



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**CURSO DE OCEANOGRAFIA**

**BRUNO RIBEIRO PIANNA**

**Padrões de distribuição dos foraminíferos planctônicos na  
subsuperfície do talude continental inferior do Estado da  
Bahia, Brasil**

Salvador  
2010

**BRUNO RIBEIRO PIANNA**

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS  
PLANCTÔNICOS NA SUBSUPERFÍCIE DO TALUDE  
CONTINENTAL INFERIOR DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia,  
Instituto de Geociências, Universidade Federal da  
Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau  
de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Tânia Maria Fonseca Araújo

TERMO DE APROVAÇÃO

BRUNO RIBEIRO PIANNA

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS  
PLANCTÔNICOS NA SUBSUPERFÍCIE DO TALUDE  
CONTINENTAL INFERIOR DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Tânia Maria Fonseca Araújo - Orientadora

Doutora em Geologia Marinha pela Universidade Federal da Bahia - UFBA

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Altair de Jesus Machado

Doutora em Geociência pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Cícero da Paixão Pereira

Geólogo pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

Universidade Federal da Bahia - UFBA

“Dedico este trabalho aos meus pais, Aquilino e Rosinéia, por todo apoio e palavras de conforto nos momentos difíceis e por terem desde o princípio acreditado neste sonho.”

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Aquilino e Rosinéia, por todo esforço, dedicação e palavras de apoio durante esta caminhada. Por serem aqueles que, além de financiarem esse sonho, sempre acreditaram no sucesso dessa empreitada.

A minha irmã, Marianna, pelo incentivo e amizade que sem dúvida foram fundamentais para o meu sucesso.

A minha professora e orientadora, Tânia Araújo, pela amizade, ajuda, paciência, atenção e por compartilhar parte do seu conhecimento e da sua experiência profissional.

A Morgana Drefahl, professora e amiga, obrigado pela ajuda, pelas sugestões e orientação.

À professora Altair Machado, obrigado pelos ensinamentos iniciais em foraminíferos e por ter acreditado no meu trabalho.

Aos colegas do GEF, Helisângela, Sônia, Marcos e Adelino.

Ao Instituto de Geociências, o Laboratório de Estudos Costeiros e o Grupo de Estudo de Foraminíferos, da UFBA pelo apoio técnico e logístico.

Aos professores Dr. Ruy Kenji Papa de Kikuchi, e Dr. José Maria Landim Dominguez, pelas sugestões e materiais disponibilizados.

A todos os meus amigos do curso de Oceanografia, pela amizade, companheirismo, pelas horas de estudo nas madrugadas e pelos momentos divertidos no CAOS. Em especial à Tonhão, Carine, Nara, Horti, Paid, Tiago, Pumba, Dalma e Daniele pela imensa contribuição a minha adaptação à cidade de Salvador e ao ambiente da UFBA.

Aos meus quase irmãos da “cachanga”, Denis, Marcelo e Nyemer, pela camaradagem e respeito que possibilitou suportar de forma mais amena o afastamento dos laços familiares.

## RESUMO

Este trabalho objetiva ampliar o conhecimento científico sobre os eventos paleoecológicos e paleoclimáticos, que ocorreram na margem continental do Estado da Bahia durante o Período Quaternário, com base em estudos sobre os foraminíferos planctônicos. A microfauna de foraminíferos planctônicos foi analisada em 13 amostras do sedimento de um testemunho, com 1,40m de comprimento coletado no talude continental. Foram isolados 3.900 espécimes pertencentes a 31 taxa representados principalmente pelas espécies: *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides elongatus* e *Globigerina bulloides*. Os índices de diversidade, riqueza e equitatividade das espécies de foraminíferos foram altos. As testas dos foraminíferos apresentaram coloração predominantemente amarela e branca, poucas com sinais de abrasão e fratura o que significa rápida deposição e lento revolvimento do sedimento no talude continental. Os padrões de distribuição e as variações das abundâncias da espécie *Globorotalia truncatulinoides*, do plexo *G. menardii* e da razão bentônico/planctônico ao longo do testemunho atribuíram conotações bioestratigráficas possivelmente correspondentes às biozonas internacionais do Quaternário e sugerem variações eustáticas do nível relativo do mar, que estão relacionadas aos eventos climáticos globais durante este Período. Dessa forma, o intervalo sedimentar relacionado ao estágio interglacial (Holoceno), apresentou maior abundância das formas características de águas quentes (Plexo *G. menardii*) e maior razão de formas planctônicas, enquanto o intervalo relacionado ao estágio glacial (Pleistoceno) apresentou maior abundância das formas características de águas frias (*G. truncatulinoides*) e maior razão de formas bentônicas.

**Palavras-chave:** Foraminíferos planctônicos; bioestratigrafia; Quaternário.

## ABSTRACT

This work has the objective of expand the scientific knowledge about the paleoecological and paleoclimatic events occurred in the continental margin of Bahia, during the Quaternary Period, based on studies about planktonic foraminifers. The planktonic foraminifers microfauna was analysed in 13 samples of sediment core, with 1,40m length, collected in the continental slope. 3900 specimens from 31 taxa were isolated, represented mainly by the species: *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides elongatus* e *Globigerina bulloides*. Diversity, richness and evenness indices were high. The foraminifers tests presented coloration prevailing yellow and white, few with abrasion signs and fracture, what means fast deposition and slow revolving of the sediment in the continental slope. Distribution patterns and abundance variations from the specie *Globorotalia truncatulinoides*, from *G. menardii* complex and from the benthic/planktonic ratio along the core assigned biostratigraphic connotations, possibly corresponding to international biozones from Quaternary, suggesting eustatic variations from the relative level of the sea, wich is related to the global climatic events during this Period. Thus, the sedimental interval related to interglacial stage (Holocene), showed greater abundance of particulars forms from hot waters (*G. menardii* complex) and greater ratio from planktonic forms, while the interval related to glacial stage (Pleistocene) presented greater abundance of particulars forms from cold waters (*G. truncatulinoides*) and greater ratio of benthic forms.

**Keywords:** Planktonic foraminifers; biostratigraphy; Quaternary

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Foraminíferos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Bioestratigrafia .....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Objetivo Específico.....</b>	<b>17</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>18</b>
<b>4. DESCRIÇÃO OCEANOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 Abertura do Testemunho .....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 Preparação das Amostras .....</b>	<b>22</b>
<b>5.3 Triagem e Identificação das Espécies de Foraminíferos .....</b>	<b>23</b>
<b>5.4 Coloração e Preservação das Testas .....</b>	<b>23</b>
<b>5.5 Tratamento de Dados .....</b>	<b>23</b>
<b>5.6 Bioestratigrafia .....</b>	<b>26</b>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>6.1 Descrições do Testemunho .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2 Classificação Sistemática .....</b>	<b>29</b>
<b>6.3 Cor e Grau de Preservação das Testas .....</b>	<b>37</b>
<b>6.4 Análise Estatística .....</b>	<b>39</b>
<b>6.4.1 Razão Planctônicos e Bentônicos .....</b>	<b>39</b>
<b>6.4.2 Frequência de Ocorrência de Foraminíferos.....</b>	<b>41</b>
<b>6.4.3 Abundâncias Absoluta e Relativa de Foraminíferos .....</b>	<b>41</b>
<b>6.4.4 Número de Espécies, Índices de Riqueza, Diversidade e             Equitatividade .....</b>	<b>44</b>



6.5 Zoneamento Bioestratigráfico.....	48
6.6 Análises Multivariadas .....	51
7. DISCUSSÃO .....	54
7.1 A fauna de Foraminíferos .....	54
7.2 Cor e Grau de Preservação das Testas .....	55
7.3 Razão Planctônicos e Bentônicos .....	56
7.4 Número de Espécies, Índices de Riqueza, Diversidade e Equitatividade .....	57
7.5 Zoneamento Bioestratigráfico.....	58
7.6 Análises Multivariadas.....	61
8. CONCLUSÕES .....	63
9. RECOMENDAÇÕES .....	65
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
11. ANEXOS .....	77

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 A:</b> Foraminíferos planctônicos indicadores de águas frias: 01 - <i>Globigerina bulloides</i> (d'Orbigny, 1839); 02 - <i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny, 1826). <b>B:</b> Foraminíferos planctônicos indicadores de águas quentes: 03 - <i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny); 04 - <i>Globorotalia menardii</i> (d'Orbigny, 1826); 05 - <i>Globorotalia menardii</i> (d'Orbigny) <i>f. fimbriata</i> (Brady, 1884); 06 - <i>Globorotalia menardii</i> (d'Orbigny) <i>f. tumida</i> (Brady, 1884); 07 - <i>Globorotalia menardii</i> (d'Orbigny) <i>f. ungulata</i> (Bermudéz, 1961). Fonte: Araújo & Machado, 2008a .....	14
<b>Figura 2:</b> Esquema simplificado do biozoneamento do final dos períodos Pleistoceno e do Holoceno, modificado de Ericson and Wollin (1968) e Vicalvi (1999). Idades representadas fora de escala. Fonte: Sanjinés, Strohschoen & Vilela, 2005.....	16
<b>Figura 3:</b> Localização da área de estudo e da estação de coleta do testemunho SIS-288.....	18
<b>Figura 4:</b> Renderização tridimensional da plataforma continental do litoral norte do estado da Bahia, Centro de Recursos Ambientais, CRA (2003) .....	19
<b>Figura 5:</b> Esquema demonstrando a circulação oceânica superficial do Atlântico Sul (modificado de Peterson & Stramma, 1991) .....	20
<b>Figura 6:</b> Síntese de escoamento do sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental brasileira, de acordo com os padrões esquemáticos de grande escala de 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. Profundidade de 0 – 150 m: Camada de superfície; 150 – 500 m: pycnoclina; 500 – 1000 m: camada intermediária e 1000 – 3000 m: camada profunda .....	21
<b>Figura 7:</b> Percentuais da granulometria presente nas amostras do testemunho SIS-288..	28
<b>Figura 8:</b> Diagrama ilustrativo mostrando coloração e granulometria do sedimento ao longo do testemunho SIS-288 .....	28
<b>Figura 9:</b> Percentuais dos tipos de testas coloridas presentes nas amostras do testemunho SIS-288 .....	38
<b>Figura 10:</b> Percentuais dos tipos de testas de foraminíferos quanto ao seu estado de preservação, presentes nas amostras do sedimento do testemunho SIS-288.....	38
<b>Figura 11:</b> Razão de foraminíferos planctônicos e bentônicos ao longo do testemunho SIS-288. ....	40
<b>Figura 12:</b> Abundância relativa das espécies de foraminíferos no testemunho SIS-288 ...	42
<b>Figura 13:</b> Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS-288. ....	42

<b>Figura 14:</b> Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SIS-288 .....	<b>43</b>
<b>Figura 15:</b> Número de espécies de foraminíferos presentes nas amostras de sedimento do testemunho SIS-288 .....	<b>45</b>
<b>Figura 16:</b> Índice de Riqueza (R) das amostras do sedimento do testemunho SIS-288 ...	<b>45</b>
<b>Figura 17:</b> Índice de Diversidade (H´ ) das amostras do sedimento do testemunho SIS-288 .....	<b>46</b>
<b>Figura 18:</b> Índice de Equitatividade das amostras do sedimento do Testemunho SIS-288.....	<b>46</b>
<b>Figura 19. A:</b> Abundância relativa das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadoras de massas de águas frias. <b>B:</b> Abundância relativa das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadoras de massas de águas quentes .....	<b>48</b>
<b>Figura 20: A:</b> Abundância relativa da espécie <i>Globorotalia truncatulinoides</i> e do plexo <i>G. menardii</i> . <b>B:</b> Abundância relativa das espécies <i>G. ruber</i> e <i>G. bulloides</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 21:</b> Diagrama ilustrativo das biozonas interpretadas a partir da distribuição das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadores, ao longo do testemunho SIS-288. Z = Zona Z, corresponde à época Holoceno, que se estende desde 11.000 anos até o Recente; Y = Zona Y, corresponde à época Pleistoceno, que se estende de 84.000 anos (Damuth, 1973; 1975; Prell, 1974 <i>apud</i> Araújo 2004) até 11.000 anos (Broecker & Van Dock, 1970 <i>apud</i> Araújo 2004) .....	<b>50</b>
<b>Figura 22:</b> Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das amostras do testemunho SIS-288 com indicações referentes as interpretações dos agrupamentos .....	<b>52</b>
<b>Figura 23:</b> Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das espécies representativas do testemunho SIS-288 com indicações referentes as interpretações dos agrupamentos. (Glomeme = <i>Globorotalia menardii</i> ; Globqua = <i>Globigerinoides quabrilobatus</i> ; Globdu = <i>Globigerina dutertrei</i> ; Globrup = <i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i> ; Candni = <i>Candeina nítida</i> ; Globsac = <i>Globigerinoides saculifer</i> ; Globaeq = <i>Globigerinella aequilateralis</i> ; Globtrun = <i>Globorotalia truncatulinoides</i> ; Globtri = <i>Globigerinoides trilobus</i> ; Globbu = <i>Globigerina bulloides</i> ; Globrut = <i>Globigerinoides ruber</i> e Globel = <i>Globigerinoides elongatus</i> ).....	<b>53</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela I:</b> Valores relativos de granulometria do sedimento do testemunho SIS-288. PROF. = profundidade; PROF. Am. = profundidade na seção do testemunho .....	<b>27</b>
<b>Tabela II:</b> Valores absolutos e relativos da coloração das testas dos foraminíferos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa .....	<b>37</b>
<b>Tabela III:</b> Valores absolutos e relativos da preservação dos foraminíferos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa .....	<b>39</b>
<b>Tabela IV:</b> Valores absolutos e relativos dos foraminíferos planctônicos e bentônicos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa .....	<b>40</b>
<b>Tabela V:</b> Dados sobre número de espécies (NE), Índices de Diversidade ( $H'$ ), riqueza (R) e equitatividade (J) ao longo de testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho .....	<b>47</b>
<b>Tabela VI:</b> Abundância absoluta das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância Absoluta .....	<b>78</b>
<b>Tabela VII:</b> Abundância relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AR = Abundância relativa .....	<b>80</b>

# 1. INTRODUÇÃO

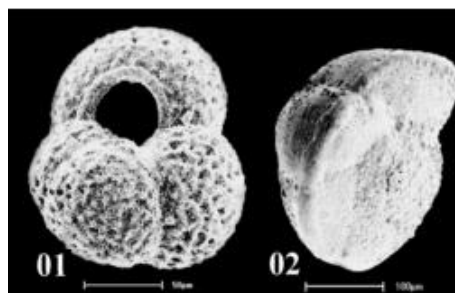
## 1.1 Foraminíferos

Foraminíferos são organismos unicelulares classificados sistematicamente como Reino Protocista, Filo Granuloreticulosa, Classe Foraminiferida (Sen Gupta, 1999). Apresentam testa de composição orgânica, calcária, silicosa ou aglutinante cujo formato varia de acordo com o seu hábito (Corliss & Fois, 1990; Boltovskoy et al. 1991). Esses organismos emitem pseudópodos reticulados como expansões citoplasmáticas que se projetam para o exterior da testa, os quais são responsáveis pela locomoção, respiração, captura de alimentos e fixação do organismo. Os caracteres morfológicos da testa como: a composição da parede, a forma, o arranjo e número de câmaras, as linhas de sutura, o número e a posição da(s) abertura(s) e a ornamentação, constituem a base para a distinção entre os taxa na classificação dos foraminíferos (Boltovskoy et al. 1991). São importantes contribuidores na sedimentação do fundo oceânico e o tamanho médio das testas dos organismos varia entre 100 µm e 1000 µm, sendo encontradas exceções de até 10 cm de comprimento (*Nummulites*).

As variações qualitativas e quantitativas de foraminíferos acumulados nos sedimentos refletem as mudanças no padrão de circulação oceânica e no clima de uma região ao longo do tempo geológico (Boltovskoy et al. 1996). Esses microorganismos são usados para análises oceanográficas, bioestratigráficas e interpretações ambientais e paleoambientais, devido à abundância nos sedimentos, excepcional forma de preservação, ampla distribuição geográfica e batimétrica, alta diversidade e principalmente sensibilidade às variações das condições ambientais (temperatura, profundidade, salinidade, caráter do fundo, luminosidade, turbidez da água, pH, e outros). Os fatores ecológicos além de influenciarem na distribuição geográfica dos foraminíferos também influenciam na morfologia e na mudança do tamanho e espessura das suas testas (Loeblich & Tappan 1988; Jorissen 1999; Samir & El-Din 2001) (Figura 1).

Eles apresentam hábito bentônico (fixos ou móveis) ou planctônico e possuem espécies características para diversos ambientes específicos, por exemplo: dentre os bentônicos *Elphidium rugulosum*, *Nonionella basispinata*, *Textularia articulata*, *Quinqueloculina poeyana* vivem em profundidades de 0 a 37 m e suportam temperaturas entre 11,1° e 20,6° C; dentre os planctônicos *Globigerina pachyderma* vive nas zonas Antártica e Ártica em temperaturas entre 0 e 5° C enquanto *Globigerinoides ruber*, *Hastigerina pelagica*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerina Rubescens*, *Globorotalia truncatulinoides* são encontradas em zonas subtropicais, cujas temperaturas variam entre 18° e 24° C (Boltovskoy & Wright 1976, Boltovskoy et al. 1991).

Caddah et al. (1997) utilizaram o biozoneamento dos foraminíferos para descrever as fácies sedimentares associadas às mudanças do nível do mar na Bacia de Campos. As análises de foraminíferos planctônicos foram utilizadas com sucesso para identificar biozonas climáticas.



A



B

**Figura 01:** A: Foraminíferos planctônicos indicadores de águas frias: 01 - *Globigerina bulloides* (d'Orbigny, 1839); 02 - *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny, 1826). B: Foraminíferos planctônicos indicadores de águas quentes: 03 - *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny); 04 - *Globorotalia menardii* (d'Orbigny, 1826); 05 - *Globorotalia menardii* (d'Orbigny) f. *fimbriata* (Brady, 1884); 06 - *Globorotalia menardii* (d'Orbigny) f. *tumida* (Brady, 1884); 07 - *Globorotalia menardii* (d'Orbigny) f. *ungulata* (Bermudéz, 1961). Fonte: Araújo & Machado, 2008a

## 1.2 Bioestratigrafia

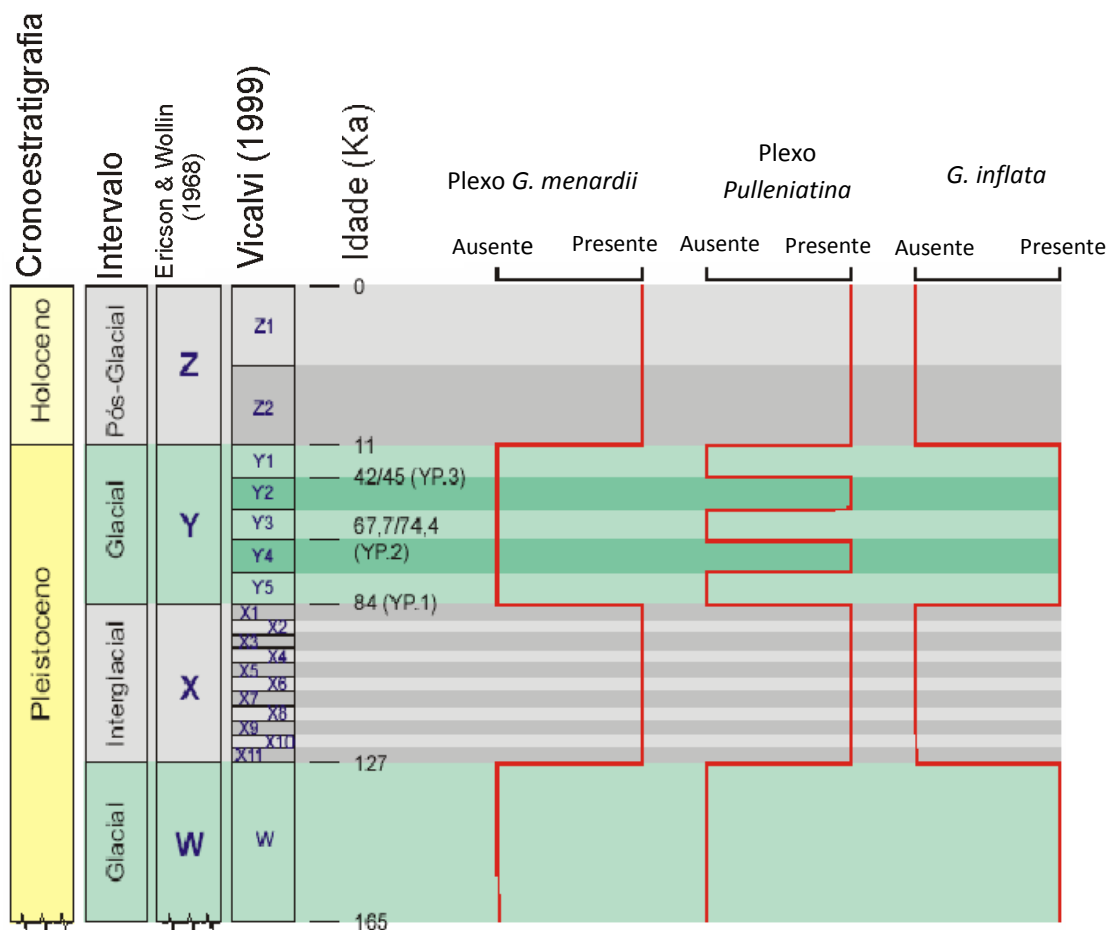
Segundo o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica, CNBE (1986) a Bioestratigrafia é a parte da Estratigrafia que se baseia no conteúdo fossilífero das rochas, objetivando a definição, organização e correlação de unidades estratigráficas. Uma biozona ou Zona, unidade bioestratigráfica básica, é uma unidade de rochas caracterizadas pelo seu conteúdo fossilífero. Esse conteúdo deve ser bem definido, a ponto de permitir que uma Zona seja diferente daquelas que lhes são imediatamente sobre e subjacentes. Uma Zona pode ser dividida em subzonas e um conjunto de Zonas pode ser agrupado em uma superzona.

No intervalo Pleistoceno-Holoceno o biozoneamento reflete oscilações climáticas considerando flutuações regionais de taxa altamente sensíveis às variações ambientais, principalmente à temperatura das águas superficiais.

As espécies planctônicas são especialmente eficientes nas determinações de idade e na correlação de estratos, sendo aplicáveis em amplas distâncias e permitindo correlações em escala intercontinental (Bolli & Saunders 1985 *apud* Andrade, 1997). Estudos com base em foraminíferos planctônicos resultam na obtenção de dados a respeito das variações do nível médio do mar, que ocorreram em períodos glaciais e interglaciais. Assim, são comuns trabalhos que utilizam esses organismos para realização de subzoneamento do Quaternário (2,588 milhões de anos) (Berggren et al. 1985 *apud* Vicalvi, 1997). A aplicação bem sucedida dos foraminíferos planctônicos à análise bioestratigráfica se deve ao seu rápido desenvolvimento evolutivo, que torna possível a separação de estratos com duração de menos de um milhão de anos, e de poucos centímetros de espessura (Boltovskoy 1973).

Ericson & Wollin (1968), propõem uma subdivisão para o período Quaternário, em Zona Z e Zona Y referentes aos intervalos pós glacial pertencente ao Holoceno, e glacial pertencente ao Pleistoceno, respectivamente, com base nas variações de ausência e presença do plexo *Globorotalia menardii* e da espécie *Globorotalia truncatulinoides*. Vicalvi (1999) propõe maior subdivisão das Zonas Z e Y do Quaternário realizada por Ericson & Wollin (1968), através de registros de periódicos

desaparecimentos e reaparecimentos do plexo *Pulleniatina* e outras espécies planctônicas associadas, estabelecendo assim 18 subzonas (Z1, Z2, Y1 a Y5 e X1 a X11) (Figura 2). Segundo Vicalvi (1999), biozoneamento data os principais eventos climáticos nos últimos 150.000 anos, aprimora a correlação dos testemunhos e permite cálculos mais precisos das taxas de sedimentação das seções estudadas.



**Figura 2:** Esquema simplificado do biozoneamento do final dos períodos Pleistoceno e Holoceno, modificado de Ericson and Wollin (1968) e Vicalvi (1999). Idades representadas fora de escala. Fonte: Sanjinés, Strohschoen & Vilela, 2005

A bioestratigrafia será utilizada, no presente trabalho, como ferramenta de correlação de eventos paleoceanográficos e paleoclimáticos interpretados através de dados micropaleontológicos (foraminíferos planctônicos e bentônicos).



## **2. OBJETIVO GERAL**

Identificar assembléias de foraminíferos planctônicos presentes na subsuperfície do talude continental com o intuito de reconstituir eventos paleoecológicos e paleoclimáticos que ocorreram no Quaternário no Estado da Bahia, entre eles: influência continental na sedimentação, ocorrência de influxos de suprimento orgânico, variações do nível relativo do mar e variações paleoclimáticas.

### **2.1 Objetivos Específicos**

1. Determinar a distribuição dos foraminíferos, com avaliação de sua abundância relativa, riqueza, diversidade e equitatividade;
2. Analisar a distribuição das espécies bioindicadoras de águas quentes e frias ao longo do testemunho;
3. Estabelecer as condições ecológicas do ambiente deposicional, a partir das assembléias de foraminíferos bioindicadores encontradas;
4. Identificar as Zonas bioestratigráficas a partir dos padrões de distribuição das assembléias;
5. Inferir eventos de mudança climática ocorridos no Estado da Bahia, desde o Pleistoceno;
6. Correlacionar e integrar os resultados obtidos com os dados publicados em trabalhos similares, já realizados no Estado da Bahia.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

Situada na costa norte do estado da Bahia, Brasil, a área de estudo possui clima quente e úmido. O padrão de precipitação pluviométrica apresenta um período seco, entre setembro e fevereiro e, um período chuvoso, entre março e agosto (Sei, 1999; Mafalda Jr., 2000). O testemunho SIS-288 foi coletado para Agência Nacional do Petróleo (ANP) no talude continental, a 26 Km da linha de costa, em profundidade de 1500 metros e coordenadas geográficas  $12^{\circ}41'27''$  S e  $37^{\circ}51'57''$  W, (Figura 3).

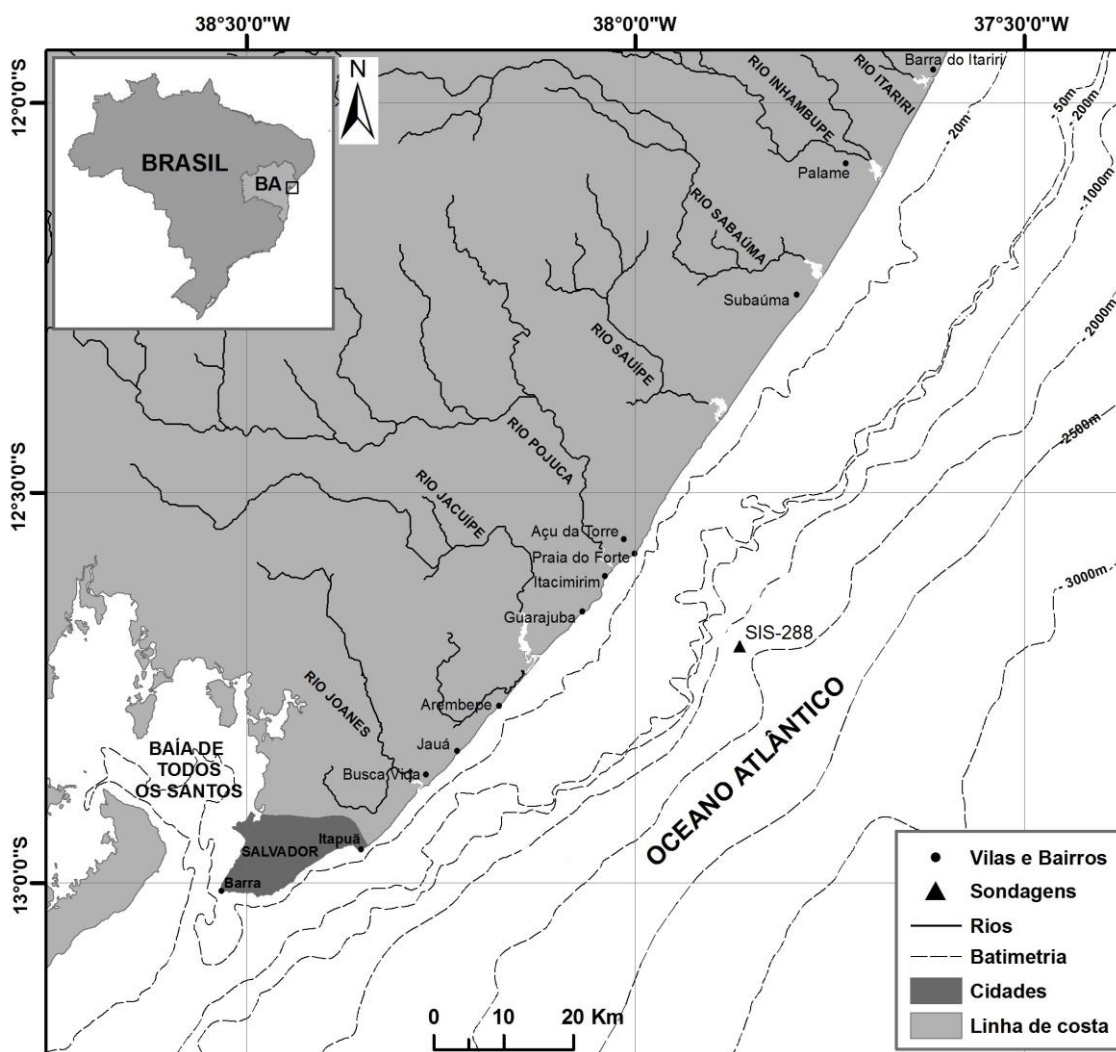
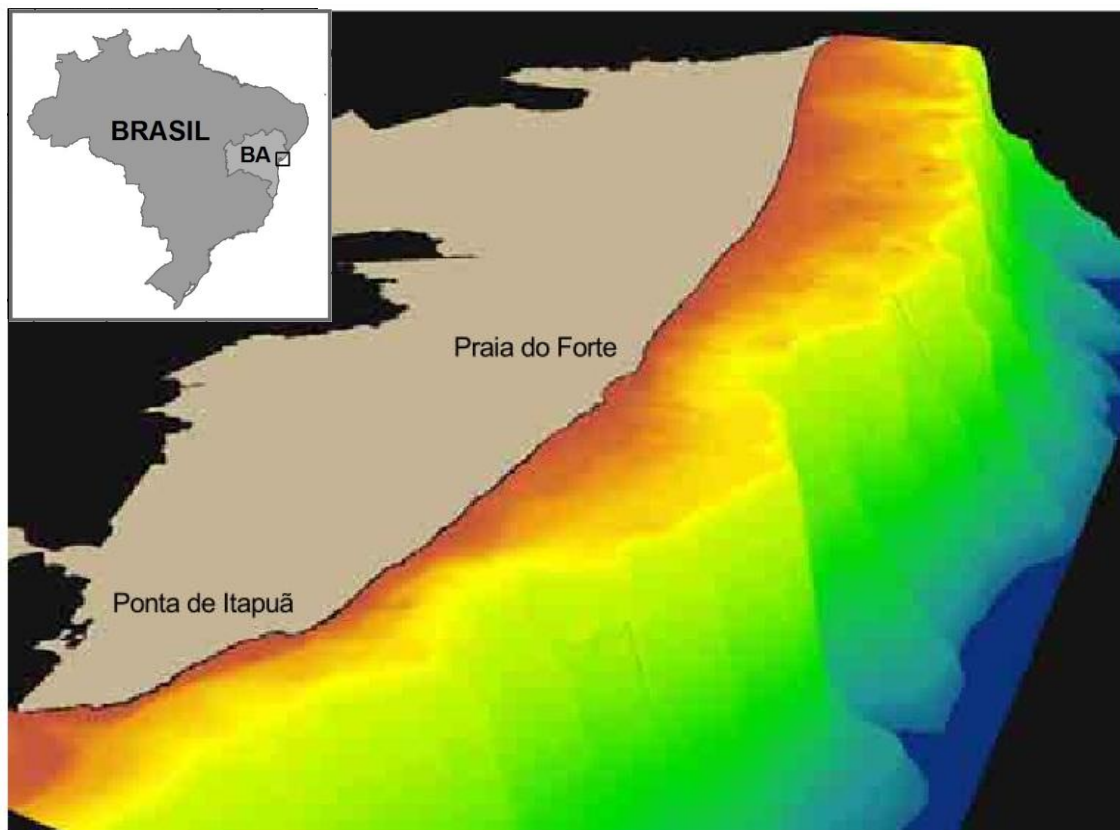


Figura 3: Localização da área de estudo e da estação de coleta do testemunho SIS-288

A planície costeira da área de estudo é constituída, basicamente, de rochas do embasamento Pré-Cambriano e Mesozóico (Formação São Sebastião), e de acumulações de sedimentos inconsolidados do Terciário (Formação Barreiras) e Quaternário (Dominguez et al. 1996).

A plataforma continental norte do Estado, da praia da Barra, no município de Salvador, até a foz do rio Itariri, no município de Mata de São João apresenta a borda localizada entre as isóbatas de 60 e 80 m a uma distância de aproximadamente 18 km da linha de costa. O talude apresenta largura média entre 80 e 100 km, o declive varia entre  $1^{\circ}$  e  $28^{\circ}$  e a parte superior do talude mostra forte declividade até o intervalo de 400 a 800 m (Leão & Brichta, 1996) (Figura 4).

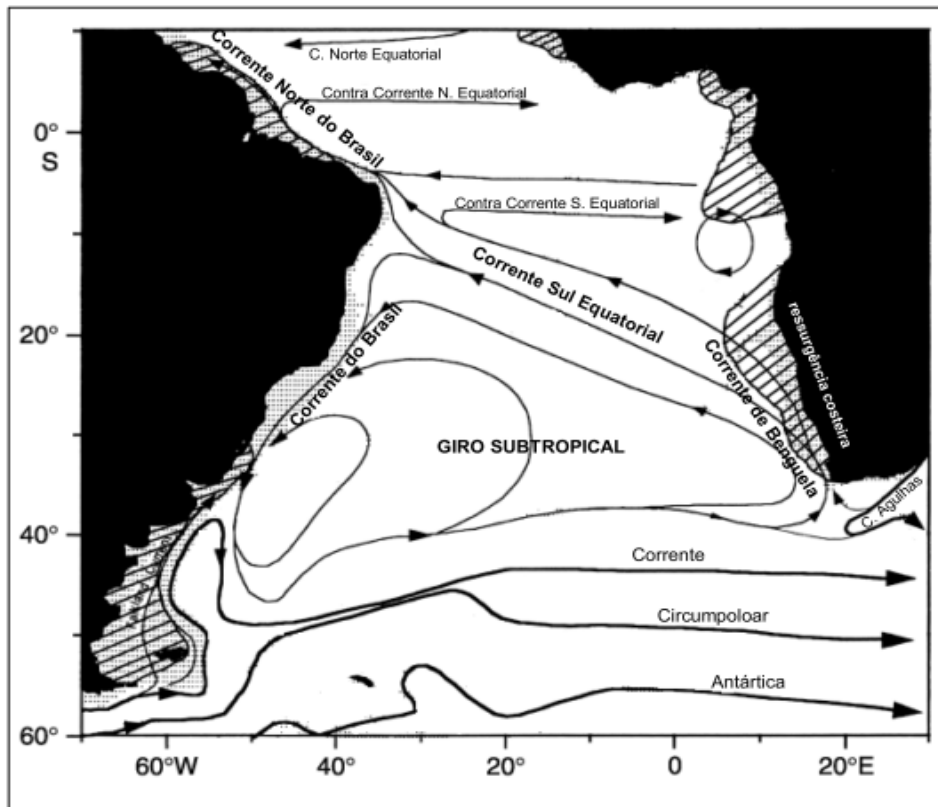


**Figura 4:** Renderização tridimensional da plataforma continental do litoral norte do estado da Bahia, Centro de Recursos Ambientais, CRA (2003)

#### 4. DESCRIÇÃO OCEANOGRÁFICA

O Oceano Atlântico Sul, contém um grande giro anticiclônico, que é limitado meridionalmente pela Corrente do Atlântico Sul em seu limite inferior e a Corrente Sul Equatorial (CSE) em seu limite superior. A borda leste (do oceano Atlântico) é ocupada pela corrente de Benguela e a borda oeste pela Corrente de Contorno denominada corrente do Brasil (CB).

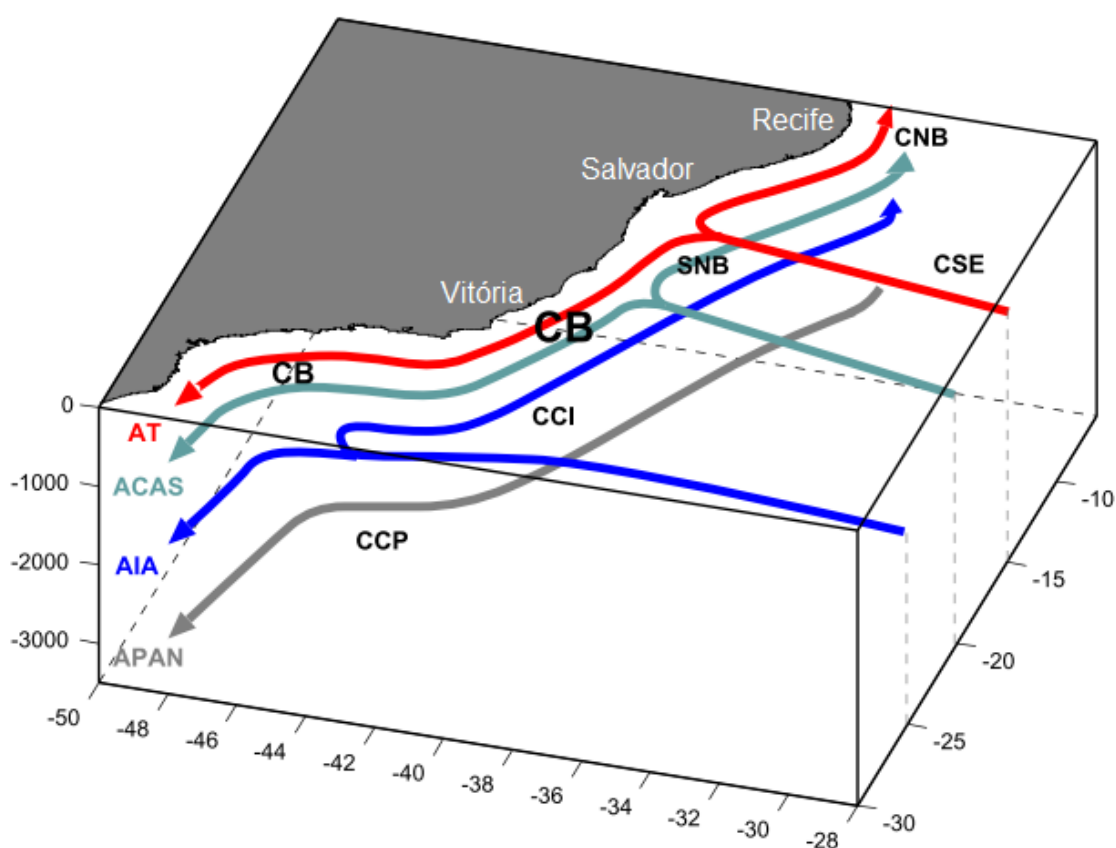
A CSE ao atingir a costa continental brasileira se bifurca formando um sistema formado pela CB, Corrente de Contorno Intermediária (CCI), pela Sub-corrente Norte do Brasil (SNB) e pela Corrente Norte do Brasil (CNB) (Figura 5).



**Figura 5:** Esquema demonstrando a circulação oceânica superficial do Atlântico Sul (modificado de Peterson & Stramma, 1991)

Para simplificar a descrição do escoamento no oceano Atlântico Sul, a porção do oceano sobre a margem continental brasileira foi dividida em camadas: camada de superfície, os primeiros 150 m de coluna de água; a piconclina, entre 150 e 500 m; camada intermediária, entre 500 e 1000 m; e camada profunda que ocupa porções

inferiores a 1500 m. Estes domínios verticais estão associados às principais massas de água do oceano Atlântico Sul, sendo Água Tropical (AT) na superfície, composto pela Corrente do Brasil (CB), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na camada da piconclina, a Água Intermediária Antártica (AIA) na camada intermediária e na camada profunda composta por: Água Circumpolar Superior (ACS), a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) e a Água Circumpolar Inferior (ACI) (Stramma & England, 1999). Entre 1500-3000 m, os movimentos da APAN se dão na forma de um escoamento organizado conhecido como Corrente de Contorno Profunda (CCP), que flui para sul (Figura 6).



**Figura 6:** Síntese de escoamento do sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental brasileira, de acordo com os padrões esquemáticos de grande escala de 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. Profundidade de 0 – 150 m: Camada de superfície; 150 – 500 m: piconclina; 500 – 1000 m: camada intermediária e 1000 – 3000 m: camada profunda

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 Abertura do Testemunho**

O testemunho foi seccionado na sala de Preparação de Laminação Delgadas, localizada no Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. O tubo de PVC contendo o testemunho de sedimentos, com 1,40 m de comprimento e 7 cm de diâmetro, foi colocado em uma base para ficar totalmente preso. Com auxílio de uma serra elétrica foi cortado verticalmente, em dois semi-cilindros, sem atingir o sedimento. Em uma metade foi realizada a descrição macroscópica do sedimento levando-se em consideração as variações de granulometria e coloração. Para determinar a cor do sedimento utilizou-se a Rock-Color Chart da Geological Society of America. O sedimento contido no testemunho foi seccionado transversalmente, com uma lâmina, em intervalos de 10 cm para retirada das amostras de 3 cm de altura. Estas amostras foram armazenadas em frascos identificados contendo a localização e a profundidade da amostra no testemunho. Para uma melhor interpretação as amostras foram numeradas da seguinte forma: Amostra de profundidade 0,10 m (amostra nº 1); amostra 0,20 m (nº 2); amostra 0,30 m (nº 3); amostra 0,40 m (nº 4); amostra 0,50 m (nº 5); amostra 0,60 m (nº 6); amostra 0,70 m (nº 7); amostra 0,80 m (nº 8); amostra 0,90 m (nº 9); amostra 1,00 m (nº 10); amostra 1,10 m (nº 11); amostra 1,20 m (nº 12) e amostra 1,30 m (nº 13).

### **5.2 Preparação das amostras:**

No Laboratório de Estudos Costeiros (LEC), vinculado ao Instituto de Geociências (IGEO) desta universidade (UFBA) as amostras foram pesadas, lavadas em água corrente em peneira com espaçamento de malha 0,062 mm, para não ocorrer perdas de testas, secadas em estufa à temperatura máxima de 45° C e pesadas novamente para calcular a fração de silte e argila das amostras.

### **5.3 Triagem e identificação das espécies de foraminíferos**

As amostras secas foram quarteadas, de acordo com o seu peso, e foram triadas as trezentas primeiras testas inteiras de foraminíferos planctônicos e bentônicos, para calcular o número de foraminíferos bentônicos e o número de foraminíferos planctônicos do total da amostra. Após este procedimento foram triadas mais testas de foraminíferos planctônicos até completar um total de 300 testas de cada amostra para a identificação das espécies. A triagem foi realizada com lupa binocular na sala do Grupo de Estudos de Foraminíferos (GEF/ IGEO/ UFBA) e os exemplares triados foram colados em lâminas de Franke. A classificação sistemática genérica dos planctônicos foi baseada em Loeblich & Tappan (1988), a específica de acordo Sen Gupta (1999) e com diversas publicações recentes.

### **5.4 Coloração e Preservação das Testas**

A coloração das testas foi analisada segundo os padrões de cor utilizados por Leão & Machado (1989), são elas: branca ou incolor, amarela, marrom, preta e mosqueada.

O grau de preservação das testas será avaliado segundo padrões adotados por Cottey & Hallock (1988) onde: normal, refere-se à testas bem preservadas no sedimento; abrasão, a testa que apresenta arranhões, perfurações ou estrias; quebramento, a testa que apresenta depressões de impacto ou câmaras periféricas quebradas; dissolução, a testa com a parte externa dissolvida mostrando estruturas internas das câmaras; misto, quando dois ou mais padrões citados anteriormente forem encontrados em uma mesma testa.

### **5.5 Tratamento de Dados**

Razão Planctônicos e Bentônicos: A razão é usada para reconstruções paleoceanográficas e refere-se ao número de foraminíferos bentônicos em relação ao de planctônicos encontrados na amostra. Isto é possível devido à maior abundância de foraminíferos planctônicos em áreas mais profundas e mais distantes

da costa (Moura & Abreu, 1980 *apud* Carvalho, 2000), (Araújo & Machado, 2008a, b).

Frequência de Ocorrência (%): A frequência de ocorrência (FO) é a relação entre o número de amostras onde a espécie ocorreu (p), e o número total de amostras analisadas (P) (Ab´Saber et al. 1997). Será calculada pela fórmula:

$$FO = \frac{p \times 100}{P}$$

De acordo com os valores obtidos, as espécies podem ser agrupadas nas seguintes categorias (Dajoz, 1983):

- Espécies constantes: presentes em mais de 50% das amostras;
- Espécies acessórias: presentes em 25% a 50% das amostras;
- Espécies acidentais: presentes em menos de 25% das amostras.

Abundância relativa (%): A partir dos dados de abundância absoluta foram realizados cálculos de abundância relativa (AR), que é a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie na amostra (n) e o número total de indivíduos de todas as espécies da amostra (T). Será calculada pela seguinte fórmula:

$$AR = \frac{n \times 100}{T}$$

Com os valores obtidos, as espécies foram separadas em (Dajoz, 1983):

- Espécies Principais: abundância maior que 5%;
- Espécies Acidentais: abundância entre 1% e 5 %;
- Espécies Traços: abundância menor que 1%.

Índice de Riqueza de espécies (R): É a relação entre o número total de espécies (S) e o número total de indivíduos (N) presentes em cada amostra (Clarcke & Warwick 1994). Foi utilizado o índice de Margalef (1958) *apud* Ludwig & Reynoldes (1988) dado pela fórmula:

$$R = \frac{(S-1)}{\log N}$$



Diversidade de Shanon – Wiener (1948) (H'): Este índice considera a abundância relativa (proporção) das espécies na comunidade e a distribuição das espécies em cada amostra e pode ser expresso pela fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \log_2 p_i) \text{ onde } p_i = n_i / N$$

Onde (s) é o número total de espécies, (p<sub>i</sub>) é a proporção de indivíduos da espécie, (n<sub>i</sub>) número de indivíduos de uma determinada espécie e (N) número total de indivíduos da amostra. A unidade utilizada foi o “bit” Pielou (1984) cujo logarítmico é utilizado na base 2.

Índice de Equitatividade (J): É a relação com a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies (Clarcke & Warwick, 1994). Neste trabalho foi utilizado o índice de Pielou (1969), expresso pela fórmula abaixo:

$$J = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Onde H' é a diversidade de espécies, H<sub>max</sub> a diversidade sob condições de máxima equitatividade, expresso como log<sub>2</sub> S, sendo S o número de espécies.

#### Espécies Representativas:

Devido ao grande número de espécies identificadas foram utilizadas para analisar a distribuição dos foraminíferos em subsuperfície apenas os indivíduos constantes, ou seja, as espécies que possuem freqüência de ocorrência maior que 50% que sejam principais ou acessórias, ou seja, que têm abundância relativa maior que 1%, denominadas de espécies representativas.

#### Análises Multivariadas:

A análise de agrupamentos é aplicada na exploração das similaridades entre amostras ou entre as espécies definindo-as em grupos. Foi realizada uma análise de ordenação (MDS) para criar um agrupamento feito entre as amostras, através do programa Paleontological Statistics – PAST (Versão 1.91) e aplicado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, utilizando as espécies representativas. As análises foram

realizadas sob dois diferentes modos: modo-Q (agrupamento entre amostras, segundo as espécies nelas contidas) e modo-R (agrupamento entre espécies).

## 5.6 Bioestratigrafia

Foram identificadas espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas frias e quentes com a finalidade de realizar o biozoneamento do período Quaternário, com a identificação das Zonas Z (Holoceno) e Y (Pleistoceno). Os sedimentos que foram depositados durante episódios glaciais apresentam associação de espécies de foraminíferos típicas de águas frias, enquanto aqueles depositados durante episódios interglaciais apresentam associação de espécies características de águas quentes (Vicalvi, 1999).

As espécies utilizadas para identificação das Zonas e que foram encontradas no testemunho foram as seguintes: plexo *Globorotalia menardii*, que inclui os taxa *G. menardii*, *G. menardii f. fimbriata*, *G. menardii f. tumida*; *G. menardii f. unguolata* e *Globigerinoides ruber*, indicadoras de águas quentes, (Debenay & Redois, 1997; Vicalvi, 1977; Sanjinés, 2006; Araújo & Machado, 2008a); *Globorotalia truncatulinoides* e *Globigerina bulloides* indicadoras de águas frias (Vicalvi & Palma, 1980; Ericson & Wollin, 1968; Araújo & Machado, 2008a).

A variação da abundância absoluta dessas espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadoras ambientais, ao longo do testemunho, foi analisada através de gráficos. Através dessas análises, os intervalos de deposição do testemunho foram relacionados a eventos climáticos que caracterizam as Zonas do período Quaternário.

## 6. RESULTADOS

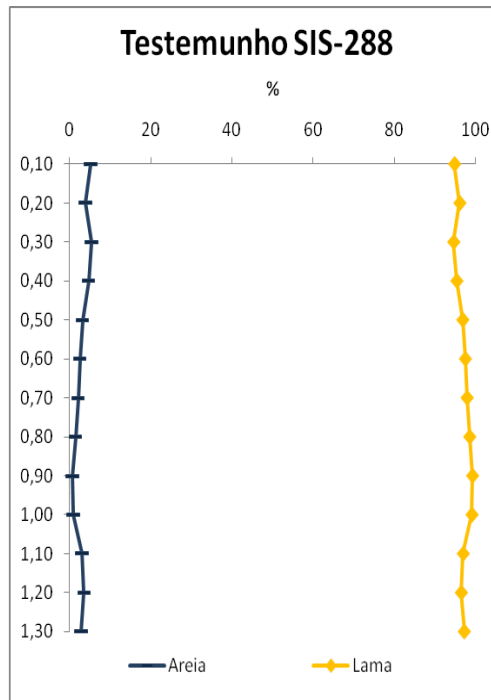
### 6.1 Descrições do Testemunho

O testemunho SIS-288 apresenta em toda sua extensão composição predominantemente lamosa, variando de 99,1% (amostra 10) a 94,7% (amostra 3). Ao longo do testemunho não foram observadas estruturas sedimentares visíveis macroscopicamente (Tabela I) (Figura 7).

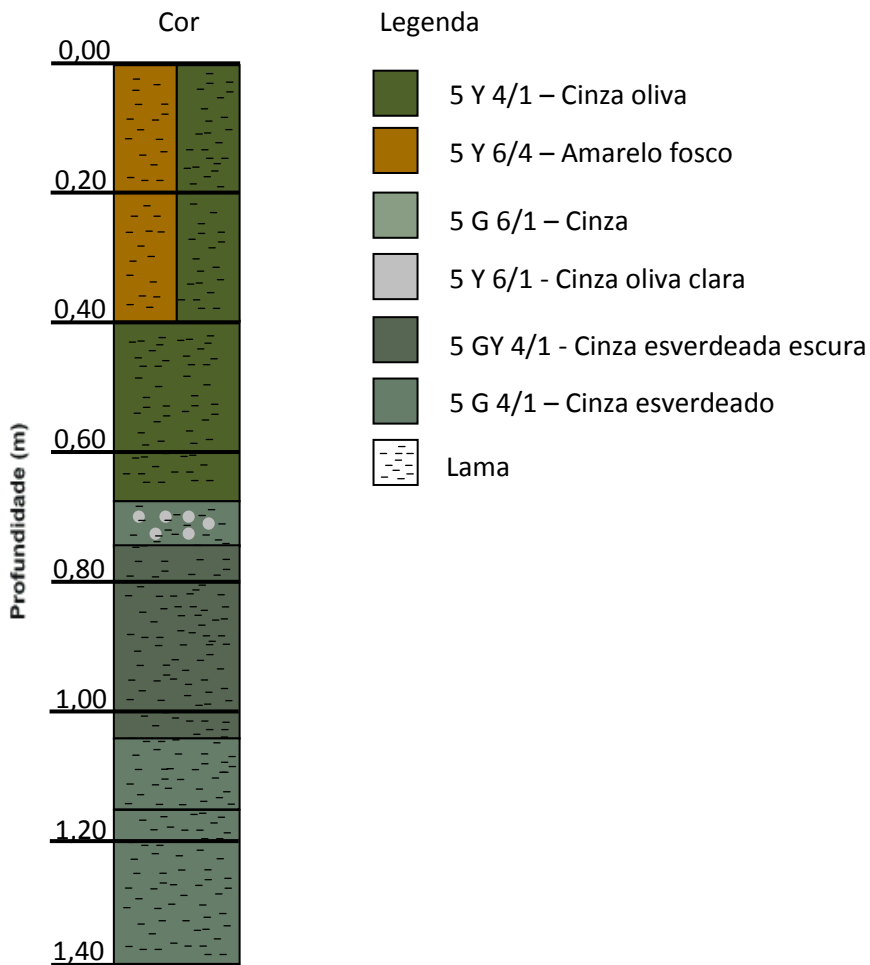
Tabela I: Valores relativos de granulometria do sedimento do testemunho SIS-288. PROF. = profundidade; PROF. Am. = profundidade na seção do testemunho

PROF. Am. (m)	PROF. (m)	Areia (%)	Lama (%)
0,10	1500	5,2	94,8
0,20		3,9	96,1
0,30		5,4	94,6
0,40		4,7	95,3
0,50		3,2	96,8
0,60		2,6	97,4
0,70		2,1	97,9
0,80		1,5	98,5
0,90		0,8	99,2
1,00		0,9	99,1
1,10		3,1	96,9
1,20		3,6	96,4
1,30		2,8	97,2

Da base até 1,05m o sedimento apresenta cor cinza esverdeada escura (5G4/1) e a partir de 1,05m até 0,75m ocorre a cor cinza esverdeada escura (5GY4/1). Entre 0,75m e 0,68m observa-se a cor cinza esverdeada (5G6/1) com estruturas irregulares cinza oliva claro (5Y6/1) passando entre 0,68m e 0,40m para cinza oliva (5Y4/1). A partir de 0,40m até o topo o sedimento apresenta as cores cinza oliva (5Y4/1) e amarelo fosco (5Y6/4) em cada metade longitudinal do testemunho (Figura 8).



**Figura 7:** Percentuais da granulometria presente nas amostras do testemunho SIS-288



**Figura 8:** Diagrama ilustrativo mostrando coloração e granulometria do sedimento ao longo do testemunho SIS-288

## 6.2 Classificação Sistemática

A classificação sistemática genérica dos espécimes foi realizada segundo Loeblich & Tappan (1988), com adaptação à nova classificação apresentada em Sen Gupta (1999). A identificação das espécies foi realizada segundo diversas publicações de foraminíferos recentes. Na lista das espécies além das referências originais e das sinónimas encontradas, constam as referências bibliográficas utilizadas na identificação das mesmas, entre elas: Boltovskoy (1965); Tinoco (1985), Fiquêredo (2000), Morais (2001), Araújo (2004), Araújo & Machado (2008a,b,c); Araújo (2009).

Reino **PROTOCTISTA** Haeckel, 1866

Filo **GRANULORETICULOSA** Margulis, 1999

Classe **FORAMINIFERIDA** Sen Gupta, 1999

Ordem **GLOBIGERININA** Delage & Hérouard, 1896

Superfamília **GLOBOROTALIACEA** Cushman, 1927

Família **GLOBOROTALIIDAE** Cushman, 1927

Gênero **Globorotalia** Cushman, 1927

***Globorotalia crassaformis*** (Galloway et Wissler, 1927)

*Globorotalia crassaformis* (Galloway et Wissler) – Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004); (Araújo & Machado, 2008a).

***Globorotalia hirsuta*** (d'Orbigny, 1839)

*Globorotalia hirsuta* (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Carvalho (1980); Machado (1981); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globorotalia inflata*** (d'Orbigny, 1839)

*Globorotalia inflata* (d'Orbigny) - Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1969); Stainforth (1975); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globorotalia menardii*** (d'Orbigny, 1826)

*Globorotalia menardii menardii* (d'Orbigny) – Rossi (1999).

*Globorotalia menardii* (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a); Araújo (2009).

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

*Globorotalia menardi* (d'Orbigny) forma *fimbriata* (Brady) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Carvalho (1980); Machado (1981); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

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

*Globorotalia menardii* (d'Orbigny) forma *tumida* (Brady) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Tinoco (1985), Carvalho (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Rossi (1999); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

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

*Globorotalia menardii* (d'Orbigny) forma *ungulata* Bermudéz – Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globorotalia truncatulinoides*** (d'Orbigny, 1839)

*Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Cifeli (1965); Carvalho (1980); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figuerêdo (2000); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

***Globorotalia anfracta*** Parker (1962)

*Globorotalia anfracta* (Parker) - Tinoco (1985)

Família **PULLENIATINIDAE** Cushman, 1927

Gênero ***Pulleniatina*** Cushman, 1927

***Pulleniatina obliquiloculata*** (Parker & Jones, 1862)

*Pulleniatina obliquiloculata* (Parker & Jones) - Boltovskoy (1959); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

Família **CANDEINIDAE** Cushman, 1927

Subfamília **GLOBIGERINITINAE** Bermúdez, 1961

Gênero ***Globigerinita*** Brönnimam, 1951

***Globigerinita glutinata*** (Egger, 1893)

*Globigerinita glutinata* (Egger) – Boltovskoy (1969); Cifeli (1965); Jones (1971); Machado (1981); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

***Globigerinita iota*** Parker, 1962

*Globigerinita iota* Parker – Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

Subfamília **CANDEININAE** Cushman, 1927

Gênero ***Candeina*** d'Orbigny, 1839

***Candeina nitida*** d'Orbigny, 1839

*Candeina nitida* d'Orbigny - Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

Superfamília **GLOBIGERINACEA** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Família **GLOBIGERINIDAE** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Subfamília **GLOBIGERININAE** Carpenter, Parker & Jones, 1862

Gênero ***Globigerinoides*** Cushman, 1927

***Globigerinoides conglobatus*** (Brady, 1879)

*Globigerinoides conglobata* (Brady) – Boltovskoy (1959); Barker (1960).  
*Globigerinoides conglobatus* (Brady) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1969); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Carvalho (1980);



Machado (1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Rossi (1999); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerinoides elongatus*** (d'Orbigny, 1826)

*Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny) - Bermudez (1961); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerinoides quadrilobatus*** (d'Orbigny, 1846)

*Globigerinoides quadrilobatus* (d'Orbigny) – Tinoco (1985); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerinoides ruber*** (d'Orbigny, 1839)

*Globigerinoides rubra* (d'Orbigny) – Boltovskoy (1959); Barker (1960); Araújo, (2003).

*Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) – Bermudez (1961); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Carvalho (1980); Machado (1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Ross (1999); Figuerêdo (2000); Moraes (2001); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b); Araújo (2009).

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

*Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) f. *pyramidalis* (van den Broeck) - Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Bermudez (1961); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Rossi (1999); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

***Globigerinoides saculifer* (Brady, 1877)**

*Globigerinoides saculifera* (Brady) – Barker (1960); Boltovskoy (1959).

*Globigerinoides trilobus* (Reuss) forma *saculifera* (Brady) - Boltovskoy (1969); Rossi (1999).

*Globigerinoides saculifer* (Brady) – Boltovskoy (1962); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figuerêdo (2000); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a); Araújo (2009).

***Globigerinoides sp. A***

***Globigerinoides trilobus* (Reuss, 1850)**

*Globigerinoides trilobus trilobus* (Reuss) - Rossi (1999).

*Globigerinoides trilobus* (Reuss) – Tinoco (1980); Tinoco (1985); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Jones (1971); Machado (1981); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figuerêdo (2000); Moraes (2001); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

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

***Globigerina bulloides*** d'Orbigny, 1826

*Globigerina bulloides* d'Orbigny – Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1969); Barker (1960); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Loeblich & Tappan (1988); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figuerêdo (2000); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b); Araújo (2009).

***Globigerina calida*** Parker, 1962

*Globigerina calida* Parker - Boltovskoy (1969); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerina conglomerata*** Schwager, 1866

*Globigerina bulloides* forma *conglomerata* Schwager - Cifeli (1965); Boltovskoy (1962).

*Globigerina conglomerata* Schwager – Barker (1960); Boltovskoy (1969); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerina dutertrei*** (d'Orbigny, 1839)

*Globigerina dutertrei* (d'Orbigny) – Bermudez (1961); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Jones (1971); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

***Globigerina eggeri*** Rhumbler, 1901

*Globigerina dutertrei* (d'Orbigny) forma *eggeri* Rhumbler – Tinoco (1959).

*Globigerina eggeri* Rumbler – Barker (1960); Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Carvalho (1980); Araújo (2004); Araújo (2008a,b).

***Globigerina sp. A***

***Globigerina inflata*** d'Orbigny, 1839

*Globigerina inflata* d'Orbigny – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Barker (1960); Cifeli (1965); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

***Globigerina pachyderma*** (Ehrenberg, 1861)

*Globigerina pachyderma* (Ehrenberg) - Barker (1960); Boltovskoy (1969); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerina pachyderma*** (Ehrenberg) forma ***superficiaria*** Boltovskoy, 1969

*Globigerina pachyderma* (Ehrenberg) forma *superficiaria* Boltovskoy – Boltovskoy (1969); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

***Globigerina quinqueloba*** Natland, 1938

*Globigerina quinqueloba* Natland - Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b).

Gênero ***Globigerinella*** Cushman, 1927

***Globigerinella aequilateralis*** (Brady, 1879)

*Globigerinella aequilateralis* (Brady) – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado (1981); Andrade (1997); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

Subfamília **ORBULININAE** Schultze, 1854

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

***Biorbulina bilobata*** (d'Orbigny), 1846

*Biorbulina bilobata* (d'Orbigny) – Tinoco (1980); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a).

Gênero ***Orbulina***

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

*Orbulina universa* d'Orbigny – Boltovskoy (1959); Boltovskoy (1962); Boltovskoy (1969); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Tinoco (1980); Tinoco (1985); Machado

(1981); Machado (1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figuerêdo (2000); Araújo (2004); Araújo & Machado (2008a,b); Araújo (2009).

### 6.3 Cor e Grau de Preservação das Testas

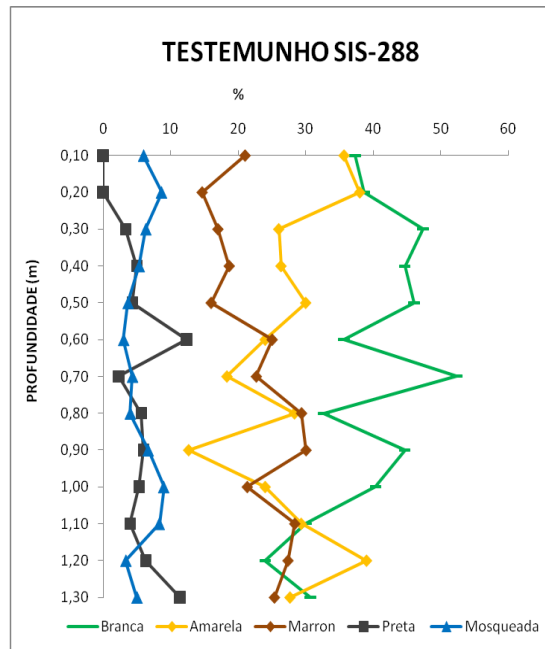
No testemunho SIS-288 os percentuais de grãos de foraminíferos amarelos variam de 12,67 a 39,00 % (amostras 9 e 12); de grãos brancos variam de 24,00 a 52,33 % (amostras 12 e 7); de grãos marrons variam de 14,67 a 30,00 % (amostras 2 e 9); de grãos mosqueados variam de 3 a 9 % (amostras 6 e 10); e os grãos pretos variam de 0,00 % a 12,33 % (amostras 1; 2 e 6). Observa-se predominância de grãos brancos, amarelos e seguidos de grãos marrons (Figura 9) (Tabela II).

Tabela II: Valores absolutos e relativos da coloração das testas dos foraminíferos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa

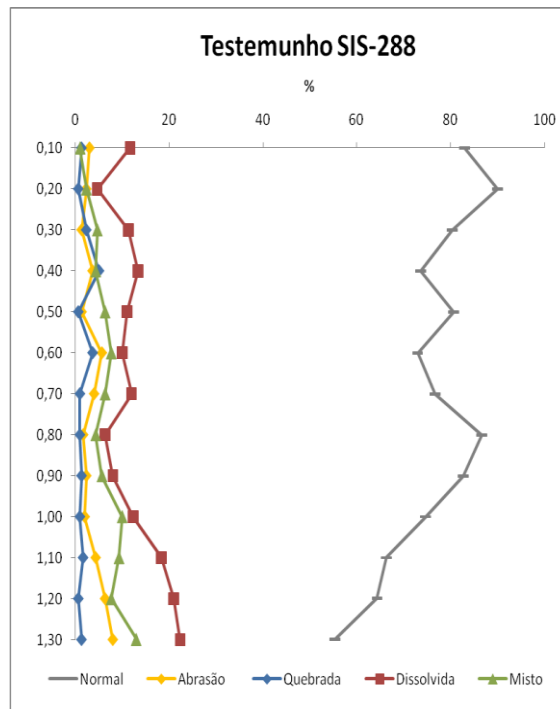
COLORAÇÃO	Branca		Amarela		Marron		Preta		Mosqueada	
	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%
<b>Prof. Am (m)</b>										
0,10	112	37,33	107	35,67	63	21,00	0	0,00	18	6,00
0,20	116	38,67	114	38,00	44	14,67	0	0,00	26	8,67
0,30	142	47,33	78	26,00	51	17,00	10	3,33	19	6,33
0,40	134	44,67	79	26,33	56	18,67	15	5,00	16	5,33
0,50	138	46,00	90	30,00	48	16,00	13	4,33	11	3,67
0,60	107	35,67	72	24,00	75	25,00	37	12,33	9	3,00
0,70	157	52,33	55	18,33	68	22,67	7	2,33	13	4,33
0,80	98	32,67	85	28,33	88	29,33	17	5,67	12	4,00
0,90	134	44,67	38	12,67	90	30,00	18	6,00	20	6,67
1,00	121	40,33	72	24,00	64	21,33	16	5,33	27	9,00
1,10	90	30,00	88	29,33	85	28,33	12	4,00	25	8,33
1,20	72	24,00	117	39,00	82	27,33	19	6,33	10	3,33
1,30	92	30,67	83	27,67	76	25,33	34	11,33	15	5,00

Nas amostras do testemunho SIS-288 os percentuais de foraminíferos normais variam de 55,33 a 90,00 % (amostras 13 e 2); com sinais de dissolução variam de 4,67 a 22,33 % (amostras 2 e 13); quebrados variam de 0,67 a 5,00 % (amostras 2;

5; 12 e 4); com sinais de abrasão variam de 1,33 % a 8,00 % (amostras 3; 5 e 13) e com padrões mistos variam de 1,00 a 13,00% (amostras 1 e 13). As testas de foraminíferos normais prevalecem em todas as amostras deste testemunho, seguidos dos grãos dissolvidos (Figura 10) (Tabela III).



**Figura 9:** Percentuais dos tipos de testas coloridas presentes nas amostras do testemunho SIS-288



**Figura 10:** Percentuais dos tipos de testas de foraminíferos quanto ao seu estado de preservação, presentes nas amostras do sedimento do testemunho SIS-288

Tabela III: Valores absolutos e relativos da preservação dos foraminíferos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa

PRESERVAÇÃO	Normal		Abrasão		Quebrada		Dissolvida		Misto		
	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%	AB	AR%	
<b>Prof. Am. (m)</b>											
0,10	249	83,00	9	3,00	4	1,33	35	11,67	3	1,00	
0,20	270	90,00	7	2,33	2	0,67	14	4,67	7	2,33	
0,30	241	80,33	4	1,33	7	2,33	34	11,33	14	4,67	
0,40	221	73,67	11	3,67	15	5,00	40	13,33	13	4,33	
0,50	242	80,67	4	1,33	2	0,67	33	11,00	19	6,33	
0,60	219	73,00	17	5,67	11	3,67	30	10,00	23	7,67	
0,70	230	76,67	12	4,00	3	1,00	36	12,00	19	6,33	
0,80	260	86,67	5	1,67	3	1,00	19	6,33	13	4,33	
0,90	248	82,67	7	2,33	4	1,33	24	8,00	17	5,67	
1,00	224	74,67	6	2,00	3	1,00	37	12,33	30	10,00	
1,10	199	66,33	13	4,33	5	1,67	55	18,33	28	9,33	
1,20	193	64,33	19	6,33	2	0,67	63	21,00	23	7,67	
1,30	166	55,33	24	8,00	4	1,33	67	22,33	39	13,00	

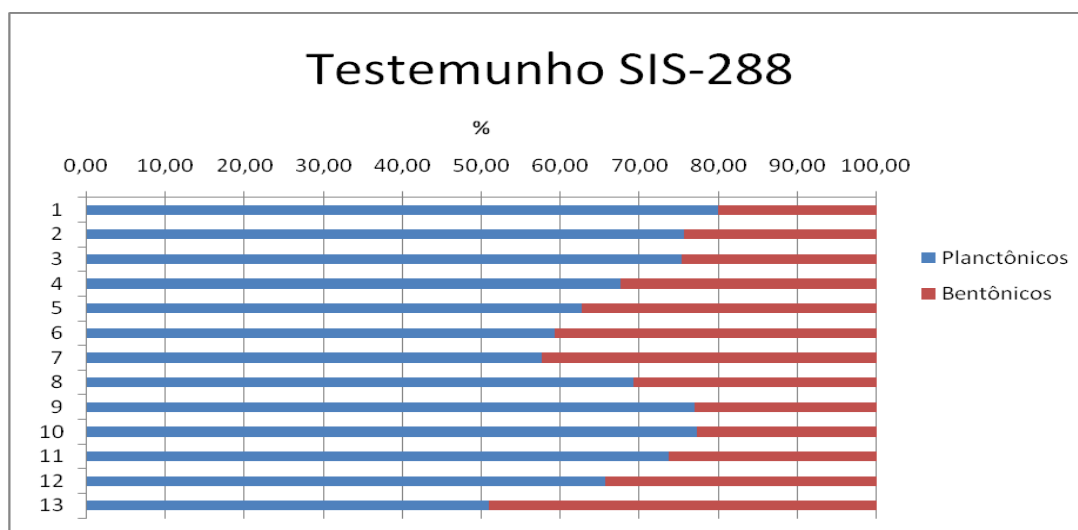
## 6.4 Análise Estatística

Nas 13 amostras do testemunho, foram selecionadas 5123 testas de foraminíferos bentônicos e planctônicos para cálculo da razão bentônico/planctônico e 3900 testas de foraminíferos planctônicos para identificação das espécies. Foram identificadas 31 espécies planctônicas.

### 6.4.1 Razão Planctônicos e Bentônicos

A partir do resultado da fauna total de foraminíferos em cada amostragem foi possível obter o gráfico da razão entre os hábitos planctônicos e bentônicos (Figura 11). Esse gráfico expressa a porcentagem de foraminíferos planctônicos em relação à de foraminíferos bentônicos, indicando uma maior ou menor ocorrência desses organismos sobre a população total. Os foraminíferos planctônicos predominam sobre os bentônicos ao longo de todo o testemunho. A partir da amostra de 0,90 m

(77,00%) ocorre uma queda da razão de planctônicos até a amostra de 0,70 m (57,67%) voltando a aumentar da amostra 0,60 m (59,33%) até a amostra 0,10 m (80,00%) (Tabela IV). Na base do testemunho observam-se valores mais próximos entre esses hábitos (51,00% planctônicos e 49,00% bentônicos).



**Figura 11:** Razão de foraminíferos planctônicos e bentônicos ao longo do testemunho SIS-288

Tabela IV: Valores absolutos e relativos dos foraminíferos planctônicos e bentônicos do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância absoluta; AR = Abundância relativa

HÁBITO	Planctônico		Bentônico		
	FREQUÊNCIA	AB	AR%	AB	AR%
Prof. Am (m)					
0,10	240	80,00	60	20,00	
0,20	227	75,67	73	24,33	
0,30	226	75,33	74	24,67	
0,40	203	67,67	97	32,33	
0,50	188	62,67	112	37,33	
0,60	178	59,33	122	40,67	
0,70	173	57,67	127	42,33	
0,80	208	69,33	92	30,67	
0,90	231	77,00	69	23,00	
1,00	232	77,33	68	22,67	
1,10	221	73,67	79	26,33	
1,20	197	65,67	103	34,33	
1,30	153	51,00	147	49,00	



#### 6.4.2 Frequência de Ocorrência de Foraminíferos

Segundo os cálculos da frequência de ocorrência, 22 espécies (70,97 % das espécies) estão presentes em mais de 50 % das amostras e são classificadas como constantes, 2 espécies (6,45 % das espécies) aparecem entre 25 a 50 % das amostras, sendo classificadas como acessórias e 7 espécies (22,58 % das espécies) ocorrem em menos de 25 % das amostras e são classificadas como acidentais (Tabela VI).

Das 22 espécies constantes, 9 estão presentes em 100% das amostras, são elas: *Candeina nítida*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina calida*, *Globigerina dutertrei*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides trilobus*.

As espécies constantes que estão presentes em menos de 100% das amostras são: *Globigerina conglomerata*, *Globigerina eggeri*, *Globigerina hexagona*, *Globigerina quinqueloba*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides quadrilobatus*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globorotalia hirsuta*, *Globorotalia menardii f. tumida*, *Globorotalia menardii f. unguolata*, *Globorotalia menardii menardii*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Orbulina universa* e variam de 53,85% a 92,31% das amostras.

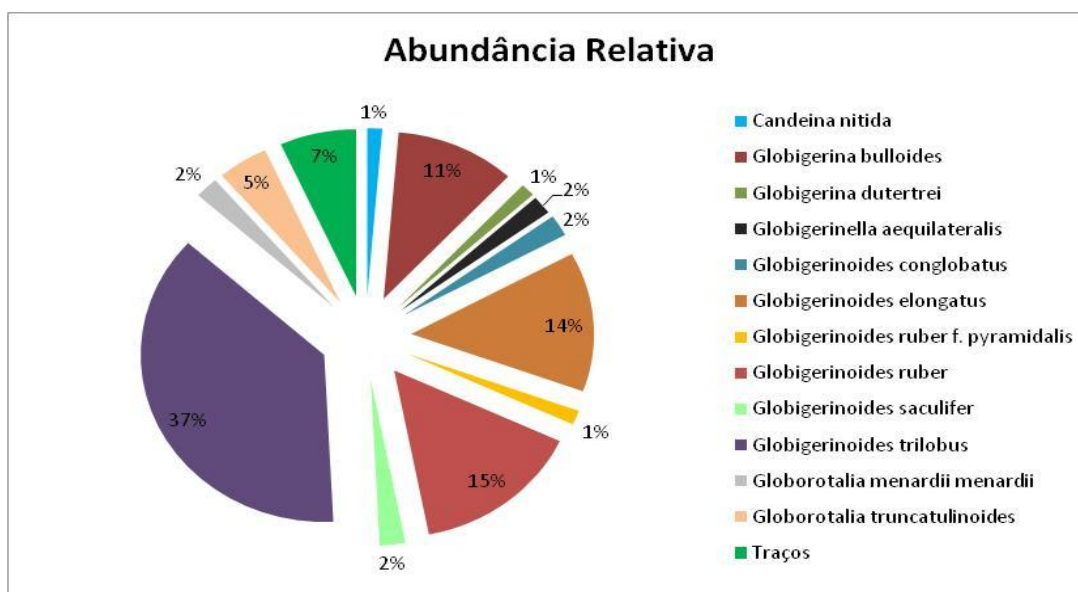
*Globorotalia inflata* e *Pulleniatina obliquiloculata* com uma frequência de 46,15% e 38,46% respectivamente, são as únicas espécies acessórias presentes no testemunho.

As espécies acidentais variam de 7,69 a 23,08% das amostras, são elas: *Borbulina bilobata*, *Globigerina pachyderma f. superficialis*, *Globigerina pachyderma f. typica*, *Globorotalia anfracta*, *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia menardii f. fimbriata*.

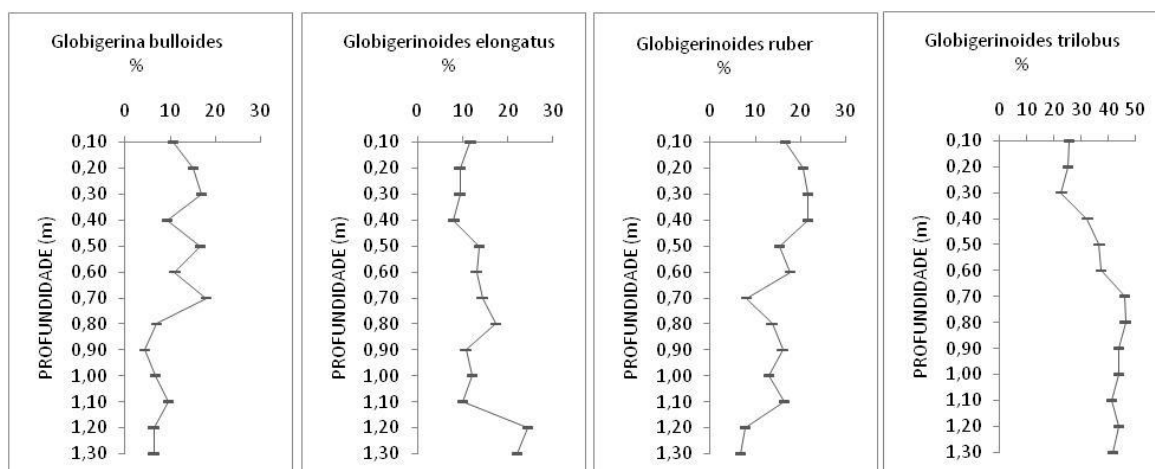
#### 6.4.3 Abundâncias Absoluta e Relativa de Foraminíferos

Nas 13 amostras do testemunho SIS-288, foram identificadas 31 espécies, sendo 4 espécies principais (12,90%): *Globigerinoides trilobus* (37,46%), *Globigerinoides ruber* (15%), *Globigerinoides elongatus* (13,51%) e *Globigerina bulloides* (10,62%); Oito espécies são acessórias (25,81%): *Globorotalia truncatulinoides* (4,49%), *Globigerinoides saculifer* (2,26%), *Globigerinoides conglobatus* (2,08%), *Globorotalia menardii* (2,08%), *Globigerinella aequilateralis* (1,79%), *Globigerinoides ruber f.*

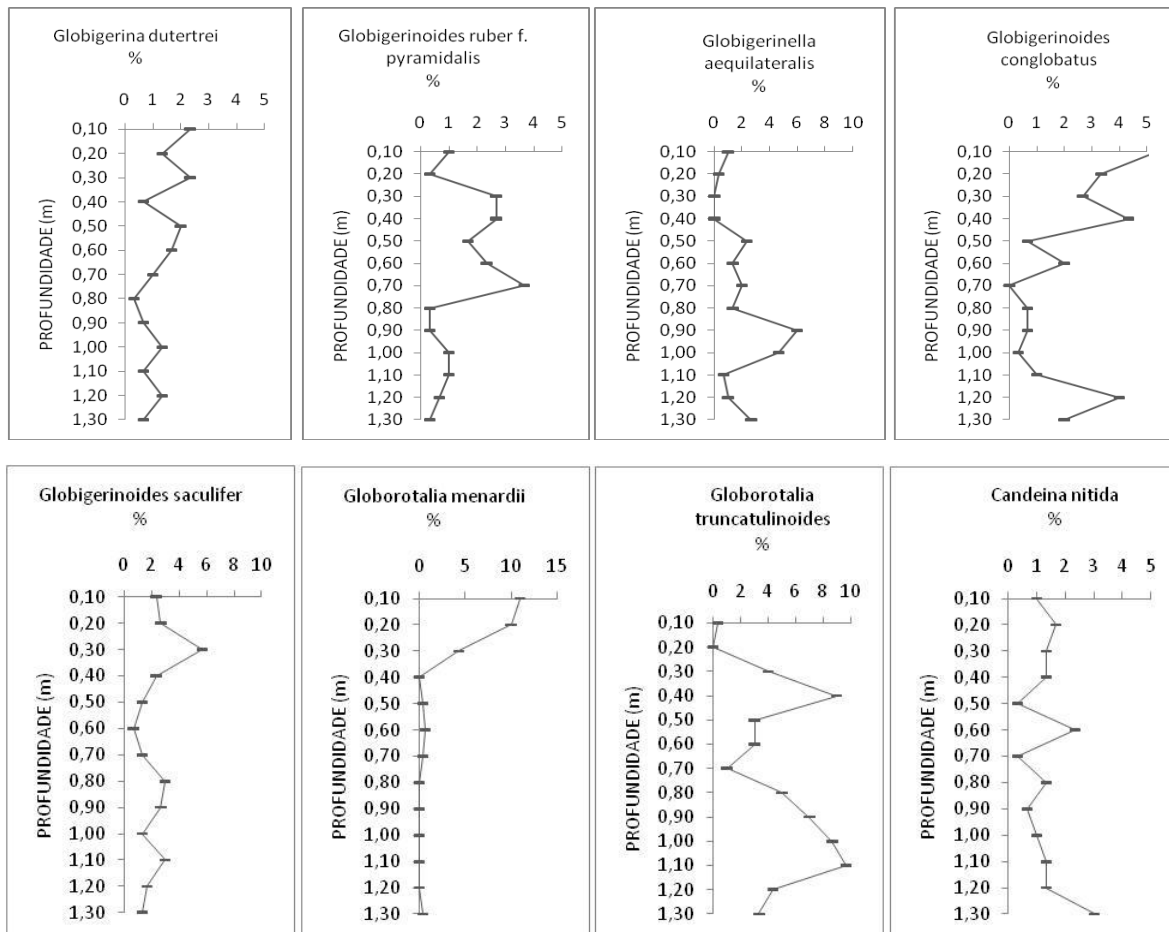
*pyramidalis* (1,38%), *Candeina nitida* (1,31%), *Globigerina dutertrei* (1,26%); e 19 espécies são traços (61,29%) (Figuras 12, 13 e 14) (Tabela VI).



**Figura 12:** Abundância relativa das espécies de foraminíferos no Testemunho SIS-288



**Figura 13:** Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS-288



**Figura 14:** Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SIS-288

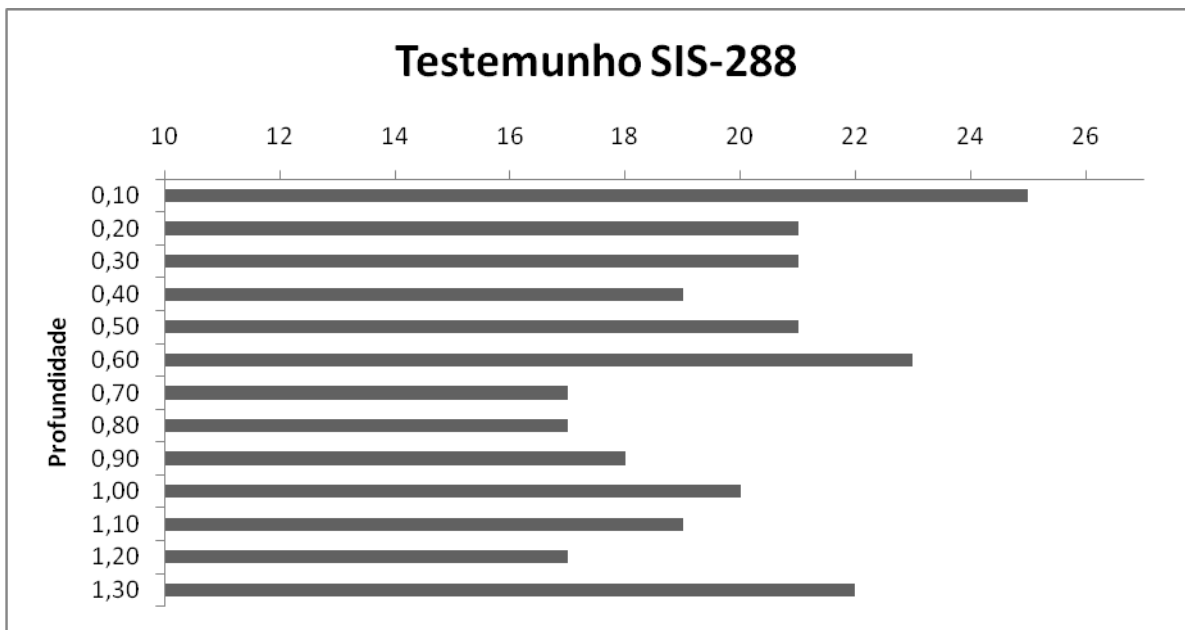
Para análise dos dados de abundância ao longo do testemunho, foram utilizadas apenas as espécies principais, ou seja, abundância relativa maior que 5% em cada amostra.

A amostra 13 (1,30m) tem como principais espécies: *Globigerinoides trilobus* (41,67%), *Globigerinoides elongatus* (22,00%), *Globigerinoides ruber* (6,67%) e *Globigerina bulloides* (6,33%). A amostra 12 (1,20m): *Globigerinoides trilobus* (44,00%), *Globigerinoides elongatus* (24,33%), *Globigerinoides ruber* (7,67%) e *Globigerina bulloides* (6,33%). A amostra 11 (1,10 m) *Globigerinoides trilobus* (41,33%), *Globigerinoides ruber* (16,33%), *Globigerinoides elongatus* (10,00%), *Globigerina bulloides* (9,67%) e *Globorotalia truncatulinoides* (9,67%). A amostra 10 (1,00m): *Globigerinoides trilobus* (44,00%), *Globigerinoides ruber* (13,00%), *Globigerinoides elongatus* (12,00%), *Globorotalia truncatulinoides* (8,67%) e

*Globigerina bulloides* (6,67%). A amostra 9 (0,90m): *Globigerinoides trilobus* (44,00%), *Globigerinoides ruber* (16,00%), *Globigerinoides elongatus* (10,67%), *Globorotalia truncatulinoides* (7,00%) e *Globigerinella aequilateralis* (6,00%). A amostra 8 (0,80m): *Globigerinoides trilobus* (46,33%), *Globigerinoides elongatus* (17,33%), *Globigerinoides ruber* (13,67%), *Globigerina bulloides* (7,00%) e *Globorotalia truncatulinoides* (5,00%). A amostra 7 (0,70m): *Globigerinoides trilobus* (46,00%), *Globigerina bulloides* (18,00%), *Globigerinoides elongatus* (14,33%) e *Globigerinoides ruber* (8,00%). A amostra 6 (0,60m): *Globigerinoides trilobus* (37,33%), *Globigerinoides ruber* (17,67%), *Globigerinoides elongatus* (13,00%) e *Globigerina bulloides* (11,00%). A amostra 5 (0,50m): *Globigerinoides trilobus* (36,67%), *Globigerina bulloides* (16,67%), *Globigerinoides elongatus* (13,67%) e *Globigerinoides ruber* (15,33%). A amostra 4 (0,40m): *Globigerinoides trilobus* (32,33%), *Globigerinoides ruber* (21,67%), *Globigerina bulloides* (9,33%), *Globorotalia truncatulinoides* (9,00%) e *Globigerinoides elongatus* (8,00%). A amostra 3 (0,30m): *Globigerinoides trilobus* (22,67%), *Globigerinoides ruber* (21,76%), *Globigerina bulloides* (17,00%), *Globigerinoides elongatus* (9,33%) e *Globigerinoides saculifer* (5,67%). A amostra 2 (0,20m): *Globigerinoides trilobus* (25,00%), *Globigerinoides ruber* (20,67%), *Globigerina bulloides* (15,00%), *Globorotalia menardii* (10,00%), *Globigerinoides elongatus* (9,33%). A amostra 1 (0,10m): *Globigerinoides trilobus* (25,67%), *Globigerinoides ruber* (16,67%), *Globigerinoides elongatus* (11,67%), *Globorotalia menardii* (11,00%), *Globigerina bulloides* (10,67%) e *Globigerinoides conglobatus* (5,33%).

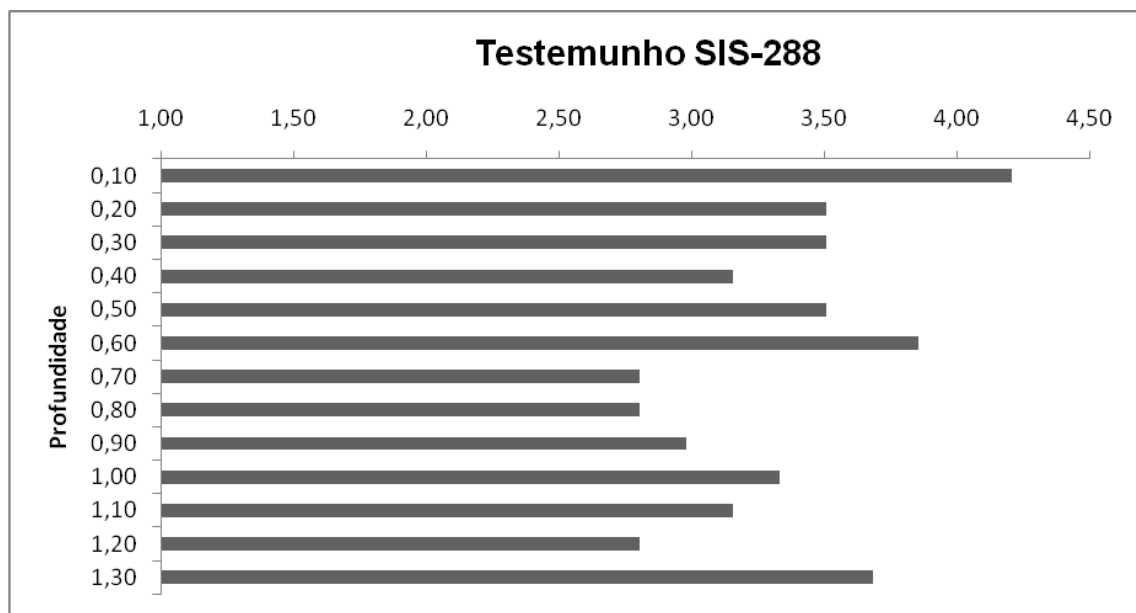
#### **6.4.4 Número de Espécies, Índices de Riqueza, Diversidade e Equitatividade**

O testemunho SIS-288 apresenta o maior número de espécies na amostra 1 (0,10m) com 25 espécies e o menor número de espécies nas amostras 7 (0,70m), 8 (0,80m) e 12 (1,20m) com 17 espécies. A distribuição completa encontra-se na Figura 15 e na Tabela V.



**Figura 15:** Número de espécies de foraminíferos presentes nas amostras de sedimento do testemunho SIS-288

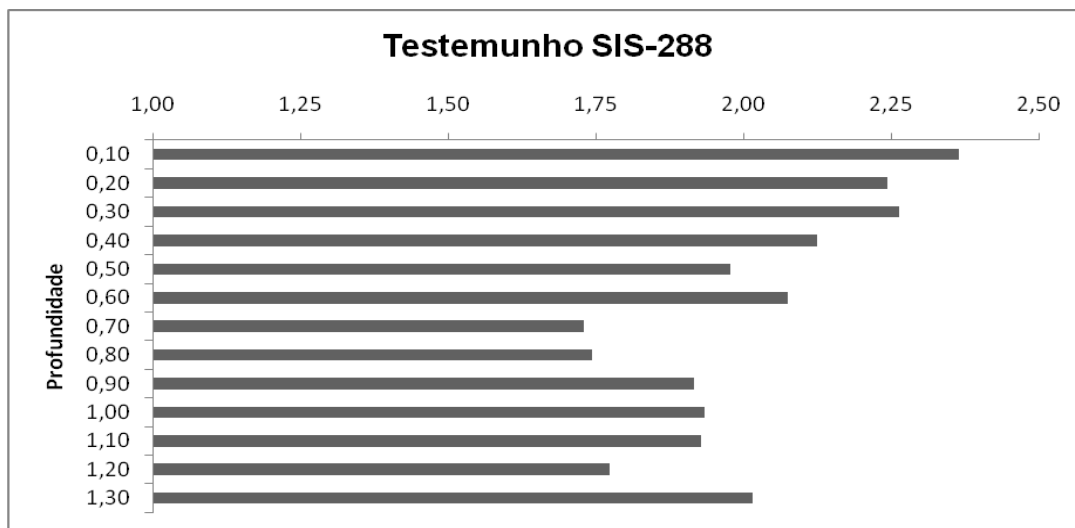
O índice de riqueza varia da seguinte forma: o maior valor na amostra 1 (0,10m) com  $R= 4,21$  e o menor valor nas amostras 7 (0,70m), 8 (0,80m) e 12 (1,20m) com  $R= 2,81$  (Figura 16) (Tabela V).



**Figura 16:** Índice de Riqueza (R) das amostras do sedimento do testemunho SIS-288

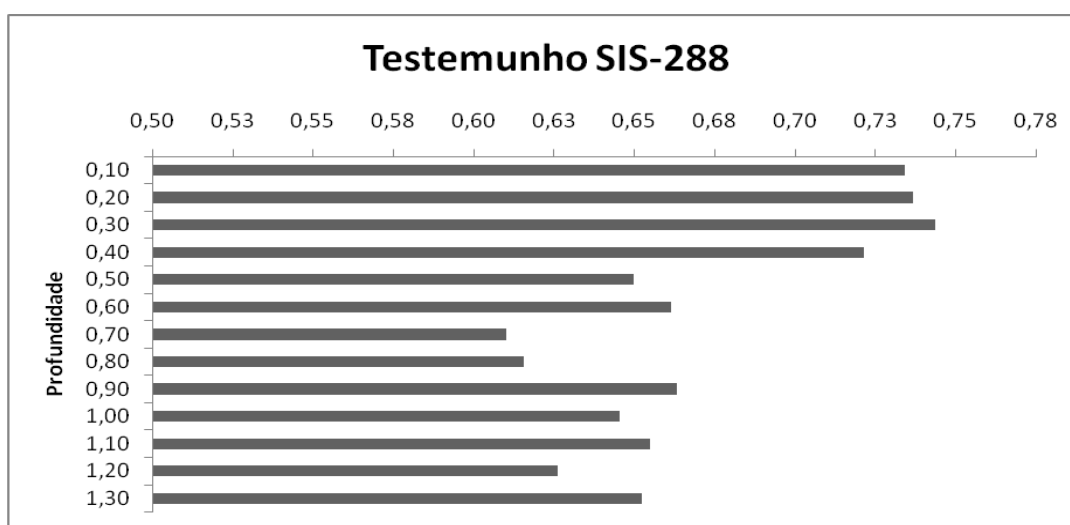
A amostra que apresenta o maior índice de diversidade é a amostra 1 (0,10m)  $H=2,36$ ; seguidos pela amostra 3 (0,30m)  $H=2,26$ ; 2 (0,20m)  $H=2,24$ ; 4 (0,40m)  $H=2,12$ ; amostra 6 (0,60m)  $H=2,07$ ; amostra 13 (1,30m)  $H=2,02$ ; amostra 5 (0,50m)

1,98; amostra 10 (1,00m) e 11 H=1,93; amostra 9 (0,90m) H=1,92; amostra 12 (1,20m) H=1,77; amostra 8 (0,80m) H=1,74 e amostra 7 (0,70m) H= 1,73 (Figura 17) (Tabela V).



**Figura 17:** Índice de Diversidade (H´) das amostras do sedimento do testemunho SIS-288

Todas as amostras apresentam índice de equitatividade acima de 60% e 4 amostras apresentam índice maior que 70%, apresentando as seguintes variações, em ordem decrescente: amostras 2 (0,20m) e 3 (0,30m) J=0,74; amostra 1 (0,10m) J=0,73; amostra 4 (0,40m) J=0,72; amostra 6 (0,60m), 9 (0,90m) e 11(1,10m) J= 0,66; amostras 5 (0,50m), 10 (1,00m) e 13 (1,30m) J=0,65; amostra 12 (1,20m) J=0,63, amostra 8 (0,80m) J=0,62 e amostra 7 (0,70m) J=0,61 (Figura 18) (Tabela V).



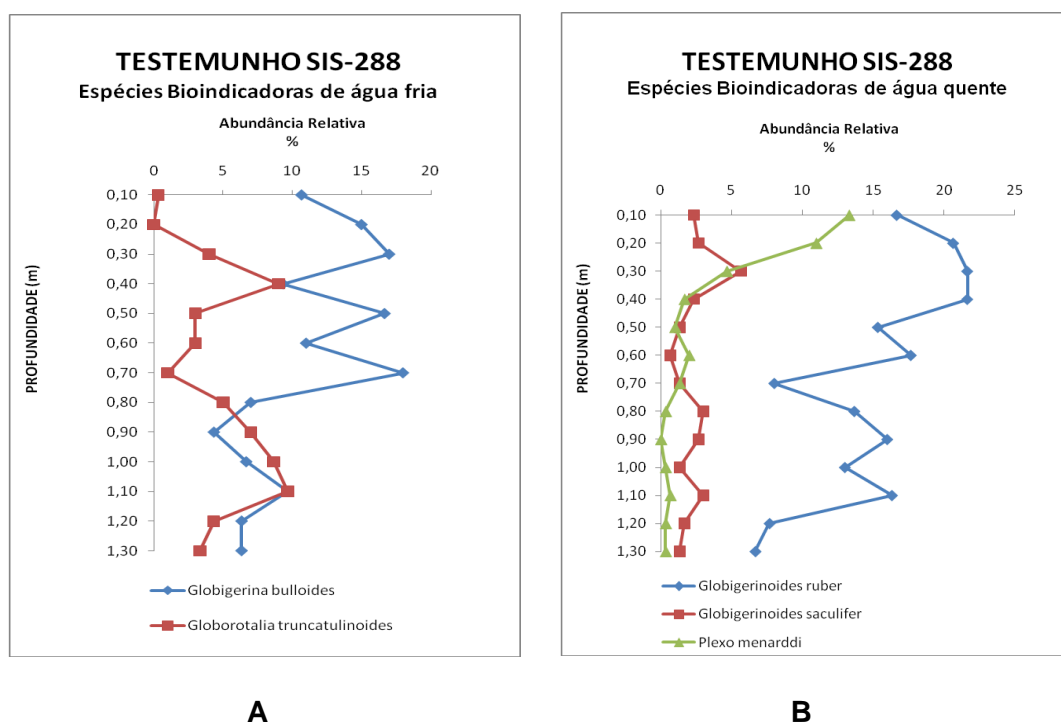
**Figura 18:** Índice de Equitatividade das amostras do sedimento do Testemunho SIS-288

Tabela V: Dados sobre número de espécies (NE), Índices de Diversidade ( $H'$ ), riqueza (R) e equitatividade (J) ao longo de testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho

Prof. Am. (m)	NE	$H'$	R	J
0,10	25	2,36	4,21	0,73
0,20	21	2,24	3,51	0,74
0,30	21	2,26	3,51	0,74
0,40	19	2,12	3,16	0,72
0,50	21	1,98	3,51	0,65
0,60	23	2,07	3,86	0,66
0,70	17	1,73	2,81	0,61
0,80	17	1,74	2,81	0,62
0,90	18	1,92	2,98	0,66
1,00	20	1,93	3,33	0,65
1,10	19	1,93	3,16	0,66
1,20	17	1,77	2,81	0,63
1,30	22	2,02	3,68	0,65

## 6.5. Zoneamento Bioestratigráfico

Espécies pertencentes ao Holoceno e Pleistoceno, utilizadas no zoneamento bioestratigráfico realizado por Vicalvi (1999) a partir de Ericson e Wollin (1968), foram encontradas no testemunho SIS-288 (Figuras 19 A e B).

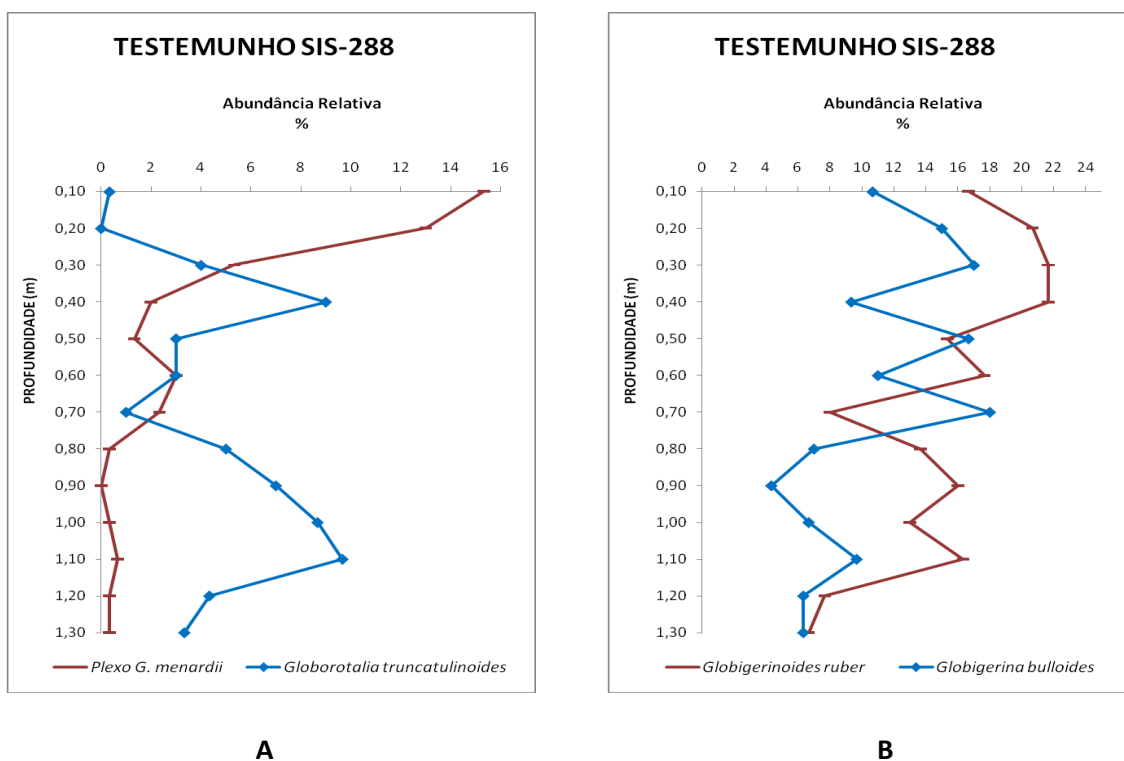


**Figura 19. A:** Abundância relativa das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadoras de massas de águas frias. **B:** Abundância relativa das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadoras de massas de águas quentes

O plexo *Globorotalia menardii* apresenta a seguinte abundância relativa ao longo do testemunho SIS-288, em ordem decrescente: amostra 1 (15,00%); amostra 2 (13,00%); amostra 3 (5,33%); amostra 6 (3,00%); amostra 7 (2,33); amostra 4 (2,00%); amostra 5 (1,33%); amostra 11 (0,67%); amostras 13, 12, 10 (0,33%) e na amostra 9 está ausente (Figura 20 A) (Tabela VII).

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* apresenta a seguinte distribuição, em ordem decrescente: Amostra 11 (9,67%); amostra 4 (9,00%); amostra 10 (8,67%); amostra 9 (7,00%); amostra 8 (5,00%); amostra 12 (4,33%); amostra 3 (4,00%); amostras 6 e 5 (3,00%); amostra 7 (1,00%); amostra 1 (0,33%) e na amostra 2 está ausente (Figura 20 A) (Tabela VII).





**Figura 20:** **A:** Abundância relativa da espécie *Globorotalia truncatulinoides* e do plexo *G. menardii*. **B:** Abundância relativa das espécies *G. ruber* e *G. bulloides*

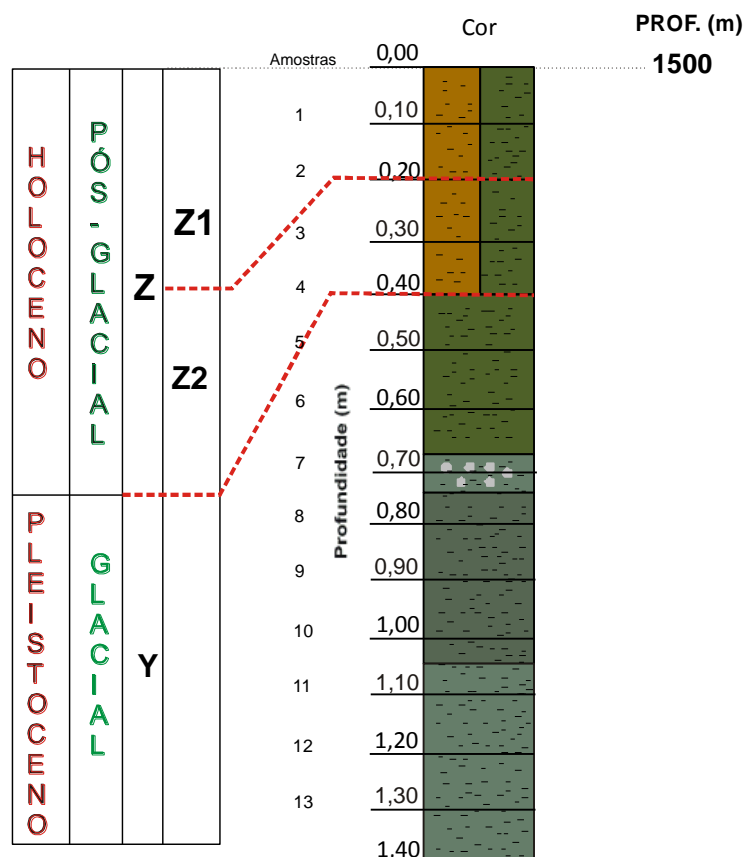
As curvas de variação de abundância dos foraminíferos planctônicos da área de estudo demonstram que a espécie *Globigerina bulloides* e *Globorotalia truncatulinoides* mostram menores freqüências a partir do topo até 0,40cm de profundidade do testemunho (amostra 4), enquanto a espécie *Globigerinoides ruber* e as espécies pertencentes ao plexo *Globorotalia menardii* mostram maiores freqüências a partir da amostra 4 (0,40m prof.) até o topo (Figuras 20 A e B) (Tabela VII).

Assim, de acordo com as flutuações do plexo *Globorotalia menardii*, das espécies *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Globigerina bulloides* foi possível inferir os intervalos correspondentes a Zona Z pertencente ao Holoceno e Y pertencente ao Pleistoceno além de realizar interpretações do paleoambiente em um contexto paleoclimático (Figuras 19 A e B; 20 A e B). Diante desses dados infere-se que o limite Holoceno/Pleistoceno pode ser encontrado a partir de 0,40m no testemunho. O intervalo entre 0,40 e 0,20m corresponde a subzona Z2 devido à mudança nítida entre as abundâncias do plexo *G. menardii* (2; 5,3; 13%) e *G. truncatulinoides* (9; 4; 0%, amostras 4, 3, 2 respectivamente). O intervalo entre 0,20

até o topo (0,10 m) corresponde a subzona Z1 devido ao decréscimo acentuado da *G. truncatulinoides* (0; 0,33%, amostras 2 e 1 respectivamente) e concomitante aumento também acentuado do plexo *G. menardii* (13; 15%, amostras 2 e 1) (Figura 21).

O datum *Pulleniatina obliquiloculata* e *Globorotalia inflata*, utilizados para identificar variações climáticas no Pleistoceno (Vicalvi, 1997; Sanjinés et al. 2003), não foram analisados porque não foram encontrados exemplares suficientes dessas espécies no sedimento do testemunho estudado.

A partir dos resultados de bioestratigrafia pode-se inferir uma taxa de sedimentação aproximada de acordo com os pontos de amostragem, assim temos para o Holoceno (11.000 anos e profundidade de 0,40 m no testemunho) uma taxa de 3,63 cm/Ka.



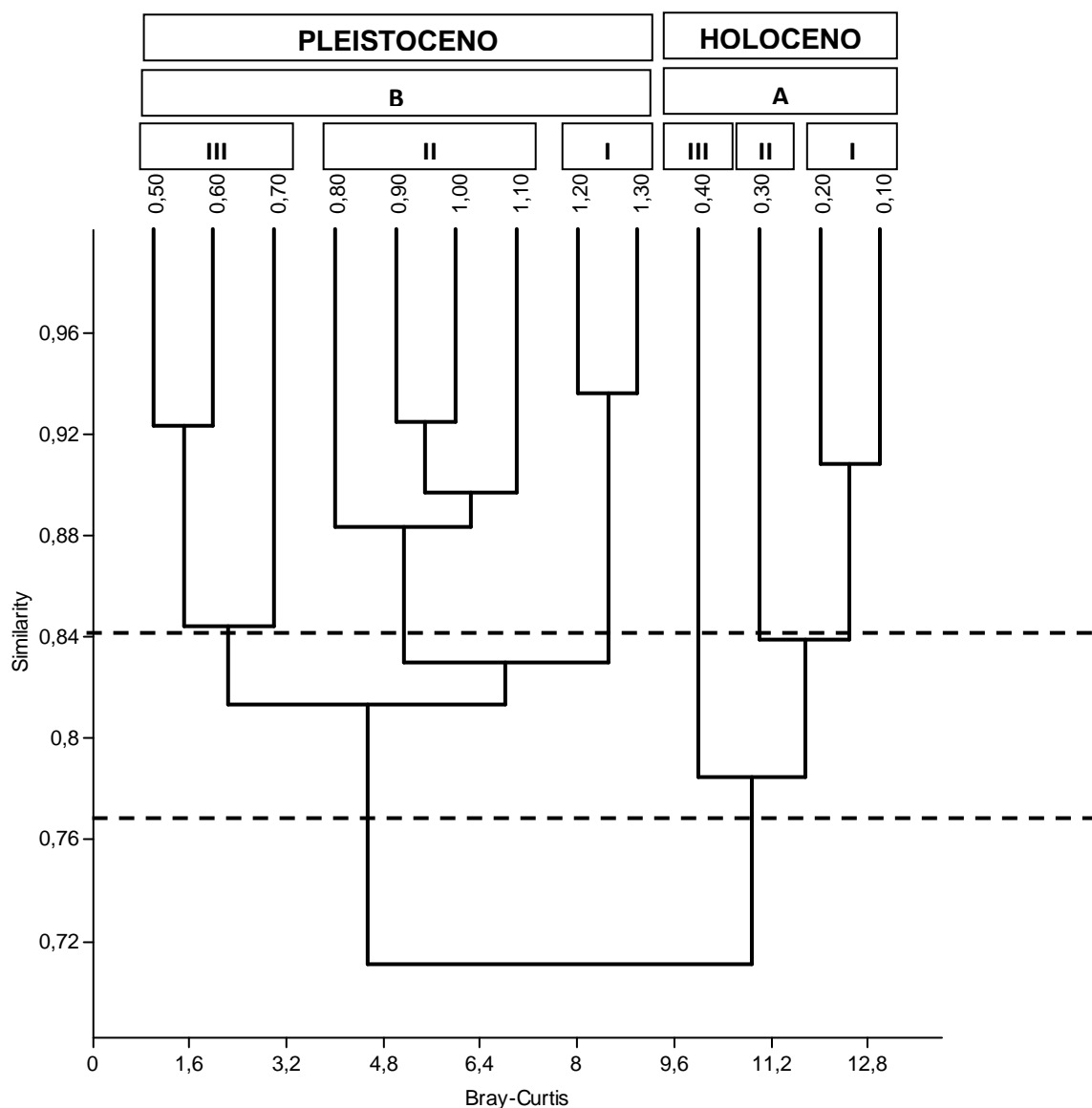
**Figura 21:** Diagrama ilustrativo das biozonas interpretadas, a partir da distribuição das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadores, ao longo do testemunho SIS-288. Z = Zona Z, corresponde à época Holoceno, que se estende desde 11.000 anos até o Recente; Y = Zona Y, corresponde à época Pleistoceno, que se estende de 84.000 anos (Damuth, 1973; 1975; Prell, 1974 *apud* Araújo 2004) até 11.000 anos (Broecker & Van Dock, 1970 *apud* Araújo 2004)

## 6.6 Análises Multivariadas

A análise de agrupamentos foi empregada para explorar associações de espécies e de amostras ao longo do tempo, interpretá-las de acordo com as preferências ambientais das espécies e compará-las as interpretações prévias realizadas em estudos do talude continental do litoral da Bahia.

A Figura 22 ilustra o diagrama de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis pelo modo-Q no testemunho SIS-288. Considerando um índice de similaridade em torno de 0,77, dois agrupamentos (A e B) foram gerados e puderam ser interpretados cronologicamente em função das informações disponíveis neste estudo e na literatura pertinente. O Grupo A é formado pelas amostras 1, 2, 3 e 4 e o Grupo B formado pelas amostras 5, 6,7,8,9,10,11,12 e 13. O Grupo A por apresentar amostras com maior abundância de espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas quentes pode ser interpretado como grupo de amostras de sedimento depositados durante o Holoceno. O Grupo B por apresentar amostras com maior abundância de espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas frias pode ser interpretado como amostras de sedimentos depositados durante o Pleistoceno.

Utilizando um índice de similaridade de 0,83, obtêm-se a formação de seis sub-grupos. O sub-grupo A I (amostras 0,10 e 0,20 m), pode ser interpretado como conjunto de amostras referentes a Zona Z, subzona Z1 do Holoceno, os sub-grupos A II (amostra 0,30 m) e A III (amostra 0,40 m), como amostras pertencentes a Zona Z, subzona Z2 também do Holoceno. Os sub-grupos B I (1,20 m e 1,30 m), B II (0,80 m; 0,90 m; 1,00 m e 1,10 m) e B III (0,50 m; 0,60 m e 0,70 m) foram interpretadas como amostras pertencentes ao Pleistoceno (Zona Y).

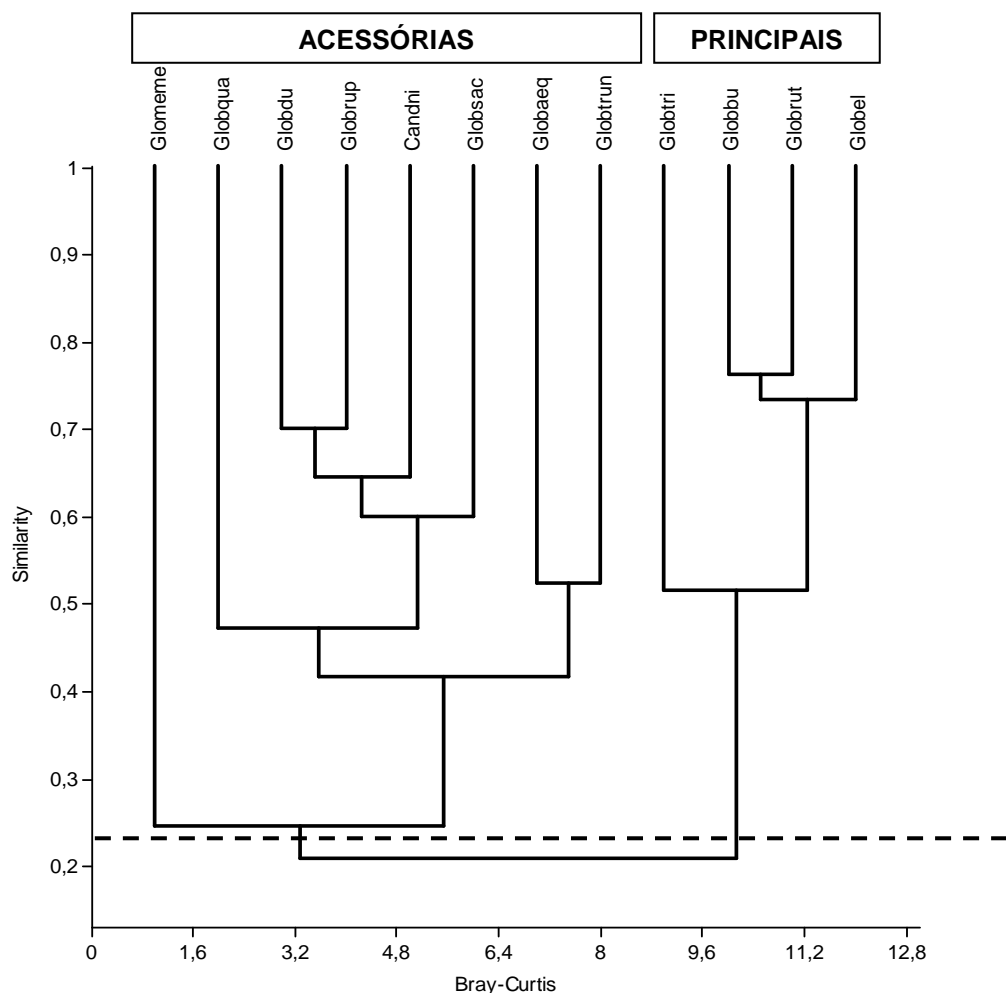


**Figura 22:** Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das amostras do testemunho SIS-288 com indicações referentes às interpretações dos agrupamentos

A Figura 23 ilustra o diagrama de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis utilizado para verificar associações entre as espécies de foraminíferos planctônicos representativos ao longo do testemunho SIS-288 (modo-R) e interpretá-las de acordo com as preferências ambientais das espécies.

O Grupo 1 é formado pelas 4 espécies principais dentre elas três bioindicadoras de águas quentes: *Globigerinoides trilobus*; *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides elongatus*. O Grupo 2 está formado pelas oito espécies acessórias sendo que as

espécies *Globorotalia menardii* (águas quentes) e *Globorotalia truncatulinoides* (águas frias) são as espécies menos similares dentro do grupo 2.



**Figura 23:** Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das espécies representativas do testemunho SIS-288 com indicações referentes as interpretações dos agrupamentos. (Glomeme = *Globorotalia menardii*; Globqua = *Globigerinoides quabilobatus*; Globdu = *Globigerina dutertrei*; Globrup = *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*; Candni = *Candeina nítida*; Globsac = *Globigerinoides saculifer*; Globaeq = *Globigerinella aequilateralis*; Globtrun = *Globorotalia truncatulinoides*; Globtri = *Globigerinoides trilobus*; Globbu = *Globigerina bulloides*; Globrut = *Globigerinoides ruber* e Globel = *Globigerinoides elongatus*)

## 7. DISCUSSÃO

### 7.1 A fauna de foraminíferos

Neste trabalho foram identificadas e analisadas as espécies de foraminíferos planctônicos cuja distribuição é influenciada pelos seguintes fatores: abundância de alimento, temperatura, salinidade da água e teor de sedimentos em suspensão (Sanches, 1992; Loubere et al. 1995; Debenay et al. 1998). São encontrados em abundância em águas salinas normais, limpas, sem material em suspensão e em regiões mais profundas (Kennet, 1982; Carvalho, 2000).

As espécies de foraminíferos planctônicos mais abundantes no sedimento do testemunho foram: *Globigerinoides trilobus* (37,46%), *Globigerinoides ruber* (15%), *Globigerinoides elongatus* (13,51%) e *Globigerina bulloides* (10,62%). *Globigerinoides ruber* e *Globigerina bulloides* foram as espécies mais abundantes em quatro testemunhos estudados por Araújo & Machado (2008 a,c) no talude continental do litoral norte da Bahia. Passos et. al (2001) estudaram um testemunho coletado em Abrolhos, a 1.225m de profundidade, onde *Globigerinoides ruber* e *G. trilobus* foram as espécies mais abundantes.

A partir da frequência de ocorrência, das 31 espécies identificadas, 22 são constantes, 2 possuem distribuição acessória e 7 são consideradas acidentais. Das quais, destacam-se as espécies *Candeina nítida*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina calida*, *Globigerina dutertrei*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides trilobus* que possuem ocorrência de 100 %. Observa-se um grande número de espécies planctônicas identificadas, devido às características das testas, que estão bem preservadas. Segundo Thomas & Schafer (1992), as espécies mais robustas resistem com maior frequência e por mais tempo e são mais distribuídas. A condição frágil das testas das espécies planctônicas pode explicar o grande número de espécies acessórias.

## 7.2 Cor e Grau de Preservação das Testas

A coloração das testas dos foraminíferos mortos pode ser devido à infiltração de matéria orgânica (Carboni et al. 1981) ou a deposição de ferro e manganês (Leão & Machado, 1989). Esta feição tem sido utilizada como parâmetro para interpretação de taxas de deposição, erosão e retrabalhamento do sedimento (Almasi, 1978; Leão & Machado, 1989; Moraes & Machado, 1999).

Entre os grãos analisados neste trabalho foi observada a predominância da coloração branca (18,33 a 37,33 %) e amarela (12,67 a 39,00 %). De acordo com Leão & Machado (1989), a coloração branca ocorre com uma rápida sedimentação das testas e a presença de grãos de coloração amarela indica lento revolvimento do sedimento na área estudada. No Litoral Norte do estado da Bahia, Araújo (2004) encontrou uma predominância de testas com coloração amarela ao longo de testemunhos coletados no talude continental do litoral norte da Bahia e sugeriu que ocorreu remoção lenta de testas marrons e mosqueadas do interior do sedimento para a superfície, onde sofreram oxidação. A autora também sugeriu que a hidrodinâmica local, quando ocorreu a deposição era moderada.

Nos grãos de foraminíferos analisados na área estudada foi observada a predominância de testas com preservação normal (55,33 a 90 %). Em ambientes de alta energia as testas podem sofrer abrasão, além disso, após serem ingeridas e excretadas por organismos, ficam enfraquecidas e quebram. Fungos, cianobactérias, algas verdes e vermelhas são organismos endolíticos que produzem microperfurações nas testas (Cottey & Hallock, 1988). A predominância de testas de foraminíferos preservados indica que estas testas são transportadas por suspensão (Alve & Murray, 1997). Araújo (2004) encontrou predominância de testas bem preservadas no talude continental do norte da Bahia e sugeriu que essas testas foram transportadas por suspensão.

### 7.3 Razão Planctônicos e Bentônicos

Uma maior razão de foraminíferos planctônicos indica um aumento vertical da coluna de água e uma maior distância da costa (Murray & Alve, 2002; Smart, 2002). Percebe-se que a porcentagem encontrada no topo (0,10 m) do testemunho SIS-288 (80,00%) corresponde à porcentagem referente à sua profundidade (1500 m) de acordo com o sugerido por Culver (1988).

Um único fator ambiental, como a profundidade, não pode ser a razão para todas as variações observadas na distribuição das assembléias de foraminíferos. Variáveis como massas de águas, influxos de lama terrígena, redeposição e suprimento de matéria orgânica são fatores importantes que influenciam a distribuição destes organismos no talude continental.

Dois fatores ambientais, profundidade e disponibilidade de nutrientes no assoalho oceânico, estão intimamente relacionados. A produtividade é alta em áreas costeiras e apresenta um decréscimo acentuado com a profundidade. Como consequência da relação entre produtividade e profundidade, as atividades das assembléias bentônicas diminuem. Então, o que parece ter relação com a profundidade pode ter sido controlado pela disponibilidade de matéria orgânica (nutrientes) no assoalho oceânico (Berger & Diester-Haass, 1988).

O fluxo orgânico é inversamente proporcional à profundidade e a distância da costa. Isto explica a predominância dos foraminíferos planctônicos ao longo do testemunho coletado em uma área de 1500 m de coluna d água.

A variação da freqüência dos foraminíferos planctônicos e bentônicos ao longo do testemunho SIS-288 demonstrou relação com a variação do nível relativo do mar durante a deposição do sedimento. A base do testemunho apresenta 51% de planctônicos indicando coluna de água menor e mais próxima da costa, enquanto o topo apresenta 80% de foraminíferos planctônicos confirmando a posição atual do nível do mar, onde a área de coleta está 26 km distante da costa em profundidade de 1500 m.



Araújo (2004) e Araújo & Machado (2008a) constataram que no Pleistoceno o nível do mar, no talude continental do norte da Bahia, estava baixo, com a plataforma externa e o talude recebendo um aporte maior de sedimentos terrígenos continentais, não favorecendo dessa maneira a presença de foraminíferos planctônicos. E que durante o Holoceno, o nível relativo do mar está alto, com o local de deposição mais distante da costa, assinalando o retorno das águas oceânicas mais quentes e favorecendo a presença de foraminíferos planctônicos.

#### **7.4 Número de Espécies, Índices de Riqueza, Diversidade e Equitatividade**

Nos intervalos de deposições dos testemunhos, correspondentes ao estágio pós-glacial foram encontrados valores mais altos dos índices estatísticos (número de espécies, riqueza, equitatividade e diversidade) do que nos intervalos de deposição dos estádios glaciais.

O maior número de espécies de foraminíferos planctônicos foi encontrado na amostra 1 (0,10 m) 25 espécies e o menor nas amostra 7, 8 e 12 com 17 espécies. Conseqüentemente, a riqueza também apresenta o maior valor na amostra 1 (0,10 m) com  $R= 4,21$  (estágio pós-glacial) e os menores valores nas amostras 7 (0,70m), 8 (0,80m) e 12 (1,20m) com  $R= 2,81$  (estágio glacial). Barbosa (2002) constatou que nas bacias de Campos e Santos, o aumento da diversidade local nos intervalos corresponde aos estádios interglaciais, e o contrário aos estádios glaciais.

A diversidade é maior nas amostras 1 (0,10 m)  $H=2,56$ ; amostra 3 (0,30m)  $H=2,26$ ; 2 (0,20m)  $H=2,24$  e 4 (0,40m)  $H=2,12$  o que corresponde ao estágio pós-glacial. A diversidade específica dos foraminíferos no testemunho estudado é considerada alta (31 espécies) se comparada com a de outros trabalhos realizados no Brasil e no estado da Bahia. Leipnitz (1987), identificou de 200 *Taxa*, sendo 184 bentônicos e 16 planctônicos na margem continental norte e nordeste brasileira, entre o Rio Amazonas e o Cabo Orange; Leipnitz et al. (1995) nas ilhas isoladas, situadas no oceano Atlântico Equatorial a 760 km da costa brasileira, conhecida como Rochedos de São Pedro e São Paulo, registraram 36 *Taxa*, sendo 26 bentônicos e 10 planctônicos; Tinoco (1980; 1985) na margem continental dos Estados de Alagoas e

Sergipe e do Estado do Pará e Território do Amapá realizou levantamentos de foraminíferos planctônicos e encontrou 18 e 19 *Taxa* respectivamente.

Moraes & Machado (2003) mencionam que 80 trabalhos referem-se a foraminíferos da Bahia e essas autoras selecionaram 20 deles, cuja distribuição de espécies integravam a fauna de, no mínimo, dois estudos realizados no mesmo tipo de habitat. Este levantamento resultou em 526 espécies, sendo 23 planctônicas, encontradas no Estado da Bahia. Passos et al. (2001) encontraram 78 taxa nos testemunhos coletados em Abrolhos, sendo 32 taxa planctônicos; e Machado (2000) identificou 105 espécies pertencentes a 49 gêneros bentônicos e 4 planctônicos na praia de Itapuã em Salvador e nas praias de Arembepe e Guarajuba no litoral norte da Bahia.

O índice de diversidade varia entre 2,36 (amostra 1) e 1,73 (amostra 7), de acordo com o índice de diversidade de Shannon-Wiener, e com o número de espécies entre 25 a 17 indivíduos (amostra 1 e 7, respectivamente). Os valores se encontram próximos, mostrando uma distribuição regular entre os foraminíferos

A análise do índice de equitatividade de Pielou revelou um valor acima de 70%, nas amostras: 2 (0,20m) e 3 (0,30m)  $J=0,74$ ; amostra 1 (0,10m)  $J=0,73$ ; amostra 4 (0,40m)  $J=0,72$ , que correspondem ao intervalo pós-glacial. As demais apresentam valor acima de 65%. Em uma amostra, quando as espécies possuem freqüências semelhantes, traduz em um alto índice de equitatividade.

## **7.5 Zoneamento Bioestratigráfico**

Os estudos que reportam as variações climáticas no planeta indicaram que o aumento do volume de gelo global alterou o padrão atmosférico durante Pleistoceno (Kim & Schneider, 2003; CLIMAP, 1981). Estas condições elevariam a velocidade dos ventos, que aumentaram cerca de 20 – 50%, exercendo um grande efeito na circulação oceânica superficial (Costa, 2000). No oceano Atlântico tropical oeste também foram reportadas condições atmosféricas mais intensas durante o Pleistoceno. Durante este período os ventos Alísios de SE eram mais intensos, induzindo variações na camada de mistura, aumentando a turbulência da coluna de

água, diminuindo a estratificação vertical, fazendo proliferar espécies características de águas mais frias e mais profundas (Hilbrecht, 1996). Dentre estas espécies, os foraminíferos planctônicos *G. truncatulinoides* e *G. bulloides* foram favorecidos por esta situação, o que pode ser observado ao longo do testemunho SIS-288, onde as maiores abundâncias dessas espécies são encontradas no intervalo correspondente ao Pleistoceno.

*Globorotalia truncatulinoides* é uma espécie subtropical que ocorre sob amplas condições de temperatura e salinidade superficiais. A característica mais notável desta espécie é a baixa tolerância pelo forte gradiente vertical de temperatura e densidade durante o verão. Sua preferência pelos baixos gradientes verticais que ocorrem durante o inverno confirma a sua relação com o seu conhecido ciclo ontogenético anual (Hilbrecht, 1996). Segundo Toledo (2000) a espécie *G. truncatulinoides*, nos trópicos, começa a calcificar a sua testa abaixo da camada de mistura, em profundidades ao redor de 200 m.

As espécies do plexo *G. menardii* ocorrem em massas de água tropicais e subtropicais com altas temperaturas superficiais e salinidades superficiais próximas da média. Sua evidente preferência por ambientes quentes e salinidades normais relaciona-se com os altos gradientes de temperatura e estratificação e com a baixa densidade superficial dos habitats ocupados por estas espécies. De fato, este estudo observou que as espécies do plexo *G. menardii* exibiram os maiores valores de sua abundância relativa no Holoceno, amostras 1, 2 e 3. O desaparecimento ou o decréscimo das abundâncias relativas da espécie *G. truncatulinoides*, no Holoceno, é explicada pelo reestabelecimento de condições mais estáveis deste período. No Holoceno são observadas maiores temperaturas e menores salinidades superficiais, que reduzem a densidade superficial marinha restabelecendo a estratificação da camada de mistura, inibindo a proliferação de espécies de maior profundidade de habitat (Toledo et al. 2007).

O resultado obtido no testemunho SIS-288 está dentro da média estipulada por Vicalvi (1999) que descreve o limite Pleistoceno/ Holoceno no talude da Bacia de Campos entre 9 a 45 cm e por Araújo (2004), Araújo & Machado (2008 a,b) que

descreve o mesmo limite em quatro testemunhos entre 40 e 60 cm no talude continental do litoral norte do estado da Bahia.

O padrão de distribuição dos foraminíferos planctônicos na plataforma e talude continental do norte do Estado da Bahia foi estudado por Araújo (2004) e Araújo & Machado (2008a,b,c). No talude, a assembléia indicadora de massas de águas frias é constituída pelas espécies *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides* e a assembléia de foraminíferos planctônicos indicadores de massas de águas quentes é constituída pelas espécies *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides sacculifer* e o plexo *Globorotalia menardii*. As autoras utilizaram a variação dessas assembléias juntamente com outros fatores como: variação entre espécies bentônicas e planctônicas, e variação entre sedimentos siliciclásticos e carbonatos ao longo dos testemunhos, para delimitar a Zona Z (Holoceno) e a Zona Y (Pleistoceno).

A transição do Pleistoceno para o Holoceno é diagnosticada pelo aumento na abundância do plexo *G. menardii* e concomitante diminuição da abundância de *G. truncatulinoides*. Este antagonismo na freqüência dessas bioindicadoras é indicativo também do início do Holoceno (biozona Z, de Ericson & Wollin, 1968). Este fenômeno reflete o aquecimento gradual das águas oceânicas do Atlântico após o Último Máximo Glacial (Vicalvi, 1999), tendo sido registrado no depósito sedimentar pelas espécies de foraminíferos bioindicadoras (Passos et al. (2001) Araújo & Machado (2008a). Variações percentuais do plexo menardiforme em relação à fauna total de foraminíferos planctônicos foram consideradas por Vicalvi (1999) para a subdivisão da biozona Z. Dessa maneira, a subzona Z2, encontrada a partir de 0,40 m a 0,20 m é caracterizada pelo aumento expressivo do plexo *G. menardii* e a subzona Z1 pelo desaparecimento ou acentuado decréscimo da abundância relativa da espécie *G. truncatulinoides* e alta abundância das espécies do plexo *G. menardii*.

O estudo da presença / ausência e abundância relativa do plexo *G. menardii*, das espécies *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus* e *G. sacculifer* e das espécies *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerina bulloides* e *Globigerinita glutinata* é utilizado como método mais rápido para marcar limites Pleistoceno/ Holoceno

(Vicalvi, 1997) e tem sido confirmada por numerosos trabalhos (Martin et al. 1990; Seto, 1995; Sanjinés et al. 2003). Porém, não é apenas o critério presença/ ausência do plexo *G. menardii* que funciona como marcador de limites zonais. Há algo mais quantitativo que orienta o procedimento, reflexo dos diferentes percentuais de menardiformes nas amostras (Vicalvi, 1997). Por esta razão, usa-se um limite percentual, algo flexível de menardiformes, complementado por observações do restante da fauna, particularmente, *G. truncatulinoides*, *G. bulloides* e *G. ruber*.

A variação na distribuição da espécie *G. bulloides* apresenta uma tendência para água fria o que condiz com os estudos realizados por Passos et al. (2001), Araújo (2004) e Araújo & Machado (2008a), que classificam esta espécie como típica de água fria em estudos paleoambientais. Apesar disso, *G. bulloides* continua presente nas amostras próximas ao topo do testemunho (Holoceno) por tolerar grandes variações de temperatura, salinidade e densidade, não sendo limitado por esses parâmetros (Hilbrecht, 1996).

Globalmente, segundo Kennett & Huddleston (1972), as taxas de sedimentação no Pleistoceno/ Holoceno oscilam entre 20 e 10 cm/Ka. Comparando-se os valores da taxa de sedimentação encontrados nesse estudo (3,63 cm/Ka) para o Holoceno ao encontrado na bacia de Campos por Vicalvi (1997) e Sanjinés (2006), onde as taxas de sedimentação variam de 2,49 a 3,2 cm/Ka e 6,75 a 11,84 cm/Ka respectivamente, conclui-se que a taxa de sedimentação é baixa, o que pode ser justificado pelo pequeno porte dos rios que deságuam na região. De acordo com Sanjinés et al. (2005), um abaixamento das taxas de sedimentação é explicado por uma maior distância da costa e um menor aporte de sedimentos terrígenos.

## **7.6 Análises Multivariadas**

Em estudos de paleoecologia e em boa parte dos estudos paleoceanográficos, as assembléias microfossilíferas selecionadas de diferentes localidades e intervalos de tempo requerem análise e interpretação de dados compostos por um grande número de variáveis (Prentice, 1986). Neste caso, a análise estatística multivariada se faz necessária, pois os procedimentos desenvolvidos por estas técnicas analisam os

dados através da combinação das inúmeras variáveis (Brown, 1998), facilitando a compreensão da variabilidade total dos dados.

Neste estudo as variáveis são as abundâncias relativas dos foraminíferos planctônicos e localização das amostras ao longo do testemunho. Estas espécies variam em abundância ao longo das diferentes amostras, ou seja, ao longo do tempo. Através da análise de agrupamento pelo modo-Q (agrupamento entre as amostras, segundo as espécies nelas contidas) foi possível propor uma interpretação paleoclimáticas para a área de estudo e reconhecer dois grupos, o Grupo A formado pelas amostras do topo do testemunho (amostras 1, 2, 3 e 4) correspondendo ao Holoceno e o Grupo B (amostras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13) ao Pleistoceno.

Na análise de agrupamento pelo modo-R (agrupamento entre as espécies) foi possível reconhecer dois grupos, um formado pelas espécies principais e outro pelas espécies acessórias. Entre as espécies acessórias *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides* são as menos similares dentro do Grupo 2 confirmando suas distribuições inversamente proporcionais ao longo do testemunho, de acordo com as variações de temperatura.

As análises multivariadas permitiram confirmar os agrupamentos amostrais previamente delimitados através da associação de dados relacionados aos índices ecológicos e a distribuição vertical das espécies bioindicadoras no modelo paleoclimático.

## 8. CONCLUSÕES

- Através do estudo do testemunho SIS-288, localizado no talude continental do litoral norte da Bahia foi possível analisar 3.900 espécimes e identificar 31 espécies de foraminíferos planctônicos, distribuídas em 9 gêneros, ao longo do testemunho mostrando elevados índices de diversidade específica e de riqueza.
- Os foraminíferos são de hábito predominantemente planctônico, representados principalmente pelas espécies: *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides elongatus* e *Globigerina bulloides*.
- As espécies *Candeina nítida*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina calida*, *Globigerina dutertrei*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides trilobus* apresentam maior freqüência de ocorrência.
- As freqüências elevadas de testas com coloração amarela e branca, ao longo do testemunho sugerem rápida deposição e lento revolvimento do sedimento. Isso também é confirmado através das baixas freqüências de testas quebradas e com sinais de abrasão.
- Os valores elevados da freqüência de testas de foraminíferos bem preservados sugerem que essas testas foram transportadas por suspensão.
- As análises dos padrões de distribuição e freqüência das espécies de foraminíferos planctônicos forneceram a caracterização de biofácies de conotação paleoceanográfica, possivelmente correspondente às biozonas internacionais do período Quaternário: Zona Z (Holoceno – interglacial) e Zona Y (Pleistoceno – glacial). Os limites das Zonas Z e Y podem ser encontrados a 0,40 m no testemunho, sendo o intervalo entre 0,40 e 0,20 m correspondente a subzona Z2 e o intervalo entre 0,20 até o topo (0,10 m) correspondente a subzona Z1.

- A distribuição ao longo do testemunho das freqüências das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadores pode ser indicativa de eventos climáticos globais ocorridos no período Quaternário.
- O intervalo de deposição relacionado ao estágio interglacial (Holoceno) apresenta maior freqüência das formas características de águas quentes (plexo *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*) e o intervalo relacionado ao estágio glacial (Pleistoceno) é dominado, ou apresenta maior abundância, de formas características de águas frias (*Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerina bulloides*).
- As variações de freqüência ao longo do testemunho entre os hábitos bentônico e planctônico dos foraminíferos sugerem variações eustáticas do nível relativo do mar, que estão relacionadas aos eventos climáticos globais quaternários.
- O intervalo de deposição interglacial, que corresponde ao clima quente, mostrou elevação eustática do nível do mar e o intervalo de deposição glacial, que corresponde ao clima frio, evidenciou relação a eventos de queda eustática do nível do mar.
- A maior proporção de foraminíferos bentônicos encontrada no Pleistoceno pode ser explicada pela menor distância entre o talude e a costa e conseqüentemente, maior disponibilidade de nutrientes. Durante o Holoceno, com o aumento da coluna de água, maior distância da costa e menor disponibilidade de nutrientes, houve o favorecimento dos foraminíferos planctônicos.
- A distribuição das freqüências das espécies de foraminíferos em cada amostra do testemunho é homogênea, porém apenas as amostras correspondentes ao Holoceno, apresentaram Equitatividade alta, superior a 70%.



- Os maiores índices de Diversidade e Riqueza das espécies são encontrados no intervalo correspondentes ao Holoceno.

## 9. RECOMENDAÇÕES

O zoneamento bioestratigráfico sugerido neste trabalho foi fundamentado na distribuição quantitativa e qualitativa das espécies de foraminíferos planctônicos. Contudo, é preciso confirmar as sugestões bioestratigráficas através de novas investigações utilizando outras metodologias como: datação de  $^{14}\text{C}$  de espécimes de foraminíferos, cronologia e variação de paleotemperatura baseada na razão isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  e cálculo da taxa de sedimentação dos intervalos estratigráficos.

## 10. 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 Ed. São Paulo, Aciesp, 352p. (Publ. 103).
- ALMASI, M.N., 1978. Ecology and color variation of benthic foraminifera in Barnes Sound, Northeast Florida Bay. Miami, 144p. (Ms. Thesis, University of Miami).
- ALVE, E. & MURRAY, J.W., 1997. High benthic fertility and taphonomy of foraminífera: a case study of the Skagerrak, North Sea. *Marine Micropaleontology*, 31: 157-175.
- ANDRADE, E.J., 1997. Distribuição dos Foraminíferos Recentes na Transição Carbonatos / Siliciclásticos na Região de Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia. 111p, 11 estampas, (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia).
- ARAÚJO, H.N., 2003. Análise da Fauna de Foraminíferos Associada aos Recifes do Extremo Sul do Estado da Bahia (Corumbau a Nova Viçosa). 145p. 7 estampas,

(Dissertação de Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia).

ARAÚJO, T.M.F., 2004. Estudo da Microfauna de Foraminíferos do Sedimento da Superfície e da Subsuperfície da Plataforma e do Talude Continentais da Região Norte do Estado da Bahia (Salvador à Barra do Itariri). 525p. 28 estampas, (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia).

ARAÚJO, T.M.F. & MACHADO, A.J., 2008a. 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., 2008b. Foraminíferos da subsuperfície do talude continental superior do norte da Bahia, Brasil. *Revista de Geologia* 21(1): 49-77

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. *Pesquisas em Geociências* 35 (2):97-113.

ARAÚJO, H.A.B., 2009. Assembléias de Foraminíferos Indicador as de Mudanças Ambientais no Complexo Recifal de Abrolhos, Bahia. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia), 236p.

BARBOSA, V.P., 2002. Sistemática, Bioestratigrafia e Paleoceanografia de Foraminíferos do Quaternário do Talude Continental das Bacias de Santos e Campos. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 455p.

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

- BERGER, W.H. & DIESTER-HAASS, L., 1988. Paleoproductivity: the benthic/planktonic ratio in foraminifera as a productivity index. *Marine Geology*, 81:15-25.
- BERMUDEZ, P.J., 1961. Contribution al estudio de las Globigerinidea de la region Caribe-Antillana (Paleoceno-Recente). Caracas, Ed. Sucre, p. 1119-393. In: Congreso Geológico Venezolano, 3, Caracas, Memoria... t.3. *Separata do Boletim de Geologia*, Caracas, n. 3, 1960. Publ. especial.
- 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): 403-8, jul. 1 fig.
- BOLTOVSKOY, E., 1965. Los Foraminíferos Recientes. Buenos Aires, EUDEBA, 510 p., 111 figs.
- BOLTOVSKOY, E., 1969. Tanatocenosis de Foraminíferos Planctónicos en el Estrecho de Mozambique. *Revista Española de Micropaleontología*, 1: 117-129.
- BOLTOVSKOY, E., 1973. Estudio de Testigos Submarinos del Atlántico Sudoccidental. Buenos Aires, Argentina, *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*. 7 (4): 215-340.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R., 1976. In: *Recent Foraminifera*. P. 159 – 191.
- BOLTOVSKOY, E.; SCOTT, D.B.; MEDIOLI, 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. *Journal of Paleontology*, 65: 175-185.

- BOLTOVSKOY, E.; BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N.; BRANDINI, F., 1996. Planktic foraminifera from the Sopathwestern Atlantic (30° - 60°S): species-specific patterns in the upper 50 m. *Marine Micropaleontology*, 28: 53-72.
- BRADY, H.B. 1884. Report on the foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. (Report of the Voyage of Challenger) *Zoology*, 9: 1-814.
- BROWN, C.E., 1998. Applied Multivariate Statistics in Geohydrology and Related Sciences. Berlin: *Springer-Verlag*. 248p.
- CADDAH, L.F.G; KOWSMANN, R.O; VIANA, A.R. 1997. Slope sedimentary fácies associated with Pleistocene and Holocene sea-level changes, Campos Basin, southeast Brazilian Margin. *Sedimentary Geology*. 115:159-174.
- CARBONI, M.G.; MANDARINO, G.; MATTEUCCI, R. 1981. Foraminiferids of Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil). *Geológica Roma*.
- CARVALHO, M.G.P. 1980. Análise dos Testemunhos da Plataforma Continental Sul do Brasil. An. *Academia Brasileira de Ciências*, 53 (2):379-402.
- CARVALHO, I.S., 2000. *Paleontologia*. Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro. 628p.
- CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (CRA), 2003. Diagnóstico oceanográfico e proposição de disciplinamento de usos da faixa marinha do litoral norte do estado da Bahia. p.134
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 1994. Change in Marine Communities: An *Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 p.

- CLIMAP, 1981. Seasonal Reconstructions of the Earth's Surface at the Last Glacial Maximum. *Geological Society of America Map and Chart Series*, MC-36, 1-18.
- COMISSÃO ESPECIAL DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA – SBG. 1986. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Revista brasileira de Geociências*, v. 16, n. 4, p.370-41.
- CORLISS, B.H. & FOIS, E., 1990. Morphotype analysis of deep-sea benthic Foraminífera from the Northwest Gulf of Mexico. *Palaios*, 5:589-605.
- COSTA, K. B., 2000. Variações Paleoceanográficas na Porção Oeste do Atlântico Sul entre o Último Máximo Glacial e o Holoceno: Isótopos Estáveis do Oxigênio e Carbono e Razão Cd/Ca em Foraminíferos Bentônicos. In: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado, pp. 250.
- COTTEY, T.L. & HALLOCK, P., 1988. Test surface degradation in *Archaias angulatus*. *Journal of foraminiferal Research*, 18(3): 187-202, pl. 1-5.
- CULVER, S.J., 1988. New Foraminiferal Depth Zonation of the Northwestern Gulf of Mexico. SEPM. *Palaios*,3: 69-85.
- DAJOZ, R. 1983. *Ecologia Geral*. 4ª ed. Petrópolis, Vozes. 472 p.
- DEBENAY, J.P. & REDOIS, F. 1997. Recent foraminifera of the northern continental shelf of Senegal. *Revue de Micropaléontologie*, vol. N° 1, p. 15-38.
- DEBENAY, J.P.; BÉNÉTEAU, E.; ZHANG, J.; STOUFF, V.; GESLIN, E.; REDOIS, F.; GOZALEZ, M.F. 1998. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology*,34, p.235-244.

- DOMINGUEZ, J.M.L., LEÃO, Z.M.A.N., LYRIO, R.S., 1996. Roteiro da excursão E4 litoral norte do Estado da Bahia, In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador.
- ERICSON, D. B. & WOLLIN, G., 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Science*, 162(3859):1227-1234.
- FIGUERÊDO, J.G., 2000. Análise Qualitativa e Quantitativa dos Foraminíferos da Baía de Todos os Santos: Uma Abordagem Sedimentológica. Salvador, 125 p. (Dissertação de Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia).
- HILBRECHT, H. 1996. Extant planktic foraminifera and the physical environment in the Atlantic and Indian Oceans.  
<[http://www.erdw.ethz.ch/~heinz/HH1996/aa\\_start.htm](http://www.erdw.ethz.ch/~heinz/HH1996/aa_start.htm)>
- 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., p.175-245.
- JORISSEN, F.J., 1999. Benthic foraminiferal successions across Late Quaternary Mediterranean sapropels. *Marine Geology*, 153:91-101.
- KENNETT, J.P. 1982. Prentice-Hall Inc. 813p.
- KENNETT, J.P. & HUDDLESTON, P., 1972. Late Pleistocene paleoclimatology foraminiferal biostratigraphy, and tephrochronology, western Gulf of Mexico. *Quaternary Research*., New York, 2: 38-69.
- KIM, J.H. & SCHNEIDER, R. R., 2003. Low-latitude control of interhemispheric sea-surface temperature contrast in the tropical Atlantic over the past 21 kyr: the possible role of SE trade winds. *Climate Dynamics*, 21, 337-347.

- LEÃO, Z.M.A.N. & BRICHTA, A., 1996. Plataforma Continental. In: BARBOSA, J.S.F. & DOMINGUEZ, J.M.L. (eds), *Geologia da Bahia: texto explicativo para o mapa geológico ao milionésimo*. Salvador, SICM/SGM, 400p. ilustr.
- LEÃO, Z.M.A.N. & MACHADO, A. J., 1989. Variação de cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(1); 87-91.
- 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.; LEIPNITZ, B.; HANSEN, M.A.F. 1995. Estudos dos Foraminíferos atuais dos Rochedos de São Pedro e São Paulo. *Acta Geologica Leopoldensia*, 41(18): 37-43.
- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. *Van Nostrand Reinhold Ed.*, New York. 970p. 847 est.
- LOUBERE, P.; MEYERS, P.; GARY, A. 1995. Benthic foraminiferal microhabitat selection, carbon isotope value, and association with larger animals: a test with *Uvigerina peregrina*. *Journal Foraminiferal Research*, v.25.1:83-95.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F., 1988. Statical ecology. A primer on methods and computing. *John Wiley*, New York, 340 p.
- MACHADO, A.J., 1981. Foraminíferos dos sedimentos superficiais e subsuperficiais (Plio /Holoceno) da margem continental do Maranhão. Porto Alegre, 173p. (Dissertação de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul).
- MACHADO, A.J., 1995. Foraminíferos da margem continental do Maranhão (Plio / Holoceno). *Acta Geológica Leopoldensia*, 18 (4): 97-209.

- MACHADO, A. J. 2000. Assembléias de foraminíferos de fácies sedimentares em áreas de construções carbonáticas da costa atlântica de Salvador e do litoral norte do Estado da Bahia. *Acta Geológica Leopoldensia*, XXIII (50): 107-123.
- MAFALDA JR., P., 2000. Distribuição e abundância do ictioplâncton da costa norte da Bahia e suas relações com as condições oceanográficas. Rio Grande. (Tese de Doutorado) – Departamento de Oceanografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- MARGALEF, R., 1958. *Perspectivas de la Teoria Ecológica*. Editora Blume, Barcelona, 110p.
- MARTIN, R.E.; JOHNSON, G.W.; NEFF, E.D.; KRANTZ, D.W., 1990. Quaternary planktonic foraminiferal assemblages zones of the northeast Gulf of Mexico, Colombia basin (Caribbean Sea), and tropical Atlantic Ocean: Graphic correlation of microfossil and oxygen isotope datums. *Paleoceanography*, 5 (4): 531-555.
- 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, Universidade Federal da Bahia, 98 p.
- MORAES, S.S. & MACHADO, A.J. 1999. Variação na coloração, abrasão e desgaste em *Amphistegina* (Foraminiferida). In: *Encontro De Zoologia Do Nordeste*, 12, Feira de Santana, 1999. Resumos... Feira de Santana, SNZ-UFPE, p. 495.
- MORAES, S.S. & MACHADO, A.J. 2003. Fauna de Foraminíferos do Estado da Bahia: Dados Preliminares. *IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. CD-ROOM.
- MURRAY.W.J & ALVE.E., 2002. Benthic Foraminífera as indicators of environmental change: marginal-marine, shelf and upper-slope environments. In: Haslett.K.S.(Ed). *Quaternary Enviromental Micropalaeontology*.



- PARKER, F.L., 1962. Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments. *Micropaleontology*, New York, v.8, n.2, p. 219-254.
- PASSOS, R.F.; SOUSA, S.H.M.; 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. *Pesquisas em Geociências*, 28 (2): 223-231.
- PETERSON, R.G. & STRAMMA, L., 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic. *Proceedings in Oceanography*, 26, 1-73.
- PIELOU, E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. New York, *Wiley-Interscience*. 365 p.
- PIELOU, E.C., 1984. Population and Community Ecology. Principles and Methods. New York, Gordon and Breach, *Science Publishers*, Inc. 424 p.
- PRENTICE, I.C., 1986. Multivariate methods for data analysis. In: BERGLUND, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Chichester: Ed. Wiley. p. 775-797.
- ROSSI, A. R., 1999. Foraminíferos Quaternários do Arquipélago de Fernando de Noronha: Taxonomia, Ecologia, Distribuição Batimétrica e Faciológica. 141p. (Dissertação de Mestrado em Geologia Sedimentar) Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- SAMIR, A. M. & EL-DIN, A.B., 2001. Benthic foraminiferal assemblages and morphological anomalies as pollution proxies in two Egyptian bays. *Mar. Micropaleontol.* 41:193-227.
- SANCHES, T.M. 1992. Distribuição de Foraminíferos Recentes na Região de Ubatuba, São Paulo. 110 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo).

- SANJINÉS, A.E.S.; STROHSCHOEN, O.Jr.; VILELA, C.G., 2003. Bioestratigrafia de testemunhos a pistão do talude da Bacia de Campos, RJ, com base em foraminíferos planctônicos. In: *IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas e II Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa*, Recife. Livro de Resumos p.158.
- SANJINÉS, A.E.S. STROHSEHOEN, O. Jr; VILELA, C.G., 2005. Bioestratigrafia de testemunhos a pistão do Talude da Bacia de Campos, RJ, cm base em Foraminíferos Planctônicos. In: *X Congresso da ABEQUA*, Guarapari.
- SANJINÉS A.E.S., 2006. Biocronoestratigrafia de foraminíferos em três testemunhos do Pleistoceno-Holoceno do talude continental da Bacia de Campos, RJ-Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissert. Mestr., 119p.
- SEI, 1999. Balanço Hídrico do Estado da Bahia. Salvador. *Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia*, 249p.
- SEN GUPTA, B.K., 1999. Systematics of Modern Foraminifera. In: B.K. Sen Gupta (ed.). 1999. *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, p. 7-36.
- SETO, K., 1995. Carbon and oxygen isotopic paleoceanography of the Indian and South Atlantic Oceans – Paleoclimatic and paleo-ocean circulation. *Journal Science of Hiroshima University*, Ser. C, 10 (3): 393-485.
- SMART,C.W., 2002. Eviromental aplications of deep-sea benthic foraminífera. In: *Quaternary Environmental Micropalaeontology*. Oxford University Press. London.
- STAINFORTH, R.M.; LAMB, J.L.; LUTERBACHER, H.; BEARD, J.H.; JEFFORDS, R.M., 1975. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Paleontological Contributions*, 62. Lawrence: University of Kansas Press. 425 p.

- STRAMMA, L. & M. ENGLAND, 1999: On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.*, 104 (C9), 20.863-20.883.
- THOMAS F.C. & SCHAFER, C.T. 1982. Distribution and transport of some common foraminiferal species in the Minas Basin, Eastern Canada. *Journal of Foraminiferal Research*, 12 (1): 24-38.
- TINOCO, I.M. 1980. Foraminíferos planctônicos dos Sedimentos Superficiais da Margem Continental dos Estados de Alagoas e Sergipe (Nordeste do Brasil). An. *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. An. *Congresso Brasileiro Paleontologia / Estratigrafia*, 2: 507-516.
- TOLEDO, F.A.L., 2000. Variações Paleocceanográficas nos últimos 30.000 anos no oeste do Atlântico Sul: Isótopos de Oxigênio, Assembléia de Foraminíferos Planctônicos e Nanofósseis Calcários. 2000. Tese (Doutor em Geociências) - Programa de Pós- Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- TOLEDO, F.A.L., COSTA, K.B. e PIVEL, M.A.G., 2007. Salinity changes in the western tropical South Atlantic during the last 30 kyr. *Global and Planetary Change*.
- VICALVI, M.A. 1977. Sedimentos quaternários da plataforma continental e talude do sul do Brasil: estratigrafia e curvas paleoclimáticas. In: *Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude sul do Brasil*. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES / DINTEP, p. 27-76, (Série Projeto REMAC, 2).
- 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 Petrobrás*, 11 (1/2): 132-165.

VICALVI, M.A. 1999. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo adjacente, com base em foraminíferos planctônicos. 183p. (Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

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 PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 23 (1): 3-11.

## 10. ANEXOS

### ANEXOS 1

Tabela VI: Abundância absoluta das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância Absoluta

Prof. Am. (m)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	
ABUNDÂNCIA	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	OCORRÊNCIA
ESPÉCIE														
<i>Borbulina bilobata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Acidental
<i>Candeina nitida</i>	3	5	4	4	1	7	1	4	2	3	4	4	9	Constante
<i>Globigerina bulloides</i>	32	45	51	28	50	33	54	21	13	20	29	19	19	Constante
<i>Globigerina calida</i>	1	3	3	1	6	4	3	2	4	1	2	3	3	Constante
<i>Globigerina conglomerata</i>	1	2	0	2	4	3	0	0	2	1	3	2	0	Constante
<i>Globigerina dutertrei</i>	7	4	7	2	6	5	3	1	2	4	2	4	2	Constante
<i>Globigerina eggeri</i>	1	4	3	3	0	1	1	0	2	2	3	1	5	Constante
<i>Globigerina hexagona</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	Constante
<i>Globigerina pachyderma f. superficialis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	Acidental
<i>Globigerina pachyderma f. typica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	Acidental
<i>Globigerina quinqueloba</i>	3	3	1	4	1	0	0	2	2	3	1	2	0	Constante
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	3	1	0	0	7	4	6	4	18	14	2	3	8	Constante
<i>Globigerinita iota</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Acidental
<i>Globigerinoides quabrilobatus</i>	4	4	1	5	1	1	0	3	5	0	2	0	0	Constante
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	16	10	8	13	2	6	0	2	2	1	3	12	6	Constante
<i>Globigerinoides elongatus</i>	35	28	28	24	41	39	43	52	32	36	30	73	66	Constante
<i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i>	3	1	8	8	5	7	11	1	1	3	3	2	1	Constante
<i>Globigerinoides ruber</i>	50	62	65	65	46	53	24	41	48	39	49	23	20	Constante

Tabela VI: Abundância absoluta das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AB = Abundância Absoluta. (Continuação)

Prof. Am. (m)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	
ABUNDÂNCIA	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	OCORRÊNCIA
ESPÉCIE														
<i>Globigerinoides saculifer</i>	7	8	17	7	4	2	4	9	8	4	9	5	4	Constante
<i>Globigerinoides trilobus</i>	77	75	68	97	110	112	138	139	132	132	124	132	125	Constante
<i>Globorotalia anfracta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Acidental
<i>Globorotalia crassaformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	Acidental
<i>Globorotalia hirsuta</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	2	1	4	Constante
<i>Globorotalia inflata</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	2	2	0	0	4	Acessória
<i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Acidental
<i>Globorotalia menardii f. tumida</i>	6	3	1	5	2	4	3	1	0	1	2	1	0	Constante
<i>Globorotalia menardii f. unguata</i>	6	6	2	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	Constante
<i>Globorotalia menardii</i>	33	30	13	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	Constante
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	1	0	12	27	9	9	3	15	21	26	29	13	10	Constante
<i>Orbulina universa</i>	5	4	5	3	0	1	0	2	4	5	0	0	3	Constante
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	3	Acessória
<b>Total</b>	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	

Tabela VII: Abundância relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AR = Abundância relativa

Prof. Am (m)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30		
Abundância	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR% TOTAL	Abundância
Espécie															
<i>Borbulina bilobata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	Traço
<i>Candeina nitida</i>	1,00	1,67	1,33	1,33	0,33	2,33	0,33	1,33	0,67	1,00	1,33	1,33	3,00	1,31	Acessória
<i>Globigerina bulloides</i>	10,67	15,00	17,00	9,33	16,67	11,00	18,00	7,00	4,33	6,67	9,67	6,33	6,33	10,62	Principal
<i>Globigerina calida</i>	0,33	1,00	1,00	0,33	2,00	1,33	1,00	0,67	1,33	0,33	0,67	1,00	1,00	0,92	Traço
<i>Globigerina conglomerata</i>	0,33	0,67	0,00	0,67	1,33	1,00	0,00	0,00	0,67	0,33	1,00	0,67	0,00	0,51	Traço
<i>Globigerina dutertrei</i>	2,33	1,33	2,33	0,67	2,00	1,67	1,00	0,33	0,67	1,33	0,67	1,33	0,67	1,26	Acessória
<i>Globigerina eggeri</i>	0,33	1,33	1,00	1,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,67	0,67	1,00	0,33	1,67	0,67	Traço
<i>Globigerina hexagona</i>	0,33	0,33	0,33	0,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,21	Traço
<i>Globigerina pachyderma f. superficialia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,10	Traço
<i>Globigerina pachyderma f. typica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,05	Traço
<i>Globigerina quinqueloba</i>	1,00	1,00	0,33	1,33	0,33	0,00	0,00	0,67	0,67	1,00	0,33	0,67	0,00	0,56	Traço
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	1,00	0,33	0,00	0,00	2,33	1,33	2,00	1,33	6,00	4,67	0,67	1,00	2,67	1,79	Acessória
<i>Globigerinita iota</i>	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	Traço
<i>Globigerinoides quabilobatus</i>	1,33	1,33	0,33	1,67	0,33	0,33	0,00	1,00	1,67	0,00	0,67	0,00	0,00	0,67	Traço
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	5,33	3,33	2,67	4,33	0,67	2,00	0,00	0,67	0,67	0,33	1,00	4,00	2,00	2,08	Acessória
<i>Globigerinoides elongatus</i>	11,67	9,33	9,33	8,00	13,67	13,00	14,33	17,33	10,67	12,00	10,00	24,33	22,00	13,51	Principal



Tabela VII: Abundância relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS-288. Prof. Am = Profundidade na seção do testemunho, AR = Abundância relativa. (Continuação)

Prof. Am (m)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30		
Abundância	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR%	AR% TOTAL	Abundância
Espécie															
<i>Globigerinoides ruber f. pyramidalis</i>	1,00	0,33	2,67	2,67	1,67	2,33	3,67	0,33	0,33	1,00	1,00	0,67	0,33	1,38	Acessória
<i>Globigerinoides ruber</i>	16,67	20,67	21,67	21,67	15,33	17,67	8,00	13,67	16,00	13,00	16,33	7,67	6,67	15,00	Principal
<i>Globigerinoides saculifer</i>	2,33	2,67	5,67	2,33	1,33	0,67	1,33	3,00	2,67	1,33	3,00	1,67	1,33	2,26	Acessória
<i>Globigerinoides trilobus</i>	25,67	25,00	22,67	32,33	36,67	37,33	46,00	46,33	44,00	44,00	41,33	44,00	41,67	37,46	Principal
<i>Globorotalia anfracta</i>	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	Traço
<i>Globorotalia crassaformis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,05	Traço
<i>Globorotalia hirsuta</i>	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,33	1,33	0,28	Traço
<i>Globorotalia inflata</i>	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00	1,33	0,28	Traço
<i>Globorotalia menardii f. fimbriata</i>	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	Traço
<i>Globorotalia menardii f. tumida</i>	2,00	1,00	0,33	1,67	0,67	1,33	1,00	0,33	0,00	0,33	0,67	0,33	0,00	0,74	Traço
<i>Globorotalia menardii f. ungulata</i>	2,00	2,00	0,67	0,33	0,33	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	Traço
<i>Globorotalia menardii menardii</i>	11,00	10,00	4,33	0,00	0,33	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	2,08	Acessória
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	0,33	0,00	4,00	9,00	3,00	3,00	1,00	5,00	7,00	8,67	9,67	4,33	3,33	4,49	Acessória
<i>Orbulina universa</i>	1,67	1,33	1,67	1,00	0,00	0,33	0,00	0,67	1,33	1,67	0,00	0,00	1,00	0,82	Traço
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	1,00	0,21	Traço
<b>Total (%)</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	