



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E SEDIMENTAR**

SONIA MARIA CAVALCANTI FIGUEIREDO

**REGISTRO DE VARIAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E
BIOESTRATIGRÁFICAS NOS SEDIMENTOS DO
TALUDE E SOPÉ CONTINENTAIS DO NORTE DO
ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

TESE DE DOUTORADO

SALVADOR, BAHIA.

2018

SÔNIA MARIA CAVALCANTI FIGUEIREDO

**REGISTRO DE VARIAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E
BIOESTRATIGRÁFICAS NOS SEDIMENTOS DO TALUDE E SOPÉ
CONTINENTAIS DO NORTE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Geologia. Área de concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar
Orientadora: Profa. Dra. Altair de Jesus

SALVADOR, BAHIA.

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FIGUEIREDO, SÔNIA MARIA CAVALCANTI
REGISTRO DE VARIAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E
BIOESTRATIGRÁFICAS NOS SEDIMENTOS DO TALUDE E SOPÉ
CONTINENTAIS DO NORTE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL /
SÔNIA MARIA CAVALCANTI FIGUEIREDO. -- Salvador, 2018.
190 f. : il

Orientadora: Altair de Jesus Machado.
Tese (Doutorado - Pós- graduação em Geologia
Marinha, Costeira e Sedimentar) -- Universidade
Federal da Bahia, Geociências, 2018.


1. Foraminíferos planctônicos. 2. Biozoneamento. 3.
Paleotemperatura. I. Machado, Altair de Jesus. II.
Titulo.

SÔNIA MARIA CAVALCANTI FIGUEIREDO

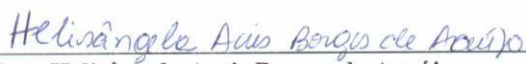
**“REGISTRO DE VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E
BIOESTRATIGRÁFICAS NOS SEDIMENTOS DO SOPÉ E
TALUDE CONTINENTAIS DO NORTE DO ESTADO DA
BAHIA, BRASIL”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar, em 20/07/2018.

TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



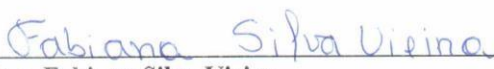
Dra. Altair de Jesus Machado
Orientadora – UFBA



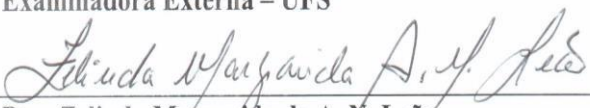
Dra. Helisângela Acris Borges de Araújo
Examinadora Externa – Faculdade Área1



Dr. Augusto Minervino Netto
Examinador Interno – UFBA



Dra. Fabiana Silva Vieira
Examinadora Externa – UFS



Dra. Zelinda Margarida de A. N. Leão
Examinadora Interna – UFBA

Salvador – BA
2018

AGRADECIMENTOS

No decorrer deste trabalho pude contar com grande apoio de vários anjos em forma de gente. Vão aqui meus sinceros agradecimentos e profunda gratidão:

À minha orientadora Prof. Dra Altair de Jesus Machado pela orientação e honrosa amizade;

À professora Dra.Tânia Araújo pela grande amizade e pela gentileza de nos ceder os testemunhos para análises;

À Coordenadora do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geologia da UFBA, Prof^a. Dra. Simone Cerqueira Pereira Cruz e os secretários Diana, Milton e Rafael, pelo constante apoio.

Ao Prof. Dr. Alcides Sial, responsável pelo laboratório LABISE da UFPE, pela grande atenção e colaboração na realização das análises isotópicas;

À amiga Mônica Pringsheim Cunha e sua equipe do Laboratório de Geoquímica da UFBA pela receptividade e orientações fornecidas durante a realização das análises de carbonato;

Ao amigo Vilberto pela especializada orientação no uso do MEV para realização das fotomicrografias, através do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia;

Ao amigo Carlos pela imensa colaboração na abertura dos testemunhos, tratamento e análises granulométricas das amostras;

Ao Prof. Dr. Douglas Lessa pela especializada orientação taxonômica, amizade e gentileza;

À Prof^a Dra. Simone Moraes e aos colegas do GEF, Diógenes, Maili, Ruth, Marcus, Rafael, Felipe, Mateus, Hortência e Nessa, pelo companheirismo e colaboração;

Ao Prof. Dr. Doriedson pela gentileza e colaboração técnica;

À minha querida irmã Lúcia, que não mediu esforços para me ajudar ;

Às minhas inspirações, inestimáveis amigas e companheiras de vida: Biscuit, Heli e Rô;

Às minhas queridas amigas Biscuit, Grace, Keisy, Marinalva, Rô, Sarah, Sandroca, e Winnie pelo apoio técnico e parceria;

À amiga Letícia Machado pela amizade, extrema paciência e compreensão;

À família EMITec pelos momentos de descontração, compreensão e carinho.

À minha mãe, minha irmã e as minhas pérolas Stephany e Winnie, por serem meu porto seguro;

A todos os amigos que me apoiaram e torceram por mim para esta realização.

A DEUS, por me permitir mais esse passo.

RESUMO

Alterações climáticas ocorridas no planeta podem ser identificadas a partir de diferentes parâmetros, dentre os quais destacam-se os registros geoquímicos e microfaunísticos presentes nos sedimentos marinhos. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo reconhecer as variações paleoclimáticas e estabelecer o zoneamento bioestratigráfico, através do estudo sedimentológico, geoquímico (isótopos estáveis de carbono e oxigênio) e da microfauna de foraminíferos planctônicos do sopé e talude continentais do norte do Estado da Bahia. Para tanto, foram analisados cinco testemunhos tipo “pistão câmara” (REG157, SIS93, REG102, SIS-239 e SAT58), coletados no talude e sopé continentais do litoral norte do Estado da Bahia, em profundidades de 1830, 1890, 2230, 1150 e 2460 metros, respectivamente. As cinco colunas apresentaram 1 m de comprimento e foram seccionadas a cada 10 cm, totalizando 10 amostras por testemunho. Cada amostra foi fracionada, definindo-se alíquotas para as análises granulométrica, teor de carbonato de cálcio (fração lama) e microfauna de foraminíferos. Da alíquota destinada ao estudo de foraminíferos, foram triadas as 300 primeiras testas de espécies planctônicas. Os resultados da análise faciológica e do teor de carbonato revelaram predomínio de lama siliciclástica em todas as amostras, indicando baixa hidrodinâmica ao longo do período de deposição do sedimento. A avaliação do teor de carbonato também evidenciou tendência de redução na produtividade, confirmada pela diminuição nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos carbonatos biogênicos, sugerindo tendência de diminuição da produtividade ao longo intervalo temporal estudado. Os dados isotópicos $\delta^{18}\text{O}$ permitiam inferir que a deposição dos testemunhos ocorreu em uma fase climática quente e que pequenas e constantes variações podem estar associadas à variabilidade de temperatura em função de alterações na influência de diferentes massas d'água ao longo dos últimos séculos. A assembleia de foraminíferos planctônicos foi constituída por 15000 espécimes, distribuídos em 4 famílias, 12 gêneros e 29 espécies, sendo mais abundantes os gêneros *Globigerinoides* e *Globoturborotalita*, com predomínio das espécies *Globigerinoides ruber (pink)*, *Globigerinoides ruber (white)*, *Globigerinoides sacculifer* e *Globoturborotalita rubescens*. A análise de distribuição vertical dos foraminíferos bioindicadores de temperatura permitiu caracterizar as Zonas Z (Holoceno -

interglacial) e Y (Pleistoceno - glacial) do período Quaternário em quatro das cinco colunas sedimentares, nas quais o limite superior de registro do último máximo glacial (UMG) foi interpretado entre 50 e 40 cm. Apenas no testemunho REG157 este limite não foi definido, assumindo-se somente o registro Holocênico.

Palavras-chave: Foraminíferos planctônicos, Biozoneamento, Paleotemperatura.

ABSTRACT

Climate changes on the planet can be identified from different parameters, among which stand out the geochemical records and microfaunatic present in marine sediments. In this sense, the present study aimed to recognize the paleoclimatic variations and establish the biostratigraphy zoning through the sedimentological study, geochemical (stable isotopes of carbon and oxygen) and microfauna planktonic the foot of foraminifera and continental northern slope of Bahia. Therefore, we analyzed five testimonies type "piston cores" (REG157, SIS93, REG102, SIS-239 and SAT58) collected the slope and continental foot of the northern coast of Bahia, at depths of 1830, 1890, 2230, 1150 and 2460 meters respectively. The five columns were 1 m long and were sectioned every 10 cm, totaling 10 samples per testimony. Each sample was fractionated in aliquots for defining the particle size analysis, calcium carbonate content (sludge fraction) and microfauna foraminiferans. The rate designed to study foraminiferans were screened for the first 300 foreheads planktonic species. The results of faciologic analysis and the carbonate content showed the predominance of siliciclastic mud in all samples, indicating low hydrodynamic along the sediment deposition period. The evaluation of the carbonate content also showed a declining trend in productivity confirmed by the decrease in $\delta^{13}\text{C}$ values in biogenic carbonates, suggesting decreasing trend in productivity over the time interval studied. The isotopic data $\delta^{18}\text{O}$ allowed us to infer that the deposition of the statements occurred during a hot climate phase and that small and constant variations may be associated with temperature variability due to changes in the influence of different water masses over the last centuries. The planktonic foraminifera assemblage consisted of 15000 specimens, distributed in 4 families, 12 genera and 29 species, with the genera *Globigerinoides* and *Globoturborotalita* being more abundant, with *Globigerinoides ruber (pink)*, *Globigerinoides ruber (white)*, *Globigerinoides sacculifer* and *Globoturborotalita rubescens*. The vertical distribution analysis of foraminifera bioindicators allowed characterize the Z zones (Holocene - interglacial) and Y (Pleistocene - glacial) Quaternary period in four of the five sedimentary column, in which the registration upper limit of the last glacial maximum (LGM) was interpreted between 50 and 40 cm. Only in REG157 testimony this limit was not defined, assuming only the Holocene record.

Keywords: Biozoning, Planktonic foraminifera, Paleotemperature.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
1.1 INTRODUÇÃO.....	21
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GERAL	24
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	24
CAPÍTULO 3: APLICAÇÃO DOS FORAMINÍFEROS EM PESQUISAS PALEOCEONOGRÁFICAS E PALEOCLIMÁTICAS	25
CAPÍTULO 4: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
4.1 FISIOGRAFIA DA PARTE CONTINENTAL E MARINHA	30
4.2 EVOLUÇÃO GEOLÓGICA QUATERNÁRIA	31
4.3 COBERTURA SEDIMENTAR.	31
4.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E OCEANOGRÁFICA	32
CAPÍTULO 5: MATERIAIS E MÉTODOS.	35
5.1 LOCALIZAÇÃO DOS TESTEMUNHOS.....	36
5.2 ABERTURA DOS TESTEMUNHOS E AMOSTRAGEM	37
5.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	38
5.3.1 Parâmetros sedimentológicos.	38
5.3.2 Parâmetros geoquímicos.	39
5.3.2.1 <i>Teor de carbonato de cálcio</i>	39
5.3.2.2 <i>Isótopos Estáveis de Carbono e Oxigênio</i>	40
5.3.3 Parâmetros microfaunístico	43
5.3.3.1 <i>Processo de triagem, identificação das espécies</i>	43
5.3.3.2 <i>Fotomicrografias.</i>	44
5.3.3.3 <i>Tratamento de dados.</i>	45
5.3.3.3.1 <i>Abundância relativa das espécies</i>	45
5.3.3.3.2 <i>Índices de Diversidade, Riqueza e Equitatividade</i>	46
5.3.3.3.3 <i>Análises Multivariadas</i>	47
5.3.3.3.4 <i>Análises Bioestratigráficas.</i>	48
CAPÍTULO 6: RESULTADOS.	51
6.1 PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS.	51
Testemunho REG157	51
Testemunho SIS93	55

Testemunho REG102	59
Testemunho SIS239	63
Testemunho SAT58	67
6.2 PARÂMETROS GEOQUÍMICOS.....	71
6.2.1 Isótopos estáveis de oxigênio e carbono	71
6.2.2 Variação de temperatura com base em isótopos estáveis de oxigênio..	75
6.3 PARÂMETROS MICROFAUNÍSTICOS.....	78
6.3.1 Classificação sistemática	78
6.3.2 Descrição sistemática.....	80
6.3.3 Fotomicrografias (Estampas).....	94
6.3.4 Análises dos dados estatísticos.....	102
<i>6.3.4.1 Abundância Relativa das espécies</i>	<i>102</i>
Testemunho REG157	102
Testemunho SIS93.....	106
Testemunho REG102.....	110
Testemunho SIS239.....	113
Testemunho SAT58.....	117
<i>6.3.4.2 Riqueza, Equitatividade e Diversidade.....</i>	<i>120</i>
Testemunho REG157	120
Testemunho SIS93.....	122
Testemunho REG102.....	124
Testemunho SIS239.....	126
Testemunho SAT58	128
<i>6.3.4.3 Análises Multivariadas.....</i>	<i>130</i>
Testemunho REG157	130
Testemunho SIS93.....	132
Testemunho REG102.....	134
Testemunho SIS239.....	136
Testemunho SAT58.....	138
<i>6.3.4.4 Análises Bioestratigráficas.....</i>	<i>140</i>
Testemunho REG157	140
Testemunho SIS93.....	143
Testemunho REG102.....	146

Testemunho SIS239.....	149
Testemunho SAT58	152
CAPÍTULO 7: DISCUSSÃO	156
CAPÍTULO 8: CONCLUSÃO	167
REFERÊNCIAS	169
APÊNDICE.	185
Tabela I.....	185
Tabela II.....	186
Tabela III.....	187
Tabela IV.....	188
Tabela V.....	189
Tabela VI.....	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Delimitação da área de estudo, localizada no talude e sopé continentais entre os rios Jacuípe e Subaúma, litoral norte do Estado da Bahia. Fonte DHN,1979.....	29
Figura 2	Esquema da circulação das massas de água no Atlântico Sul(Santarosa,2010).(DHN,2011).....	33
Figura 3	Rendenização tridimensional da plataforma continental do litoral norte do Estado da Bahia. CRA (2003)–Modificado	34
Figura 4	Visão panorâmica da metodologia utilizada na realização deste trabalho.....	35
Figura 5	Procedimento de abertura dos testemunhos, isolamento das amostras e preparação para análise granulométrica.....	38
Figura 6	Preparação das amostras para a determinação do teor de carbonato (CaCO ₃) (A, B e C) e procedimento de titulação (D).....	39
Figura 7	Etapas de realização das fotomicrografia sem microscopia eletrônica.....	45
Figura 8	Descrição da coloração do testemunho REG157	51
Figura 9	Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho REG157.....	52
Figura 10	Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho REG157.....	54
Figura 11	Descrição da coloração do testemunho SIS93.....	55
Figura 12	Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SIS 93	56
Figura 13	Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SIS 93.....	58
Figura 14	Descrição da coloração do testemunho REG102.....	59
Figura 15	Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho REG 102.....	60
Figura 16	Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho REG 102.....	62

Figura 17	Descrição da coloração do testemunho SIS 239.....	63
Figura 18	Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SIS 239.....	64
Figura 19	Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SIS 239.....	66
Figura 20	Descrição da coloração do testemunho SAT58.....	67
Figura 21	Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SAT 58.....	68
Figura 22	Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SAT 58.....	70
Figura 23	Variação dos valores de isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58.....	72
Figura 24	Variação dos valores de isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58.....	74
Figura 25	Variação de temperatura estimada com base nos valores de isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58	77
Figura 26	Abundância relativa das espécies principais ao longo do Testemunho REG157.....	103
Figura 27	Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do Testemunho REG157.....	104
Figura 28	Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS93.....	107
Figura 29	Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do Testemunho SIS93.....	108
Figura 30	Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho REG102.....	111
Figura 31	Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho REG102.....	112
Figura 32	Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS239.....	114
Figura 33	Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SIS239.....	115

Figura 34	Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SAT58	117
Figura 35	Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SAT58.....	119
Figura 36	Riqueza, Diversidade e Equitatividade na coluna sedimentar REG157.....	121
Figura 37	Riqueza, Diversidade e Equitatividade na coluna sedimentar SIS93.....	123
Figura 38	Riqueza, Diversidade e Equitatividade na coluna sedimentar REG102....	125
Figura 39	Riqueza, Diversidade e Equitatividade na coluna sedimentar SIS239.....	127
Figura 40	Riqueza, Diversidade e Equitatividade na coluna sedimentar SAT58.....	129
Figura 41	Dendograma do testemunho REG 157 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q.....	131
Figura 42	Dendograma do testemunho SIS93 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q.....	133
Figura 43	Dendograma do testemunho REG102 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q.....	135
Figura 44	Dendograma do testemunho SIS 239 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q.....	137
Figura 45	Dendograma do testemunho SAT58 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q.....	139
Figura 46	Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho REG 157.....	142
Figura 47	Distribuição vertical das espécies planctônicas.....	145
Figura 48	Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho REG 102.....	148
Figura 49	Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho SIS 239.....	151
Figura 50	Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras	

	ambientais do testemunho SAT 58.....	154
Figura 51	Diagrama esquemático destacando a Biozona Z de Ericson & Wollin (1968).....	163
Figura 52	Biozoneamento dos testemunhos estudados por Araújo (2004), Drefahl (2011), Neto (2012), Pianna (2012), Pianna (2017). Identificação do limite Y/Z em diferentes profundidades das 19 colunas sedimentares.....	165

FOTOMICROGRAFIAS

Estampa I.	95
Estampa II.....	97
Estampa III.....	99
Estampa IV	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Sinais isotópicos de carbono e oxigênio detectados em testas de foraminíferos e estimativa de temperatura.....	75
Tabela 2	Dados estatísticos: Número de espécies (NE), Índice de Diversidade (D'), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho REG157. Profundidade na sessão do testemunho.....	120
Tabela 3	Dados estatísticos: Número de espécies (NE), Índice de Diversidade (D'), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SIS93. Profundidade na sessão do testemunho.....	122
Tabela 4	Dados estatísticos: Número de espécies (NE), Índice de Diversidade (D'), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho REG102. Profundidade na sessão do testemunho.....	124
Tabela 5	Dados estatísticos: Número de espécies (NE), Índice de Diversidade (D'), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SIS239. Profundidade na sessão do testemunho	126
Tabela 6	Dados estatísticos: Número de espécies (NE), Índice de Diversidade (D'), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SAT58. Profundidade na sessão do testemunho.....	128

TABELAS EM APÊNDICE

Tabela I	Granulometria e teor de carbonato de cálcio dos testemunhos	185
Tabela II	Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos longo do testemunho REG157.....	186
Tabela III	Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS93.....	187
Tabela IV	Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho REG102.....	188
Tabela V	Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho SIS239.....	189
Tabela VI	Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho REG58.....	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Coordenadas geográficas e distâncias entre os pontos de coleta e linha de costa.....	37
Quadro 2	Critérios de identificação de biozonas em sedimentos recentes datados do final do Pleistoceno até o Holoceno, baseados em Ericson e Wollin (1968), Vicalvi (1999) e Kowsman & Vicalvi (2003)	49
Quadro 3	Espécies planctônicas bioindicadoras mais utilizadas nas interpretações ambientais.....	50
Quadro 4	Enquadramento sistemático dos foraminíferos encontrados na região do talude continental norte do estado da Bahia, BA. Baseado em SenGupta (1999) e Loeblich& Tappan (1988)	79

LISTA DE SIGLAS

ACAS	Água Central do Atlântico Sul (em inglês South Atlantic Central Water, SACW)
ANP	Agencia Nacional de Petróleo
CAS	Corrente do Atlântico Sul
CB	Corrente do Brasil (em inglês Brazil Current, BC)
CBV	Zona de Confluência Brasil – Malvinas
CNB	Corrente Norte do Brasil
CRA	Centro de Recursos Ambientais.
CSE	Corrente Sul Equatorial (em inglês South Equatorial Current, SEC)
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação.
GPS	Global Positioning System
N	Norte
NE	Nordeste
PDB	(Sigla proveniente de um fóssil particular de <i>Belemnitella americanada</i> Formação <i>Pee Dee</i> , localizada na Carolina do Sul, EUA).
S	Sul
SE	Sudeste
SO	Sudoeste
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul (em inglês South Atlantic Convergence Zone, SACZ)
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical (em inglês Intertropical Convergence Zone, ITCZ) ZCBM – Zona de Confluência entre as Correntes do Brasil das Malvinas (em inglês Brazil-Malvinas)

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O clima varia em diferentes escalas, durante o ano, décadas, milênios, milhões e bilhões de anos. Os estudos de climas passados são realizados com base na integração de dados locais, por determinados períodos de tempo, utilizando ferramentas que mensuram parâmetros climáticos.

Através da reconstrução paleoambiental tem-se evidenciado significativas mudanças no clima e na dinâmica dos oceanos (BERGUE et al. 2006), o que permite projetar futuras alterações climáticas para diferentes ecossistemas. Determinados microrganismos são potenciais indicadores dessas mudanças, por possuírem esqueletos cuja análise revela algumas propriedades físico-químicas dos oceanos em que viveram. Diferentes grupos de microfósseis são explorados com esta finalidade, entre eles estão os foraminíferos (TODD & BRÖNNIMANN, 1957). O uso de foraminíferos em estudos paleoambientais realizados em ambientes marinhos baseia-se, sobretudo, no potencial do grupo em responder com brevidade às modificações nos fatores ecológicos. Alterações nesses fatores são refletidas pelos foraminíferos através de: (i) variações qualitativa e quantitativa das espécies no tempo e espaço, (ii) alterações morfológicas e (iii) modificações na composição isotópica das testas.

Nessa perspectiva, vários estudos utilizam esses microrganismos como ferramenta para compreender os eventos do Quaternário. Dentre estes, Ericson et al. (1956, 1963, 1964) e Ericson e Wollin (1968) estudaram as assembleias de foraminíferos encontradas em testemunhos coletados em regiões de oceano profundo do Atlântico, a fim de detectar períodos glaciais pela frequência de espécies que apresentam afinidade com ambiente de água fria. Vicalvi et al. (1977, 1978) e Vicalvi & Palma (1980) realizaram a bioestratigrafia e reconstrução paleoambiental de sedimentos quaternários da plataforma e talude do Rio Grande do Sul, de São Paulo, de Abrolhos e da região compreendida entre Maranhão e Ceará.

Outros estudos, mais recentes, utilizaram o padrão de distribuição dos foraminíferos para inferir condições paleoclimáticas (ARAÚJO, 2004; LESSA, 2009;

PORTILHO-RAMOS et al, 2011; REBOTIM, 2011; NETO, 2012; PETRÓ, 2013; DUARTE at al, 2017; PIANNA (2017). Araújo (2004), por exemplo, identificou associações de foraminíferos presentes nos sedimentos de superfície e de sub-superfície da plataforma continental e do talude superior da região norte do Estado da Bahia, indicando espécies indicadoras de mudanças paleoambientais, paleoclimáticas e paleobatimétricas. Pianna (2017), por sua vez, ao analisar padrões de distribuição e abundância temporal das espécies de foraminíferos caracterizou biofácies de conotação paleoceanográfica, possivelmente correspondente às biozonas internacionais do período Quaternário.

Os foraminíferos se destacam também como ferramenta na estimativa de paleotemperaturas e paleoprodutividades oceânicas através do estudo de isótopos estáveis em suas testas, com base na variação da razão entre seus diferentes isótopos ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, etc.), desta forma, quanto mais ^{16}O e ^{12}C maior será a razão isotópica. Neste sentido, em seus trabalhos de geoquímica isotópica, Emiliani (1954, 1955 e 1966), estabelece os primeiros parâmetros ecológicos e estratigráficos baseados nas respostas dos isótopos estáveis em testas de foraminíferos planctônicos, enfatizando a determinação de paleotemperaturas. Ao levar em consideração que os elementos químicos que compõem os organismos marinhos são incorporados diretamente a partir da água do mar durante sua vida, a composição das testas dos foraminíferos reflete a composição da água do mar durante a precipitação do carbonato. Os foraminíferos planctônicos têm as testas compostas por calcita extremamente pura, contendo apenas 1% em peso de elementos menores e traços, tais como magnésio, bário, estrôncio e urânio. Conhecendo essas características, o estudo da distribuição dos foraminíferos fornece dados para a determinação das mudanças climáticas do passado, principalmente quando associados a análises de isótopos de oxigênio (HUBER et al. 2000).

Portilho-Ramos (2006), fez a caracterização paleoceanográfica de um testemunho de talude da margem continental Sul Brasileira, com base em foraminíferos planctônicos e isótopos estáveis de oxigênio, identificando as variações paleoceanográficas. Por sua vez, PETRÓ (2013), ao investigar amostras de testemunho de talude inferior, pôde averiguar a evolução paleoceanográfica e estratigrafia isotópica com foraminíferos planctônicos no Quaternário tardio da bacia de Campos, o que possibilitou propôr um modelo de reconstrução paleoceanográfica

para esta bacia. Por meio das análises de fauna total, datações em ^{14}C e análises isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ nas carapaças de foraminíferos planctônicos, obteve estimativas de variações de paleoprodutividade, paleossalinidade e paleotemperatura superficiais do mar.

Neste contexto, a integração de dados paleontológicos e geoquímicos promoveu incremento das pesquisas com foraminíferos planctônicos nas estimativas das condições de água superficial e as espécies bentônicas para inferir condições de fundo em águas oceânicas profundas. Este trabalho de pesquisa dá continuidade aos estudos dos processos geológicos recentes e subrecentes atuantes no talude e sopé continentais do litoral Norte da Bahia, através do reconhecimento das espécies de foraminíferos planctônicos encontradas ao longo de cinco colunas sedimentares de perfil estratigráfico coletados durante a operação GEOMAR XXV (1985) a bordo do navio oceanográfico Almirante Câmara, da Marinha Brasileira, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), cobrindo a área da plataforma continental dos Estados de Alagoas, Sergipe e Bahia, e cedidos ao Instituto de Geociências.

CAPÍTULO 2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Reconhecer as variações paleoclimáticas e estabelecer o zoneamento bioestratigráficos através do estudo sedimentológico, geoquímico e da microfauna de foraminíferos planctônicos do sopé e talude continentais do norte do Estado da Bahia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar a análise de cinco testemunhos, a partir de parâmetros sedimentológicos, geoquímicos e da composição de foraminíferos planctônicos.

Identificar e classificar as espécies de foraminíferos planctônicos encontradas no sedimento dos testemunhos coletados.

Identificar variações paleoclimáticas através da análise isotópica $\delta^{18}\text{O}$ em testas de *Globigerinoides ruber* e do padrão de distribuição de espécies indicadoras das massas d'água quentes e frias.

Determinar a distribuição vertical dos foraminíferos, estabelecendo o zoneamento bioestratigráfico do Quaternário superior por meio dos parâmetros sedimentológicos e geoquímicos.

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DOS FORAMINÍFEROS EM PESQUISAS PALEOCEONOGRÁFICAS E PALEOCLIMÁTICAS

Para interpretar ambientes antigos é necessário entender as relações entre os sistemas físico-químicos e biológicos nos oceanos modernos. De fundamental importância para a manutenção da vida, a temperatura influencia sobremaneira a distribuição dos organismos, uma vez que cada espécie tem seu limite de tolerância e uma temperatura ótima na qual pode crescer e reproduzir-se, refletindo na composição biológica de uma região.

Dentre os estudos paleoclimáticos do Quaternário usando foraminíferos, temos Bradshaw (1961) que em experimentos laboratoriais tendo como variante controlada a temperatura, conseguiu indicar tolerâncias e ótimos de temperatura para sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de algumas espécies de foraminíferos e ainda determinou a temperatura máxima que pode ser tolerada por algum período de tempo.

Boltovskoy (1965) realizou um zoneamento das águas oceânicas superficiais do ponto de vista das condições climáticas a partir da constatação de que este fator ecológico delimita a distribuição dos organismos, com consequente formação de províncias biogeográficas: formas de águas equatoriais (maior que 25°C), tropicais (20 e 25°C), temperadas (10 e 15°C) e formas de zonas polares (menor que 10°C). Nesta mesma obra o autor apresenta a distribuição dos foraminíferos planctônicos no oceano atlântico, no qual as espécies abundantes em baixas latitudes são *Globorotalia menardii*, *Globorotalia tumida* e *Pulleniatina obliquiloculata* e as menos abundantes, *Globigerina eggeri*, *Globigerinoides sacculifer*.

Analisando sedimentos do Oceano Atlântico Equatorial, Mar do Caribe e Golfo do México, Ericson & Wollin (1968) correlacionou o plexo *Globorotalia menardii* que agrupa espécies típicas de águas quentes a estágios interglaciais. As zonas climáticas identificadas foram denominadas por letras do alfabeto em ordem decrescente de Z a Q correspondendo a ordem crescente da idade do depósito sedimentar desde o Holoceno (zona Z), que se estende desde 11.000 até o recente, sendo representada pelo reaparecimento e predominância das espécies *Globorotalia*

menardii e *Globorotalia tumida*.

Continuando na busca da elucidação de questões referentes ao comportamento destes organismos diante de variações climáticas, Suguiu (1971) em estudo controlado obteve resultados que apontam a relação existente entre o tempo de formação de uma geração da *Ammonia tépida* e a temperatura, em que o intervalo de tempo entre o nascimento do indivíduo e o da sua prole é acelerado ou retardado, variando de 88 dias, numa temperatura de 20°C, até 33 dias, à temperatura de 30°C.

Camacho (1974) relata que a distribuição de certos gêneros, como a *Candeina* e *Orbulina* (Mioceno-Recente), *Pulleniatina* (Plioceno-Recente) pode determinar flutuações climáticas do Cenozóico, porém, as formas tropicais de maior distribuição vertical são do gênero *Globorotalia*, cujos representantes fósseis guardam grande semelhança com os modernos, e podem ser usados, juntamente com as espécies do gênero *Globotruncana*, gênero extinto, como indicadoras das variações climáticas produzidas a partir do Cretáceo Superior.

A oscilação na temperatura da água do mar é maior próximo à superfície do que em profundidades. Dessa forma, sendo os foraminíferos planctônicos organismos que vivem somente na superfície da coluna d'água, tendem a sofrer maior influência dessas oscilações do que os bentônicos (BOLTOVSKOY & WRIGHT, 1976). Portanto, a temperatura influi na distribuição horizontal e geográfica, possibilitando a distinção de associações típicas de várias zonas climáticas, apesar das correntes oceânicas poderem carregar o plâncton passando por zonas de diferentes temperaturas.

Em seu trabalho de dissertação, Figueiredo (2010) analisando as assembleias de foraminíferos de diferentes níveis batimétricos da plataforma e do talude continentais do município de Conde/Bahia, observou maior diversidade nas amostras de plataforma externa e talude, justamente trechos batimétricos com menor oscilação nos fatores abióticos. Contribuindo com estas análises, Sorano (2006), pesquisando a distribuição de foraminíferos planctônicos e seu registro no sedimento na margem continental sudeste brasileira, constatou que a distribuição no verão parece estar relacionada à profundidade da camada de mistura devido a variação da temperatura da água. Estudos bioestratigráficos e climáticos, a exemplo de Araújo (2004), mostram que a temperatura pode interferir não só na distribuição, mas também em características físicas dos foraminíferos.

As características da testa dão informações importantes quanto às condições ambientais do momento da sua sedimentação. Podemos citar como principais alterações até aqui relatadas, o sentido do enrolamento, a forma, o espaçamento dos poros e o tamanho da testa. Kucera (2007) estudando foraminíferos planctônicos como indicadores de ambientes oceânicos recentes, identificou uma relação consistente entre a direção do enrolamento e a temperatura das águas superficiais na espécie *Neoglobobulimina pachyderma*, espécie essa que habita as águas polares dos dois hemisférios, e se encontra ausente em massas d'água tropicais. Outro dado interessante deste trabalho de pesquisa diz respeito a representatividade desta espécie, aumentando à medida que a temperatura decresce até alcançar 100% em águas com temperatura entre 10°C e o ponto de congelamento. Sendo assim, a mudança no sentido do enrolamento desta espécie pode ser utilizada como indicador paleoambiental.

Segundo Zorfer et al. (2011), a proporção entre espécies de águas quentes e de águas frias também pode ser utilizada para traçar a história térmica da superfície do oceano tanto em nível de variações seculares quanto em escala de tempo geológico. A presença ou a ausência de determinadas espécies indicadoras térmicas possibilita detectar fluxo de massas d'água na margem continental, fornecendo subsídios para reconstrução paleoambiental.

Os foraminíferos formam o grupo de microfósseis mais utilizado em bioestratigrafia, são considerados os principais portadores de informações paleoceanográficas e apresentam aplicações à análise de bacias sedimentares (PETRÓ, 2013). As análises bioestratigráficas permitem reconhecer a história geológica registrada nos estratos sedimentares, em especial do período Quaternário, que compreende a época Pleistocênica (de 2,6 milhões de anos até cerca de 10 mil anos atrás) e a época Holocênica atual (Leite, 2015). 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).

Assim, os foraminíferos representam ferramentas importantes em pesquisas bioestratigráficas e paleoclimáticas que associam dados microfaunísticos e geoquímicos, sendo possível correlacionar o teor de carbonato nos sedimentos, os sinais isotópicos de oxigênio e a variação da assembleia desses organismos para

inferir as condições climáticas nas quais eles foram depositados. Exemplo dessas correlações encontra-se em Barbosa (2002), que integrando dados isotópicos aos estudos de biofáceis, pôde reconhecer eventos climáticos que caracterizam internacionalmente o período Quaternário, na bacia de Santos e na bacia de Campos.

CAPÍTULO 4

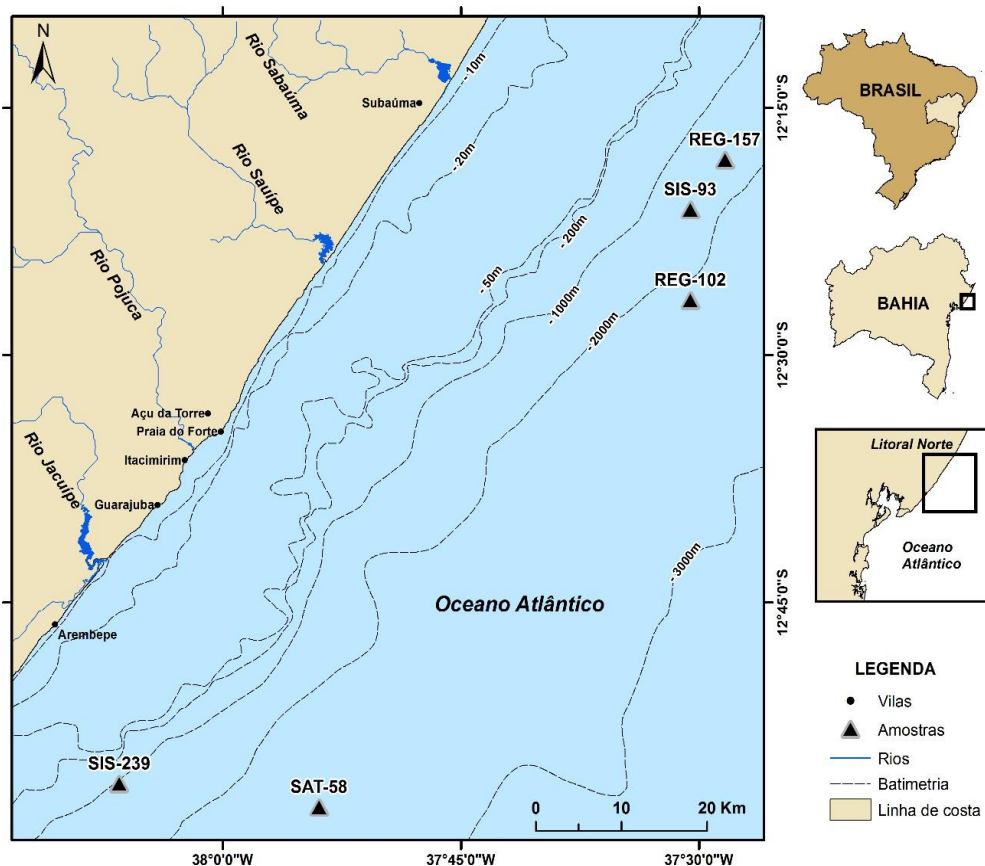
CARACTERIZAÇÃO DA ÀREA DE ESTUDO

A área estudada está situada no litoral norte do Estado da Bahia, distando aproximadamente 34,5 km da cidade de Salvador, limitada pela latitude da desembocadura dos rios Jacuípe ($12^{\circ} 55' 7.93'' \text{ S} - 37^{\circ} 36' 17.27'' \text{ W}$) ao sul, e Subaúma ($12^{\circ} 16' 6.52'' \text{ S} - 37^{\circ} 35' 35.46'' \text{ W}$) ao norte.

A principal via de acesso por terra, a partir de Salvador, é a rodovia BA 009 denominada Linha Verde e, a partir dessa rodovia, pode-se ter acesso à linha de costa. (Figura 1)

Figura 1: Delimitação da área de estudo e identificação dos pontos de coleta dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58, localizada no talude e sopé continentais entre os rios Jacuípe e Subaúma, litoral norte do

Estado da Bahia



Fonte: Modificado de DHN, 1979

O objeto de estudo são cinco testemunhos, sendo um de talude (SIS239) coletado a 1150 m de profundidade, e quatro de sopé (REG157, SIS93, REG102 e SAT58) coletados a profundidades de 1830, 1890, 2230 e 2460 metros, respectivamente. (Figura 1)

4.1 FISIOGRAFIA DA PARTE CONTINENTAL E MARINHA

Na parte emersa afloram rochas Pré-Cambrianas e depósitos Terciários e Quaternários (DOMINGUEZ et al., 1996), e constituem as principais acumulações sedimentares da zona costeira nordeste do Estado da Bahia. A área de estudo limita-se ao Sul pelo rio Jacuípe, que faz um percurso de cerca de 85 km após nascer da contribuição do fluxo subterrâneo proveniente do lençol freático no município de Conceição de Jacuípe e cortar as cidades de Amélia Rodrigues, Terra Nova, Mata de São João e Camaçari, conforme relatório do Centro de Recursos Ambientais (CRA, 1996, p. 56). Tem precipitação média entre 500mm e 800mm anuais, sendo que, apenas na área do baixo curso do rio, apresentam-se médias pluviométricas superiores a 900mm/ano (MEDEIROS et al., 2001).

O limite Norte da área de estudo está inserido na bacia hidrográfica do rio Itapicuru que se encontra, em grande parte, nas regiões de temperaturas maiores que 25°C e pluviosidade inferior a 800 mm, o que lhe confere o caráter de semi-aridez (SRH,1995). A porção submersa da área de estudo está inserida no Nordeste da Plataforma Continental Brasileira contida entre o Delta do Rio Parnaíba (PI) e Salvador (BA) (PROGRAMA REVIZEE - 1995). Segundo Vital et al., 2005, esse trecho caracteriza-se pela reduzida largura e pouca profundidade. Sendo dividida em: plataforma interna, limitada pela isóbata de 20 m, com um relevo suave mostrando algumas irregularidades devidas à presença de recifes, canais e ondulações; a plataforma média que se estende de 20 a 40 m de profundidade e exibe um relevo bem mais irregular e plataforma externa que se inicia a partir de 40 m de profundidade (FREIRE, 1985). A borda da plataforma localiza-se entre as isóbatas de 60 e 80 m a uma distância de aproximadamente 18 km da linha de costa, iniciando a o talude continental (DHN 1993).

4.2 EVOLUÇÃO GEOLÓGICA QUATERNÁRIA

Suguio et al. (1985) e Martin et al. (1987) demonstraram que, no decorrer do Quaternário, esta região esteve submetida a importantes flutuações do nível relativo do mar. A herança geológica, combinada aos episódios de subida e descida do nível relativo do mar ocorridos durante este período, é responsável, em grande parte, pela atual configuração da linha de costa. Os depósitos quaternários são representados fundamentalmente por terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, cobertos por cordões litorâneos (MARTIN et. al., 1980), formados a partir das regressões marinhas que ocorreram após, respectivamente, a Penúltima (Pleistoceno) e a Última Transgressão Marinha (Holoceno) (BITTENCOURT et. al., 1979).

4.3 COBERTURA SEDIMENTAR

Carannante et al. (1988), baseados no estudo das associações carbonáticas dos principais tipos de sedimentos e nos parâmetros ambientais, dividiram a plataforma continental brasileira em três zonas: tropical (0 a 15° S), de transição (15 a 23° S) e temperada (23 a 35° S). Leão & Brichta (1995) divide em duas grandes fácies sedimentares: (i) uma faixa constituída de sedimentos de natureza siliciclástica e (ii) uma predominantemente carbonática, composta de sedimentos de origem biogênica. Os sedimentos siliciclásticos são constituídos por areias quartzosas, com teores acima de 50%, e predominam ao longo de uma faixa relativamente estreita e paralela à linha de costa, alargando-se nas circunvizinhanças da desembocadura dos grandes rios (MELLO et al. 1975). A fração sedimentar lamosa terrígena é composta, predominantemente, pelos minerais caolinita e ilita e é acumulada nas depressões existentes nas zonas interrecifais. Segundo Leão & Kikuchi (1995) essa sedimentação siliciclástica tem duas fontes principais: (i) os sedimentos relíquias resultantes da erosão dos depósitos terciários do Grupo Barreiras, acumulados na plataforma durante a regressão pré-holocênica e posteriormente retrabalhados, e (ii) os sedimentos provenientes de aportes fluviais, transportados ao longo da costa.

4.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E OCEANOGRÁFICA

A região tem clima do tipo tropical úmido com uma média de temperatura do ar que varia entre 24°C no inverno e 27°C no verão. A precipitação nesta área varia entre 1500 e 2000 mm/ano. Os meses mais chuvosos são: março, abril e maio, concentrando 37% de toda a precipitação anual (612 mm). Recebe influência dos ventos alísios procedentes de duas direções principais: Nordeste e Leste durante a primavera e o verão (outubro a março) e de Sudeste durante o outono e inverno (abril a setembro) (NIMER, 1989).

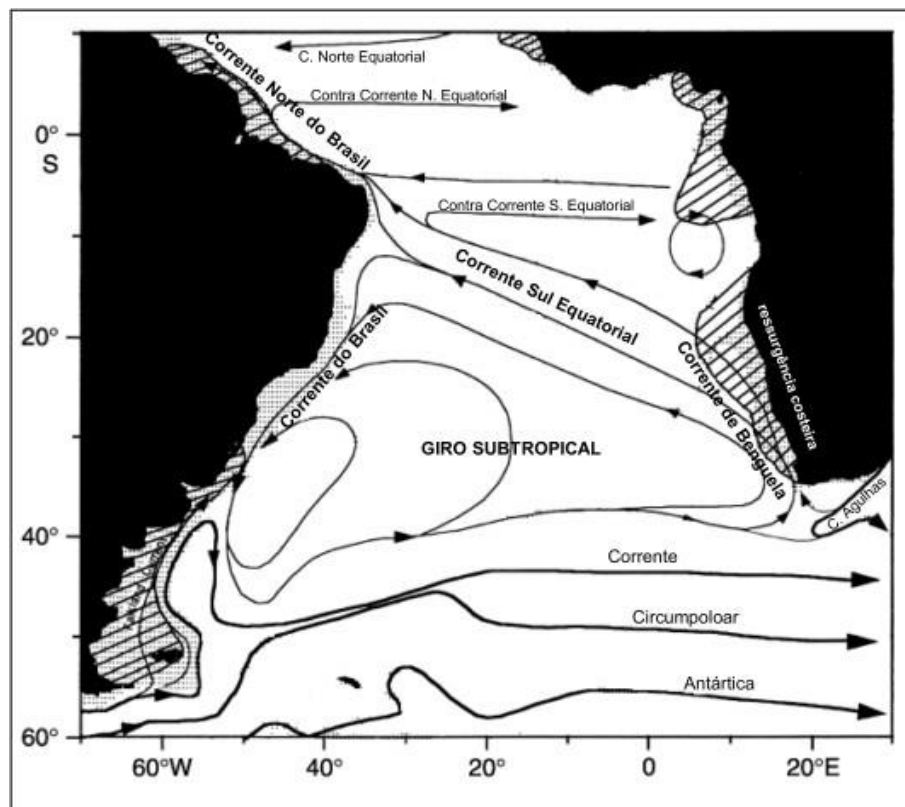
Padrões gerais de refração de ondas para a costa do Estado da Bahia foram construídos por Bittencourt et al. (2000). De acordo com estes autores existem duas direções de ondas na área, as quais coincidem com o regime dos ventos: (i) frentes de onda de NE e E que ocorrem durante a primavera e verão (ii) frentes de onda de SE e SSE que ocorrem durante o outono e o inverno. As ondas provenientes de NE e E promovem uma deriva litorânea de norte para sul. Já as ondas de SE e SSE promovem uma deriva litorânea de sul para norte.

O transporte de calor nos oceanos acontece de acordo com as diferenças de temperatura entre a região equatorial e região polar, se dando, geralmente, dos trópicos em direção aos polos. Exceção a esse padrão de circulação, ocorre no oceano Atlântico Sul no qual o transporte de calor é mais efetivo na direção equatorial através da Corrente Sul Equatorial (CSE) (Peterson & Stramma, 1991) (Figura 2).

A coluna d'água sobre a margem continental brasileira, apresenta-se em camadas localizadas a diferentes profundidades: Camada superficial (0 - 150 m) ; a piconclina (150 - 500 m); camada intermediária(500 - 1000 m); e camada profunda que ocupa porções inferiores a 1500 m. Essas camadas estão relacionadas 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 2).

Segundo Rodrigues et al. (2007) apud BARBOSA (2012) a Corrente do Brasil (CB) é representada pelas correntes Norte e Sul do Brasil, originadas da corrente Sul-Equatorial que se bifurca ao alcançar o continente sulamericano em posição que varia entre 13°S (novembro) e 17°S (julho).

Figura 2: Esquema da circulação das massas de água no Atlântico Sul (Modificado de Peterson & Stramma, 1991)

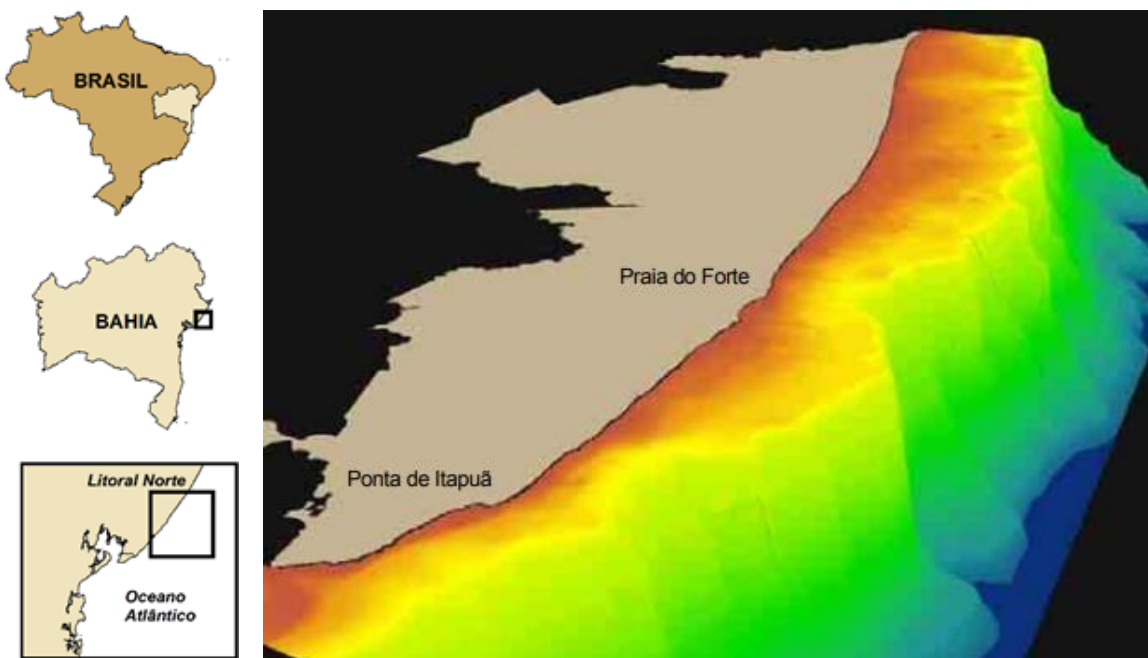


Fonte: Modificado de Peterson & Stramma (1991).

A Plataforma Continental, na parte norte do Estado da Bahia possui largura média entre 8 e 20 km. Apresenta declividades acentuadas, com valores de 1:80 entre a linha de costa a isóбата de 10m, 1:300 entre as isóbatas de 10 e 30m e 1:570 entre as isóbatas de 30 e 50m (SUGUIO, 1992). A quebra da plataforma encontra-se entorno de 18 km da linha de costa entre as isóbatas de 60 e 80 m, dando início ao talude continental, região de coleta deste estudo, com gradiente superior a 1:40 apresentando forte declividade até o intervalo de 400 a 800m. A largura média do talude varia entre 80 e 100 km e o declive varia entre 1° e 28° (LEÃO & BRICHITA, 1996). A figura 3

demonstra de forma tridimensional a plataforma e o talude desta região.

Figura 3: Rendenização tridimensional da plataforma, talude e sopé continentais do litoral norte do Estado da Bahia.



Fonte: CRA (2003) – Modificado

Segundo Ponte & Asmus (2004), a margem continental leste brasileira, ao longo da região nordeste, apresenta topografia irregular e um talude abrupto, além de ter a porção mais estreita da plataforma continental brasileira.

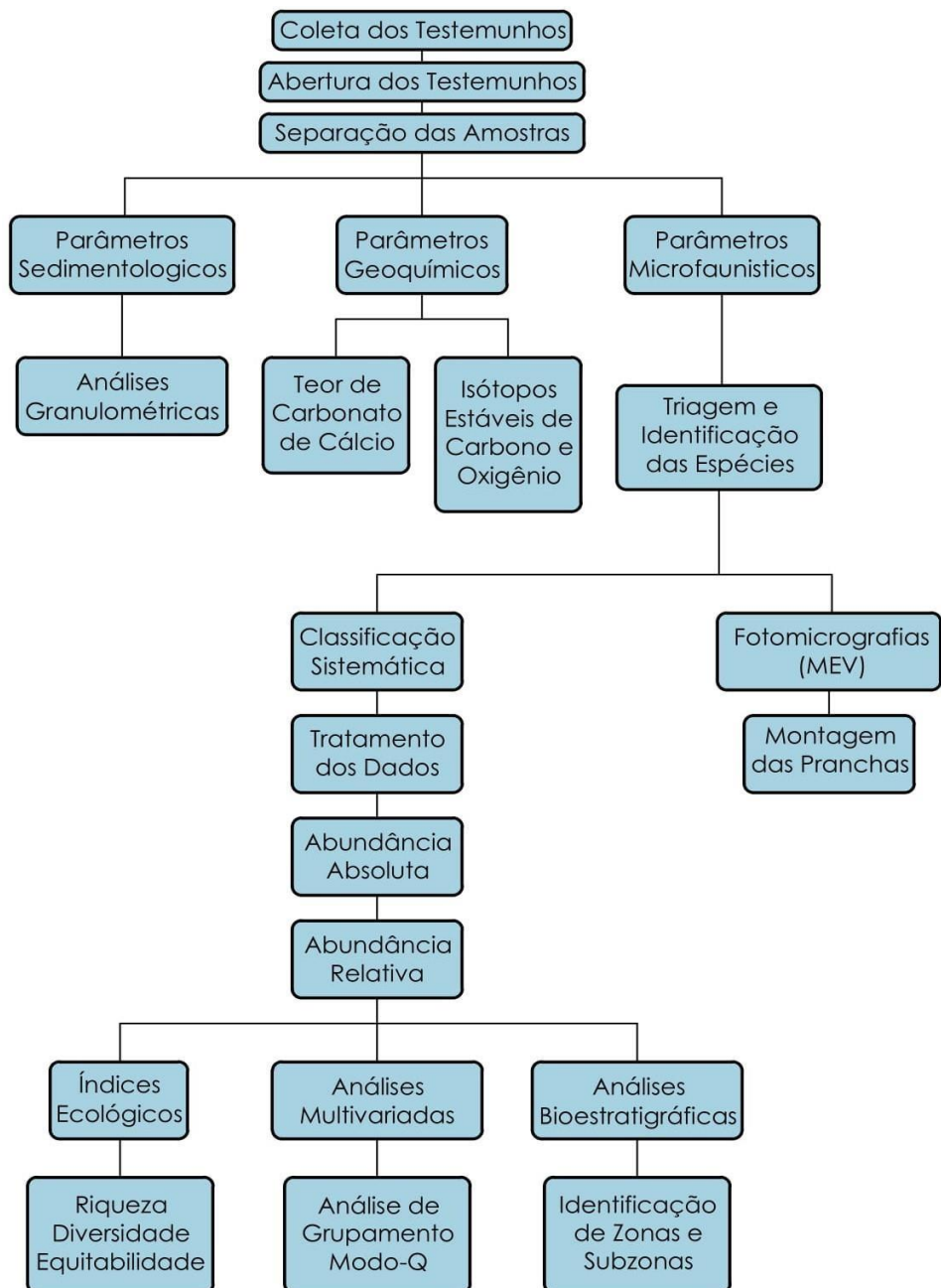
Nesta feição, entre o talude e a bacia oceânica, encontra-se o sopé continental que apresenta de 100 a 1000km de largura e um gradiente médio de 1:150 com valores menores a medida que avança mar adentro, o que segundo Baptista Neto (2004), atrapalha definir seu limite com as planícies abissais.

CAPITULO 5

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da análise de diversos trabalhos correlatos se optou pela metodologia apresentada a seguir por ter se mostrado eficaz neste tipo de estudo. (Figura 4)

Figura 4: Fluxo da metodologia utilizada na realização deste trabalho



Fonte: Figueiredo, 2018.

5.1 LOCALIZAÇÃO E COLETA DOS TESTEMUNHOS

As cinco colunas sedimentares de perfil estratigráfico foram coletadas durante a operação GEOMAR XXV (1985), a bordo do navio oceanográfico Almirante Câmara, da Marinha Brasileira, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), cobrindo a área da plataforma continental dos Estados de Alagoas, Sergipe e Bahia.

A equipe embarcada estava vinculada ao Centro de Pesquisa de Geologia e Geofísica (CPGG) do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a coordenação científica ficou a cargo dos professores Arno Brichta e Osmário R. Leite. Esta operação teve como objetivo o aprofundamento do conhecimento dos processos geológicos recentes e subrecentes atuantes na plataforma continental, com ênfase nos “canyons” do Rio São Francisco, de Japarutuba e de Salvador. Os cruzeiros GEOMAR indubitavelmente aumentaram as coletas de amostra ao longo da costa brasileira, possibilitando o desenvolvimento de estudos geológicos de grande importância para o Brasil (Araújo,2004).

Parte dos testemunhos foi cedida para pesquisas realizadas no Instituto de Geociências da UFBA e, por intermédio da Prof^a Dr^a Tânia Araújo, cinco testemunhos a pistão (REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58), situados no talude e sopé continentais, entre as Bacias do Jacuípe e Subaúma, foram fornecidos para a realização do presente estudo.

As coordenadas geográficas, as distâncias entre os pontos de coleta e a linha de costa e as profundidades na coluna d’água dos testemunhos podem ser observadas no Quadro 1. Considerando que parte das colunas apresentava sinais de alteração na integridade do sedimento, não foi possível utilizar a porção mediano-basal das colunas. Assim, neste trabalho utilizou-se por utilizar o 1m superior de cada testemunho.

Quadro 1: Coordenadas geográficas, profundidade e distâncias entre os pontos de coleta e a linha de costa.

Testemunho	Profundade Local (m)	Recuperação (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
REG157	1830	3,40	12° 16' 6.52" S	37° 35' 35.46" W
SIS93	1890	4,25	12° 19' 6.74" S	37° 35' 38.59" W
REG102	2230	4,60	12° 24' 35.95" S	37° 35' 44.35" W
SIS239	1150	3,25	12° 53' 40.58" S	37° 36' 15.67" W
SAT58	2460	4,50	12° 55' 7.93" S	37° 36' 17.27" W

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

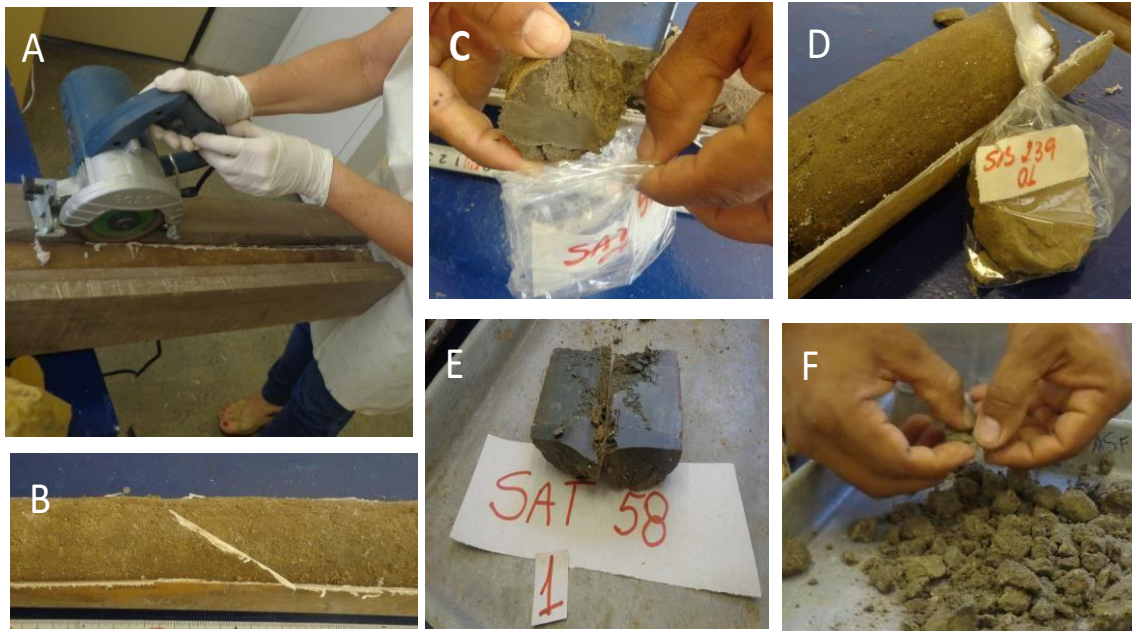
5.2 ABERTURA DOS TESTEMUNHOS E AMOSTRAGEM

A abertura dos testemunhos, bem como a separação e identificação das amostras foram realizados no Laboratório de Estudos Costeiros (LEC) da UFBA e encontram-se ilustrados na figura 5.

Para abrir os testemunhos utilizou-se uma serra elétrica circular, portátil, para realizar dois cortes diametralmente opostos na parede do tubo. Esse procedimento é uma adaptação da metodologia apresentada por Bandeira Jr. & Roncarati (1978). Os testemunhos foram colocados em uma base para ficar totalmente presos. 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. Os sedimentos contidos nos testemunhos foram seccionados transversalmente com uma lâmina, obedecendo a direção do topo para a base em intervalos de 10 cm até 1m do pacote sedimentar. No início de cada uma das partes foram coletados 2 cm³ de sedimento representando as amostras, estas foram identificadas, pesadas, homogeneizadas e catalogadas. Posteriormente fora

tratadas, sendo lavadas com água corrente em peneira de 0,062 mm e secas em estufa a 50 °C.

Figura 5: Procedimento de abertura dos testemunhos (A e B), separação das amostras (C e D) e preparação para análise granulométrica (E e F).



Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

O processamento das amostras, no que tange a análise de parâmetros sedimentológicos e geoquímicos, seguiu a metodologia descrita nos tópicos seguintes.

5.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

5.3.1 Parâmetros sedimentológicos

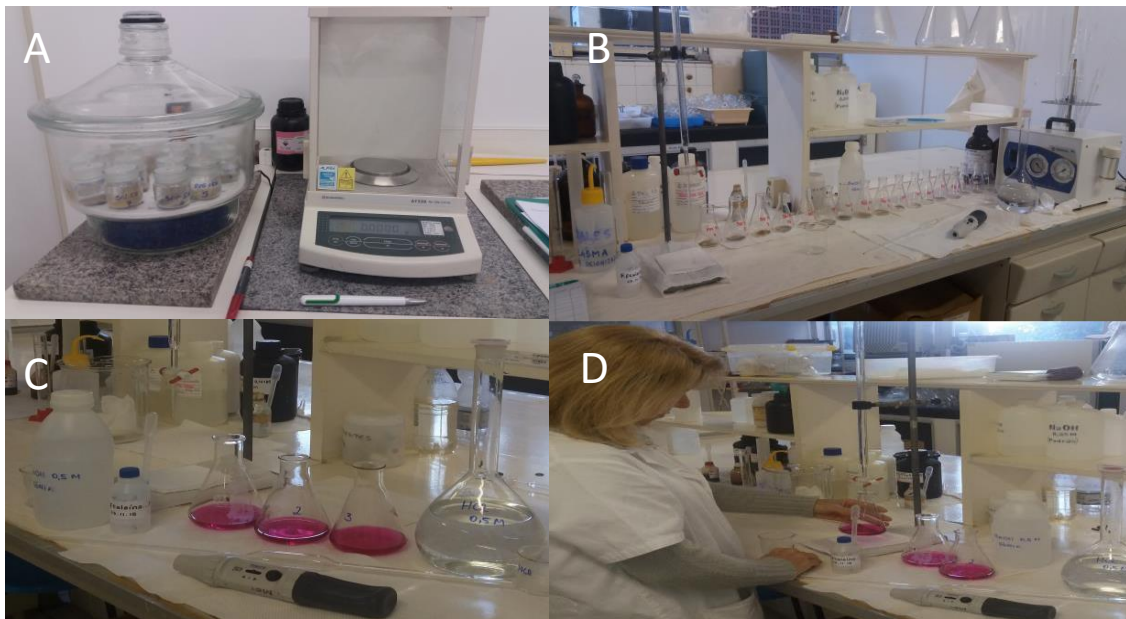
As amostras foram submetidas à análise granulométrica, determinando-se os percentuais de cascalho (2,00 mm), areia muito grossa (1,00 mm), areia grossa (0,500 mm), areia média (0,250), areia fina (0,125 mm), areia muito fina (0,062) e lama.

5.3.2 Parâmetros geoquímicos

5.3.2.1 Teor de carbonato de cálcio

A análise do teor de carbonato de cálcio presente nas amostras deste estudo foi realizada no Laboratório de Geoquímica da UFBA e está ilustrada na figura 6.

Figura 6: Preparação das amostras para a determinação do teor de carbonato (CaCO_3) (A, B e C) e procedimento de titulação (D).



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Para a determinação do teor de carbonato de cálcio utilizou-se a fração lama seca do sedimento, atendendo ao seguinte procedimento: Inicialmente as amostras são colocadas em pesa-filtros e passam 3 horas em estufa a 100 graus Celsius. Em seguida são acondicionadas em dessecador para chegar a temperatura ambiente sem que haja absorção de umidade do ar. Pesa-se 0,25g do sedimento de todas as amostras em Erlenmeyers. Acrescenta-se 25 ml de HCl 0,5M padronizado à amostra agitando vagarosamente, deixa-se em repouso a frio alguns minutos para que o HCl reaja com todo o carbonato de cálcio presente, o que é evidenciado pela efervescência, ou seja, a liberação do CO_2 .

Separadamente, a bureta de 50 ml é lavada, descontaminada, ambientizada com NaOH (solução padrão) e preenchida até o traço de aferição. Três gotas de fenolftaleína a 1% (indicador do ponto final de equivalência) são adicionadas a todas

as amostras para a titulação com hidróxido de sódio (NaOH). Na titulação, a solução de NaOH é adicionada aos poucos (gota a gota) até que o HCl em excesso presente no sistema seja neutralizado, neste momento observa-se mudança de coloração de transparente para rosa (ponto de virada). O resultado obtido através da titulação é inserido na fórmula abaixo, permitindo determinar o percentual de carbonato de cálcio.

$$\% \text{CaCO}_3 = (\text{C}_{\text{HCl}} \times \text{V}_{\text{HCl}} - \text{C}_{\text{NaOH}} \times \text{V}_{\text{NaOH}}) \times 5 / \text{m (g)}$$

Onde:

C_{HCl} = concentração real do ácido;

C_{NaOH} = concentração real da base;

V_{HCl} = volume do ácido;

V_{NaOH} = volume da base;

m (g) = massa de sedimento.

A partir desses percentuais, foi possível classificar o sedimento quanto a sua composição com base na metodologia apresentada por Testa (1996), sendo esta: sedimento siliciclástico (teor de carbonato inferior a 40%); misto (entre 40 e 60%) e carbonático (superior a 60%).

5.3.2.2 *Isótopos Estáveis de Carbono e Oxigênio*

A utilização dos isótopos estáveis de carbono e oxigênio em pesquisas de reconstrução ambiental, baseadas em foraminíferos marinhos, pressupõe que estes secretam suas testas em equilíbrio isotópico com o meio. A composição isotópica destes elementos químicos, em uma amostra, é reportada em termos da diferença entre a razão $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ da amostra e um padrão arbitrário, onde o valor resultante (δ) é expresso em partes por mil (‰). A utilização dos isótopos estáveis de carbono e oxigênio em pesquisas de reconstrução ambiental, baseadas em foraminíferos marinhos, pressupõe que estes secretam suas testas em equilíbrio isotópico com o meio. A composição isotópica destes elementos químicos, em uma amostra, é reportada em termos da diferença entre a razão $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ da amostra e um padrão arbitrário, onde o valor resultante (δ) é expresso em partes por mil (‰).

Para as análises isotópicas foram triadas vinte testas de foraminíferos

planctônicos da espécie *Globigerinoides ruber*, por ser a espécie com maior abundância nas amostras. Essas testas foram encaminhadas para o Laboratório de Isótopos Estáveis (LABISE) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), coordenado pelo Prof. Dr. Alcides Sial, para a determinação das composições isotópicas de carbono (C) e oxigênio (O).

No LABISE, as razões isotópicas $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ foram medidas utilizando-se um espectrômetro de massa Delta V Advantage acoplado a um sistema automatizado (GasBench II). Foram utilizadas, em média, cinco testas por amostras. Cada amostra devidamente numerada, foi depositada em frasco de vidro (10 ml) que foi, então, selado com tampa contendo septo de borracha. Setenta frascos foram processados em cada rodada de análise (run), utilizando-se uma unidade de multifluxo dos quais dezesseis frascos correspondem aos quatro padrões de referência, sendo dois internacionais (NBS-19 e NBS-18) e dois, internos (REI e VICK).

Inicialmente, os frascos passaram pela etapa de *flush* (240 segundos), que consiste em um jato de gás He para remoção de gases atmosféricos (CO_2 e H_2O). Após o flush, 90 mg (equivalente a $\sim 50 \mu\text{l}$) de ácido H_3PO_4 foram adicionados, automaticamente, em cada amostra para liberar CO_2 do carbonato. Após adição de H_3PO_4 , as amostras foram deixadas a reagir por 90 minutos a 70°C , antes de serem analisadas.

A mistura de He com CO_2 liberado de cada amostra é então transferida automaticamente para o espectrômetro de massa de fonte gasosa Delta V Advantage e, então, as razões isotópicas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da amostra são medidas. Em se tratando de carbonatos, os resultados obtidos para as amostras são reportados em notação internacional $\delta\text{‰}$ (*permil*) em relação à escala PDB (Sigla proveniente de um fóssil particular de *Belemnitella americanada* Formação Pee Dee, localizada na Carolina do Sul, EUA). Os desvios por mil, referidos como $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$, são expressos pelas respectivas relações:

$$\delta^{18}\text{O}(\text{‰}) = \frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O} (\text{amostra}) - ^{18}\text{O}/^{16}\text{O} (\text{padrão})}{^{18}\text{O}/^{16}\text{O} (\text{Padrão})} \times 1000$$

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = \frac{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C} (\text{amostra}) - {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C} (\text{padrão}) \times 1000}{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C} (\text{Padrão})}$$

Nas quais valores negativos representam baixa razão na amostra, ou seja, menos $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do que ${}^{16}\text{O}$ e ${}^{12}\text{C}$, enquanto valores positivos representam alta razão na amostra, mais $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do que ${}^{16}\text{O}$ e ${}^{12}\text{C}$. Considerando que a composição isotópica de oxigênio é função da temperatura da água do mar, e que a composição isotópica de carbono é amplamente influenciada pela produtividade primária, a razão ${}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}$) atua como *proxy* de paleotemperatura, assim como a razão ${}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$) atua como *proxy* de paleoprodutividade (SANTOS JR., 2005).

Cálculo de paleotemperatura (°C)

Para estimar as variações na temperatura da água do mar utilizou-se os sinais isotópicos de oxigênio encontrados nas testas de foraminíferos, aplicados à equação apresentada a seguir, válida principalmente para seções do Quaternário e utilizada, em estudo de reconstrução ambiental holocênica.

$$T (\text{°C}) = 16,9 - 4,38 (\delta^{18}\text{O}_c - \delta^{18}\text{O}_w + 0,27) + 0,1 (\delta^{18}\text{O}_c - \delta^{18}\text{O}_w + 0,27)^2$$

Onde:

$T(\text{°C})$ = temperatura da água;

$\delta^{18}\text{O}_w$ = composição isotópica da água;

$\delta^{18}\text{O}_c$ = composição isotópica do carbonato.

Admitindo-se que a composição isotópica da água do mar é supostamente constante durante o Holoceno, o valor $\delta^{18}\text{O}_w$ (*SMOW standard*) é zero, o que permite reescrever a fórmula como: $T (\text{°C}) = 16,9 - 4,38 (\delta^{18}\text{O}_c + 0,27) + 0,1 (\delta^{18}\text{O}_c + 0,27)^2$ para se estimar a temperatura da água na ocasião da sua incorporação pelo organismo.

Sob outra perspectiva, os sinais isotópicos de carbono medidos possibilitam estimar a produtividade primária dos estratos superficiais da coluna d'água, parâmetro este que afeta diretamente o resultado de $\delta^{13}\text{C}$ e está em grande parte associado também a processos que envolvem variações climáticas no planeta, tendendo a serem maiores em épocas de redução bruscas na temperatura global.

Valores isotópicos de carbono positivos indicam a predominância do isótopo mais pesado (^{13}C) enquanto que negativos refletem maior abundância de (^{12}C). Durante períodos de baixa produtividade biológica, por exemplo, em condições de extinção em massa, esqueletos tornam-se enriquecidos em C^{12} . Dessa forma, quanto menor C^{13} nas conchas, menor a produtividade biológica.

5.3.3 Parâmetros microfaunísticos

5.3.3.1 Processo de triagem e identificação das espécies

As alíquotas das amostras para esse estudo foram lavadas em água corrente e o sedimento retido na malha 0,062 mm colocado em béqueres e seco em estufa à 50°C, por 24 horas. Em seguida, foram peneiradas a seco em malha 0,150 mm e armazenadas em sacos plásticos previamente etiquetados com os dados de sua origem. Essas amostras foram, uma a uma, espalhadas de maneira homogênea sobre uma placa de triagem de microfósseis e visualizada com o auxílio de microscópio estereoscópio (lupa binocular) marca Zeiss (modelo 472022) sendo as trezentas primeiras testas de foraminíferos planctônicos triadas e coladas em lâminas de Franke para identificação dos táxons até o nível de espécie.

A **classificação sistemática** genérica foi baseada em Loeblich & Tappan (1988) adaptado para Sen Gupta (1999) e a específica de acordo com diversas publicações de foraminíferos recentes, dentre elas Kenneth e Srinivasan (1983), Parker (1962), Cifelli e Smith (1971), Bé (1977); Stainforth et al (1975), Bolli et al (1985), Coloma et al (2005), Schiebel and Hemleben (2017) e artigos recentes. Neste estudo, as variedades de *Globigerinoides trilobus* (*G. t. immaturus*, *G. t. trilobus* e *G. t. sacculifer*) foram agrupadas e chamadas de *Globigerinoides sacculifer*; as variedades rosa e branca de *Globigerinoides ruber* foram quantificadas separadas, e os morfotipos com e sem bula de *Globigerinita glutinata* quantificadas juntas.

Neste estudo, seguindo os critérios propostos por Ericson & Wollin (1968) e Vicalvi (1997 e 1999), foram considerados os plexos que se constituem de espécies de morfologia semelhante e que apresentam a mesma reação às variações ambientais principalmente quanto à temperatura das águas. Dentre eles, o “plexo menardii” que inclui os táxons *Globorotalia menardii menardii*, *Globorotalia tumida*,

formando o principal grupo indicador de águas quentes; o “plexo Pulleniatina” que é formado pelas espécies *Pulleniatina primalis*, *P. obliquiloculata* e *P. finalis*, também representante de águas quentes, sendo que com maior tolerância a baixas temperaturas do que o plexo menardiforme. As espécies *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia inflata* foram selecionadas como os melhores representantes de águas frias. As espécies *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Globorotalia crassaformis* e *Globigerinoides conglobatus* são numericamente menos comuns e foram selecionadas por Vicalvi (1999) para auxiliar na identificação de limites entre intervalos paleoclimáticos.

5.3.3.2 Fotomicrografias

As espécies mais representativas, dentre outras, foram fotomicrografadas no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) do Instituto de Química da UFBA para a elaboração de estampas. Inicialmente com o auxílio de um microscópio estereoscópio (marca Zeiss - modelo 475022) as testas foram minuciosamente colocadas em fita adesiva fixada a um suporte específico de alumínio, no qual seriam metalizadas com ouro. A metalização ocorreu em equipamento metalizador SHIMADZU IC-50 ION COATER a fim de torná-las condutoras, para isso aplicou-se um vácuo de -10 Pascal e em seguida uma voltagem de 6mA por um tempo de 5 minutos para dar início a metalização com ouro. Após o banho de ouro são colocadas na câmara do microscópio eletrônico de varredura SEDX SS-550 com EDS acoplado que opera a 30 KV e novo processo de formação de vácuo foi realizado. A partir daí toda a película com as espécies foi então enquadrada, ampliada e fotomicrografada. (Figura 7)

Figura 7: Etapas de realização das fotomicrografias em microscopia eletrônica.



Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

As fotomicrografias foram agrupadas em ordem alfabética formando as pranchas que serão apresentadas no capítulo sobre classificação sistemática.

5.3.3.3 *Tratamento de dados*

Visando à caracterização dos foraminíferos da área de estudo, foram mensurados em todos os testemunhos e para cada espécie, os seguintes descritores biológicos: Frequência Relativa, Índices de Riqueza, Diversidade e Equitatividade e Análises estatísticas.

5.3.3.3.1 *Abundância relativa das espécies*

Utilizando os dados absolutos foram realizados cálculos de abundância relativa (FR), que é a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie (n) e o número total de indivíduos da amostra (T) (TINOCO, 1989).

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

Os resultados foram classificados de acordo com Dajoz (1983) em:

- Principais: frequência acima de 5%;
- Acessórias: valores de frequência entre 4,9 e 1%;
- Traços: valores inferiores a 1%.

Os valores de abundância foram utilizados na confecção de tabelas e na elaboração de gráficos. As espécies que apresentaram valores acima de 5% definiram a formação das assembleias.

5.3.3.3.2 Índices de Diversidade, Riqueza e Equitatividade

A aplicação desses índices ecológicos seja em escala temporal ou espacial, possibilitam conhecer as interações entre os seres vivos e o ambiente, tanto no presente quanto no passado.

Riqueza de espécies (R): Este índice está relacionado ao número total de espécies presentes (**S**) e ao número total de indivíduos (**N**) (CLARCKE & WARWICK 1994). Em geral utiliza-se o índice de Margalef (1958) apud Ludwig & Reynolds (1988), o qual se propõe a medir riqueza de espécies em uma comunidade independente do tamanho da amostra.

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

Diversidade (H'): A partir dos dados biológicos obtidos foi calculado o Índice de Diversidade (H') de Shannon-Wiener (1949), que pode ser definido como a abundância relativa das espécies de uma determinada comunidade, e a distribuição das espécies em cada amostra. Com base nestas informações, o Índice de Diversidade pôde ser calculado, levando-se em consideração a seguinte fórmula:

$$H' = \sum_{j=1}^S (p_i \cdot \log_2 p_i)$$

Onde **s** é o número total de espécies e **pi** é a proporção de indivíduos da espécie (**ni**) para o número total de indivíduos (**N**), ou seja:

$$PI = \frac{ni}{N}$$

Em trabalhos onde a diversidade é calculada a partir de logaritmo na base 2 utiliza-se a unidade “bit” por indivíduo.

Equitatividade (J): Este índice está relacionado com a uniformidade em que os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies (Clarcke & Warwick 1994). A equitatividade pode ser calculada pelo índice de Pielou (1969) a partir da fórmula:

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

Onde **H'** é a diversidade de espécies, **Hmax** a diversidade sob condições de máxima equitatividade, expresso como **log₂**, e **S** é o número de espécies.

5.3.3.3 Análises Multivariadas

Explicitamente ou implicitamente, todas as técnicas multivariadas são baseadas em coeficientes de similaridade, calculados entre todos os pares de amostras (CLARCKE & WARWICK, 1994). Os métodos de análises multivariadas são caracterizados por fundamentarem-se em comparações entre duas ou mais amostras, ressaltando até que ponto estas amostras compartilham características em comum, a exemplo de espécies particulares com níveis comparáveis de abundância.

Neste trabalho a análise multivariada foi utilizada para relacionar as diferentes amostras com relação a composição microfaunística. Tendo em vista a adequação destes métodos com o tipo de trabalho realizado, foram aplicadas aos dados quantitativos (frequência relativa das espécies) para as análises de classificação.

A análise de classificação ou agrupamento (Cluster Analysis) tem sido muito utilizada em estudos envolvendo grande número de amostras e espécies, e consiste em reconhecer um grau de similaridade entre os objetos estudados, que permita reuni-los num mesmo conjunto (CLARCKE & WARWICK, 1994). Desta forma, utilizando-se o programa MVSP (versão 3.11), esta análise foi efetuada sob modo-Q (agrupamento entre amostras, segundo as espécies nelas contidas). Para quantificar a similaridade entre os objetos, foi utilizado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

A partir dos dados das espécies que apresentaram maior abundância relativa foi possível estabelecer uma assembleia representativa da área estudada.

5.3.3.3.4 Análises Bioestratigráficas.

A bioestratigrafia, como ferramenta de correlação de eventos paleoclimáticos, interpretados à luz das assembleias de foraminíferos planctônicos, teve início a cinquenta anos atrás quando Ericson e Wollin (1968) na busca de reconhecer a história geológica de estratos sedimentares, estudou as curvas climáticas para o Quaternário a partir de alterações na frequência do plexo *Globorotalia menardii* e sugeriram a divisão do período nas Zonas Z (Holoceno) e Y (Pleistoceno). Trinta e um anos mais tarde, ampliando esse conhecimento, Vicalvi (1999) ao analisar não só os percentuais do plexo *G. menardii*, mas também a incidência de *Globorotalia inflata*, *Globorotalia truncatulinoides* e plexo *Pulleniatina* sugeriu dividir as zonas em subzonas, sendo estas: Y2, Y1, Z2 e Z1. Complementando essa visão bioestratigráfica, Kowsman & Vicalvi (2003) sugeriram subdividir a subzona Y1 em “B” e “A”, considerando, respectivamente, a ausência e o reaparecimento do plexo *Pulleniatina* (Quadro 2).

Quadro 2: Critérios de identificação de biozonas em sedimentos recentes datados do final do Pleistoceno até o Holoceno, baseados em Ericson e Wollin (1968), Vicalvi (1999) e Kowsman & Vicalvi (2003).

Zonas	Identificada por:	Subzonas	Caracterizada por:	
Z (Pós- glacial)	Presença do plexo <i>Globorotalia menardii</i> / Ausência ou rara presença de <i>Globorotalia inflata</i>	Z1	Plexo <i>Globorotaliamenardii</i> entre 3 e 7%.	
		Z2	Plexo <i>Globorotalia menardii</i> entre 1 e 3%.	
Y (Glacial)	Ausência ou baixa frequência do plexo <i>Globorotalia menardii</i> / Aumento na frequência de <i>Globorotalia inflata</i> e <i>Globorotalia truncatulinoides</i>	Y 1	Y1A	Reaparecimento do plexo <i>Pulleniatina obliquiloculata</i>
			Y1B	Ausência do plexo <i>Pulleniatina obliquiloculata</i>
		Y2	Presença do plexo <i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	

Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

Para o reconhecimento biostratigráfico, os diferentes estratos dos cinco testemunhos foram definidos com base no padrão de distribuição vertical de espécies planctônicas indicadoras de massas de água quente ou fria (Quadro 3). Neste sentido, nesta pesquisa foram elaboradas curvas de abundância relativa referentes às espécies *Globorotalia menardii*, *Globorotalia tumida*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia truncatulinoides*, e *Pulleniatina obliquiloculata*, e avaliadas quanto às tendências exibidas, o que possibilitou identificar as zonas Y (Glacial) e Z (Pós-glacial), enquanto que as subzonas Z2 e Z1 foram interpretadas principalmente pela expressividade de *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia truncatulinoides*.

Além da análise de distribuição vertical das espécies citadas, foi estabelecido o zoneamento bioestratigráfico, a partir dos dados de presença/ausência dos Plexos *Globorotalia menardii* e *Pulleniatina obliquiloculata* e da espécie *Globorotalia inflata*, além da abundância das espécies *Globigerinoides truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis* indicadoras de massas d'água quentes e frias. Essas espécies foram

fundamentalmente consideradas, por fazerem parte conjunto de taxa estabelecidos por Ericson e Wollin (1968) e Vicalvi (1999) para definir as zonas e biozonas do Pleistoceno e do Holoceno.

Quadro 3: Espécies planctônicas indicadoras mais utilizadas nas interpretações ambientais

ESPÉCIE	SIGNIFICADO	REFERÊNCIA
<i>Globigerinoides ruber</i>	Corrente do Brasil, Águas quentes	Boltovskoy, 1959
<i>Plexo Globorotalia menardii</i>	Clima quente, Corrente do Brasil , Águas quentes Fauna tropical	Ericson & Wollin, 1968; Vicalvi & Palma,1980 Boltovskoy,1959; Reiss et al., 1971; Boltovskoy,1973; Bé et al., 1976;Vicalvi, 1977 ;Debenay & Redois, 1997
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	Climas frios, enrolamento sinistral; Águas frias, pela frequência; Corrente das Malvinas, Águas frias	Ericson & Wollin, 1968 Vicalvi & Palma, 1980
<i>Globorotalia inflata</i>	Águas frias	Vicalvi (1999); Kowsmann &Vicalvi (2003)
<i>Globorotalia Crassaformis</i>	Águas frias	Drefahl (2011)
<i>Pulleniatina obliqueloculata</i>	Águas quentes a amenas	Drefahl (2011)

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

CAPÍTULO 6

RESULTADOS

6.1 PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS

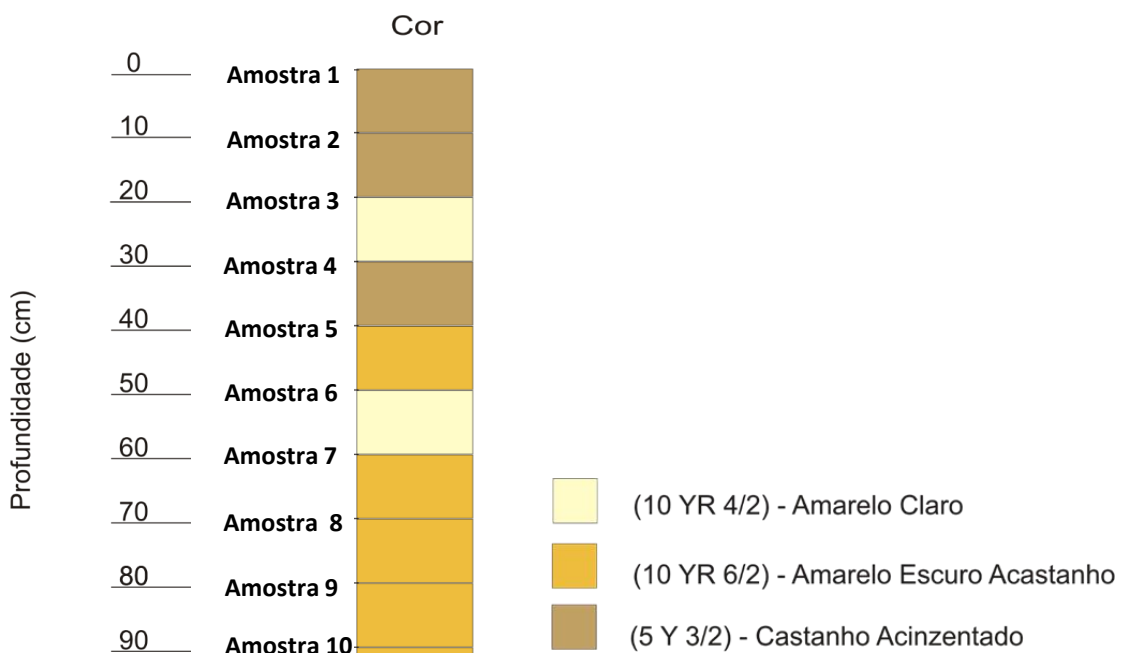
Os sedimentos que compõem as amostras foram analisados quanto às dimensões de seus grãos e quanto ao teor de carbonato de cálcio (CaCO_3). Resultados destas análises serão apresentados por testemunho nesta secção, respeitando a sequência deposicional base-topo.

A tabela I, apresentada em apêndice, indica a granulometria e os teores de carbonato de cálcio (CaCO_3) de cada amostra estudada.

Testemunho REG157

Este testemunho REG157 foi coletado em frente à margem direita da foz do rio Subauma ($12^\circ 16' 6.52'' \text{ S}$ e $37^\circ 35' 35.46'' \text{ W}$), sob uma lâmina de água de 1830 m (Figura 1 – Quadro 1). A figura 8 descreve de forma esquemática a coloração do testemunho, enquanto que as figuras 9 e 10 expressam as variações de granulometria e teor de carbonato ao longo do testemunho.

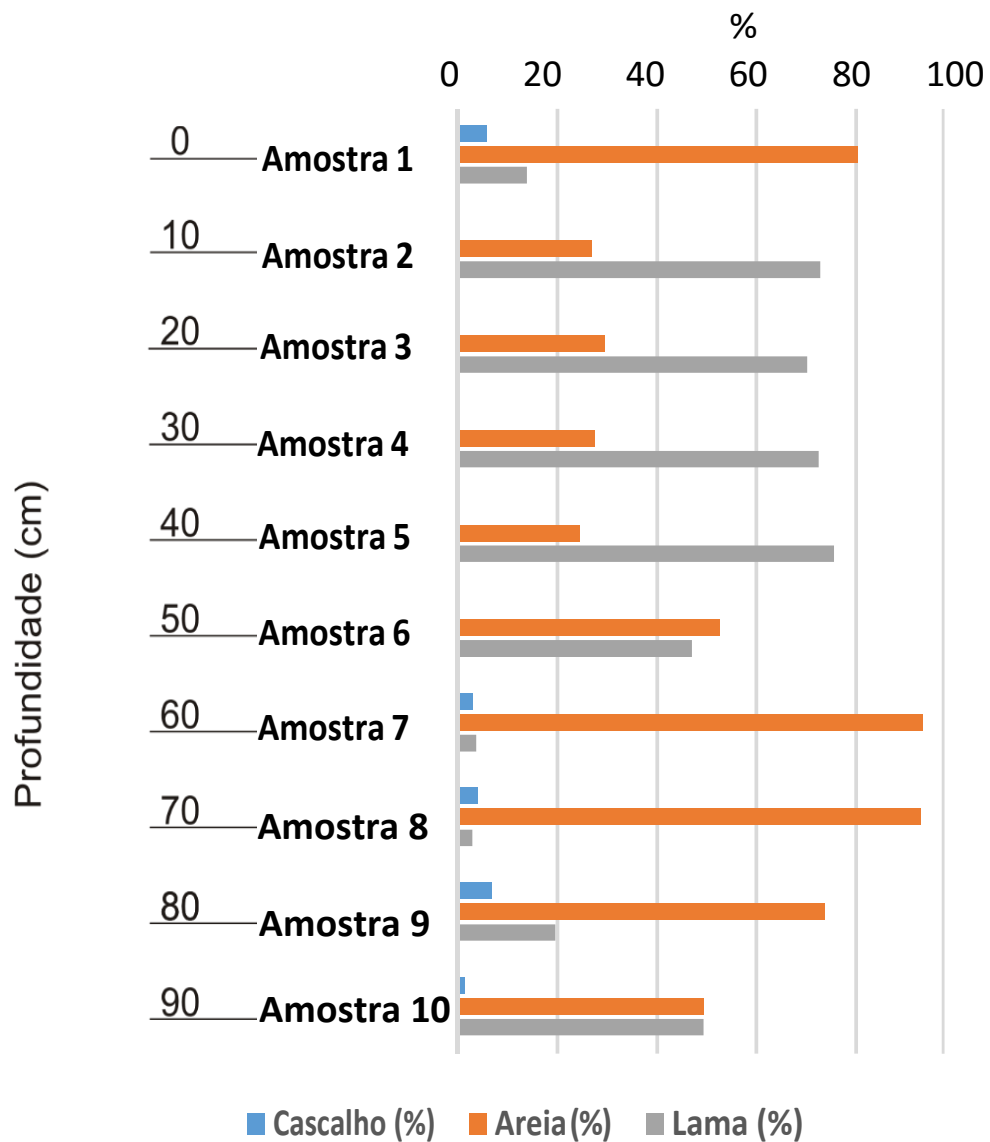
Figura 8: Descrição da coloração do testemunho REG157



Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

A amostra 10 apresenta lama amarela escuro acastanhado (10YR4/2), concentrada na região central, com pontos de areia e fragmentos de conchas (Figura 8). As frações areia e lama são equivalentes, com percentuais de 49,31% e 49,36%, respectivamente (Figura 9), o percentual de carbonato de cálcio nesta amostra é de 17,53% (Figura 10).

Figura 9: Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho REG157.



Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

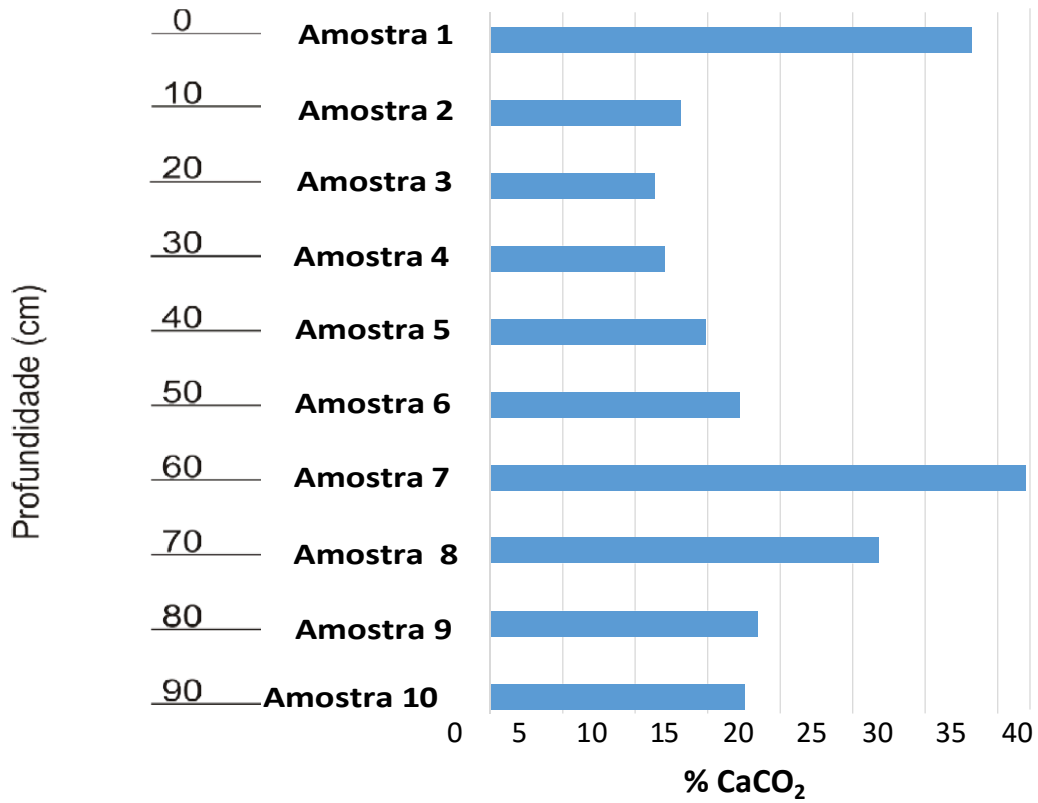
A amostra 9 mantém a mesma distribuição e coloração do sedimento, mas apresenta maior teor de areia (73,61%), carbonato (18,44%) e de fragmento de conchas. A amostra 8 apresenta coloração homogênea amarela escuro acastanhado (10YR4/2), com elevado teor de areia (92,93%) e 26,78% de carbonato de cálcio. Notou-se também a presença de fragmentos de conchas e espículas. A amostra 7 apesar de ter a mesma coloração, mostra-se ainda mais arenosa que a amostra anterior (93,2%) e com incremento também no percentual de carbonato (36,98%).

A amostra 6 é constituída por areia amarela clara com pontos mais escuros (5YR2/3) no centro. Nesta amostra, os percentais de areia (52,50%) e lama (46,98%), também são equivalentes, com concentração de carbonato de cálcio de 17,24%. A amostra 5 volta a apresentar coloração homogênea amarela escuro acastanhado (10YR4/2) com maior concentração da fração lama (75,5%) e de fragmentos de conchas, e menor teor de carbonato (14,87%).

A amostra 4 apresenta coloração castanho acinzentada (5Y3/2) e lâmina de areia amarela clara em linha mediana, com fragmentos de conchas e espículas. O percentual de lama é bem superior às demais frações granulométricas, com 72,41%, enquanto o teor de carbonato de cálcio é de 12,05%. A amostra 3 mantém as lâminas de areia amarela clara em linha mediana, mas agora envolvidas em lama amarela escuro acastanhado (10YR4/2), com ligeiro aumento no percentual de areia (29,65%) e suave redução na concentração de carbonato de cálcio (11,35%).

A amostra 2 caracteriza-se por apresentar acúmulo de sedimento mais escuro no centro, rodeado de sedimento castanho acinzentado. Nesta amostra, a fração lama também predomina, com percentual de 72,80%, enquanto o carbonato de cálcio apresenta de 13,11% (Tabela I - Apêndice). A amostra 1 apresenta, como a amostra anterior, lama de coloração castanho acinzentada (5Y3/2) no centro rodeada por lama amarela escuro acastanhado (10YR4/2), sendo que com predomínio da fração areia (80,33%) e aumento substancial no teor de carbonato de cálcio (33,23%)(Figura 8).

Figura 10: Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho REG157.

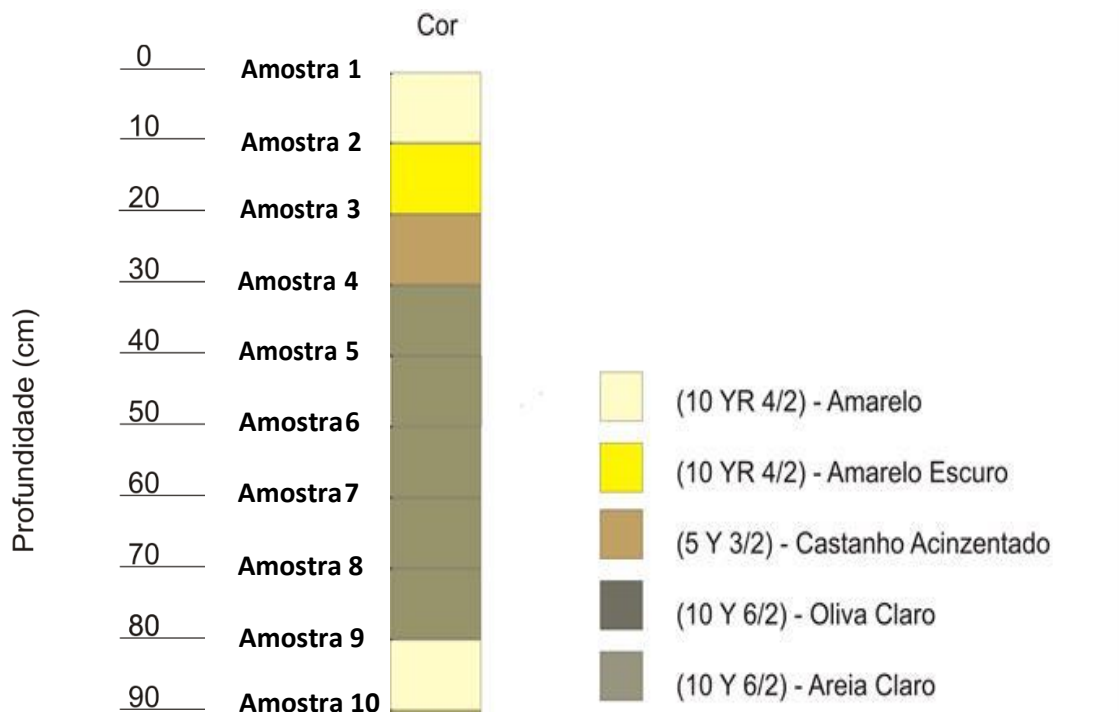


Fonte: Figueiredo, S.M.C.(2018)

Testemunho SIS93

Este testemunho foi coletado em frente da foz do rio Subauma ($12^{\circ} 19' 6.74''$ S e $37^{\circ} 35' 38.59''$ W) (Figura 1 – Quadro 1) sob uma lâmina de água de 1890m. A figura 11 descreve de forma esquemática a coloração do testemunho, enquanto que as figuras 12 e 13 expressam as variações de granulometria e teor de carbonato ao longo do testemunho.

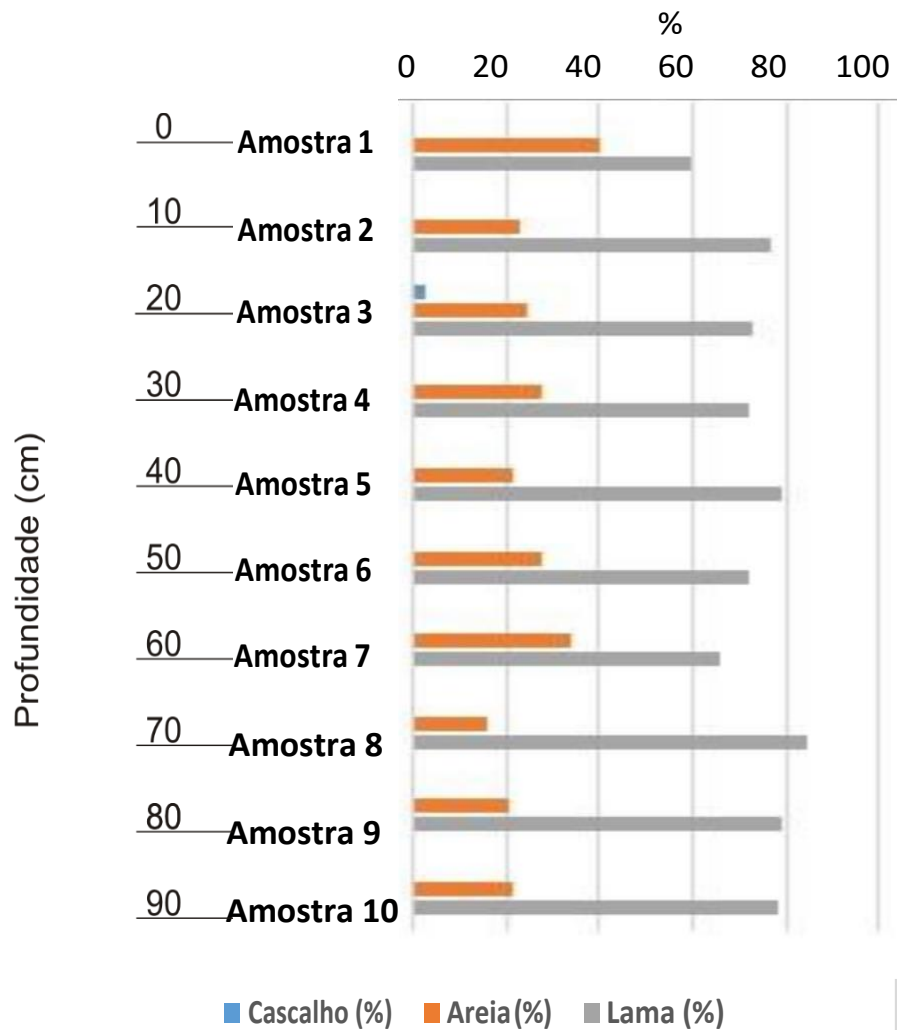
Figura 11: Descrição da coloração do testemunho SIS93.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A amostra 10 apresenta lama amarelo claro acastanhado (10YR6/2) com pontos de material avermelhado (5YR4/4) (Figura 11). Quanto à granulometria, a fração cascalho representa apenas 0,01%, enquanto que a fração lama constitui 78,72% da amostra (Figura 12), contendo 23,11% de carbonato de cálcio. (Figura 13)

Figura 12: Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SIS93.



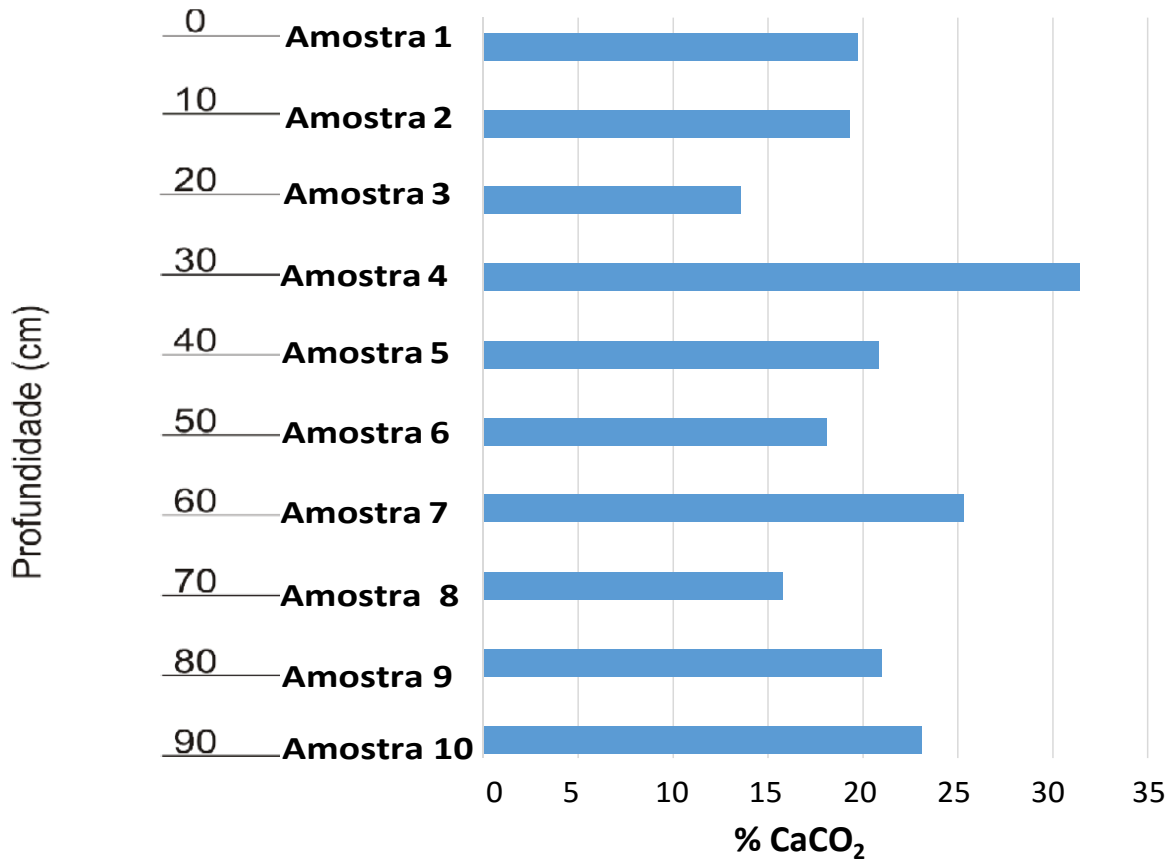
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A amostra 9 apresenta a mesma aparência macroscópica que a amostra anterior, os percentuais das frações lama (79,19%) e areia (20,71%) também muito próximos. Enquanto que o teor de carbonato (21,01%) reduziu quase dois pontos percentuais. Já a amostra 8 apresenta cor oliva claro (10Y6/2) mesclado com areia amarelada (10YR4/2) com fragmentos de conchas e predomínio da fração lama (84,18%). O percentual de carbonato de cálcio é de 15,76% nesta alíquota. A amostra 7, apesar de apresentar mesma coloração e manter o predomínio da fração lama (65,73%), apresenta um aumento substancial nos teores de areia (34,27%) e de carbonato de cálcio (25,32%). Na amostra 6 percebeu-se um material

lamoso de coloração oliva claro (10Y6/2) com fragmentos de conchas. Com relação à granulometria, nesta amostra o teor de areia atinge 27,69%, mas também predomina a fração lama com 72,31%. O percentual de carbonato de cálcio foi de 18,08 %. A amostra 5 apresenta coloração mesclada com areia clara (10Y6/2) e escura (10YR4/2), bastante rica em fragmentos e com incremento tanto no percentual da fração lama (78,73%) quanto de carbonato de cálcio (20,84%). Na amostra 4 nota-se lama de coloração oliva claro (10Y6/2) com fragmentos de conchas. A fração granulométrica lama alcança 72,07%, enquanto que o percentual de carbonato de cálcio alcança 31,42 %.

A amostra 3 apresenta lama de coloração castanho acinzentada (5Y3/2) com rajadas mais claras e muitos fragmentos de conchas. É a amostra com maior percentual de cascalho (3,03%) e o menor teor de carbonato de cálcio (13,58%). A amostra 2 apresenta lama de coloração amarelo escuro acastanhado (10YR4/2) com traços mais claros e fragmentos de conchas, a granulometria demonstra ausência de cascalho (0,00%) e predominância da fração lama com 76,67%. Em se tratando do teor de carbonato de cálcio, apresenta 19,31 % (Tabela I - Apêndice). A amostra 1, topo do testemunho, apresenta lama de coloração escura tornando-se mais clara com nuances dourados na porção mais superficial. Atinge o maior percentual de areia (40,38%) e mantem o teor de carbonato de cálcio similar ao extrato anterior. (Figuras 11,12 e 13)

Figura 13: Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SIS 93.

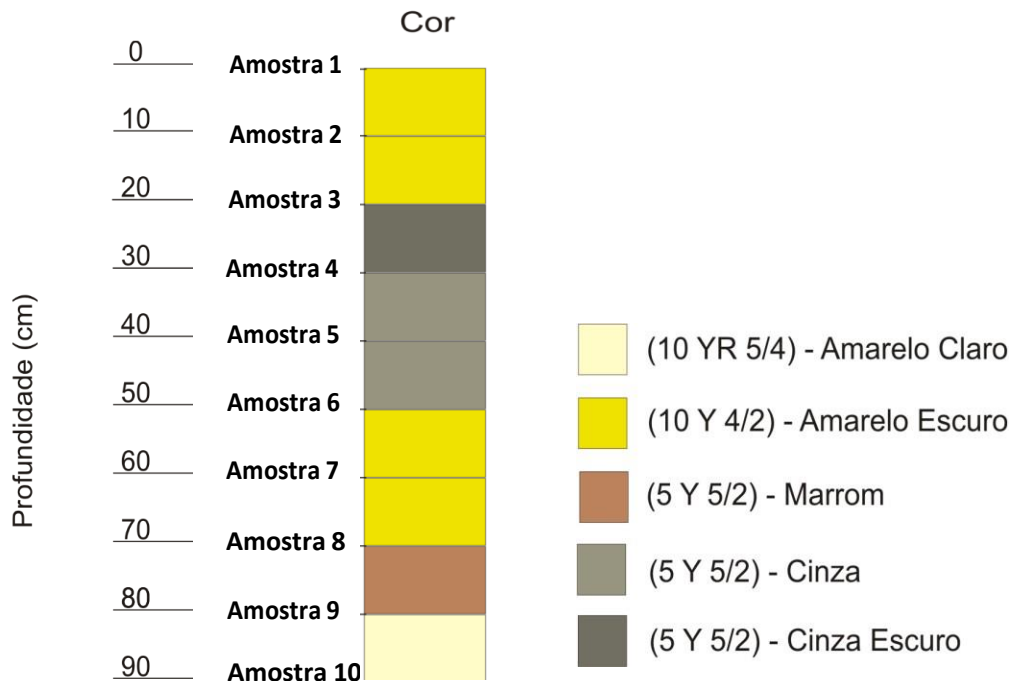


Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho REG102

Este testemunho está localizado a uma distância de aproximadamente 27 km da linha de costa (12° 24' 35.95" S e 37° 35' 44.35" W) sendo coletado sob uma lâmina d'água de 2230 m (Figura 1 - Quadro 1). A figura 14 descreve de forma esquemática a coloração do testemunho, enquanto que as figuras 15 e 16 expressam as variações de granulometria e do teor de carbonato ao longo do testemunho. (Tabela I – apêndice)

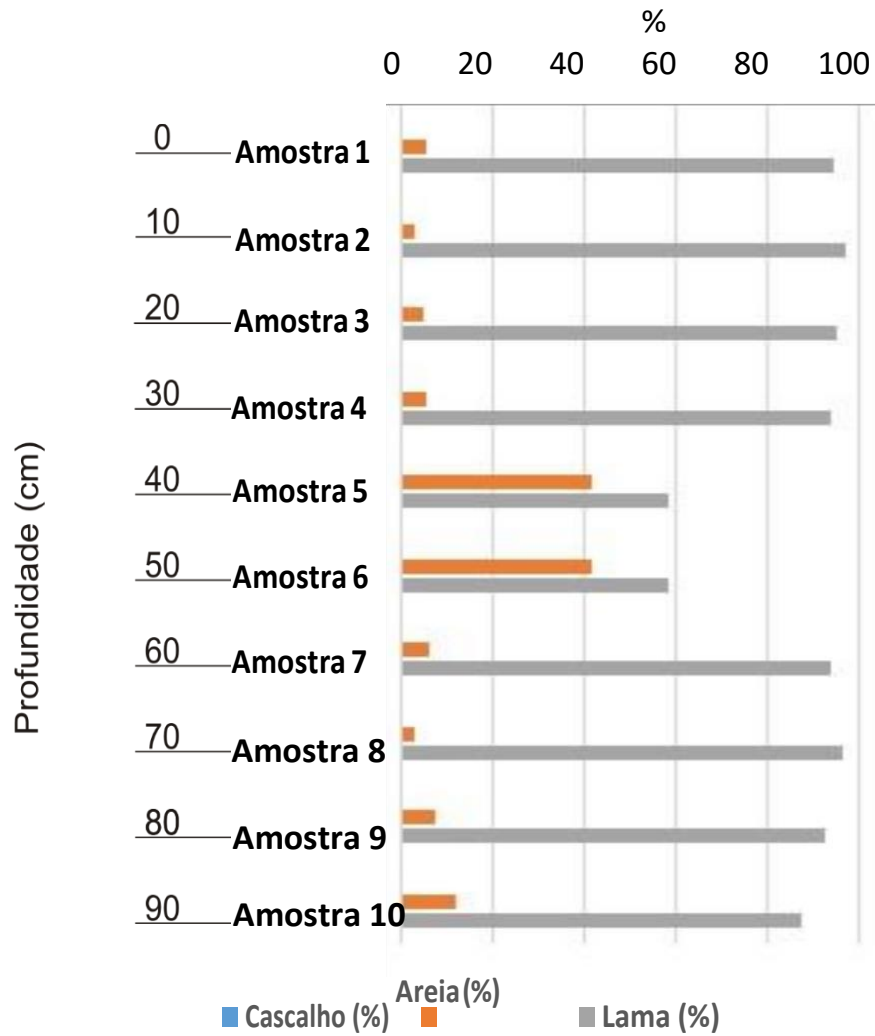
Figura 14: Descrição da coloração do testemunho REG102



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A amostra 10 apresenta lama amarela clara (10YR5/4) com fragmentos de conchas e espículas, esparsos pontos escuros marrons acinzentados (5Y5/2) e ainda rajadas horizontais de lama avermelhada (5YR4/4) (Figura 14). A granulometria mostra ausência de cascalho e 87,76% da amostra composta pela fração lama (Figura 15). Apresentando o maior percentual de carbonato de cálcio deste testemunho (25,63%). (Figura 16)

Figura 15: Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho REG102.



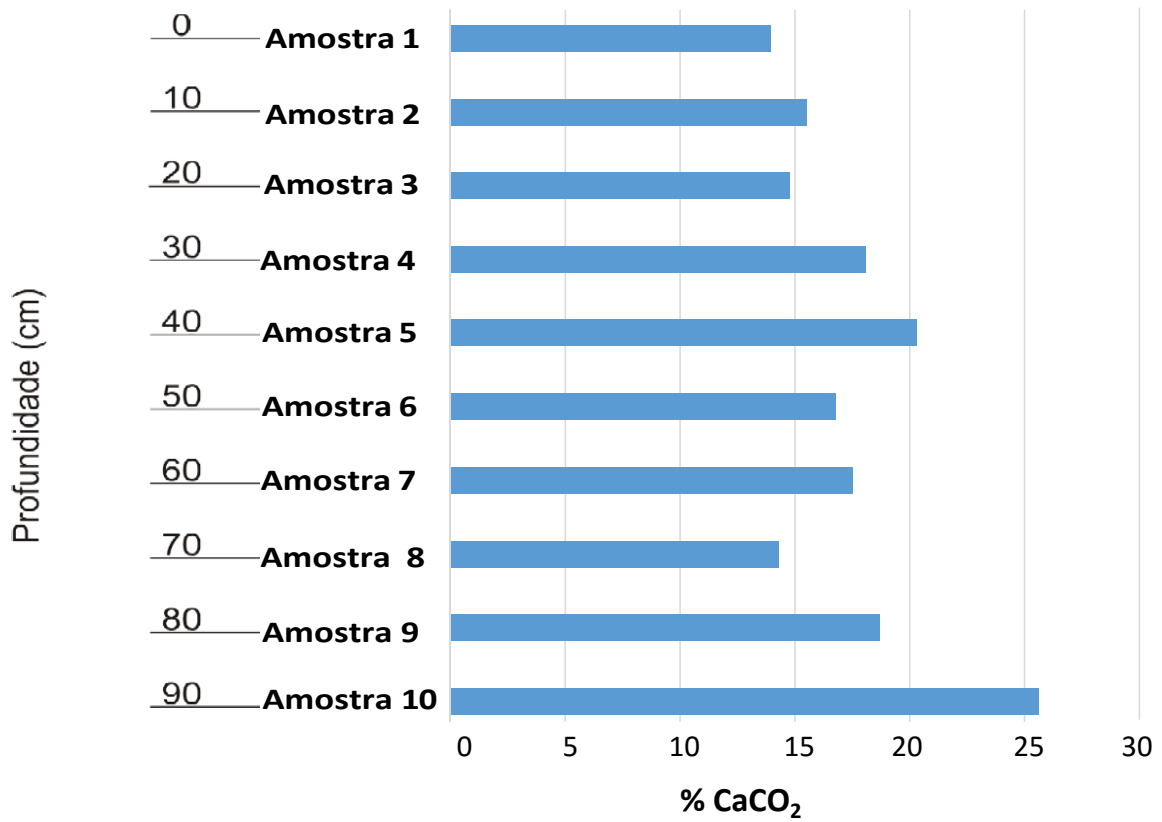
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Na amostra 9 pôde-se observar uma continuidade quanto a presença de fragmentos de conchas e coloração, no entanto, apresenta decréscimo percentual tanto de areia (7,35%) quanto de carbonato de cálcio (18,66%). A amostra 8, exibiu lama marrom (5YR4/4) com finas rajadas de marrom acinzentado (5Y5/2), presença de fragmentos de conchas e espículas. O teor da fração lama chega a 96,72% e o percentual de carbonato de cálcio a 14,31%. Na amostra 7 nota-se lama amarela claro (10YR5/4) com alguns pontos mais escuros (5Y5/2) com bastante fragmentos de conchas e espículas. A fração lama atinge 93,81% e o carbonato de cálcio, 17,54%. Já na amostra 6 observa-se lama mesclada de amarelo claro (10YR5/4) e escuro (5Y5/2), sem cascalho, com 41,73% da fração areia e o menor teor de lama do testemunho (58,27%). Seu percentual de carbonato de cálcio atinge 16,77%.

A amostra 5 apresenta lama acinzentada (5Y5/2) alternada por lâminas de coloração mais clara (5YR4/4) com poucos fragmentos de conchas. Manteve a mesma proporção de areia e lama do trecho anterior e seu percentual de carbonato de cálcio é o segundo maior deste testemunho, chegando a 20,30%. A amostra 4 continua apresentando rajadas de lama acinzentada (5Y5/2), sendo que alternada com rastros amarelados e raros fragmentos de conchas, com 94,18% de fração lama. Apresenta 18,10% de carbonato de cálcio.

A amostra 3 apresenta porções de lama mais escura e acinzentada (5Y5/2) com trechos mais claros e raros fragmentos de espículas. Os teores de areia e lama alteraram pouco se comparado a porção antecedente. Seu percentual de carbonato, terceiro menor deste testemunho, alcança apenas 14,8%. A amostra 2 mantém a quantidade de lama amarela clara (10YR5/4), mas com finas lâminas de lama escura (10Y4/2) e raríssimos fragmentos de conchas. Esta alíquota apresenta o maior teor da fração lama (97,03%) e 15,54% de carbonato de cálcio (Tabela I - Apêndice). A amostra 1, topo do testemunho, exhibe lama com raros fragmentos de conchas, de coloração clara nas extremidades e pontos com lama mais escura (10Y4/2). Quanto à granulometria, apresenta 94,47% da fração lama, enquanto que seu percentual de carbonato de cálcio é 13,94%, o mais baixo deste testemunho. (Figuras 14,15 e 16)

Figura 16: Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho REG 102.

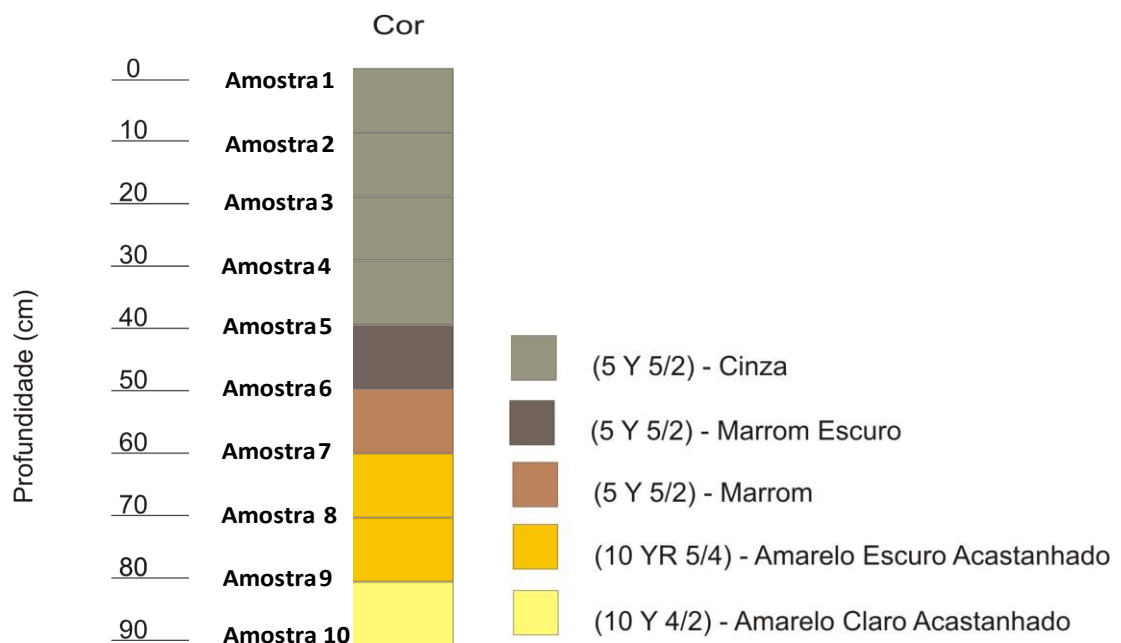


Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS239

Este testemunho está localizado em frente à margem direita da foz do rio Jacuípe e a uma distância de aproximadamente 57 Km da linha de costa (12° 53' 40.58" S e 37° 36' 15.67" W) coletado sob uma lâmina d' água de 1150 m (Figura 1 - Quadro 1). A figura 17 descreve de forma esquemática a coloração do testemunho, enquanto que as figuras 18 e 19 expressam as variações de granulometria e teor de carbonato ao longo do testemunho.

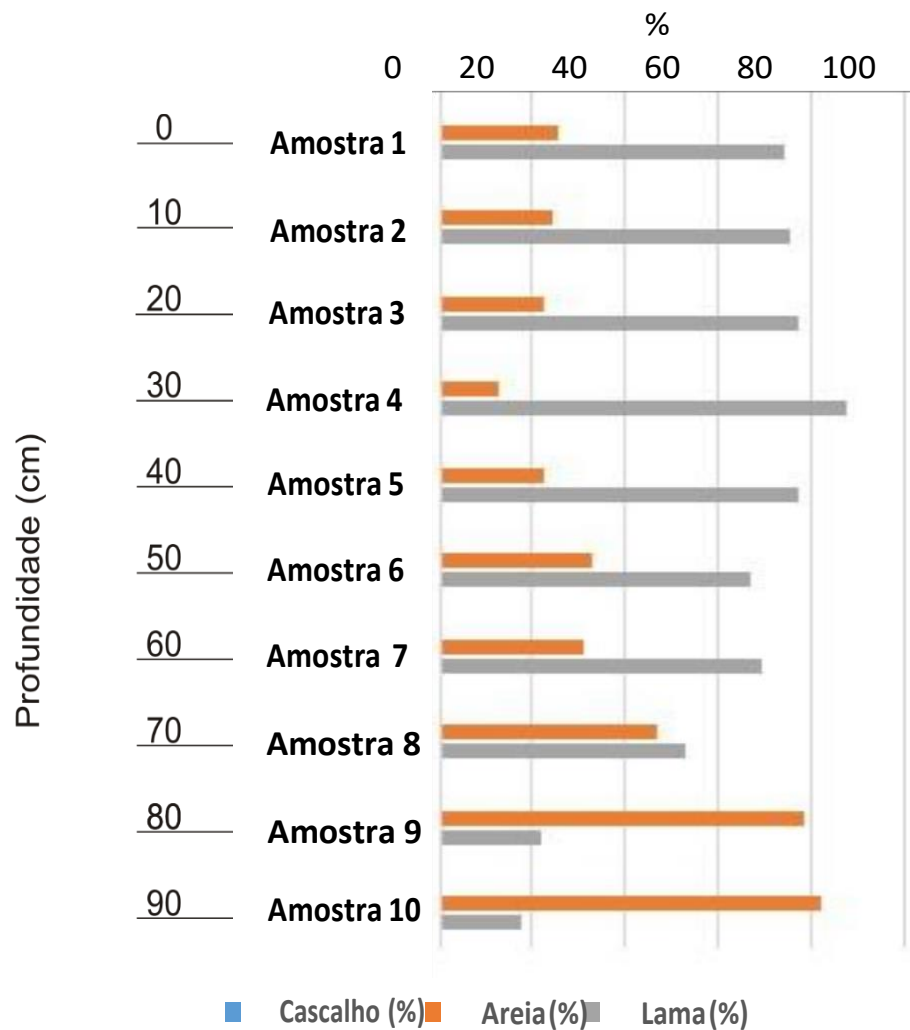
Figura 17: Descrição da coloração do testemunho SIS239



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A alíquota 10 mostra sedimento amarelo claro acastanhado (10YR6/2) e arenoso, com lâminas horizontais de areia amarela acastanhada um pouco mais escura (10YR4/2), com poucos fragmentos de conchas (Figura 17). No que diz respeito à granulometria, mostra predomínio da fração areia (82,31%) confirmando a observação visual. (Figura 18). O percentual de carbonato de cálcio obtido é de 10,72%(Figura 19).

Figura 18: Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SIS239.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

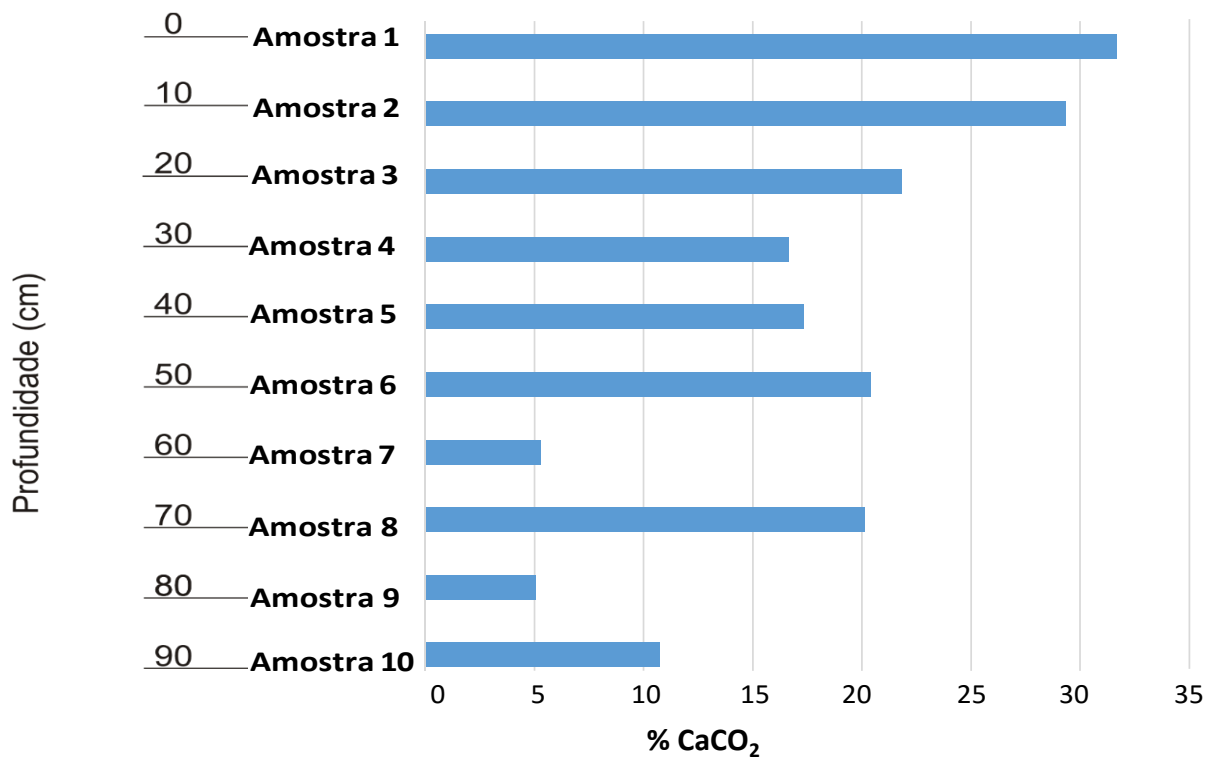
A amostra 9, é também composta por material arenoso, chegando a 78,29% da fração areia, de cor amarelo claro acastanhado (10YR6/2) com lâminas horizontais mais escuras (10YR4/2), com poucos fragmentos de conchas, e contendo o menor percentual de carbonato de cálcio deste testemunho. Já a amostra 8, apresenta lama um pouco mais clara, com tom amarelo escuro acastanhado (10YR4/2), bem misturada com areia e com fragmentos de conchas. Nesta amostra, os percentuais de areia (46,85%) e lama (53,15%) são equivalentes, com concentração de carbonato de cálcio de 20,11%. A amostra 7 apresenta pequenos fragmentos de conchas e bem misturados ao sedimento, com predomínio

da fração lama (69,15%) , enquanto que o teor de carbonato se mantém baixo (5,29%).

A amostra 6 evidencia lama marron (5YR3/4), com acúmulo de areia e fragmentos de conchas em muitos pontos, seguida por uma porção com feixes de lama amarela clara acastanhada (10YR6/2). A análise granulométrica registra 67,05% da fração lama. Nesta amostra o percentual de carbonato de cálcio alcança 20,39 %. A amostra 5 apresenta lama escura e intercalada com faixas de areia transversais com lama clara (10YR6/2), a fração lama mantém a tendência de aumento alcançando 77,44%, enquanto que o teor de carbonato registra queda de mais de 3 pontos percentuais se comparado ao ponto amostral anterior.

A amostra 4 apresenta-se constituída de lama acinzentada (5Y5/2), contrastando com concentração de areia castanho acinzentada (5Y3/2) e fragmentos de conchas. O teor da fração areia é a menor deste testemunho (12,55%). O percentual de carbonato de cálcio atinge 16,62 %. A amostra 3 mantém o mesmo aspecto visual que a porção anterior, no entanto, tem um incremento nos percentuais de areia e carbonato. Já a amostra 2 apresenta lama de coloração acinzentada com aparência de matéria orgânica (5Y5/2), intercalados com concentrações pontuais de areia, fragmentos de conchas e espículas. A análise granulométrica indica prevalência da fração lama (74,48%). Enquanto que a análise de carbonato de cálcio expressa percentual de 29,32% (Tabela I - Apêndice). A amostra 1, que também evidencia lama de coloração acinzentada com aparência de matéria orgânica, alcança um percentual de fração lama de 74,48% e o maior teor de carbonato de cálcio deste testemunho, acima de 30% (Figuras 17,18 e 19).

Figura 19: Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SIS 239

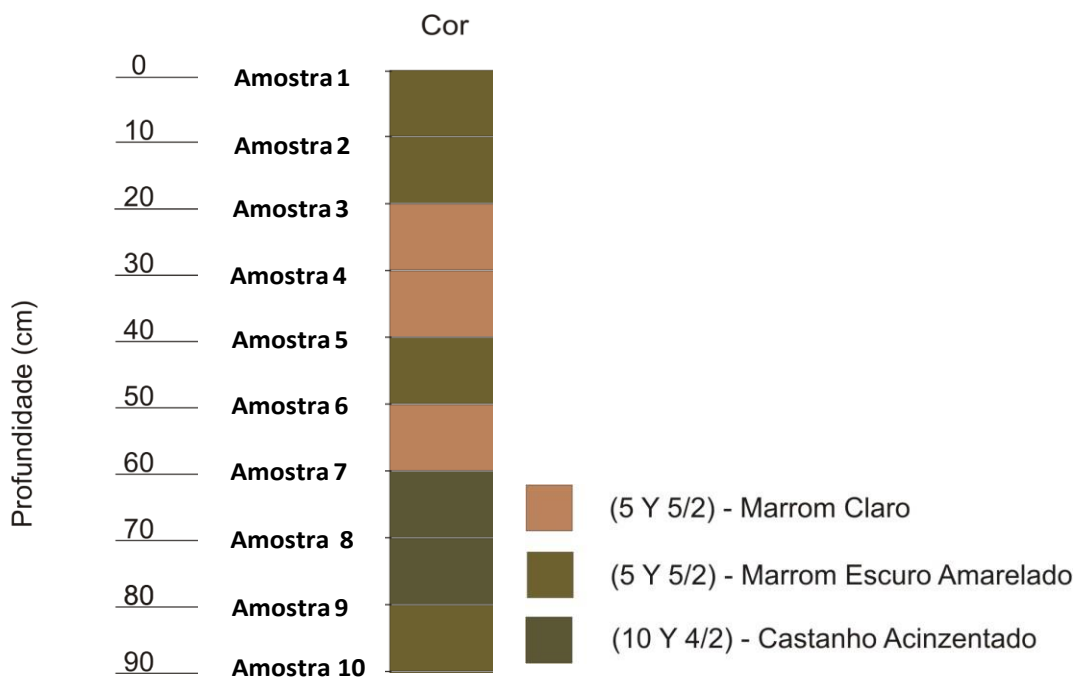


Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SAT58

Este testemunho localizado a uma distância de aproximadamente 58 km da linha de costa ($12^{\circ} 55' 7.93''$ S e $37^{\circ} 36' 17.27''$ W), em frente à margem direita da foz do rio Jacuípe, foi coletado sob uma lâmina d'água de 2460 m (Quadro 1). A figura 20 descreve de forma esquemática a coloração do testemunho, enquanto que as figuras 21 e 22 ilustram as variações de granulometria e do teor de carbonato ao longo do testemunho.

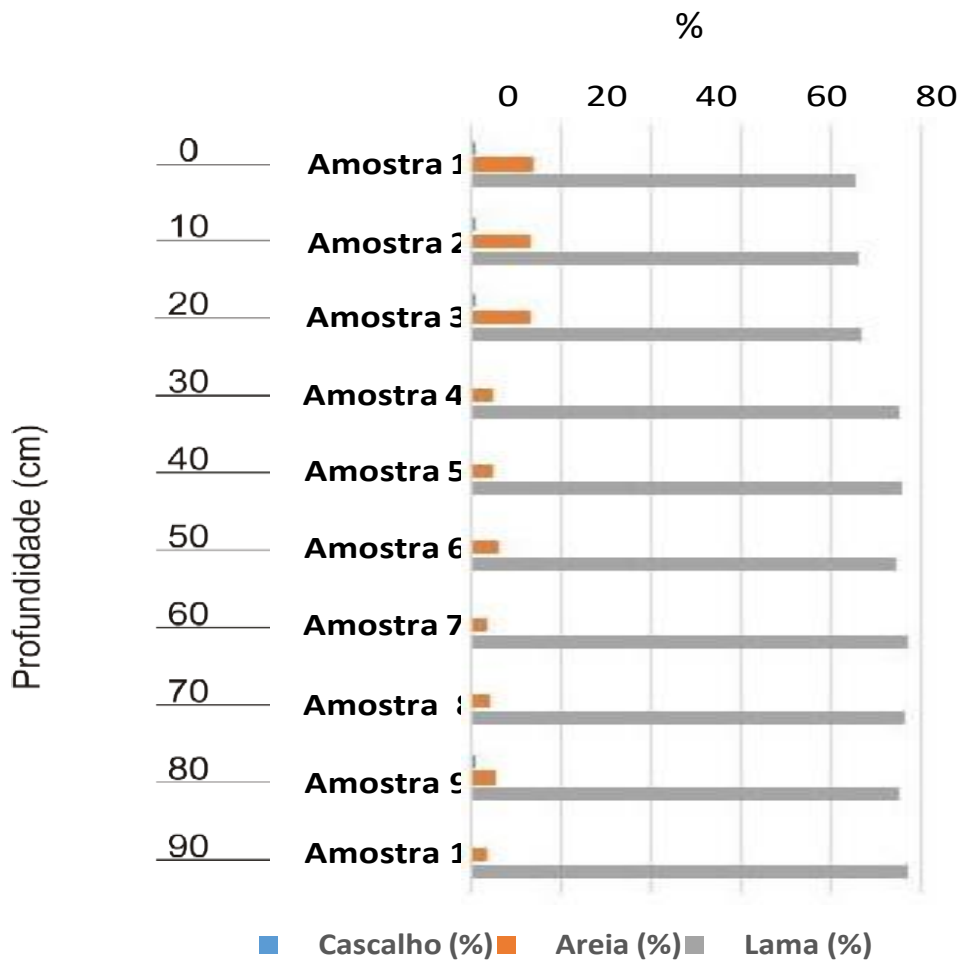
Figura 20: Descrição da coloração do testemunho SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A amostra 10 apresenta lama homogênea amarelo escuro acastanhado (10YR4/2). Contem o segundo maior teor da fração lama (96,62%). Já o percentual de carbonato de cálcio é de 14,03%.

Figura 21: Percentuais das frações granulométricas nas amostras do testemunho SAT 58.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

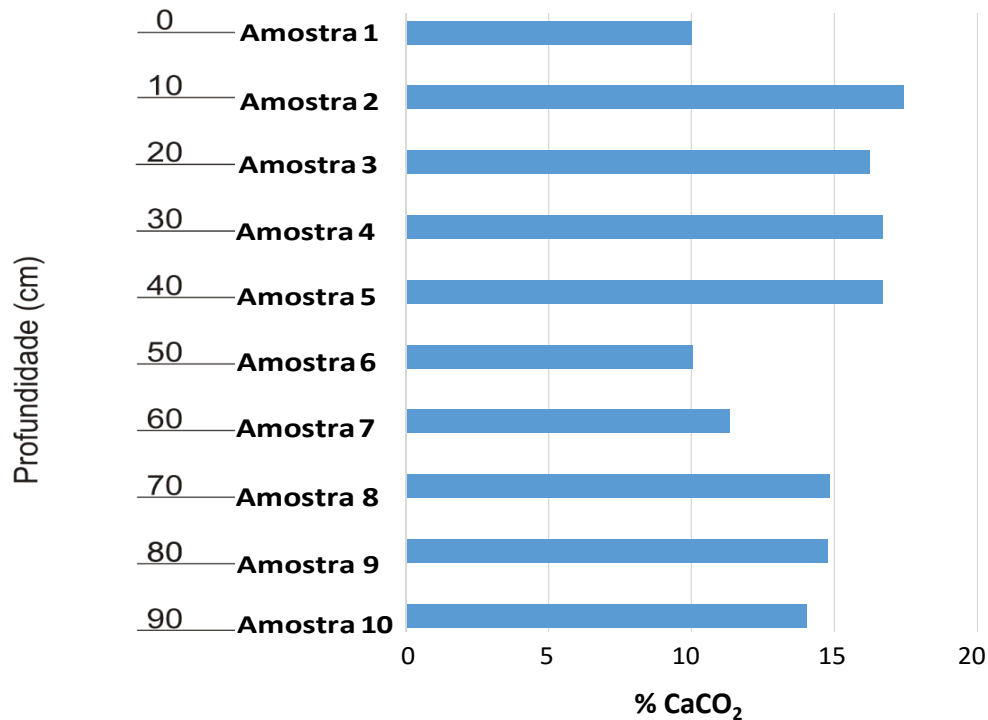
A amostra 9 mantém a cor amarelo escuro acastanhado (10YR4/2) e alcança 74,78% da amostra composta pela fração lama. O percentual de carbonato de cálcio alcança 14,74%. Por sua vez, a amostra 8 apresenta lama de coloração castanho acinzentado (5YR3/2) com aglomerados de lama marron escura (5YR2/2) e fragmentos de conchas. O teor da fração lama alcança a 96,13% e o percentual de carbonato de cálcio a 14,82% nesta amostra. A amostra 7 exibe sedimento homogêneo castanho acinzentado (5YR3/2) com bastante fragmentos de rochas. A análise granulométrica indica o maior percentual da fração lama (96,67%) deste testemunho. O percentual de carbonato de cálcio alcança 11,33%.

A amostra 6 possui lama com coloração marron claro (5YR3/4) com nuances amarelo escuro acastanhado (5YR4/2) com fragmentos de conchas. Há prevalência

da fração lama, atingindo um percentual de 94,35%. Esta alíquota obteve o menor percentual de carbonato de cálcio deste testemunho (10,06%). Enquanto que a amostra 5 apresenta coloração homogênea amarelo escuro acastanhado (10YR4/2) com muitos fragmentos de conchas e espículas. Exibe suave acréscimo no percentual da fração lama e incremento de aproximadamente 6 pontos percentuais no teor de carbonato de cálcio com relação a amostra anterior. A amostra 4 mostra-se com aglomerados de lama marron escura amarelada (10YR2/2) com nuances amarelo escuro acastanhado (10YR4/2), rico em fragmentos de conchas. Com relação à granulometria, esta alíquota apresenta 4,88% da fração areia e 95,12% da fração lama, estando ausente a fração cascalho. Com relação ao percentual de carbonato de cálcio, totaliza 16,69%.

Na amostra 3 observa-se lama de coloração homogênea (10YR4/2), com pontos de sedimento escuro (10YR2/2). Comparando-a com a amostra anterior, a fração areia demonstra um acréscimo em torno de 8 pontos percentuais, enquanto que o teor de carbonato de cálcio tem uma redução muito pequena. A amostra 2 composta predominantemente por lama amarela escura acastanhada (10YR4/2), contem lama marron escura amarelada com areia concentrada no centro (10YR2/2) e bastante fragmentos de conchas atingindo percentual granulométrico de 85,99% da fração lama e 17,42% de carbonato de cálcio (Tabela I - Apêndice). A amostra 1, topo deste testemunho, caracteriza-se por conter sedimento amarelo escuro acastanhado (10YR4/2) com porções de lama mais escura no centro (10YR2/2) e muitos fragmentos de conchas. O teor de carbonato de cálcio é o menor dentre as amostras analisadas, atingindo apenas 10% (Figuras 20, 21 e 22).

Figura 22: Percentuais do teor de carbonato de cálcio nas amostras do testemunho SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Considerando que o carbonato de cálcio é o constituinte primário na formação das testas de foraminíferos, esses dados associados aos dados obtidos pelas análises de isotópicos estáveis, contidos nas testas de foraminíferos, pode-se inferir a produtividade no ambiente para os diferentes extratos do testemunho, seguindo a tendência de períodos relativamente mais propícios (menores temperaturas) ou menos propícios (maiores temperaturas) à proliferação destes organismos.

6.2 PARÂMETROS GEOQUÍMICOS

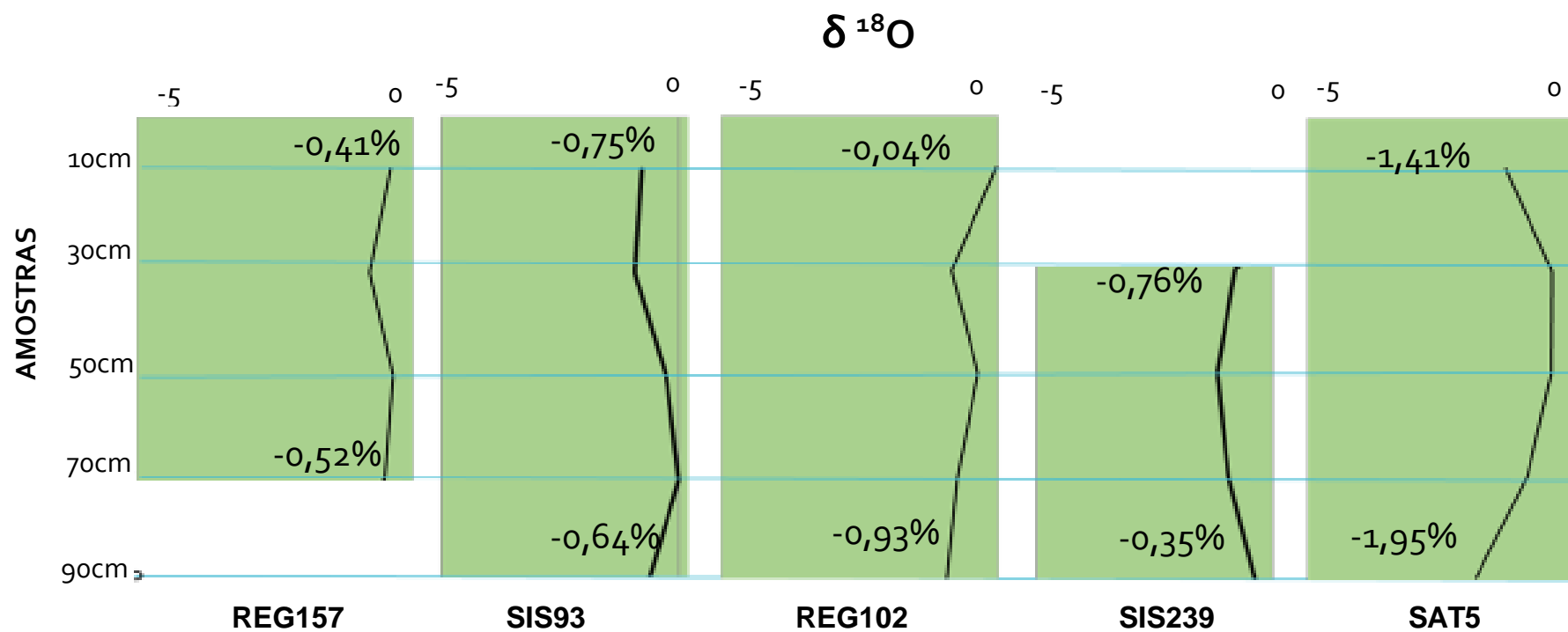
6.2.1 Isótopos estáveis de oxigênio e carbono

Os valores isotópicos de oxigênio e carbono medidos em testas de *Globigerinoides ruber* dos testemunhos estudados, estão apresentados na tabela 1 e nas figuras 23 e 24.

No testemunho REG157 os valores de $\delta^{18}\text{O}$ variaram entre -0,78 (amostra 4) e -0,37‰ (amostra 6), e os sinais isotópicos de carbono entre 0,46 (amostra 4) e 1,32‰ (amostra 8). Por sua vez, a coluna sedimentar SIS93 teve sinais isotópicos de oxigênio variando entre -0,92 (amostra 4) e 0,02‰ (amostra 8), enquanto que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ oscilaram entre 1,02 (amostras 2 e 6) e 1,58‰ (amostra 8).

O pacote sedimentar REG102 contem valores de $\delta^{18}\text{O}$ entre -0,93 (amostra 10) e -0,04‰ (amostra 2), com sinais isotópicos de carbono entre 0,87 (amostra 2) e 1,72‰ (amostra 6). O testemunho SIS 239 apresenta na amostra 6 seu menor sinal isotópicos de oxigênio (-1,15‰), estando o maior na amostra 10 (-0,35‰), já os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre 0,78(amostra 8) e 1,68‰ (amostra 4). Por fim, o testemunho SAT58 exibiu variação de $\delta^{18}\text{O}$ de -1,92‰ (amostra 10) e -0,58‰ (amostra 4), enquanto que os sinais isotópicos de carbono ficaram entre 0,59 e 1,47‰ nas amostras 10 e 6, respectivamente (Tabela 1).

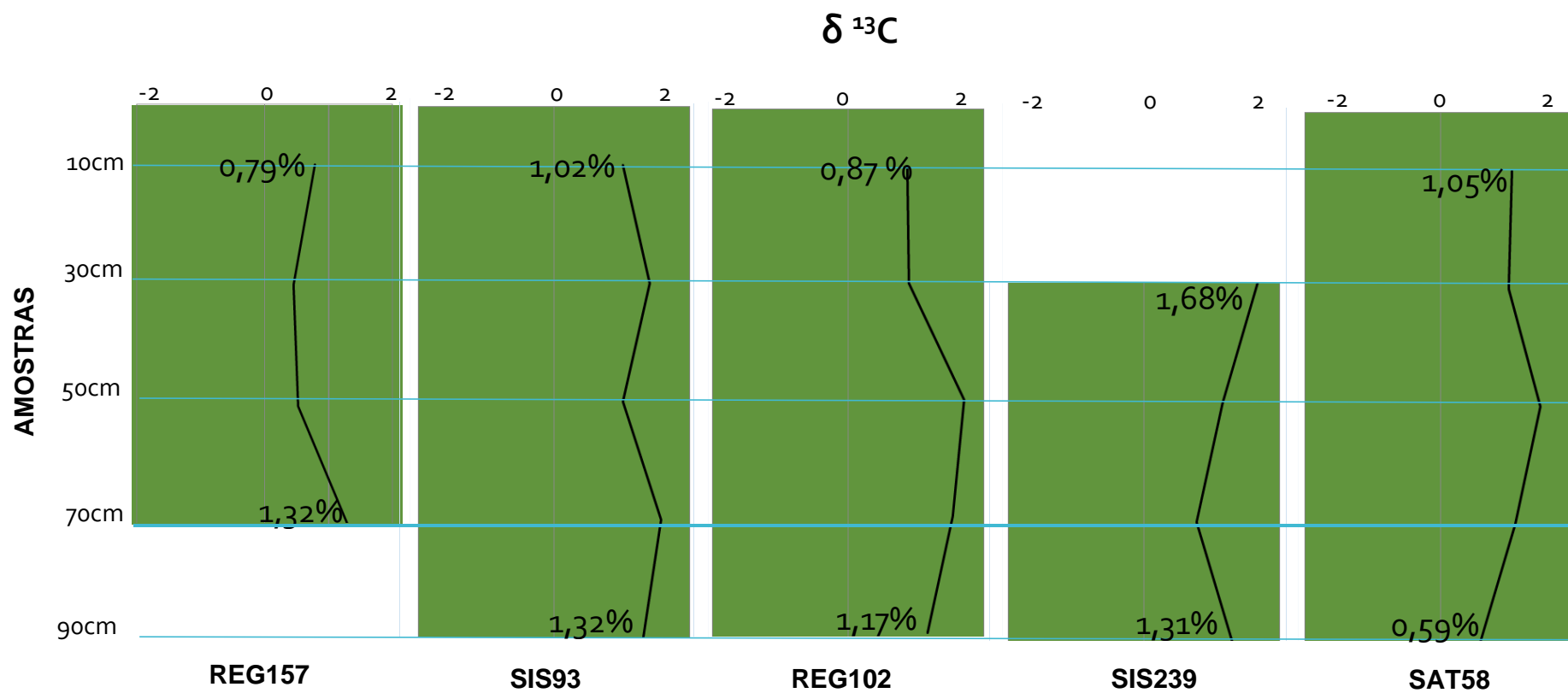
Figura 23: Variação dos valores de isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Analisando o comportamento do sinal isotópico de carbono, temos que: o testemunho REG157 apresentou valor médio de 0,78‰, com valores mínimo e máximo registrados de 0,46 (amostra 4) e 1,32‰ (amostra 8). No testemunho SIS93 a média foi de 1,27‰, com valores variando entre 1,02‰ (amostras 2 e 6) a 1,58‰ (amostra 8). Na porção inferior observa-se aumento de $\delta^{13}\text{C}$, seguida por um redução de aproximadamente 0,3‰ na porção mediana, esse comportamento de crescimento e redução se repete na porção superior. Já no testemunho REG102 os sinais isotópicos de carbono variaram entre 0,87 (amostra 2) e 1,82‰ (amostra 6), expressando uma média de 1,24‰. Observa-se até a porção mediana um acréscimo de 0,55‰, seguido por decréscimo de 0,83‰, que se prolonga de forma mais suave na porção superior. Por sua vez, o testemunho SIS239 teve valores variando entre 0,78‰ (amostra 8) e 1,68‰ (amostra 4), com média de 1,35‰. Percebe-se decréscimo de 0,53‰ até a porção médio-inferior acompanhado de acréscimo até a amostra mais atual. Por fim, o testemunho SAT58 apresenta média de 1,04‰ com variação de 0,59‰ (amostra 10) a 1,47‰ (amostra 6). Nota-se um comportamento de aumento até o ponto médio do pacote sedimentar, seguido de queda na porção médio-superior, com suave incremento até o ponto de sedimento mais recente (Figura 24).

Figura 24. Variação dos valores de isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

6.2.2 Variação de temperatura com base em isótopos estáveis de oxigênio

O cálculo estimado de temperatura da água do mar foi efetuado a partir da composição isotópica do oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$), considerando a metodologia apresentada em Gasse et al. (1987), para estudo de reconstrução ambiental Holocênica. Essa análise foi realizada para as amostras dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58 (Tabela 1) e seu comportamento e tendência pode ser observado na figura 25.

Tabela 1. Sinais isotópicos de carbono e de oxigênio detectados em testas de foraminíferos, e estimativa de temperatura

Testemunho	Amostra	Profundidade no testemunho(cm)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ‰	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ ‰	Temperatura estimada (°C)
REG157	2	10	0,79	-0,41	17,52
	4	30	0,46	-0,78	19,16
	6	50	0,53	-0,37	17,34
	8	70	1,32	-0,52	18,00
	10	90	-	-	-
SIS93	2	10	1,02	-0,75	19,03
	4	30	1,42	-0,92	19,79
	6	50	1,02	-0,25	16,81
	8	70	1,58	0,02	15,64
	10	90	1,32	-0,64	18,53
REG102	2	10	0,87	-0,04	15,90
	4	30	0,9	-0,84	19,43
	6	50	1,72	-0,36	17,30
	8	70	1,55	-0,74	18,98
	10	90	1,17	-0,93	19,83
SIS239	2	10	-	-	-
	4	30	1,68	-0,76	19,07
	6	50	1,16	-1,15	20,83
	8	70	0,78	-0,92	19,79
	10	90	1,31	-0,35	17,25
SAT58	2	10	1,05	-1,41	22,02
	4	30	1,01	-0,58	18,27
	6	50	1,47	-0,59	18,31
	8	70	1,1	-1,02	20,24
	10	90	0,59	-1,95	24,54

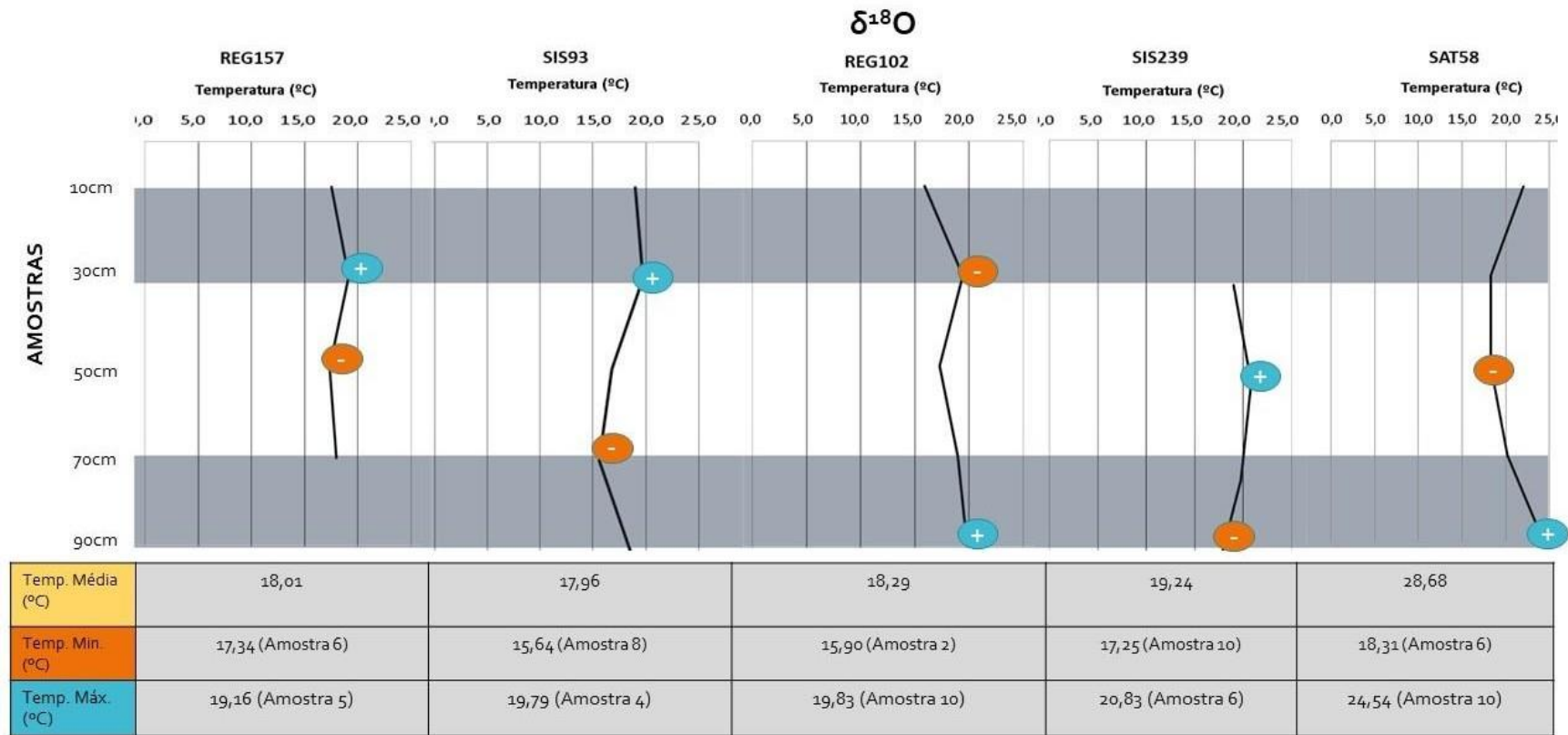
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

No testemunho REG157 a temperatura média foi de 18,01°C. Nesta coluna sedimentar os valores mínimo e máximo de temperatura registrados variam de 17,34 °C (amostra 6) a 19,16 °C (amostra 4). Enquanto que no testemunho SIS93 a média da temperatura é de 17,96°C, com valores variando entre 15,64 °C (amostra 8) a 19,79 °C (amostra 4). Na porção inferior observa-se redução da temperatura, seguida por um aumento de aproximadamente 0,76 °C na porção mediana e novo decréscimo na porção superior deste pacote sedimentar.

No testemunho REG102 as temperaturas variaram entre 15,90°C (amostra 2) e 19,83°C (amostra 10) com uma média de 18,29°C. Observa-se na porção médio-inferior um decréscimo de 2,53°C, seguido por aumento e novo decréscimo na porção superior. Por sua vez, o testemunho SIS239 teve valores de temperatura variando entre 17,25°C (amostra 10) e 20,83°C (amostra 6) com média de 19,24°C. Percebe-se acréscimo de temperatura de 3,58°C até a porção médio-inferior acompanhado de decréscimo.

O testemunho SAT58 obteve média de temperatura de 20,68°C com variação entre 18,31°C (amostra 6) e 24,54°C (amostra 10). Nota-se um comportamento de decréscimo de temperatura até a porção médio-superior, seguido de aumento até o ponto de sedimento mais recente (Figura 25).

Figura 25. Variação de temperatura estimada com base nos valores de isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ ao longo dos testemunhos REG157, SIS93, REG102, SIS239 e SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

6.3 PARÂMETROS MICROFAUNÍSTICOS

A microfauna de foraminíferos planctônicos encontrada foi analisada e teve seus táxons reconhecidos e devidamente classificados. O universo amostral deste estudo conta com foraminíferos planctônicos de cinco testemunhos, perfazendo 50 amostras. Para cada uma das amostras foram analisadas 300 testas, totalizando 15000 indivíduos. Esses espécimes estão distribuídos em: 4 famílias, 12 gêneros e 29 espécies e encontram-se resumidos no quadro 4.

6.3.1 Classificação sistemática

As espécies de foraminíferos planctônicos analisadas neste trabalho foram sistematicamente classificadas segundo publicações específicas como Loeblich & Tappan (1988); Leipnitz (1988); Sen Gupta (1999). A identificação das espécies foi realizada segundo diversas publicações de foraminíferos, entre elas: Lessa (2009) e Schiebel and Hemleben (2017).

A sequência de ordens e famílias foi organizada de acordo com Sen Gupta (1999). A sequência de gêneros está em ordem alfabética dentro de cada família, bem como as espécies dentro de cada gênero e encontra-se resumida no quadro 3. A descrição sistemática foi realizada com base na análise da interpretação dos táxons descrita por diversos autores, com referências dos trabalhos citados, caracterizando a sinonímia de cada espécie.

Quadro 4: Enquadramento sistemático dos foraminíferos encontrados na região do talude continental norte do estado da Bahia. Baseado em Sen Gupta (1999) e Loeblich & Tappan (1988).

ORDEM	FAMILIA	GÊNERO	ESPECIE
GLOBIGERINIDA	GLOBOROTALIIDAE	<i>Globorotalia</i>	<i>G. Menardii</i> <i>G. Theyeri</i>
		<i>Neogloboquadrina</i>	<i>N. Dutertrei</i> <i>N. pachyderma</i> <i>N. incompta</i>
	PULLENIATINIDAE	<i>Pulleniatina</i>	<i>P. Obliquiloculata</i>
		<i>Sphaeroidinella</i>	<i>S. dehiscens</i>
	CANDEINIDAE	<i>Globigerinita</i>	<i>G. Glutinata</i> <i>G. uvula</i>
	GLOBIGERINIDAE	<i>Beella</i>	<i>B. digitata</i>
		<i>Globigerina</i>	<i>G. bulloides</i> <i>G. falconensis</i>
		<i>Globigerinella</i>	<i>G. calida</i> <i>G. siphonifera</i>
		<i>Globigerinoides</i>	<i>G. conglobatus</i> <i>G. ruber (pink)</i> <i>G. ruber (white)</i> <i>G. sacculifer</i>
		<i>Globoturborotalita</i>	<i>G. crassaformis</i> <i>G. hirsuta</i> <i>G. inflata</i> <i>G. scitula</i> <i>G. truncatulinoides</i> <i>G. tumida</i> <i>G. rubencens</i> <i>G. tenella</i>
		<i>Orbulina</i>	<i>O. Universa</i>
		<i>Turborotalita</i>	<i>T. quinqueloba</i> <i>T. clarkei</i>

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

6.3.2 Descrição sistemática

Apresenta-se a classificação sistemática dos foraminíferos planctônicos descritos: Reino PROTOCTISTA Haeckel, 1866

Filo GRANULORETICULOSA Margulis, 1999

Classe FORAMINIFERIDA Sen Gupta, 1999

Ordem GLOBIGERINIDA Delage & Hérouard, 1896

Subordem GLOBIGERININA Delage & Hérouard 1896

Superfamília GLOBOROTALIACEA Cushman, 1927

Família GLOBOROTALIIDAE Cushman, 1927

Gênero *Globorotalia* Cushman, 1927

Globorotalia crassaformis Galloway e Wissler, 1927

(Estampa II – Figuras 25 e 26)

Caracterização: Indivíduos de pequenos a médios com testa espessa trocospiral muito baixa. Contorno próximo do quadrado podendo ou não apresentar quilha que pode ser laminar ou dentada; perfil equatorial plano – convexo, onde o lado umbilical é tão convexo que dá uma aparência de “cone” ao exemplar. Última volta com quatro câmaras variando de infladas a placóides e quase perpendiculares uma as outras, o que dá a aparência quadrada ao contorno. Suturas fortemente curvadas entre as câmaras no lado espiral (dorsal) e quase retas no lado umbilical (ventral). Superfície lisa e opaca com muita pustulosidade nas câmaras iniciais. Abertura pequena em forma de fenda interior marginal umbilical – extraumbilical bordejada por um lábio (Lessa,2009).

Referências: Boltovskoy (1969); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Ocorrência: REG102, REG157, SAT58,SIS93.

Globorotalia hirsuta d'Orbigny, 1839

(Estampa II – Figuras 27 e 28)

Caracterização: Indivíduos espessos com testa trocospiral baixa. Contorno pouco oval podendo ou não apresentar uma quilha fina e pouco evidente; periferia equatorial biconvexa com maior convexidade no lado espiral na maioria dos exemplares. Última volta apresentando quatro câmaras placóides fortemente comprimidas umas às outras; a última câmara forma quase um semicírculo e ocupa quase a metade do lado umbilical. Suturas curvadas no lado espiral e quase retas no lado umbilical. Superfície lisa e opaca muito pustulenta, principalmente sobre as câmaras iniciais dando uma aparência de grão calcário. Abertura em forma de fenda interior-marginal umbilical – extraumbilical podendo ou não ser bordejada por um lábio. A maioria dos exemplares apresenta enrolamento dextral (Lessa, 2009).

Referências: Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Jones (1971); Carvalho (1980); Machado (1981); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschowski (2006).

Ocorrência: REG102, REG157, SAT58, SIS239

Globorotalia inflata d'Orbigny, 1839

Caracterização: Indivíduos médios e grandes com testa trocospiral muito baixa. Contorno próximo do quadrado sem quilha; perfil equatorial plano – convexo bastante arredondado. Última volta com 3 – 3 ½ câmaras bastante infladas e menos comprimidas uma as outras; alguns exemplares podem apresentar uma pequena quarta câmara extra que não acompanha o crescimento padrão. Suturas quase retas no lado espiral e pouco curvadas no lado umbilical. Superfície rugosa com exceção da última câmara que é bastante lisa na maioria dos indivíduos. Abertura grande interior-marginal umbilical – extraumbilical com forma de arco longo sem lábio (LESSA, 2009).

Referências: Boltovskoy (1959, 1969); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschowski (2006).

Ocorrência: REG157

Globorotalia menardii d'Orbigny, 1826, Parker, Jones & Brady, 1865.

(Estampa II - Figuras 29 e 30)

Caracterização: Indivíduos com testa trocoespiral baixa. Contorno equatorial subcircular a auriculiforme, formato discóide com quilha distintamente grande e lisa na borda, perfil equatorial bastante fino. Última volta com cinco ou seis câmaras placóides e achatadas, levemente alongadas na direção do enrolamento. Superfície lisa, geralmente translúcida, mas alguns indivíduos se apresentam opacos e com pústulas, principalmente nas câmaras iniciais. Suturas radiais, curvadas e limbadas no lado espiral; radiais, retas e deprimidas no lado umbilical. Abertura umbilical-extraumbilical com formato de fenda com lábio ou dobra.

Referências: Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Araújo (2004); Lessa (2009); Araújo (2009).

Ocorrência: Testemunho SAT58

Globorotalia tumida Brady, 1877

(Estampa III – Figuras 34-36)

Caracterização: Indivíduos médios e grandes com testa espessa lembrando um grão, trocoespiral baixa. Contorno oval com quilha grossa e larga e perfil equatorial biconvexo. Última volta com 5 – 6 câmaras placóides fortemente comprimidas umas às outras. Superfície lisa no lado espiral e rugosa no lado umbilical, opaca com muitas pústulas dificultando a visualização das suturas nas câmaras iniciais, o que dá um aspecto de “grão de calcita” à testa. Abertura umbilical – extraumbilical em forma de fenda bordejada por lábio ou dobra da última câmara. A maioria dos indivíduos apresenta enrolamento sinistral (LESSA, 2009).

Referências: Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Rocha & Ubaldo (1964); Bock (1971); Tinoco (1980, 1985); Carvalho (1980); Machado (1981); Leipnitz (1987); Rossi (1999); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunho SAT58

***Globorotalia scitula* Brady, 1882**

(Estampa III – Figuras 31 e 32)

Caracterização: Testa pequena, biconvexa, periferia arredondada; contorno quase circular, lobulado; câmaras em número de 6 na última volta, distintas, aumentando gradualmente de tamanho, aproximadamente planas do lado dorsal, um tanto infladas ventralmente; suturas ligeiramente limbadas e oblíquas do lado dorsal; deprimidas e radiais na face ventral; paredes com grosseiras perfurações distribuídas irregularmente no lado dorsal; finamente perfuradas no lado ventral; abertura ventral formada por uma fenda que se estende entre o umbílico e a periferia.

Referências: Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Araújo (2004), Madureira & Rossi-Wongtschowski (2006).

Ocorrência: Testemunho REG102, REG157 e SAT58.

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

(Estampa III - Figura 33)

Caracterização: Indivíduos de pequenos a grandes com testa trocospiral muito baixa e muito espessa. Contorno circular apresentando quilha grossa na periferia; perfil equatorial fortemente plano – convexo cuja convexidade do lado umbilical é extremamente evidente dando aparência de “cone” ao exemplar, e é muito difícil posicioná-lo no lado espiral. Última volta com cinco câmaras placóides extremamente compressas umas nas outras; a última câmara é a mais cônica podendo ser mais ou menos pontuda. Suturas curvadas no lado espiral e quase retas no lado umbilical. Superfície muito pustulosa, sendo um pouco mais lisa apenas na última câmara no lado espiral, tal pustulosidade dificulta a visualização das suturas. Abertura interior-marginal extraumbilical em forma de arco quase reto bordejada por um lábio evidente; a abertura se encontra afundada na divisa da última câmara e da primeira, o que ajuda a caracterizar a espécie.

Referências: Boltovskoy (1959, 1962, 1969); Barker (1960); Cifeli (1965); Jones (1971); Carvalho (1980); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93 e SIS239.

Gênero *Neogloboquadrina* Bandy Frerichs & Vincent, 1967

Neogloboquadrina dutertrei

d'Orbigny, 1839 (Estampa III –
Figuras 41 e 42)

Caracterização: Testa trocospiral muito baixa e compacta, com câmaras subglobulares aumentando rapidamente quando adicionadas, última volta com quatro câmaras. A última volta pode conter de quatro a sete câmaras, cujo crescimento é meio circular. Superfície rugosa e cheia de perfurações, na lupa parece ser toda sulcada. Parede calcária, uniformemente perfurada, periferia axial arredondada. Umbílico aberto e profundo Abertura grande com um arco longo e baixo com lábio formando “dente”.

Referências: Bermudez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93.

Neogloboquadrina incompta, Cifelli, 1961

Caracterização: Testa trocoespiral média com 4 ou 5 câmaras na última volta, contorno lobulado, abertura extraumbilical com um lábio mediano. Textura de superfície típica produzindo crescimento de cume, isto é, as pústulas se fundem e formam cumes.

Referências: Hayward, B.; Gross, O. (2010)

Ocorrência: Testemunhos REG102, SAT58 e SIS93.

Neogloboquadrina pachyderma Ehrenberg, 1861

(Estampa IV - Figuras 43 e 44)

Caracterização: Testa trocoespiral baixa com 4 ou 5 câmaras na última volta normalmente sinistral, contorno bastante quadrado e suturas retas. A abertura extraumbilical é bastante estreita

Referências: Barker (1960); Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58 e SIS93

Família PULLENIATINIDAE Cushman, 1927

Gênero *Pulleniatina* Cushman, 1927

Pulleniatina obliquiloculata Parker e Jones, 1862

(Estampa IV – Figuras 47 e 48)

Caracterização: Testa globular. Última volta com cinco câmaras amplamente arredondadas, ampliando regularmente, orientadas obliquamente ao eixo original. Sutures distintas, levemente deprimidas. Umbilico escondido pela sobreposição de sucessivas câmaras; a área umbilical é caracterizada por uma sutura curta entre a penúltima e última câmara. Superfície espessa, lisa a brilhante, variavelmente pustulosa, especialmente na região da abertura. Abertura como um arco baixo estendido da área umbilical para a periferia e geralmente para a superfície espiral, dirigido obliquamente em direção a espiral inicial (LESSA, 2009).

Referências: Boltovskoy (1959); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Leipnitz (1987); Araújo(2004).

Ocorrência: Testemunhos REG157 e SAT58.

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

(Estampa IV – Figuras 49 e 50)

Caracterização: A testa é trochospiral baixo e exhibe 3 a 4 câmaras na última volta. A grossa parede com espinhos redondos. A calcita é adicionada à parede de teste externa durante a ontogenia adulta, e os poros e a abertura tornam-se cada vez mais estreitos das partes proximal a distal das câmaras. A borda irregular da camada de calcita externa ao longo das suturas e a abertura formam uma depressão descontínua tipo fenda (parecendo quebrada) entre as câmaras da espiral final, ao se afundar na camada mais baixa, perde suas espinhas a partir das partes proximais das câmaras.

Referências: Barker (1960); Bermúdez (1961); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58 e SIS239.

Família CANDEINIDAE Cushman, 1927

Subfamília *Candeininae* Bermúdez, 1961

Gênero *Candeina* d'Orbigny 1839

Candeina nítida d'Orbigny 1839

(Estampa I – Figuras 3-5)

Caracterização: Testa com 3 câmaras por espirais e um enrolamento espiral alto. A abertura principal está situada sobre o umbilicun. Numerosas aberturas acessórias ao longo das suturas caracterizam as testas de indivíduos adultos. Uma superfície muito lisa caracteriza esta espécie em um estágio adulto adiantado.

Referências: Hayward, B & Gross (2010).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58 e SIS239

Subfamília GLOBIGERINITINAE Bermúdez, 1961

Gênero *Globigerinita* Brönnimam, 1951

Globigerinita glutinata (Egger, 1893)

(Estampa I - Figura 14)

Caracterização: Testa pequena, trocoespiral. Câmaras globulares aumentando rapidamente de tamanho. Suturas radiais, deprimidas. Superfície lisa. Abertura interiomarginal com lábio fino.

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

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Globigerinita uvula Ehrenberg, 1861

(Estampa II - Figuras 16 e 17)

Caracterização: Indivíduos de tamanho muito pequeno (usualmente menos que 150 µm) e testa trocoespiral muito alto (parece um cacho de uvas). Frequentemente possui a última volta com quatro câmaras, mas existem indivíduos com três, o crescimento é meio espiral e as câmaras são muito compactadas umas nas outras. Superfície bastante lisa com pequenos pontinhos que devem ser os grânulos de calcita, característico do gênero. Abertura pequena e umbilical, em alguns poucos indivíduos coberta por uma bula (LESSA, 2009).

Referências: Lessa (2009), Van Eijden, A.J.M. And Smit, J. (1991) Chaisson, W.P. and Leckie, R.M. (1993).

Ocorrência: Testemunhos REG102 e SIS93.

Superfamília GLOBIGERINACEA Carpenter, Parker e Jones, 1862

Família GLOBIGERINIDAE Carpenter, Parker e Jones, 1862

Subfamília GLOBIGERININAE Carpenter, Parker e

Jones, 1862 Gênero *Beella* Banner & Blow, 1960

Beella digitata Brady, 1879

(Estampa I - Figuras 1 e 2)

Caracterização: Testa trochospiral de baixa a média, periferia equatorial fortemente lobada; 4 a 5 câmaras inicialmente esféricas, tornando-se oval mais tarde, aumentando rapidamente as câmaras na última volta; suturas distintas, deprimidas; superfície lisa com poros subcirculares e discreto tubérculos. Abertura interiomarginal, umbilical, um arco semicircular ladeado por um lábio pronunciado (KENNETT & SRINIVASAN,1983).

Referências: Hayward, B.; Gross, O. (2010), Chaisson, W.P. and Pearson,P.N. (1997), Chaisson, W.P. and d'Hondt,S.L. (2000)

Ocorrência: Testemunhos REG102 e SIS239.

Subfamília GLOBIGERININAE Carpenter, Parker e Jones, 1862

Gênero *Globigerinoides* Cushman, 1927

Globigerinoides conglobatus Brady, 1879

(Estampa II – Figuras 18 e 19)

Caracterização: Testa subglobular a subquadrada, câmaras em forma de rim. Superfície hispida e grosseiramente perfurada. Abertura umbilical primária, quase fechada, mas profunda. Abertura secundária sutural grande e como fenda.

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

Ocorrência: Testemunhos REG102, SAT58 e SIS239.

Globigerinoides ruber d'Orbigny, 1839

(Estampa II - Figuras 20 e 21)

Caracterização: Testa elevada, trocoespiral com câmaras subglobulares. Três câmaras na última volta. Câmaras posteriores carregam aberturas suplementares contíguas com sutura espiral no lado espiral. Periferia lobulada no aspecto umbilical. Suturas deprimidas à incisas. Abertura primária grande, quase circular, direcionada para fora ao longo da prolongação do espiral, abrangendo suturas entre a penúltima e antepenúltima câmaras.

Referências: Boltovskoy (1959); Barker (1960); Araújo (2004); Closs & Barberena (1960); Bermudez (1961); Boltovskoy (1962, 1969); Cifeli (1965); Boltovskoy & Lena (1966); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Carvalho (1980); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Rossi (1999); Figueirêdo (2000); Moraes (2001); Araújo (2004); Araújo (2009); Figueiredo (2010); Neto (2012).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Gênero ***Globigerinoides*** Cushman, 1927

Globigerinoides sacculifer Brady, 1877

(Estampa II - Figuras 22-24)

O.G.A.: *Trilobatus* (Spezzaferri et al. 2015)

Caracterização: Testa trocoespiral com quatro câmaras na volta final. Última câmara alongada formando um saco. Superfície hispida, suturas radiais, deprimidas. Abertura extraumbilical emoldurada por um lábio fino, projetando-se sobre as três câmaras abaixo; aberturas secundárias no lado espiral grandes, sendo uma por câmara (LESSA, 2009).

Referências: Boltovskoy (1962); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981, 1995); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo (2004); Araújo (2009); Figueiredo (2010); Neto (2012).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826

(Estampa I - Figuras 6 e 7)

Caracterização: Testa globulosa, trocoesprial baixa com câmaras esféricas a ovas globosas, aumentando em tamanho quando adicionadas, três câmaras no final do enrolamento; crescimento espiral. Parede calcária, perfurada com poros cilíndricos. Superfície mais áspera com numerosos colares de espinhos. Abertura umbilical com um arco longo que encobre as três câmaras anteriores; lábio ausente ou muito estreito.

Referências: Boltovskoy (1962, 1959, 1969); Barker (1960); Rocha & Ubaldo (1964); Jones (1971); Tinoco (1980); Machado (1981); Loeblich & Tappan (1988); Leipnitz (1987); Andrade (1997); Passos (2000); Figueirêdo (2000); Araújo (2004); Araújo (2009).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Globigerina falconensis Blow, 1959

(Estampa I – Figuras 8 e 9)

Caracterização: Testas pequenas ou médias; trocoesprial baixa com câmaras globosas redondas moderadamente separadas uma das outras. 4 câmaras na última volta com crescimento regular meio quadrado; a maioria dos indivíduos secretam uma última câmara menor que a posterior. Abertura umbilical de pequena a média às vezes afundada no umbigo; uma projeção em arco, mas quase reta com um grande lábio ou dobra que em alguns casos forma um “biquinho” no meio da abertura (LESSA, 2009).

Referências: Hilbrecht (1996), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006). Lessa (2009)

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Gênero *Globoturborotalita* Hofker, 1956

Globoturborotalita rubescens Hofker 1956

(Estampa III - Figuras 37 e 38)

Caracterização: Indivíduos de pequenos a médios com testa trocospiral baixa e câmaras globosas redondas moderadamente separadas uma das outras. Última câmara às vezes podendo ser uma pequena bula, com outras três formam a última volta (4 câmaras) e crescimento regular meio quadrado ou espiralado. A Superfície da carapaça é muito áspera (não em todos) cujas perfurações são visíveis na lupa e são hexagonais como uma colmeia; também apresenta coloração rosa na maioria dos indivíduos. Abertura umbilical projetada por arco semicircular sem lábio centrada na câmara do meio, podendo encobrir duas câmaras abaixo ou só a do meio, e se abre no plano vertical (LESSA, 2009).

Referências: Frerichs (1968), Hilbrecht (1996), Madureira & Rossi-Wongtschwski (2006).

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Globoturborotalita tennella Parker, 1958.

(Estampa III – Figuras 39 e 40)

Caracterização: Indivíduos de pequenos a médios com testa trocospiral baixa e câmaras globosas redondas moderadamente separadas uma das outras. Última volta com 4 câmaras e crescimento regular meio quadrado ou espiralado. A superfície da carapaça é muito áspera cujas perfurações são visíveis na lupa e são hexagonais como uma colmeia. Abertura umbilical projetada por arco semicircular sem lábio, centrada na câmara do meio (LESSA, 2009).

Referências: Lessa (2009); Chaisson, W.P. and Pearson, P.N. (1997), Chaisson, W.P. and d'Hondt, S.L. (2000).

Ocorrência: Testemunhos REG102, SAT58, SIS93 e SIS239.

Turborotalita quinqueloba Natland, 1938

(Estampa IV – Figuras 51 e 52)

Caracterização: Indivíduos pequenos com testa trocospiral baixa. Última volta com em geral cinco câmaras (também grande abundância de indivíduos com seis câmaras) compactadas uma nas outras, e contorno pouco geométrico (pentagonal). Superfície pouco lisa com pequenas perfurações. Abertura na grande maioria dos exemplares coberta por uma bula formada pela última câmara (LESSA,2009).

Referências: Cifeli (1965); Boltovskoy (1969); Araújo (2004).

Ocorrência: Testemunhos REG157 e SAT58.

Família Globigerinella Cushman 1927

Subfamília Globigerinella Cushman 1927

Globigerinella calida Parker, 1962

(Estampa I - Figuras 10 e 11)

Caracterização: Testa trocoesprial enrolada no estágio inicial, depois planoesprial e evoluta. Câmaras globulares aumentando rapidamente, 4 ou 5 câmaras na última volta. Suturas radiais, deprimidas, periferia arredondada. Parede calcária, perfurada, superfície lisa. Abertura interiormarginal com um grande arco assimétrico em relação aos planos de enrolamento, contornado por um lábio.

Referências: Boltovskoy (1969); Araújo (2004), Chaisson, W.P. and Leckie, R.M. (1993)

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

Globigerinella siphonifera Brady (1839).

(Estampa I – Figuras 12 e 13)

Caracterização: Indivíduos com testa trocospiral baixo tendendo a planisprial irregular, com 4 a 5 câmaras visíveis na última volta. Indivíduos grandes com testa planisprial ou trocosprial extremamente baixa, câmaras moderadamente separadas uma das outras. O crescimento planisprial não é reto, faz uma curva nas

duas ou três primeiras câmaras (observa-se em uma visão equatorial de frente para a abertura). Superfície áspera espinhosa. Abertura de extra-umbilical a periferial ou totalmente equatorial, um arco $\frac{3}{4}$ de círculo podendo ou não estar obstruída pelas câmaras iniciais.

Referências: Lessa (2009), Iwai (2015), Hayward, B.W et al (2017)

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239.

Subfamília ORBULININAE Schultze, 1854

Gênero *Orbulina* d'Orbigny, 1839

Orbulina universa d'Orbigny, 1839

(Estampa IV - Figuras 45 e 46)

Caracterização: Indivíduos de tamanho médio a muito grande com apenas uma câmara esférica. Superfície muito pouco áspera, espinhosa e fina, recoberta de poros dispersos homogeneamente pela testa (LESSA, 2009).

Referências: Boltovskoy (1954a, 1954b, 1959, 1962, 1969); Barker (1960); Bermudez (1961); Cifeli (1965); Jones (1971); Tinoco (1980, 1985); Machado (1981,1995); Leipnitz (1987); Macedo (1994); Andrade (1997); Figueirêdo (2000); Araújo(2004); Araújo (2009); (Lessa, 2009)

Ocorrência: Testemunhos REG102, REG157, SAT58, SIS93, SIS239

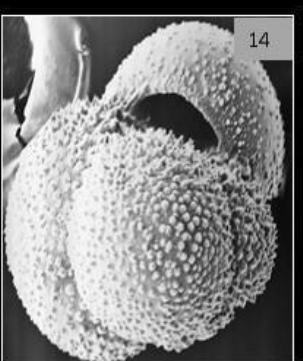
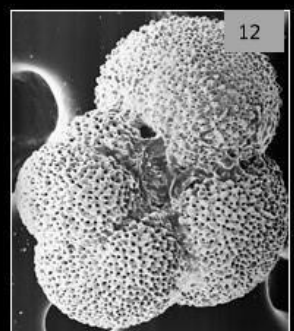
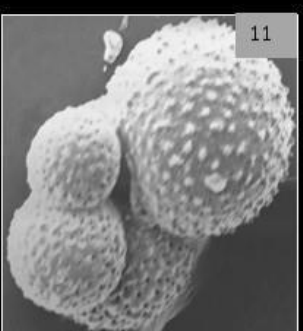
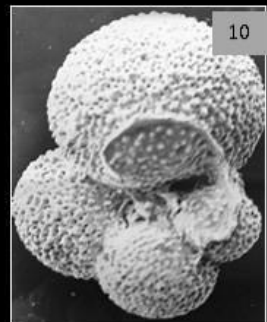
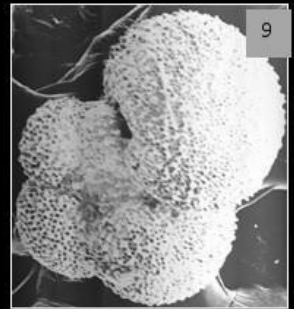
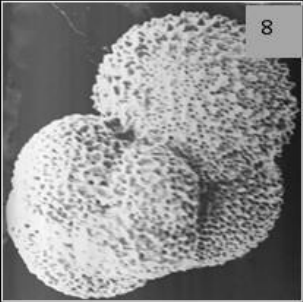
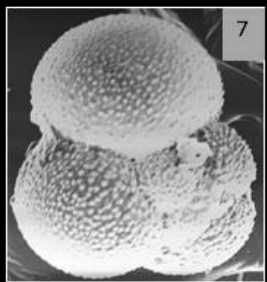
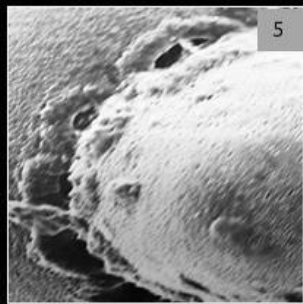
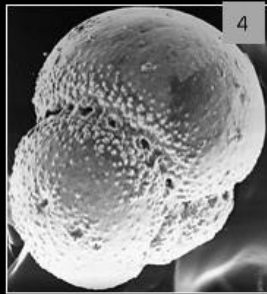
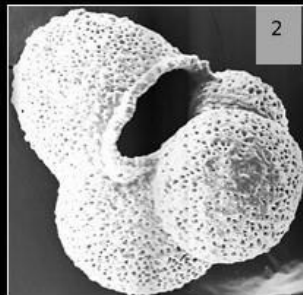
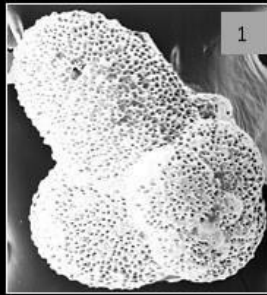
6.3.3.2 Fotomicrografias (Estampas)

ESTAMPA I

- Figura 1. ***Beela digitata*** (Brady, 1879) - Vista dorsal, 240x
Figura 2. ***Beela digitata*** (Brady, 1879) - Vista ventral, 240x
Figura 3. ***Candeina nitida*** (d'Orbigny, 1839) - Vista lateral, 180x
Figura 4. ***Candeina nitida*** (d'Orbigny, 1839) - Vista dorsal, 200x
Figura 5. ***Candeina nitida*** (d'Orbigny, 1839) - Vista em detalhe, 400x
Figura 6. ***Globigerina bulloides*** (d'Orbigny, 1826) - Vista ventral, 200x
Figura 7. ***Globigerina bulloides*** (d'Orbigny, 1826) - Vista ventral, 180x
Figura 8. ***Globigerina falconensis*** (Blow, 1959) - Vista dorsal, 150x
Figura 9. ***Globigerina falconensis*** (Blow, 1959) - Vista ventral, 150x
Figura 10. ***Globigerinella calida*** (Parker, 1962) - Vista ventral, 180x
Figura 11. ***Globigerinella calida*** (Parker, 1962) - Vista lateral, 200x
Figura 12. ***Globigerinella siphonifera*** (Brady, 1839) - Vista ventral, 180x
Figura 13. ***Globigerinella siphonifera*** (Brady, 1839) - Vista lateral, 180x
Figura 14. ***Globigerina glutinta*** (Egger, 1893) - Vista ventral, 200x

ESTAMPA I

Figueiredo, 2018.

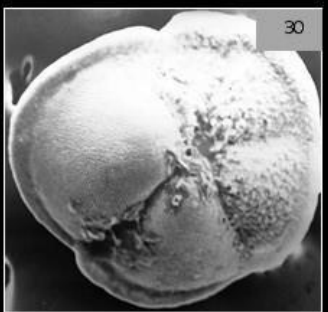
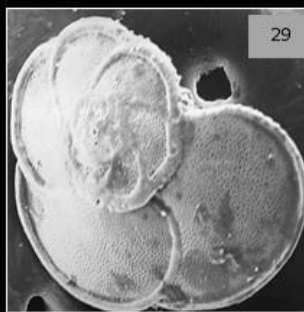
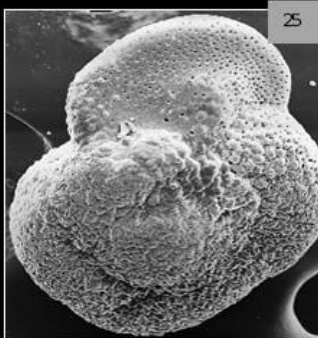
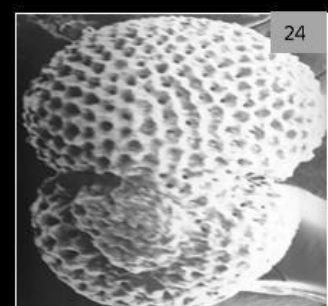
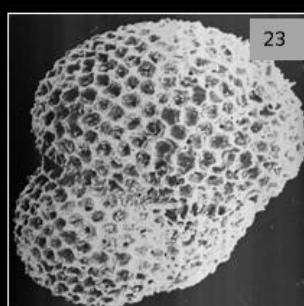
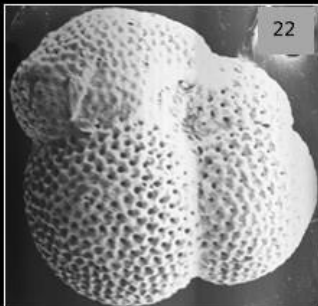
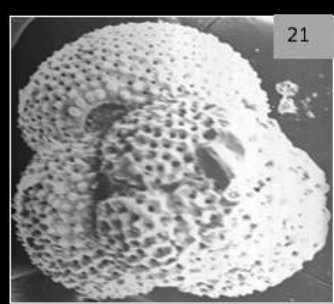
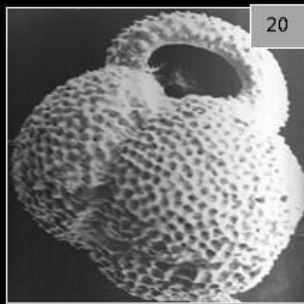
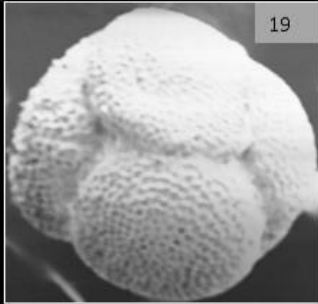
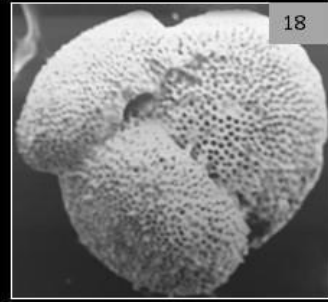
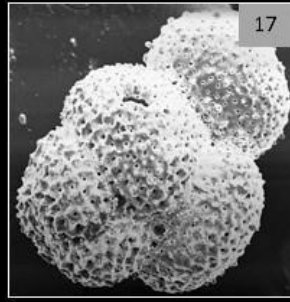
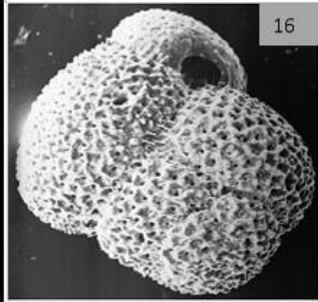


ESTAMPA II

- Figura 16. ***Globigerinita uvula*** (Ehrerberg, 1861) - Vista lateral, 180x
- Figura 17. ***Globigerinita uvula*** (Ehrerberg, 1861) - Vista dorsal, 180x
- Figura 18. ***Globigerinoides conglobatus*** (Brady, 1879) - Vista lateral, 100x
- Figura 19. ***Globigerinoides conglobatus*** (Brady, 1879) - Vista dorsal, 100x
- Figura 20. ***Globigerinoides ruber*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 150x
- Figura 21. ***Globigerinoides ruber*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 150x
- Figura 22. ***Globigerinoides saculifer*** (Brady, 1877) - Vista ventral, 120x
- Figura 23. ***Globigerinoides saculifer***(Brady, 1877)-Vista lateral, 180x
- Figura 24. ***Globigerinoides saculifer*** (Brady, 1877) - Vista dorsal, 180x
- Figura 25. ***Globorotalita crassaformis*** (Galloway e Wissier, 1927) - Vista dorsal, 120x
- Figura. 26. ***Globorotalita crassaformis*** (Galloway e Wissier, 1927) - Vista ventral, 120x
- Figura 27 ***Globorotalita hirsuta*** (d'Orbigny, 1839) - Vista dorsal, 150x
- Figura 28. ***Globorotalita hirsuta*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 150x
- Figura 29. ***Globorotalita menardii*** (d'Orbigny, 1826) - Vista dorsal, 120x
- Figura 30. ***Globorotalita menardii*** (d'Orbigny, 1826) - Vista ventral, 150x

ESTAMPA II

Figueiredo, 2018.

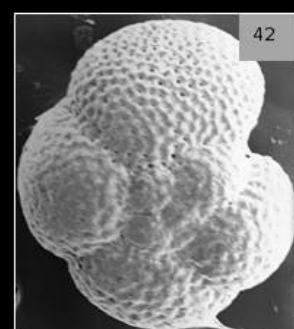
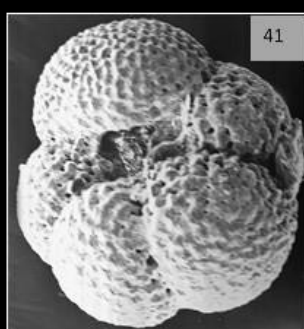
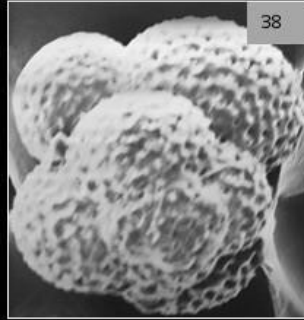
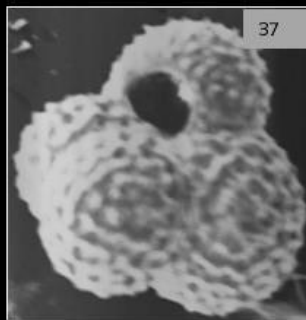
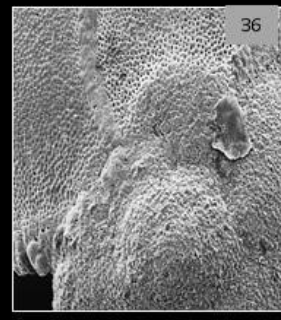
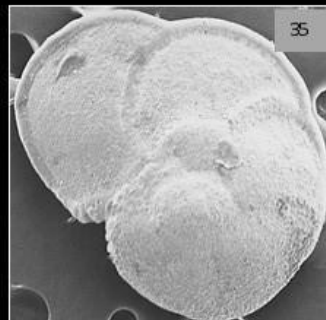
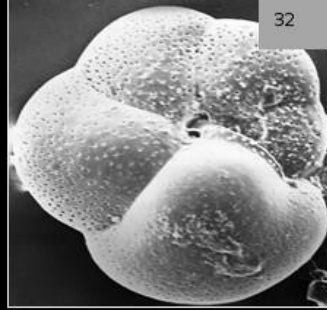


ESTAMPA III

- Figura 31. ***Globorotalia scitula*** (Brady, 1861) - Vista dorsal, 270x
- Figura 32. ***Globorotalia scitula*** (Brady, 1861) - Vista ventral, 270x
- Figura 33. ***Globorotalita truncatulinoides*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 150x
- Figura 34. ***Globorotalita tímida*** (Brady, 1884) - Vista ventral, 80x
- Figura 35. ***Globorotalita tímida*** (Brady, 1884) - Vista dorsal, 70x
- Figura 36. ***Globorotalita tímida*** (Brady, 1884) - Vista em detalhe, 180x
- Figura 37. ***Globoturborotalita rubenses*** (Hofker, 1956) - Vista ventral, 180x
- Figura 38. ***Globoturborotalita rubenses*** (Hofker, 1956) - Vista dorsal, 240x
- Figura 39. ***Globoturborotalita tenella*** (Parker, 1959) - Vista lateral, 1800x
- Figura 40. ***Globoturborotalita tenella*** (Parker, 1959) - Vista dorsal, 240x
- Figura. 41. ***Neogloboquadrina dutertrei*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 180x
- Figura 42 ***Neogloboquadrina dutertrei*** (d'Orbigny, 1839) - Vista dorsal, 180x

ESTAMPA III

Figueiredo, 2018.

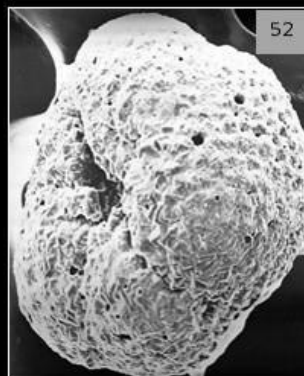
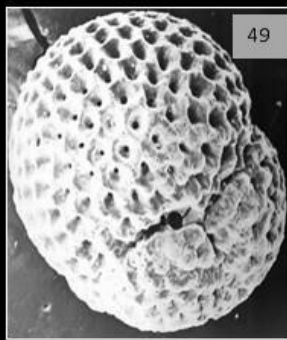
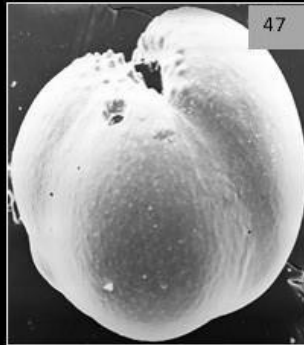
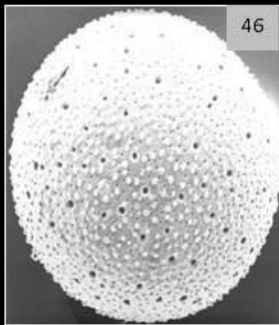
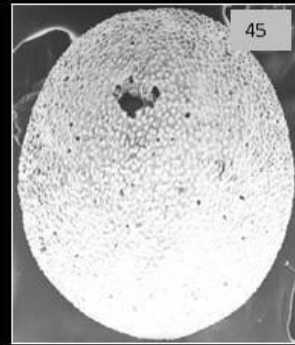
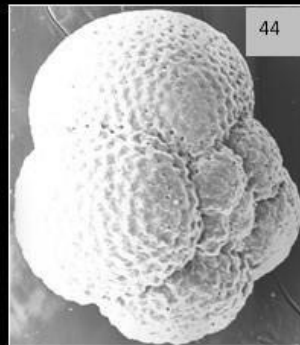
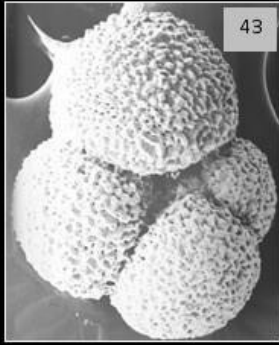


ESTAMPA IV

- Figura 43. ***Neogloboquadrina pachyderma*** (Ehrerberg, 1861) - Vista ventral, 180x
- Figura 44. ***Neogloboquadrina pachyderma*** (Ehrerberg, 1861) - Vista dorsal, 200x
- Figura 45. ***Orbulina universa*** (d'Orbigny, 1839) - Vista ventral, 100x
- Figura 46. ***Orbulina universa*** (d'Orbigny, 1839) - Vista lateral, 200x
- Figura 47. ***Pulleniatina obliquiloculata*** (Parker e Jones, 1862) - Vista lateral, 180x
- Figura 48. ***Pulleniatina obliquiloculata*** (Parker e Jones, 1862) - Vista ventral, 180x
- Figura 49. ***Sphaeroidinella dehiscens*** (Parker e Jones, 1862) - Vista ventral, 270x
- Figura 50. ***Sphaeroidinella dehiscens*** (Parker e Jones, 1862) - Vista lateral, 270x
- Figura 51. ***Turborotalita quinqueloba*** (Natland, 1938) - Vista ventral, 240x
- Figura 52. ***Turborotalita quinqueloba*** (Natland, 1938) - Vista ventral, 270x

ESTAMPA IV

Figueiredo, 2018.



6.3.4 Análises dos dados estatísticos

São apresentados os dados dos táxons e as abundâncias absolutas e relativas para cada testemunho na Tabela II no Apêndice.

6.3.4.1 Abundância relativa das espécies

Testemunho REG 157

Analisando-se a variação no número de espécies planctônicas ao longo do testemunho REG157 nota-se considerável oscilação entre as alíquotas coletadas a diferentes profundidades na coluna sedimentar: mínimo de 14 espécies nas amostras coletadas a 90 e 40 cm e máximo de 22 espécies na alíquota coletada a 60 cm (Tabela II – Apêndice).

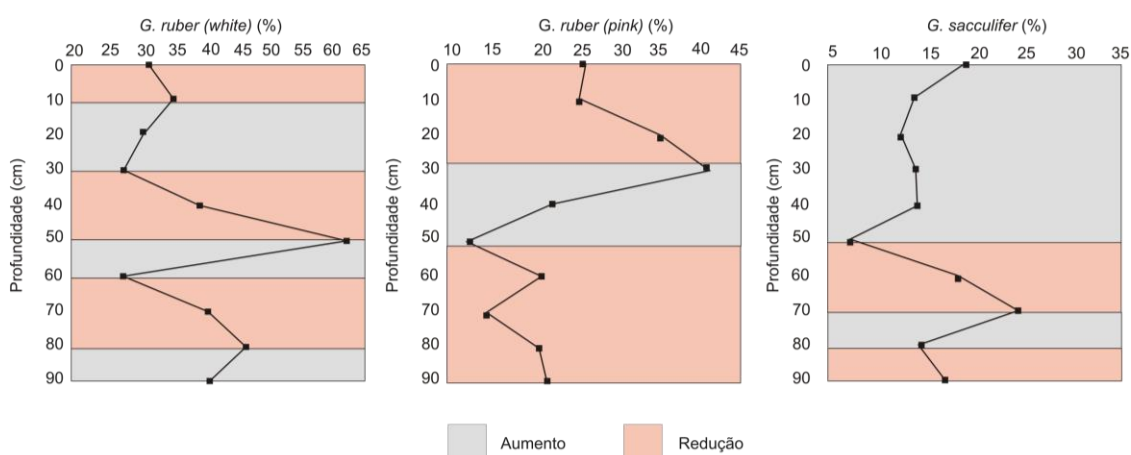
Os dados referentes à abundância relativa do testemunho evidenciam três espécies principais, sendo estas: *Globigerinoides ruber* (white) (37,90%), *Globigerinoides ruber* (pink) (23,76%) e *Globigerinoides sacculifer* (15,50%) (Figura 26).

A distribuição vertical de *Globigerinoides ruber* (white) mostra relativo aumento na base (entre 90 e 80 cm), seguido de redução entre 80 e 60cm. A maior abundância da espécie ocorre na porção média do testemunho, mais precisamente na profundidade de 50 cm, com significativo decréscimo no intervalo entre 50 e 30 cm, seguido de suave aumento entre 30 e 10 cm, reduzindo a sua abundância até o topo (Figura 26).

A espécie *Globigerinoides ruber* (pink) mostra menor abundância da base ao meio da coluna sedimentar (90 – 50 cm), com pontual crescimento entre 70 e 50 cm. Aumentando consideravelmente entre 50 e 30 cm. Nova redução na sua abundância é verificada deste ponto até o topo do testemunho (Figura 26).

A espécie *Globigerinoides sacculifer*, por sua vez, apresenta as maiores abundâncias na metade inferior do testemunho, especialmente no trecho entre 80 e 60 cm. Observa-se aumento suave do meio ao topo da coluna sedimentar (Figura 26).

FIGURA 26: Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho REG157.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies acessórias são *Globigerinita glutinata* (4,08%), *Globoturborotalita rubencens* (3,82%), *Globorotalia truncatulinoides* L (3,34%), *Globorotalia crassaformis* (1,48%), *Globigerinella siphonifera* (1,41%), *Globigerinoides conglobatus* (1,19%) e *Orbulina universa* (1,05%) (Figura 27).

A distribuição vertical das espécies *Globigerinita glutinata* e *Globoturborotalita rubencens* revelam comportamento semelhante. Dois trechos específicos de redução de abundância seguido de aumento, sendo estes na base da coluna (90 – 50 cm) e na porção superior (50 – 10 cm), voltando a reduzir abundância dessa espécie daí ao topo (Figura 27).

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* L ocorre em dois trechos com aumento na abundância bem demarcados, na base entre 90 e 60cm, e na porção mediana entre 50 a 40 cm. Na porção mediana-topo, observa-se redução expressiva na abundância relativa dessa espécie (Figura 27).

A espécie *Globorotalia crassaformis* mostra grande oscilação nos percentuais ao longo desta coluna sedimentar, especialmente no intervalo entre 90 e 40 cm, registrando as maiores abundâncias relativas do testemunho. Enquanto que o trecho de 40 cm ao topo apresenta suave tendência de redução deste índice (Figura 27).

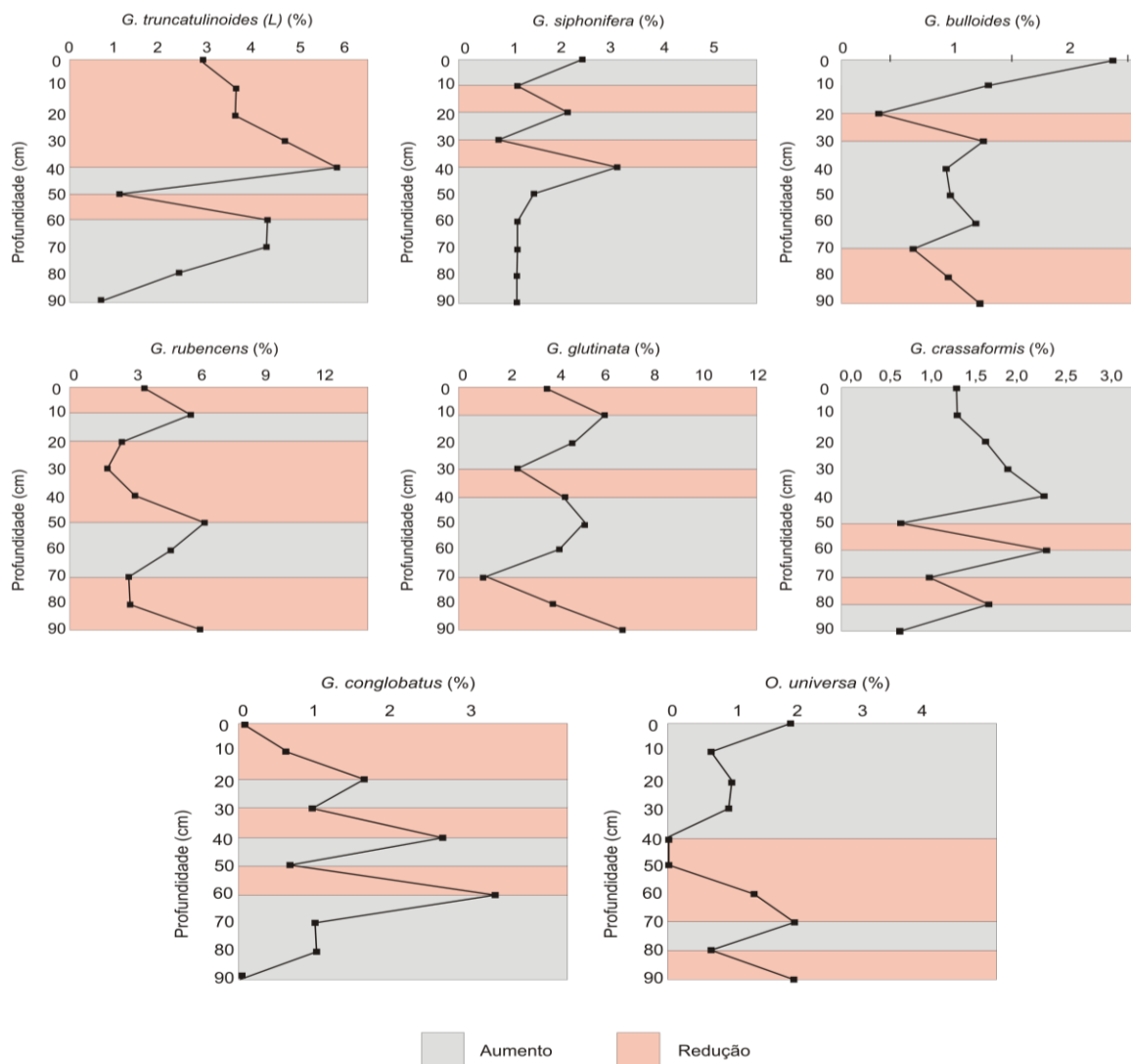
A espécie *Globigerinella siphonifera* mostra uniformidade quanto a abundância relativa desde a base até a porção mediana, no trecho entre 90 e 50 cm.

Atinge seu valor máximo a 40 cm seguido de aumentos e reduções sucessivas deste ponto ao topo (Figura 27).

A espécie *Globigerinoides conglobatus* apresenta menor valor de abundância relativa na base e no topo. Expressa aumento no intervalo entre 90 e 60 cm, descrevendo oscilações com tendência de queda daí em diante (Figura 27).

Por sua vez a espécie *Orbulina universa*, evidencia menor valor de abundância relativa na base e no topo. Apresentando tendência de redução com pontual aumento no trecho 80-60 cm na porção base-mediana (90 e 50 cm) e tendência de aumento nos percentuais na porção mediana-topo (Figura 27).

Figura 27: Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho REG157



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies traços identificadas no testemunho REG157 são representativas em diversidade , atingindo percentuais entre 52,94% na amostra coletada 60cm e 82,35% na localizada a 90 cm. Sendo estas: *Turborotalita quinqueloba*(0,10%), *Globigerina bulloides* (0,89%) *Neogloboquadrina dutertrei*(0,82%), *Candeina nitida*(0,79%), *Globorotalia menardii* (0,73%), *Neogloboquadrina pachyderma* L (0,72%), *Globigerinella calida*(0,59%), *Globigerina falconensis* (0,49%), *Sphaeroidinella dehiscens* (0,46%), *Globorotalia truncatulinoides* R(0,23%), *Pulleniatina obliquiloculata* (0,20%), *Globorotalia hirsuta*(0,13%), *Globorotalia scitula*(0,10%), *Globigerinita uvula*(0,7%), *Globoturborotalita tenella*(0,3%), *Globorotalia inflata*(0,3%), *Globorotalia tumida*(0,3%) e *Gallietia vivans* (0,3%).

Testemunho SIS93

O número de espécies planctônicas ao longo do testemunho SIS93 variou entre as alíquotas coletadas a diferentes profundidades na coluna sedimentar, apresentando o mínimo de 12 espécies na amostra coletada a 90 cm e máximo de 19 espécies nas alíquotas coletadas a 80cm e nas três amostras localizadas na porção entre 50 e 30 cm do testemunho (Tabela III - Apêndice).

Os dados referentes à abundância relativa do testemunho SIS 93 evidenciam três espécies principais, sendo estas: *Globigerinoides ruber* (white) (39,90%), *Globigerinoides ruber* (pink) (22,94%) e *Globigerinoides sacculifer* (14,70%) (Figura 28).

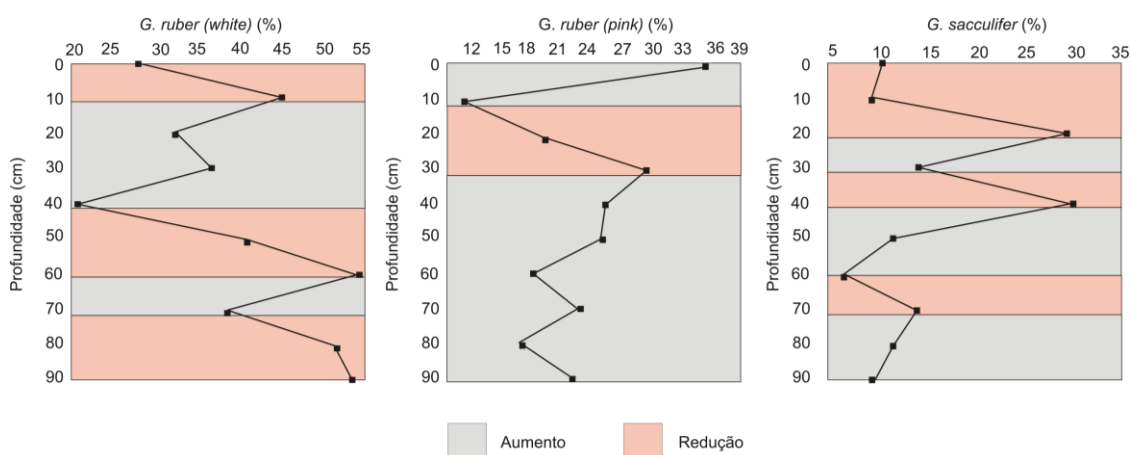
A distribuição vertical de *Globigerinoides ruber* (white) oscila bastante, expressando maior abundância na porção base-mediana do testemunho, entre 90 e 50 cm. Significativo decréscimo ocorre no intervalo entre 60 e 40 cm, voltando a aumentar até os 10cm e, em seguida, reduzindo novamente até o topo (Figura 28).

A espécie *Globigerinoides ruber* (pink), por sua vez, apresenta suave oscilação da abundância relativa com tendência de aumento na porção base-mediana superior, entre 90 e 30 cm da coluna sedimentar. No trecho entre 30 e 10 cm apresenta expressiva diminuição, seguida de aumento abrupto, atingindo a maior abundância da espécie neste testemunho daí ao topo (Figura 28). A espécie *Globigerinoides sacculifer*, apresenta tendência de aumento no intervalo entre 90 e 40 cm, com redução pontual entre 70 e 50 cm. Na porção mediana superior (50–0 cm) são verificadas as maiores abundâncias da espécie no testemunho, embora apresente dois trechos com significativas reduções neste intervalo (Figura 28).

As espécies acessórias foram *Globoturborotalita rubencens* (4,56%), *Globigerinita glutinata* (4,08%), *Globorotalia truncatulinoides* L (2,81%), *Globigerinella siphonifera* (1,76%), *Globorotalia crassaformis* (1,21%), *Globigerina falconensis* (1,17%) e *Orbulina universa* (1,01%) (Figura 29).

A distribuição vertical de *Globoturborotalita rubencens* apresenta três trechos bem demarcados de redução de abundância, 90-60, 60-30 e 30-10 cm. Destaca-se expressivo aumento na abundância relativa no intervalo de 20 a 10 cm, atingindo a maior abundância desta coluna sedimentar, seguido de redução daí ao topo (Figura 29).

Figura 28: Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS93.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies *Globigerinita glutinata* mostra dois trechos específicos de aumento de abundância, sendo estes na base da coluna (90 – 60 cm) e na porção superior (20 – 10 cm). Na porção mediada (60 – 20 cm) e de 10 cm ao topo, verifica-se tendência de redução na abundância dessa espécie (Figura 29).

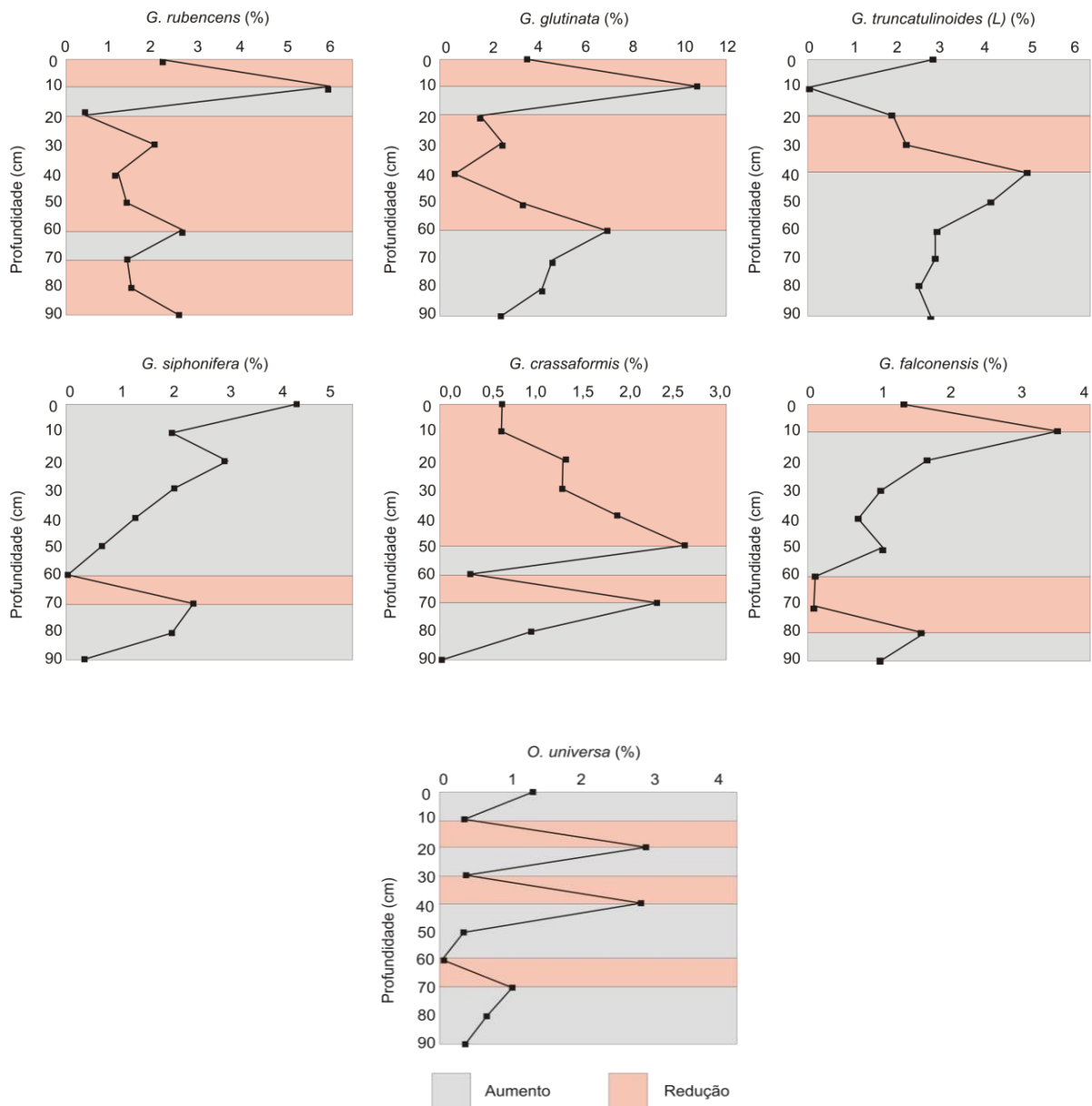
A espécie *Globorotalia truncatulinoides* L mostra abundância relativa inicialmente com pequena oscilação na porção entre 90 e 60 cm, seguida de aumento significativo no intervalo 60-40 cm, atingindo neste ponto sua maior representação no testemunho. Reduz bastante no próximo trecho (40 e 10 cm) e volta a aumentar até o topo (Figura 29).

A espécie *Globigerinella siphonifera*, mostra aumento da base aos 70 cm e redução daí aos 60 cm da coluna sedimentar. Observa-se ainda aumento expressivo na abundância relativa dessa espécie no intervalo entre 60 cm e o topo, alcançando maior representação no topo do testemunho (Figura 29).

A espécie *Globorotalia crassaformis* expressa grande oscilação nos percentuais ao longo desta coluna sedimentar, especialmente no intervalo entre 90 e 50 cm, registrando a maior abundância relativa do testemunho na porção mediana (50 cm). Na porção mediana-topo registra redução gradativa deste índice. (Figura 29) A espécie *Globigerina falconensis* por sua vez, registra pontual redução no trecho entre 80 e 60 cm, seguido de grande aumento entre 60 e 10 cm, alcançando maior abundância do testemunho e voltando a decrescer até o topo (Figura 29).

A espécie *Orbulina universa* evidencia oscilações de abundância relativa com amplitudes menores na porção base-mediana e de maior proporção na porção mediana-topo, com intervalos curtos de aumento e redução nesse índice (Figura 29).

Figura 29: Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SIS93.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies traços identificadas no testemunho SIS93 são representativas em diversidade , atingindo percentuais entre 63,64% na amostra coletada 70 cm e 81,82% localizada a 90 cm. São elas: *Globigerina bulloides* (0,91%), *Globigerinoides conglobatus* (0,88%), *Globigerinella cálida* (0,65%), *Candeina nítida* (0,62%), *Neogloboquadrina pachyderma L* (0,62%), *Neogloboquadrina dutertrei* (0,49%), *Globoturborotalita tenella* (0,43%), *Globorotalia truncatulinoides R* (0,33%), *Globigerinita úvula* (0,20%), *Neogloboquadrina pachyderma R* (0,16%), *Sphaeroidinella dehiscens* (0,13%), *Globorotalia scitula* (0,7%), *Globorotalia menardii* (0,6%), *Neogloboquadrina incompta* (0,3%), *Turborotalita quinqueloba* (0,3%) e *Pulleniatina obliquiloculata* (0,1%).

Testemunho REG102

Ao verificar o número de espécies planctônicas encontradas ao longo do testemunho REG102 nota-se grande variação entre as alíquotas da coluna sedimentar, apresentando um mínimo de 13 espécies na amostra coletada a 50cm e máximo de 21 espécies nas alíquotas localizadas a 10 cm e no topo (Tabela IV - Apêndice).

Os dados referentes à abundância relativa do testemunho REG 102 evidenciam três espécies principais, sendo estas: *Globigerinoides ruber* (white) (43,04%), *Globigerinoides ruber* (pink) (20,47%) e *Globigerinoides sacculifer* (15,22%) (Figura 30).

A distribuição vertical de *Globigerinoides ruber* (white) mostra maior abundância da espécie na base do testemunho, entre 90 e 60 cm, com significativo decréscimo no intervalo entre 60 e 40 cm, seguido de novo aumento entre de 40 cm ao topo, com pontual redução da abundância nos 20 cm (Figura 30).

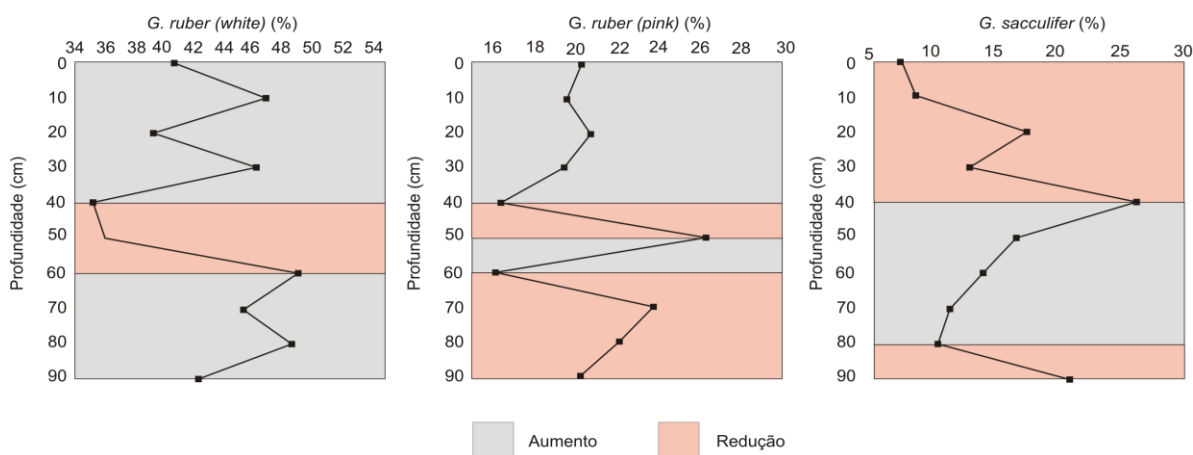
A espécie *Globigerinoides ruber* (pink) também apresenta maior abundância na base da coluna sedimentar (90 – 50 cm), com pontual decréscimo entre 70 e 60 cm. Nova redução na sua abundância é verificada entre 50 e 40 cm, seguida por um aumento na abundância entre 40 cm e o topo do testemunho (Figura 30).

A espécie *Globigerinoides sacculifer*, por sua vez, apresenta menor abundância na base do testemunho (90 – 50 cm). Aumento expressivo é observado entre 50 e 40 cm, seguido de nova redução de 40 cm até o topo da coluna (Figura 30).

As espécies acessórias são *Globigerinita glutinata* (4,18%), *Globorotalita truncatulinoides* L (3,72%), *Globigerinella siphonifera* (1,67%), *Globoturbotalita rubescens* (1,48%), *Globorotalita crassaformis* (1,47%), *Candeina nitida* (1,44%), *Globigerinoides conglobatus* (1,38%) e *Globigerina bulloides* (1,15%) (Figura31).

A distribuição vertical de *Globigerinita glutinata* mostra dois trechos específicos de aumento de abundância, sendo estes na base da coluna (90 – 80 cm) e na porção superior (20 – 10 cm). Na porção mediada (80 – 20 cm) e de 10 cm ao topo, verifica-se tendência de redução na abundância dessa espécie (Figura 31).

Figura 30: Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho REG102.



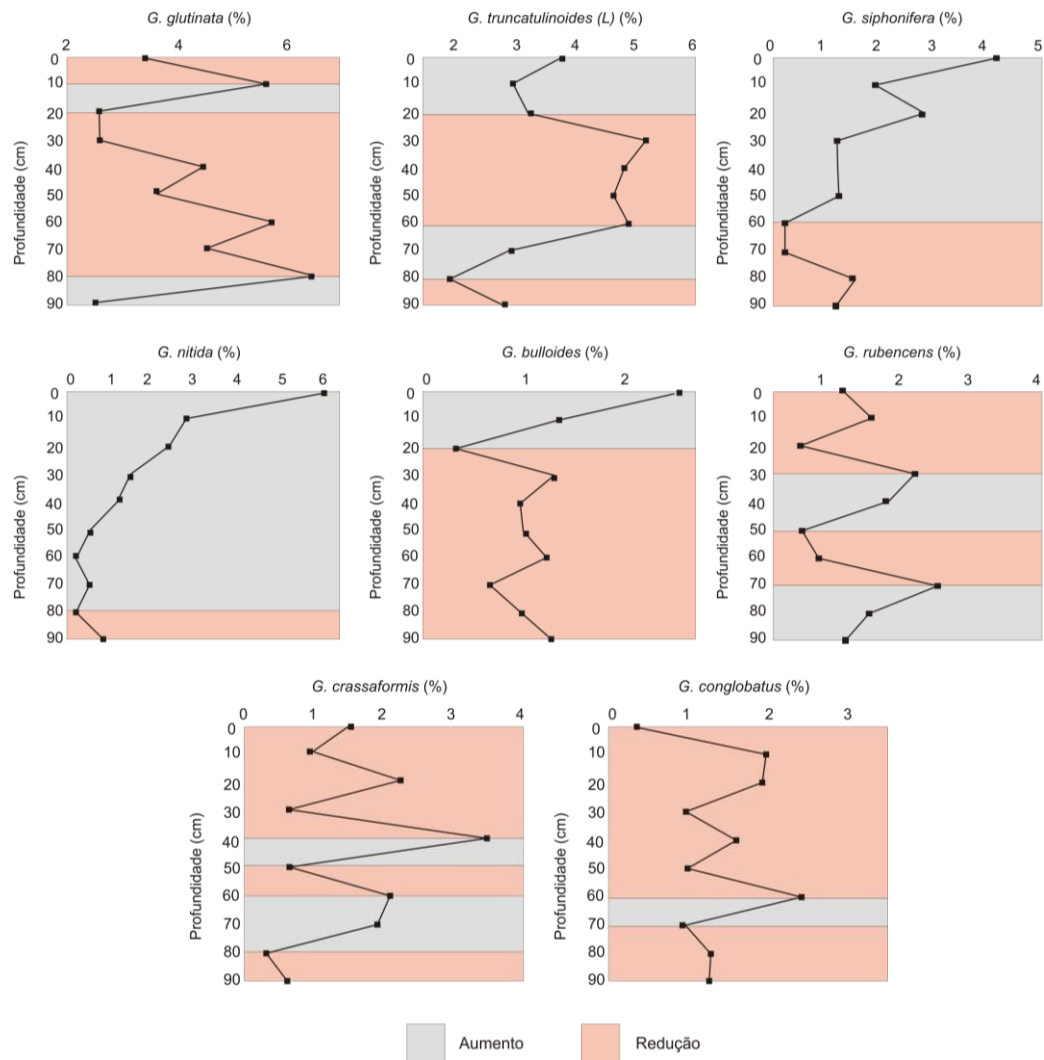
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A espécie *Globorotalita truncatulinoides* L evidencia dois trechos de redução na abundância bem demarcados, na base (90 – 80 cm) e de 30 cm ao topo. Na porção mediana, entre 80 e 30 cm, observa-se aumento significativo na abundância da espécie (Figura 31).

Globigerinella siphonifera, *Candeina nítida* e *Globigerina bulloides*, por sua vez, evidenciam menores abundância na porção base-mediana do testemunho, intervalos entre 90 e 30 cm, 90 – 60 cm e 90 – 20 cm, respectivamente. Na porção mediana-topo, observa-se aumento expressivo na abundância relativa dessas espécies, a partir de 30 cm, 50 cm e 20 cm, respectivamente (Figura 31).

As espécies *Globoturborotalita rubencens*, *Globorotalia crassaformis* e *Globigerinoides conglobatus* evidenciam inúmeras oscilações de abundância relativa, não sendo possível identificar intervalos demarcados de aumento ou redução nesse índice (Figura 31).

Figura 31: Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho REG102



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies traços identificadas no testemunho REG102 são representativas em diversidade, atingindo percentuais entre 63,64% na amostra coletada 10cm e 78,79% nas alíquotas localizadas a 50 e 70cm. Sendo estas: *Globoturbotalita tenella* (0,78%), *Orbulina universa* (0,77%), *Neogloboquadrina dutertrei* (0,67%), *Globigerinella cálida* (0,39%), *Neogloboquadrina incompta* (0,39%), *Globorotalita scitula* (0,32%), *Sphaeroidinella dehiscens* (0,32%), *Globigerina falconensis* (0,29%), *Pulleniatina obliquiloculata* (0,19%), *Globigerinita úvula* (0,13%), *Globorotalita hirsuta* (0,10%), *Globorotalita truncatulinoides* R (0,10%), *Beela digitata* (0,06%), *Globorotalita túmida* (0,06%), *Neogloboquadrina pachyderma* L (0,06%) *Globorotalia inflata* (0,03%), *Globorotalia menardii* (0,03%).

Testemunho SIS239

Analisando-se a variação no número de espécies planctônicas ao longo do testemunho SIS239 nota-se baixa oscilação nas alíquotas coletadas a diferentes posições na coluna sedimentar, com mínimo de 16 espécies na amostra coletada a 50 cm e máximo de 20 espécies na alíquota coletada a 30 cm. (Tabela V - Apêndice)

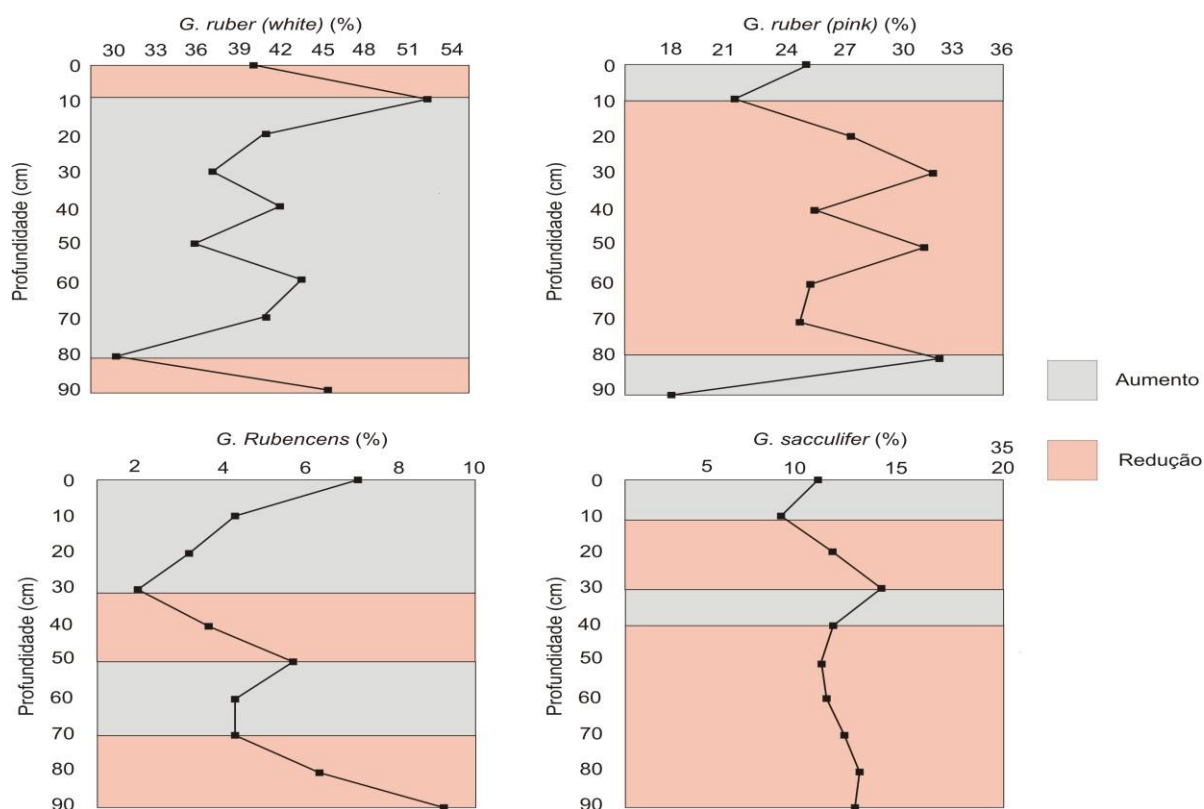
Os dados referentes à abundância relativa do testemunho SIS239 evidenciam quatro espécies principais, sendo estas: *Globigerinoides ruber* (white) (40,20%), *Globigerinoides ruber* (pink) (25,96%), *Globigerinoides sacculifer* (11,74%) e *Globoturborotalita rubescens* (5,03%) (Figura 32).

A distribuição vertical de *Globigerinoides ruber* (white) expressa menor abundância relativa da espécie na base do testemunho, entre 90 e 80 cm, seguida de significativo acréscimo no intervalo entre 80 e 10 cm, seguido de nova redução dos 10 cm ao topo. (Figura 32) A espécie *Globigerinoides ruber* (pink) apresenta aumento significativo da abundância relativa nos primeiros 10 cm a partir da base. No trecho seguinte, entre 80 e 10 cm, este índice oscila com tendência de redução. Na porção mais recente da coluna sedimentar, nos últimos 10 cm, observa-se um suave aumento (Figura 32).

A espécie *Globoturborotalita rubensis*, apresenta maior abundância na base da coluna sedimentar, registrando tendência de redução no intervalo entre 90 e 30 cm, com pontual e pequeno aumento entre 60 e 50 cm. Neste ponto percebe-se aumento pronunciado até o topo (Figura 32).

A espécie *Globigerinoides sacculifer* apresenta baixa oscilação nos valores da abundância relativa, com pontual aumento no intervalo entre 40 e 30 cm e redução entre 30 e 10 cm. De maneira geral, a espécie se mantém estável ao longo do testemunho (Figura 32).

Figura 32: Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SIS239



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies acessórias são *Globigerinita glutinata* (3,42%), *Globorotalia truncatulinoides* L (3,04%), *Globigerinella siphonifera* (2,24%), *Globigerinella cálida* (1,22%) e *Neogloboquadrina dutertrei* (1,06%) (Figura 32).

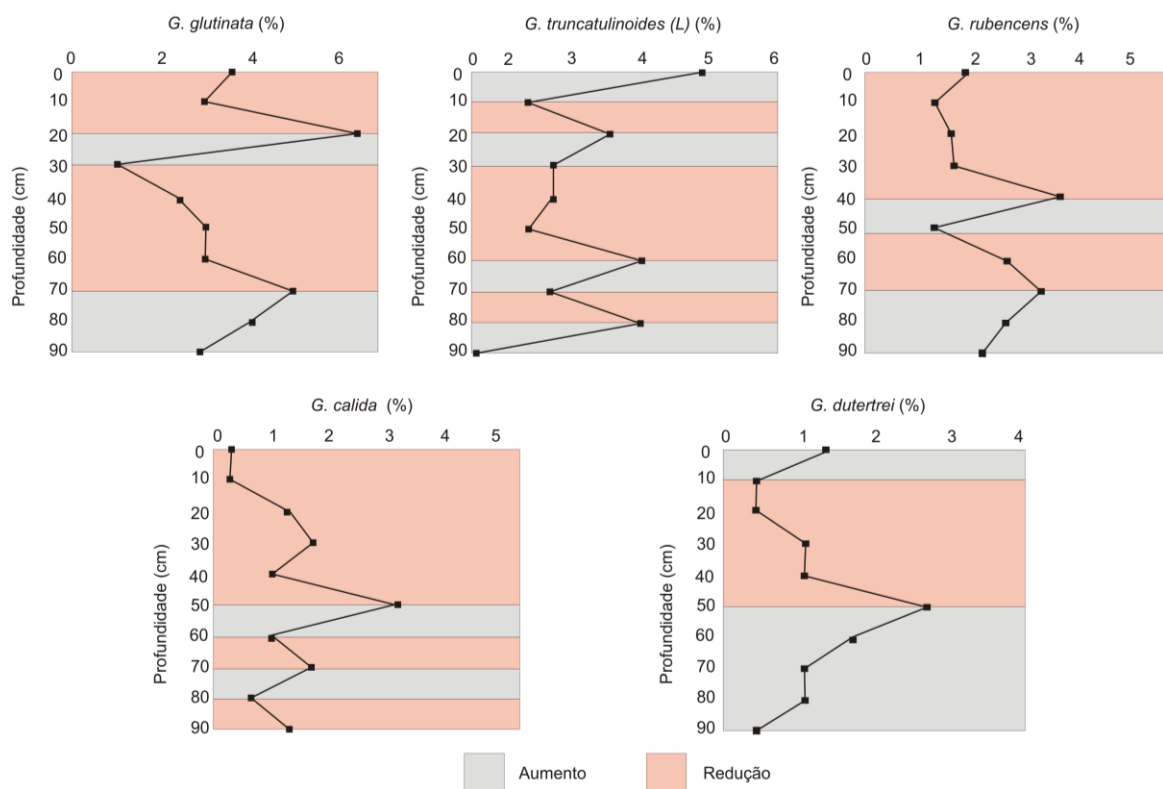
A distribuição vertical de *Globigerinita glutinata* mostra dois trechos específicos de aumento de abundância relativa, sendo estes na base da coluna (90 – 70 cm) e na porção superior (30 – 20 cm). Na porção mediada (70 – 30 cm) e de 10 cm ao topo, verifica-se tendência de redução na abundância dessa espécie (Figura 33).

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* L registra a menor abundância relativa na base do testemunho (90 cm) com incremento considerável já nos primeiros 10 cm. Deste ponto ao topo, percebe-se mais três trechos de aumento na abundância, sendo um na porção base-mediana, entre 70 e 60 cm e dois na porção mediana- topo (30 - 20 cm) e entre 10 – 0 cm, onde atinge o maior valor de abundância relativa (Figura 33). A espécie *Globigerinella siphonifera*, mostra dois trechos específicos de aumento de abundância relativa, sendo estes na base da

coluna (90 - 70 cm) e na porção superior (50 -40 cm), onde registra a maior representação. Na porção mediada-topo (40 - 0 cm) verifica-se tendência moderada de redução na abundância dessa espécie (Figura 33).

A espécie *Globigerinella cálida* expressa maior abundância relativa na porção mediana (50 cm). Nota-se oscilações com tendência de aumento da base à porção mediana, e de redução deste ponto ao topo. Por sua vez, a espécie *Neogloboquadrina dutertrei*, evidencia aumento expressivo da abundância relativa na porção base-mediana, também alcançando o maior índice a 50 cm. observa-se redução significativa na abundância da espécie no intervalo de 50 - 10 cm da coluna sedimentar, seguido de discreto incremento daí ao topo (Figura 33).

Figura 33: Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SIS239



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies traços identificadas no testemunho SIS239 são representativas em diversidade , atingindo percentuais entre 66,67% nas amostras coletadas a 30 e 80 cm e 77,78% localizada a 70 cm. Sendo estas: *Globigerina bulloides* (0,82%), *Globigerinoides conglobatus* (0,72%) *Globorotalita menardii* (0,72%), *Candeina nítida* (0,70%), *Globigerina falconensis* (0,59%), *Orbulina universa* (0,56%), *Globoturborotalita tenella* (0,43%), *Neogloboquadrina pachyderma L* (0,40%), *Globorotalia crassaformis* (0,17%), *Globorotalita tumida* (0,13%), *Globorotalia truncatulinoides R* (0,13%), *Neogloboquadrina pachyderma R* (0,10%), *Pulleniatina obliquiloculata* (0,10%), *Sphaeroidinella dehiscens* (0,07%) *Beela digitata* (0,06%), *Globorotalia hirsuta* (0,6%) e *Gallietiola vivans* (0,3%).

Testemunho SAT 58

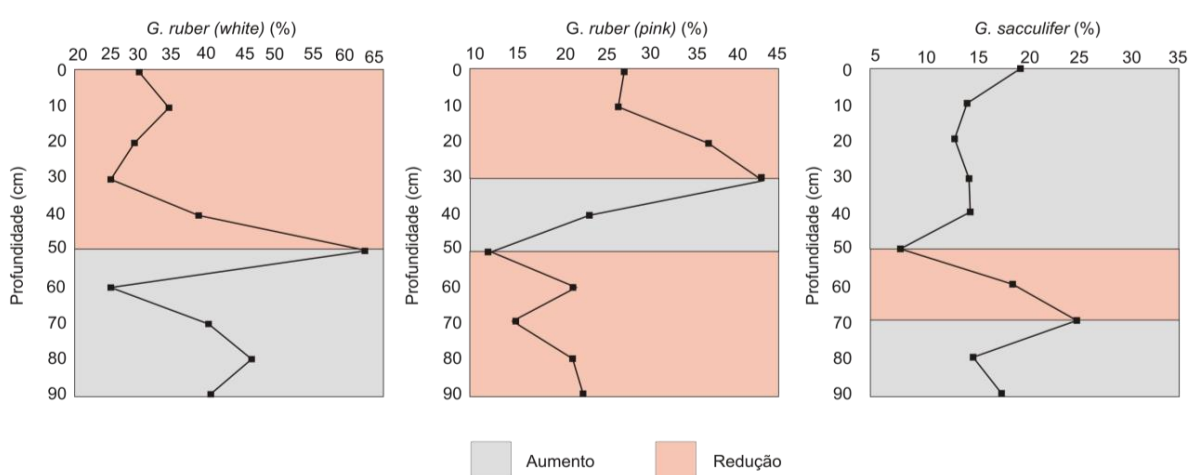
A variação no número de espécies planctônicas ao longo do testemunho SAT58 foi consideravelmente grande entre as amostras, registrando o mínimo de 15 espécies na amostra coletada a 60 cm e máximo de 24 espécies na alíquota de topo (Tabela VI - Apêndice).

Os dados referentes à abundância relativa do testemunho SAT58 evidenciam três espécies principais, sendo estas: *Globigerinoides ruber* (white) (48,42%), *Globigerinoides ruber* (pink) (21,36%) e *Globigerinoides sacculifer* (11,67%).

A distribuição vertical de *Globigerinoides ruber* (white) mostra maior abundância da espécie na base do testemunho, entre 90 e 40 cm, com pontual decréscimo entre 80 e 60 cm, seguido de acentuado aumento entre 60 a 50 cm, voltando a decrescer até o topo do testemunho (Figura 34).

A espécie *Globigerinoides ruber* (pink) apresenta menor abundância na metade inferior da coluna sedimentar, entre 90 e 40 cm, com pontuais decréscimos entre 80 e 40 cm, seguido de pronunciado incremento até 30cm, decrescendo até o topo (0 cm), embora com valores ainda superiores aos apresentados na base. A espécie *Globigerinoides sacculifer*, por sua vez, apresenta maior abundância na base do testemunho (90 – 60 cm), seguido de redução pontual a 50 cm e aumento daí até o topo da coluna (Figura 34).

Figura 34: Abundância relativa das espécies principais ao longo do testemunho SAT58.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies acessórias são *Globigerinita glutinata* (4,30%), *Globorotalia truncatulinoides* L (1,97%), *Globoturborotalita rubescens* (1,90%), *Globorotalia crassaformis* (1,22%), *Candeina nitida* (1,55%), *Globigerinoides conglobatus* (1,09%) e *Globigerina bulloides* (1,43%) (Figura 35).

A distribuição vertical de *Globigerinita glutinata* e a *Globoturborotalita rubescens* mostram três trechos específicos de redução de abundância, sendo estes, respectivamente, na base da coluna (90 – 70 cm) e (90 – 80 cm), na porção mediana (50 – 30 cm) para ambos os testemunhos, bem como na porção superior entre 10 cm e o topo (Figura 35).

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* L ocorre em dois trechos de aumento na abundância bem demarcados, na base do testemunho (90– 70 cm) e na porção média entre 50 – 40 cm. Seguido de redução progressiva deste ponto até o topo do testemunho (Figura 35).

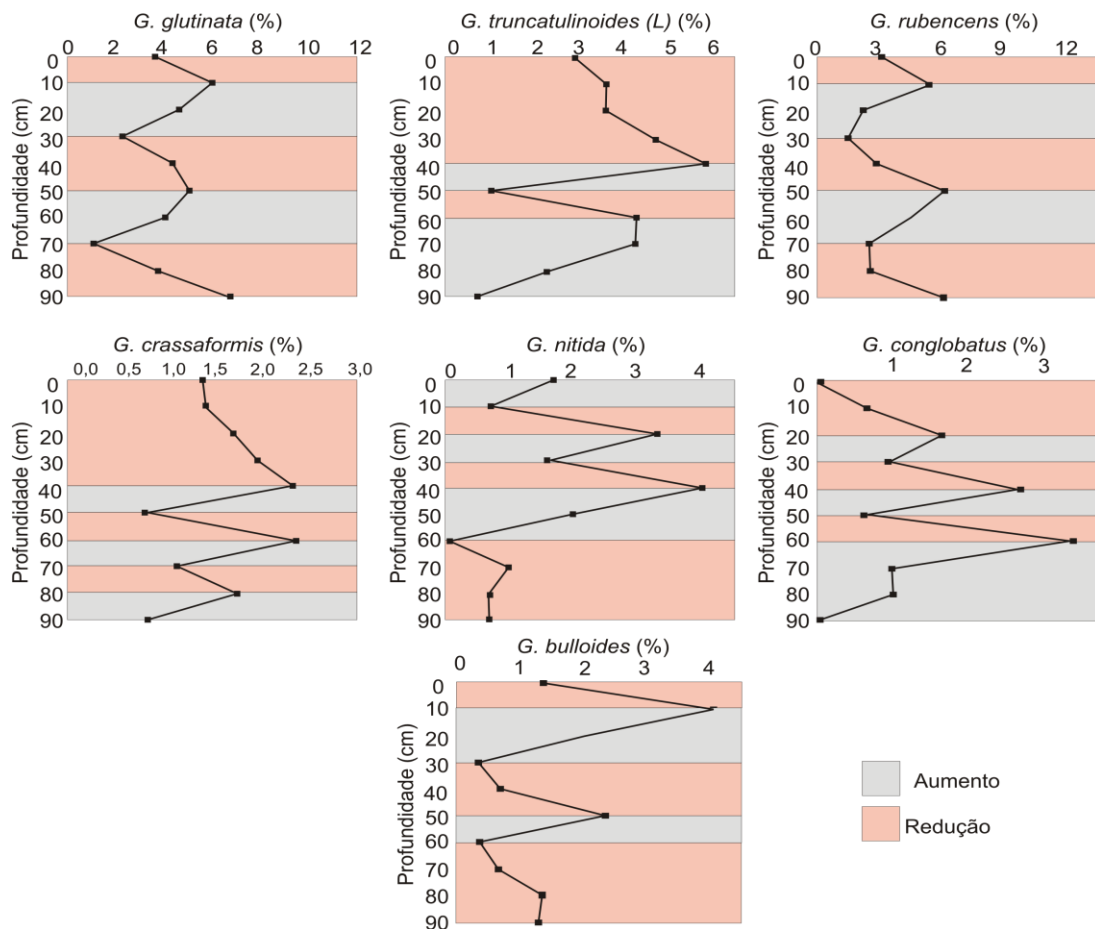
A espécie *Globorotalia crassaformis*, apresenta inúmeras oscilações de abundância relativa, principalmente da base aos 40 cm do pacote sedimentar. Os menores valores de abundância localizam-se em pontos bem demarcados a 90 e 50 cm, enquanto que oscila pouco na porção mediana-topo (40 e 0 cm) (Figura 35).

A espécie *Candeina nitida*, expressa as menores abundâncias relativas na base da coluna sedimentar nos trechos entre 90 e 60 cm. Na porção mediana, entre 60 e 40 cm, observa-se aumento significativo na abundância da espécie, seguido de oscilações com tendência de redução até o topo do testemunho (Figura 35).

A espécie *Globigerinoides conglobatus* expressa grande oscilação nos percentuais ao longo desta coluna sedimentar, com dois trechos de maior valor de abundância bem demarcados (60 e 40 cm) enquanto que os menores valores estão na base (90 a 80 cm) e no topo (10 a 0 cm) (Figura 35).

A espécie *Globigerina bulloides* também expressa grande oscilação nos percentuais ao longo do testemunho, apresentando dois trechos bem definidos de redução na abundância relativa, ambos na porção mediana, entre 80 - 50 cm e 50 - 20 cm. Apresenta maior abundância na porção mais recente da coluna sedimentar, entre 20 cm e o topo (Figura 35).

Figura 35: Abundância relativa das espécies acessórias ao longo do testemunho SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

As espécies traços identificadas no testemunho SAT58 são representativas em diversidade, atingindo percentuais entre 54,29% na amostra coletada no topo e 85,71% na amostra localizada a 60cm. São elas: *Neogloboquadrina dutertrei* (0,79%), *Turborotalita quinqueloba* (0,7%), *Globigerina falconensis* (0,69%), *Globigerinellasiphonifera* (0,50%), *Globigerinella cálida* (0,43%), *Globoturborotalita tenella* (0,40%), *Globorotalia scitula* (0,39%), *Orbulina universa* (0,36%), *Globorotalia truncatulinoides R* (0,33%), *Neogloboquadrina pachyderma L* (0,23%), *Pulleniatina obliquiloculata* (0,20%), *Sphaeroidinella dehiscens* (0,10%), *Globorotalia hirsuta* (0,10%), *Globorotalia menardii* (0,10%), *Globorotalia túmida* (0,10%), *Globigerinita uvula* (0,3%), *Neogloboquadrina incompta* (0,3%), *Turborotalita clarkei* (0,3%) e *Globorotalia theyeri* (0,3%).

6.3.4.2 Riqueza, Equitatividade e Diversidade

Testemunho REG157

A análise dos descritores ecológicos riqueza de Margalef (R), diversidade de Shannon (H') e equitatividade (J) foi realizada a partir dos valores calculados que se encontram descritos na tabela 2 e representados na figura 36. O testemunho REG157 revela o maior número de espécies nas amostras 7 e 8, com 22 e 21 espécies, respectivamente, enquanto que o menor número é verificado nas amostras 5 e 10, com 14 espécies.

A amostra que registra o maior índice de diversidade é a número 7 (H=2,252) e o menor valor é registrado na amostra 6 (H=1,436). O índice de riqueza mostra o maior valor na amostra 7 (R=3,682) e o menor valor na amostra 5 (R=2,273).

O índice de equitatividade em todas as amostras é superior a 50%, encontrando-se o maior valor na amostra 7 (J=0,729) e o menor valor na amostra 9 (J= 0,530) (Tabela 2).

Tabela 2. Dados estatísticos: Número de espécies, Índice de Diversidade (H), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho REG157.

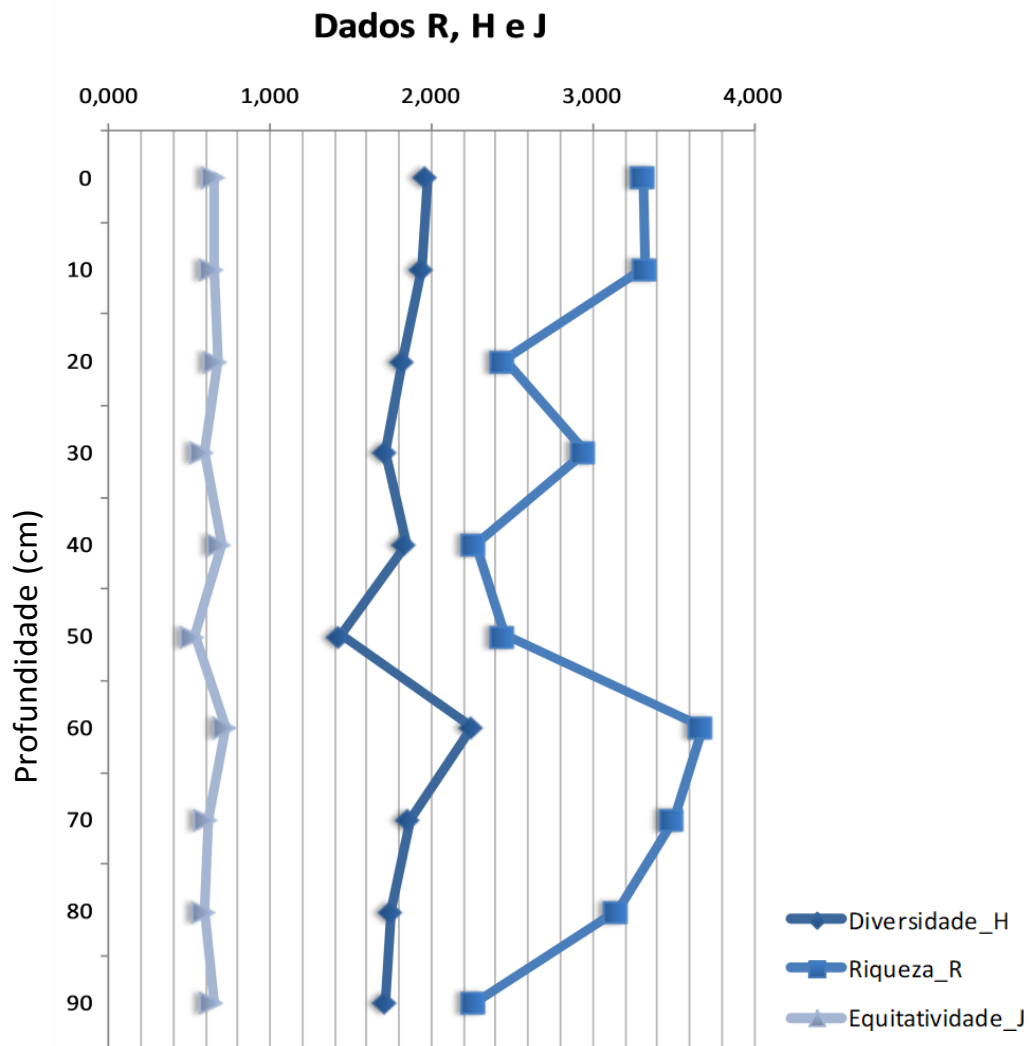
Amostras	Prof. (cm)	Nº Espécies	Nº Espécimes	Diversidade (Shannon_H)	Riqueza (Margalef_R)	Equitatividade (Pielou_J)
1	0	20	309	1,974	3,314	0,659
2	10	20	303	1,944	3,325	0,649
3	20	15	304	1,825	2,449	0,674
4	30	18	317	1,715	2,952	0,593
5	40	14	305	1,845	2,273	0,699
6	50	15	301	1,436	2,453	0,530
7	60	22	300	2,252	3,682	0,729
8	70	21	302	1,864	3,502	0,612
9	80	19	300	1,751	3,156	0,595
10	90	14	304	1,715	2,274	0,650

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Analisando de forma integrada os índices riqueza e diversidade observa-se que no testemunho REG157 existe considerável aumento, da base para o topo da coluna, em especial nos valores de riqueza, embora apresente pontos evidentes de redução (amostras 3, 5 e 6). A diversidade, embora demonstre igual tendência,

demarca pontos claros de redução (amostras 4 e 6), enquanto que a equitatividade entre as amostras apresenta maior variação entre as amostras localizadas entre 70 e 10 cm de profundidade (Figura 36).

Figura 36: Riqueza (R), Diversidade (H) e Equitatividade (J) na coluna sedimentar REG157



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS93

A análise dos descritores ecológicos riqueza de Margalef (R), diversidade de Shannon (H') e equitatividade (J) foi realizada a partir dos valores calculados, plotados na tabela 3 e representados na figura 37. O testemunho SIS93 apresenta o maior número de espécies nas amostras 4,5,6 e 9, com 19 espécies, enquanto que o menor número é verificado na amostra 10, com 12 espécies.

O índice de riqueza apresenta o maior valor nas amostras 4 e 6 (R=3,150) e o menor valor na amostra 10 (R=1,916). A amostra que apresenta o maior índice de diversidade é a número 5 (H=1,950) e o menor valor é registrado na amostra 10 (H=1,442). Por sua vez, a equitatividade acima de 50% é registrada em todas as amostras desta coluna sedimentar. O maior valor deste índice encontra-se na amostra 1 (J=0,683) e o menor valor na amostra 9 (J= 0,576) (tabela 3).

Tabela 3: Dados estatísticos: Número de espécies, Índice de Diversidade (H), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SIS93. Profundidade na sessão do testemunho.

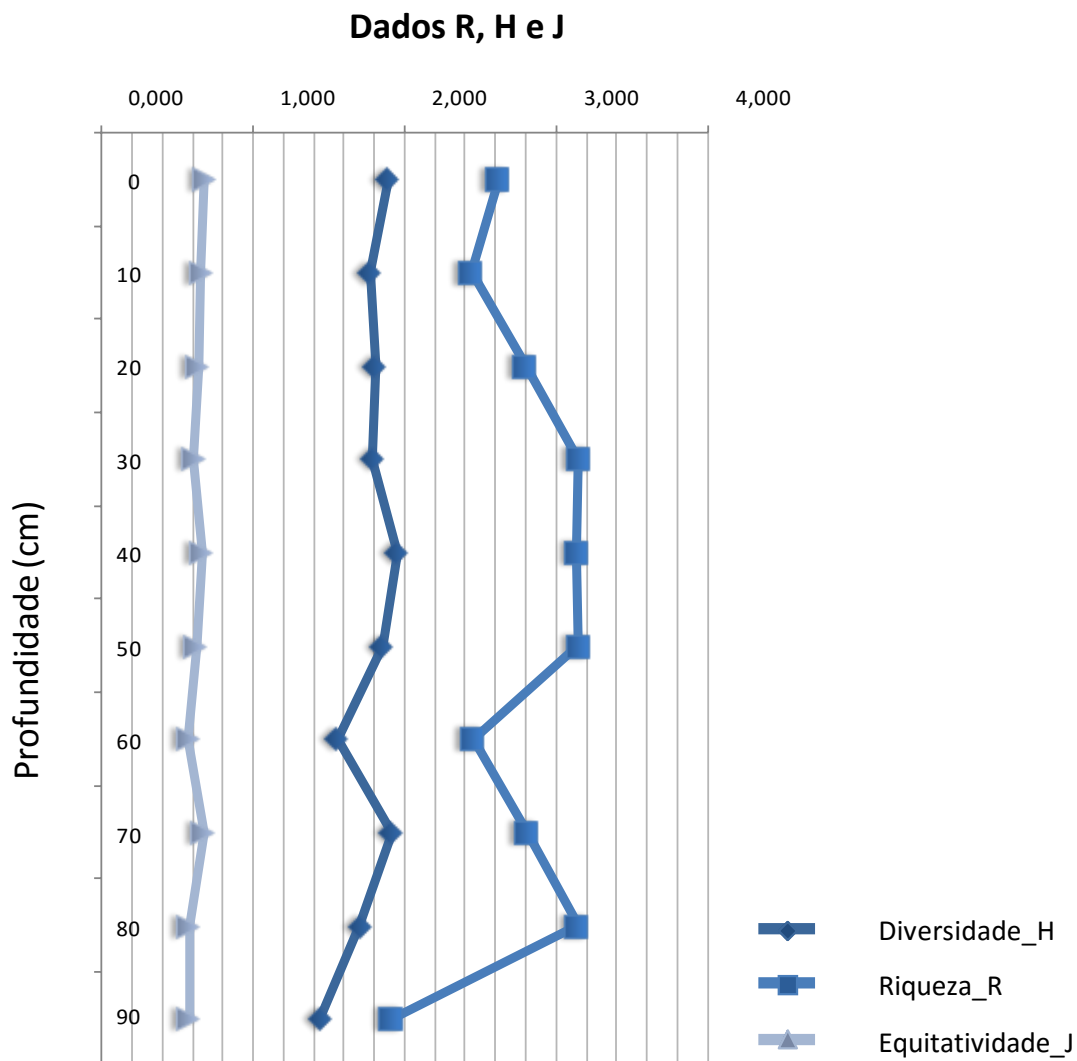
Amostras	Prof. (cm)	Nº Espécies	Nº Espécimes	Diversidade (Shannon_H)	Riqueza (Margalef_R)	Equitatividade (Pielou_J)
1	0	16	306	1,893	2,621	0,683
2	10	15	309	1,774	2,442	0,655
3	20	17	305	1,808	2,797	0,638
4	30	19	303	1,788	3,150	0,607
5	40	19	312	1,950	3,134	0,662
6	50	19	303	1,852	3,150	0,630
7	60	15	302	1,559	2,452	0,576
8	70	17	299	1,913	2,807	0,675
9	80	19	309	1,703	3,140	0,578
10	90	12	311	1,442	1,916	0,580

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A análise integrada dos índices diversidade e riqueza revela que no testemunho SIS93 existe uma tendência de aumento, da base para o topo da coluna, em especial nos valores de riqueza. A diversidade, expressa maiores

amplitudes na porção base-mediana, especialmente até a amostra 5. A equitatividade apresenta pontuais incrementos nas amostras localizadas a 70 e 40 cm (Figura 37).

Figura 37: Riqueza (R), Diversidade (H) e Equitatividade (J) na coluna sedimentar SIS93



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho REG102

Os descritores ecológicos riqueza de Margalef (R), diversidade de Shannon (H') e equitatividade (J) foram analisados a partir dos valores calculados e podem ser observados na tabela 4 e na figura 38. O testemunho REG102 apresenta o maior número de espécies nas amostras 1 e 2, com 21 espécies e o menor número é verificado na amostra 5, com 13 espécies.

O índice de riqueza apresenta o maior valor na amostra 2 (R=3,504) e o menor valor na amostra na amostra 5 (R=2,091). A amostra que apresenta o maior índice de diversidade é a número 1 (H=2,023) e o menor valor é registrado na amostra 9 (H=1,639) (Tabela 4).

Todas as amostras apresentam índice de equitatividade acima de 50%, encontrando-se o maior valor na amostra 5 (J=0,7007) e o menor valor na amostra 9 (J= 0,5670)

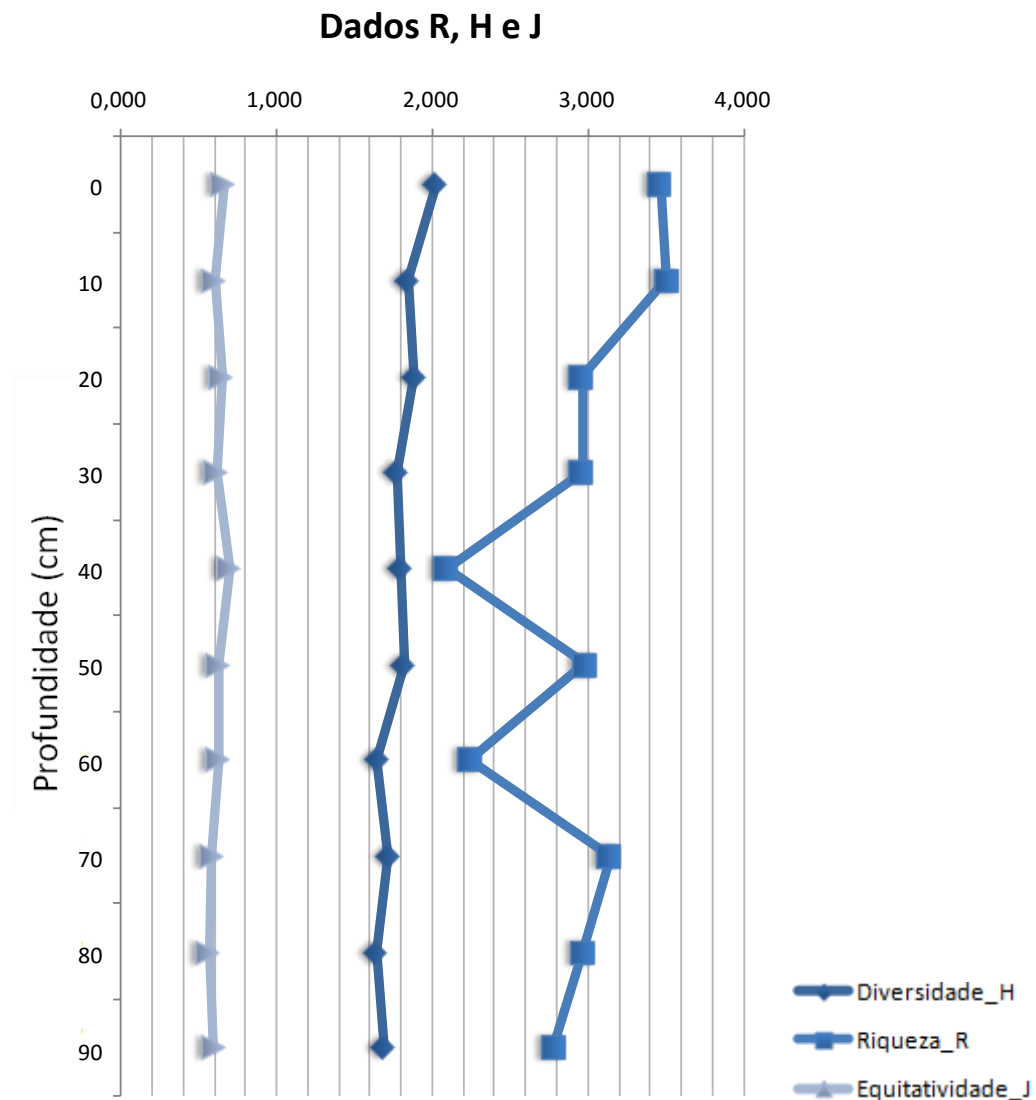
Tabela 4: Dados estatísticos: Número de espécies, Índice de Diversidade (H), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho REG102.
Profundidade na sessão do testemunho.

Amostras	Prof. (cm)	Nº Espécies	Nº Espécimes	Diversidade (Shannon_H)	Riqueza (Margalef_R)	Equitatividade (Pielou_J)
1	0	21	321	2,023	3,465	0,664
2	10	21	301	1,844	3,504	0,606
3	20	18	310	1,882	2,963	0,651
4	30	18	309	1,773	2,965	0,613
5	40	13	311	1,797	2,091	0,701
6	50	18	300	1,820	2,980	0,630
7	60	14	328	1,647	2,244	0,624
8	70	19	308	1,716	3,141	0,583
9	80	18	308	1,639	2,967	0,567
10	90	17	315	1,688	2,781	0,596

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A análise integrada dos índices riqueza e diversidade revela que no testemunho REG102 existe uma discreta tendência de aumento, da base para o topo da coluna, em especial nos valores de diversidade. A riqueza, embora apresente igual tendência, demarca pontos claros de redução (amostras 5 e 7) A equitatividade apresenta suave variação nas amostras localizadas entre o topo e 50 cm (Figura 38).

Figura 38: Riqueza (R), Diversidade (H) e Equitatividade (J) na coluna sedimentar REG102



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS239

Os descritores ecológicos riqueza de Margalef (R), diversidade de Shannon (H') e equitatividade (J) foram analisados a partir dos valores calculados e podem ser observados na tabela 5 e na figura 39. O testemunho SIS239 apresenta o maior número de espécies nas amostras 4, com 20 espécies e o menor número é verificado na amostra 6, com 16 espécies.

A amostra que apresenta o maior índice de diversidade é a número 9 (H=1,919) e o menor valor é registrado na amostra 2 (H=1,605). Por sua vez, o índice de riqueza expressa o maior valor na amostra 4 (R=3,335) e o menor valor na amostra na amostra 6 (R=2,630).

O índice de equitatividade encontra-se acima de 50% em todas as amostras, sendo o maior valor na amostra 5 (J=0,664) e o menor valor na amostra 2 (J=0,555) (Tabela 5).

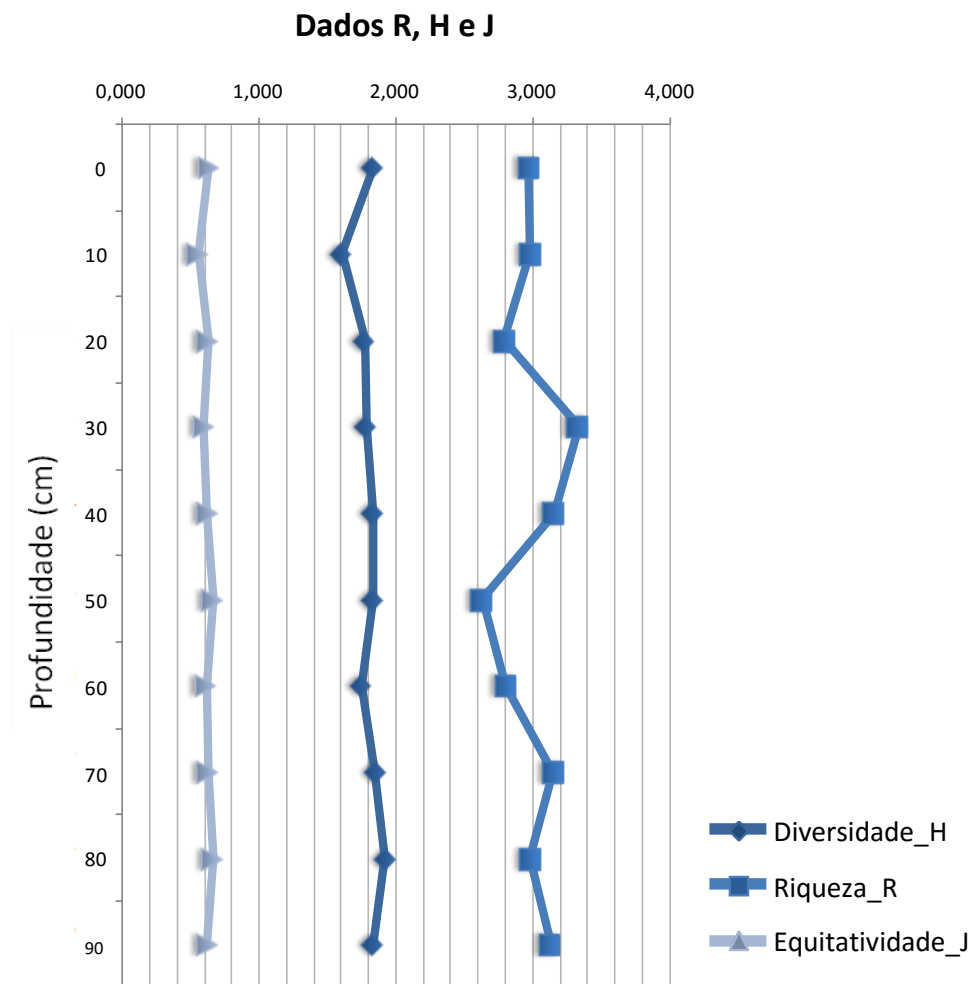
Tabela 5. Dados estatísticos: Número de espécies, Índice de Diversidade (H), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SIS239. Profundidade na sessão do testemunho

Amostras	Prof. (cm)	Nº Espécies	Nº Espécimes	Diversidade (Shannon_H)	Riqueza (Margalef_R)	Equitatividade (Pielou_J)
1	0	18	305	1,830	2,972	0,633
2	10	18	301	1,605	2,979	0,555
3	20	17	311	1,769	2,788	0,625
4	30	20	298	1,785	3,335	0,596
5	40	19	300	1,832	3,156	0,622
6	50	16	300	1,830	2,630	0,660
7	60	17	300	1,745	2,805	0,616
8	70	19	303	1,846	3,150	0,627
9	80	18	301	1,919	2,979	0,664
10	90	19	314	1,829	3,131	0,621

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A análise integrada dos índices riqueza e diversidade revela que no testemunho SIS239 existe discreta oscilação, da base para o topo da coluna nos valores de diversidade, com um ponto de aumento (amostra 9) e dois pontos bem demarcados de redução (amostras 7 e 2). A riqueza, apresenta tendência de redução da base ao topo, mas com significativas variações de valores, especialmente na porção base- mediana. A equitatividade apresenta pontuais variações nas amostras localizadas em 80, 50 e 10 cm (Figura 39).

Figura 39: Riqueza (R), Diversidade (H) e Equitatividade (J) na coluna sedimentar SIS239



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SAT58

A análise dos descritores ecológicos riqueza de Margalef (R), diversidade de Shannon (H') e equitatividade (J) foi realizada a partir dos valores calculados e descritos na tabela 6 e representados na figura 40.

Observa-se que o testemunho SAT58 expressa o maior número de espécies nas amostras 1, com 24 espécies e o menor número é verificado na amostra 7, com 15 espécies.

Considerando índice de diversidade, a amostra que apresenta o maior valor é a número 1 (H=1,935) e o menor valor é registrado na amostra 9 (H=1,238). Por sua vez, o índice de riqueza apresenta o maior valor na amostra 1 (R=4,037) e o menor valor na amostra na amostra 7 (R=2,446). Já o índice de equitatividade varia consideravelmente entre o menor valor (J= 0,457) na amostra 7 e o maior valor na amostra 5 (J= 0,676) (Tabela 6).

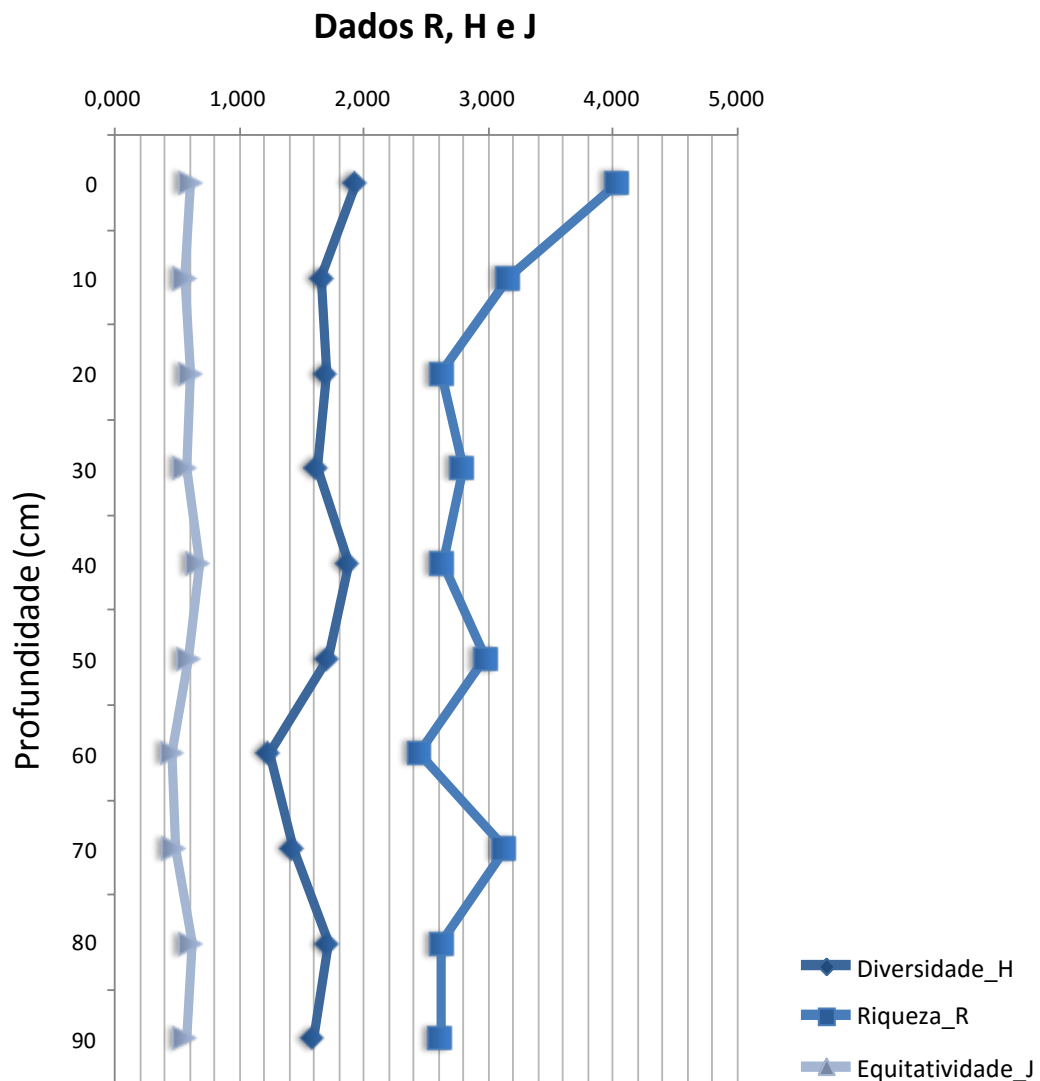
Tabela 6: Dados estatísticos: Número de espécies, Índice de Diversidade (H), Riqueza (R) e Equitatividade (J) ao longo do testemunho SAT58.
Profundidade na sessão do testemunho

Amostras	Prof. (cm)	Nº Espécies	Nº Espécimes	Diversidade (Shannon_H)	Riqueza (Margalef_R)	Equitatividade (Pielou_J)
1	0	24	298	1,935	4,037	0,609
2	10	19	297	1,661	3,161	0,564
3	20	16	302	1,695	2,627	0,612
4	30	17	308	1,627	2,792	0,574
5	40	16	301	1,873	2,628	0,676
6	50	18	301	1,714	2,979	0,593
7	60	15	306	1,238	2,446	0,457
8	70	19	313	1,428	3,133	0,485
9	80	16	303	1,709	2,625	0,617
10	90	16	311	1,594	2,613	0,575

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

A análise integrada dos índices riqueza e diversidade revela que no testemunho SAT58 existe tendência de aumento em ambos os índices, da base para o topo da coluna, em especial nos valores de riqueza, com maior expressão nas amostras 1 e 2. A diversidade, embora apresente igual tendência, demarca pontos claros de redução na porção mediana, entre as amostras 8 e 6. A equitatividade, índice que varia de 0 a 1 onde valores próximos a 1 indica maior uniformidade da distribuição, apresenta maior variação nas amostras localizadas entre 80 e 30 cm (Figura 40).

Figura 40: Riqueza (R), Diversidade (H) e Equitatividade (J) na coluna sedimentar SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

6.3.4.3 Análises Multivariadas

Testemunho REG157

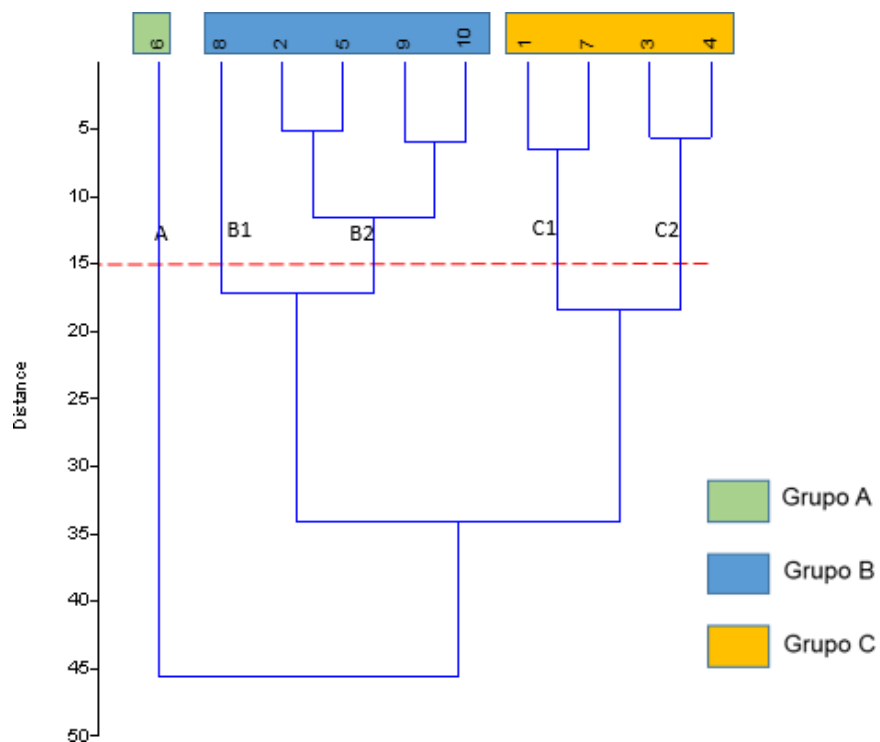
A figura 41 ilustra os resultados da análise de agrupamento entre as amostras do testemunho REG157. Estabelecendo-se uma linha de corte a 20 é possível a formação de 3 grupos (A, B e C) e ao nível de corte 15 distinguem-se quatro subgrupos (B1, B2, C1 e C2).

No grupo A, destaca-se o elevado percentual de *Globigerinoides ruber white* (62,13%) com a abundância relativa de *Globigerinoides ruber pink* abaixo de 20%. No grupo B o predomínio de *Globigerinoides ruber white* se mantém, no entanto, com percentual inferior a 41%, sendo variável a segunda espécie mais abundante (*Globigerinoides saculifer* ou *Globigerinoides ruber pink*). No grupo C, por sua vez, *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink* alternam-se como primeira e segunda espécies mais abundantes das amostras, sendo *G.saculifer* a terceira espécie mais representativa (Figura 41).

O subgrupo B1 consta apenas da amostra 8 que se diferencia por apresentar a espécie *Globigerinoides saculifer* com a segunda maior abundância relativa (24,50%) e *Globigerinoides ruber pink* com percentuais bem abaixo, se comparada com as demais amostras do testemunho. O subgrupo B2 composto pelas amostras 2, 5, 9 e 10 evidenciam percentuais de *Globigerinoides ruber white* entre 34 e 41%, porém com percentuais significativos de *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides truncatulinoides* e *Globoturborotalita rubencens* (Figura 41).

O subgrupo C₁ formado pelas amostras 1 e 7 revela as menores diferenças entre os percentuais *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink*, não chegando a 7%. Enquanto que no subgrupo C₂ composto pelas amostras 3 e 4 essa diferença chega a 14,33% (Figura 41).

Figura 41: Dendrograma do testemunho REG 157 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q. Em linhas tracejadas estão sinalizados no nível corte em 15.



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS93

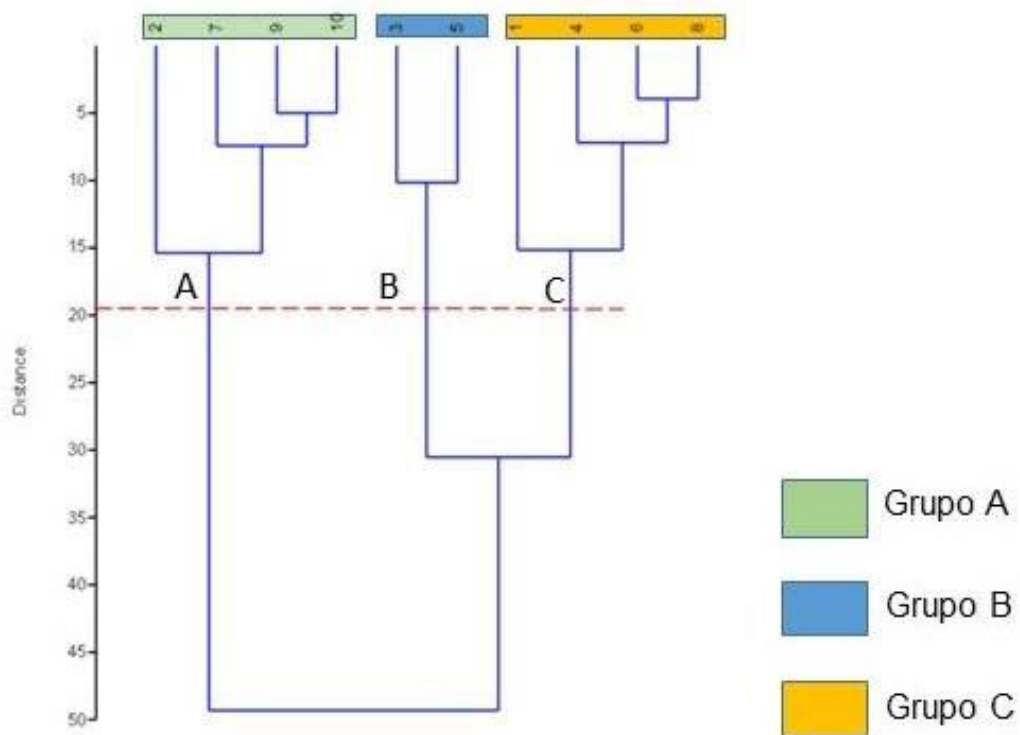
O agrupamento das amostras, análise de agrupamento modo-Q, gerado a partir dos dados de frequência relativa das espécies entre as amostras que compõem o testemunho SIS93 demonstra a formação de três grupos de amostras (A, B e C) (Figura 42).

O grupo A é constituído por quatro amostras (2, 7, 9 e 10). Em todas as amostras *Globigerinoides ruber white* representa a espécie mais abundante (abundância relativa entre 44,84 e 53,64%). Com exceção da amostra 2, que se diferencia por apresentar a espécie *Glogoturborotalita rubencens* como a segunda espécie mais abundante (12,90%), as demais possuem *Globigerinoides ruber pink* nessa condição, com abundância relativa variando entre 17,10 e 22,19%, associada às espécies *Globigerinoides saculifer*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides trucatulinoides* e *Glogoturborotalita rubencens*.

O grupo B, composto pelas amostras 3 e 5, mostra-se bastante atípico com relação aos demais grupos, uma vez que suas amostras diferenciam-se quanto às espécies predominantes, sendo, em ordem de representatividade: *Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides saculifer* e *Globigerinoides ruber pink* (amostra 3) e *Globigerinoides saculifer*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides ruber white* (amostra 5).

No grupo C, a exceção da amostra 1, que apresenta *Globigerinoides ruber pink* como espécie predominante (36,27%) e *Globigerinoides ruber white* como segunda espécie com maior abundância relativa (28,10%), as demais amostras possuem maior representatividade de *Globigerinoides ruber white*, com percentuais entre 36,51 e 40,59%, seguida de *Globigerinoides ruber pink* (entre 23 a 29,93%). Em todas as amostras desse grupo, a terceira espécie mais representativa foi *Globigerinoides saculifer*.

Figura 42: Dendrograma do testemunho SIS93 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q. Em vermelho está sinalizado o nível de corte e a formação dos grupos



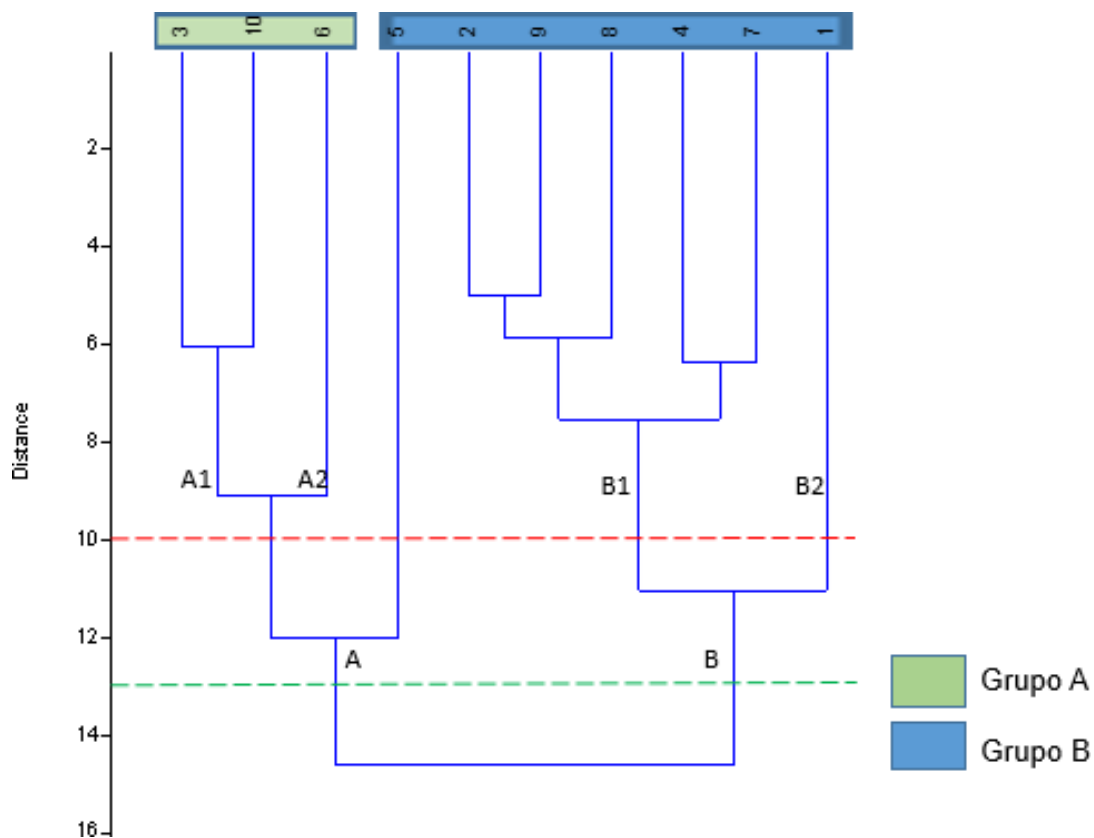
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho REG102

Nas amostras do testemunho REG102, as espécies mais abundantes são *Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides saculifer*. Além destas, em cada amostra ocorre a predominância de outras espécies. A análise do agrupamento das amostras evidencia a formação de dois grupos (A e B), considerando o nível de corte em 13 (Figura 43). Embora *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink* tenham sido predominantes em todas as amostras do testemunho REG102, os dados de abundância relativa (AR) demonstram que no grupo A, em geral, estão reunidas as amostras com percentual de *Globigerinoides ruber white* inferior a 43% do total de espécies. No grupo B, por sua vez, concentram-se as amostras com percentual de *Globigerinoides ruber white* superior a 43%, a exceção da amostra 1 (40,81%).

No nível 10, é possível verificar que os dois grupos se subdividem em subgrupos, sendo estes: A₁, A₂, B₁ e B₂ (Figura 43). No subgrupo A₁, além de *Globigerinoides ruber* (white e pink) e *Globigerinoides saculifer* serem principais, a *Globigerinoides truncatulinoides* também é bastante representativa. No subgrupo A₂, além da *G.truncatulinoides*, verifica-se a predominância *Globigerinita glutinata*. No subgrupo B₁, ocorreu a dominância de *Globigerinita glutinata*, associada a *Globigerinoides ruber* (white e pink) e *Globigerinoides saculifer*, ao passo que no subgrupo B₂, além da *Globigerinoides ruber* (white e pink) e *Globigerinoides saculifer*, a espécie predominante foi a *Candeina nítida*.

Figura 43: Dendograma do testemunho REG102 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q. O pontilhado azul indica a formação dos grupos e o vermelho a formação dos subgrupos



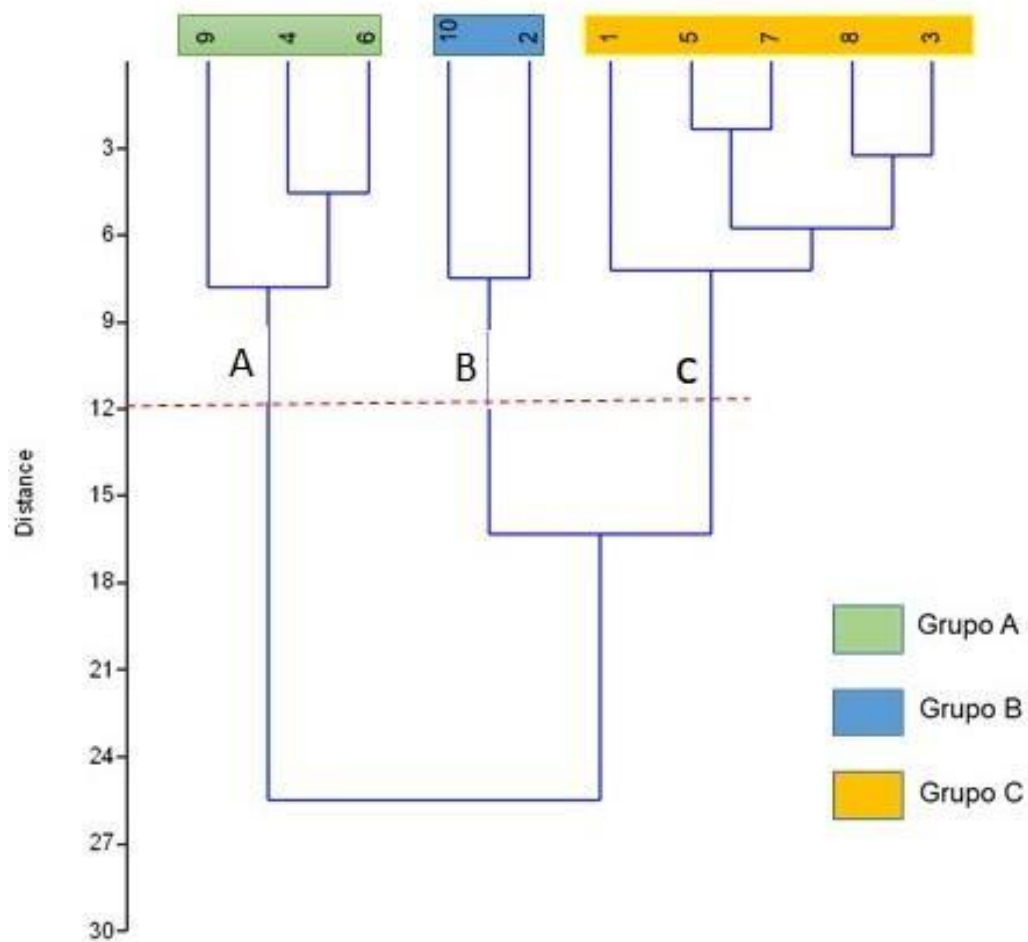
Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS239

A figura 44 ilustra os resultados da análise de agrupamento entre as amostras do testemunho SIS239. Estabelecendo-se uma linha de corte a 12 é possível identificar a formação de 3 grupos (A, B e C) que apesar de ter como espécies predominantes a *Globigerinoides ruber white*, a *Globigerinoides ruber pink* e a *Globigerinoides saculifer*, todas as amostras, apresentam peculiaridades que os diferenciam.

No grupo A, composto pelas amostras 4, 6 e 9, destaca-se a reduzida diferença (abaixo de 5,1%) na abundância relativa de *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink*, que se alternam entre as posições de primeira e segunda espécies mais abundantes. Nos grupos B e C, *Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides saculifer* representam as espécies mais abundantes. Entretanto, esses grupos diferenciam-se com relação ao percentual de *Globigerinoides ruber white*, maior nas amostras do grupo B (superior a 44%) do que nas amostras do grupo C (inferior a 44%) (Figura 44).

Figura 44: Dendograma do testemunho SIS 239 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q. Em pontilhado vermelho está sinalizado o nível de corte em 12



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

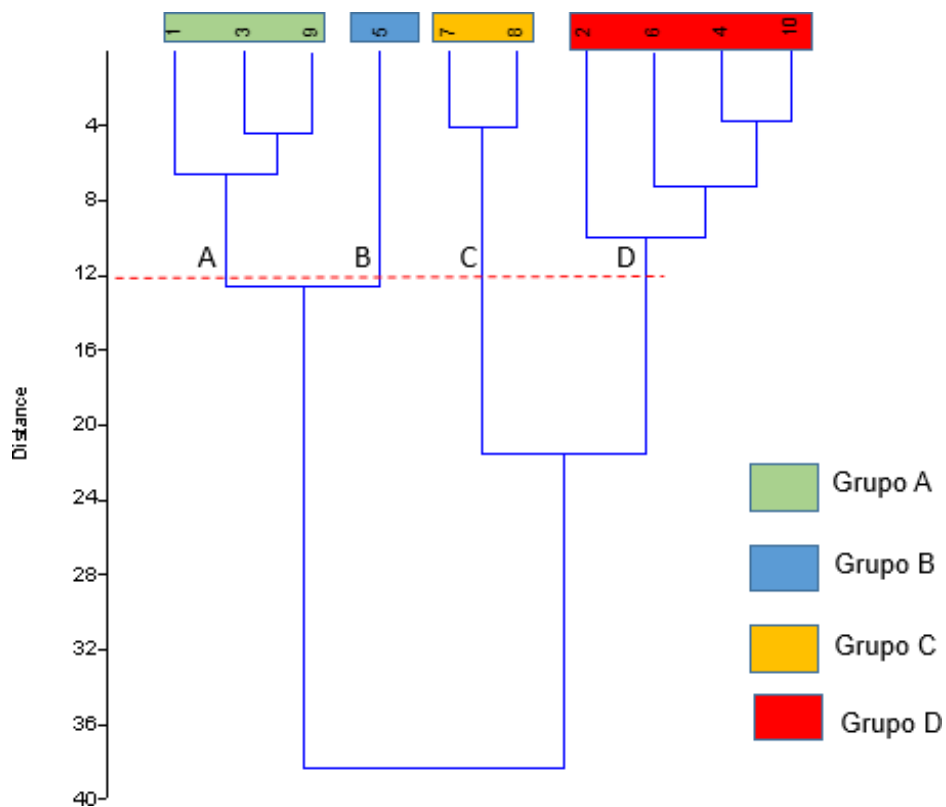
Testemunho SAT58

A análise de agrupamento modo-Q, gerado a partir dos dados de frequência relativa das espécies entre as amostras que compõem o testemunho SAT58, revela a formação de quatro grupos, considerando o nível de corte de 12 (Figura 45).

Em todo o testemunho *Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides saculifer* representam, nesta ordem, as espécies mais abundantes. Foram diferenciados quatro grupos (A, B, C e D), assim definidos com base no percentual dessas espécies, sobretudo *Globigerinoides ruber white*, de forma que a referida espécie apresentou maior representatividade entre as amostras do grupo C, seguido dos grupos D, A e B.

O grupo A apresenta frequência relativa das duas espécies mais abundantes do testemunho, *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink* com diferença percentual entre 14,52 e 18,8%, seguida por *Globigerinoides saculifer* e *Globigerina glutinata*. O grupo B composto apenas pela amostra 5, diferencia-se por apresentar *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink* com frequências relativas praticamente iguais e pouco acima de 31% e *Globorotalia truncatulinoides* como a quarta espécie mais abundante, fato que só ocorre neste grupo. O grupo C que comporta as amostras 7 e 8, expressa maior dominância da *Globigerinoides ruber white* em relação a *Globigerinoides ruber pink* de todo o testemunho, ao apresentar diferença percentual em torno de 50%. Apresenta ainda as espécies *Globigerinoides saculifer* e *Globigerina glutinata* como terceira e quarta espécies mais abundantes, respectivamente. Por sua vez, o grupo D formado pelas amostras 2, 4, 6 e 10 registra a segunda maior prevalência da espécie *Globigerinoides ruber white* com diferença percentual entre 28,57 e 33,44% sobre a variedade pink que é a segunda espécie mais abundante em todas as amostras deste testemunho (Figura 45).

Figura 45. Dendrograma do testemunho SAT58 produzido através da análise de agrupamento pelo modo-Q. Em vermelho estão sinalizados os níveis de corte em 12



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

6.3.4.4 Análises Bioestratigráficas

As análises bioestratigráficas permitiram estabelecer os limites entre diferentes zonas e subzonas (Erickson & Wollin, 1968; Vicalvi, 1999), exceto para o testemunho REG157, que registrou apenas sedimentos Holocenicos.

Testemunho REG157

Nas amostras do testemunho REG157 foram identificadas as espécies do plexo *Globorotalia menardii*, representado por *Globorotalia menardii* e *Globorotalia tumida*, plexo *Pulleniatina obliquiloculata* e *Globigerinoides ruber*, variedades white e pink, indicadoras de água quente, totalizando 1908 espécimes. Também foram identificados 155 espécimes de foraminíferos indicadores de água fria, distribuídos entre as espécies *Globorotalia truncatulinoides*, *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia inflata*.

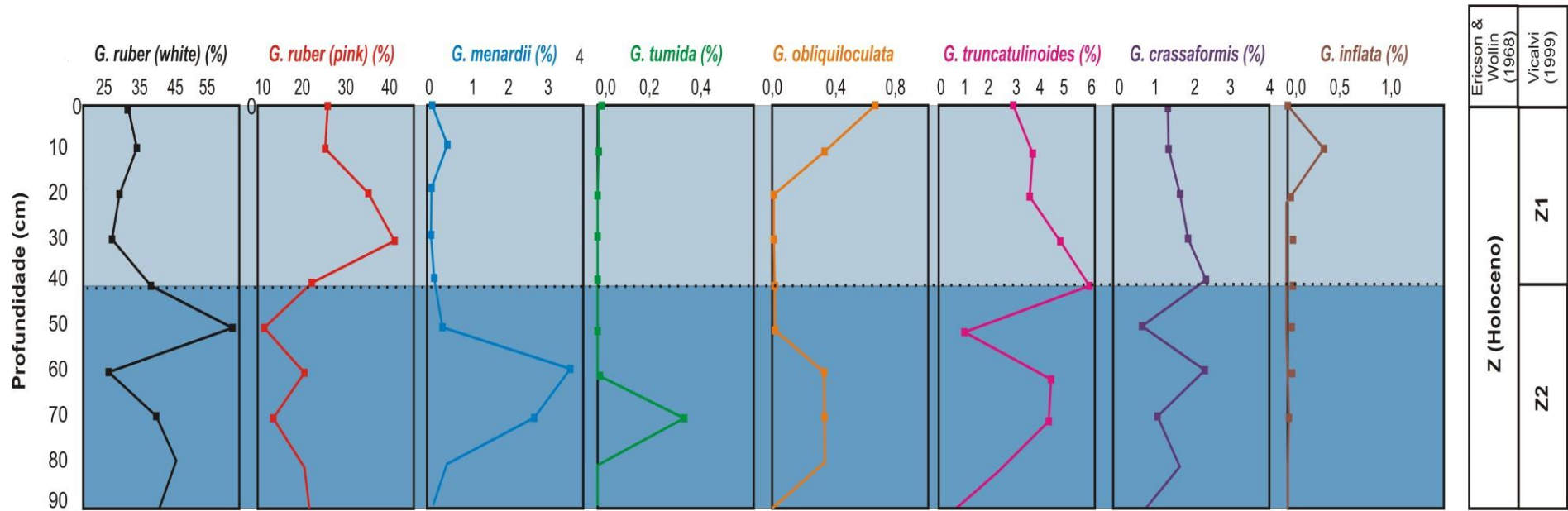
Analisando-se a coluna sedimentar, com base nas curvas de abundância relativa das espécies citadas acima, observa-se que da base (90cm) até 80 cm de profundidade identifica-se a acentuada presença das espécies *Globigerinoides ruber white* (40,79 a 46,33%) e *Globigerinoides ruber pink* (20,33 a 21,38%), surgimento de *Globorotalia menardii* e *Pulleniatina obliquiloculata* (ausência a 0,33%) e inexistência de *Globorotalia tumida*, indicando água quente. Essa condição é reafirmada através da baixa abundância das espécies *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*, entre 0,66 a 2,33% e 0,66 a 1,67%, respectivamente, e ausência de *Globorotalia inflata*, indicadoras de água fria (Figura 46).

O trecho entre 80 e 40 cm evidencia oscilações na distribuição de *Globigerinoides ruber white* (27,00 a 62,13%) e *Globigerinoides ruber pink* (11,30 a 22,30%), com pontuais reduções, baixa a moderada abundância de *Globorotalia menardii* (0,33 a 3,67%), relativa ausência de *Globorotalia tumida* e de *Pulleniatina obliquiloculata* (ausência a 0,33%), indicando águas relativamente menos quentes do que no trecho anterior. Tal condição é ratificada através do padrão de distribuição vertical das espécies com maior afinidade às massas de água fria, onde: *Globorotalia truncatulinoides* (1 a 5,90%) mostra maior abundância, seguida de baixa a moderada abundância de *Globorotalia crassaformis* (0,66 a 2,33%) e ausência de registro de *Globorotalia inflata* (Figura 46).

A porção mais recente da coluna, entre 40 cm e o topo, é caracterizado pela redução de *Globigerinoides ruber white* (39,02 a 30,97%), as maiores abundâncias de *Globigerinoides ruber pink* se deram nesse trecho do testemunho (22,32 a 41,32%), pela presença pontual de *Globorotalia menardii* (0,33%), ausência de *Globorotalia tumida* e discreta presença crescente de *Pulleniatina obliquiloculata* (zero a 0,65%) na porção superior, caracterizando um intervalo relativamente mais quente do que o anterior. Essa condição é corroborada pela distribuição das espécies típicas de massas de água fria, onde: *Globorotalia truncatulinoides* (5,90 a 2,90%) e *Globorotalia crassaformis* (2,30 a 1,29%) decrescem da base ao limite superior do intervalo, ao passo que *Globorotalia inflata* tem sua primeira e única ocorrência no testemunho, de forma inexpressiva (0,33%) (Figura 46).

No zoneamento bioestratigráfico para o testemunho REG157 foi possível definir, apenas, a **Zona Z** de Ericson & Wollin (1968), caracterizada neste trabalho pela ausência de *Globorotalia inflata* e presença relativa, com percentuais variáveis, de *Globorotalia menardii* (ausência a 3,67%) e *Pulleniatina obliquiloculata* (ausência a 0,65%). A definição desta zona pode ser corroborada através da avaliação do padrão de distribuição vertical das espécies que, embora não tenham sido utilizadas por Ericson & Wollin (1968) e Vicalvi (1999) para estabelecer, respectivamente, zonas e subzonas, são indicadoras de variações climáticas. Estas espécies, já citadas, permitiram definir que toda a coluna sedimentar foi depositada no Holoceno, sob condições de águas quentes (Figura 46). Por sua vez, a maior abundância de *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*, associada a menores percentuais de *Globigerinoides ruber*, no intervalo da base até 40 cm, sugere que o mesmo pode representar a **subzona Z2**. O padrão contrário de distribuição dessas espécies indica, portanto, que o intervalo de 40 cm ao topo pode referir-se à **subzona Z1**.

Figura 46: Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho REG157



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS93

Nas amostras do testemunho SIS93 foram encontrados 1929 espécimes distribuídos entre as espécies *Globorotalia menardii*, plexo *Pulleniatina obliquiloculata* e *Globigerinoides ruber* variedades white e pink, indicadoras de água quente e 133 espécimes indicadores de água fria, distribuídos entre as espécies *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*. As curvas de abundância relativa descritas por estas espécies podem ser observadas na figura 47.

A análise da figura 47 evidencia que, no trecho compreendido entre a base e 80 cm ocorre considerável representatividade das espécies *Globigerinoides ruber white* (53,38 a 50,97%) e *Globigerinoides ruber pink* (22,19 a 17,10%), porém, ambas apresentam tênue redução nos percentuais entre o limite inferior e superior deste intervalo sedimentar, enquanto que a espécie *P. obliquiloculata*, também indicadora de ambientes de águas quentes, apresenta sutil acréscimo (ausência a 0,32%). Essa condição de massas de água quente é reafirmada pela moderada abundância das espécies *Globorotalia truncatulinoides* (2,58 a 2,89%) e *Globorotalia crassaformis* (ausência a 0,97%), espécies características de águas frias (Figura 47). Na porção sedimentar que vai de 80 a 40 cm tem-se oscilação nos percentuais das espécies com afinidade por massas de água quente, na qual *Globigerinoides ruber white* (53,64 a 20,51%) registra queda pontual e recuperação na metade inferior, e nova redução acentuada na metade superior. Por sua vez, *Globigerinoides ruber pink* (17,10 a 25,96%), apresenta oscilação bem mais branda com tendência de crescimento até o limite superior desta. Já a espécie *Globorotalia menardii* (ausência a 0,64%) ocorre, com baixo percentual, apenas na porção média superior.

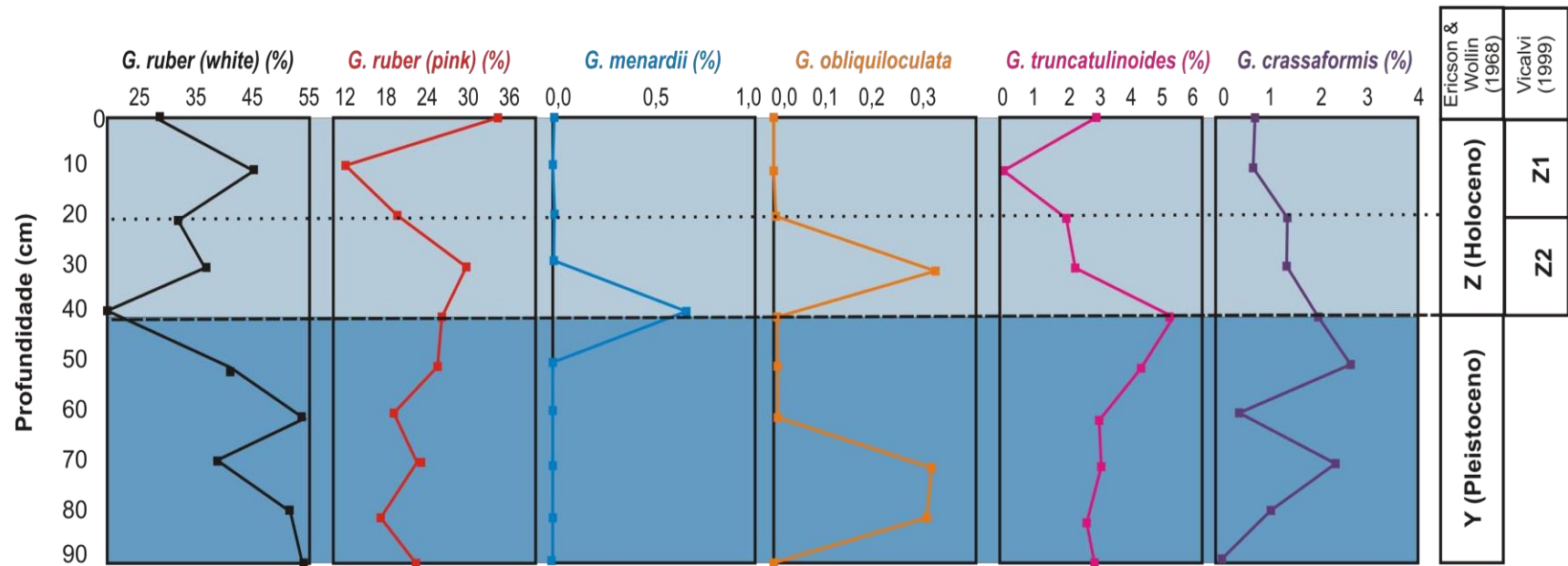
A espécie *Pulleniatina obliquiloculata* (ausência a 0,33%) revela considerável redução no mesmo sentido, sendo que na porção média inferior ela não é registrada. Esse contexto, pode indicar um ambiente de água menos quentes se comparado ao trecho anterior desse pacote sedimentar, principalmente ao verificar que o comportamento das curvas das espécies com maior afinidade às massas de água fria, como *Globorotalia truncatulinoides* (2,58 a 5,13%) que apresenta curva crescente, seguida da *Globorotalia crassaformis* (0,33 a 2,64%) que oscila com suave tendência de crescimento.

No intervalo entre 40 e 10 cm, percebe-se que a espécie *Globigerinoides*

ruber white (21,51 a 44,84%), típica de água quente, expressa curva crescente, fazendo contraponto ao comportamento das espécies de água fria, a exemplo de *Globorotalia truncatulinoides* (5,13% a ausência), que inicia este trecho com sua maior abundância e decresce gradualmente até o limite superior, e *Globorotalia crassaformis* (1,92 a 0,65%) que também decresce, expressando baixa a moderada abundância. Tais observações sugerem um relativo aumento da temperatura neste trecho de tempo deposicional. Verificando as curvas nos últimos 10 cm deste pacote sedimentar, nota-se que se mantém o comportamento antagônico entre *Globigerinoides ruber white*, que registra abundância relativa decrescente (44,84 a 28,10%), e *Globorotalia truncatulinoides* que apresenta crescimento (ausência a 2,94%), indicando relativo resfriamento da massa de água (Figura 47).

No zoneamento bioestratigráfico do testemunho SIS93 foi possível identificar, no intervalo da **base até 40 cm**, características de **Zona Y** de Ericson & Wollin (1968), sugerida neste trabalho pela redução na abundância relativa de *Globigerinoides ruber* (53,38 para 20,51%) e *Pulleniatina obliquiloculata*, que registra percentual de 0,33% (70 cm), chegando a zero, no limite superior desse intervalo. Por indicarem águas quentes, a redução nos percentuais dessas espécies, associada ao aumento na abundância de *Globorotalia crassaformis* (ausência a 1,92%) e *Globorotalia truncatulinoides* (2,98 a 5,13%), sugere que, da base até 40 cm, pode existir o registro de águas mais frias, demarcando o limite Pleistoceno/Holoceno. Por sua vez, o aumento na abundância de *Globigerinoides ruber* (20,51% a 44,84%), na porção superior do testemunho, associado ao aumento pontual de *Pulleniatina obliquiloculata* (ausência a 0,33%), na parte inferior do intervalo 40 a 10 cm, sugere tratar-se da **Zona Z** de Ericson & Wollin (1968), o que pode ser corroborado pela diminuição na abundância de *Globorotalia truncatulinoides* (5,13% a ausência) e *Globorotalia crassaformis* (1,92 a 0,65%), que apresentam esse comportamento em condições de águas relativamente mais quentes. A maior abundância de *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*, associada a menores percentuais de *Globigerinoides ruber*, no intervalo de 40 até 20 cm, sugere que o mesmo pode representar a **subzona Z2**. O padrão contrário de abundância dessas espécies indica, portanto, que o intervalo superior corresponderia à **subzona Z1** (Figura 47).

Figura 47: Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho SIS93



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho REG102

Nas amostras do testemunho REG102 foram identificadas 1986 espécies do plexo *Globorotalia menardii*, plexo *P. obliquiloculata* e *Globigerinoides ruber* variedades white e pink, que são indicadoras de massas de água quente, enquanto que foram identificados 166 espécimes de foraminíferos indicadores de massas de água fria, distribuídos entre as espécies *Globorotalia truncatulinoides*, *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia inflata*.

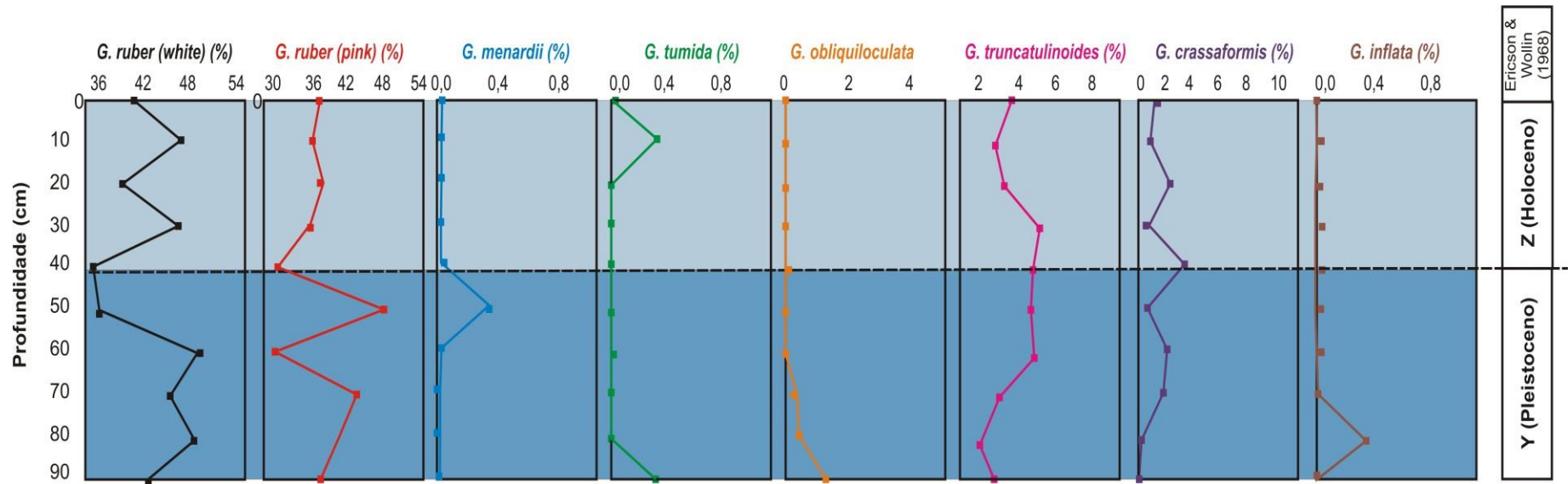
Com base nas curvas de abundância relativa das espécies indicadoras de águas quentes, *Globigerinoides ruber white* (42,41 a 48,70%) e *Globigerinoides ruber pink* (20,25 a 22,08%), entre a base e 80 cm, foi possível identificar tendência de crescimento, enquanto que *Globorotalia truncatulinoides* (2,85 a 1,95 %) e *Globorotalia crassaformis* (0,63 a 0,32 %), que são características de águas frias, expressam comportamento oposto. Essa condição denota certo aquecimento das águas, apesar da presença pontual de *Globorotalia inflata* (ausência a 0,32%) (Figura 48).

O trecho entre 80 a 40 cm revela oscilação, com redução considerável na abundância relativa de *Globigerinoides ruber white* (49,09 a 35,37%) e de *Globigerinoides ruber pink* (26,16 a 16,16%). Neste intervalo, também se observa ausência de *Globorotalia tumida* e presença pontual de *Globorotalia menardii* (0,33% a 50 cm) e *Pulleniatina obliquiloculata* (0,32% a 80 e 70 cm). Esse panorama indica um intervalo relativamente menos quente, condição ratificada pela tendência de aumento nas abundâncias relativas das espécies com maior afinidade às massas de água fria, sendo elas: *Globorotalia truncatulinoides* (1,95 a 4,88%) e *Globorotalia crassaformis* (0,66 a 3,54%) (Figura 48).

Na porção do pacote sedimentar que vai de 40 cm ao topo observa-se crescimento oscilante das espécies típicas de massas de água quente, *Globigerinoides ruber white* (35,37 a 46,84%) e *Globigerinoides ruber pink* (16,40 a 20,65%), e apenas presença pontual de *Globorotalia tumida* (0,33% a 10 cm), indicando ambiente de águas relativamente mais quentes. Essa condição é reafirmada ao se observar que as espécies típicas de massas de água fria, *Globorotalia truncatulinoides* (5,18 a 3,74%) e *Globorotalia crassaformis* (3,54 a 1,56 %) registram abundância decrescente da base ao limite superior deste trecho sedimentar (Figura 48).

No zoneamento bioestratigráfico do testemunho REG102 foi possível identificar, no intervalo da **base até 40 cm**, características de **Zona Y** de Ericson & Wollin (1968), sugerida neste trabalho pelo aumento na abundância *Globorotalia truncatulinoides* (2,85 a 4,82%) e *Globorotalia crassaformis* (ausência a 3,54%), associado à redução na abundância relativa de *Globigerinoides ruber white* (42,41 a 35,37%), o que pode demarcar o limite Pleistoceno/Holoceno. Por sua vez, o aumento na abundância de *Globigerinoides ruber white* (35,37 a 40,81%) e *Globigerinoides ruber pink* (16,40 a 20,25%) na porção superior do testemunho, associado à diminuição na abundância de *Globorotalia truncatulinoides* (4,82 a 3,74%) e *Globorotalia crassaformis* (1,92 a 0,65%), sugere tratar-se da **Zona Z** de Ericson & Wollin (1968), que apresenta condições de águas relativamente mais quentes, características do Holoceno (Figura 48).

Figura 48: Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho REG102



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SIS239

Nas amostras do testemunho SIS239 foram identificados 2035 espécimes de foraminíferos distribuídos entre espécies do plexo *Globorotalia menardii*, representado por *Globorotalia menardii* e *Globorotalia túmida*, pelo plexo *Pulleniatina obliquiloculata* e *Globigerinoides ruber* variedades white e pink, indicadoras de água quente. Foram contabilizados 101 espécimes de foraminíferos indicadores de massa de água fria, distribuídos entre as espécies *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*.

Analisando-se as curvas de abundância relativa foi possível identificar no trecho entre a base e 80 cm que as espécies indicadoras de água quente, *Globigerinoides ruber white* (44,90 a 29,57%) e *Globorotalia menardii* (0,98 a 0,33%), decrescem, enquanto *Globorotalia truncatulinoides* (1,27 a 3,99%), espécie característica de massas de água fria, cresce consideravelmente, indicando período de água relativamente mais fria (Figura 49).

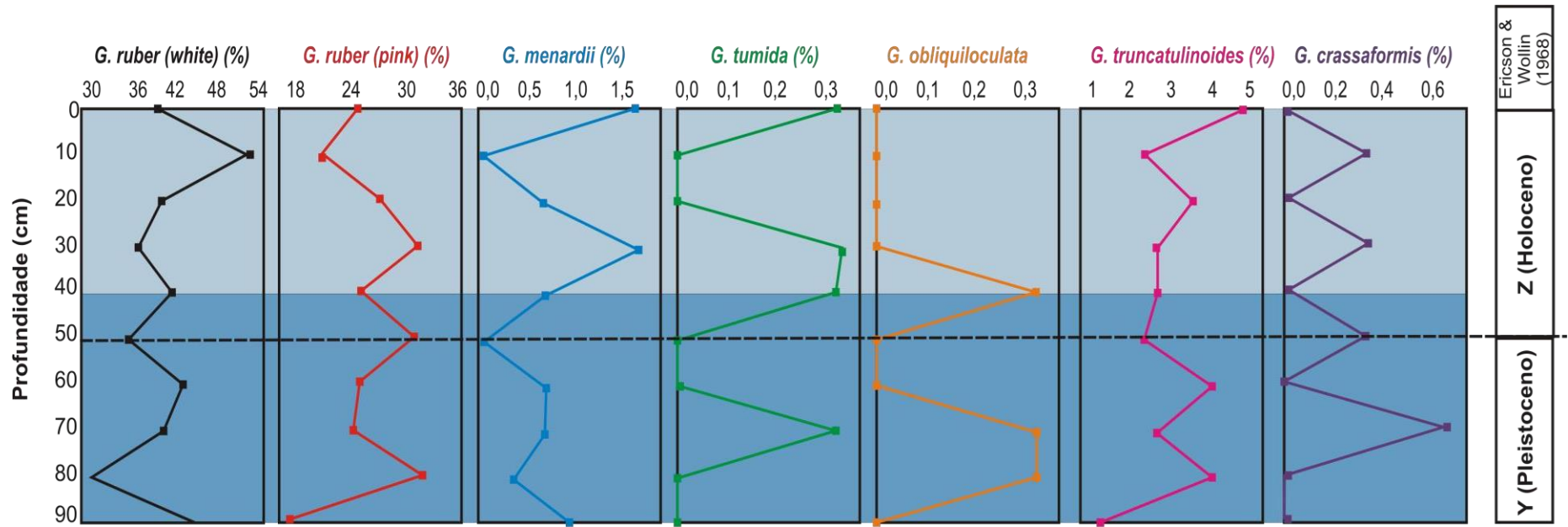
O intervalo entre 80 e 40 cm evidencia tendência de aumento de *Globigerinoides ruber white* (29,57 a 41,33%) e *Globigerinoides ruber pink* (31,98 a 25,33%), baixa abundância de *Globorotalia menardii* (0,33 a 0,67%), relativa ausência de *Globorotalia tumida* (zero a 0,33%) e *Pulleniatina obliquiloculata* (zero a 0,33%), o que sugere um intervalo de águas relativamente quentes. Tal condição é ratificada pela oscilação, com tendência de queda, nas curvas das espécies com maior afinidade pelas massas de água fria - *Globorotalia truncatulinoides* (3,99 a 2,67%) e *Globorotalia crassaformis* (0,66% a ausência) (Figura 49).

No trecho entre 40 cm e o topo ocorrem oscilações, com aumento de *Globigerinoides ruber white*, atingindo seu maior percentual a 10 cm (52,16%). Da mesma forma, *Globorotalia menardii* apresenta seus maiores percentuais neste trecho da coluna sedimentar (1,68% a 40 cm e 1,64% no topo). Dentre as espécies típicas de massas de água fria, *Globorotalia crassaformis* destaca-se, pela oscilação na abundância, com percentuais inferiores ao intervalo anterior, caracterizando um intervalo sedimentar que depositou em condições de águas mais quentes (Figura 49).

No zoneamento bioestratigráfico do testemunho SIS239 foi possível identificar, no intervalo da **base até 50 cm**, características de **Zona Y** de Ericson & Wolljin (1968), sugerida neste trabalho pela redução na abundância relativa de

Globigerinoides ruber white (44,90 para 35,00%) e *Globorotalia menardii* (0,96% para zero), acompanhada de baixa expressividade na abundância de *Pulleniatina obliquiloculata*, com percentuais entre zero e 0,33%, o que permite inferir a ocorrência de intervalo de águas menos quentes. Este fato é corroborado pela presença, com percentuais expressivos, de *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia truncatulinoides*, que são indicadoras de águas frias, demarcando o limite Pleistoceno/Holoceno. Por sua vez, o aumento na abundância de *Globigerinoides ruber* e *Globorotalia menardii*, na porção superior do testemunho, associado a menores percentuais de *Globorotalia crassaformis* e *Globorotalia truncatulinoides* nesse mesmo intervalo, sugere tendência de águas mais quentes, características da **Zona Z** de Ericson & Wollin (1968) (Figura 49).

Figura 49. Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho SIS239



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Testemunho SAT58

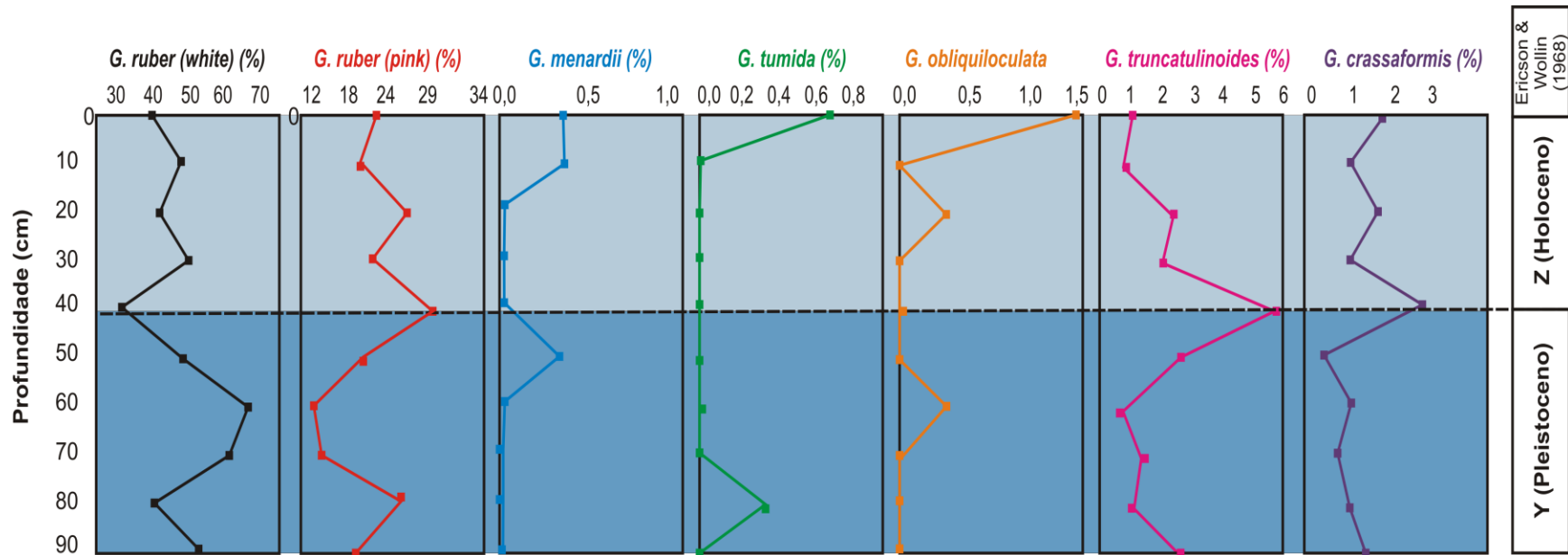
Nas amostras do testemunho SAT58 foi possível identificar 2135 espécimes indicadoras de massa de água quente, pertencentes às espécies do plexo *Globorotalia menardii*, plexo *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globorotalia tumida* e *Globigerinoides ruber* variedades white e pink, enquanto que foram identificados 107 espécimes de foraminíferos indicadores de água fria, distribuídos entre as espécies *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis* (Figura 50).

No trecho compreendido entre a **base e 60 cm**, o aumento da espécie *Globigerinoides ruber white* (52,73 a 66,67%), característica de águas quentes, associado ao decréscimo de *Globorotalia truncatulinoides* (2,57 a 0,65%) e *Globorotalia crassaformis* (1,29 a 0,98%) revela uma condição de águas mais quentes. No trecho seguinte, de **60 a 40 cm**, percebe-se comportamento antagônico entre as curvas de abundância relativa de *Globigerinoides ruber white* (40,59 a 31,89%) e *Globorotalia truncatulinoides* (0,99 a 5,65%) e *Globorotalia crassaformis* (0,33 a 2,66%), que expressam progressivo crescimento, indicando um relativo resfriamento da água (Figura 50). No trecho sedimentar entre **40 cm e o topo**, percebe-se oscilações com tendência de aumento de *Globigerinoides ruber white* (31,89 a 41,28%) e de redução de *Globigerinoides ruber pink* (31,23 a 22,48%). Por sua vez, as espécies *Globorotalia menardii* e *Globorotalia tumida* reaparecem, ainda que com baixa abundância. A espécie *P. obliquiloculata* oscila, com tendência de crescimento (ausência a 0,33%), caracterizando um intervalo relativamente mais quente que o anterior. Essa condição é corroborada pela distribuição das espécies típicas de massas de água fria, onde, *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*, expressam considerável redução no mesmo sentido, com abundâncias relativas variando entre 5,65 e 1,01% e 2,66 a 1,68%, respectivamente (Figura 50).

O zoneamento bioestratigráfico do testemunho SAT58 permitiu identificar, no intervalo da **base até 40 cm**, características da **Zona Y** de Ericson & Wollin (1968), sugerida neste trabalho pelo aumento na abundância de *Globorotalia truncatulinoides* (2,57 a 5,65%) e *Globorotalia crassaformis* (1,29 a 2,66%), associado à redução na abundância relativa de *Globigerinoides ruber white* (52,73 a 31,89%) e ausência relativa de *Globorotalia menardii*, *Globorotalia tumida* e *P. obliquiloculata*, demarcando o limite Pleistoceno/Holoceno. Por sua vez, o aumento na abundância de *Globigerinoides ruber white* (31,89 a 41,28%),

associando pontuais presenças de *Globorotalia menardii*, *Globorotalia tumida* e *P. obliquiloculata*, fundamentalmente na porção mais superior do testemunho, indica águas mais quentes entre 40 cm e o topo. Essa condição é reafirmada pela diminuição na abundância de *Globorotalia truncatulinoides* (5,65 a 1,01%) e *Globorotalia crassaformis* (2,66 a 1,68%), sugerindo tratar-se da **Zona Z** de Ericson & Wollin (1968), que apresenta condições de águas relativamente mais quentes, características do Holoceno (Figura 50).

Figura 50: Distribuição vertical das espécies planctônicas indicadoras ambientais do testemunho SAT58



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

CAPÍTULO 7

DISCUSSÃO

O planeta Terra tem sido palco de inúmeras alterações ambientais ao longo da sua história evolutiva, sendo elas parte da própria dinâmica do planeta. Grande parte dessas alterações, no entanto, são regionais ou ainda locais, e podem ser reveladas através do estudo dos registros geológicos. Segundo Bradley (1999) a interação entre oceano e atmosfera, responsável, sobretudo, por regular o clima do planeta, torna o registro sedimentar das bacias oceânicas uma excelente fonte de dados para o estudo das mudanças ambientais ao longo do tempo. Neste contexto, organismos como os foraminíferos, que preservam em suas testas as propriedades físico-químicas dos oceanos em que viveram, se destacam como indicadores dessas mudanças.

Este capítulo apresenta uma análise comparativa entre os parâmetros sedimentológicos, geoquímicos e microfaunísticos dos cinco testemunhos do talude e sopé continentais do litoral Norte da Bahia, estudados neste trabalho.

A avaliação dos parâmetros sedimentológicos, geoquímicos e microfaunísticos, a partir dos cinco testemunhos analisados, permite verificar condições deposicionais distintas na área de estudo. Considerando especificamente a análise granulométrica, constata-se que três colunas sedimentares (SIS93, REG102 e SAT58) apresentam predomínio de lama em toda sua extensão, sendo o maior percentual dessa fração encontrado no testemunho REG102. Tal condição sugere a existência constante de menor hidrodinâmica ao longo de todo o período em análise, o que seria favorável à deposição de frações mais finas.

Nas demais colunas sedimentares (REG157 e SIS239), por sua vez, alternam-se intervalos lamosos e areno-lamosos, indicando diferenças no padrão de hidrodinâmica ao longo do período analisado. Interpretação equivalente foi feita por Yamashita (2011), em estudo realizado no talude continental e Platô de São Paulo, Bacia de Campos, quando observou que a distribuição dos sedimentos no talude da área de estudo é comandada pela atuação das correntes geostróficas e pela morfologia de fundo. Deve-se considerar, também, a existência de fluxos gravitacionais que deslocam massas de sedimentos. Segundo Davila & Paim (2003), enormes volumes de sedimentos são carregados para o ambiente marinho,

sobretudo o profundo, quando a ação da gravidade sobre misturas de sedimento e água sobrepuja a ação da fricção ou da coesão entre as partículas.

Considerando o teor de carbonato de cálcio presente na fração lama, em geral, verifica-se que ao longo dos cinco testemunhos os percentuais ficaram abaixo de 30%, o que permite classificar os locais de deposição como sendo essencialmente siliciclásticos, de acordo com critérios de classificação de Freire *et al.* (1997) e Testa (1996). Segundo Freire *et al.* (1997) sedimentos com percentuais de carbonato inferiores a 30% são classificados como siliciclásticos. Essa mesma classificação foi proposta por Testa (1996), para sedimentos com percentuais de carbonato inferior a 40%.

Em estudo realizado ao sul da área de estudo, compreendendo toda a costa leste de Salvador até a Barra do Itariri, Araújo (2004) verificou que o testemunho 160 apresentou predomínio de material siliciclásticos em toda sua extensão, atingindo o teor máximo de carbonato de 42,3% em apenas uma amostra, o que sugeriu para a autora que tais sedimentações ocorreram com forte influência continental, indicando uma proximidade da linha de costa.

Contrapondo a este comportamento, teores de carbonato significativamente superiores (acima de 67%) foram encontrados nas outras três colunas estudadas. Condição semelhante foi observada por Almeida (2014), em estudo realizado no talude continental adjacente à bacia Potiguar, com percentuais de carbonato que variaram entre 37 e 93,2% permitindo definir a existência de sedimentos de caráter misto (siliciclástico-carbonático) com tendência a carbonático.

Neste estudo, a integração dos dados de faciologia com o teor de carbonato permitiu observar que o trecho de talude e sopé continentais investigados apresentam composição essencialmente formada por lama siliciclástica, condição que praticamente se mantém ao longo do intervalo temporal estudado. Embora percentuais significativamente elevados de sedimentos siliciclásticos não represente algo comum em talude, tal condição na área pode estar associada a ressurgências na borda da plataforma, acompanhada por transporte desse material para águas mais profundas. Segundo Figueiredo *et al.* (2011), a distribuição do teor de carbonato/siliciclástico é controlada pelo aporte de sedimentos terrígenos, pelas ressurgências de borda de plataforma e, sobretudo, pela variações no nível do mar.

A composição isotópica de carbono revela que em três colunas sedimentares

(REG157, SIS93 e REG102) existiu uma tendência de redução nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ da base em direção ao topo. Essa observação fica ainda mais evidente nas colunas REG157 e REG102, nas quais os valores foram maiores na base, tornando-se menores nos intervalos médio-superiores. Essa diminuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos carbonatos biogênicos sugere uma tendência de diminuição da produtividade ao longo do intervalo temporal estudado.

No testemunho SIS93, por sua vez, as oscilações de $\delta^{13}\text{C}$ são mais regulares, com sucessivos aumentos e reduções nos valores, da base em direção ao topo. No entanto, nos testemunhos SIS239 e SAT58 observa-se uma tendência contrária à demarcada nas demais colunas sedimentares. Portanto, neste estudo foi possível perceber significativas variações na produtividade ao longo do período estudado. Segundo Rodrigues e Fauth (2013), os carbonatos de ambientes marinhos terão valores da razão $\delta^{13}\text{C}$ mais positivos (ricos em ^{13}C) em períodos de alta produtividade orgânica e de temperaturas menos quentes.

A composição isotópica de oxigênio revela que em três colunas sedimentares (REG157, REG102 e SAT58) existiu uma tendência de aumento nos valores de $\delta^{18}\text{O}$ nas quais os valores tornaram-se menos negativos da base em sentido ao topo. Os sinais negativos registrados sugerem que a deposição dos testemunhos estudados ocorreu em uma fase climática quente e que pequenas e constantes variações podem estar associadas à variabilidade de temperatura em função de alterações na influência de diferentes massas d'água ao longo dos últimos séculos. Essa interpretação corrobora com as informações obtidas através das curvas estimadas de temperatura, que evidenciam convergências entre os testemunhos sugerindo oscilações climáticas.

Em consonância com essa interpretação, Santarosa (2010) ao estudar foraminíferos planctônicos em testemunhos da Bacia de Santos notou progressiva diminuição dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ em direção ao período recente, indicando um aquecimento das águas superficiais. Interpretando o comportamento dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ em relação a profundidade das amostras, verificou-se aumento até 1890m mas que não se manteve em profundidades maiores. Em estudo similar na margem continental do nordeste brasileiro, Marques et al. (2005) verificou um aumento dos valores de $\delta^{18}\text{O}$, entre profundidades de 10 a 980m na margem do estado do Ceará e aumento dos valores de $\delta^{18}\text{O}$ aos 1145m de profundidade na margem continental

dos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco.

A microfauna de foraminíferos planctônicos identificada pertence à Província Zoogeográfica da Índia Ocidental, Caribeaná ou Antilhana, que tem início no Equador e se distribui pela costa da Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil, até a latitude de 33° (Boltovskoy, 1965). Segundo Roettger (1973) esta zona é caracterizada pela presença de espécies de foraminíferos típicos de águas quentes.

Nos cinco testemunhos foram identificados 1500 espécimes planctônicos, distribuídos em 4 famílias, 12 gêneros e 29 espécies, números que se assemelham aos encontrados por Piana (2010) e Neto (2012), em estudos realizados em áreas adjacentes, ao identificarem 31 e 32 espécies, respectivamente. O número de espécies planctônicas normalmente é baixo se comparado com bentônicos, fato que pode estar atrelado à maior oscilação de temperatura da água na superfície do que em profundidades. Moraes & Machado (2003) a partir da compilação de dados de 20 trabalhos com foraminíferos do Estado da Bahia, sinalizam que em um total de 526 espécies encontradas, somente 23 são planctônicas, o que representa menos de 5% do total de espécies.

O predomínio de planctônicos de águas quentes identificado está de acordo com o esperado, em decorrência do trecho em estudo estar sob influência da Corrente do Brasil, com temperatura superior a 18 graus Célsius e salinidade acima de 36. O registro de espécies de águas frias e/ou indicadores de ressurgência justifica-se pela presença de correntes que promovem a ascensão de águas profundas que são mais frias ou outro evento que justifique a ocorrência de ressurgências. Lessa (2013), ao estudar a Paleoceanografia do sistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ), nos últimos 12.000 anos, encontrou *Globigerina bulloides*, caracterizando a área como um ambiente de ressurgência com frequentes atenuações por águas quentes revelada pela presença de *Globigerinoides ruber*.

O fato de ter ocorrido maior número de espécies planctônicas no testemunho SAT58 é coerente, pois foi a coluna sedimentar coletada em maior profundidade (2460 m) e mais distante da linha de costa (58,4 Km), em condições que melhor atendem às exigências ambientais das formas planctônicas. Essa observação justifica-se pela preferência das espécies planctônicas por habitarem as zonas distantes das áreas costeiras, com águas de salinidade normal, sem material em suspensão e profundas, onde possam realizar as migrações verticais necessárias para a reprodução e alimentação (Boltovskoy et al., 1996).

Analisando a abundância relativa das espécies que compõem as assembleias, quatro foram principais: *Globigerinoides ruber (pink)*, *Globigerinoides ruber (white)*, *Globigerinoides sacculifer* e *Globoturborotalita rubescens*. Doze foram classificadas como acessórias, sendo que seis destas espécies atingiram essa categoria em pelo menos três testemunhos, são elas: *Globigerinita glutinata*, *Globoturborotalita rubescens*, *Globorotalita truncatulinoides*, *Globorotalia crassaformis*, *Globigerinella siphonifera*, *Globigerinoides conglobatus*.

A elevada abundância da *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer* já foi relatada por Passos (2000), para a margem continental leste do Brasil, entre Abrolhos-BA e Cabo Frio-RJ, onde essas espécies mostraram-se predominantes em todos os testemunhos estudados. Em estudo realizado no Mar Mediterrâneo, Mallo et al. (2017) identificaram *Globigerinoides ruber white* como a espécie planctônica mais abundante, com predomínio crescente do sentido oeste - leste. O crescente domínio de *Globigerinoides ruber white* de oeste para leste da bacia do Mediterrâneo coincide com o aumento de salinidade e temperatura neste mesmo sentido. Pujol e Vergnaud Grazzini (1995), em estudo realizado do norte da Argélia à Bacia do Levante, observaram que, no final do verão, *Globigerinoides ruber* apresenta sua maior abundância em temperaturas mais quentes e em condições oligotróficas. O predomínio de *Globigerinoides ruber* nessas condições pode estar associado, segundo Hemleben et al. (1989), ao fato dessa espécie ser bem sucedida em condições de depleção de alimentos. A adaptação desta espécie para habitar locais com baixa disponibilidade de nutrientes está associada ao fato de apresentar uma relação simbiótica com algas fotossintetizantes. A simbiose é particularmente vantajosa para organismos que vivem em ambientes oligotróficos de águas quentes, onde nutrientes e alimentos são escassos, mas a luz é abundante (KUCERA, 2007).

Por sua vez, *Globigerinoides sacculifer*, tem uma ampla distribuição e representa 5% das espécies encontradas no Estreito de Gibraltar (CIFELLI, 1974). Em estudo realizado do norte da Argélia à Bacia do Levante, Pujol e Vergnaud Grazzini (1995) encontraram altas abundâncias relativas desta espécie, sendo classificada dentre as espécies principais em amostras coletadas no período relativo ao outono, com temperatura da água do mar variando em torno de 21 e 23º Celsius ao norte de Minorca, na região oeste do Mediterrâneo, e no estreito da Sicília. Sua abundância reduz no final do verão progressivamente para o leste, provavelmente

devido a temperaturas e salinidades ligeiramente mais altas, uma vez que se trata de uma espécie eurihalina que tolera salinidades entre 24 e 47 PSU (Unidade de Salinidade Prática), e temperaturas variando de 14 a 32 ° C (BIJMA et al. 1990). É frequente em águas superficiais oligotróficas (SCHIEBEL et al. 2004), o que se justifica por carregar simbioses dino-flagelados, alimentando-se principalmente de copépodes.

Os gêneros mais abundantes também se destacaram no trabalho de Drefahl (2011) ao estudar planctônicos do talude continental do litoral norte da Bahia, posicionando-se na categoria de espécies principais. Especificamente o gênero Globigerinoides é citado em vários trabalhos pela sua distribuição fortemente associada à temperatura da água em ambientes marinhos, com espécies que caracterizam águas quentes e outras que indicam águas frias (PEDRÓ, 2013; LESSA, 2009; NETO, 2012), condição que garante ao gênero presença marcante em áreas com variações de temperatura.

De maneira geral, os valores de equitatividade oscilaram pouco ao longo dos testemunhos, os índices de riqueza e diversidade foram relativamente altos, com tendência de aumento no sentido base-topo e oscilações de amplitude mais evidentes na porção base-mediana. Tal condição foi ainda mais evidente nos testemunhos REG102 e SAT58. Estes índices são diretamente associados ao número de espécies encontradas em cada amostra. Logo, quanto maior o número de espécies maiores são os valores destes descritores ecológicos. Por apresentarem valores considerados altos, pode-se inferir que a região de talude e sopé são ricas em espécies planctônicas, possivelmente por apresentarem maior estabilidade nos parâmetros ambientais e por conter sedimentos finos capazes de reter matéria orgânica. Resultado similar foi encontrado ao longo de três testemunhos também coletados no talude do litoral norte da Bahia, por Araújo (2004), com índices de riqueza variando entre 10 e 17, enquanto a diversidade variou entre 13 e 68.

A partir dos dados de abundância relativa das espécies que compõem os testemunhos, foi possível verificar agrupamentos de amostras que compartilham características comuns de composição e abundância de espécies, em cada uma das colunas sedimentares. Desta forma, pode-se observar que as amostras dos testemunhos foram subdivididas entre dois (REG102), três (REG157, SIS93 e SIS 239) e quatro grupos (SAT58). Em linhas gerais, em cada testemunho os grupos

foram definidos com base na abundância das três espécies predominantes (*Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides saculifer*) e na alternância da ordem de dominância estabelecida entre essas espécies. Petró (2013), em estudo realizado na Bacia de Campos, com o objetivo de elaborar um modelo de evolução paleoceanográfica, identificou *Globigerinoides ruber white* e *Globigerinoides ruber pink* como espécies mais abundantes, associadas a *Globigerina bulloides* que, no presente estudo não foi identificada como espécie principal.

A relativa semelhança na composição de espécies principais, sobretudo as indicadoras de águas quentes e oligotróficas, entre o presente trabalho e o de Petró (2013), pode ser explicada pela ampla distribuição dessas espécies em águas tropicais e subtropicais. Por sua vez, as espécies típicas de zonas transicionais, comuns em áreas de ressurgência e sob influência da Corrente das Malvinas, foram encontradas no presente trabalho, a exemplo de *Globigerina bulloides*, *Globorotalia inflata* e *Globorotalia truncatulinoides*, embora tenham sido mais abundantes na área da Bacia de Campos, que reúne condições de zona transicional devido a ocorrência de importantes fenômenos de ressurgência. (PETRÓ, 2013).

Neste trabalho, o biozoneamento do Quaternário, realizado com base nas espécies de foraminíferos planctônicas, permitiu identificar as biozonas Y e Z, que caracterizam os limites estratigráficos do Pleistoceno e Holoceno, bem como algumas de suas subzonas. Estes intervalos estão ilustrados de forma esquemática na figura 51.

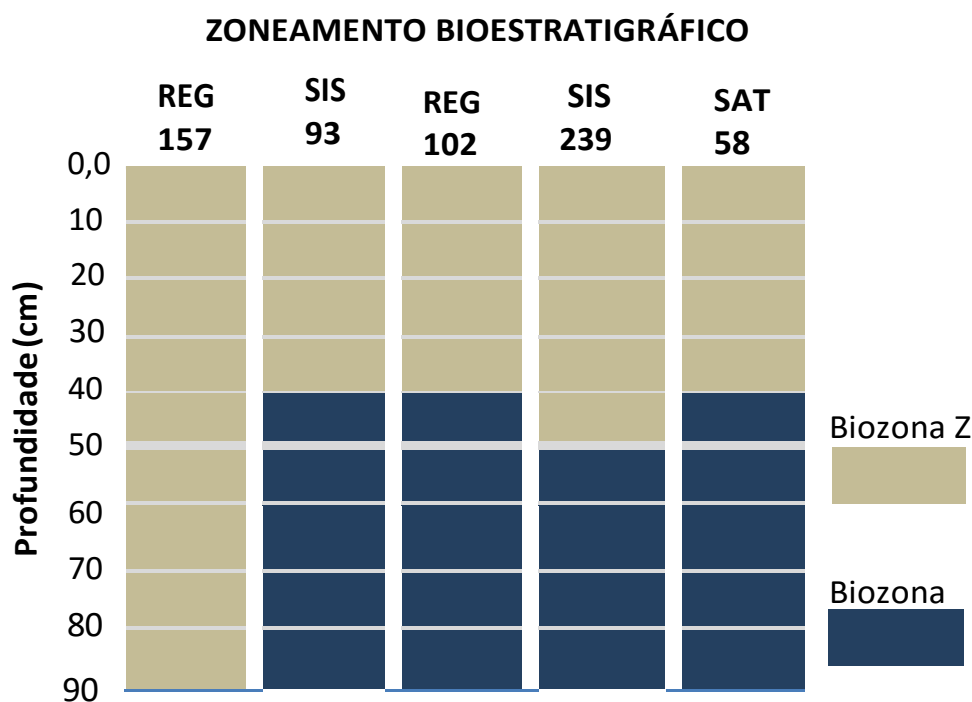
No testemunho REG157 não foi possível demarcar o intervalo Pleistoceno/Holoceno, assumindo-se que todo o pacote sedimentar foi depositado sob condições de águas quentes (último intervalo interglacial), correspondente à zona Z de Ericson e Wolin (1968). Por sua vez, nos testemunhos SIS93, REG102 e SAT58 o intervalo Pleistoceno/Holoceno foi delimitado a 40 cm, enquanto na coluna sedimentar SIS239 o mesmo limite foi definido a 50 cm do topo (Figura 51). Com exceção do testemunho REG157, as profundidades indicadas correspondem também à interface com o último intervalo glacial do Pleistoceno (cerca de 84Ka – 11Ka), correlacionável à Biozona Y, de Ericson & Wollin (1968). Apenas nos testemunhos REG157 e SIS93 foram definidas subzonas Z2 e Z1 de Vicalvi (1999), a 40 cm e 20 cm, respectivamente.

Das espécies utilizadas para definir as referidas zonas e subzonas, foram

consideradas decisivas as presenças/ausências do plexo *Pulleniatina obliquiloculata*, além da abundância das espécies *Globigerinoides truncatulinoides* e *Globorotalia crassaformis*, indicadoras de massas d'água fria, e *Globigerinoides ruber*, indicadora de águas quentes.

O plexo *Pulleniatina obliquiloculata* evidenciou diferentes padrões de distribuição vertical entre os cinco testemunhos, de forma que sua utilização na interpretação das zonas e subzonas sempre foi associada às interpretações realizadas com base em outras espécies. Embora o plexo *Pulleniatina* corresponda a um conjunto de espécies consideradas por muitos autores como representante de águas quentes, deve-se considerar sua tolerância a temperaturas relativamente mais baixas do que as suportadas pelo plexo menardiforme. Segundo Prell & Damuth (1978), por ter um comportamento mais euritérmico, tolerando águas mais frias, tende a desaparecer mais tardiamente, nos momentos de transição de períodos interglaciais para glaciais, e reaparecer antes, quando um novo intervalo interglacial se aproxima.

Figura 51. Diagrama esquemático destacando a interface das Biozonas Y e Z de Ericson & Wollin (1968)



Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Segundo Bé et al. (1976), o gênero *Pulleniatina* reaparece em sedimentos do Atlântico equatorial e do Caribe na porção final da biozona Y (Pleistoceno), há aproximadamente 15.000 anos, mantendo-se presente durante o Holoceno.

A espécie *Globorotalia truncatulinoides*, considerada como um táxon de águas frias (BÉ, 1966; LESSA, 2009; PORTILHO-RAMOS et al, 2011; REBOTIM, 2011; DUARTE et al, 2017), no presente trabalho, em linhas gerais, foi mais abundante nos trechos relacionados ao Pleistoceno, embora tenha sido registrada também no Holoceno, em águas interglaciais. Sua presença no intervalo interglacial poderia ser explicada analisando-se diferenças morfológicas no enrolamento (destrógero e sinistrógero) das testas e suas subespécies. Segundo Renaud & Schmitd (2003), espécimens de *Globorotalia truncatulinoides* com enrolamento destrógero preferem águas quentes oligotróficas, enquanto que *Globorotalia truncatulinoides* com enrolamento sinistrógero habitam águas frias e são mais tolerantes às variações térmicas.

A espécie *Globorotalia crassaformis*, típica de massas de água tropical e subtropical, relacionada com as correntes oceânicas de temperaturas mais baixas (BÉ, 1966; LESSA, 2009; PORTILHO-RAMOS et al, 2011; REBOTIM, 2011; NETO, 2012; DUARTE et al, 2017). Encontra-se normalmente em profundidades superiores a 100 m, com temperatura média de 18°C. Neste estudo, essa espécie registrou maior expressividade no trecho sedimentar identificado como pertencente ao Pleistoceno com redução, já esperada, nos sedimentos acima do limite das zonas Y/Z.

A espécie *Globigerinoides ruber* white, característica de ambientes tropicais e subtropicais, tem sua distribuição atrelada a temperatura da superfície marinha, sendo normalmente encontrada em águas em torno de 24°C, mas toleram bem águas um pouco menos quentes, enquanto que a variedade com testa rosa tem preferência por habitats mais quentes e sua ocorrência é restrita ao oceano Atlântico (DREFAHL,2011).

Drefahl (2011), em testemunho coletado a 640 m de profundidade, adjacente a Praia do Forte, no litoral norte da Bahia, conseguiu estabelecer o limite entre a subzona Y1, tipicamente glacial, e a zona Z, interglacial, a uma profundidade de 115 cm. Enquanto que a subdivisão desta zona em Z2 e Z1 foi definida a 20 cm. Por sua vez, Araújo e Machado (2008 a,b) identificaram o limite Y1A/Z2 entre 60 e 40 cm, a partir de testemunhos coletados no talude do litoral norte da Bahia. Na mesma área,

Neto (2012) estabeleceu o mesmo limite entre 40 e 10 cm, em amostras de três testemunhos (Figura 52).

Em seu trabalho bioestratigráfico em área adjacente, Neto (2012) em um dos testemunhos estudados, fixou em 1,0 m o limite entre as subzonas Y1B/Y1A. De acordo com Kowsmann & Vicalvi (2003) e Sanjinés (2006) a subzona Y1A é marcada pelo reaparecimento do plexo *Pulleniatina*, presença de *Globorotalia truncatulinoides* e *Globorotalia inflata*, ausência de *Globorotalia crassaformis* e do plexo *Globorotalia menardii*. Enquanto que a zona Z, que foi caracterizada pela presença do plexo *Globorotalia menardii* atrelada a ausência ou rara presença de *Globorotalia inflata*, sendo subdividida em Z2, pelo aumento expressivo do plexo *Globorotalia menardii*, e Z1 que se individualizou pela drástica redução da expressividade da *Globorotalia truncatulinoides* e alta abundância relativa de espécies do plexo *Globorotalia menardii*.

Compilando-se os dados dos biozoneamentos realizados por Araújo (2004), Drefal (2011), Neto (2012) e Pianna (2012; 2017), que totalizam 19 testemunhos de talude e sopé do litoral norte do Estado da Bahia, o limite Pleistoceno/Holoceno, ou seja, zonas Y/Z, foram identificados nas seguintes profundidades da coluna sedimentar: 0, 10, 30, 40, 60, 115 e 150 cm. Em termos gerais, neste universo amostral, podemos dizer que na maioria dos testemunhos o limite entre essas biozonas foi identificado a 30 cm de profundidade, seguido de 40 e 60cm. Essa análise está ilustrada na figura 52, que inclui, a título de comparação, os resultados deste estudo.

CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO

A análise faciologia e do teor de carbonato dos testemunhos do sopé e talude continentais do norte do Estado da Bahia evidenciou o predomínio de lama siliciclástica em todas as amostras, indicando baixa hidrodinâmica ao longo de todo o período analisado, o que seria favorável à deposição de frações mais finas. Apenas em duas colunas sedimentares foi registrada a alternância entre amostras lamosos e areno-lamosos, indicando diferenças no padrão de hidrodinâmica ao longo do período analisado.

A avaliação do teor de carbonato nos testemunhos evidenciou uma tendência de redução na produtividade, ao longo do intervalo temporal analisado, confirmada pela diminuição nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos carbonatos biogênicos sugerindo tendência de diminuição da produtividade ao longo do intervalo temporal estudado. Os eventos de redução podem estar associados a episódios de maior influência das águas quentes e oligotróficas da Corrente do Brasil, sobre os trechos de quebra da plataforma e talude estudados. Essa mesma corrente poderia explicar o processo de ressurgências de borda de plataforma e transporte de material siliciclástico para águas mais profundas.

As variações climáticas foram definidas com base em dados microfossílicos e isotópicos $\delta^{18}\text{O}$. Os resultados evidenciaram, em linhas gerais, uma tendência de aumento nos valores de $\delta^{18}\text{O}$, com valores menos negativos da base em sentido ao topo, sugerindo que a deposição dos testemunhos estudados ocorreu em uma fase climática quente e que pequenas e constantes variações podem estar associadas à variabilidade de temperatura em função de alterações na influência de diferentes massas d'água ao longo dos últimos séculos. Tal interpretação foi confirmada através das curvas estimadas de temperatura, que evidenciam convergências entre os testemunhos, sugerindo oscilações climáticas de baixa magnitude.

A assembleia de foraminíferos planctônicos identificada nos testemunhos do talude e sopé continentais do litoral norte do Estado da Bahia, é constituída por 15000 espécimes, distribuídos em 4 famílias, 12 gêneros e 29 espécies. Os gêneros *Globigerinoides* e *Globoturborotalita* são os mais abundantes, estando representados predominantemente por quatro espécies: *Globigerinoides ruber*

(pink), *Globigerinoides ruber* (white), *Globigerinoides sacculifer* e *Globoturborotalita rubescens*. Dentre as espécies identificadas ocorreu predomínio de planctônicos de águas quentes e oligotróficas, o que pode ser explicado pela influência na Corrente do Brasil, ao longo de grande parte da costa brasileira, criando condições para a presença de espécies adaptadas a águas tropicais e subtropicais.

Os índices de riqueza e diversidade foram relativamente altos, com tendência de aumento no sentido base-topo dos testemunhos e oscilações de amplitude mais evidentes na porção base-mediana. Com base nos dados de abundância relativa das espécies, as amostras dos testemunhos foram subdivididas em diferentes números de grupos, fundamentalmente demarcados com base na abundância das três espécies predominantes (*Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink* e *Globigerinoides sacculifer*) e na alternância da ordem de dominância estabelecida entre essas espécies.

A análise de distribuição vertical dos foraminíferos permitiu caracterizar as Zonas Z (Holoceno - interglacial) e Y (Pleistoceno - glacial) do período Quaternário em quatro das cinco colunas sedimentares, nas quais o limite superior de registro do último máximo glacial (UMG) foi interpretado entre 50 e 40 cm. Apenas no testemunho REG157 este limite não foi definido, assumindo-se somente o registro Holocênico.

O intervalo relacionado ao estágio interglacial confirma-se com maior abundância das formas características de águas quentes (*Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides conglobatus*, *Pulleniatina obliqueloculata* e espécies do plexo *Globorotalia menardii*), enquanto o intervalo relacionado ao estágio glacial apresenta maior abundância de formas características de águas frias, como *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata* e *Globorotalia truncatulinoides* *Globorotalia crassaformis*.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N.M. **Caracterização e Análise do Talude Continental Adjacente à Bacia Potiguar, NE Brasil**. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

ANDRADE, E.J. **Distribuição dos foraminíferos recentes na transição carbonato/siliciclásticos na região da Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia**. 1997. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar), Instituto de Geociência da Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ARAÚJO, T.M.F. **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)**. 2004. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

ARAÚJO H.A.B. **Assembleias de foraminíferos indicadoras de mudanças ambientais no complexo Recifal de Abrolhos, Bahia**. 2009. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

ARAÚJO, T.M.F.; MACHADO, A.J. Eventos bioestratigráficos, paleoclimáticos e paleobatimétricos do talude continental superior da Bahia, evidenciados através do estudo da fauna de foraminíferos. **Gravel**, 6(1), p. 27-45. 2008a.

_____; __. Análise Sedimentar e Micropaleontológica (Foraminíferos) de Seções Quaternárias do Talude Continental Superior do Norte da Bahia, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, 35v (2), p. 97-113. 2008b.

BAHIA, Governo Estadual. Superintendência de Recursos Hídricos. **Sistema de Informações Geográficas (SIG)**. CD-ROM, v. 1, 1995.

BAHIA. Centro de Recursos Ambientais. **Avaliação da qualidade das águas da bacia Recôncavo Norte**. 2. ed. Salvador: CRA, 1996.

BAHIA. Centro de Recursos Ambientais. **Diagnóstico oceanográfico e proposição de disciplinares de usos da faixa marinha do litoral norte do Estado da Bahia**. Salvador: CRA, 2003.

BANDEIRA Jr., A.N.B; RONCARATI, H. Sistema para corte de testemunhos de sedimentos inconsolidados recuperados em tubos de PVC. **Boletim Técnico da PETROBRÁS** 21(2): 193-198. 1978.

BAPTISTA. N,J.A.; PONZI, V.R.A.; SICHEL, S.E. (Orgs.). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

BARBOSA,J.S.F. **Geologia da Bahia: Pesquisa e Atualização**. Salvador: CBPM, 2012.pag.432, 2v (Série publicações especiais;13).

BARBOSA, V.P. **Sistemática, bioestratigrafia e paleoceanografia de foraminíferos do Quaternário do talude continental das bacias de Santos e Campos**. 2002. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

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

BÉ, A.W.H. Distribution of plactonic foraminífera in the worls oceans. In: **International Oceanography Congress, 2**. Abstract of Paper. Moscou. 1966.

BÉ, A.W.H.; DAMUT,J.E.;LOTT,L.;FREE, R.; Late Quaternary Climatic Record in Western Equatorial Atlantic Sediment. In: **Geological Society of América. Investigations of Late Quaternary Paleoceanography and Paleoclimatology. Geological Society of américa Memoir 145**, Boulder, Co. 1976. p.162-200.

BÈ, A.W.H. Na ecological, zoogeographic and taxonomic rewiew of Recent planctonic foraminifera. In.: RAMSAY, A.T.S. (Ed.). **Oceanic Micropaleontology**, 1: 1-88. 1977.

BERGUE, C.T. et al. Bathyal ostracode diversity in the Santos Basin, Brazilian southeast margin: response to Late Quaternary climate changes. **Revista Brasileira de Paleontologia**, vol. 9, n.2, p.201-210, 2006.

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

BITTENCOURT, A.C.S.P. et al. The marine formations of the coast of the State of Bahia. In.: **International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**, São Paulo. *Proceeding*. São Paulo: IGCP, Project 61: 232-253. 1979.

BITTENCOURT, A.C.S.P. et al. **Patterns of Sediment Dispersion Coast wise the State of Bahia – Brazil**: Academia Brasileira de Ciências, v. 72, p. 21-33. 2000.

BIJMA, J., FABER, W. W.; HEMLEBEN, C.H. **Temperature and salinity limits for growth and survival of some planktonic foraminifers in laboratory cultures**, **J.Foramin.Res.**,20,95–116, doi:10.2113/gsjfr.20.2.95, 1990.

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

BOLLI, H.M.; SAUDERS, J.B.; PERCH-NIELSEN, K. **Plankton Stratigraphy**. **Cambridge University Press**, v.1 1985. 1-282p.

BOLTOVSKOY, E. Foraminíferos de la Bahía San Blas (provincia de Buenos Aires). **Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”**, Buenos Aires, 3 (4): 247-300, est. XX-XXIX. 1954 a.

_____. Foraminíferos del Golfo San Jorge. **Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”**, Buenos Aires, 3 (3): 79-246, est. XIX, e tab. 1954 b.

_____.; LENA, A. Foraminíferos recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil). **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales “ Bernardino Rivadavia” y Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales**. Buenos Aires, 1 (8): 269-367, 10 est., 6 figs., 1 mapa. 1966.

_____. Los Foraminíferos Recientes. In: **EUDEBA**, Buenos Aires. 1965.

_____.; WRIGHT R. Planctonic Foraminifera. In: **Recent Foraminifera**. 159 – 191. 1976.

_____. Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents.

Micropaleontology. v.5, p. 473-481. 1959.

_____. Platonio foraminiferas as indicators of different water masses in the South Atlantic.

Micropaleontology, 8 (3): 403-408. 1962.

_____. Tenatocenosis de Foraminiferos Plantonicos en el Estrecho de Mozambique.

Revista Española de Micropaleontología, 1: 117- 129. 1969.

_____.; BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N.; BRANDINI, F., 1996. **Planktic**

foraminifera from the Soputhwestern Atlantic (30° - 60°S): species-specific patterns in the upper 50 m. *Marine Micropaleontology*, v. 28, p. 53-72.

BRADLEY, R.S. 1999. Paleoclimatology, Reconstructing Climates of the Quaternary. In: DMOWSKA, R.; HOLTON, J.R. (Ed.). **International Geophysics Series. Academic press**, v. 68, 613 p.

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

_____. **Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera. Contributions**

Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v.12, p. 87-106. 1961.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Atlas de Carta Piloto**. 2. ed. Brasil: Marinha do Brasil. 1993.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Atlas de carta piloto**. Brasil: Marinha do Brasil. 2011.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Carta Náutica do Rio Itariri à Ilhéus**, 1979. (folha 1100); Escala 1:308541.

CAMACHO, H.H. **Invertebrados Fossils**. Buenos Aires: Universitária de Buenos, 1974.

CARANNANTE, et al. Carbonate lithofacies as paleolatitude indicators: problems and limitations. **Sedimentary Geology**. v.60, p.333-346.1988.

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

CHAISSON, W.P.; LECKIE, R.M. Java Plateau (Western Equatorial Pacific). In: BERGER, W.H.;KROENKE, L.W.;MAYER, L.A.et al (Eds.). **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**. v. 130: p. 137-178. 1993.

_____.; D'HONDT, S.L. Neogene planktonic foraminifer biostratigraphy at Site 999, Western Caribbean Sea. In: LECKIE, R.M.SIGURDSSON, H.ACTON, G.D.DRAPER, G. (Eds). **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**. v. 165: p. 19-56. 2000.

_____.; PEARSON, P.N. Planktonic foraminifer biostratigraphy at Site 925: middle Miocene–Pleistocene. In: SHACKLETON, N.J.; CURRY, W.B.; RICHTER, C.; BRALOWER, T.J. **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**. V. 154.1997.

PETERSON, R G. & STRAMMA, L. 1991. **Upper-level circulation in the South Atlantic** *Oceano Progr Oceanogr.*, 26(1):1-73.

CIFELLI, R. **Planktonic foraminifera from the Mediterranean and adjacent Atlantic waters** (Cruise 49 of the Atlantis II, 1969), *J. Foramin. Res.*, 4, 171–183, 1974.

_____. **Planctonic foraminifera from the western north Atlantic**. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, U.S. National Museum Smithsonian Institution, 148 (4): 1-36. 1965.

_____., SMITH, R.K. **Distribution of Planktonic Foraminifera in the Vicinity of the North Atlantic Current**. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 4, 52 pp. 1970.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. Plymouth: Plymouth marine Laboratory. 1994.

CLOSS, D.; BARBERENA, M.C. **Foraminíferos recentes da Praia da Barra (Salvador, Bahia)**. Escola de Geologia de Porto Alegre, 6: 1-50. 1960 a.

COLOMA C., MARCHANT M.; HEBBELN D. Foraminiferos planctonicos durante EL Niño 1997- 98 dek area de Coquimbo (30°s; 73°w), **Gayana, Chile.**, 69 (1): 48-77. 2005.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1983.

DOMINGUEZ, J.M.L.; LEÃO, Z.M.A.N.; LYRIO, R.S. 1996. Roteiro de excursão E-4 – Litoral Norte do Estado da Bahia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39**. Salvador, CBG, 1996.

DREFHAL, M. **Evidências de mudanças paleoclimáticas e paleoceanográficas na costa norte do estado da Bahia durante os últimos 25 mil anos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

DUARTE, K.O; NETTO, A.M.R.; BRITO, D.S.M. Análise bioestratigráfica de foraminíferos planctônicos de quatro testemunhos do complexo de lobos almirante câmara, bacia de campos. **Rev. Bras. Paleontol**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 20(1):75-90, 2017.

EMILIANI, C. Paleotemperature analysis of the Caribbean cores P6304-8 and P6304-9, and a generalized temperature curve for the past 425,000 years. **Journal of Geology**, v. 74, p. 102-124, 1966.

_____. **Pleistocene temperature**. J. Geol.v.63, n.6, p. 538-577, 1955.

EMILIANI, E. **Depth habitats of some species of pelagic foraminífera as indicated by oxygen isotope ratios**. Am. J. Sci., 252:149-158. 1954.

ERICSON, D.B.; EWING ,M.; WOLLIN, G. Pliocene-Pleistocene boundary in deep- sea sediments. **Science**, v. 139, p. 727-737, 1963.

ERICSON, D.B.; WOLLIN, G. Coiling direction of *Globorotalia truncatulinoides*. **Deep-Sea Research**, 2: 152 - 158. 1964.

_____; _____. Micropaleontological and isotopic determinations of Pleistocene climates. **Micropaleontology**, 2: 257-270, 1956.

_____; _____. Pleistocene climates and chronology in the deep sea sediments. **Science**, v. 162, p.3859. 1968.

FIGUEIRÊDO J.G. **Análise Qualitativa e Quantitativa dos Foraminíferos da Baía de Todos os Santos**: uma Abordagem Sedimentológica. 2000. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociência, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

FIGUEIREDO S.M.C. **Levantamento e Zoneamento batimétrico das assembleias de foraminíferos da plataforma continental do Município de Conde, Bahia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociência, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

FIGUEIREDO, S.M.C.; MACHADO, A.J.; ARAÚJO, T.M.F. ARAUJO, H.A.B. Zoneamento batimétrico das assembleias de Foraminíferos da Plataforma e do Talude Continentais do Município de Conde, Bahia. **Gravel**, 9(1), p. 1-10. 2011.

FREIRE, G.S.S.; CAVALCANTI, V.M.M.; MAIA, L.P.; LIMA, S.F. Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará. In: **Anais do Simpósio de Geologia do Nordeste**, Fortaleza, p. 209-211. 1997.

_____. **Geologia Marinha da Plataforma Continental do Estado do Ceará**. Recife. 1985. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-graduação em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

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

GASSE, F.; FONTES, J.C.; PLAZIAT, J.C. Geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from north Sahara. **Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.**, 60:1-46. 1987.

HAYWARD, B.; GROSS, O. (2010) Foraminifera. World Register of Marine Species. Available from: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1410> (accessed 12 February 2011). Hrvatski hidrografski institut (1999) Peljar I. Jadransko more – Istočna obala.

HAYWARD, B.W.; LE COZE, F.; GROSS, O. (2017). **World Foraminifera Database**. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=113474> on 2018-01-26

HILBRECHT H. 1996. **Extant planktic foraminifera and the physical environment in the Atlantic and Indian Oceans**. Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der Eidgen. Technischen Hochschule und der Universitat Zurich, Neue Folge. No. 300, 93 pp. <http://www.marinespecies.org/foraminifera/aphia.php?p=taxdetails&id=113433> on 2018-01-26

HEMLEBEN, Ch.; SPINDLER, M.; ANDERSON, O.R.: **Modern Planktonic Foraminifera**, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1989.

HUBER, R. et al. Recent and Pleistocene carbonate dissolution in sediments of the Norwegian-Greenland Sea. **Marine Geology** 165(1-4), 123-136. 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(99\)00138-3](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(99)00138-3)>.

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

KENNETT, J.P.; HUDDLESTON, P. **Late Pleistocene Paleoclimatology, foraminiferal Biostratigraphy and Tephrochronology**, West Gulf of Mexico. *Quaternary Research* 2: 38-69. 1995.

_____; SRINAVASAM, M.S. **Neogene Planktonic Foraminifera: a phylogenetic Atlas**. Stroudsburg: Hutchinson Ross Publishing Company, 1983.

KIM, J.K.; KENNETT, J.P. Paleoenvironmental changes associated with the Holocene marine transgression, Yellow Sea (Hwanghae). **Marine Micropaleontology**, v. 34, p. 71-89. 1998.

KOWSMANN, R.O.; VICALVI, M.A. Descrição e datação dos furos da campanha Bucentaur 2003 na área de Jubarte/Cachalote (Bloco BC-60). PDEXP/PETROBRAS. **Relatório interno RT GEOF n°008/2003**, 2003.

KUCERA, M.; KENNETT, J.P. Biochronology and evolutionary implications of Late Neogene California margin planktonic foraminiferal events. **Marine Micropaleontology**, v. 40, p. 67-81. 2000.

KUCERA M. **Planktonic foraminifera as tracers of past oceanic environments**. In: HILLARI, C. M.; VERNAL, A. (Eds.). **Developments in Marine Geology**, v. 1, Proxies in Late Cenozoic Paleoceanography. Elsevier. p. 213-262. 2007.

IWAI, F.S. **Estudo morfométrico em foraminíferos planctônicos da margem continental brasileira**. 2015. Tese (Doutorado em Oceanografia Geológica). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, doi:10.11606/T.21.2015.tde-08102015-154119. Acesso em: 7 jun. 2018.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P. Recifes de coral associados à sedimentação com alto teor de siliciclásticos, Proceedings of the **Simpósio sobre processos sedimentares e problemas ambientais na zona costeira nordeste do Brasil**, Recife, v. 1, p. 113-115. 1995.

LEÃO, Z.M.A.N.; BRICHTA, A.A. plataforma continental. In: BARBOSA, J.S.F.; DOMINGUEZ, J.M.L. (Eds.). **Texto explicativo para o Mapa Geológico ao Milionésimo**. Salvador, p.125-135. 1995.

_____.;_. 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. 1996.

_____. **Abrolhos**: o complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Sítios Geográficos e Paleontológicos do Brasil, 1999. Disponível em:<<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>>.

_____.; MACHADO, A.J. Variação da cor dos grãos Carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. **Revista Brasileira de Geociências**. v.19 n.1 p. 87-91. 1989.

LE COZE, F.; GROSS, O. **World Foraminifera Database**. Accessed through: **World Register of Marine Species** at. 2017. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=418110> on 2018-01-26. Acesso em:26/01/2018

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

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

LEITE 2015. Scientiæ zudia, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 811-39, 2015 - José Correa Leite Faculdade de Comunicação, Fundação Armando Álvares Penteado, São Paulo, Brasil.

www.scielo.br/pdf/ss/v13n4/2316-8994-ss-13-04-00811.pdf

LESSA, D.V.O. **Variabilidade da ressurgência na região de Cabo Frio (RJ) durante os últimos 1000 anos com base na associação de foraminíferos planctônicos.** Niterói, 2009. 2009. Dissertação (Mestrado em Geoquímica). Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

LESSA, D.V.O. 2013 **Paleoceanografia do sistema de ressurgência de cabo frio (rj) nos últimos 12.000 anos inferida por geoquímica e assembleias de foraminíferos planctônicos.** Niterói: UFF. Programa de Geoquímica, 2013.169p.

LOEBLICH, A.R.JR.; TAPPAN, H. Foraminiferal genera and their classification. **Van Nostrand Reinhold Ed.**, 847 est. 1988.

LUDWIG, J.A & E REYNOLDS, J.F., 1988. **Statical ecology. A primer on methods and computing.** Jhon Wiley, new York, 340p.

MACHADO, A.J. Coloração dos Foraminíferos Bentônicos e Planctônicos dos Sedimentos da margem Continental Norte Brasileira. In: XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC, Salvador –BA. **Suplemento de ciências e cultura**, v. 33, 1981.

_____. Foraminíferos da margem continental do maranhão (Plio/Holoceno). **Acta Geológica Leopoldensia**, 18 (4): 97-209. 1995.

MACEDO D.L.S. **Análise das Assembleias de foraminíferos do sedimento da zona costeira dos municípios de Salvador e Camaçari, Estado da Bahia.** 1994. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar) Instituto de Geociência, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

MADUREIRA, L.S.-P.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B. **Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil.** São Paulo: EDUSP. 2006.

MALLO, M.et al. PATRIZIA. Z. GRAHAM, P.; MORTYN, L; SCHIEBEL, R. & GRELAUD, M. 2017 : Low planktic foraminiferal diversity and abundance. *Biogeosciences*, 14, 2245–2266, 2017 www.biogeosciences.net/14/2245/2017/ doi:10.5194/bg-14-2245-2017 © Author(s) 2017. CC Attribution 3.0 License

MARGALEF, R. **Perspectivas de la Teoria Ecológica.** Barcelona: Blume, 1958.

MARQUES, W. S. et al. Análises de $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ em sedimentos ricos em foraminíferos da margem continental do Nordeste brasileiro, entre os estados do Ceará e Pernambuco.

Revista de Geologia, 18 (1): 7-15. 2005.

MARTIN, L. et al. Quaternary evolution of the central Brazilian coast – The role of relative sealevel variation and of shoreline drift. **Reports in Marine Science**, UNESCO, v.43, p.97 – 145.1987.

_____. et al. **Mapa geológico do quaternário costeiro do Estado da Bahia** - Esc. 1:250.000. Salvador-BA: SME/CPM. 60p. (Texto explicativo e mapa). 1980.

MEDEIROS, Y.D.P. et al. Sistema de Apoio a decisões para Pleito de Outorga e Cobrança na Sub-Bacia do rio Jacuípe. In: **IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas**, Foz do Iguaçu, Brasil.

MELO et al. Salvador to Vitoria, Southeastern Brazil. In: MILLIMAN, J.D.; SUMMERHAYES, C.P. (Eds.). **Upper continental Margin sedimentation off Brazil (Contributions to Sedimentology)**, nº 4, p. 8-116. 1975.

MORAES, S.S. **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. 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

MORAES, S.S.; MACHADO, A.J. **Fauna de Foraminíferos do Estado da Bahia: Dados Preliminares**. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9.,2003, Recife. Resumo expandido. Recife, ABEQUA,2003, 1 CD-ROM.

NETO, A.S.R. **Análise da microfauna de foraminíferos e zoneamento bioestratigráfico do sopé e talude continentais do norte do estado da Bahia**. 2012.Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

NETTO. M.A. **Modificações da zona costeira no extremo Sul da Bahia, nos últimos 150 anos, e seu impacto na sedimentação de Abrolhos**. 2008. (Tese de Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1989.

PAKER, F.L. **Planktonic foraminiferal species in Pacific Sediments Micropaleotology**, v.8, n.2, p. 219-254, 1962.

PASSOS, R.F. **Mudanças Ambientais Ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao longo do Holoceno, e sua resposta nas associações de foraminíferos.** 2000. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo.

PETRÓ, S.M. **Evolução paleoceanográfica e estratigrafia isotópica com foraminíferos planctônicos no quaternário tardio da bacia de campos.** 2013. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PIANNA, B.R. **Padrões de distribuição dos foraminíferos planctônicos na subsuperfície do talude continental inferior do Estado da Bahia, Brasil.** 2010. Monografia (Graduação em Oceanografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

_____. **Zoneamento bioestratigráficos e paleoclimático, com base em foraminíferos, do sopé e talude continentais da bacia do Jacuípe, Bahia, Brasil.** 2012. Dissertação em Geologia Costeira e sedimentar. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

_____. **Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do quaternário superior do sopé e talude continentais da bacia de jacuípe, bahia, brasil.** 2017. Tese de doutorado em Geologia Costeira e sedimentar. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador.

PIELOU, E.C. **An introduction to mathematical ecology.** New York: Wiley- Interscience. 1969.

PORTILHO-RAMOS, R.C.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; BELÉM, A.L.; MENDOZA, U.; BARBOSA, C.F. Projeto Ressurgência: Processos geoquímicos e oceanográficos no limite entre as bacias de Campos e Santos. **Boletim de Geociências da Petrobras.** v.20, Issue 1-2, November 2011, Pages 193-210. 2011.

PORTILHO-RAMOS, R.C.P. **Caracterização paleoceanográfica do testemunho JPC-95, margem continental Sul Brasileira, com base em foraminíferos planctônicos e isótopos estáveis de oxigênio.** 2006. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental). Universidade Federal Fluminense. Niterói

PRELL, W.L.; DAMUTH, J.E. **The climate-related diachronous disappearance of *Pulleniatina obliquiloculata* in late quaternary sediments of the Atlantic and Caribbean.** Marine Micropaleontology, V. 3, p. 267-277. 1978.

PUJOL,C.;GRAZZINI,V.C. **Distribution patterns of live planktic foraminifera related to regional hydrography and productive system of the Mediterranean Sea**, Mar.Micropaleontol., 25, 187–217, 1995.

REBOTIM A.S. **Foraminíferos planctônicos como indicadores das massas de água a norte e a sul da frente/corrente dos açores: evidências de dados de abundância e isótopos estáveis**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar). Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto.

RENAUD, S.; SCHMIDT, D.N. Habitat tracking as a response of the planktonic foraminifer *Globorotalia truncatulinoides* to environmental fluctuations during the last 140 kyr. **Marine Micropaleontology**, 49:97-122. doi:10.1016/S03778398(03)00031-8. 2003.

REVIZEE. **Levantamento o estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil**. Oceanografia Geológica. 1995

ROCHA, A.T.; UBALDO, M.L. Foraminíferos do Terciário Superior e do Quaternário da Província Portuguesa de Timor. Mem. Junta Invest. **Ultram**. Lisboa, 2 (51): 9-180. 1964.

RODRIGUES, G.B.; FAUTH, G. **Terrae Didactica**, 9, 34-49. 2013.

ROETTGER, E.U. Observações ecológicas sobre foraminíferos recentes da costa do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 42, p. 40-63, 1973.

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

SANJINÉS, A.E.S. **Biocronoestratigrafia e correlação gráfica de três testemunhos a pistão do talude continental da Bacia de Campos, RJ – Brasil**. Dissertação. 2006. (Dissertação de Mestrado). Pós-graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SANTAROSA, A.C.A. **Caracterização Paleoceanográfica de um Testemunho da Bacia de Santos com base em Foraminíferos Planctônicos do Holoceno**. 2010. Dissertação. (Dissertação de Mestrado) Pós-graduação do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo.

SANTOS Jr, E.C. **Variações na paleotemperatura superficial da água do mar, durante os últimos 20.000 anos na margem continental brasileira com base em estudos**

quantitativos e isotópicos em foraminíferos planctônicos. 2005. Dissertação. (Dissertação de Mestrado) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SCHIEBEL, R.; HEMLEBEN, C. **Planktic foraminifers in the modern ocean.** Berlin: Springer, 2017.

SCHIEBEL, R.; THIERSTEIN, H. R.; BOLLMANN, J.; SCHMIDT, D. N. Abiotic forcing of plankton evolution in the Cenozoic, **Science**, 303, 207–210, 2004. Site de busca: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search>

SEN GUPTA, B.K. Foraminifera in marginal marine environments. In: SEN GUPTA, B.K (Ed.). **Modern foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht**, p. 141- 159. 1999.

SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **Bolletim Systematical Technologycal J.**, 27: 379-423. 1949.

SILVEIRA, I. C. A. et al. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 48, n. 2, p. 171–183, 2000.

SORANO, M.R.G.D.S. **Distribuição de Foraminíferos Planctônicos (0–100 M Na Coluna D'água) e seu registro no sedimento na margem continental sudeste brasileira, entre São Sebastião, Sp, Cabo de São Tomé, RJ.** 2006. Tese (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

SPEZZAFERRI, S.; KUCERA, M.; PEARSON, P.N.; WADE, B.S.; RAPPO, S.; POOLE, C.R.; MORARD, R.; STALDER, C. **Fossil and genetic evidence for the polyphyletic nature of the planktonic foraminifera “Globigerinoides”, and description of the new genus Trilobatus,** PLOS One, 10, doi:10.1371/journal.pone.0128108, 2015.

STAINFORTH, R.M; LAMB, J.L.; LUTERBACHER, H.; BEARD, J.H.; JEFFORDS, R.M.; Cenozoic planktonic foraminifera zonation and characteristics of index forms.

The University of Kansas Paleontological Contributions, art. 62, 2v, 1975.

STRAMMA, L. & ENGLAND, M. 1999. **On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Oceano** 1. *Geophys. Res.*, 104(C9): 20863-20883.

SUGUIU, K. **Dicionário de geologia marinha.** Ed. T.A. Queiroz, 1992, v. 15, 91- 111p. 1992.

SUGUIO, K. et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**. v.15, p.273-286. 1985.

SUGUIO K. **Some aspects of the Neo- Cenozoic sedimentation in the Cananeia-Iguape lagoonal region, São Paulo, Brazil**. *Estudos Sedimentológicos*: v.1: p.25- 33. 1971.

SUMMERHAYES, C.P.et al. Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil. In: MILLIMAN, J.D.; SUMMERHAYES, C.P. (Eds.). Upper continental Margin sedimentation off Brazil. Contributions to Sedimentology, Stuttgart. **Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung**. v.4, p. 44-77. 1975.

TESTA, V. Quaternary sediments of shallow shelf, Rio Grande do Norte, NE, Brazil. 1996. Ph.D. Dissertation. Royal Holloway University of London, University of London.

TINOCO, I.M. Foraminíferos planctônicos dos sedimentos superficiais da margem continental do estado do Pará e do Território do Amapá. **Anais Congresso Brasileiro Paleontologia/Estratigrafia, 2**: 507-516. 1985.

_____. Foraminíferos planctônicos dos Sedimentos Superficiais da Margem continental dos Estados de Alagoas e Sergipe (Nordeste do Brasil). **Anais Academia Brasileira Ciências**, 52 (3): 539-553. 1980.

_____. **Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes**. Recife: Universitária da UFPE. 1989.

TODD, R.; BRÖNNIMANN, P. Recent foraminifera and thecamoebina from the eastern Gulf of Paria. **Cushman Foundation for Foraminiferal Research**, Special Publication, v.3, p.1-43. 1957.

_____. The Foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the "Albatross", 1899- 1900; part 4 **Rotaliform Families and planktonic Families**. U.S. National Museum, Smithsonian institution, Washington 161: 1-139, 29 est., 5 tab. 1965.

VAN EIJDEN, A.J.M.; SMIT, J. Eastern Indian Ocean Cretaceous and Paleogene quantitative biostratigraphy. In: Proceedings of the Ocean Drilling Program, **Scientific Results** Vol. 121 Eds: Weissel, J. Peirce, J. Taylor, E. Alt, J. p. 77-123. (1991).

VERGNAUD-GRAZZINI, C.; PUJOL, C.; DUPRAT, J. Oxygen isotope stratigraphy and paleoclimatology of Southwestern Atlantic Quaternary sediments (Rio Grande Rise) at Deep Sea Drilling Project Site 517, **Dee-Sea Drilling Project**, Leg 72. Initial Reports DSDP, 72:871-884. 1983.

VITAL, H.; ESTEVES, L.S.; ARAÚJO, T.C.M.; PATCHINEELAM, S.M. 2005. Oceanografia geológica e geofísica da plataforma continental brasileira. In: SOUZA, C.R.G.; SOUZA, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Orgs.). **Quaternário do Brasil**. Ed. Holos. Ribeirão Preto (SP), 153-175.

VICALVI, M.A.; MILLIMANJ,D. Carbonate Sedimentation on the Continental Shelf off Southern Brazil, with special reference to the benthic foraminifera. In: **Projeto REMAC**, Coletânea de trabalho, 71-75, Petróleos Brasileiros S.A., RJ (Brasil), n.1, 231p. 1977.

_____. et al. Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental leste brasileira. **Boletim Técnico PETROBRÁS**. 1978.

_____. PALMA; J.J. C. 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**, v.23, p. 3-11. 1980.

_____. **Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo adjacente, com base em foraminíferos planctônicos**. 1999. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

_____. Zoneamento bioestratigrafico e paleoclimatico dos sedimentos do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos, **Boletim de Geociência da PETROBRAS**, v.11 (1/2): p.132-165. 1997.

YAMASHITA, C. **Distribuição dos Foraminíferos Bentônicos vivos no Talude e Platô de São Paulo. Bacia de Campos: fatores ambientais condicionantes**. 2011.(Dissertação de Mestrado). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo.

ZERFASS, G.S.A.; SÁNCHEZ, F.J.S.; CHEMALE JR., F. Aplicação de métodos isotópicos e numéricos em paleoceanografia com base em foraminíferos planctônicos. **Terra e Didática**, 7(1):4-17. 2011.

APÊNDICE

Tabela I: Granulometria e teor de carbonato de cálcio dos testemunhos estudados.

Testemunho	Amostra	Cascalho (%)	Areia (%)	Lama (%)	CaCO ₃ (%)
REG157	1	5,85	80,33	13,82	33,23
	2	0,34	26,86	72,8	13,11
	3	0,2	29,65	70,15	11,35
	4	0,10	27,49	72,41	12,05
	5	0,01	24,49	75,5	14,87
	6	0,52	52,5	46,98	17,24
	7	3,13	93,2	3,67	36,98
	8	4,07	92,93	3,00	26,78
	9	6,87	73,61	19,52	18,44
	10	1,33	49,31	49,36	17,53
SIS93	1	0	40,38	59,62	19,72
	2	0	23,33	76,67	19,31
	3	3,03	24,37	72,6	13,58
	4	0	27,93	72,07	31,42
	5	0,01	21,26	78,73	20,84
	6	0	27,69	72,31	18,08
	7	0	34,27	65,73	25,32
	8	0	15,82	84,18	15,76
	9	0,1	20,71	79,19	21,01
	10	0,01	21,27	78,72	23,11
REG102	1	0,09	5,44	94,47	13,94
	2	0	2,97	97,03	15,54
	3	0	4,8	95,2	14,8
	4	0	5,82	94,18	18,09
	5	0	41,51	58,49	20,30
	6	0	41,73	58,27	16,77
	7	0	6,19	93,81	17,54
	8	0	3,28	96,72	14,31
	9	0	7,35	92,65	18,69
	10	0	12,24	87,76	25,63
SIS239	1	0,06	25,46	74,48	31,66
	2	0,02	24,52	75,46	29,32
	3	0,05	22,66	77,29	21,82
	4	0	12,55	87,45	16,62
	5	0	22,56	77,44	17,35
	6	0	32,95	67,05	20,38
	7	0	30,85	69,15	5,29
	8	0,04	46,81	53,15	20,11
	9	0,01	78,29	21,7	5,04
	10	0,05	82,26	17,69	10,71
SAT58	1	0,94	13,48	85,58	10
	2	0,67	13,34	85,99	17,42
	3	0,06	13,36	86,58	16,24
	4	0	4,88	95,12	16,69
	5	0	4,48	95,52	16,7
	6	0	5,65	94,35	10,06
	7	0	3,33	96,67	11,33
	8	0	3,87	96,13	14,82
	9	0,05	5,17	94,78	14,74
	10	0	3,38	96,62	14,03

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Tabela II: Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho REG157

Prof. = Profundidade na seção do testemunho, AA= Abundância absoluta AR = Abundância relativa.

P R O F U N D I D A D E (c m)	T o p o	10		20		30		40		50		60		70		80		90		AR T o t a l (%)	C A T E G O R I A	
		A B U N D Â N C I A A B S O L U T A E R E L A T I V A - R E G 1 5 7																				
ESP É C I E	AA (1)	AR (1)	AA (2)	AR (2)	AA (3)	AR (3)	AA (4)	AR (4)	AA (5)	AR (5)	AA (6)	AR (6)	AA (7)	AR (7)	AA (8)	AR (8)	AA (9)	AR (9)	AA (10)	AR (10)		
Candeina nitida	1	0,32	0	0,00	6	1,97	1	0,32	0	0,00	3	1,00	6	2,00	1	0,33	3	1,00	3	0,99	0,79	Traço
Gallietia vivans	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
Glo bigerina bullo ides	5	1,61	3	0,99	0	0,00	2	0,63	3	0,98	3	1,00	4	1,33	2	0,66	3	1,00	2	0,66	0,89	Traço
Glo bigerina falco nensis	3	0,97	1	0,33	0	0,00	1	0,32	1	0,33	3	1,00	3	1,00	1	0,33	2	0,67	0	0,00	0,49	Traço
Glo bigerina calida	5	1,61	4	1,32	1	0,33	1	0,32	2	0,66	2	0,66	1	0,33	0	0,00	0	0,00	2	0,66	0,59	Traço
Glo bigerina siphonifera	7	2,26	3	0,99	6	1,97	2	0,63	9	2,95	4	1,33	3	1,00	3	0,99	3	1,00	3	0,99	1,41	Acessória
Glo bigerina glutinata	11	3,55	18	5,94	14	4,61	7	2,21	13	4,26	15	4,98	12	4,00	3	0,99	11	3,67	20	6,58	4,08	Acessória
Glo bigerina uvula	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0,07	Traço
Glo bigerina ides conglobatus	0	0,00	2	0,66	5	1,64	3	0,95	8	2,62	2	0,66	10	3,33	3	0,99	3	1,00	0	0,00	1,19	Acessória
Glo bigerina ides ruber (pink)	81	26,13	77	25,41	107	35,20	131	41,32	68	22,30	34	11,30	62	20,67	41	13,58	61	20,33	65	21,38	23,76	Principal
Glo bigerina ides ruber (white)	96	30,97	106	34,98	92	30,26	86	27,13	119	39,02	187	62,13	81	27,00	122	40,40	139	46,33	124	40,79	37,90	Principal
Glo bigerina ides sacculifer	59	19,03	42	13,86	38	12,50	44	13,88	43	14,10	22	7,31	55	18,33	74	24,50	43	14,33	52	17,11	15,50	Principal
Globo rotalia crassaformis	4	1,29	4	1,32	5	1,64	6	1,89	7	2,30	2	0,66	7	2,33	3	0,99	5	1,67	2	0,66	1,48	Acessória
Globo rotalia hirsuta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,67	2	0,66	0	0,00	0	0,00	0,13	Traço
Globo rotalia inflata	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
Globo rotalia menardii	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	11	3,67	8	2,65	1	0,33	0	0,00	0,73	Traço
Globo rotalia scitula	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
Globo rotalia truncatulinoides L	9	2,90	11	3,63	11	3,62	15	4,73	18	5,90	3	1,00	13	4,33	13	4,30	7	2,33	2	0,66	3,34	Acessória
Globo rotalia truncatulinoides R	1	0,32	2	0,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	3	0,99	0,23	Traço
Globo rotalia tumida	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
Globo turbo rotalia rubescens	10	3,23	17	5,61	7	2,30	5	1,58	9	2,95	19	6,31	14	4,67	8	2,65	8	2,67	19	6,25	3,82	Acessória
Globo turbo rotalia tenella	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
Neogloboquadrina dutertrei	4	1,29	3	0,99	4	1,32	5	1,58	2	0,66	0	0,00	4	1,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33	0,82	Traço
Neogloboquadrina pachyderma L	1	0,32	2	0,66	4	1,32	3	0,95	3	0,98	0	0,00	2	0,67	3	0,99	4	1,33	0	0,00	0,72	Traço
Orbulina universa	6	1,94	2	0,66	3	0,99	3	0,95	0	0,00	0	0,00	4	1,33	6	1,99	2	0,67	6	1,97	1,05	Acessória
Pulleniatina obliquiculata	2	0,65	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	1	0,33	1	0,33	0	0,00	0,20	Traço
Sphaeroidinella dehiscentes	1	0,32	3	0,99	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	1,00	5	1,66	2	0,67	0	0,00	0,46	Traço
Turbo rotalia quinqueloba	2	0,65	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Tabela III: Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho **SIS93**

Prof. = Profundidade na seção do testemunho, AA= Abundância absoluta AR = Abundância relativa.

PROFUNDIDADE (cm)	Topo		10		20		30		40		50		60		70		80		90		AR Total (%)	CATEGORIA		
	ABUNDÂNCIA ABSOLUTA E RELATIVA - SIS93																							
	AA (1)	AR (1)	AA (2)	AR (2)	AA (3)	AR (3)	AA (4)	AR (4)	AA (5)	AR (5)	AA (6)	AR (6)	AA (7)	AR (7)	AA (8)	AR (8)	AA (9)	AR (9)	AA (10)	AR (10)				
Candeina nitida	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	5	1,60	3	0,99	5	1,66	5	1,67	0	0,00	0	0,00	0,62	Traço		
Globigerina bulloides	4	1,31	3	0,97	1	0,33	3	0,99	7	2,24	2	0,66	4	1,32	2	0,67	2	0,65	0	0,00	0,91	Traço		
Globigerina falconensis	4	1,31	11	3,55	5	1,64	3	0,99	2	0,64	3	0,99	0	0,00	0	0,00	5	1,61	3	0,96	1,17	Acessória		
Globigerinella calida	3	0,98	3	0,97	0	0,00	3	0,99	3	0,96	3	0,99	1	0,33	2	0,67	2	0,65	0	0,00	0,65	Traço		
Globigerinella siphonifera	13	4,25	6	1,94	9	2,95	6	1,97	4	1,28	2	0,66	0	0,00	7	2,33	6	1,94	1	0,32	1,76	Acessória		
Globigerinita glutinata	11	3,59	33	10,65	5	1,64	8	2,63	2	0,64	10	3,30	21	6,95	14	4,67	13	4,19	8	2,57	4,08	Acessória		
Globigerinita uvula	2	0,65	0	0,00	1	0,33	1	0,33	0	0,00	0	0,00	2	0,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,20	Traço		
Globigerinoides conglobatus	0	0,00	1	0,32	5	1,64	1	0,33	5	1,60	2	0,66	2	0,66	7	2,33	1	0,32	3	0,96	0,88	Traço		
Globigerinoides ruber (pink)	111	36,27	36	11,61	59	19,34	91	29,93	81	25,96	77	25,41	56	18,54	69	23,00	53	17,10	69	22,19	22,94	Principal		
Globigerinoides ruber (white)	86	28,10	139	44,84	98	32,13	111	36,51	64	20,51	123	40,59	162	53,64	115	38,33	158	50,97	166	53,38	39,90	Principal		
Globigerinoides sacculifer	32	10,46	29	9,35	91	29,84	43	14,14	94	30,13	35	11,55	19	6,29	42	14,00	36	11,61	30	9,65	14,70	Principal		
Globorotalia crassaformis	2	0,65	2	0,65	4	1,31	4	1,32	6	1,92	8	2,64	1	0,33	7	2,33	3	0,97	0	0,00	1,21	Acessória		
Globorotalia menardii	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,64	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,06	Traço		
Globorotalia scitula	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,07	Traço		
Globorotalia truncatulinoides L	9	2,94	0	0,00	6	1,97	7	2,30	16	5,13	13	4,29	9	2,98	9	3,00	8	2,58	9	2,89	2,81	Acessória		
Globorotalia truncatulinoides R	2	0,65	0	0,00	2	0,66	0	0,00	1	0,32	1	0,33	0	0,00	2	0,67	0	0,00	2	0,64	0,33	Traço		
Globoturborotalita rubencens	14	4,58	40	12,90	3	0,98	13	4,28	8	2,56	9	2,97	17	5,63	9	3,00	10	3,23	17	5,47	4,56	Acessória		
Globoturborotalita tenella	7	2,29	0	0,00	1	0,33	0	0,00	1	0,32	4	1,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,43	Traço		
Neogloboquadrina dutertrei	0	0,00	2	0,65	5	1,64	1	0,33	0	0,00	2	0,66	1	0,33	3	1,00	1	0,32	0	0,00	0,49	Traço		
Neogloboquadrina incompta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço		
Neogloboquadrina pachyderma L	0	0,00	2	0,65	0	0,00	3	0,99	1	0,32	4	1,32	1	0,33	2	0,67	4	1,29	2	0,64	0,62	Traço		
Neogloboquadrina pachyderma R	2	0,65	0	0,00	1	0,33	1	0,33	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,16	Traço		
Orbulina universa	4	1,31	1	0,32	9	2,95	1	0,33	9	2,88	1	0,33	0	0,00	3	1,00	2	0,65	1	0,32	1,01	Acessória		
Pulleniatina obliquiculata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	1	0,32	0	0,00	0,10	Traço		
Sphaeroidinella dehiscentes	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,65	0	0,00	0,13	Traço		
Turborotalita quinqueloba	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,03	Traço		

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Tabela IV Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho **REG102**

Prof. = Profundidade na seção do testemunho, AA= Abundância absoluta AR = Abundância relativa.

PROFUNDIDADE (cm)	Topo		10		20		30		40		50		60		70		80		90		AR Total (%)	CATEGORIA
	ABUNDÂNCIA ABSOLUTA E RELATIVA - REG102																					
ESPÉCIE	AA (1)	AR (1)	AA (2)	AR (2)	AA (3)	AR (3)	AA (4)	AR (4)	AA(5)	AR(5)	AA(6)	AR (6)	AA (7)	AR (7)	AA (8)	AR (8)	AA (9)	AR (9)	AA (10)	AR (10)		
Beela digitata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,65	0	0,00	0	0,00	0,06	Traço
Candeina nitida	19	5,92	8	2,66	7	2,26	4	1,29	3	0,96	1	0,33	0	0,00	1	0,32	0	0,00	2	0,63	1,44	Acessória
Globigerina bulloides	8	2,49	4	1,33	1	0,32	4	1,29	3	0,96	3	0,99	4	1,22	2	0,65	3	0,97	4	1,27	1,15	Acessória
Globigerina falconensis	1	0,31	1	0,33	2	0,65	1	0,32	0	0,00	0	0,00	1	0,30	2	0,65	0	0,00	1	0,32	0,29	Traço
Globigerinella calida	3	0,93	1	0,33	4	1,29	2	0,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,65	0	0,00	0	0,00	0,39	Traço
Globigerinella siphonifera	14	4,36	6	1,99	9	2,90	4	1,29	4	1,29	4	1,32	1	0,30	1	0,32	5	1,62	4	1,27	1,67	Acessória
Globigerinita glutinata	11	3,43	17	5,65	8	2,58	8	2,59	14	4,50	11	3,64	19	5,79	14	4,55	20	6,49	8	2,53	4,18	Acessória
Globigerinita uv ula	3	0,93	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,13	Traço
Globigerinoides conglobatus	1	0,31	6	1,99	6	1,94	3	0,97	5	1,61	3	0,99	8	2,44	3	0,97	4	1,30	4	1,27	1,38	Acessória
Globigerinoides ruber (pink)	65	20,25	59	19,60	64	20,65	60	19,42	51	16,40	79	26,16	53	16,16	73	23,70	68	22,08	64	20,25	20,47	Principal
Globigerinoides ruber (w hite)	131	40,81	141	46,84	122	39,35	143	46,28	110	35,37	109	36,09	161	49,09	140	45,45	150	48,70	134	42,41	43,04	Principal
Globigerinoides sacculifer	26	8,10	28	9,30	56	18,06	42	13,59	83	26,69	52	17,22	48	14,63	37	12,01	34	11,04	68	21,52	15,22	Principal
Globorotalita crassaformis	5	1,56	3	1,00	7	2,26	2	0,65	11	3,54	2	0,66	7	2,13	6	1,95	1	0,32	2	0,63	1,47	Acessória
Globorotalita hirsuta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,66	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
Globorotalia inflata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,03	Traço
Globorotalia menardii	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
Globorotalia scitula	1	0,31	1	0,33	1	0,32	2	0,65	0	0,00	0	0,00	2	0,61	2	0,65	1	0,32	0	0,00	0,32	Traço
Globorotalia truncatulinoide L	12	3,74	9	2,99	10	3,23	16	5,18	15	4,82	14	4,64	16	4,88	9	2,92	6	1,95	9	2,85	3,72	Acessória
Globorotalia truncatulinoide R	2	0,62	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
Globorotalia tumida	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0,06	Traço
Globoturborotalita rubescens	4	1,25	5	1,66	2	0,65	7	2,27	6	1,93	2	0,66	3	0,91	8	2,60	5	1,62	4	1,27	1,48	Acessória
Globoturborotalita tenella	1	0,31	4	1,33	3	0,97	5	1,62	2	0,64	3	0,99	2	0,61	0	0,00	2	0,65	2	0,63	0,78	Traço
Neogloboquadrina dutertrei	2	0,62	1	0,33	4	1,29	2	0,65	4	1,29	3	0,99	3	0,91	0	0,00	0	0,00	2	0,63	0,67	Traço
Neogloboquadrina incompta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	7	2,32	0	0,00	1	0,32	2	0,65	2	0,63	0,39	Traço
pachy derma L	1	0,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,06	Traço
Orbulina univ ersa	8	2,49	2	0,66	2	0,65	3	0,97	0	0,00	3	0,99	0	0,00	3	0,97	3	0,97	0	0,00	0,77	Traço
Pulleniatina obliquiloculata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	1	0,32	4	1,27	0,19	Traço
Sphaeroidinella dehiscens	3	0,93	2	0,66	2	0,65	1	0,32	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,32	Traço

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Tabela V Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho **SIS239**

Prof. = Profundidade na seção do testemunho, AA= Abundância absoluta AR = Abundância relativa.

PROFUNDIDADE (cm)	Topo		10		20		30		40		50		60		70		80		90		AR Total (%)	CATEGORIA		
	ABUNDÂNCIA ABSOLUTA E RELATIVA - SIS239																							
	AA (1)	AR (1)	AA (2)	AR (2)	AA (3)	AR (3)	AA (4)	AR (4)	AA (5)	AR (5)	AA (6)	AR (6)	AA (7)	AR (7)	AA (8)	AR (8)	AA (9)	AR (9)	AA (10)	AR (10)				
Beela digitata	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0,06	Traço		
Candeina nitida	1	0,33	6	1,99	0	0,00	0	0,00	4	1,33	4	1,33	1	0,33	2	0,66	3	1,00	0	0,00	0,70	Traço		
Gabietella vivans	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço		
Globigerina bulloides	1	0,33	3	1,00	2	0,64	2	0,67	5	1,67	2	0,67	1	0,33	0	0,00	5	1,66	4	1,27	0,82	Traço		
Globigerina falconensis	1	0,33	2	0,66	1	0,32	1	0,34	2	0,67	2	0,67	1	0,33	1	0,33	3	1,00	4	1,27	0,59	Traço		
Globigerinella calida	1	0,33	1	0,33	4	1,29	5	1,68	3	1,00	9	3,00	3	1,00	5	1,65	2	0,66	4	1,27	1,22	Acessória		
Globigerinella siphonifera	6	1,97	4	1,33	5	1,61	5	1,68	11	3,67	4	1,33	8	2,67	10	3,30	8	2,66	7	2,23	2,24	Acessória		
Globigerinita glutinata	11	3,61	9	2,99	20	6,43	3	1,01	7	2,33	9	3,00	9	3,00	15	4,95	12	3,99	9	2,87	3,42	Acessória		
Globigerinoides conglobatus	5	1,64	3	1,00	4	1,29	3	1,01	1	0,33	3	1,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	2	0,64	0,72	Traço		
Globigerinoides ruber (pink)	76	24,92	63	20,93	84	27,01	94	31,54	76	25,33	93	31,00	75	25,00	74	24,42	96	31,89	55	17,52	25,97	Principal		
Globigerinoides ruber (white)	120	39,34	157	52,16	124	39,87	109	36,58	124	41,33	105	35,00	129	43,00	122	40,26	89	29,57	141	44,90	40,23	Principal		
Globigerinoides sacculifer	33	10,82	27	8,97	36	11,58	42	14,09	35	11,67	33	11,00	34	11,33	37	12,21	39	12,96	40	12,74	11,74	Principal		
Globorotalia crassaformis	0	0,00	1	0,33	0	0,00	1	0,34	0	0,00	1	0,33	0	0,00	2	0,66	0	0,00	0	0,00	0,17	Traço		
Globorotalia hirsuta	0	0,00	0	0,00	2	0,64	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,06	Traço		
Globorotalita menardii	5	1,64	0	0,00	2	0,64	5	1,68	2	0,67	0	0,00	2	0,67	2	0,66	1	0,33	3	0,96	0,72	Traço		
Globorotalia truncatulinoidea L	15	4,92	7	2,33	11	3,54	8	2,68	8	2,67	7	2,33	12	4,00	8	2,64	12	3,99	4	1,27	3,04	Acessória		
Globorotalia truncatulinoidea R	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,67	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,64	0,13	Traço		
Globorotalia tumida	1	0,33	0	0,00	0	0,00	1	0,34	1	0,33	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0,13	Traço		
Globoturborotalita rubescens	22	7,21	13	4,32	10	3,22	6	2,01	11	3,67	17	5,67	13	4,33	13	4,29	19	6,31	29	9,24	5,03	Principal		
Globoturborotalita tenella	1	0,33	1	0,33	0	0,00	2	0,67	2	0,67	1	0,33	1	0,33	2	0,66	0	0,00	3	0,96	0,43	Traço		
Neogloboquadrina dutertrei	4	1,31	1	0,33	1	0,32	3	1,01	3	1,00	8	2,67	5	1,67	3	0,99	3	1,00	1	0,32	1,06	Acessória		
Neogloboquadrina pachyderma L	0	0,00	0	0,00	1	0,32	3	1,01	2	0,67	0	0,00	2	0,67	1	0,33	1	0,33	2	0,64	0,40	Traço		
Neogloboquadrina pachyderma R	0	0,00	0	0,00	3	0,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço		
Orbulina universa	0	0,00	1	0,33	0	0,00	1	0,34	2	0,67	2	0,67	1	0,33	3	0,99	5	1,66	2	0,64	0,56	Traço		
Pulleniatina obliquiloculata	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	1	0,33	1	0,33	0	0,00	0,10	Traço		
Sphaeroidinella dehiscens	1	0,33	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,07	Traço		

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)

Tabela VI Abundância absoluta e relativa das espécies de foraminíferos ao longo do testemunho **REG58**

Prof. = Profundidade na seção do testemunho, AA= Abundância absoluta AR = Abundância relativa.

PROFUNDIDADE (cm)	Topo	10		20		30		40		50		60		70		80		90		AR Total (%)	CATEGORIA	
	ABUNDÂNCIA ABSOLUTA E RELATIVA - REG58																					
ESPÉCIE	AA (1)	AR (1)	AA (2)	AR (2)	AA (3)	AR (3)	AA (4)	AR (4)	AA (5)	AR (5)	AA (6)	AR (6)	AA (7)	AR (7)	AA (8)	AR (8)	AA (9)	AR (9)	AA (10)	AR (10)		
<i>Candeina nitida</i>	5	1,68	2	0,67	10	3,31	5	1,62	12	3,99	6	1,99	0	0,00	3	0,96	2	0,66	2	0,64	1,55	Acessória
<i>Globigerina bulloides</i>	4	1,34	12	4,04	6	1,99	1	0,32	2	0,66	7	2,33	1	0,33	2	0,64	4	1,32	4	1,29	0,03	Traço
<i>Globigerina falconensis</i>	3	1,01	3	1,01	1	0,33	9	2,92	3	1,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	1	0,32	1,43	Acessória
<i>Globigerinella calida</i>	2	0,67	0	0,00	1	0,33	3	0,97	2	0,66	3	1,00	1	0,33	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,69	Traço
<i>Globigerinella siphonifera</i>	3	1,01	1	0,34	0	0,00	1	0,32	0	0,00	6	1,99	2	0,65	0	0,00	2	0,66	0	0,00	0,43	Traço
<i>Globigerinita glutinata</i>	6	2,01	4	1,35	10	3,31	12	3,90	10	3,32	25	8,31	16	5,23	18	5,75	22	7,26	8	2,57	0,50	Traço
<i>Globigerinita uvula</i>	0	0,00	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4,30	Acessória
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	4	1,34	5	1,68	0	0,00	0	0,00	6	1,99	4	1,33	1	0,33	1	0,32	5	1,65	7	2,25	0,03	Traço
<i>Globigerinoides ruber (pink)</i>	67	22,48	59	19,87	82	27,15	66	21,43	94	31,23	60	19,93	39	12,75	42	13,42	79	26,07	60	19,29	1,09	Acessória
<i>Globigerinoides ruber (white)</i>	123	41,28	144	48,48	126	41,72	156	50,65	96	31,89	146	48,50	204	66,67	193	61,66	123	40,59	164	52,73	21,36	Principal
<i>Globigerinoides sacculifer</i>	44	14,77	45	15,15	41	13,58	30	9,74	38	12,62	26	8,64	25	8,17	29	9,27	43	14,19	33	10,61	48,42	Principal
<i>Globorotalia Theyeri</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11,67	Principal
<i>Globorotalia crassaformis</i>	5	1,68	3	1,01	5	1,66	3	0,97	8	2,66	1	0,33	3	0,98	2	0,64	3	0,99	4	1,29	1,22	Acessória
<i>Globorotalia hirsuta</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
<i>Globorotalia menardii</i>	1	0,34	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
<i>Globorotalia scitula</i>	4	1,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	2	0,66	0	0,00	5	1,60	0	0,00	0	0,00	0,39	Traço
<i>Globorotalia truncatulinoides L</i>	3	1,01	2	0,67	7	2,32	6	1,95	17	5,65	8	2,66	2	0,65	4	1,28	3	0,99	8	2,57	1,97	Acessória
<i>Globorotalita truncatulinoides R</i>	1	0,34	0	0,00	4	1,32	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,64	0	0,00	2	0,64	0,33	Traço
<i>Globorotalia tumida</i>	2	0,67	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0,10	Traço
<i>Globoturbotalita rubescens</i>	5	1,68	5	1,68	2	0,66	9	2,92	5	1,66	2	0,66	6	1,96	5	1,60	8	2,64	11	3,54	1,90	Acessória
<i>Globoturbotalita tenella</i>	1	0,34	5	1,68	2	0,66	0	0,00	0	0,00	1	0,33	1	0,33	0	0,00	1	0,33	1	0,32	0,40	Traço
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>	5	1,68	2	0,67	0	0,00	1	0,32	5	1,66	1	0,33	3	0,98	0	0,00	4	1,32	3	0,96	0,79	Traço
<i>Neogloboquadrina incompta</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
<i>Neogloboquadrina pachyderma L</i>	1	0,34	1	0,34	2	0,66	2	0,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,32	1	0,33	0	0,00	0,26	Traço
<i>Orbulina universa</i>	3	1,01	0	0,00	2	0,66	1	0,32	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,66	2	0,64	0,36	Traço
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	4	1,34	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,20	Traço
<i>Sphaeroidinella dehiscons</i>	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,10	Traço
<i>Turbotalita clarkei</i>	0	0,00	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,03	Traço
<i>Turbotalita quinqueloba</i>	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,07	Traço

Fonte: Figueiredo, S.M.C. (2018)