

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS
HUMANAS E NATURAIS PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
AMBIENTAL

ANITA GOMES RUSCHI

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DA DEPRESSÃO DE ABROLHOS (ES,
BRASIL) BASEADO NA DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS
BENTÔNICOS**

VITÓRIA – ES

2022

ANITA GOMES RUSCHI

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DA DEPRESSÃO DE ABROLHOS (ES,
BRASIL) BASEADO NA DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS
BENTÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como partes dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Alex Cardoso Bastos

Coorientador: André Rosch Rodrigues

VITÓRIA – ES

2022

ANITA GOMES RUSCHI

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DA DEPRESSÃO DE ABROLHOS (ES,
BRASIL) BASEADO NA DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS
BENTÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como partes dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos – Orientador
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dra. Patrícia Beck Eichler-Baker
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dra. Maria Alejandra Gómez Pivel
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Vitória, 21 de dezembro de 2022.

AGRADECIMENTOS

À Capes pelo financiamento do projeto IODP-Brasil que permitiu a coleta do testemunho e o pagamento das análises realizadas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da UFES pela oportunidade.

Ao Laboratório de Ultraestrutura Celular Carlos Alberto Redins (LUCCAR) da UFES e ao edital MCT/FINEP/CT- INFRA – PROINFRA 01/2006 e ao técnico Tadeu Ériton Caliman Zanardo, por viabilizarem as imagens de microscopia eletrônica de varredura.

Ao Laboratório de Isótopos Estáveis/Centro de Pesquisas em Geocronologia e Geoquímica Isotópica (CPGeo) no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc - USP) e ao Ao Prof. Christian Millo (IO/USP) pelas análises de isótopos realizadas nesse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos (DOE/UFES), só tenho a agradecer por todos aprendizados.

Ao coorientador André Rosch Rodrigues, por me ensinar a arte da micropaleontologia, obrigado e muito obrigado.

Ao colega e colaborador desse estudo Paulo Cetto, além de colaborador em todo processo, por ajudar a inimiga da tecnologia a fazer figuras coloridas.

À Fabiana Karla de Almeida, por me ensinar bastante, assim como André e também pelas incontáveis ajudas durante todo processo.

Ao meu pai por ter deixado a herança do amor pela ciência e nada mais nada menos que um microscópio estereoscópio binocular, famosa lupa. E minha mãe (samãe) por patrocinar minha luxuosa vida de patricinha dedicada a vida acadêmica.

Um beijo da anita.

RESUMO

A transgressão pós- último máximo glacial foi marcada por eventos seculares de flutuação climática que influenciaram diretamente a evolução paleoambiental nas plataformas continentais globais. Durante a transgressão, eventos de resfriamento como o *Younger Dryas* (YD) e de rápido degelo, como os pulsos de degelo (*Meltwater Pulse* – MWP), além de outros, tiveram um papel importante na variação das taxas de subida relativa do nível do mar, bem como na formação de ambientes costeiros. O foco deste estudo é a plataforma sul de Abrolhos, que é marcada por uma feição conhecida como Depressão de Abrolhos (DA), já tendo sido descrita anteriormente como uma paleolaguna. O objetivo deste estudo é investigar a formação dessa paleolaguna e as variações paleoambientais que ela foi submetida durante a transgressão marinha nos últimos 18 mil anos. O estudo foi conduzido utilizando um testemunho localizado no centro da DA, coletado à 63 m de profundidade. O foco principal da análise paleoambiental foi feito com base na identificação de foraminíferos bentônicos e datação por carbono 14, além da utilização de proxies geoquímicos previamente disponíveis. Os resultados mostraram que ao longo do testemunho foram classificados 85 táxons, sendo 69 no nível hierárquico de espécie e 16 no nível hierárquico de gênero. Foi possível dividir o testemunho em 4 Biofácies baseando-se nas assembleias de foraminíferos bentônicos: As Biofácies CH reúnem as amostras da base, 288 a 251cm, onde as espécies dominantes desse grupo foram *Criboelphidium* sp. e *Hanzawaia boueana*. A Biofácies At reúne as amostras 241 a 111cm, onde a espécie dominante é *Ammonia tepida*. A espécie também frequente nesse grupo é *Criboelphidium excavatum*. A Biofácies AC reúne as amostras 101 a 41cm, onde as espécies dominantes são *A. tepida* e *C. excavatum*. A Biofácies HQ reúne as amostras do topo, 31 a 2cm, onde as espécies dominantes são *H. boueana* e *Quinqueloculina lamarckiana*. A partir da análise das assembleias de foraminíferos a evolução paleoambiental da DA pode ser revista apontando para o seguinte modelo: A base do testemunho aponta para a presença de concreções carbonáticas que pode compor uma superfície cárstica de ravinamento. A deposição da Biofácies CH se dá sobre essa superfície e aponta para a influência marinha e início da formação da paleolaguna em torno de 13 mil anos A.P. A formação da DA se dá durante o YD e a mesma apresenta duas fases distintas em termos de sedimentação e circulação no ambiente lagunar. Em um primeiro momento, entre 12800 e 12500 anos cal A.P. a laguna é caracteristicamente confinada com menor circulação e a partir de cerca de 12500 anos ocorre um aumento da circulação da laguna marcada pelo aumento da densidade, riqueza e diversidade de foraminíferos bentônicos. O final do YD é marcado por uma mudança significativa nas Biofácies, onde os organismos apontam para um ambiente marinho (Biofácies AC) raso, o que é corroborado por todos os proxies sedimentológicos e geoquímicos. Essa mudança paleoambiental está associada ao MWP-1B. Com a contínua subida do nível do mar, o ambiente vai se tornando marinho aberto, porém ainda ocorre uma mudança em torno de 8000 anos A.P. que marca definitivamente a presença de organismos típicos da plataforma externa, ou seja, profundidades superiores a 50m.

ABSTRACT

The post-last glacial maximum transgression was marked by secular climate fluctuation events that directly influenced paleoenvironmental evolution on global continental shelves. During the transgression, cooling events such as the Younger Dryas (YD) and rapid melting events such as Meltwater Pulse (MWP), among others, played an important role in varying the rates of relative sea level rise, as well as in the formation of coastal environments. The focus of this study is the south shelf of Abrolhos, which is marked by a feature known as the Abrolhos Depression (AD), having previously been described as a paleolagoon. The objective of this study is to investigate the formation of this paleolagoon and the paleoenvironmental variations that it was submitted to during the marine transgression in the last 18 thousand years. The study was conducted using a core located in the center of the DA, collected at a depth of 63 m. The main focus of the paleoenvironmental analysis was based on the identification of benthic foraminifera and carbon 14 data, in addition to the use of previously available geochemical proxies. The results showed that throughout the core, there were 85 classified taxa, of which 69 being at the hierarchical level of species, and 16 at the hierarchical level of genus. It was possible to divide the core into 4 Biofacies based on the assemblages of benthic foraminifera: the Biofacies CH gather samples from the base, 288 to 251cm, and the dominant species of this group were found to be the *Criboelphidium* sp. and the *Hanzawaia boueana*. The Biofacies At brings together samples from 241 to 111cm, where the dominant species is the *Ammonia tepida*. Another common species in this group is the *Criboelphidium excavatum*. The Biofacies AC gathers samples from 101 to 41cm, where the dominant species are the *A. tepida* and the *C. excavatum*. The Biofacies HQ brings together the top samples, 31 to 2 cm, where the dominant species are the *H. boueana* and the *Quinqueloculina lamarckiana*. From the analysis of foraminifera assemblages, the paleoenvironmental evolution of the AD can be reviewed to be pointing to the following model: The base of the core indicates the presence of carbonate concretions that can compose a karstic ravine surface. The deposition of the Biofacies CH occurs on this surface and suggests marine influence and the beginning of the formation of the paleolagoon around 13,000 years BP. The formation of the DA occurs during the YD and it presents two distinct phases in terms of sedimentation and circulation in the lagoon environment. At first, between 12800 and 12500 cal years B.P., the lagoon is characteristically confined with less circulation, and from around 12,500 years onwards there is an increase in the lagoon circulation, marked by an increase in the density, richness, and diversity of benthic foraminifera. The end of the YD is marked by a significant change in the Biofacies, where the organisms point to a shallow marine environment (Biofacies AC), which is corroborated by all sedimentological and geochemical proxies. This paleoenvironmental change is associated with MWP-1B. With the continuous rise in sea level, the environment becomes open marine, but there is still a change at around 8000 years B.P., which definitively marks the presence of organisms typical of the outer shelf, that is, from depths greater than 50m.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa da Plataforma de Abrolhos e localização do testemunho DA03A_5B. 15
- Figura 2:** Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck et al. (2014), Abdul et al. (2016) e Blanchon (2011) e em destaque os principais eventos paleoceanográficos globais desse período..... 17
- Figura 3:** Detalhe da área da depressão e dos testemunhos trabalhados por Vicalvi (1977), D'Agostini (2017) e Macedo (2017) e o testemunho do presente estudo D03A_5B. 19
- Figura 4:** Dados compilados de Cetto (2022) testemunho DA_03A5B. Textura do grão, teor de CaCO₃; nitrogênio total (NT); Razão C/N; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022). 21
- Figura 5:** Imagens de MEV; 1. *Ammonia tepida* (141 cm); 2. *Ammonia tepida* (91 cm); 3. *Ammonia* sp. (91 cm); 4. *Criboelphidium excavatum* (2 cm); 5. *Criboelphidium excavatum* (171 cm); 6. *Criboelphidium excavatum* (271 cm); 7. *Elphidium crispum* (2 cm); 8. *Elphidium crispum* (2 cm); 9. *Cibicides* sp. 288cm; 10. *Nummulites venosus* (21 cm); 11. *Hanzawaia boueana* – dorsal (2 cm); 12. *Hanzawaia boueana* - ventral (2 cm); 13. *Siphonina bradyana* (61 cm); 14. *Hanzawaia* sp. - dorsal (281 cm); 15. *Hanzawaia* sp. - ventral (281 cm); 16. *Rosalina floridana* - umbilical (71 cm); 17. *Neoeponides* sp. - dorsal (11 cm); 18. *Neoeponides* sp. - ventral (11 cm); 19. *Neoeponides* sp. - ventral (271 cm); 20. *Neoeponides* sp. - dorsal (271 cm); 21. *Amphistegina radiata* (11 cm); 22. *Amphistegina radiata* (31 cm); 23. *Amphistegina radiata* (2 cm); 24. *Amphistegina* sp. (271cm). Barra de escala = 100 µm. 30
- Figura 6:** Imagens de MEV. 1. *Nonionoides grateloupi* (71 cm); 2. *Nonionoides grateloupii* (71 cm); 3. *Pseudononion japonicum* (71 cm); 4. *Bolivina striatula* (281 cm); 5. *Bolivina* sp. (11 cm); 6. *Bolivina* sp. (101 cm); 7. *Cibicides fletcheri* (91 cm); 8. *Cibicides fletcheri* (91 cm); 9. *Bigenerina nodosaria* (2 cm); 10. *Liebussella soldanii* (2 cm); 11. *Textularia pseudogramen* (81 cm); 12. *Textularia candeiana* (81 cm); 13. *Textularia aglutinans* (71 cm); 14. *Sigmilopsis schumbergeri* (11 cm); 15. *Quinqueloculina lamarckiana* (11 cm); 16. *Quinqueloculina venusta* (91 cm); 17. *Quinqueloculina venusta* (31 cm); 18. *Sigmamiliolinella australis* (101 cm); 19. *Sigmamiliolinella australis* (101 cm); 20. *Archaias angulatus* (91 cm); 21. *Cornuspira involvens* (51 cm); 22. *Pyrgo elongata* (41 cm); 23. *Pyrgo elongata* (41 cm); 24. *Pyrgo lucernula* (61 cm); 25. *Peneroplis planatus* (31 cm); 26. *Peneroplis planatus* (2 cm); 27. *Peneroplis planatus* (2 cm). Barra de escala = 100 µm. 31
- Figura 7:** Distribuição geral das espécies classificadas de acordo com a composição das carapaças..... 32

Figura 8: Índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade e Índice AE ao longo do testemunho; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).	33
Figura 9: Gráfico da distribuição das espécies com abundância relativa > 1,4% identificadas no testemunho. Valores expressos em percentagem.	35
Figura 10: Distribuição geral das espécies classificadas ao longo do testemunho de acordo com a composição das tecas, modo de vida e distribuição das famílias Ammoniidae e Elphidiidae; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).	36
Figura 11: Cluster Análise Hierárquica de Cluster (AHC): espécies com abundância relativa >2% em pelo menos 2 amostras; Distância: Dissimilaridade de Bray-Curtis (square root); Método de agrupamento: Ward's Method.	38
Figura 12: NMDS – com base na mesma matriz de similaridade (Bray-Curtis) utilizada na AHC.	39
Figura 13: Valores da análise isotópica de oxigênio $\delta^{18}\text{O}$ e carbono $\delta^{13}\text{C}$ em foraminíferos bentônicos do gênero <i>Cibicides</i> ; intervalo em cinza indica amostras com valores indetectáveis pelo equipamento utilizado; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).	41
Figura 14: Gráfico geral com dados compilados: Distribuição das espécies com abundância relativa > 1,4% identificadas; Índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade e Índice AE; Dados geoquímicos com os valores de teor de CaCO_3 , teor de Matéria orgânica e C/N elementar, distribuição textural do sedimento (% cascalho, areia e lama) e datação por C^{14} .	43
Figura 15: Zoom realizado nas incrustações de origem carbonática secundária em suas carapaças das espécies (1). <i>C. excavatum</i> (10000x - 271 cm) e (2). <i>Neoeponides</i> sp. (6000x - 271 cm); Barra de escala = 100 μm .	47
Figura 16: (a) Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck <i>et al.</i> (2014), Abdul <i>et al.</i> (2016) e Blanchon (2011); datações calibradas do presente testemunho obtidos por Cetto (2022) e testemunhos realizados por D'Agostini (2017) e Vicalvi <i>et al.</i> (1978); em destaque os principais eventos paleoceanográficos globais desse período. (b) Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck <i>et al.</i> (2014), Abdul <i>et al.</i> (2016) e Blanchon (2011); em destaque as Biofácies; datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista taxonômica dos táxons identificados no testemunho DA03A_5B.....	28
Tabela 2: Espécies que compõem as quatro biofácies encontradas através da Análise Hierárquica de Agrupamento.....	37
Tabela 3: Tabela síntese da Biofácies com as principais espécies, interpretação paleoambiental e parâmetros sedimentológicos geoquímicos.....	44

LISTA ANEXOS

- Anexo 1:** Tabela com os dados compilados de Cetto (2022) testemunho DA_03A5B. Textura do grão, teor de CaCO_3 , idades calibradas (anos A.P.); nitrogênio total (NT); Razão C/N. 64
- Anexo 2:** Tabela mostrando os resultados de datação calibrados das amostras do testemunho DA03A-5B obtidos por Cetto (2022) e dos testemunhos realizados por D'Agostini (2017) e Vicalvi et al. (1978). 65
- Anexo 3:** Tabela com os índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade; Distribuição geral das espécies classificadas ao longo do testemunho de acordo com a: composição das tecas e modo de vida; Valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem) 66
- Anexo 4:** Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).
..... 67
- Anexo 5:** Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).
..... 68
- Anexo 6:** Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).
..... 69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. ÁREA DE ESTUDO	14
3. MATERIAL E MÉTODO.....	18
3.1. Coleta e Processamento das amostras	18
3.2. Análise sedimentológica e geoquímica	19
3.3. Sub-Amostragem, Triagem e Classificação Taxonômica	22
3.4. Análises isotópicas	23
3.5. Análise dos dados.....	23
3.5.1. Análises ecológicas	23
3.5.2. Índice <i>Ammonia-Elphidium</i> (IAE).....	25
3.5.3. Análise multivariadas	26
4. RESULTADOS.....	26
4.1. Caracterização da microfauna de Foraminíferos bentônicos	26
4.2. Fauna de foraminíferos.....	32
4.3. Resultado das análises multivariadas e Biofácies	36
4.4. Variação dos valores isotópicos	40
5. DISCUSSÃO	42
5.1. Interpretação paleoambiental	42
5.2. Evolução paleoambiental da DA.....	51
6. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

O Período Quaternário é marcado por grandes flutuações climáticas definidas por períodos glaciais e interglaciais, que induzem à ciclos de variação eustática do nível do mar (Suguio, 1977). Os processos de subida e descida do nível do mar são descritos como processos transgressivos e regressivos, respectivamente. No último máximo glacial (~20000 AP), o nível do mar esteve a cerca de 120 m abaixo do nível atual, expondo a plataforma continental (Melo et al., 1975; Vicalvi et al., 1978; Fairbanks, 1989; Rabineau et al., 2006; Lambeck et al., 2014). Dentro dos ciclos de subida e descida do nível do mar, os processos transgressivos são geralmente marcados por altas taxas de subida do nível relativo (Curry, 1964). Durante a transgressão pós- último máximo glacial, as taxas de subida rápida do nível do mar foram interrompidas por períodos de estabilidade, conhecidos como *stillstands* (Lambeck et al., 2014). Durante os *stillstands* ambientes costeiros foram sendo formados e posteriormente afogados durante os pulsos de degelo (*meltwater pulses* - MWP), que marcam as altas taxas de subida do nível do mar. Sendo assim, conforme a plataforma continental vai sendo inundada durante a deglaciação, os ambientes sedimentares vão mudando de tipicamente continentais, para ambientes costeiros/estuarinos e posteriormente ambiente marinho aberto. A investigação do processo de resposta sedimentar à inundaçãõ da plataforma pode ser feita através da reconstruçãõ paleoambiental. Uma das principais ferramentas para reconstruçãõ paleoambiental é a análise de biofácies de foraminíferos.

Foraminíferos são protistas unicelulares preferencialmente marinhos, sensíveis a mudanças ambientais e atuam como paleoindicadores de características ambientais, já que as carapaças destes organismos são preservadas como fósseis em muitas formações geológicas desde o início do Período Cambriano (Sen Gupta, 1999; Pawlowski et al., 2003). São indicadores de uma série de mudanças em ambiente marinho, como mudanças climáticas, circulação marinha, caracterização de sedimentação, transporte de sedimentos, dentre outros (Barbosa e Seoane, 2004). São largamente utilizados pois possuem distribuições geológicas e geográficas distintas, e por possuírem características ecológicas, biológicas e taxonômicas bem conhecidas (Boltovskoy e Wright, 1976; Boltovskoy et al., 1991), que permitem saber em detalhe a idade dos sedimentos e as circunstâncias sob as quais foram depositados (Cushman, 1955).

As densidades e distribuições dos foraminíferos são determinadas por parâmetros ambientais, onde temperatura, salinidade, teor de oxigênio e disponibilidade de nutrientes são os principais (Boltovskoy et al., 1980; Schönfeld, 2001; Brasier, 2005; Murray, 2006; Sousa et al., 2012), há também influencia da intensidade de luz, hidrodinâmica (Renema e Troelstra, 2001), e pelo tipo de sedimento ou substrato (Hyams-Kaphzan et al., 2008). Assim, com base nos foraminíferos bentônicos é possível muitas vezes reconstruir condições paleoambientais estimando variações de alguns parâmetros ambientais (Murray, 2006). Alterações desses parâmetros se refletem, sobretudo, no tamanho, na espessura e forma das carapaças; assim como na distribuição vertical das populações ao longo do depósito sedimentar e na composição das associações das espécies encontradas (Sousa et al., 2012).

A Depressão de Abrolhos (DA), feição importante da plataforma de Abrolhos, é considerada uma paleolaguna holocênica sendo investigada por Vicalvi et al., 1978; D'Agostini, 2017 e Macedo, 2017. Os autores ressaltam os ambientes transicionais que se instalaram na depressão, mas não discutem em detalhe a variação desses ambientes transicionais e nem a passagem do ambiente costeiro para o ambiente marinho aberto. Desta maneira, esse trabalho pretende investigar, a evolução paleoambiental da Depressão de Abrolhos (DA) durante a transgressão pós- último máximo glacial, a partir da análise de associações de foraminíferos bentônicos em testemunho, com foco na passagem de ambientes transicionais para marinho aberto.

O presente projeto pretende ainda relacionar a fauna de foraminíferos com dados sedimentológicos e geoquímicos ao longo do tempo estabelecido por datação de radioisótopos de carbono 14 (C^{14}). Assim, o trabalho tem metas específicas que seriam:

- Realizar análise qualitativa e quantitativa dos foraminíferos bentônicos ao longo do testemunho para definir as biofácies a partir do padrão de distribuição das espécies;
- Verificar a influência de pulsos de degelo na mudança das biofáceis e nos paleoambientes e correlacionar com os dados sedimentológicos e geoquímicos disponíveis;

- Refinar os modelos já estabelecidos de evolução paleoambiental e paleoecológica para a DA.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Plataforma Continental de Abrolhos (PCA) é um alargamento da plataforma leste-sudeste brasileira, entre 17°S e 20°S, chegando a uma largura de até 220 km de extensão (Melo et al., 1975) e uma área de cerca de 46.000 km² (Figura 1). A área de estudo está localizada na porção sul da plataforma continental, descrita por Vicalvi et al. (1978) como a DA, situada no entorno da isóbata de 40 m, circundada por altos batimétricos de aspecto recifal (Bastos et al., 2015). D'Agostini et al. (2019) descreve a variação morfológica da PCA apontando para um contraste entre os setores norte e sul, sendo o setor norte marcado por uma extensa plataforma interna (< 30 m de profundidade) com a ocorrência das principais estruturas recifais na margem brasileira (Moura et al., 2013 e Leão et al., 2003), e o setor sul marcado pela depressão de Abrolhos e canais com direção N-S. A principal corrente oceânica nesta região da plataforma continental é a Corrente do Brasil, que é derivada do ramo sul da Corrente Equatorial. Águas mornas, salinas e pobres em nutrientes que fluem para o sul caracterizam a Corrente do Brasil; a influência da corrente estende-se desde a superfície até profundidades de aproximadamente 400 m (Muller et al., 1998). A PCA recebe influência das águas de origem tropical e aos sistemas de águas continentais dos rios Caravelas (Alcobaça), Itaúnas, Mucuri, São Mateus e Rio Doce.

Segundo D'Agostini et al. (2015) a plataforma de Abrolhos é um dos principais exemplos modernos de sistema deposicional siliciclástico e carbonático misto, com ocorrência de sedimentação carbonática, crescimento recifal e entrada de sedimentação terrígena. Esse sistema compreende a porção norte com sedimentação terrígena e crescimento recifal na plataforma interna e bancos de rodolitos na plataforma externa, e a porção sul com uma mistura de sedimentação terrígena e carbonática na região da DA e um extenso banco de rodolitos na plataforma externa, que é considerado o maior banco de rodolitos do mundo (Melo et al., 1975; Leão e Ginsburg 1997; Leão e Kikuchi, 2005; Leão et al., 2006; Amado-Filho et al., 2012; Moura et al., 2013).

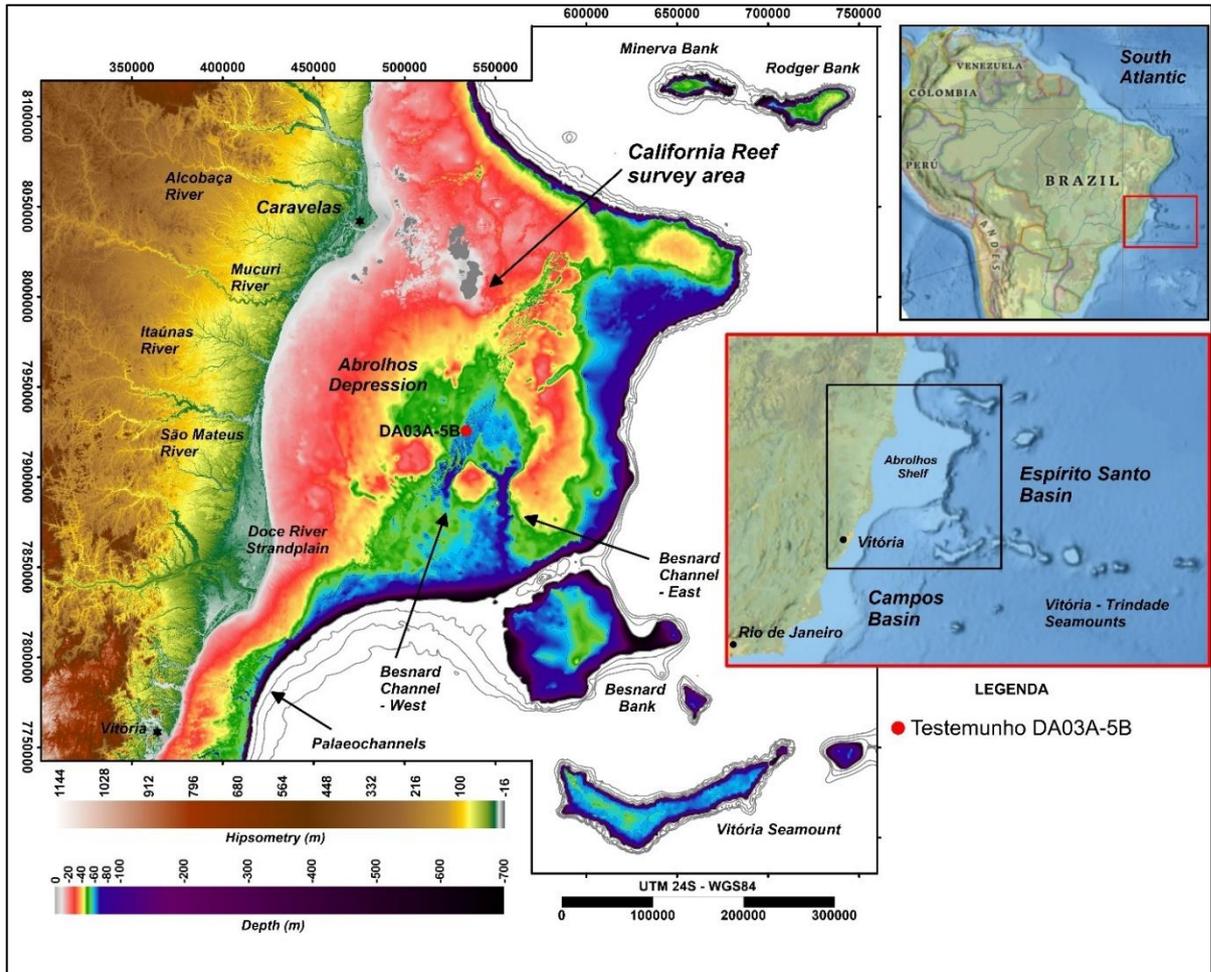


Figura 1: Mapa da Plataforma de Abrolhos e localização do testemunho DA03A_5B.

Desde o último máximo glacial, a plataforma de Abrolhos experimentou uma complexa evolução sedimentar, principalmente devido às oscilações do nível do mar ocorridas na margem continental brasileira. A evolução paleoambiental da Plataforma Continental de Abrolhos foi descrita segundo D'Agostini (2017) considerando os cenários: (1) Último Máximo Glacial, período entre 21.000 e 13.000 anos AP onde a plataforma é extensa e larga, com relevos cársticos e expressões morfológicas associadas ao desenvolvimento de uma rede de drenagem conectada ao talude através da DA e Canal Besnard; (2) Reconexão marinha com a plataforma: período entre 13.000 e 10.000 anos AP formando um ambiente marginal lagunar (até ~ 11.000 anos AP) seguido da formação de um ambiente marginal estuarino (entre ~ 11.000 a 10.000 anos AP); (3) Inundação: Entre aproximadamente 10.000 e 7.000 anos AP a plataforma foi

totalmente inundada e os ambientes costeiros foram sendo afogados; e (4) Estabelecimento dos ambientes atuais.

Cetto (2022) exibiu evidências morfológicas de uma estabilização durante o *Younger Dryas* (YD), destacando a maior influência de descargas fluviais na DA durante essa parada, seguido por uma rápida elevação do nível do mar que afogou e preservou a morfologia dessas características costeiras.

Resultados estratigráficos e morfológicos obtidos ao longo da plataforma centro-leste brasileira evidenciaram a influência de MWP-1B no Atlântico Sul, também mostrou que a desaceleração do nível do mar no YD controlou o estabelecimento de ambientes costeiros distintos ao longo da plataforma leste brasileira, ressaltando que a isóbata de 60m define a extensa presença de paleolitorais, inclusive a DA (Bastos *et al.*, 2022).

Portanto, a variação do nível do mar influencia diretamente na dinâmica sedimentar siliciclástica e carbonática, no alcance do escoamento fluvial, que pode ir até os limites externos da plataforma ou permanecer na plataforma interna, e no favorecimento (ou não) de condições para a precipitação carbonática dos organismos. Assim, as contribuições terrestres em ambientes de plataforma continental são condicionadas tanto pelas variações do nível do mar, quanto a variação no clima continental, que pode alternar entre elevada entrada fluvial em condições de clima mais úmido e pouca influência terrestre em períodos de clima seco.

De forma geral, o comportamento oceânico na costa sudeste brasileira durante os últimos 20.000 anos AP foi transgressivo, e designado como Transgressão Santos (Suguio e Martin, 1978). De forma mais detalhada, segundo Lambeck et al. (2014) os eventos de variação do nível do mar seguem a seguinte cronologia (Figura 2): o início do degelo ocorreu entre ~21.000 e 20 000 anos AP, com um aumento do nível do mar global de curta duração de ~10-15 m antes de 18.000 anos AP; entre ~18.000 e 16.500 anos AP houve um curto período de nível do mar quase constante; ~16.500 a 15.000 anos AP houve um aumento do nível do mar de ~25 m, esse período de aumento do nível do mar é seguido por um curto período de estabilidade (~500-600 anos); ~14.500 anos AP houve uma alta taxa de aumento do nível do mar com ~500 anos de

duração, chamado de Pulso de Degelo-1A (MWP-1A) onde as incertezas observacionais permanecem grandes incluindo diferenças no momento deste evento; ~14.000 a ~12.500 anos AP período de aumento do nível do mar de ~20 m em 1.500 anos; ~12.500 a 11.500 anos AP período de uma taxa de aumento muito reduzida que corresponde ao YD; ~11.300 anos AP um rápido aumento foi relatado, chamado de Pulso de Degelo-1B (MWP-1B); ~11.400 a 8.200 AP de aumento global quase uniforme; ~8.200 a 6.700 AP há uma taxa reduzida de aumento do nível do mar (porém Blanchon 2011 relatou MWP-1C); e por fim uma diminuição progressiva na taxa de aumento de 6.700 anos AP até o recente.

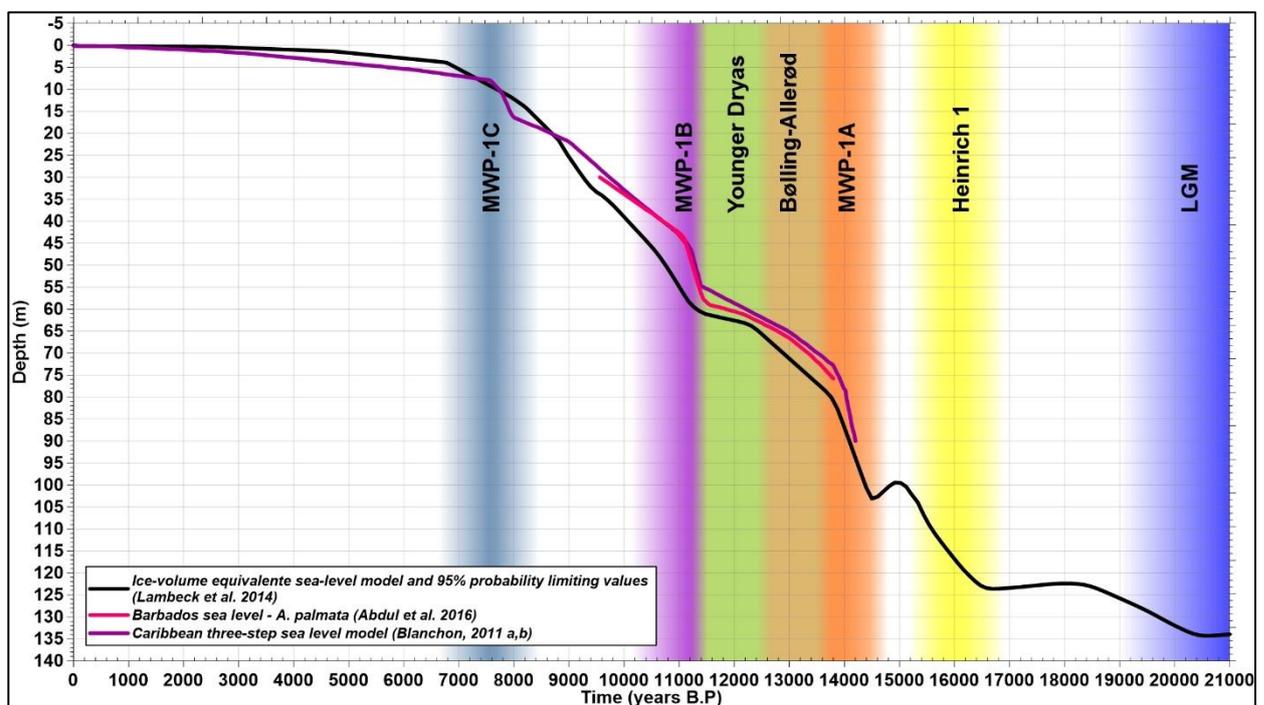


Figura 2: Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck et al. (2014), Abdul et al. (2016) e Blanchon (2011) e em destaque os principais eventos paleoceanográficos globais desse período.

Este contexto de variação das taxas de subida do nível do mar durante a transgressão pós-último máximo glacial e a feição morfológica da DA compõem a base para os objetivos desse estudo. O registro sedimentar e paleontológico na DA permitirá o estudo da evolução paleoambiental durante o final do Pleistoceno e início Holoceno, apontando assim as mudanças de regime sedimentar influenciadas pelo início do período interglacial.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Coleta e processamento das amostras

O trabalho foi realizado com um testemunho de sedimento marinho coletado na Depressão de Abrolhos em janeiro de 2019, com o sistema de *piston corer* e sua posição foi definida a partir de análise sismoestratigráfica da área de estudo (Cetto, 2022). O ponto definido para realizar o presente estudo está centralizado na depressão. O mesmo apresenta o registro completo da sequência de afogamento dessa feição em face ao processo transgressivo experimentado pela plataforma continental nos últimos ~18000 anos, uma vez que se encontra depositada acima de um refletor identificado como a discordância de exposição subaérea estabelecida até o máximo do último período glacial (UMG).

O testemunho escolhido para este trabalho foi inicialmente processado por Cetto (2022). As etapas seguidas estão descritas por Cetto (2022). Uma vez coletado, o testemunho foi armazenado em resfriamento no campo. Em laboratório, o testemunho foi aberto longitudinalmente, feito a descrição de fácies, fotografado e sub-amostrado em intervalos de 1 cm em cada lado do tubo, para análises geoquímicas (datação com C^{14} , conteúdo de matéria orgânica através da concentração de carbono orgânico total, nitrogênio total, isótopos estáveis C^{13} e N^{15}). As amostras correspondentes aos dois lados do tubo foram reunidas e congeladas a fim de preservar as características geoquímicas. O testemunho DA03A-5B possui 290 cm de recuperação, localizado nas coordenadas UTM 533781.04 e 7925606.24 (Fuso 24S), a aproximadamente 63 m de profundidade (Figura 3).

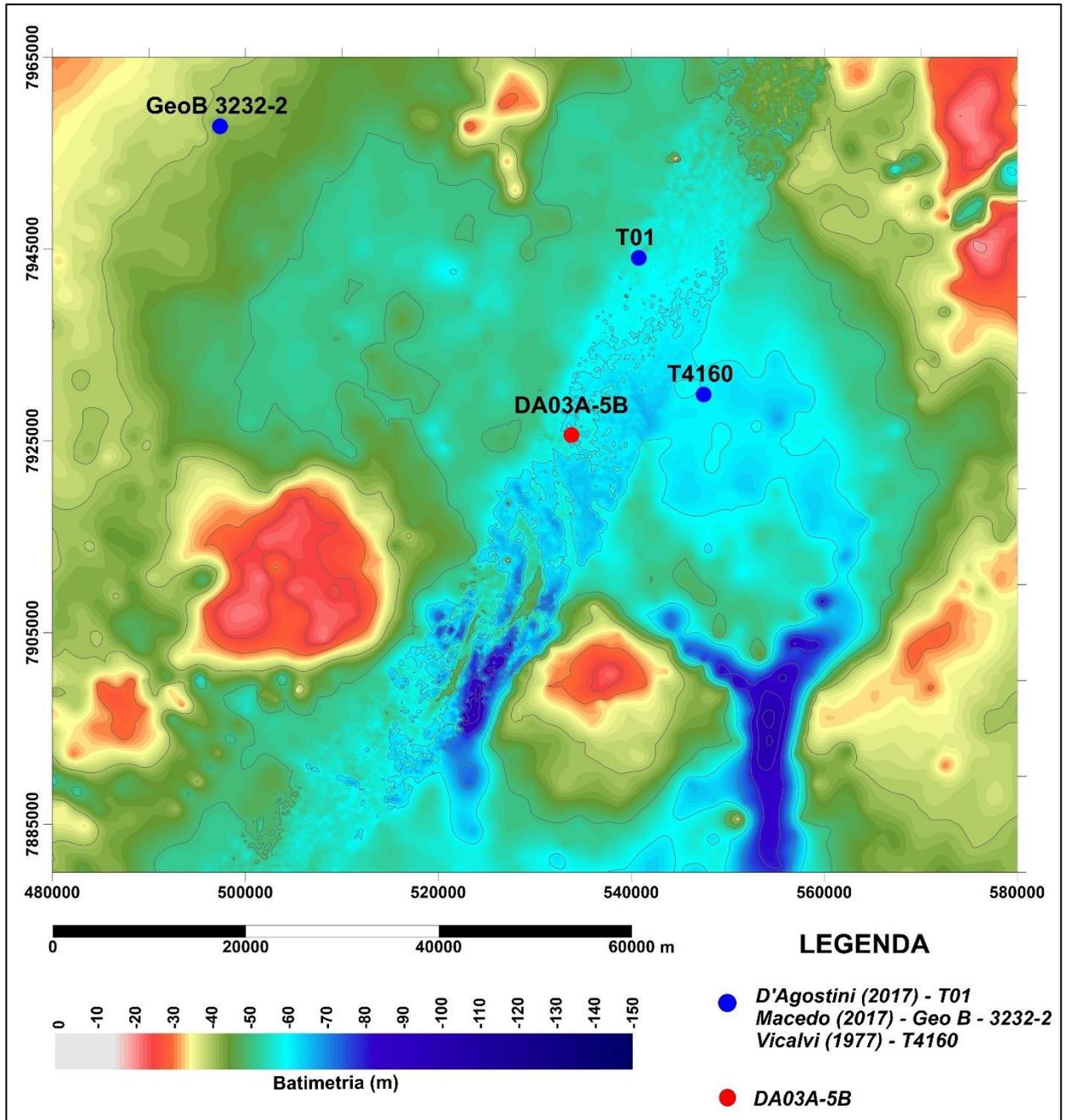


Figura 3: Detalhe da área da depressão e dos testemunhos trabalhados por Vicalvi (1977), D'Agostini (2017) e Macedo (2017) e o testemunho do presente estudo D03A_5B.

3.2. Análise sedimentológica e geoquímica

As análises sedimentológicas e geoquímicas (Figura 4) no testemunho do presente estudo foram realizados por Cetto (2022), e estão localizados no Anexo 1 e 2.

Especificamente as análises utilizadas de Cetto (2022) nesse trabalho foram: 1) Dados de tamanho das partículas (cascalho, areia e lama) feitos através de granulometria por peneiramento à úmido; 2) Conteúdo de carbonato de cálcio (%CaCO₃) através do método de dissolução com HCl a 10% (Gross, 1971); 3) Teor de matéria orgânica total (MOT) obtido para uma alíquota de ~1g da amostra através do método de calcinação do material em mufla a 550°C por 4 horas (Mook e Hostin, 1982); 4) Idades calibradas (anos A.P.) do testemunho pelo método de datação por isótopos de ¹⁴C (Espectrometria de Massa por Aceleradores - AMS) realizadas no Laboratório de Estudos Aplicados em Isótopos da Universidade da Geórgia – EUA, compreendendo conchas de moluscos sem sinais de retrabalhamento, fragmentos de madeira e concreções calcáreas.

A calibração das idades de radiocarbono foram realizadas no programa Calib 8.2 (Stuiver et al. 2021) sendo reportadas em anos AP (antes de 1950) no intervalo de confiança 2σ, nas amostras calcárias utilizou-se a curva Marine20 (Heaton et al. 2020), e nas amostras vegetais utilizou-se e a curva SH20 (South Hemisphere, Hogg et al. 2020). Para as amostras marinhas foi considerado o efeito do reservatório oceânico de acordo com a curva Marine20, sendo empregado localmente o $\Delta R = -41 \pm 109$, calculado a partir da média dos 4 pontos mais próximos da área estudada, compreendendo valores reportados por Oliveira et al. (2019), Alves et al. (2015) e Eastoe (2002).

Os mesmos critérios foram adotados para a recalibração de dados pretéritos de datação obtidos por D'Agostini (2017) e Vicalvi et al. (1978).; 5) Conteúdo de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (razão C/N), analisadas em um Espectrômetro de Massa de Razão Isotópica (IRMS, sistema Delta V da Thermo Scientific ®) acoplado a um Analisador Elementar (CHN, sistema Flash EA1112 da Thermo Scientific ®) por combustão a seco.

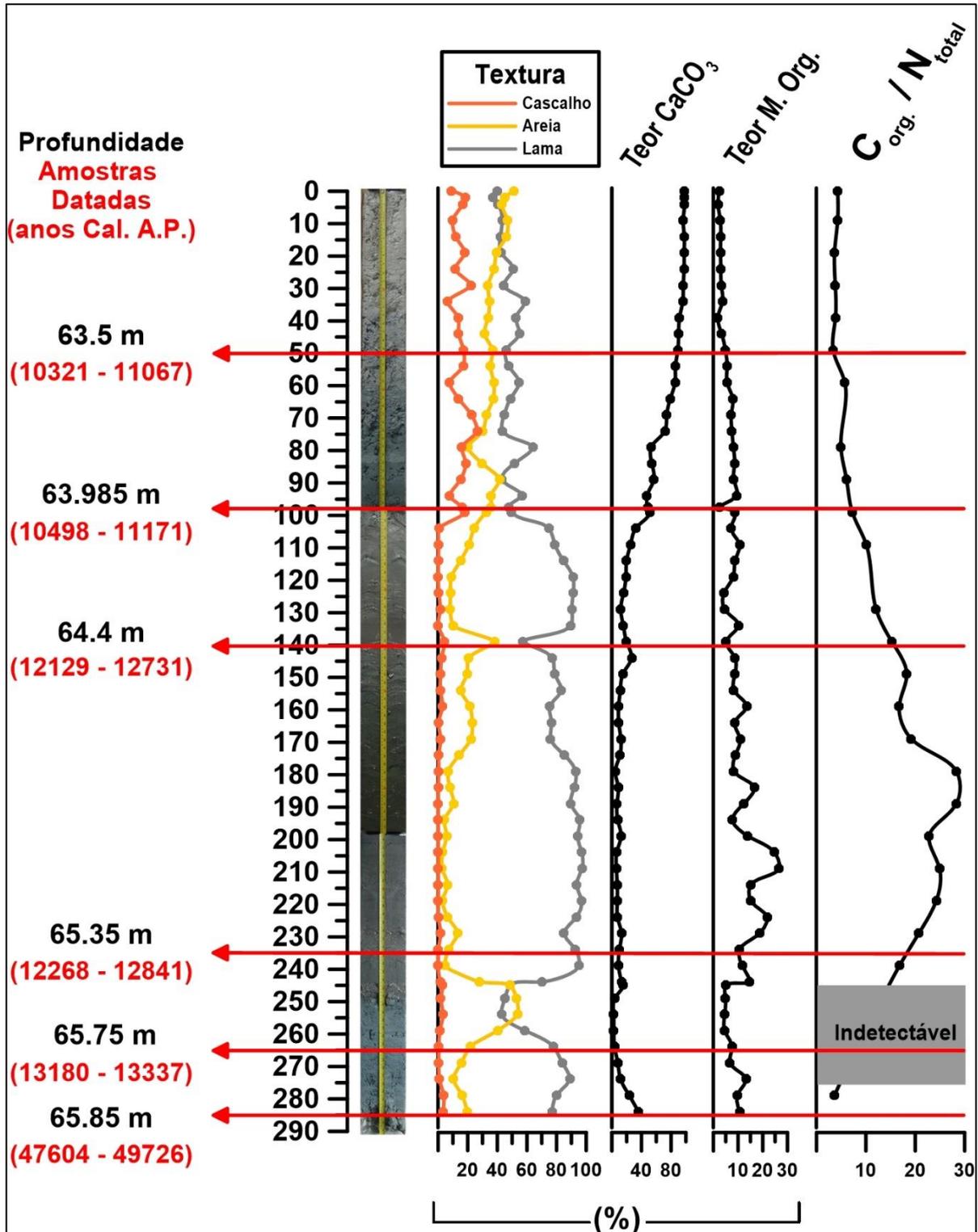


Figura 4: Dados compilados de Cetto (2022) testemunho DA_03A5B. Textura do grão, teor de CaCO_3 ; nitrogênio total (NT); Razão C/N; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).

3.3. Sub-amostragem, triagem e classificação taxonômica

Pra esse trabalho, um volume padronizado de 20 cm³ de sedimento foi selecionado a cada 10 cm do testemunho DA03A_5B para análise de foraminíferos, a princípio totalizando 30 amostras.

Ao longo do desenvolvimento do estudo três outras amostras foram incluídas em uma porção intermediária do testemunho, totalizando 33 amostras analisadas. Para o estudo de foraminíferos bentônicos, cada amostra foi submetida ao peneiramento a úmido através de malha 0,063 mm, para remover as frações argila e silte (Sen Gupta et al., 1987).

O material de cada amostra da fração areia retido na peneira de 0,063 mm foi seco a 40 °C. Na sequência a fração > 0,063 mm foi pesada e quarteada até obter no mínimo 300 carapaças de foraminíferos (bentônicos e planctônicos) triados em cada amostra, garantindo assim a representatividade estatística das espécies (Boltovskoy e Wright, 1976; Fatela e Taborda, 2002).

A triagem das carapaças foi feita sob microscópio estereoscópico binocular, assim como a contagem do número de espécimes de cada espécie e dos espécimes com carapaça corroída ou deformada em cada amostra. A fração > 0,063 mm foi pesada e quarteada, quando necessário, até obter no mínimo 300 carapaças de foraminíferos (bentônicos e planctônicos) triados em cada amostra, garantindo assim a representatividade estatística das espécies (Boltovskoy e Wright, 1976; Fatela e Taborda, 2002).

A triagem das carapaças foi feita sob microscópio estereoscópico binocular, assim como a contagem do número de espécimes de cada espécie e dos espécimes com carapaça corroída ou deformada em cada amostra.

Após a contagem, todos os indivíduos foram identificados e classificados taxonomicamente. A classificação taxonômica foi feita baseada em bibliografia especializada como, Boltovskoy et al. (1980), Loeblich e Tappan (1988, 1994).

3.4. Análises isotópicas

A análise isotópica de oxigênio $\delta^{18}\text{O}$ e carbono $\delta^{13}\text{C}$ em foraminíferos bentônicos (*Criboelphidium* spp.) foram realizadas no Laboratório de Isótopos Estáveis/Centro de Pesquisas em Geocronologia e Geoquímica Isotópica (CPGeo) no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc - USP).

Para a análise foram separados aproximadamente 30 espécimes do gênero *Criboelphidium* (principalmente *C. excavatum*) de cada amostra. O equipamento utilizado foi o espectrômetro de massas de setor magnético Delta Thermo Scientific com sistema de extração tipo GasBench.

Análises isotópicas de carbono e de oxigênio podem identificar ambientes e variações de temperatura que ocorreram no passado e as informações adquiridas através desses dados permitem a reconstrução paleoambiental de uma determinada região (Cerling e Hay 1986). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas carapaças de foraminíferos bentônicos podem fornecer informações sobre o carbono inorgânico dissolvido do fundo e nas águas intersticiais no momento da precipitação do CaCO_3 , e permite obter informações sobre o ciclo do carbono (Grossmann, 1984; McCorkle et al., 1985; Zahn et al., 1986; Curry et al., 1988). Alguns estudos aplicam o valor de $\delta^{13}\text{C}$ na reconstrução de propriedades de fundo e fluxos de matéria orgânica (Shackleton, 1977; Curry et al., 1988; Duplessy et al., 1988; Mackensen et al., 2001; Bickert e Mackensen, 2004; Curry e Oppo, 2005).

3.5. Análise dos dados

3.5.1. Análises ecológicas

Comunidades biológicas e áreas ou períodos que possuam características ecológicas semelhantes podem ser definidas com a análise de dados com base na ecologia numérica que visa descrever sua estrutura, quantificando o grau de associação entre espécies, variáveis e amostras (Valentin, 2000). O uso de índices ecológicos permite a caracterização de uma associação, levando à formulação de hipóteses e a

estimativa das características do ambiente. Visando caracterizar os paleoambientes da DA, foram calculados os seguintes índices ecológicos:

Abundância absoluta (n): corresponde ao número total de indivíduos a amostra, considerando neste caso o valor de n em 20 cm³ de sedimento.

Densidade de foraminíferos bentônicos: A análise de densidade dos foraminíferos bentônicos, que corresponde ao número total de indivíduos por cm³ de sedimento.

Abundância relativa (p): que corresponde ao número proporcional de indivíduos na amostra, e possui valores contínuos que podem ser expressos em percentagem.

Frequência (f): que é relativa à ocorrência de uma espécie em um conjunto de amostras. O valor obtido é expresso em percentagem, dado por:

$$f = \frac{\text{número de amostras com a espécie de interesse}}{\text{número total de amostra}} \times 100$$

Riqueza de espécies (S): que corresponde ao número absoluto de espécies numa amostra.

Diversidade e Equitatividade: com a finalidade de reconhecer a abundância das espécies ao longo dos testemunhos e observar possíveis variações da diversidade nas associações, utilizou-se A diversidade específica do Índice de Shannon, que é expressa pela fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log_{10} p_i)$$

O termo H' é uma média incerta por espécie em uma comunidade infinita, S são as espécies com abundância proporcional conhecida e p_i é a importância da espécie i na amostra que foi calculado a base logarítmica de 10. Este índice valoriza as espécies raras e reduz o peso das espécies com alta abundância ou dominantes.

A equitatividade, segundo o Índice de Pielou, é expressa através da seguinte fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

onde H' é o Índice de Shannon e S é o número de espécies na amostra. Este índice é fortemente afetado pelo número de espécies (riqueza).

3.5.2. Índice *Ammonia-Elphidium* (IAE)

Sen Gupta et al. (1996) encontrou alta abundância de indivíduos vivos de *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839), porém apenas carapaças vazias de *Criboelphidium excavatum* (Terquem, 1875) (= *Elphidium excavatum* no texto original) em amostras coletadas na época de máxima hipoxia na costa da Louisiana. Por conta disso passaram a sustentar que a espécie de *A. parkinsoniana* seria menos afetada pela hipoxia do que a espécie de *C. excavatum*, embora ambas sejam anaeróbias facultativas por um curto espaço de tempo (Kitazato, 1994, Sen Gupta et al., 1996), reconhecendo assim, uma relação consistente entre a razão das abundâncias absolutas de *A. parkinsoniana* e *C. excavatum* e o nível de hipoxia do ambiente ($[O_2] < 2$ mg/L) em testemunhos da costa da Louisiana (EUA) que cobriram até cerca de 300 anos.

Baseando-se nesses fatos, *A. parkinsoniana* e *C. excavatum* foram as espécies escolhidas para propor o cálculo Índice *Ammonia-Elphidium* (IAE) como indicadores do nível de hipoxia no ambiente. Neste contexto, importante enfatizar também, que *Elphidium/Criboelphidium* não é intolerante a hipoxia, mas comparativamente, *Ammonia* é mais tolerante (Sen Gupta et al., 1996).

Tal índice, que varia de 0 a 100 é diretamente proporcional à hipoxia, é dado por:

$$IAE = [NA / (NA + NE)] \times 100$$

Onde, para o presente estudo: **nA** representa a abundância absoluta de espécies do gênero *Ammonia* e **nE** representa a abundância absoluta de espécies dos gêneros *Elphidium* /*Criboelphidium* na amostra.

3.5.3. Análise multivariadas

Análises multivariadas foram efetuadas com o objetivo de definir as biofácies no testemunho estudado.

Para avaliar a similaridade e definir as biofácies de foraminíferos foi feita uma análise de agrupamento entre amostras (para verificar as amostras com as mesmas características ambientais nas áreas de coleta, representada pelo modo Q). Os coeficientes de correlação de dissimilaridade de Bray-Curtis, com o auxílio do programa PRIMER 5. Foi feito a Análise Hierárquica de Cluster (AHC) com a distância da Dissimilaridade de Bray-Curtis (*square root*) usando o método de agrupamento de Ward. Os agrupamentos serão representados mediante dendrogramas.

O método conhecido como escalonamento multidimensional não métrico (Non-Metric Multidimensional Scaling – NMDS) é bastante útil para ordenar amostras. Este método serve para verificar as amostras com mesmas características microfauníticas ou com as mesmas características ambientais. O programa utilizado para este método foi o PRIMER 5.

Os trabalhos Clarke (1993), McCune e Grace (2002), Legendre e Legendre (1998) e McCune e Melford (1999), ressaltam a importância do funcionamento deste método, porque difere fundamentalmente no seu princípio e na sua interpretação das demais técnicas de ordenação.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da microfauna de Foraminíferos bentônicos

Ao longo do testemunho foram classificados 85 táxons, sendo 69 no nível hierárquico de espécie e 16 no nível hierárquico de gênero, pertencentes às ordens Miliolida, Spirillinida, Hormosinina, Nodosariida, Polymorphinida, Loftusiida, Rotaliida, Textulariida, Vaginulinida (Tabela 1). As principais espécies encontradas podem ser observadas nas figuras 5 e 6 com a imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

De acordo com o cálculo de frequência temos 7 táxons constantes ($f > 50\%$), 18 acessórios ($f = 50-26\%$) e 60 ($f < 25\%$) raras ao longo do testemunho. As espécies mais frequentes desde a base (288cm) até o topo (0 cm) do testemunho são: *C. excavatum* e *Ammonia tepida* (Cushman, 1926), seguidas por *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny, 1839), *Hanzawaia boueana* (d'Orbigny, 1846), *Quinqueloculina lamarckiana* (d'Orbigny, 1839), *Quinqueloculina venusta* (Karrer, 1868) e *Bolivina striatula* (Cushman, 1922).

Tabela 1: Lista taxonômica dos táxons identificados no testemunho DA03A_5B.

Classe	Ordem	Gêneros e Espécies
Tubothalamea	Miliolida	<i>Adelosina</i> sp.
		<i>Archaias angulatus</i>
		<i>Articulina pacifica</i>
		<i>Cornuspira envolvens</i>
		<i>Cycloforina granulocostata</i>
		<i>Massilina</i> sp.
		<i>Miliolinella antartica</i>
		<i>Miliolinella subrotunda</i>
		<i>Nodophthalmidium simplex</i>
		<i>Peneroplis pertusus</i>
		<i>Peneroplis planatus</i>
		<i>Pseudomassilina</i> sp.
		<i>Pyrgo elongata</i>
		<i>Pyrgo lucerula</i>
		<i>Quinqueloculina auberiana</i>
		<i>Quinqueloculina bradyana</i>
		<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>
<i>Quinqueloculina patagonica</i>		
<i>Quinqueloculina seminulum</i>		
<i>Quinqueloculina venusta</i>		
<i>Sigmamiliolinella australis</i>		
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>		
<i>Spiroloculina</i> sp.		
<i>Triloculina bermudezi</i>		
<i>Triloculina byramensis</i>		
<i>Triloculina insignis</i>		
<i>Triloculina oblonga</i>		
<i>Triloculinella</i> sp.		
	Spirillinida	<i>Patellina corrugata</i>
Nodosariata	Hormosinina	<i>Nodosinum gaussicum</i>
	Nodosariida	<i>Grigelis</i> sp.
	Polymorphinida	<i>Fissurina formosa</i>
		<i>Oolina</i> sp.
Vaginulinida	<i>Lenticulina gibba</i>	
Globothalamea	Textulariida	<i>Textularia agglutinans</i>
		<i>Textularia candeiana</i>
		<i>Textularia pseudogramen</i>
	Loftusiida	<i>Liebusella soldanii</i>

Tabela 2 (cont.): Lista taxonômica dos táxons identificados no testemunho DA03A_5B.

Classe	Ordem	Gêneros e Espécies
Globothalamea	Rotaliida	<i>Acervulina</i> sp.
		<i>Allassoidea schlumbergerii</i>
		<i>Ammonia parkinsoniana</i>
		<i>Ammonia tepida</i>
		<i>Amphistegina lessonii</i>
		<i>Amphistegina radiata</i>
		<i>Anomalinoidea globulosus</i>
		<i>Bolivina doniezi</i>
		<i>Bolivina ordinaria</i>
		<i>Bolivina striatula</i>
		<i>Bolivina vadescens</i>
		<i>Bolivinellina translucens</i>
		<i>Bulimina marginata</i>
		<i>Buliminella elegantissima</i>
		<i>Cancris oblongus</i>
		<i>Cassidulina</i> sp.
		<i>Cibicides fletcheri</i>
		<i>Criboelphidium excavatum</i>
		<i>Criboelphidium gunteri</i>
		<i>Criboelphidium poeyanum</i>
		<i>Discorbinella bertheloti</i>
		<i>Discorbis peruvianus</i>
		<i>Discorbis vilardeboanus</i>
		<i>Elphidium crispum</i>
		<i>Elphidium discoidale</i>
		<i>Eponides cribrorepandus</i>
		<i>Eponides repandus</i>
		<i>Fursenkoina</i> sp.
		<i>Globocassidulina</i> sp.
		<i>Hanzawaia boueana</i>
		<i>Haynesina depressula</i>
		<i>Haynesina germanica</i>
		<i>Neoconorbina</i> sp.
		<i>Neoeponides</i> sp.
		<i>Nonion</i> sp.
		<i>Nonionoides grateloupii</i>
		<i>Nummulites venosus</i>
		<i>Planorbulina distoma</i>
		<i>Poroepionides lateralis</i>
		<i>Pseudononion japonicum</i>
<i>Reussella spinulosa</i>		
<i>Rhaphothelenina decoratiformis</i>		
<i>Rosalina floridana</i>		
<i>Siphonina tubulosa</i>		
<i>Siphonina bradyana</i>		
<i>Trifarina</i> sp.		
<i>Uvigerina</i> sp.		

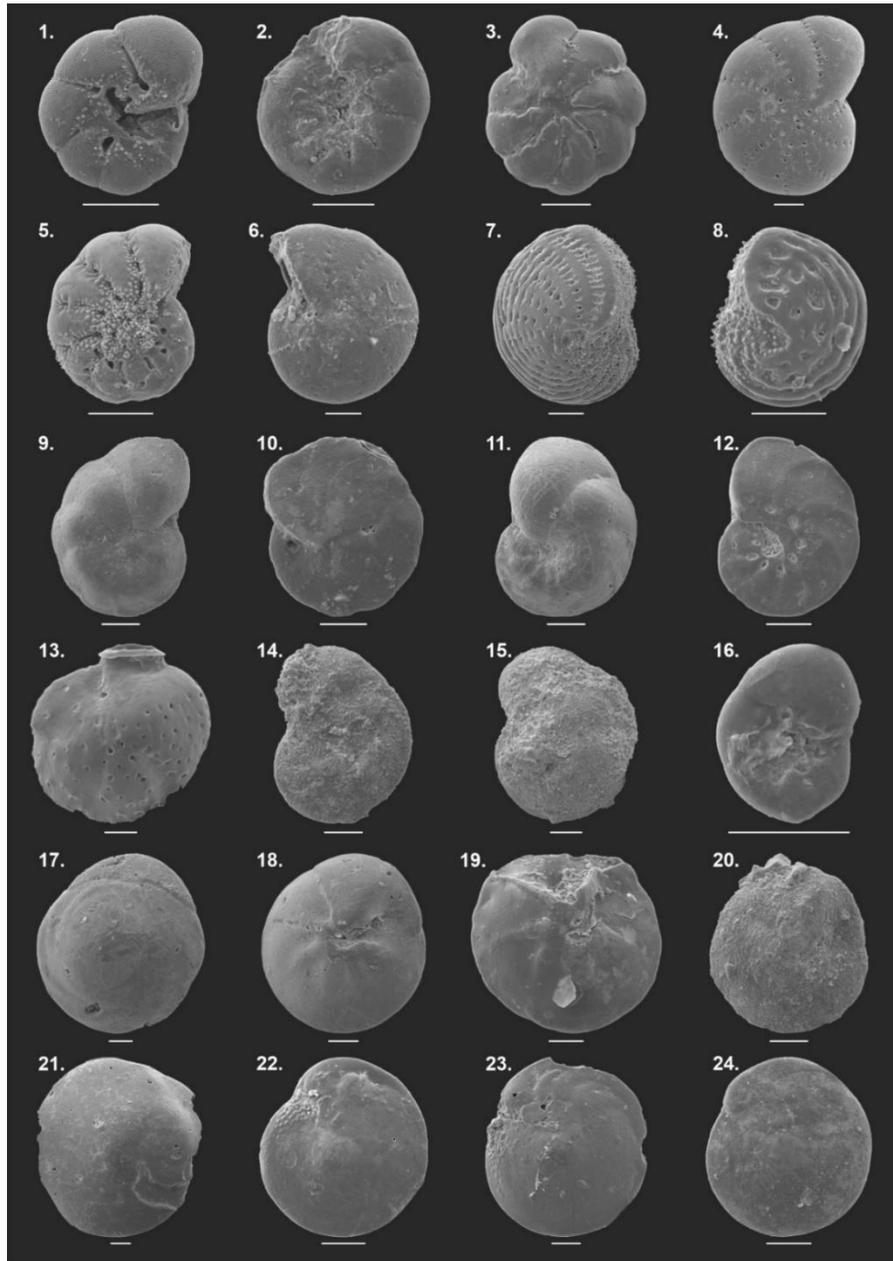


Figura 5: Imagens de MEV; 1. *Ammonia tepida* (141 cm); 2. *Ammonia tepida* (91 cm); 3. *Ammonia* sp. (91 cm); 4. *Criboelphidium excavatum* (2 cm); 5. *Criboelphidium excavatum* (171 cm); 6. *Criboelphidium excavatum* (271 cm); 7. *Elphidium crispum* (2 cm); 8. *Elphidium crispum* (2 cm); 9. *Cibicides* sp. 288cm; 10. *Nummulites venosus* (21 cm); 11. *Hanzawaia boueana* – dorsal (2 cm); 12. *Hanzawaia boueana* - ventral (2 cm); 13. *Siphonina bradyana* (61 cm); 14. *Hanzawaia* sp. - dorsal (281 cm); 15. *Hanzawaia* sp. - ventral (281 cm); 16. *Rosalina floridana* - umbilical (71 cm); 17. *Neoeponides* sp. - dorsal (11 cm); 18. *Neoeponides* sp. - ventral (11 cm); 19. *Neoeponides* sp. - ventral (271 cm); 20. *Neoeponides* sp. - dorsal (271 cm); 21. *Amphistegina radiata* (11 cm); 22. *Amphistegina radiata* (31 cm); 23. *Amphistegina radiata* (2 cm); 24. *Amphistegina* sp. (271cm). Barra de escala = 100 µm.

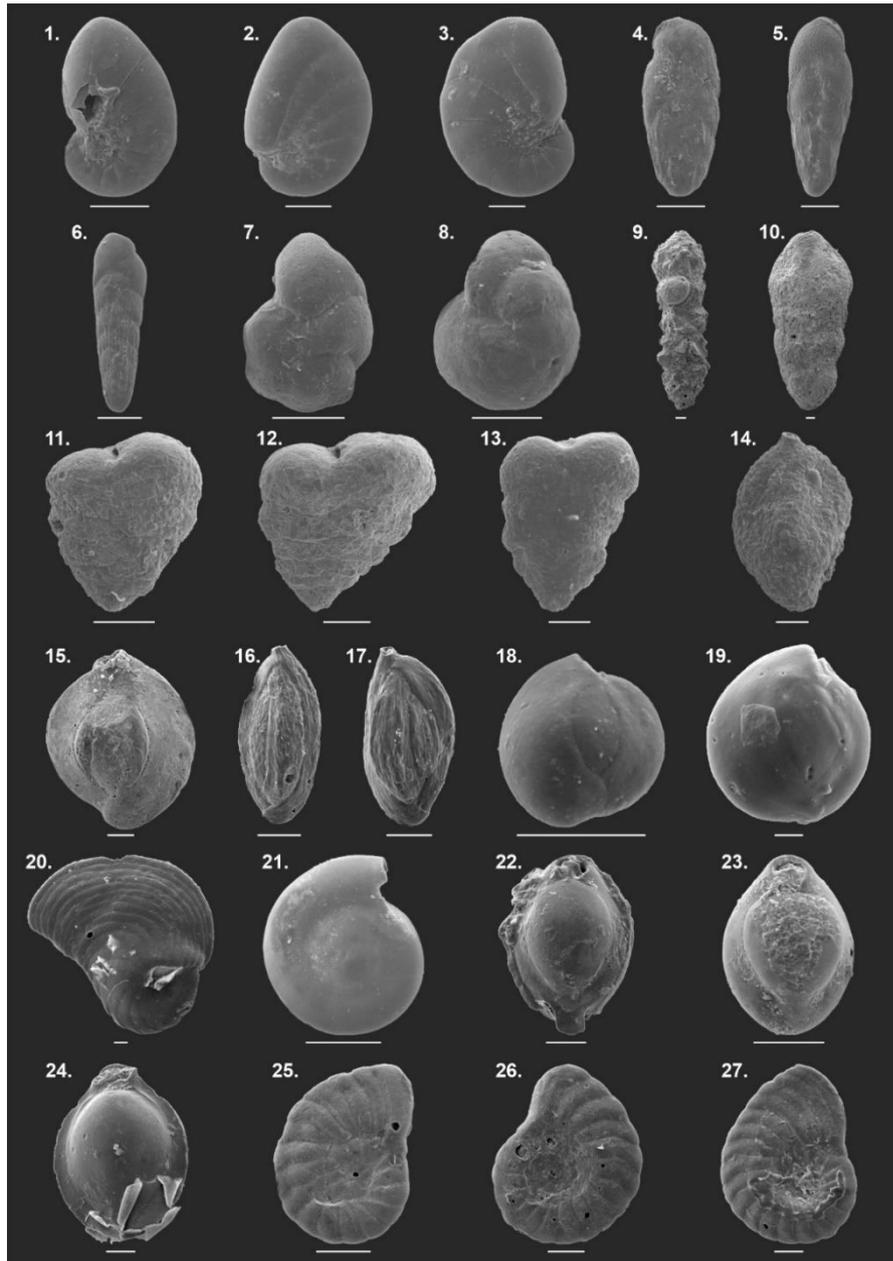


Figura 6: Imagens de MEV. 1. *Nonionoides grateloupi* (71 cm); 2. *Nonionoides grateloupii* (71 cm); 3. *Pseudononion japonicum* (71 cm); 4. *Bolivina striatula* (281 cm); 5. *Bolivina* sp. (11 cm); 6. *Bolivina* sp. (101 cm); 7. *Cibicides fletcheri* (91 cm); 8. *Cibicides fletcheri* (91 cm); 9. *Bigenerina nodosaria* (2 cm); 10. *Liebusella soldanii* (2 cm); 11. *Textularia pseudogramen* (81 cm); 12. *Textularia candeiana* (81 cm); 13. *Textularia aglutinans* (71 cm); 14. *Sigmilopsis schumbergeri* (11 cm); 15. *Quinqueloculina lamarckiana* (11 cm); 16. *Quinqueloculina venusta* (91 cm); 17. *Quinqueloculina venusta* (31 cm); 18. *Sigmamiliolinella australis* (101 cm); 19. *Sigmamiliolinella australis* (101 cm); 20. *Archaias angulatus* (91 cm); 21. *Cornuspira involvens* (51 cm); 22. *Pyrgo elongata* (41 cm); 23. *Pyrgo elongata* (41 cm); 24. *Pyrgo lucernula* (61 cm); 25. *Peneroplis planatus* (31 cm); 26. *Peneroplis planatus* (2 cm); 27. *Peneroplis planatus* (2 cm). Barra de escala = 100 μ m.

A maior diversidade de espécies foi encontrada nos foraminíferos bentônicos de carapaças calcário-hialinas (61%), seguida pelos porcelanosos (33%) e aglutinantes (5%) (Figura 7). Os espécimes que apresentaram as carapaças corroídas, fragmentadas ou até mesmo em um estado de desenvolvimento juvenil foram classificadas no menor nível taxonômico possível.

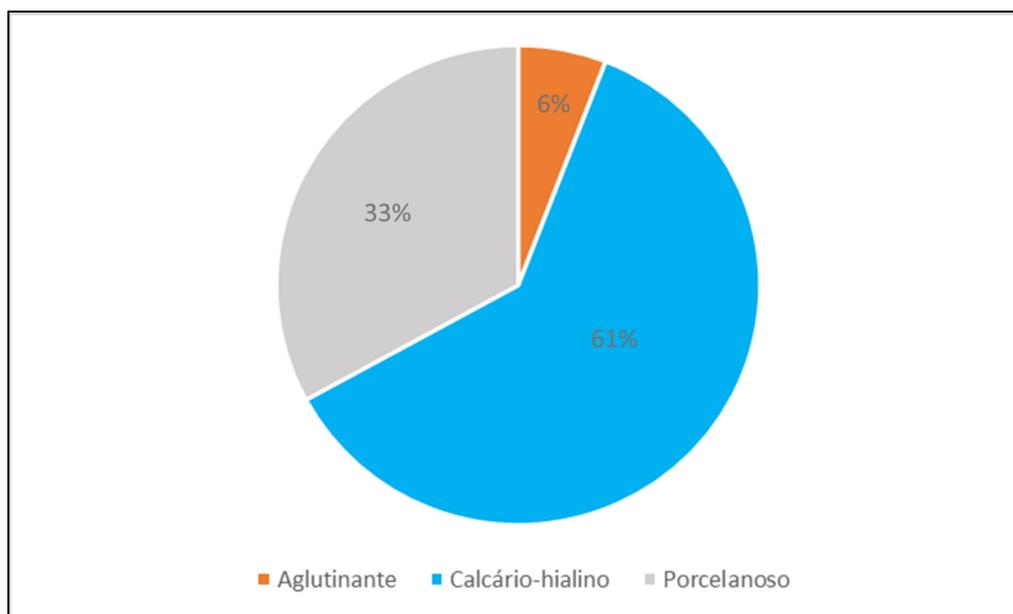


Figura 7: Distribuição geral das espécies classificadas de acordo com a composição das carapaças.

4.2. Fauna de foraminíferos

A densidade de foraminíferos variou ao longo do testemunho. Mais próximo à base (amostras 288-196cm) observou-se valores de densidade inferiores a 100 ind./cm³ (Figura 8), sendo que as amostras 288 e 261 apresentaram uma diminuição significativa da densidade chegando a valores <10 ind./cm³. Nas amostras 211cm e 201cm não foram encontrados foraminíferos suficientes para garantir a representatividade estatística do estudo, e foi observado desgaste nas poucas carapaças encontradas. A densidade no intervalo 191-171cm não ultrapassa valores 176 (ind./cm³). Já o intervalo entre 161-111cm possuem maiores flutuações nos valores de densidade, variam entre 353 e 3354 ind./cm³. A amostra 141cm apresenta o maior valor de densidade nesse intervalo, com 3354 ind./cm³ e a associação dominada pela espécie *A. tepida*. A amostra 101cm apresenta uma diminuição na densidade com 736

ind./ cm³. A densidade entre as amostras 91 a 61 cm apresenta valores de densidade entre 1549-1971 ind./cm³. As amostras 41-21cm apresentam as maiores densidades variando entre 3763 e 4096 ind./cm³.

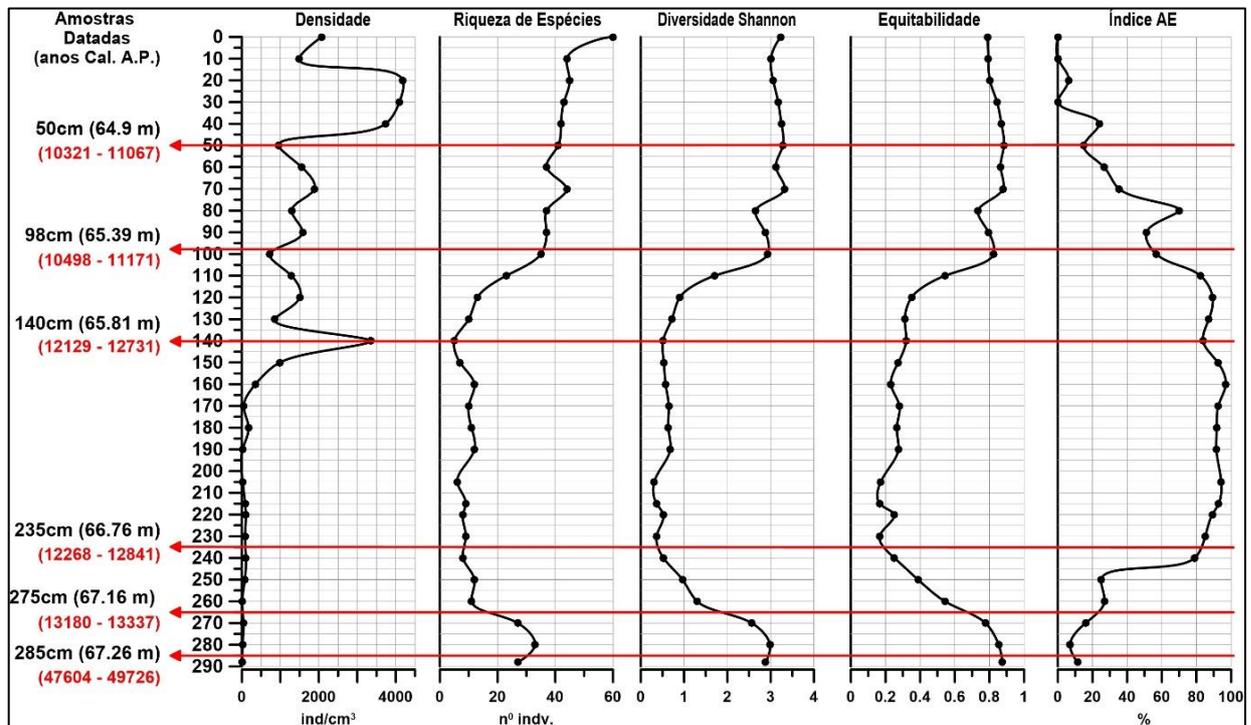


Figura 8: Índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade e Índice AE ao longo do testemunho; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).

Os valores de riqueza de espécies, próximo a base, variaram entre 27 e 33 táxons da amostra 288 a 271cm, apresentando uma maior diversidade que o pacote sedimenta seguinte, que apresenta entre as amostras 261 e 121cm valores que variaram entre 13 e 4. As amostras do topo 111 a 2cm variaram entre 23 e 60 táxons, apresentando os maiores valores de riqueza de espécies.

Os valores de diversidade de Shannon mostraram a base do testemunho 288 a 261cm mais diversa que o pacote sedimentar seguinte, que apresenta uma diversidade baixa $H' < 1$ até a amostra 111cm ($H' = 1,7$). A partir da amostra 121cm até o topo do testemunho os valores de diversidade são $H' > 2,65$. Os valores de Equitabilidade (J') variaram da mesma forma que a diversidade, com valores mais

elevados próximo a base, valores baixos no setor de diversidade baixa e próximo ao topo ocorrem maiores valores de equitabilidade. Mostrando assim que o topo e a base do testemunho estudado são mais homogêneos em relação a proporção dos indivíduos de cada uma das espécies presentes nas amostras em relação ao total de indivíduos das mesmas.

A partir dos dados do índice AE é possível perceber que as amostras 241 a 111cm possuem os valores mais altos, enquanto a base e o topo do testemunho possuem valores mais baixos. Sen Gupta (1996) mostra a associação do IAE a condições de estresse por falta de oxigênio, já que o gênero *Ammonia* se mostra mais tolerante a essa condição que os de *Criboelphidium*. Essa análise nos permite inferir que a base e o topo do testemunho corroboram para um ambiente de melhor oxigenação (óxico) e o intervalo das amostras 241cm a 111cm possuem baixa oxigenação, ou até mesmo hipóxia.

Os táxons mais abundantes desde a base (288cm) até o topo (0 cm) do testemunho são: *A. tepida* (40,6%) e *C. excavatum* (8,8%), seguidas por *H. boueana* (4,4%), *Q. lamarckiana* (2,2%), *Bolivina* spp. (2,0%), *Neoeponides* spp. (Reiss, 1960) (1,9%), *Q. venusta* (1,7%), *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798) (1,5%), *Cibicides* spp. (1,6%) e *Amphistegina* spp. (d'Orbigny, 1826) (1,4%) (Figura 9).

O gênero *Criboelphidium* ocorre em todas amostras, e representa em média 10% a 20% da abundância das assembleias de cada amostra do testemunho, com exceção da base que atinge até 30% de abundância. Já o gênero *Ammonia* tem abundância relativa <10% na base e no topo do testemunho, já no intervalo de 241 a 111cm apresenta valores >60%.

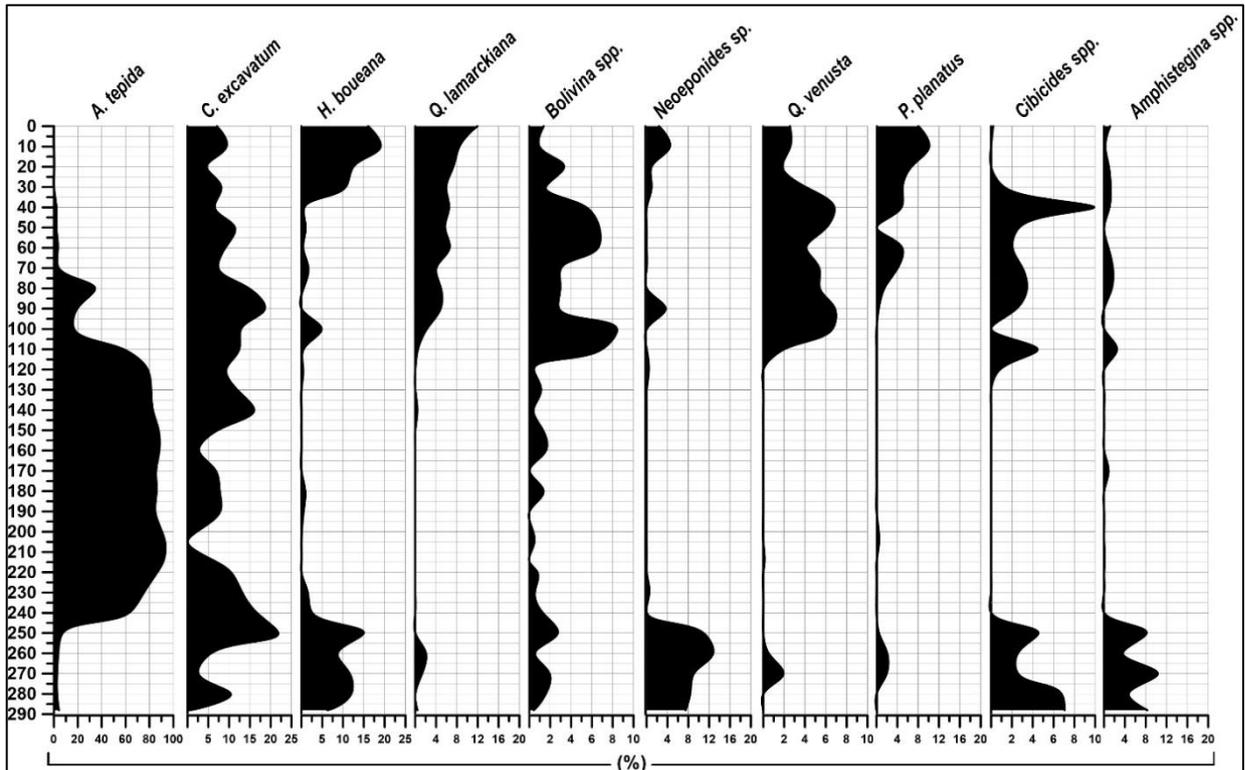


Figura 9: Gráfico da distribuição das espécies com abundância relativa > 1,4% identificadas no testemunho. Valores expressos em percentagem.

A composição das carapaças ao longo do testemunho é dominada pelos calcários-hialinos com exceção das amostras 51 e 41cm, que são dominadas por porcelanosos (Figura 10).

A assembleia de foraminíferos da base do testemunho tem o modo de vida equilibrados entre espécies epifaunais e infaunais. A assembleia de foraminífera do pacote sedimentar 241 a 111 cm tem o modo de vida predominantemente infaunal (gênero *Ammonia*) (Murray, 2006). No topo do testemunho as assembleias apresentam um modo de vida predominante epifaunal. Espécies de foraminíferos planctônicos também foram contabilizadas, e estão presentes com abundancia relativa de 5% nas amostras da base (288 a 251cm) e no topo (11 e 2 cm).

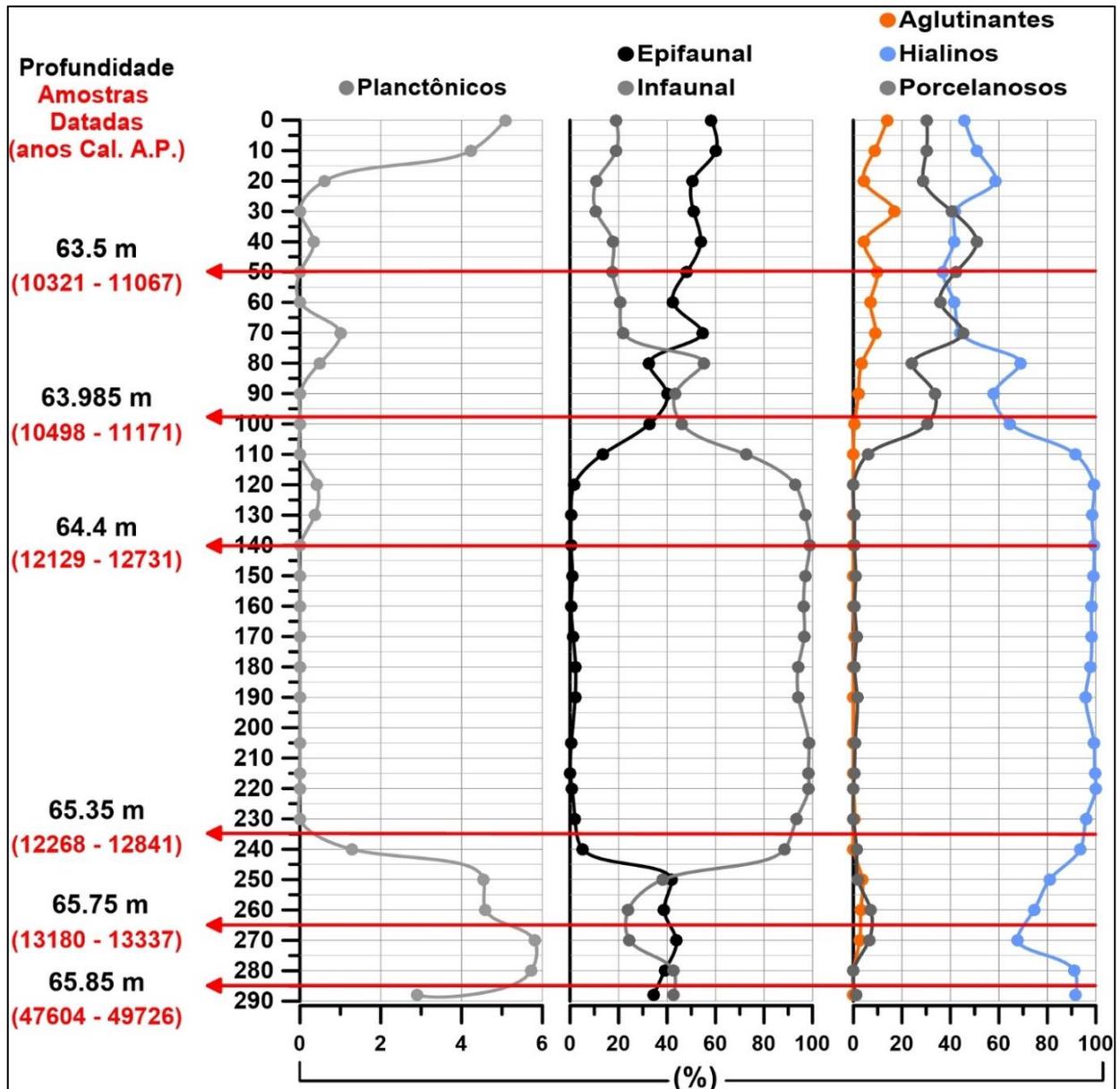


Figura 10: Distribuição geral das espécies classificadas ao longo do testemunho de acordo com a composição das tecas, modo de vida e distribuição das famílias Ammoniidæ e Elphidiidæ; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).

4.3. Resultado das análises multivariadas e Biofácies

Os valores de abundância das espécies diversificam de acordo com a mudança das fácies sedimentares e profundidade do testemunho. Dessa forma foi possível dividir o testemunho em biofácies baseando-se nas assembleias de foraminíferos bentônicos. Para isso foi analisada a similaridade entre as amostras, calculada pelo Índice de

Similaridade de Bray-Curtis e uma análise NMDS com base na mesma matriz de similaridade (Bray-Curtis) utilizada na AHC (Figura 7). Os agrupamentos resultaram em quatro biofácies distintas. A nomenclatura das biofácies deu-se através de siglas que abreviam os nomes dos gêneros e/ou espécies mais abundantes (Tabela 2).

Tabela 3: Espécies que compõem as quatro biofácies encontradas através da Análise Hierárquica de Agrupamento.

Nome da biofácies	Espécies dominantes	Demais espécies	Amostras	Profundidade
Biofácies HQ	<i>Hanzawaia boueana</i> <i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	<i>Peneroplís planatus</i>	31 a 2cm	63,3 a 63 m
		<i>Criboelphidium excavatum</i>		
		<i>Bigenerina nodosaria</i>		
		<i>Nonionoides grateloupii</i>		
		<i>Rosalina floridana</i>		
		<i>Quinqueloculina venusta</i>		
		<i>Neoeponides sp.</i>		
Biofácies AC	<i>Ammonia tepida</i> <i>Criboelphidium excavatum</i>	<i>Quinqueloculina venusta</i>	101 a 41cm	64 a 63,4 m
		<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>		
		<i>Cornuspira involvens</i>		
		<i>Sigmamiliolinella australis</i>		
		<i>Cibicides fletcheri</i>		
		<i>Peneroplís planatus</i>		
		<i>Bolivina sp.</i>		
Biofácies At	<i>Ammonia tepida</i>	<i>Criboelphidium excavatum</i>	241 a 111cm	65,4 a 64,1 m
Biofácies CH	<i>Criboelphidium sp.</i> <i>Hanzawaia boueana</i>	<i>Criboelphidium excavatum</i>	288 a 251cm	65,9 a 65,5 m
		<i>Neoeponides sp.</i>		
		<i>Amphistegina sp.</i>		
		<i>Cibicides sp.</i>		
		<i>Ammonia tepida</i>		
		<i>Pseudononion japonicum</i>		
		<i>Elphidium crispum</i>		

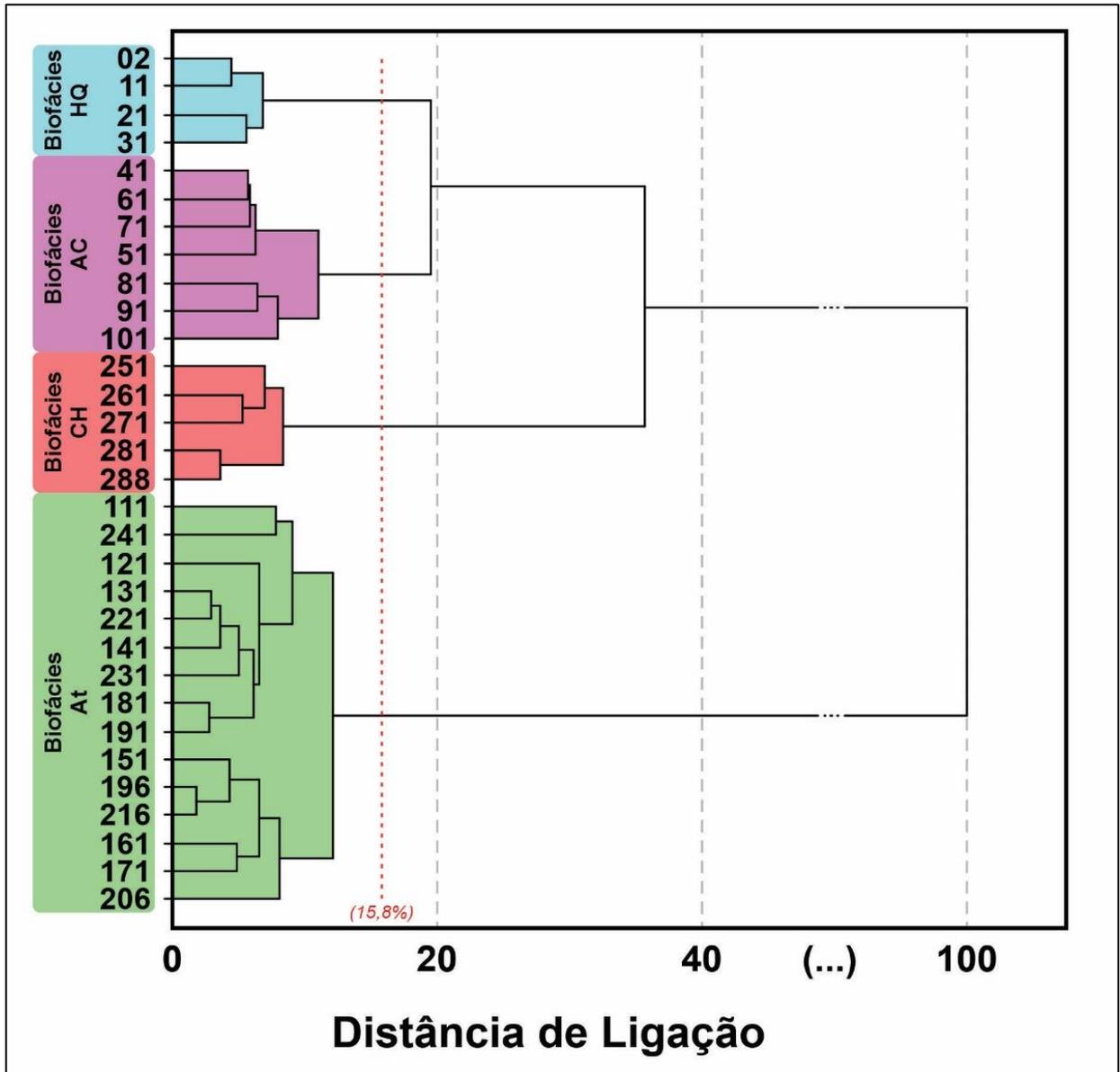


Figura 11: Cluster Análise Hierárquica de Cluster (AHC): espécies com abundância relativa >2% em pelo menos 2 amostras; Distância: Dissimilaridade de Bray-Curtis (square root); Método de agrupamento: Ward's Method.

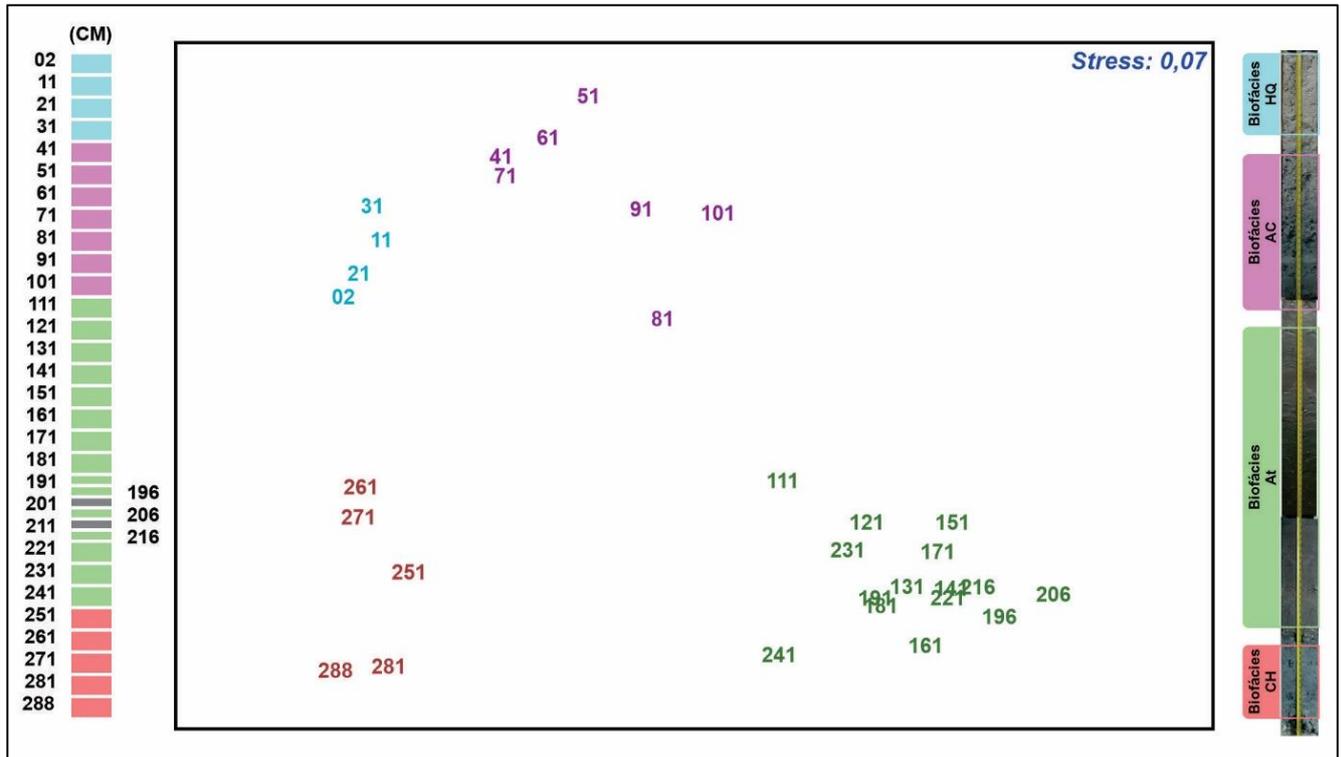


Figura 12: NMDS – com base na mesma matriz de similaridade (Bray-Curtis) utilizada na AHC.

As Biofácies **CH** reúnem as amostras da base, 288 a 251cm, onde as espécies dominantes desse grupo são *Criboelphidium* sp. e *H. boueana*. Os demais táxons que estão frequente nessas Biofácies são *C. excavatum*, *Neoeponides* sp., *Amphistegina* sp., *Cibicides* sp., *A. tepida*, *Pseudononion japonicum* (Asano, 1936) e *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758).

As Biofácies **At** reúnem as amostras 241 a 111cm, onde a espécie dominante é *A. tepida*. A espécie também frequente nesse grupo é *C. excavatum*.

As Biofácies **AC** reúne as amostras 101 a 41cm, onde as espécies dominantes são *A. tepida* e *C. excavatum*. Os demais táxons que estão frequente nessas Biofácies são *Q. venusta*, *Q. lamarckiana*, *Cornuspira involvens* (Reuss, 1850), *Sigmamiliolinella australis* (Parr, 1932), *Cibicides fletcheri* (Galloway & Wissler, 1927), *P. planatus* e *Bolivina* sp..

As biofácies **HQ** reúne as amostras do topo, 31 a 2cm, onde as espécies dominantes são *H. boueana* e *Q. lamarckiana*. Os demais táxons que estão frequente nessas biofácies são *P. planatus*, *C. excavatum*, *Bigennerina nodosaria* (d'Orbigny, 1826), *Nonionoides grateloupii* (d'Orbigny, 1839), *Rosalina floridana* (Cushman, 1922), *Q. venusta* e *Neoeponides* sp.

4.4. Variação dos valores isotópicos

Os valores isotópicos encontrados nas amostras de *Criboelphidium* referentes ao $\delta^{18}\text{O}$ apresentam no geral uma variação de -0,62 e -1,78 (Figura 10). As amostras da base do testemunho até 111 cm variam entre -1,08 e -1,78, podendo indicar menores salinidades e maior influência continental (rios). Já os valores de $\delta^{18}\text{O}$ entre as amostras 90 e 20cm variam com uma amplitude maior -0,68 e -1,15. No topo do testemunho os valores de $\delta^{18}\text{O}$ são similares variando entre -0,62 e -0,64, indicando valores mais pesados de $\delta^{18}\text{O}$, ou seja, maior distância do continente e maiores salinidades.

Já os valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ variam no geral entre -3,88 e -0,02. Os valores da base até 81 cm variam entre -1,57 e -3,88, concentrando valores mais leves de $\delta^{13}\text{C}$ que sugerem um ambiente com maior oxidação, ou até mesmo de hipóxia. E os valores de 71cm até o topo variam entre -0,02 e +0,09, indicando ambiente mais produtivo.

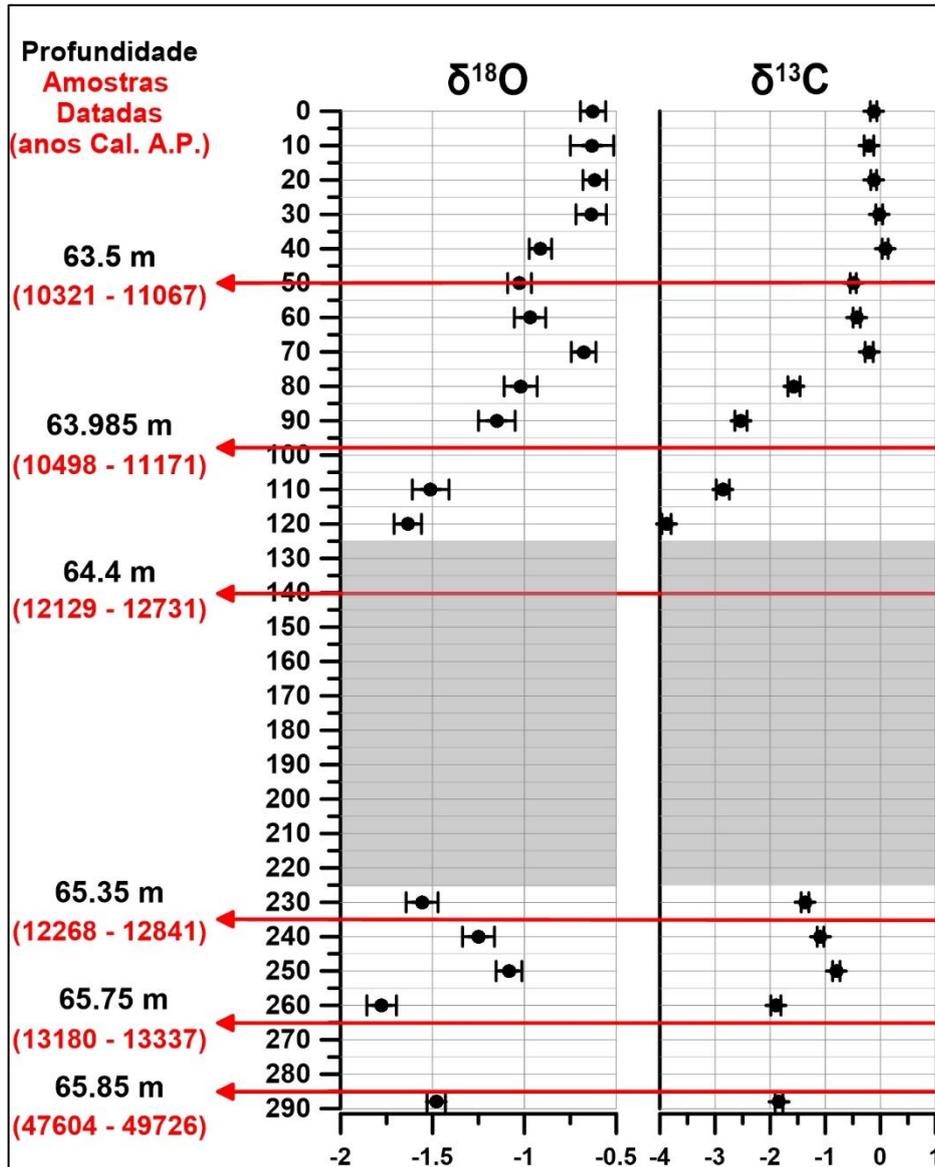


Figura 13: Valores da análise isotópica de oxigênio $\delta^{18}\text{O}$ e carbono $\delta^{13}\text{C}$ em foraminíferos bentônicos do gênero *Cribroelphidium*; intervalo em cinza indica amostras com valores indetectáveis pelo equipamento utilizado; Profundidades estimadas e datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).

5. DISCUSSÃO

O estudo da evolução paleoambiental da DA durante a transgressão pós-último máximo glacial será apresentado e discutido com base na definição das Biofácies definidas (Figura 11) e nas idades por radiocarbono, relacionando-as com dados sedimentológicos e geoquímicos disponíveis.

5.1. Interpretação paleoambiental

De forma geral, a fauna de foraminíferos investigada apresentou uma predominância de indivíduos dos gêneros *Ammonia* e *Criboelphidium* tipicamente de ambientes mixohalinos (Brasier, 1980). Os táxons *H. boueana*, *Q. lamarckiana*, *Bolivina* spp., *Neoeponides* spp., *Q. venusta*, *Peneroplis planatus*, *Cibicides* spp. e *Amphistegina* spp., e raros foraminíferos planctônicos formaram assembleias representando ambientes marinhos e costeiros e de plataforma continental (Murray, 2006; Culver, 1988). A seguir cada Biofácies será discutida separadamente.

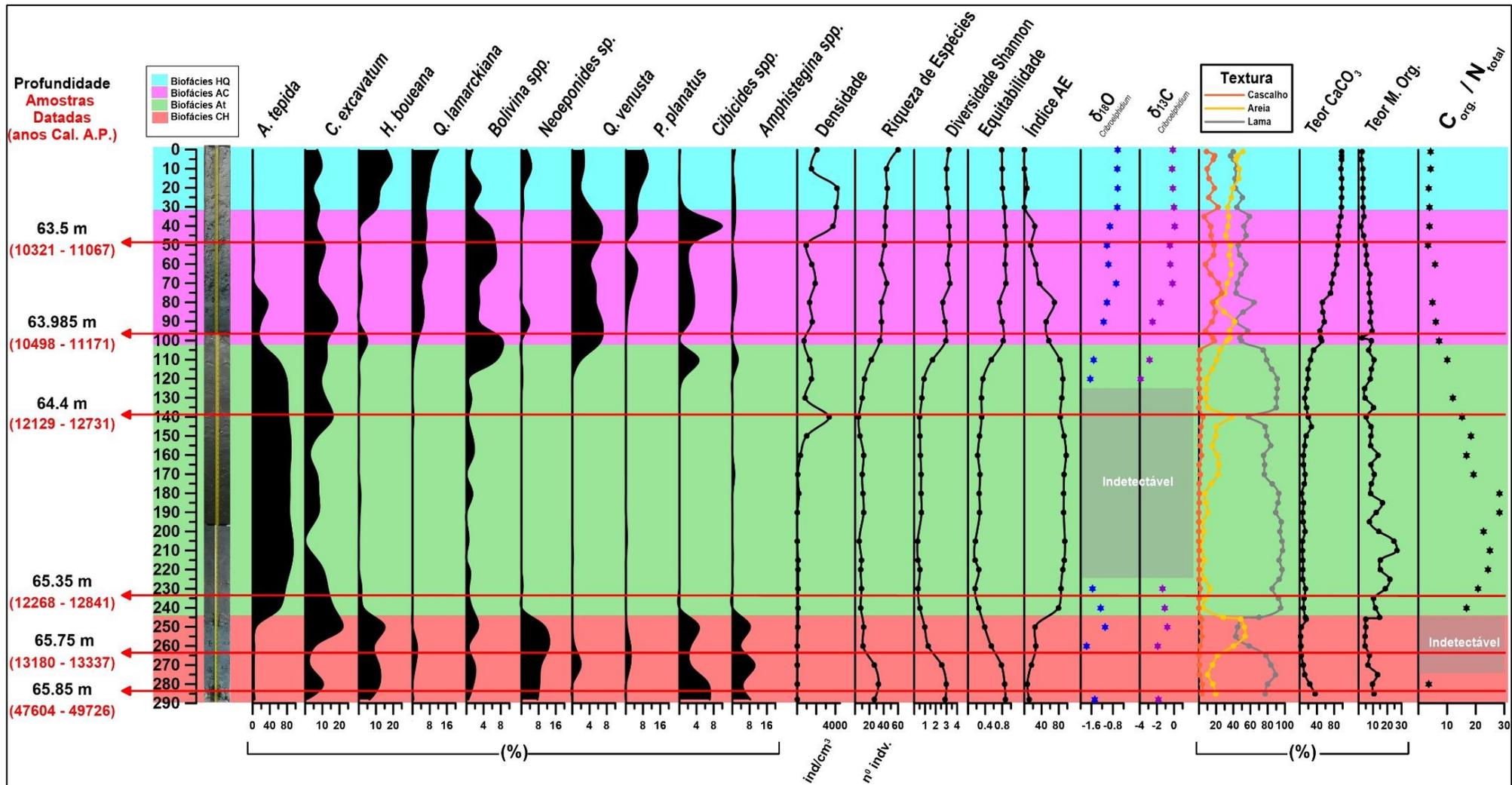


Figura 14: Gráfico geral com dados compilados: Distribuição das espécies com abundância relativa > 1,4% identificadas; Índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade e Índice AE; Dados geoquímicos com os valores de teor de CaCO₃, teor de Matéria orgânica e C/N elementar, distribuição textural do sedimento (% cascalho, areia e lama) e datação por C¹⁴.

Tabela 4: Tabela síntese da Biofácies com as principais espécies, interpretação paleoambiental e parâmetros sedimentológicos geoquímicos.

Nome da Biofácies	Amostras (cm)	Prof. (m)	Espécies dominantes	Demais espécies	Interpretação paleoambiental	Média dos Parâmetros sedimentológicos e geoquímicos (Cetto, 2022)
Biofácies HQ	31 a 2	63,3 a 63	<i>Hanzawaia boueana</i> <i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	<i>Peneroplis planatus</i> <i>Criboelphidium excavatum</i> <i>Bigenerina nodosaria</i> <i>Nonionoides grateloupii</i> <i>Rosalina floridana</i> <i>Quinqueloculina venusta</i> <i>Neoeponides</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente plataforma (DA atual); • >50m profundidade; • Plataforma carbonática; • % Epifaunais >> infaunais; • Presença de foraminíferos planctônicos; • Maior diversidade e riqueza de espécies. • Alta oxigenação do sedimento (Índice AE < 7%); • Valores $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ indicam maior salinidade e produtividade 	% Cascalho = 13,7 % Areia = 41,9 % Lama = 44,3 % CaCO ₃ = 97,3 % MO = 2,7
Biofácies AC	101 a 41	64 a 63,4	<i>Ammonia tepida</i> <i>Criboelphidium excavatum</i>	<i>Quinqueloculina venusta</i> <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> <i>Cornuspira involvens</i> <i>Sigmamiliolinella australis</i> <i>Cibicides fletcheri</i> <i>Peneroplis planatus</i> <i>Bolivina</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma interna rasa carbonática; • % Epifaunais > infaunais; • Aumento da diversidade e riqueza de espécies. • Aumento da oxigenação do sedimento (Índice AE < 70%); • Valores $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ indicam maior salinidade e produtividade que a biofácies anterior 	% Cascalho = 16 % Areia = 33,6 % Lama = 50,3 % CaCO ₃ = 69,8 % MO = 6,3 Ambiente predominantemente marinho (Valores de razão C/N entre 8 e 3);
Biofácies At	241 a 111	65,4 a 64,1	<i>Ammonia tepida</i>	<i>Criboelphidium excavatum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente de lagunar-estuarino; • % Infaunais >> Epifaunais; • Baixa diversidade e riqueza de espécies; • Estágios de hipóxia severa ou diminuição drástica de salinidade (índice AE > 80%). • Valores baixos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ menor salinidade e produtividade que a biofácies anterior 	% Cascalho = 0,7 % Areia = 12,6 % Lama = 86,6 % CaCO ₃ = 12,9 % MO = 11,7 Aporte M.O. de origem terrestre (Valores de razão C/N entre 30 e 10);
Biofácies CH	288 a 251	65,9 a 65,5	<i>Criboelphidium</i> sp. <i>Hanzawaia boueana</i>	<i>Criboelphidium excavatum</i> <i>Neoeponides</i> sp. <i>Amphistegina</i> sp. <i>Cibicides</i> sp. <i>Ammonia tepida</i> <i>Pseudononion japonicum</i> <i>Elphidium crispum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente plataforma interna; • > 20°C; • % Infaunais = Epifaunais; • Presença de foraminíferos planctônicos; • Maior diversidade e riqueza de espécies. • Alta oxigenação (índice AE < 27%); • Valores $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ não possuem uma tendência 	% Cascalho = 2 % Areia = 31 % Lama = 67 % CaCO ₃ = 11,8 % MO = 7,4

Biofácies CH

Na Biofácies CH, aproximadamente 20% dos táxons encontrados são epifaunais e estão normalmente relacionados às associações de foraminíferos de ambientes recifais. O gênero *Amphistegina* spp., por exemplo, é típico de ambientes onde ocorre um substrato consolidado ou carbonato cascalhoso com águas quentes (geralmente > 20°C) de plataforma interna e recifes de coral. Táxons como *Hanzawaia* spp., *Cibicides* spp. e a espécie *Elphidium crispum* que vivem normalmente em sedimentos com maiores teores de areia são epifaunais e podem viver sobre algas (Murray, 2006). Táxons adicionais, preferencialmente calcário hialinos, como *Neoeponides* spp., também podem ser encontrados em águas mais profundas ocorrendo até em regiões batiais (Holbourn *et al.*, 2013).

O táxon dominante dessa biofácies é *Criboelphidium* spp., que é comum em sedimentos arenosos na plataforma interna, assim como *Ammonia* sp. e *Pseudononion japonicum* que também podem ser comuns em sedimentos arenosos. Os gêneros *Ammonia* e *Criboelphidium* geralmente são mais abundantes na plataforma interna, em estudo realizado por Eichler *et al.* (2007) foi encontrado esse mesmo padrão de distribuição na porção sul da margem continental brasileira com a espécie *P. japonicum* (= *Pseudononion atlanticum*). A ocorrência de foraminíferos planctônicos (~5%) indica também um ambiente de plataforma interna com águas claras (Culvier, 1988; Hayward *et al.*, 1997; De Rijk *et al.*, 1999).

A Biofácies CH apresenta uma variação de teores de lama e areia, porém há um indicativo do aumento do teor de areia e diminuição de CaCO₃, isso da base do testemunho e das concreções carbonáticas em direção ao limite superior da biofácies. Essa tendência indicaria um aumento de energia e aporte terrígeno, a razão C/N indica um ambiente marinho (Cetto, 2022 e Meyers, 1994) e os valores de IAE apontam para um ambiente com águas bem oxigenadas (Sen Gupta *et al.*, 1996).

Os organismos observados nessa biofácies podem ser fruto de um processo erosivo que teria ocorrido na superfície das concreções carbonáticas, mais antiga (Pleistoceno Superior), com uma associação de foraminíferos de um ambiente marinho em uma amplitude climática que pode variar de temperado a tropical, com substrato consolidado com águas quentes (> 20°C) de plataforma interna ou recifes. Um indicativo desse processo seria, além da baixa densidade de organismos, a incrustação de origem

carbonática secundária nas carapaças dos foraminíferos e que podem ser observadas nas de imagens de MEV da Figura 15. Com isso, é possível que parte dos organismos descritos nessa biofácies representem um ambiente distinto do instalado, até porque a base desse testemunho foi datada de ~48500 anos cal. A.P. (Anexo 2) e a amostra referente a essa biofácies foi datada em torno de ~13200 anos cal A.P.

No que se refere às análises de isótopo, que nessa biofácies temos apenas três valores determinados, os valores do gênero *Criboelphidium* não possuem uma tendência clara podendo ser um indicativo de variações descontínuas do ambiente.

Biofácies At

A Biofácies At apresentou uma média de 70% dos espécimes da espécie calcário hialina *A. tepida*, espécie essa que se adapta a águas com grande variação de salinidade como, por exemplo, lagunas e estuários (Murray, 2006). Além disso, *A. tepida* é uma espécie cosmopolita oportunista, tolerante às mudanças ambientais às quais outras espécies não resistem (Yanko *et al.*, 1994; Alve, 1995; Culver e Buzas, 1995; Sen Gupta *et al.*, 1996). De forma geral, as amostras da Biofácies At, apresentam ocorrência contínua de fauna de foraminíferos com predominância de gêneros tipicamente mixohalinos, como *Ammonia* e *Criboelphidium*. E toda a Biofácies conta com teores de lama em média acima de ~80%, condizendo com a fauna característica encontrada (Murray, 2006).

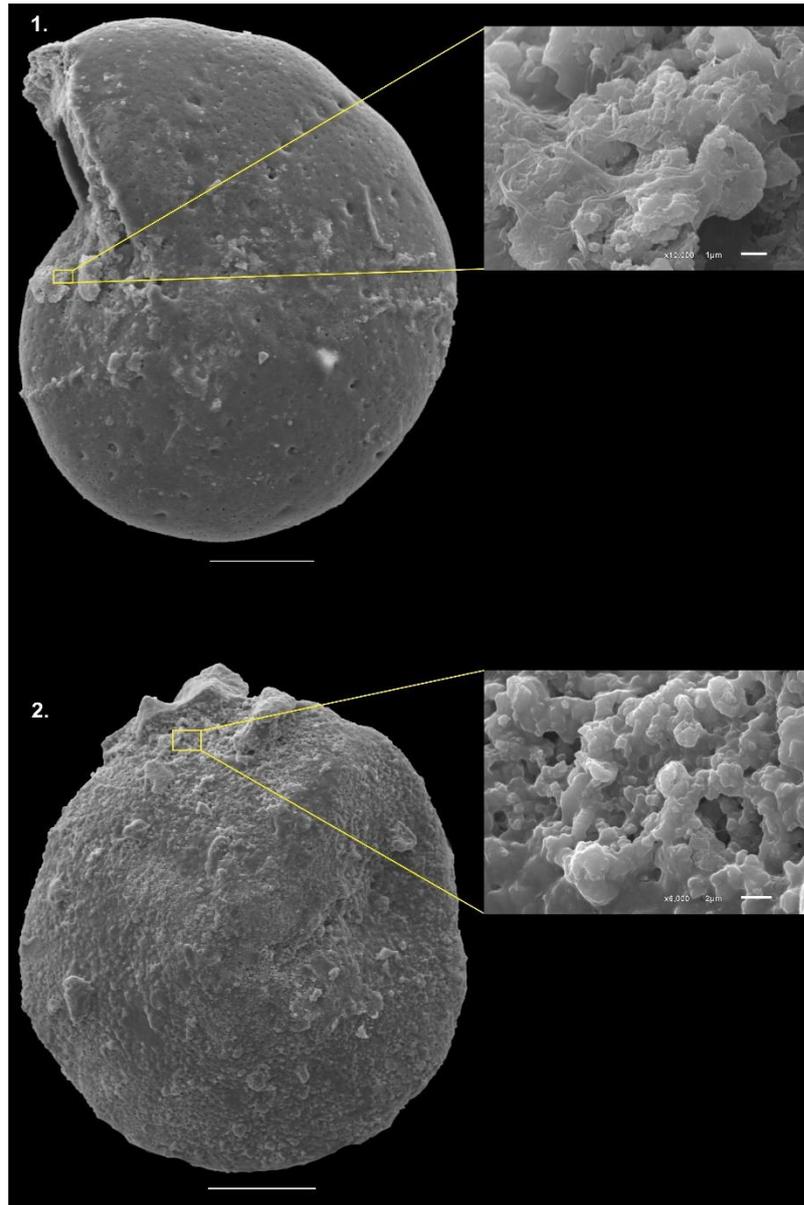


Figura 15: Zoom realizado nas incrustações de origem carbonática secundária em suas carapaças das espécies (1). *C. excavatum* (10000x - 271 cm) e (2). *Neoeponides* sp. (6000x - 271 cm); Barra de escala = 100 μ m.

Vicalvi (1978) encontrou na base de seu testemunho uma fauna de foraminíferos bentônicos com cerca de 95% dos exemplares constituídos por espécies tipicamente mixoalinas (*Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida* e espécies da família Elphidiidae (*Criboelphidium* sp. e *Elphidium* sp.)), o que é similar às amostras dessa Biofácies. D'Agostini (2017) encontrou nos grupos da base do seu testemunho também uma fauna

similar a essa Biofácies com dominância dos gêneros *Ammonia*, *Elphidium*, *Quinqueloculina* e *Hanzawaia*.

Já que o testemunho analisado no presente estudo compreende um ponto de evolução de uma região costeira para plataforma continental, e os organismos utilizados (*Criboelphidium*) para análises isotópicas são tipicamente encontrados em ambientes de águas rasas (principalmente áreas de plataforma continental) (Miller et al., 1982) vivendo nos 4 cm superficiais do sedimento (Buzas, 1965). Os resultados obtidos refletem as características da água intersticial do sedimento.

Em ambientes costeiros, com influência continental (rios), tanto a salinidade quanto a temperatura influenciam a composição de $\delta^{18}\text{O}$ das carapaças de foraminíferos (Anderson e Arthur, 1983). Os valores encontrados nas amostras da biofácies At são mais leves (mais negativos) de $\delta^{18}\text{O}$ indicam menores salinidades e maiores temperaturas da água intersticial do sedimento (Thomas, et al, 2000). A composição isotópica de carbono em carapaças de foraminíferos em águas costeiras também depende da salinidade, águas continentais apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais baixos do que águas do mar aberto (Anderson e Arthur, 1983). Além do efeito da salinidade, a produtividade primária local pode causar valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais positivos ou menos negativos em carbonatos depositados no local em que ocorre produtividade nas águas superficiais, e a oxidação de matéria orgânica nas águas de fundo criará valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais negativos em carbonatos. A oxidação do carbono orgânico terrestre criaria valores mais leves de $\delta^{13}\text{C}$ em águas de fundo sem os valores pesados associados em águas superficiais. A oxidação de carbono orgânico isotopicamente mais leve proveniente da produtividade local e de fontes terrígenas resultaria em consumo de oxigênio e, portanto, hipóxia ou anóxia. Valores isotópicos de carbono negativos em foraminíferos bentônicos podem indicar a ocorrência de hipóxia ou anóxia independente da fonte do carbono orgânico (McCorkle e Emerson, 1988).

Os valores do IAE aumentam drasticamente nesse pacote sedimentar, indicando a diminuição da oxigenação do sedimento (Sen Gupta et al., 1996), corroborando para os valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ encontrados nas carapaças dos foraminíferos.

Dentro da Biofácies At podemos observar dois estágios em relação aos dados ecológicos dos foraminíferos, sedimentológicos e geoquímicos, no intervalo inicial (entre as amostras 231-181cm) de acordo com os limites indicativos da origem da matéria orgânica definidos por Meyers (1994), os dados de razão C/N indicam a presença de fragmentos vegetais de origem predominantemente terrestre, ou seja, o aporte de matéria orgânica de origem terrestre é proporcionalmente maior que o de origem marinha. Além disso a densidade de foraminíferos bentônicos nesse intervalo não ultrapassa 200 ind./cm³. O paleoambiente formado provavelmente passou por estágios de hipóxia severa ou diminuição drástica de salinidade (devido ao aporte de água doce) pois nas amostras 211 e 201cm não foi possível encontrar espécimes de foraminíferos e coincidindo com os maiores teores de MO (~25%). Sugerindo assim um ambiente mais restrito com menos circulação.

O intervalo superior dessa Biofácies (entre as amostras 170-110 cm) apresenta valores de assinatura de um ambiente transicional de acordo com a razão C/N, o que corrobora com a diminuição do aporte terrígeno. A amostra em 141cm possui um aumento relevante nos teores de areia e na densidade de foraminíferos (3354 ind./cm³), com assembleia dominada por *A. tepida* (>80%). Além disso os valores de riqueza, diversidade e os teores de areia aumentam à medida que se aproximam do limite superior dessa Biofácies.

Dessa forma podemos inferir que o final da Biofácies At e início da Biofácies AC compreende ambientes do processo de afogamento da plataforma, passando de um ambiente transicional para o ambiente marinho. Mais especificamente esse momento pode ser visto com a diminuição da dominância de *A. tepida* na amostra 111cm (<60%) e aumento da abundância relativa dos gêneros *Cibicides*, *Quinqueloculina*, *Hanzawaia* e *Bolivina*.

Biofacies AC

A Biofácies AC reúne as amostras 101 a 41cm, onde as espécies dominantes são *A. tepida* e *C. excavatum*. Diferente da Biofácies anterior os valores do IAE diminuem (~40) nesse pacote sedimentar, indicando o aumento da oxigenação do sedimento. Além disso, os valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ seguem uma tendência que indica o aumento da produtividade no ambiente e os valores de $\delta^{18}\text{O}$ seguem uma tendência

que sugere um distanciamento gradativo do continente e maiores salinidades. Aproximadamente 37% dos espécimes da biofácies AC são representados por foraminíferos porcelanosos corroborando para um ambiente com maior energia e aumento da oxigenação no sedimento (Rodríguez-Tovar *et al.*, 2015).

Os demais táxons que são frequente na Biofácies AC são *Q. venusta*, *Q. lamarckiana*, *Cornuspira involvens*, *Sigmamiliolinella australis*, *Cibicides fletcheri*, *P. planatus* e *Bolivina* sp. que corrobora com a hipótese de um ambiente tipicamente de plataforma rasa carbonática (Brasier, 1980).

Os valores de razão C/N indicam um ambiente predominantemente marinho da amostra 101cm até topo do testemunho (Biofácies AC e HQ). E as amostras apresentam um aumento gradativo do teor de CaCO₃ indicando um ambiente carbonático (Cetto, 2022). A riqueza de táxons aumenta junto com a o aumento do teor de CaCO₃.

Biofácies HQ

A Biofácies do topo HQ não apresenta o gênero *Ammonia*. As espécies do gênero *Ammonia* ocorrem nos ambientes marinhos mais marginais com >80% de lama/silte, desde pântanos salgados e estuários até habitats de submaré, também em ambientes de plataforma interna até um limite de aproximadamente 50m (Murray, 1991; Murray, 2006). O desaparecimento do gênero *Ammonia* pode indicar um sinal de aumento do nível do mar, que transformou do ambiente costeiro marinho para o ambiente marinho aberto. Os índices ecológicos, apontam para um ambiente de alta oxigenação favorecendo os gêneros epifaunais. Os valores de isótopos de carbono e oxigênio seguem a mesma tendência que a Biofácies anterior, podendo indicar aumento da produtividade e um distanciamento gradativo do continente e com maiores salinidades.

Além disso, segundo Culver (1988), a razão de foraminíferos bentônicos/planctônicos representa ainda uma zona de plataforma interna com menos de 10% de abundância relativa de foraminíferos planctônicos nas amostras 11cm e 2cm.

A média do teor de CaCO₃ ultrapassa 95% na biofácies HQ, caracterizando o ambiente de sedimentação majoritariamente carbonático. A biofácies HQ reúne o pacote sedimentar com maior diversidade de foraminíferos bentônicos no testemunho, típicos da plataforma carbonática de Abrolhos (Almeida *et al.*, 2013; Araújo e Machado, 2008;

Machado e Araujo, 2012; Barbosa, *et al.*, 2009; Barbosa, *et al.*, 2012; Oliveira-Silva *et al.*, 2005; Oliveira-Silva *et al.*, 2012; e outros) representada pelos táxons afiliados a recife de coral, como os gêneros *H. boueana*, *P. planatus*, *Neoeponides* sp., *Rosalina floridana*, *Amphistegina radiata*, entre outros, assim como a presença da espécie *B. nodosaria*, típica de ambiente de plataforma e zona batial superior (Murray, 2006; Holbourn *et al.* 2013).

5.2. Evolução paleoambiental da DA

O pacote sedimentar da base do testemunho, Biofácies CH possui concreções carbonáticas a 65,85 m datadas em ~48554 anos cal. A.P. e um fragmento de madeira a 65,75 m datado em ~13270 anos cal A.P (Anexo 2 e Figura 16).

Correlacionando as datações calibradas com as curvas de oscilação do nível relativo do mar compiladas por Abdul *et al.* (2016) e Blanchon (2011), esse depósito indicaria um nível do mar em torno de 65-66m de profundidade abaixo do atual em ~13 mil anos cal A.P., enquanto Lambeck *et al.* (2014) indicaria um nível do mar em torno de 75 m de profundidade abaixo do atual. Isso indicaria que a região da depressão já teria a influência marinha pós MWP-1A, configurando um ambiente com <1 m de coluna d'água, possivelmente.

Bastos *et al.* (2015 e 2016), D'Agostini *et al.* (2015) e Cetto *et al.* (2022) sugerem que durante o processo de exposição da plataforma durante o UMG uma topografia cárstica se formou na PCA, que se desenvolveu a partir da erosão e dissolução de sequências deposicionais carbonáticas formadas durante períodos interglaciais pleistocênicos, portanto essa Biofácies se desenvolve sobre uma superfície cárstica formada durante a exposição subaérea no Pleistoceno Superior. Com a transgressão pós-UMG, essa superfície sofre erosão (ravinamento) com o aumento do nível do mar e energia de processos oceanográficos. Como colocado acima, a erosão desse depósito carbonático pode ter introduzido carapaças de foraminíferos retrabalhadas, típicas de um ambiente marinho que não condiz com a datação de ~13000 anos A.P. Destacando que a avaliação das associações foraminíferas bentônicas nessa fácies sedimentar sobre a superfície cárstica é pioneira contribuindo para o refinar os modelos já propostos para a DA.

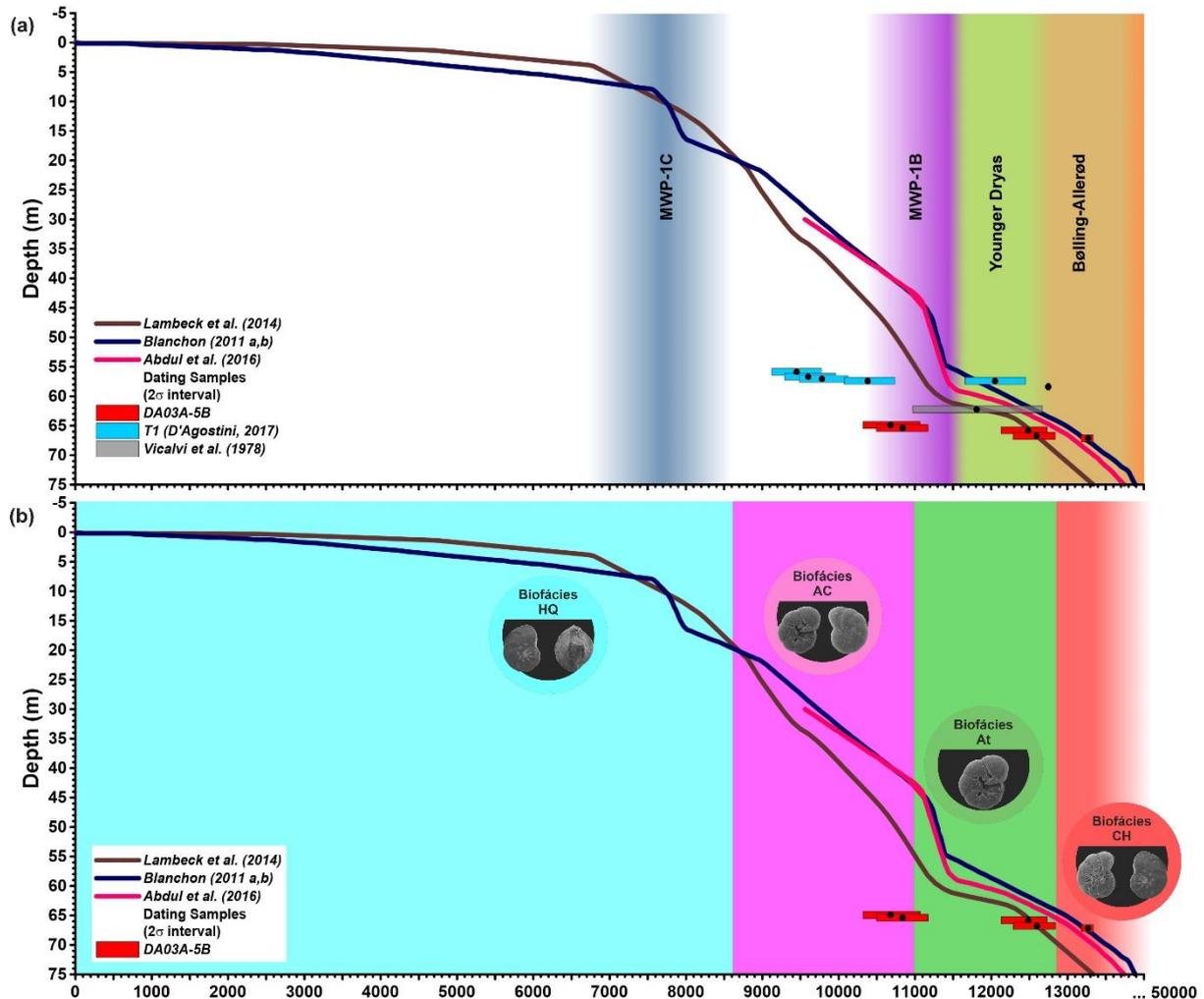


Figura 16: (a) Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck *et al.* (2014), Abdul *et al.* (2016) e Blanchon (2011); datações calibradas do presente testemunho obtidos por Cetto (2022) e testemunhos realizados por D'Agostini (2017) e Vicalvi *et al.* (1978); em destaque os principais eventos paleoceanográficos globais desse período. (b) Curva de oscilação do nível relativo do mar com base nas informações compiladas por Lambeck *et al.* (2014), Abdul *et al.* (2016) e Blanchon (2011); em destaque as Biofácies; datações calibradas A.P. do testemunho obtidas por Cetto (2022).

A Biofácies At possui datações próximas aos seus limites datada em ~12597 anos cal. A.P. na profundidade de 65,3 m e ~10841 anos cal A.P. em 63,9 m. O intervalo entre ~12500 e ~11000 anos cal. A.P. compreende um período de desaceleração da taxa de subida relativa do nível do mar (*stillstand*) que corresponde ao início YD e seguido de um rápido aumento do nível do mar, interpretado como sendo um pulso de degelo, descrito como MWP-1B (Abdul *et al.*, 2016; Lambeck *et al.*, 2014; Blachon,

2011), que ocorreu devido a continuação do aquecimento e derretimento das geleiras que teria desencadeado um aumento do nível do mar de 14 ± 2 m, a uma taxa de ~ 40 mm/ano (~ 11450 - 11100 anos cal. A.P.) (Abdul *et al.*, 2016).

Os trabalhos de D'Agostini (2017) e Cetto (2022) corroboram com a interpretação de que o clima no Brasil, seria mais úmido durante os eventos de resfriamento como o YD (Novello *et al.*, 2017; Piacsek *et al.*, 2021; Bouimetarhan *et al.*, 2018). Esta constatação se dá através da análise palinológica em um testemunho coletado ao norte da DA que indica a elevada abundância de elementos associados a comunidades aluviais (vegetação arbustiva de planícies de inundação), de Floresta Ombrófila (regiões de chuvas intensas, de Mata Atlântica) (D'Agostini, 2017) e dados geoquímicos como razões C/N e proxies de intemperismo (Cetto, 2022). O intervalo datado entre 12597 (65,3m) e 12487 (64,4 m) anos cal A.P. correspondem ao início (~ 12500 anos A.P.) do YD, evidenciando a expressiva contribuição continental para sedimentação no depósito nesse período (Cetto, 2022).

Neste período, em torno de 12600 e 12500 anos cal AP o nível do mar estava a ~ 60 - 65 m abaixo do atual (Blachon, 2011; Abdul *et al.*, 2016; Lambeck *et al.*, 2014,) sendo possível estabelecer a associação entre a assembleia de foraminíferos encontrada à um ambiente de lagunar. As informações paleoecológicas a partir dos dados de foraminíferos bentônicos nesse presente estudo corroboram para uma interpretação de um ambiente que passou por estágios de hipóxia severa ou diminuição drástica de salinidade (devido ao aporte de água doce), sendo assim interpretado como um ambiente com influência marinha restrita, de menor circulação, como uma laguna confinada nesse período.

A amostra 141cm, a 64,4 m de profundidade, com datação aproximada em 12487 anos cal A.P. possui um aumento relevante na densidade de foraminíferos de uma única espécie, *A. tepida* ($>80\%$), indicando um possível evento de incursões marinhas favorecendo a reprodução da espécie em um primeiro momento (Yanko *et al.*, 1994; Alve, 1995; Culver e Buzas, 1995; Sen Gupta *et al.*, 1996; Murray, 2006). E a medida que se aproxima ao limite superior da Biofácies At, observa-se que a fauna de foraminíferos possui características de um estuário com maior circulação, que aumenta definitivamente a influência marinha com o MWP-1B (~ 11450 - 11100 anos cal. A.P.).

A partir de ~10800 anos cal A.P., após o MWP-1B, além do teor de CaCO_3 aumentar gradativamente (Cetto, 2022), a DA passou a apresentar assembleias foraminíferas da Biofácies AC típicas de um ambiente marinho de plataforma carbonática rasa. A evolução dessa Biofácies se deu em um intervalo datado de ~10841 (63,985 m) anos cal A.P e ~10681 (63.5 m), momento em que existiu um aumento do nível do mar global quase uniforme (Lambeck et al., 2014), como mostrado na figura 16.

Blanchon (2011) propôs que um pulso de degelo (MWP-1C) aconteceu a ~8000-7600 anos A.P., desencadeando um aumento do nível do mar de 5-9 m, a uma taxa de ~13-23mm/ano. No nordeste do Brasil também foi observado um rápido aumento do nível do mar de até ~6,1mm/ano, entre 8300 e 7000 cal. anos A.P. (Boski et al., 2015). Os autores D'Agostini (2017) e Cetto (2022) percebem a mudança do ambiente marinho raso para marinho aberto interpretando através do aumento considerável do percentual de CaCO_3 nas fácies sedimentares. O desaparecimento do gênero *Ammonia* e aparecimento de foraminíferos planctônicos na Biofácies HQ pode indicar um sinal do MWP-1C que transformou do ambiente costeiro-marinho para o ambiente marinho aberto, profundidade > 50m, refinando assim modelos anteriores onde a presença do gênero *Ammonia* ainda ocorre (D'Agostini, 2017) no topo do testemunho estudado ou pelos proxies geoquímicos avaliados por Cetto (2022) sem a presente interpretação da fauna de foraminíferos bentônicos.

6. CONCLUSÃO

A evolução paleoambiental da DA baseada na distribuição de foraminíferos bentônicos no presente estudo contribuiu para o refinamento dos modelos pré-existentes. Isso se deve ao nível taxonômico alcançado o que permitiu a realização de análises estatísticas (como NMDS, por exemplo) para confirmar a robustez das assembleias foraminíferas encontradas e sua característica como biofácies, a ecologia dos táxons identificados (nível de gênero e espécies) e índices ecológicos relacionados a eventos paleoceanográficos e paleoclimáticos durante o Quaternário.

- A base do testemunho aponta para a presença de concreções carbonáticas que pode compor uma superfície cárstica de ravinamento. A deposição da Biofácies CH se dá sobre essa superfície e aponta para a influência marinha e início da formação da paleolaguna em torno de 13000 anos A.P.
- A formação da DA se dá durante o YD e a mesma apresenta duas fases distintas em termos de sedimentação e circulação no ambiente lagunar. Em um primeiro momento, entre 12800 e 12500 anos cal A.P. a laguna é caracteristicamente confinada com menor circulação e a partir de cerca de 12500 anos ocorre um aumento da circulação da laguna marcada pelo aumento da densidade, riqueza e diversidade de foraminíferos bentônicos.
- O final do YD é marcado por uma mudança significativa nas Biofácies, onde os organismos apontam para um ambiente marinho (Biofácies AC) raso, o que é corroborado por todos os proxies sedimentológicos e geoquímicos. Essa mudança paleoambiental está associada ao MWP-1B.
- Com a contínua subida do nível do mar, o ambiente vai se tornando marinho aberto, porém ainda ocorre uma mudança em torno de 8000 anos A.P. que marca definitivamente a presença de organismos típicos da plataforma externa, ou seja, profundidades superiores a 50m.

REFERÊNCIAS

- Akimoto K, Hasegawa S (1989) Bathymetric distribution of the recent benthic foraminifers around Japan: as a contribution to the new paleobathymetric scale. In Kitamura N, Otsuki K and Ohguchi T. (eds.) Cenozoic Geotectonics of Northeast Honshu Arc. Geol. Soc. Jpn. Mem. 58:229–240.
- Almeida, C. M., Barbosa, C. F., Cordeiro, R. C., Seoane, J. C. S., Fermino, G. M., Silva, P. O., & Turcq, B. J. (2013). Palaeoecology of a 3-kyr biosedimentary record of a coral reef-supporting carbonate shelf. *Continental Shelf Research*, 70, 168-176.
- Amado-Filho G.M. Moura R.L. Bastos A.C. Salgado L.T. Sumida P.Y. Guth A.Z. Francini-Filho R.B. Pereira-Filho G.H. Abrantes D.P. Brasileiro P.S. 2012, Rhodolith beds are major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic: PloS one , v. 7, no. e35171.
- ANDERSON, T. F. and ARTHUR, M. A., 1983. Stable isotopes and carbon and their application to sedimentologic and environmental problems. In: ARTHUR, M.A.; ANDERSON, T LAN, I.R.; VEIZER, J., and LAND, L.S., (eds.), Stable iso Sedimentary Geology, SEPM Short Course 10, pp. 1-1-1 through 1-1-151.).
- Araújo, H. A. B., & Machado, A. J. (2008). Análise dos Recifes de Abrolhos, Bahia, com Base no Estudo de Foraminíferos. *Gravel*, 6(2), 23-34.
- Asano, K. (1936). *Pseudononion*, a New Genus of Foraminifera found in Muraoka-mura, Kamakura-gori, Kanagawa Prefecture. The Journal of the Geological Society of Japan. Vol. 43 No. 512 pp. 347-348.
- Baitelli, R. 2012. Evolução Paleogeográfica do Sistema de Paleodrenagem do Rio Jacuí na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 148p.
- Barbosa, C. F., Ferreira, B. P., Seoane, J. C. S., Oliveira-Silva, P., Gaspar, A. L. B., Cordeiro, R. C., & Soares-Gomes, A. (2012). Foraminifer-based coral reef health assessment for southwestern Atlantic offshore archipelagos, Brazil. *The Journal of Foraminiferal Research*, 42(2), 169-183.
- Barbosa, C. F.; Seoane, J. C. S. Micropaleontologia de foraminíferos do Quaternário. In: ESKINAZI-LEÇA, E. (Org.). Oceanografia: um cenário tropical. Recife: Bagaço, 2004, 761 p
- Barbosa, C. F., de Freitas Prazeres, M., Ferreira, B. P., & Seoane, J. C. S. (2009). Foraminiferal assemblage and reef check census in coral reef health monitoring of East Brazilian margin. *Marine Micropaleontology*, 73(1-2), 62-69.
- Bastos, A. C., Quaresma, V. S., Marangoni, M. B., D'Agostini, D. P., Bourguignon, S. N., Cetto, P. H., ... & Collins, M. 2015. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: A synthesis from a mixed

siliciclastic–carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 63, 125-136.

Bastos, A. C., D'Agostini, D. P., Silva, A. E., Menandro, P. S., Vieira, F. V., Boni, G. C., ... & Cetto, P. H. (2022). Sedimentological and morphological evidences of Meltwater Pulse 1B in the Southwestern Atlantic Margin. *Marine Geology*, 450, 106850.

Boltovskoy, E., & Wright, R. C. (Eds.). (2013). *Recent foraminifera*. Springer Science & Business Media.

Boltovskoy, E., Giussani, G., Watanabe, S., & Wright, R. 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of Southwest Atlantic. The Hague: Junk, 147p.

Boski, T., Bezerra, F. H., de Fátima Pereira, L., Souza, A. M., Maia, R. P., & Lima-Filho, F. P. (2015). Sea-level rise since 8.2 ka recorded in the sediments of the Potengi–Jundiá Estuary, NE Brasil. *Marine Geology*, 365, 1-13.

Bouimetarhan, I., Chiessi, C. M., González-Arango, C., Dupont, L., Voigt, I., Prange, M., & Zonneveld, K. (2018). Intermittent development of forest corridors in northeastern Brazil during the last deglaciation: Climatic and ecologic evidence. *Quaternary Science Reviews*, 192, 86-96.

Brandano, M.; Ronca, S. Depositional processes of the mixed carbonate–siliciclastic rhodolith beds of the Miocene Saint-Florent Basin, northern Corsica. *Facies*, v. 60 (1), p. 73-90, 2014.

Buzas, M. A. (1965). The distribution and abundance of foraminifera in Long Island Sound. *Smithsonian Miscellaneous Collections*.

Cetto, P. H., Bastos, A. C., & Ianniruberto, M. (2021). Morphological evidences of eustatic events in the last 14,000 years in a far-field site, East-Southeast Brazilian continental shelf. *Marine Geology*, 442, 106659.

Cetto, P. H. (2022) Registros estratigráficos e morfológicos da variabilidade eustática e paleoambiental pós-último máximo glacial na plataforma continental leste-sudeste do Brasil. Programa de Pós Graduação em Oceanografia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Tese de Doutorado, 182p.

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, 18(1), 117-143.

Cerling TE, Hay RL 1986 An isotopic study of paleosol carbonates from Olduvai Gorge. *Quaternary Research*, 25:63-78

Culver, S. J. (1988). New foraminiferal depth zonation of the northwestern Gulf of Mexico. *Palaios*, 69-85.

Curry, J. R. (1964). Transgression and regression. Papers in marine geology. Shepard commemorative volume, Macmillan, 175-203.

Cushman, J.A. 1926. Recent foraminifera from Porto Rico. Publications of the Carnegie Institution of Washington 342: 73-84.

Cushman, 1955. Foraminifera: their classification and economic use. Massachusetts: Harvard University Press

Cushman, J. A. (1922). Shallow-water Foraminifera of the Tortugas region. Publications of the Carnegie Institution of Washington 311. Department of Marine Biology of the Carnegie Institution of Washington. Volume 17: 1-85.

D'Agostini, D. P.; Bastos, A. C.; Dos Reis, A. T. The Modern Mixed Carbonate– Siliciclastic Abrolhos Shelf: Implications for a Mixed Depositional Model. *Journal of Sedimentary Research*, v. 85, p. 124-139, 2015.

D'Agostini, Danielle Peron. 2017. A plataforma continental de abrolhos: contexto paleoambiental, sismoestratigrafia e domínios sedimentares. Programa de Pós Graduação em Oceanografia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Tese de Doutorado, 139p.

De Araújo, H. A. B., & De Jesus Machado, A. (2008). Benthic foraminifera associated with the south Bahia coral reefs, Brazil. *The Journal of Foraminiferal Research*, 38(1), 23-38.

de Jesus Machado, A., & de Araújo, H. A. B. (2012). Relação entre a microfauna de foraminíferos e a granulometria do sedimento do Complexo Recifal de Abrolhos, Bahia, a partir de análises multivariadas. *Brazilian Journal of Geology*, 42(3), 547-562.

De Rijk, S., Troelstra, S., Rohling, E.J., 1999. Benthic foraminiferal distribution in the Mediterranean Sea. *Journal of Foraminiferal Research* 29, 93–103.

Doyle LJ 1987, *Transições Carbonato-Clásticas* : Nova York, Elsevier Science, 312 p.

Edwards, J. H.; Harrison, S. E.; Locker, S. D.; Hine, A. C.; Twichell, D. C. Stratigraphic framework of sediment-starved sand ridges on a mixed siliciclastic/carbonate inner shelf; west-central Florida. *Marine Geology*, v. 200, p. 195-217, 2003.

Eichler, P. P. B., Rodrigues, A. R., Eichler, B. B., Braga, E. D. S., & Campos, E. J. D. (2012). Tracing latitudinal gradient, river discharge and water masses along the subtropical South American coast using benthic foraminifera assemblages. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 723-759.

Fairbanks, R. G. (1989). A 17, 000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342(6250), 637-642.

Fichtel, L.v.; Moll, J.P.C.. (1798). *Testacea microscopia, aliaque minuta ex generibus Argonauta et Nautilus, ad naturam delineata et descripta*. A. Pichler, Wien. xii + 123 pp., 24 pl.

Galloway, J. J.; Wissler, S. G. (1927). Pleistocene Foraminifera from the Lomita Quarry Palos Verdes Hills, California. *Journal of Paleontology*. 1: 35-87.

Gross, M. G., 1971. Carbon Determination. In: Carver, R. E. (Ed), *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley Interscience, New York. pp. 573-596

Hayward, B.W., Hollis, C.J., Grenfel, H.R., 1997. Recent Elphidiidae (Foraminifera) of the South-west Pacific and fossil Elphidiidae of New Zealand. Monograph, 16. Institute of Geological and Nuclear Sciences, Lower Hutt (170 pp.).

Handford CR Loucks RG 1993, Sequências deposicionais de carbonato e traços de sistemas: respostas de plataformas de carbonato às mudanças relativas do nível do mar, no Loucks RG Sarg JF eds, *Estratigrafia de sequência de carbonato: desenvolvimentos recentes e aplicações* : American Association of Petroleum Geologists, Memoir 57, p. 3- 42.

Harper, B. B.; Puga-Bernabéu, Á.; Droxler, A. W.; Webster, J. M.; Gischler, E.; Tiwari, M.; Lado-Insua, T.; Thomas, A. L.; Morgan, S.; Jovane, L.; Röhl, U. Mixed carbonate-siliciclastic sedimentation along the Great Barrier Reef upper slope: a challenge to the reciprocal sedimentation model. *Journal of Sedimentary Research*, v. 85 (9), p. 1019-1036, 2015

Hart, M. B.; Feist, S. E.; Håkansson, E.; Heinburg, C.; Price, G. D.; Smart, C. W.; Watkinson, M. P. The Cretaceous-Palaeogene boundary succession at Stevns Klint, Denmark: Foraminifers and stable isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 224, p. 6-26, 2005.

Hine, A. C.; Suthard, B. C.; Locker, S. D.; Cunningham, K. J.; Duncan, D. S.; Evans, M.; Morton, R. A. Karst sub-basins and their relationship to the transport of Tertiary siliciclastic sediments on the Florida Platform. In: Swart, P. K.; Eberli, G. P.; McKenzie, J. A. (Eds). *Perspectives in Carbonate Geology: A Tribute to the Career of Robert Nathan Ginsburg*. International Association of Sedimentology, Special Publication, v. 41, p. 179-197, 2009.

Holbourn, A. E., Henderson, A. S., MacLeod, N., & MacLeod, N. (2013). *Atlas of benthic foraminifera* (Vol. 654). London: Wiley-Blackwell.

Hyams-Kaphzan, O., Almogi-Labin, A., Sivan, D., Benjamini, C. Benthic foraminifera assemblage change along the southeastern Mediterranean inner shelf due to falloff of Nile-derived siliciclastics. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*, v. 248, p. 315-344, 2008

Isaack, A.; Gischler, E.; Hudson, J. H.; Anselmetti, F. S.; Lohner, A.; Vogel, H.; Garbode, E.; Camoin, G. F. A new model evaluating Holocene sediment dynamics: Insights from a mixed carbonate–siliciclastic lagoon (Bora Bora, Society Islands, French Polynesia, South Pacific). *Sedimentary Geology*, v. 343, p. 99-118, 2016.

- Karrer, F. (1868). Die miocene Foraminiferenfauna von Kostej im Banat. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Wien. 58: 121-193
- Leão Z.M.A.N. Ginsburg R.N. 1997, Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil: Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panamá, p. 1767– 1772.
- Leão Z.M.A.N. Kikuchi R.K.P. 2005, A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil: Marine Pollution Bulletin, v. 51, p. 599– 611.
- Leão Z.M.A.N. Dutra L.X.C. Spanó S. Dutra G.F. Allen G.R. Werner T. McKenna S.A. 2006, The characteristics of bottom sediments, in Dutra G.F. Allen G.R. Werner T. McKenna S.A. eds., A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil : Washington, D.C., Conservation International, RAP Bulletin of Biological Assessment, v. 38, p. 75– 81.
- Lee, H. S.; Chough, S. K. Depositional processes of the Zhushadong and Mantou formations (Early to Middle Cambrian), Shandong Province, China: roles of archipelago and mixed carbonate–siliciclastic sedimentation on cycle genesis during initial flooding of the North China Platform. *Sedimentology*, v. 58, p. 1530-1572, 2011.
- Legendre, P., & Legendre, L. (1998). Numerical ecology, 2nd edn. *Developments in Environmental Modelling*, 20, 870pp.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata [10th revised edition], vol. 1: 824 pp.
- Loeblich, A. R.; Tappan, H. 1988. Foraminiferal genera and their classification. New York: Van Nostrand Reinhold. v. 1, 970 p.
- Loeblich, A. R.; Tappan, H. 1994. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication. v. 31, 661 p.
- Lopes, R. M., Castro, B. M. 2013. Oceanography, ecology and management of Abrolhos Bank. *Continental Shelf Research* 70: 1-2.
- Macedo, Hugo Neves. 2017. Evolução paleoambiental holocénica da depressão de abrolhos: exemplo de sedimentação siliciclástica-carbonática mista no sudoeste do atlântico. Programa de Pós Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 93p.
- McCorkle, D. C., & Emerson, S. R. (1988). The relationship between pore water carbon isotopic composition and bottom water oxygen concentration. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(5), 1169-1178.

- McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L. (2002). *Analysis of ecological communities* (Vol. 28). Glenden Beach, OR: MjM software design.
- Mccune, B. & Melford, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Glenden, Oregon, USA, 237pp.
- Melo, U.d., Summerhayes, C., & Ellis, J.P., 1975, Upper continental margin sedimentation off Brazil, Part IV: Salvador to Vitoria, Southeastern Brazil: Contributions to Sedimentology. 4, 78-116p.
- Miller, A. A., Scott, D. B., & Medioli, F. S. (1982). Elphidium excavatum (Terquem); ecophenotypic versus subspecific variation. *The Journal of Foraminiferal Research*, 12(2), 116-144.
- Mook, D. H.; Hoskin, C. M., 1982. Organic determination by ignition: Caution advised. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 15 (6), 697-699.
- Monte JF 1984, Mistura de sedimentos siliciclásticos e carbonáticos em ambientes de plataforma rasa: *Geologia*, v. 12, p. 432- 435.
- Moura R.L. Secchin N.A. Amado-Filho G.M. Francini-Filho R.B. Freitas M.O. Mente-Vera C.V. Teixeira J.B. Thompson F.L. Dutra G.F. Sumida P.Y.G. Guth A.Z. Lopes R.M. Bastos A.C. 2013, Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank: *Continental Shelf Research*, v. 70, p. 109– 117.
- Murray, J. W. 2006. Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge University Press, 426p.
- Novello, V. F., Cruz, F. W., Vuille, M., Stríkis, N. M., Edwards, R. L., Cheng, H., ... & Santos, R. V. (2017). A high-resolution history of the South American Monsoon from Last Glacial Maximum to the Holocene. *Scientific reports*, 7(1), 1-8.
- Oliveira-Silva, P., Barbosa, C. F., de Almeida, C. M., Seoane, J. C. S., Cordeiro, R. C., Turcq, B. J., & Soares-Gomes, A. (2012). Sedimentary geochemistry and foraminiferal assemblages in coral reef assessment of Abrolhos, Southwest Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 94, 14-24.
- Oliveira-Silva, P., Barbosa, C. F., & Soares-Gomes, A. (2005). Distribution of macrobenthic foraminifera on brazilian Continental margin between 18°S–23°S. *Brazilian Journal of Geology*, 35(2), 209-216.
- Ohkushi, K. I., Ahagon, N., Uchida, M., & Shibata, Y. (2005). Foraminiferal isotope anomalies from northwestern Pacific marginal sediments. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6(4).
- Oki K (1989) Ecological analysis of benthonic foraminifera in Kagoshima Bay, South Kyushu, Japan. *South Pacific Study* 10:1–191
- Orbigny, AD d'. (1839). Foraminiferes, in de la Sagra R., Histoire physique, politique et naturelle de l'ile de Cuba. A. Bertrand. 1-224.

- Orbigny, A. D. d'. (1846). Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne. 312 p.
- Orbigny, A. D. d'. (1826). Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Annales des Sciences Naturelles. vol. 7: 96-169, 245-314.
- Pawlowski, J., Holzmann, M., Berney, C., Fahrni, J., Gooday, A. J., Cedhagen, T., ... & Bowser, S. S.. 2003. The evolution of early Foraminifera. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100 (20), 11494-11498p.
- Parr, W. J. (1932). Victorian and South Australian Shallow-Water Foraminifera. - Part I. Proceedings of the Royal Society of Victoria. 44: 1-14.
- Piacsek, P., Behling, H., Ballalai, J. M., Nogueira, J., Venancio, I. M., & Albuquerque, A. L. S. (2021). Reconstruction of vegetation and low latitude ocean-atmosphere dynamics of the past 130 kyr, based on South American montane pollen types. Global and Planetary Change, 201, 103477.
- Rabineau, M., Berné, S., Olivet, J. L., Aslanian, D., Guillocheau, F., & Joseph, P.(2006). Paleo sea levels reconsidered from direct observation of paleoshoreline position during Glacial Maxima (for the last 500,000 yr). Earth and Planetary Science Letters, 252(1), 119-137.
- Reiss, Z. (1960). Structure of so-called Eponides and some other rotaliiform Foraminifera. Geol. Survey of Israel Bull. 29: 1-28.
- Renema, W. (2006). Large benthic foraminifera from the deep photic zone of a mixed siliciclastic-carbonate shelf off East Kalimantan, Indonesia. Marine Micropaleontology, 58(2), 73-82.
- Reuss, A. E. (1850). Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. 1: 365-390.
- Schönfeld, J. (2001). Benthic foraminifera and pore-water oxygen profiles: a re-assessment of species boundary conditions at the western Iberian margin. *The Journal of Foraminiferal Research*, 31(2), 86-107.
- Sen Gupta, B. K., Eugene Turner, R., & Rabalais, N. N. (1996). Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: Historical record of benthic foraminifers. *Geology*, 24(3), 227-230.
- Sen Gupta, B.K., 1999. Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 371p.
- Shackleton, N.J. and Opdyke, N.D. (1973) Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28–238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 and 106 year scale. *Quaternary Research*, 3, 39–55

Sousa, S. H. M., Passos, R. F., Burone, L., Barbosa, V. P., Mahiques, M., Alves, D. P. V., & Koutsoukos, E. A. M., 2012. Foraminíferos Planctônicos e Bentônicos da Plataforma e Talude Continental do Atlântico Sudoeste, entre 19 e 33 S. Editora da Universidade de São Paulo. 165p.

Suguio, K. 1977. Annotated bibliography (1960-1977) on Quaternary shorelines and sea-level changes in Brazil. Contribuição do Instituto de Geociências, USP/IGCP Project 61, 35 p

Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A. C., Dominguez, J. M., Flexor, J. M., & De Azevedo, A. E. (2018). Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(4), 273-286.

Terquem, O. (1875). *Essai sur le classement des animaux qui vivent sur le plage et dans les environs de Dunkerque (premier fascicule)*. Paris

Thomas, E., Gapotchenko, T., Varekamp, J. C., Mccray, E. L., & Ten Brink, M. B. (2000). Benthic foraminifera and environmental changes in Long Island Sound. *Journal of Coastal Research*, 641-655.

Vicalvi, M. A., Costa, M. P. A., & Kowsmann, R. O. 1978. Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental leste brasileira. *Bol. Tec. Petrobrás*, 21(4), 279-286.

Wilson, J. L. Cyclic and reciprocal sedimentation in Virgilian strata of southern New Mexico. *Geological Society of America*, v. 78, p. 805 – 818, 1967.

Anexos

Anexo 1: Tabela com os dados compilados de Cetto (2022) testemunho DA_03A5B. Textura do grão, teor de CaCO₃, idades calibradas (anos A.P.); nitrogênio total (NT); Razão C/N.

Amostra (cm)	% Cascalho	% Areia	% Lama	% CaCO ₃	% MO	C/N elementar
1	8,76	51,12	40,12	97,57	2,46	4,28
3	18,21	45,04	36,75	97,61	sem dado	sem dado
5	16,73	43,01	40,26	98,13	1,85	sem dado
10	9,74	46,94	43,32	96,24	2,85	4,28
15	11,75	46,18	42,07	97,88	2,96	sem dado
20	18,10	39,41	42,49	97,67	2,87	3,65
25	11,46	37,81	50,73	97,57	3,01	sem dado
30	22,19	33,65	44,16	96,49	3,17	3,80
35	6,41	34,74	58,85	95,79	3,73	sem dado
40	13,61	33,80	52,59	91,38	1,73	3,84
45	13,84	31,14	55,02	90,10	3,36	sem dado
50	17,32	36,86	45,82	89,20	4,86	3,36
55	17,10	35,29	47,61	85,80	5,57	sem dado
60	7,61	37,63	54,76	85,45	5,48	5,74
65	13,81	37,34	48,85	78,97	7,89	sem dado
70	22,55	32,78	44,68	74,17	7,23	sem dado
75	26,49	30,21	43,30	71,66	7,50	sem dado
80	16,02	19,94	64,04	52,97	8,10	4,94
85	18,80	29,72	51,48	53,96	8,60	sem dado
90	15,23	41,77	43,01	56,91	8,23	6,08
95	7,74	35,63	56,63	47,33	9,40	sem dado
98,5	16,28	35,86	47,86	48,81	2,40	sem dado
100	18,02	32,65	49,32	51,16	8,77	7,24
105	0,94	24,29	74,77	32,22	7,15	sem dado
110	0,30	20,83	78,88	25,29	10,62	10,07
115	0,14	15,25	84,60	19,77	8,79	sem dado
120	0,09	8,86	91,06	19,10	8,06	sem dado
125	0,45	8,32	91,23	15,79	4,25	sem dado
130	1,47	8,21	90,32	11,89	4,50	12,06
135	0,00	10,27	89,73	15,48	10,34	sem dado
140	4,37	38,21	57,42	19,79	5,17	15,27
145	2,33	20,55	77,13	26,79	8,74	sem dado
150	1,63	19,54	78,83	14,77	8,74	18,28
155	1,50	15,24	83,26	11,34	8,26	sem dado
160	3,06	21,48	75,46	9,12	13,66	16,74
165	0,25	23,16	76,59	9,31	8,56	sem dado
170	1,75	22,29	75,96	12,14	10,87	19,20
175	0,46	14,32	85,22	11,08	8,89	sem dado
180	0,41	6,68	92,91	4,51	8,28	28,34
185	0,14	7,90	91,96	8,73	16,67	sem dado
190	0,00	10,56	89,44	6,85	12,30	28,34
195	0,00	4,22	95,78	7,83	7,63	sem dado
200	0,00	5,80	94,20	12,55	13,95	22,79
205	0,00	3,02	96,98	6,59	24,72	sem dado
210	0,09	2,68	97,23	6,11	26,62	24,91
215	0,05	6,47	93,48	7,23	15,20	sem dado
220	0,09	2,94	96,97	7,41	15,15	24,25
225	0,11	6,48	93,41	7,43	21,77	sem dado
230	1,76	13,23	85,01	13,11	18,73	20,74
235	0,10	7,24	92,65	10,12	10,56	sem dado
240	0,00	4,81	95,19	9,04	11,65	16,81
245	1,67	28,09	70,23	13,63	14,56	sem dado
246	2,90	48,59	48,51	15,01	4,95	sem dado
250	1,77	52,99	45,23	3,85	4,89	sem dado
255	3,43	53,78	42,79	2,41	4,56	sem dado
260	1,24	40,33	58,43	2,65	4,51	sem dado
265	0,39	21,65	77,96	3,59	7,58	sem dado
270	0,48	15,64	83,89	8,03	6,66	sem dado
275	0,80	10,26	88,94	11,68	13,31	sem dado
280	3,82	16,24	79,94	23,35	9,69	3,66
285	3,43	19,68	76,89	36,00	10,73	sem dado

Anexo 2: Tabela mostrando os resultados de datação calibrados das amostras do testemunho DA03A-5B obtidos por Cetto (2022) e dos testemunhos realizados por D'Agostini (2017) e Vicalvi et al. (1978).

Testemunho	Amostra (cm)	Material	Prof.	Resultados laboratório		Cal. 2 σ (A.A.P)		Mediana
				Idades 14C A.A.P.	\pm	Sig2 (min)	Sig2 (max)	
DA03A-5B (Cetto, 2022)	50	Concha	63,5	9820	30	10321	11067	10681
	98.5		63,985	9930		10498	11171	10841
	140		64,4	11090		12129	12731	12487
	235		65,35	11200		12286	12841	12597
	275	Madeira	65,75	11430	13180	13337	13270	
	285	Concreção	65,85	46860	390	47604	49726	48554
T1 (D'Agostini, 2017)	24	Concha	55,2	4540	25	4255	4890	4597
	96		55,9	8900	30	9123	9778	9450
	174		56,7	9020		9293	9960	9606
	216	Foraminífero	57,1	9160		9484	10127	9782
	240	Concha	57,4	9610		10077	10738	10385
	244		57,4	10760	40	11659	12453	12048
	346	Madeira	58,4	10850	30	12732	12769	12749
T4160 (Vicalvi et al., 1978)	95	Concha	62,22	10620	300	10974	12670	11813

Anexo 3: Tabela com os índices ecológicos: Densidade; Riqueza de Espécies; Diversidade Shannon; Equitabilidade; Distribuição geral das espécies classificadas ao longo do testemunho de acordo com a: composição das tecas e modo de vida; Valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem)

Amostras	Profundidade (m)	Indiv/cm ³	Riqueza	Planctônicos (%)	Calcário-hialinos (%)	Porcelanosos (%)	Aglutinantes (%)	Equitabilidade	Diversidade	Epifaunal (%)	Infaunal (%)	Epiphytic (%)	Infaunal-epifaunal (%)	Aglutinantes						
														Globothalamea						
														Loftusida		Textularida				
Aglutinante n. id.	<i>Liobusella soldanii</i>	<i>Bigenierina nodosaria</i>	<i>Textularia agglutinans</i>	<i>Textularia candeiiana</i>	<i>Textularia pseudogrammen</i>	<i>Textularia</i> sp.														
2cm	63,02	2180	60	5,1	45,8	30,3	14,1	0,790	3,235	50,1	19,0	8,0	1,2	3,5	2,2	3,3	0,2	1,0	1,0	2,9
11cm	63,11	1554	44	4,2	51,1	30,1	8,7	0,794	3,004	50,1	19,1	10,1	0,9	1,4	0,5	2,4	0,9	2,6	0,2	0,7
21cm	63,21	4211	45	0,6	58,7	28,9	4,3	0,803	3,056	43,5	10,9	7,0	3,3	0,9	0,3	0,6	0,6	1,2	0,0	0,6
31cm	63,31	4096	43	0,0	41,9	40,6	16,9	0,844	3,175	45,9	10,6	5,0	1,6	2,5	2,5	6,3	2,2	0,6	1,9	0,9
41cm	63,41	3750	42	0,3	41,6	50,9	4,4	0,870	3,251	49,1	17,7	4,8	5,5	1,0	0,0	0,3	1,4	0,0	1,7	0,0
51cm	63,51	954	41	0,0	36,9	42,3	9,7	0,884	3,284	48,0	17,4	0,0	6,7	0,0	0,0	3,4	0,0	1,3	4,0	1,0
61cm	63,61	1555	37	0,0	41,6	35,8	7,0	0,865	3,123	37,4	20,6	4,9	4,1	0,8	0,0	2,5	2,9	0,0	0,8	0,0
71cm	63,71	1907	44	1,0	44,0	45,3	9,1	0,879	3,325	50,7	21,8	4,0	3,0	0,7	0,3	2,3	1,0	1,3	3,4	0,0
81cm	63,81	1299	37	0,5	69,0	24,1	3,4	0,734	2,652	31,0	55,2	1,5	3,0	0,0	1,0	0,5	0,0	1,0	1,0	0,0
91cm	63,91	1581	37	0,0	57,9	33,6	2,0	0,796	2,874	39,7	43,3	0,4	2,8	0,0	0,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
101cm	64,01	723	35	0,0	64,6	30,5	0,4	0,825	2,932	32,7	46,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
111cm	64,11	1286	23	0,0	91,5	6,0	0,0	0,544	1,705	12,9	72,6	0,5	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
121cm	64,21	1517	13	0,4	99,2	0,0	0,0	0,350	0,898	1,7	92,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
131cm	64,31	858	10	0,4	98,5	0,4	0,0	0,311	0,716	0,4	97,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
141cm	64,41	3354	5	0,0	99,2	0,4	0,0	0,319	0,513	0,4	98,9	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
151cm	64,51	982	7	0,0	99,0	1,0	0,0	0,273	0,532	1,0	97,1	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
161cm	64,61	353	12	0,0	98,2	0,5	0,0	0,231	0,574	0,5	96,4	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
171cm	64,71	47	10	0,0	98,3	1,3	0,4	0,281	0,646	1,3	96,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
181cm	64,81	176	11	0,0	97,7	0,5	0,0	0,265	0,635	2,3	94,1	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
191cm	64,91	19	12	0,0	95,8	1,6	0,0	0,275	0,682	2,1	94,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
196cm	64,96	82	4	0,0	99,5	0,5	0,0	0,164	0,227	0,5	99,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
201cm	65,01	1												0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
206 cm	65,06	21	6	0,0	99,3	0,7	0,0	0,172	0,308	0,5	98,5			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
211cm	65,11	0												0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
216cm	65,16	84	9	0,0	99,6	0,4	0,0	0,166	0,364	0,1	98,4			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
221cm	65,21	104	8	0,0	100,0	0,0	0,0	0,251	0,522	0,8	98,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
231cm	65,31	84	9	0,0	96,0	0,0	0,5	0,166	0,364	2,0	93,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
241cm	65,41	104	8	1,3	93,6	1,3	0,0	0,251	0,522	5,1	88,5	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
251cm	65,51	79	12	4,5	80,9	1,8	3,6	0,387	0,963	41,4	38,2	0,5	2,7	2,3	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
261cm	65,61	8	11	4,6	74,5	7,1	3,1	0,543	1,301	36,7	24,0	2,0	0,5	0,0	1,0	1,5	0,0	0,5	0,0	0,0
271cm	65,71	44	27	5,8	67,7	6,5	2,6	0,777	2,562	41,9	24,5	1,9	1,9	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,6
281cm	65,81	20	33	5,7	91,1	0,0	0,0	0,854	2,984	39,1	42,7	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
288cm	65,88	8	27	2,9	91,7	1,2	0,0	0,875	2,883	34,4	42,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 4: Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).

Amostras	Porcelanosos																																									
	Tubothalamea																																									
	Miliolida																																									
	Porcelanoso ñ id.	Adelosina sp.	Archaias angulatus	Articulina pacifica	Articulina sp.	Cornuspira envolvens	Cornuspira sp.	Cycloforina granulocostata	Massilina sp.	Miliolinella antarctica	Miliolinella sp.	Miliolinella subrotunda	Nodophthalmidium simplex	Nodophthalmidium sp.	Peneroplis pertusus	Peneroplis planatus	Peneroplis sp.	Pseudomassilina sp.	Pyrgo elongata	Pyrgo lucerula	Pyrgo sp.	Quinqueloculina auberiana	Quinqueloculina bradyana	Quinqueloculina lemarckiana	Quinqueloculina patagonica	Quinqueloculina seminulum	Quinqueloculina sp.	Quinqueloculina venusta	Sigmamiliolinella australis	Sigmaliopsis schilumbergeri	Sigmaliopsis sp.	Spiroloculina sp.	Triloculina byramensis	Triloculina insignis	Triloculina oblonga	Triloculina sp.	Triloculinella sp.	MILIOLIDA ñ id.				
2cm	1,2	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,6	0,0	11,9	0,2	0,6	0,2	2,5	0,2	1,0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0		
11cm	1,9	0,0	1,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,7	0,2	0,2	0,2	0,0	8,5	0,0	0,0	0,5	2,6	0,0	1,4	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
21cm	3,6	0,0	0,3	0,0	2,1	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,3	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	7,3	0,0	0,0	2,4	1,8	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
31cm	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,6	0,0	0,6	0,3	0,0	0,3	0,0	5,9	0,0	0,0	1,6	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	3,1	2,2	0,0	10,3	
41cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	5,5	6,8	0,0	0,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	13,3		
51cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,0	0,0	5,7	0,0	0,0	3,0	6,0	1,3	0,0	0,0	0,3	4,0	0,0	2,0	2,0	2,3	6,0				
61cm	1,2	0,0	0,4	1,2	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	3,7	4,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,2	0,8	0,0		
71cm	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	2,7	0,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	0,0	0,3	1,0	5,4	16,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	2,0	0,7		
81cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	4,9	0,0	3,0	1,5	5,4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	0,0			
91cm	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	8,1	6,9	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,4	3,2	1,2			
101cm	0,4	0,4	0,0	0,4	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	2,2	0,0	4,9	1,8	6,6	6,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,8			
111cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	1,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
121cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
131cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
141cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
151cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	
161cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
171cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
181cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
191cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
196cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
201cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
206cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	
211cm	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
216cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
221cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
231cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
241cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
251cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0		
261cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
271cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0		
281cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
288cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	

Anexo 5: Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).

Amostras	Calcários hialinos																																							
	Nodosariata					Globothalamea																																		
	Nodosarida		Polymorphinida			Rotalida																																		
	NODOSARIIDA n. id.	<i>Grigelis</i> sp.	<i>Fissurina formosa</i>	<i>Fissurina</i> sp.	<i>Oolina</i> sp.	<i>Acervulina</i> sp.	<i>Allassoida schlumbergenii</i>	<i>Ammonia parkinsoniana</i>	<i>Ammonia</i> sp.	<i>Ammonia tepida</i>	<i>Amphistegina lessonii</i>	<i>Amphistegina radiata</i>	<i>Amphistegina</i> sp.	<i>Anomalinoideis globulosus</i>	<i>Bolivina doniezi</i>	<i>Bolivina ordinaria</i>	<i>Bolivina</i> sp.	<i>Bolivina striatula</i>	<i>Bolivina vadesceus</i>	<i>Bolivinelina translucens</i>	<i>Bulinina marginata</i>	<i>Bulinella elegantissima</i>	<i>Cancris oblongus</i>	<i>Cancris</i> sp.	<i>Cassidulina</i> sp.	<i>Cibicides fletcheri</i>	<i>Cibicides</i> sp.	<i>Cibicelphidium</i> sp.	<i>Cibicelphidium excavatum</i>	<i>Cibicelphidium gunteri</i>	<i>Cibicelphidium poeyanum</i>	<i>Discorbina bertheloti</i>	<i>Discorbis peruvianus</i>	<i>Discorbis</i> sp.	<i>Discorbis viardeboanus</i>	<i>Elphidium crispum</i>				
2cm	0,0	0,2	0,4	0,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	0,0	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	7,0	0,2	2,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0			
11cm	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	9,4	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
21cm	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,3	0,0	0,6	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
31cm	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	8,1	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
41cm	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,4	6,5	1,7	6,5	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
51cm	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	5,4	0,3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	2,7	0,0	0,0	11,4	0,0	2,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0				
61cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,3	0,0	0,8	0,0	0,0	3,3	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,6	0,4	0,4	9,1	0,0	3,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0		
71cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	2,3	7,4	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0			
81cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	1,0	14,8	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,5	0,0			
91cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,2	2,4	0,0	0,8	18,6	1,2	1,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0			
101cm	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	3,5	6,6	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
111cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	58,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,5	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0		
121cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	9,3	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
131cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	11,9	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
141cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
151cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
161cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	88,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	2,7	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
171cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	3,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
181cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	
191cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	7,9	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
196cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
201cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	7,4	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
206cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
211cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
216cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
221cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	86,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
231cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	13,1	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
241cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	62,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
251cm	0,0	0,0	0,0	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	8,2	0,0	0,9	0,0	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
261cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	3,6	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	2,6	4,1	5,6	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0		
271cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	1,3	9,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	11,0	2,6	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	
281cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,5	4,2	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	24,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	
288cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,4	7,9	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	32,0	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	

Anexo 6: Tabela com os valores de abundância relativa (Valores expressos em percentagem).

Amostras	Globothalamea																														
	Rotallida																														
	<i>Elphidium discoidale</i>	<i>Elphidium</i> sp.	<i>Eponides cribrerepandus</i>	<i>Eponides repandus</i>	<i>Fursenkoina</i> sp.	<i>Globocassidulina</i> sp.	<i>Hanzawaia boueana</i>	<i>Hanzawaia</i> sp.	<i>Haynesina germanica</i>	<i>Neocoronina</i> sp.	<i>Neoeponides</i> sp.	<i>Neoeponides</i> sp. 1	<i>Neoeponides</i> sp. 2	<i>Nonion</i> sp.	<i>Nonionoides grateloupii</i>	<i>Nummulites</i> sp.	<i>Nummulites venosus</i>	<i>Planorbulina</i> sp.	<i>Planorbulina distoma</i>	<i>Poreponides lateralis</i>	<i>Pseudononion japonicum</i>	<i>Reussella spinulosa</i>	<i>Rhaphiohelenina decoratiformis</i>	<i>Rosalina floridana</i>	<i>Rosalina</i> sp.	<i>Siphonina tubulosa</i>	<i>Siphonina bradyana</i>	<i>Siphonina</i> sp.	<i>Trifarina</i> sp.	<i>Uvigerina</i> sp.	ROTALLIDA ñ id.
2cm	1,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	16,0	0,0	0,2	0,0	2,3	0,8	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,5	1,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
11cm	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,7	5,4	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,5	0,5	0,0	4,5	0,0	0,0	1,2	0,2	0,0	0,0	0,5
21cm	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	12,5	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	20,7
31cm	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	0,0	0,0	0,3	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	10,9
41cm	0,3	0,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,7	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	2,7
51cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
61cm	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	8,6
71cm	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	2,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3	6,7
81cm	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	1,0
91cm	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
101cm	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
111cm	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
121cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	3,4
131cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
141cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
151cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
161cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
171cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
181cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
191cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
196cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
201cm	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
206cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
211cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
216cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
221cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
231cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
241cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
251cm	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5	0,5	15,0	0,0	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
261cm	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8
271cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	1,9	4,5	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	1,3
281cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	4,7	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,0
288cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	7,5	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	1,2	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2

