedimentação que corresponde ao Holoceno, 160 cm. A subzona Z1 é registrada até 10 cm, Z2 até 160 cm de profundidade finalizando o Holoceno e, partir de 160 cm inicia-se o Pleistoceno Superior com a subzona Y1 que pode se estender além da base de 180 cm de profundidade. A datação C^{14} revela idade de 12.372 anos a 170 cm de profundidade. A taxa média de sedimentação (TMS) é de 13,74 cm/1.000 anos, entre o topo até 170 cm no testemunho 141, confirmando o clima predominantemente quente durante o Holoceno. É o único testemunho que registra através da Frequência Relativa de foraminíferos bioindicadores o reflexo paleoceanográfico dos três ciclos transgressivos até 7.100 anos com registros de até 2,5 m, 3,5 m e 4,8 m aproximadamente acima do nível atual do mar, já descritos para a região ao norte de Salvador. A $\delta^{13}C$ no testemunho 141 (+0,2‰ a 170 cm) indica um clima relativamente frio, confirmado pelo predomínio de *Globigerinoides bulloides*.

No testemunho 147 as espécies constantes e principais são: *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *G. elongatus* e *Globorotalia truncatulinoides*. O limite Z/Y localiza-se a 115 cm de profundidade. A subzona Z1 estende-se até 15 cm e a partir daí Z2 até 115 cm de profundidade, quando se inicia a subzona Y1 até a base com 200 cm. A datação C^{14} apresenta 8.615 anos a 60 cm e 12.440 anos a 120 cm. Para o testemunho 147 a TMS é de 15,68 cm/1.000 anos entre 60 e 120 cm. O declínio de *Globigerinoides ruber* e o aumento de *Globigerinoides bulloides* evidenciam gradativa mudança de clima relativamente quente no Holoceno Inferior, para frio no Pleistoceno Superior. Este testemunho apresenta somente características da primeira transgressão que ocorreu nos últimos 2.700 anos e aqui registrado até 10 cm. A 60 cm a $\delta^{13}C$ é +0,4‰ e representa um clima comparativamente mais frio, confirmado pelo predomínio de *Globigerinoides bulloides*. A 120 cm a $\delta^{13}C$ é -0,4‰, caracterizando um clima relativamente quente, confirmado pelo predomínio de *Globigerinoides ruber*.

No testemunho 160 as espécies constantes e principais são: *Globigerina bulloides*, *G. dutertrei*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus* e *Globorotalia truncatulinoides*. Entre os testemunhos aqui estudados,

este apresenta 65 cm de sedimentação holocênica, o menor registro deposicional para este período. A subzona Z1 é analisada até 25 cm, quando inicia Z2 que se estende até 65 cm, onde começa a subzona Y1 que pode não se estender até a base com 180 cm de profundidade. A datação C^{14} apresenta as maiores amplitudes de idade, 24.794 anos a 100 cm e 3.491 anos a 40 cm, e estima-se que a idade na base a 180 cm seja superior a 40.000 anos. Entre 40 e 100 cm a TMS é de 2,81 cm/1.000 anos, típica de clima relativamente frio, confirmando a predominância de *Globigerina bulloides* para o intervalo Holoceno Inferior/Pleistoceno Superior. Este testemunho apresenta somente características da primeira transgressão que ocorreu nos últimos 2.700 anos e aqui registrado até 10 cm. Apresenta os maiores valores de $\delta^{13}C$ calculados em -1,8‰ a 40 cm e -1,0‰ a 100 cm de profundidade que confirma o predomínio de *Globigerinoides bulloides* neste intervalo.

A relativa continuidade deposicional ao longo do testemunho 141 sugere pouca ou nenhuma instabilidade gerada no talude na época da deposição dos sedimentos. Os testemunhos 147 e 160 podem caracterizar hiatos deposicionais devido à descontinuidade no registro sedimentar, o que pode ter sido gerado pela instabilidade no talude e/ou correntes oceânicas que atuam em profundidade, potencialmente durante os períodos de clima relativamente frio. A relativa descontinuidade de deposição dos sedimentos nos testemunhos 147 e 160 pode ser explicada pela perda de intensidade da Corrente Norte do Brasil, desde a região em frente a Salvador até o norte brasileiro.

O Último Máximo Glacial (UMG) do testemunho 147 pode estar caracterizado a 160 cm quando a Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* é máxima (48,33%). No testemunho 160 esta espécie possui 42,33% a 100 cm de profundidade, exatamente onde a idade foi estabelecida através de critérios cronoestratigráficos com 24.794 anos. Estima-se que o UMG na costa da Bahia ocorreu no período entre 20.000 a 25.000.

Os ciclos *Dansgaard-Oeschger*, relacionados a acentuadas oscilações climáticas de elevada frequência e duração relativamente curta, podem ser registrados no testemunho 147 entre 160 a 190 cm de profundidade, sustentado pela Frequência Relativa de *Globigerina bulloides* que diminuiu de 48,33% para 18% em 30 cm de intervalo. O evento *Younger Dryas*, caracterizado por brusco resfriamento na América do Norte, pode ter relação com o testemunho 147 entre 130 a 160 cm, dado o aumento de *Globigerina bulloides* de 37,66% para 48,33%.

Os testemunhos 132, 141, 147 e 160 possuem: quartzo, caulinita, gipsita, feldspato, mica/ilita, calcita, halita e aragonita. A caulinita esta presente nestes testemunhos em profundidades variáveis, e define áreas fonte com clima tropical úmido – semelhante ao recente para Salvador. Também indica áreas de deserto intenso inexistentes atualmente no Brasil e desconhecido para o Pleistoceno Superior nesta área de estudo. Portanto, conclui-se que as regiões do semi-árido da Bahia e as regiões desérticas do continente

africano também contribuíram para a dispersão de argilas, favorecido pela ação dos ventos e pelas correntes oceânicas.

Considerando que os Estágios Isotópicos de Oxigênio (EIO) para os períodos Holoceno e Pleistoceno Superior, apresentam respectivamente valores entre $-1,8\text{‰}$ a $-0,6\text{‰}$ (EIO 1) e $-0,8\text{‰}$ a $-0,2\text{‰}$ (EIO 2), estima-se que o testemunho 141 registre entre 0 e 160 cm o EIO 1 e após 160 cm o EIO 2. No testemunho 147 entre 0 e 115 cm sugere-se o EIO 1 e o EIO 2 após 115 cm de profundidade. No testemunho 160, o EIO 1 é atribuído entre 0 a 65 cm, quando se inicia o EIO 2.

8. RECOMENDAÇÕES

De forma a adicionar e refinar os conhecimentos a respeito da área do presente estudo recomenda-se:

- Analisar a razão isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) nas testas dos foraminíferos planctônicos em profundidades concomitantes as datações, para caracterização da paleosalinidade e paleotemperatura em relação ao tempo;

- Datação ^{14}C ao longo do testemunho 132 e principalmente na base dos testemunhos para definir o intervalo temporal máximo e nos intervalos das profundidades que limitam as biozonas descritas para refinamento;

- Aplicação de ferramentas da geofísica para analisar a estratigrafia de seqüências da região, espessura dos sedimentos e configuração do relevo oceânico, além de subsidiar a pesquisa de recursos minerais;

- Análise digital do terreno para a localização tridimensional dos testemunhos no talude continental e, principalmente, para verificar a transgressão marinha e a retrogradação da linha de costa, analisar a exposição da plataforma continental e a influência do aporte terrígeno de origem fluvial;

- Mapa de ocorrência das espécies de foraminíferos na margem continental a Bahia, baseado no levantamento bibliográfico;

- Fotografias em nanoescala dos foraminíferos abordando novas perspectivas de estudo, inclusive sobre biomineralização.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER A.N., TUNDISI J.G., FORNERIS L., MARINO M.C., ROCHA O., TUNDISI T., SCHAEFFER-NOVELLI Y., VOUNO Y.S. & WATANABE S. 1997. Glossário de Ecologia. 2ª Edição. ACIESP, São Paulo. 352p.

ANDRADE E.J. 1997. *Distribuição dos Foraminíferos Recentes na Transição Carbonatos/ Siliciclásticos na Região de Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 111p.

ANGULO R.J., LESSA G.C. & SOUZA M.C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, **25**: 486–506.

ARENILLAS I., ARZ J.A. & MOLINA E. 2004. A new high-resolution planktic foraminiferal zonation and subzonation for the lower Danian. *Lethaia*, **37**: 79–95.

ARAÚJO H.A.B. 2009. *Assembléias de foraminíferos indicadoras de mudanças ambientais no Complexo Recifal de Abrolhos, Bahia*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 236p.

ARAÚJO T.M.F. 2004. *Estudo de microfauna de foraminíferos do sedimento da superfície e da subsuperfície da plataforma e do talude continentais da região norte do Estado da Bahia (Salvador a Barra do Itariri)*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 525p.

ARAÚJO T.M.F. & MACHADO A.J. 2008a. Foraminíferos da Subsuperfície do Talude Continental do Norte da Bahia, Brasil. *Revista de Geologia*, **21**(1): 49-77.

ARAÚJO T.M.F. & MACHADO A.J. 2008b. Eventos Bioestratigráficos, Paleoclimáticos e Paleobatimétricos do Talude Continental Superior da Bahia, evidenciados através do Estudo da Fauna de Foraminíferos. *Gravel*, **6**(1): 27-45.

ARAÚJO T.M.F. & MACHADO A.J. 2008c. Análise Sedimentar e Micropaleontológica (Foraminíferos) de Seções Quaternárias do Talude Continental Superior do Norte da Bahia, Brasil. *Revista Pesquisa em Geociências*, **35**(2): 97-113.

ARZ H.W., PÄTZOLD J.A & WEFER G. 1998. Correlated millennial-scale changes in surface hydrography and terrigenous sediment yield inferred from last-glacial marine deposits off Northeastern Brazil. *Quaternary Research*, **50**: 157–166.

ARZ H.W., PÄTZOLD J. & WEFER G. 1999. The deglacial history on the western tropical Atlantic as inferred from high resolution stable isotope records off northeastern Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*, **167**: 105-117.

AZEVEDO R.L.M., RODRIGUES R. & TAKAKI T. 1997. Aplicação dos dados isotópicos de carbono e oxigênio, de rocha-total, em estudos paleoambientais. *Boletim de Geociências PETROBRÁS*, **11**(1/2): 19-32.

BAOHUA L., ZHIMIN J. & PIPXIAN W. 1997. *Pulleniatina obliquolocolata* as a paleoceanographic indicator in the Southern Okinawa Trough during the last 20.000 years. *Marine Geology*, **32**: 59-69.

BARKER R.W. 1960. *Taxonomic notes*. Oklahoma, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. 238p.

BÉ A.W.H. & TOLDERLUND D.S. 1971. Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In: FUNNEL B.M. & RIEDEL W.R. (ed.) *The Micropaleontology of Oceans*, 105-149.

BERGER W.H. 2008. Sea level in the Quaternary: patterns of variation and implications. *International Journal of Earth Sciences (Geol. Rundsch)*, **97**: 1143-1150.

BERGUE C.T. & COIMBRA J.C. 2008. Abordagens faunísticas e geoquímicas em microfósseis calcários e suas aplicações à paleoceanografia e paleoclimatologia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, **3**(2): 115-126.

BERMÚDEZ P.J. 1961. Contribución al estudio de las Globigerinidea de la region Caribe-Antillana (Paleoceno-Reciente). *Boletín de Geología, Venezuela, Publicación Especial*, **3**: 1119-1393.

BISCAYE P.E. 1965. Mineralogy and Sedimentation of Recent Deep-Sea Clay in the Atlantic Ocean and Adjacent Seas and Oceans. *Geological Society of America Bulletin*, **76**: 803-832.

BITTENCOURT A.C.S.P. 1996. As coberturas terciárias e quaternárias do interior e da zona costeira. *In: BARBOSA J.S.F. & DOMINGUEZ J.M.L. (coord.). Geologia da Bahia. Texto Explicativo. Convênio Governo da Bahia/SICM/SGM/UFBA-IGEO-PPPG/FAPEX. 163-182.*

BOCK W.D. 1971. A Handbook of the Benthonic Foraminifera of Florida Bay and Adjacent Waters. University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. *In: A Symposium of Recent South Florida Foraminifera. Memoir 1: Miami Geological Society, 72 p.*

BOLLI H.M., SAUNDERS J.B. & PERCH-NIELSEN K. (Eds.) 1989. Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press. 608p.

BOLTOVSKOY E. 1954a. Foraminíferos de la Bahía San Blas (provincia de Buenos Aires). *Revista Del Instituto Nacional de Investigacion de las Ciências Naturales y Museo Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia*, **3** (4): 247-300.

BOLTOVSKOY E. 1954b. Foraminíferos Del Golfo San Jorge. *Revista Del Instituto Nacional de Investigacion de las Ciências Naturales y Museo Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia*, **3** (3): 79-246.

BOLTOVSKOY E. 1959. *Foraminifera as biological indicator in the study of ocean currents.* Departamento de oceanografía Servicio de Hidrografía Naval Buenos Aires, Argentina. *Micropaleontology*, **5** (4): 473-481.

BOLTOVSKOY E. 1962. Planctonic foraminifera as indicators of different water masses in the South Atlantic. *Micropaleontology*, **8** (3): 403-408.

BOLTOVSKOY E. 1969. Tanatocenosis de Foraminiferos Plantonicos en el Estrecho de Mozambique. *Revista Española de Micropaleontología*, **1**: 117-129.

BOLTOVSKOY E. 1973. Estudio de testigos submarinos del Atlantico Sudoccidental. *Revista del Museu Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia*, **7** (4): 215-340.

BOLTOVSKOY D. 1981. *Atlas del Zooplancton del Atlântico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino.* INIDEP, Mar del Plata, Argentina, PP. I-XXX + 1-938.

BOLTOVSKOY E., MADEIRA-FALCETTA M. & THIESEN Z.V. 1982 Foraminiferos del testigo 22 (Talude Brasil Meridional). *Asociación Paleontológica Argentina*, **19** (1-2): 179-208.

BOLTOVSKOY E. & LENA A. 1966. Foraminíferos recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia y Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*, **1** (8): 269-367.

BRADSHAW J.S. 1959. Ecology of living planktonic Foraminifera in the North and Equatorial Pacific Ocean. *Contributions From The Cushman Foundation For Foraminiferal Research*, **10**: 25-64.

CANTOLLA A.U. 2003. *Historia Del Clima de La Tierra*. Servicio Central de Publicaciones Del Gobierno Vasco. 306p.

CARVALHO M.G.P. 1980. Análise dos Testemunhos da Plataforma Continental Sul do Brasil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, **53** (2): 379-402.

CARVALHO J.C. & FRANCISCONI O. 1981. Análise dos depocentros, e suas associações com a geomorfologia e a estrutura da margem continental Brasileira. Petrobras/DNPM/CPRM/DHN/CNPq, *Série Projeto REMAC N°9*: 173-186.

CHAMLEY H. 1974. Place des argiles marines parmi divers indicateurs paléoclimatiques. In: Les méthodes quantitatives d'étude des variations du climat au cours du Pléistocène. *Colloques Internationaux du C.N.R.S.* **219**: 25-37.

CHAISSON W.P. & LECKIE R.M. 1993. High-resolution planktonic foraminifer biostratigraphy of Site 806, Ontong Java Plateau (Western Equatorial Pacific). In: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **130**: 137-178.

CHEN T., WANG H.J., ZHANG Z.Q. & WANG H. 2005. An approach to paleoclimate reconstruction by clay minerals. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, **41** (2): 309-316.

CHESTER R. 2000. *Marine Geochemistry*. Blackwell Science Ltd e Chapman , Hall, 2° ed. 506p.

CHIESSI C.M., ULRICH S., MULITZA S., PÄTZOLD J. & WEFER G. 2007. Signature of the Brazil-Malvinas Confluence (Argentine Basin) in the isotopic composition of planktonic foraminifera from surface sediments. *Marine Micropaleontology*, **64**: 52-66.

- CIFELLI R. 1965. Planctonic foraminifera from the western north Atlantic. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, U.S. National Museum Smithsonian Institution, **148** (4): 1-36.
- CLOSS D. & BARBERENA M.C. 1960. Foraminíferos recentes da Praia da Barra (Salvador, Bahia). *Escola de Geologia de Porto Alegre*, **6**: 1-50.
- COLOMA C., MARCHANT M. & HEBBELN D. 2005. Foraminiferos planctonicos durante El Niño 1997-98 del area de Coquimbo (30°s; 73°w), Chile. *Gayana*, **69** (1): 48-77.
- COSTA M.P.A. 1974. Cor dos sedimentos superficiais da plataforma continental brasileira. *Anais 28º Congresso Brasileiro de Geologia*, **3**: 237-261.
- DAJOZ R. 1983. *Ecologia geral*. 4ª Edição. Petrópolis, Vozes. 472p.
- DEBENEY J.P. & REDOIS F. 1997. Recent foraminífera of the northern continental shelf of Senegal. *Revue de Micropaléontologie*, **1**: 15-38.
- DIVINS D.L. 2003. NGDC Total Sediment Thickness of the World's Oceans, Marginal Seas. Disponível em: <<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/sedthick/sedthick.html>>. Acesso em 18 de maio de 2010.
- DOMINGUEZ J.L.M. & BITTENCOURT A.C.S.P. 1996. Regional assessment of long term trends of coastal erosion in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**: 355-371.
- DOMINGUEZ J.L.M., LEÃO Z.M.A.N. & LYRIO R.S. 1996. Litoral norte do Estado da Bahia. Evolução costeira e problemas ambientais. *Roteiro da excursão, 39º Congresso Brasileiro de Geologia*. 32p.
- DOMINGUEZ J.L.M. & BITTENCOURT A.C.S.P. 2009. Geologia. In: HATGE V. & ANDRADE J.B. *Baía de Todos os Santos – Aspectos oceanográficos*. EDUFBA, Salvador. 25-66.
- DROOGER C.W. & KAASSCHIETTER J.P.H. 1958. Foraminiferal of Orenoco-Trinidad-Paria Shelf expedition. *Verhhand. Kon. Nedel. Akad. Wetensch. Afd. Natnrk*, **4** (22):108.
- EMILIANI C. 1955. Pleistocene Temperatures. *Journal of Geology*, **63**: 538-578.
- EMILIANI C. 1966. Isotopic paleotemperatures. *Science*, **154**: 851-857.

ERICSON D.B. & WOLLIN G. 1968. Pleistocene Climates and Chronology in Deep-Sea Sediments. *Science*, **162** (3859): 1227- 1234.

FAGEL N. 2007. Clay Minerals, Deep Circulation and Climate. In: HILLAIRES-MARCEL C. & DE VERNAL A. (Eds.) Proxies in Late Cenozoic Paleoceanography. *Develops in Marine Geology* **1**: 139-184.

FERREIRA A.B. 2002. Variabilidade climática e dinâmica geomorfológica. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, APGeom*, **1**: 10-18.

FIGUERÊDO J.G. 2000. *Análise Qualitativa e Quantitativa dos Foraminíferos da Baía de Todos os Santos: Uma Abordagem Sedimentológica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 125p.

FRANCISCONI O., COSTA M.P.A., COUTINHO M.G.N. & VICALVI M.A. 1974. Geologia costeira e sedimentos da plataforma continental brasileira. *Anais 28º Congresso Brasileiro de Geologia*, **3**: 305-321.

FRERICHS W.E. 1968. Pleistocene-Recent Boundary and Wisconsin Glacial Biostratigraphy in the Northern Indian Ocean. *Science*, **159** (3822): 1456 – 1458.

GODDARD E.N., TRASK P.D., FORD R.K., ROVE O.N., SINGEWALD J.T. & OVERBACK R.M. 1963. *Rock-Color Chart*. Reprint Henry R. Aldrich Publication Fundation.

GRADDI J.C.S.V., CAMPOS NETO O.P.A. & CAIXETA J.M. 2007. Bacia de Jacuípe. In: MILANI E.J., RANGEL H.D., BUENO G.V, STICA J.M., WINTER W.R., CAIXETA J.M. & PESSOA NETO O.C. Bacias Sedimentares Brasileiras. Cartas Estratigráficas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15** (2): 417-421.

GUAZELLI W. & CARVALHO J.C. 1981. Estruturas da Margem Continental Leste Brasileira e das áreas oceânicas e continentais adjacentes. Petrobras/DNPM/CPRM/DHN/CNPq, *Série Projeto REMAC N°9*: 117-143.

HANNEBUTH T.J.J., STATTEGGER K. & BOJANOWSKI A. 2009. Termination of the Last Glacial Maximum sea-level lowstand: The Sunda-Shelf data revisited. *Global and Planetary Change*, **66**: 76–84

HARADA N., HANDA N., ITO M., OBA T. & MATSUMOTO E. 1996. Chronology of marine sediments by the racemization reaction of aspartic acid in planktonic foraminifera. *Organic Geochemistry*, **24** (8/9): 921-930.

HILBRECHT H. 1996. *Extant planktic foraminifera and the physical environment in the Atlantic and Indian Oceans*. Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der Eidgen. Technischen Hochschule und der Universität Zürich, Neue Folge. No. 300, 93 pp.

ICS - International Commission on Stratigraphy. 2009. International Stratigraphy Chart.

JONES I. J. 1971. The Ecology and Distribution of Living Planktonic Foraminifera in the Straits of Florida. Department of Oceanography, Florida State University Tallahassee, Florida. *In: A Symposium of Recent South Florida Foraminifera. Memoir 1: Miami Geological Society: 175-245.*

KAISER G.C. 2008. Mapa Geológico da Plataforma Continental. CPRM Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <<http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php>>. Acesso em 10 de novembro de 2009.

KUCERA M. 2007. Planktonic Foraminifera as Tracers of Past Oceanic Environments. *In: HILLAIRES-MARCEL C. & DE VERNAL A. (Eds.) Proxies in Late Cenozoic Paleooceanography. Developments in Marine Geology*, **1**: 213 - 262.

KUCERA M. & KENNEDY J.P. 2000. Biochronology and evolutionary implications of Late Neogene California margin planktonic foraminiferal events. *Marine Micropaleontology*, **40**: 67-81.

KUROYANAGI A., KAWAHATA H., NARITA H., OHKUSHI K. & ARAMAKI T. 2006. Reconstruction of paleoenvironmental changes based on the planktonic foraminiferal assemblages off Shimokita (Japan) in the northwestern North Pacific. *Global and Planetary Change*, **53**: 92-107.

LEIPNITZ I.I. 1987. Distribuição dos grandes grupos de foraminíferos nos sedimentos e sub-ambiente no norte do Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, **25** (11): 7-50.

LEIPNITZ I.I. 1988. Distribuição da fauna de foraminíferos nos sedimentos superficiais no norte do Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, **11** (27): 109-124.

LEIPNITZ I.I. & LEIPNITZ B. 1996. Nova proposta de subdivisão biogeográfica com base nos foraminíferos para as porções norte e nordeste da Plataforma Continental Brasileira. 39º Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, *Resumos Expandidos*, **39**: 270-273.

LEÃO Z.M.A.N. 1996. Plataforma continental. In: BARBOSA J.S.F. & DOMINGUEZ J.M.L. (coord.). Geologia da Bahia. Texto Explicativo. Convênio Governo da Bahia/SICM/SGM/UFBA-IGEO-PPPG/FAPEX.

LIN H.-L. & HSIEH H.-Y. 2007. Seasonal variations of modern planktonic foraminifera in the South China Sea. *Deep-Sea Research II*, **54**: 1634-1644.

LOEBLICH A.R. & TAPPAN H. 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrans Reinhold Ed. 970p.

LÖWEMARK L., HONG W.L., YUI T.Z. & HUNG G.W. 2005. A test of different factors influencing the isotopic signal of planktonic foraminifera in surface sediments from the northern South China Sea. *Marine Micropaleontology*, **55**: 49– 62.

MACEDO D.L.S. 1994. *Análise das assembléias de foraminíferos do sedimento da zona costeira dos municípios de Salvador e Camaçari. Estado da Bahia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 91p.

MACHADO A.J. 1981. *Foraminíferos dos sedimentos superficiais e subsuperficiais (Plio/Holoceno) da margem continental do Maranhão*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 173p.

MACHADO A.J. 1995. Foraminíferos da margem continental do Maranhão (Plio/Holoceno). *Acta Geológica Leopoldensia*, **18** (4): 97-209.

MACHADO A.J. & MORAES S.S. 2002. A note on the occurrence of the encrusting foraminífera *Homotrema rubrum* in reef sediments from two distinctive hydrodynamic settings. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **74** (4):727-735.

MACHADO A.J., ANDRADE E.J. & ARAÚJO H.A.B. 2006. Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia. *Revista de Geologia*, **19** (2): 147-154.

MADUREIRA L. S.-P. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI C.L.B. 2006. Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. EDUSP, 472p.

MARQUES W.S. 2004. *Geoquímica de carbonatos sedimentares da plataforma continental do Estado do Ceará e implicações oceanográficas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 68p.

MARQUES W. S., SILVA J.C., SIAL A.N., MENOR E.A. & MANSO V.A.V. 2005. Análises de $d^{13}C$ e ^{18}O em sedimentos ricos em foraminíferos da margem continental do Nordeste brasileiro, entre os estados do Ceará e Pernambuco. *Revista de Geologia*, **18** (1): 7-15.

MARTIN L., BITTENCOURT A.C.S.P., VILAS BOAS G.S. & FLEXOR J.M. 1980. *Texto explicativo geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia – Escala 1:250.000*, CPM/SME, Salvador, 60p.

MENDES J.C. 1992. Elementos de Estratigrafia. T.A. Queiroz Ltda, São Paulo, 1ª reimpressão. 566p.

MENEZES T.R. & MENDONÇA-FILHO J.G. 2004. Aplicação de fácies orgânica na análise paleoceanográfica do talude continental superior recente da Bacia de Campos, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7** (2):177-188

MILANI E.J., RANGEL H.D., BUENO G.V., STICA J.M., WINTER W.R., CAIXETA J.M. & PESSOA NETO O.C. 2007. Bacias Sedimentares Brasileiras – Cartas Estratigráficas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15** (2): 183-205.

MILLIMAN J.D. & BARRETTO H.T. 1975. Background. Part I. In: MILLIMAN J.D. & SUMMERHAYES C.P. (eds.). Upper continental margin sedimentation off Brazil. *Contributions to Sedimentology*, **4**: 1-10.

MORAES S.S. 2001. *Interpretações da hidrodinâmica e dos tipos de transporte a partir do estudo de foraminíferos recentes dos recifes costeiros da praia do Forte e de Itacimirim, litoral norte do Estado da Bahia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 98p.

MORAES S.S. & MACHADO A.J. 2003. Avaliação das Condições Hidrodinâmicas de dois Recifes Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, **33**(2):201-210.

MURRAY J.W. 1995. Microfossil indicators of ocean water masses, circulation and climate. In: BOSENCE Q.W.J. & ALISSON P.A. (eds.) *Marine Paleoenvironmental Analysis from Fossils*. Geological Society of London Special Publication, **83**: 245-264.

- NOLASCO M.C. 1988. *Construções carbonáticas da costa norte do Estado da Bahia (Salvador a Subaúma)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 143p.
- PASSOS R.F., SOUSA S.H.M.E. & MAHIQUES M.M. 2001. Mudanças ambientais ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao longo do Holoceno, e sua resposta nas associações de foraminíferos. *Revista Pesquisas em Geociências*, **28**: 223-231.
- PECK V.L., HALL I.R., ZAHN R. & ELDERFIELD H. 2008. Millennial-scale surface and subsurface paleothermometry from the northeast Atlantic, 55–8 ka BP. *Paleoceanography*, **23**: PA3221-PA001631.
- PEETERS F., IVANOVA E., CONAN D., BRUMMER G.-J., GANSEN G., TROCESTRA S. & HINTE J.V. 1999. A size analysis of planktic foraminifera from the Arabian Sea. *Marine Micropaleontology*, **36**: 31-63.
- PETERSON R.G. & STRAMMA L. 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic. *Proceedings in Oceanography*, **26**: 1-73.
- RAMOS R.C.P. 2006. *Caracterização paleoceanográfica do testemunho JPC-95, margem continental sul brasileira, com base em foraminíferos planctônicos e isótopos estáveis de oxigênio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, UFF, Rio de Janeiro. 85p.
- REISS Z., MERLING-REISS P. & MOSHKOVITZ S. 1971. Quaternary planktonic foraminifera and nannoplankton from the Mediterranean Continental Slope of Israel. *Israel Journal of Earth Sciences*, **20**: 141-177.
- RENAUD S. & SCHMIDT D.N. 2003. Habitat tracking as a response of the planktic foraminifer *Globorotalia truncatulinoides* to environmental fluctuations during the last 140 kyr. *Marine Micropaleontology*, **49** (1-2): 97-122.
- ROCHA A.T. & UBALDO M.L. 1964. Foraminíferos do Terciário Superior e do Quaternário da Província Portuguesa de Timor. *Mem. Junta Invest. Ultram.* Lisboa, **2** (51): 9-180.
- RODRIGUES R. 2000. Isotope stratigraphy in petroleum exploration. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Summary of Communications*, **72** (4): 606.

ROHLING E.J., SPROVIERI M., CANE T., CASFORD J.S.L, COOKE S., BOULOUBASSI I., EMEIS K.C., SCHIEBEL R., ROGERSON M., HAYES A., JORISSEN F.J. & KROON K. 2004. Reconstructing past planktic foraminiferal habitats using stable isotope data: a case history for Mediterranean sapropel S5. *Marine Micropaleontology*, **50**: 89-123.

ROSSI A. R. 1999. *Foraminíferos Quaternários do Arquipélago de Fernando de Noronha: Taxonomia, Ecologia, Distribuição Batimétrica e Faciológica*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 141p.

SALGADO-LABOURIAU M.L. 2001. *História Ecológica da Terra*. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo. 3ª reimpressão. 307p.

SATO T., NAKAI N., SHIRAI Y. & KOBAYASHI K. 1995. Synchronous variations in the content of magnetic minerals and planktonic-foraminiferal $\delta^{13}\text{C}$ in deep-sea sediments. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **113**: 199-215.

SEN GUPTA B.K. (ed.). 1999. *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Great Britain, 371p.

SILVA O.B, CAIXETA J.M., MILHOMEM P.S., KOZIN M.D. Bacia do Recôncavo. In: MILANI E.J., RANGEL H.D., BUENO G.V, STICA J.M., WINTER W.R., CAIXETA J.M. & PESSOA NETO O.C. Bacias Sedimentares Brasileiras. Cartas Estratigráficas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15** (2): 423-432.

STRAMMA L. & ENGLAND M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *Journal Geophysic Research*, **104** (C9): 20.863-20.883.

SUMMERHAYES C.P., COUTINHO P.N., FRANÇA A.M.C., ELLIS J.P. 1975. Salvador to Fortaleza, northeastern Brazil. Part III. In: Upper continental margin sedimentation off Brazil. *Contributions to Sedimentology*, **4**: 44-78.

SUGUIO K., MARTIN L., BITTENCOURT A.C.S.P., DOMINGUEZ J.M.L., FLEXOR J.M. & AZEVEDO A.E.G. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, **15** (4): 273 – 286.

SUGUIO K. 1999. *Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais*. Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, São Paulo. 366p.

- SUGUIO K. 2006. *Geologia Sedimentar*. Editora Edgard Blücher Ltda, 1ª reimpressão. São Paulo. 400p.
- TESSLER M.G. & MAHIQUES M.M. 2000. Processos Oceânicos e a Fisiografia dos Fundos Marinhos. *In*: TEIXEIRA W., TOLEDO M.C.M., FAIRCHILD T.R. & TAIOLI F. (eds.) Decifrando a Terra. Oficina de Textos, São Paulo. 568p.
- TIEGANG L., RONGTAO S., DEYU Z., ZHENXIA L., QING L. & BO J. 2007. Evolution and variation of the Tsushima warm current during the late Quaternary: Evidence from planktonic foraminifera, oxygen and carbon isotopes. *Science in China Series D: Earth Sciences*, **50** (5): 725-735.
- TINOCO I.M. 1958a. Foraminíferos quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco. *Div. Geol. Min. DNPM, Monografia*, **14**:1-61.
- TINOCO I.M. 1980. Foraminíferos planctônicos dos Sedimentos Superficiais da Margem Continental dos Estados de Alagoas e Sergipe (Nordeste do Brasil). *Anais Academia Brasileira Ciências*, **52** (3): 539-553.
- TINOCO I.M. 1985. Foraminíferos planctônicos dos sedimentos superficiais da margem continental do estado do Pará e do Território do Amapá. *Anais Congresso Brasileiro Paleontologia/Estratigrafia*, **2**: 507-516.
- TODD R. 1965. The Foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the "Albatross", 1899-1900; Part 4 Rotaliform Families and Planctonic Families. U.S. National Museum, Smithsonian Institution, Washington **161**: 1-139.
- TOLEDO F.A.L., COSTA K.B. & PIVEL M.A.G. 2007a. Salinity changes in the western tropical South Atlantic during the last 30 kyr. *Global and Planetary Change*, **57** (3-4): 383-395.
- TOLEDO F.A.L., CACHÃO M., COSTA K.B. & PIVEL M.A.G. 2007b. Planktonic foraminifera, calcareous nannoplankton and ascidian variations during the last 25 kyr in the Southwestern Atlantic: A paleoproductivity signature? *Marine Micropaleontology*, **64**: 67-79.
- UREY H.C. 1947. The Thermodynamic properties of isotopic substances. *Journal of the Chemical Society*, 562 – 581.
- VICALVI M. 1985. Variação de $\delta^{18}\text{O}$ em testas de *Globgerinoides sacculiferus* (Brady) de um testemunho da margem continental do Rio Grande do Norte. *In*: Campos, DA *et al.* (Orgs). Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. *DNPM, Série Geologia 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia*, **2**: 525-528.

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**(1/2): 132-165.

VICALVI M.A. & PALMA J.J.C. 1980. Bioestratigrafia e taxas de acumulação dos sedimentos Quaternários do Talude e Sopé Continental entre a Foz do Rio Gurupi (MA) e Fortaleza (CE). *Boletim Técnico da Petrobras*, **23**(1): 3-11.

VILELA C.G. 2004. Foraminíferos. In: CARVALHO, I.S. (ed.). *Paleontologia*. Editora Interciência, **1**: 269-284.

WADE B. S., BERGGREN W.A. & OLSSON R.K. 2007. The biostratigraphy and paleobiology of Oligocene planktonic foraminifera from the equatorial Pacific Ocean (ODP Site 1218). *Marine Micropaleontology*, **62**: 167-179.

WHITE W.M. 2003. Stable Isotopes in Paleoclimatology. 1: 250-265. 2:266-276. Disponível em: <<http://geo.cornell.edu/geology/classes/geo656notes03html>>. Acesso em: 2 de junho de 2009.

YONEDA N.T. 1999. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha . Plâncton. Fundação Bio Rio e parceiros. Base de dados Tropical. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.bdt.fat.org.br/workshop>. Acesso em 5 de maio de 2009.