



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 650

**FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS DA FORMAÇÃO PIRABAS
(OLIGOCENO-MIOCENO), PLATAFORMA BRAGANTINA,
NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada por:

MÓNICA ANDREA BENAVIDES PÉREZ

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Anna Andressa Evangelista Nogueira (UFPA)

BELÉM – PARÁ
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBDSistema
de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B456f Benavides Pérez, Mónica Andrea.
Foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas (Oligoceno-
Mioceno), Plataforma Bragantina, Nordeste do Estado de Pará, Brasil.
/ Mónica Andrea Benavides Pérez. — 2024.
xiii, 145 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^{fa}. Dra. Anna Andressa Evangelista Nogueira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica,
Belém, 2024.

1. Taxonomia 2. Foraminíferos bentônicos. 3. Bioestratigrafia. 4.
Formação Pirabas. . I. Título.

CDD 578.012



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS DA FORMAÇÃO PIRABAS (OLIGOCENO-MIOCENO), PLATAFORMA BRAGANTINA, NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

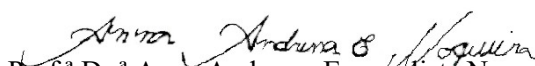
Dissertação apresentada por:

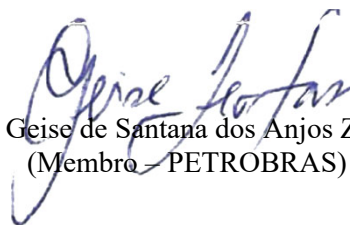
MÓNICA ANDREA BENAVIDES PÉREZ

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA e Linha de pesquisa de ANÁLISE DE BACIAS SEDIMENTARES.**

Data da aprovação: 19/06/2024

Banca Examinadora:


Prof.ª Dr.ª Anna Andressa Evangelista Nogueira
Orientadora - UFPA


Dra. Geise de Santana dos Anjos Zerfass
(Membro - PETROBRAS)


Prof.ª Dr.ª Maria Inês Feijó Ramos
(Membro - UFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Geociências e ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) pela oportunidade de aprofundar mais ainda meus estudos e pelo apoio dos professores. Ao Grupo de Sedimentologia (GSED) pela disponibilidade dos laboratórios e equipamentos permitindo o desenvolvimento e a execução deste projeto.

Agradeço à minha mãe por me guiar, pelo amor incondicional, à minha irmã por me apoiar e me animar a alcançar meus objetivos e cumprir meus sonhos.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) código de financiamento 001.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Anna Andressa Evangelista Nogueira, obrigada por me ajudar neste processo de aprendizagem totalmente novo, por compartilhar seus conhecimentos acadêmicos e por me guiar pacientemente durante o desenvolvimento do projeto.

Agradeço ao meu melhor amigo Juan Sebastián Gómez por todos esses anos de amizade, por me apoiar nos momentos difíceis e alegrar meus dias com suas piadas; também por me motivar a continuar aprendendo, bem como por todas as contribuições que fez no desenvolvimento deste trabalho.

À CPRM pela disponibilidade do microscópio eletrônico de varredura, à Msc. Jenny Ortega pela ajuda, por me guiar e dar conselhos para as inúmeras fotos tiradas no MEV.

Se você não for atrás do que quer, nunca conseguirá. Se você não seguir adiante, estará sempre no mesmo lugar.

Nora Roberts

RESUMO

A plataforma Bragantina, situada na costa norte do Brasil, é limitada a leste pela Bacia de Bragança - Vizeu e ao sul pelo Arco do Guamá. A Formação Pirabas é uma das unidades litoestratigráficas depositadas nessa plataforma e apresenta um rico conteúdo fossilífero. Esta unidade consiste em sedimentos carbonáticos e siliciclásticos depositados durante episódios transgressivos e regressivos (Chattiano-Burdigaliano), modificando intensamente a linha de costa no norte do Brasil. Neste estudo, foraminíferos bentônicos foram analisados em 27 amostras do testemunho FPR-192, município de Primavera, nordeste do Estado do Pará, Brasil. Com isso foram inferidas as condições paleoambientais, paleoecológicas, e paleobiogeográficas, a partir de análises multivariadas e da razão (P/B), sendo designadas seis biofácies, e seis episódios de variação paleoambiental de zonas costeiras ou de transição (lagoas hipersalinas a salobras, estuários) a plataformas carbonatadas (internas, médias e externas). Foi proposto um biozoneamento local para a seção estudada com base em bioeventos de foraminíferos bentônicos. Estas associações refletiram três ecozonas principais de acordo com eventos paleoecológicos relacionados às variações do nível do mar. Estas ecozonas foram definidas e nomeadas cinco Zonas de Amplitude Parciais (PAZ): *Amphistegina lessonii*, *Heterolepa dutemplei*, *Elphidium crispum*, *Siphonina pulchra* e *Bolivina subcompressa*; e uma zona de Amplitude Concorrente: *Buccella peruviana*. A biocronoestratigrafia da seção estudada se baseou no surgimento local de *A. lessonii* e *H. dutemplei* (Oligoceno inferior, Rupeliano) e na distribuição estratigráfica de *E. crispum*, *S. pulchra* e *B. subcompressa*.

Palavras – chave: taxonomia; foraminíferos bentônicos; bioestratigrafia; Formação Pirabas

ABSTRACT

The Bragantina platform occurs off the northern coast of Brazil and is delimited by the Bragança - Vizeu Basin to the east and the Guamá Arch to the south. The Pirabas Formation units of this platform as it has a rich fossiliferous content including vertebrates and invertebrates (especially foraminifera and ostracoda). This unit consists of carbonate and siliciclastic sediments deposited during transgressive and regressive episodes (Chattian-Burdigalian), intensely modifying the coastline in northern Brazil. In this study, benthic foraminifera were analyzed in 27 samples from core FPR-192, in the town of Primavera, northeast of the state of Pará, Brazil. Paleoenvironmental, paleoecological and paleobiogeographic conditions were inferred using multivariate and ratio (P/B) analyses, designating six biofacies, three associations, variations in paleoprofundity and six paleoecological variations from coastal or transitional zones (hypersaline to brackish lagoons, estuaries) to carbonate platforms (internal, middle and external). Local biozonation was proposed for the studied section based on benthic foraminiferal bioevents. These associations reflected three main ecozones according to paleoecological events related to sea level variations. These ecozones were defined and named five Partial Amplitude Zones (PAZ): *Amphistegina lessonii*, *Heterolepa dutemplei*, *Elphidium crispum*, *Siphonina pulchra* and *Bolivina subcompressa*; and one Concurrent Amplitude Zone: *Buccella peruviana*. The biochronostratigraphy of the section studied was based on the local appearance of *A. lessonii* and *H. dutemplei* (lower Oligocene, Rupelian) and the stratigraphic distribution of *E. crispum*, *S. pulchra* and *B. subcompressa*.

Key-words: taxonomy; benthic foraminífera; bioestratigraphy; Pirabas Formation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Diagramas ternários mostrando a distribuição dos grupos de foraminíferos por tipo de parede nos ambientes de sedimentação. Modificado de Armstrong & Brasier (2005)...	5
Figura 2- Mapa de localização da área de estudo (destacada em vermelho), no município de Primavera, nordeste do Estado do Pará. Modificado a partir da base de dados do site da CPRM (2008).	6
Figura 3 - Contexto tectônico simplificado da margem equatorial norte do Brasil, com destaque para a Plataforma Bragantina e os feixes de falhas normais NW-SE, embasamento Pré-cambriano, cinturões de cisalhamento e coberturas sedimentares fanerozóicas. Modificado de Nogueira <i>et al.</i> (2021).....	9
Figura 4- Carta litoestratigráfica da Plataforma Bragantina do nordeste do Estado do Pará, Brasil. Modificado de Rossetti (2013).	10
Figura 5- Percentuais das categorias de frequência de ocorrência (em função do número de taxa registrados) na área de estudo.	60
Figura 6- Condições ambientais das amostras conforme o conteúdo de foraminíferos Rotalídeos, Miliolídeos e Textularídeos. Modificado de Murray (2006)	62
Figura 7- Distribuição dos valores de riqueza dos foraminíferos bentônicos no Furo-192 de estudo.	63
Figura 8- Porcentagem do número de espécies distribuídas em famílias.....	64
Figura 9- Valores da diversidade α Fisher a partir do número de espécies e do número de indivíduos nas amostras do furo FPR-192. Modificado de Murray (2006).	66
Figura 10- Relação dos índices de diversidade α Fisher e Shannon (H) das amostras do furo FPR-192. Modificado de Murray (2006).	67
Figura 11- Representação gráfica da razão P/B (a), curva de paleopropriedade (b) e interpretação paleoambiental para o furo FPR-192.....	68
Figura 12 - Dendrograma resultante da análise de cluster, baseado na abundância relativa de foraminíferos bentônicos.....	70
Figura 13- NMDS conforme a análise de agrupamento de foraminíferos bentônicos.	70
Figura 14- Abundância relativa das espécies dominantes (> 5%) ao longo do furo.	81
Figura 15- Distribuição das associações, biofácies e das espécies Principais, juntamente com a interpretação paleoambiental segundo Murray (2006) ao longo da seção estratigráfica.	82

Figura 16- Abundância relativa das espécies do furo FPR - 192.	83
Figura 17- Limites de biozoneamento baseado no surgimento e desaparecimento das espécies de foraminíferos bentônicos da seção estratigráfica FPR-192.	93
Figura 18- Associações, Biofácies e Ecozonas sugeridas para seção estratigráfica FPR-192 no Mioceno Inferior da Formação Pirabas.	98
Figura 19- Circulação das correntes oceânicas e comunicação entre o Atlântico equatorial e o oceano Pacífico, desde o Neoeoceno. Modificado de (Iturralde-Vinet & MacPhee 1999 e Potter & Szatmari 2009).	100
Figura 20- Mapa ocorrência das espécies comuns do Furo FPR – 192 e do Caribe.	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ocorrência e frequência de ocorrência (FO) dos táxons provenientes do furo FPR-192.....	60
Tabela 2- Valores de α Fisher e Shannon (H') para as amostras do furo FPR-192.	65
Tabela 3- Análise das associações de foraminíferos bentônicos com base nas assembleias do furo do estudo.....	71
Tabela 4- Distribuição estratigráfica das espécies identificadas nas amostras provenientes do furo FPR-192.....	73

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
EPÍGRAFE	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 IMPORTÂNCIA DOS FORAMINÍFEROS	4
3.1 CICLO DE VIDA.....	4
3.2 SISTEMÁTICA.....	4
3.3 VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS.....	4
3.4 DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS QUANTO À COMPOSIÇÃO DA PAREDE.....	5
4 ÁREA DE ESTUDO	6
4.1 LOCALIZAÇÃO.....	6
4.2 GEOLOGIA REGIONAL.....	6
4.3 GEOLOGIA LOCAL	7
4.3.1 Plataforma Bragantina	7
4.3.2 Formação Pirabas.....	10
5 MATERIAIS E MÉTODOS	12
5.1 AMOSTRAGEM E TAXONOMIA.....	12
5.2 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	12
5.3 ANÁLISES MULTIVARIADAS.....	12
5.3.1 Abundância relativa	13
5.3.2 Frequência de ocorrência	13

5.3.3 Índice de Diversidade.....	13
5.3.4 Análise de Cluster.....	14
5.3.5 SIMPER.....	14
5.3.6 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS)	14
6 RESULTADOS	16
6.1 TAXONOMIA.....	16
6.2 NÚMERO DE INDIVÍDUOS E ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS FORAMINÍFEROS NO TESTEMUNHO DE ESTUDO.	59
6.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA	60
6.4 DIAGRAMA TERNÁRIO	61
6.5 DIVERSIDADE DA FAUNA.....	62
6.6 ÍNDICE DE SHANNON E ÍNDICE DE ALPHA FISHER.....	64
6.7 PALEOBATIMETRIA A PARTIR DA RAZÃO FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS E PLANCTÔNICOS.	67
6.8 ANÁLISES MULTIVARIADAS.....	69
6.8.1 Análise de Cluster.....	69
6.8.2 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS)	70
6.8.3 Associações faunísticas.....	71
6.8.4 Distribuição paleobiogeográfica.....	71
6.8.5 Distribuição estratigráfica	72
7 DISCUSSÕES	74
7.1 CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS.....	74
7.1.1 Biofácies.....	74
7.1.1.1 Biofácies 1	74
7.1.1.2 Biofácies 2	75
7.1.1.3 Biofácies 3.....	76
7.1.1.4 Biofácies 4.....	77
7.1.1.5 Biofácies 5	79

7.1.1.6 Biofácies 6	79
7.1.2 Implicações paleoambientais.....	80
7.2 CONSIDERAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS.....	87
7.2.1 Ecozonas de foraminíferos bentônicos: contexto paleoambiental e bioestratigráfico	90
7.2.1.1 Zonas dos foraminíferos bentônicos.....	92
7.2.2 Ecozonas	93
7.2.2.1 Ecozona I: <i>Amphistegina lessonii</i> - <i>Heterolepa dutemplei</i>	94
7.2.2.2 Ecozona II: <i>Elphidium crispum</i> – <i>Siphonina pulchra</i>	95
7.2.2.3 Ecozona III: <i>Bolivina subcompressa</i> – <i>Buccella peruviana</i>	96
7.3 CONSIDERAÇÕES PALEOBIOGEOGRÁFICAS.....	99
8 CONCLUSÕES.....	104
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE A – Resultados obtidos no testemunho estudado.....	107
APÊNDICE B - Estampas.....	140

1 INTRODUÇÃO

Os foraminíferos bentônicos são protistas com testas de morfologia e composição variadas, sendo os principais elementos na classificação taxonômica. A testa pode ser em sua maioria calcária (calcita alto magnésio ou aragonita), aglutinada, ou mais raramente, quitinosa também denominada de parede orgânica (Alogromiideos). Além disso sua distribuição é fortemente influenciada por fatores ecológicos tais como a disponibilidade de nutrientes, temperatura, salinidade, saturação de oxigênio, sendo uma ferramenta importante nos estudos das condições ambientais recentes e antigas (Jones 2013). A composição das associações de foraminíferos podem ser usadas para rastrear mudanças na circulação das massas de água, devido à ocorrência ou ausência de espécies de diferentes faixas batimétricas e/ou tipo de substrato ajudam a descrever os padrões de correntes e sua direção (Murray 1991, Armstrong & Brasier 2005, Camacho & Longobucco 2008, Petró 2018).

O continente Sul – Americano foi exposto ao regime de tectônica intraplaca na região equatorial do Brasil durante a transição Oligo – Mioceno. Neste período ocorreram marcadas flutuações do nível relativo do mar, promovendo a formação de depósitos ao longo da margem costeira equatorial e leste do Brasil, que formam uma faixa estreita com mais de 5000 km de extensão (Costa *et al.* 1996, Soares Jr. *et al.* 2011, Rossetti *et al.* 2013). Nesta região, em especial no nordeste do Pará, se formou a Plataforma Bragantina, cuja tectônica foi marcada por sistemas transcorrentes dextrais associados a dois pulsos de inversão (transpressão e transtensão) da Bacia de Grajaú (Costa *et al.* 1996, Soares Jr. *et al.* 2011, Rossetti *et al.* 2013).

A Plataforma Bragantina consiste em depósitos de rochas predominantemente carbonáticas da Formação Pirabas sobrepostas pelas rochas siliciclásticas da Formação Barreiras. A influência dos sedimentos Barreiras durante o Serravaliano provocou o colapso da Plataforma Bragantina e subsequentemente a finalização da sedimentação carbonática nesta região (Nogueira *et al.* 2021). Com relação ao ambiente deposicional da Formação Pirabas, tem sido caracterizado como marinho aberto de águas quentes, rasas e agitadas, contendo intercalações lagunares ou estuarinas e, restritamente, mangues em suas adjacências, cuja sedimentação apresenta-se, localmente, com caráter cíclico, sugerindo frequentes oscilações do nível do mar (Góes *et al.* 1990, Nogueira *et al.* 2021, Nogueira *et al.* 2023).

O conteúdo fossilífero da Formação Pirabas é diverso no qual destacam os foraminíferos que foram os primeiros microfósseis registrados desta unidade (Petri 1952, 1957).

Inicialmente a idade da Formação Pirabas foi definida como Neoligoceno - Eomioceno baseada na ocorrência de foraminíferos planctônicos e da espécie de gastrópode *Orthaulax pugnax* (Maury 1925, Petri 1957, Ferreira *et al.* 1981, 1984, Ferreira 1982, Rossetti 2001). No entanto, datações baseadas em foraminíferos planctônicos e bentônicos (Távora & Fernandes 1999), moluscos (Maury 1925), palinomorfos (Leite 1997) e ostracodes indicaram idade Eomioceno. Estudos mais recentes, baseados em uma extensiva revisão e identificação taxonômica dos ostracodes, permitiram reforçar a idade da Formação Pirabas no intervalo Oligo – Mioceno previamente estabelecido com os foraminíferos planctônicos (Nogueira *et al.* 2011, Nogueira & Nogueira 2017, Nogueira *et al.* 2019).

Este trabalho apresenta a distribuição dos principais gêneros e espécies de foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas, visando à reconstrução paleoambiental aplicando-se parâmetros paleoecológicos, e uma possível correlação com os padrões de distribuição paleogeográfica e bioestratigráfica nas áreas que constituem unidades cronocorrelatas, principalmente da região do Caribe. Assim, se pretende fornecer informações acerca da possível conexão entre o oceano Atlântico Sul com o Mar do Caribe durante o Neógeno, além de correlacionar com os depósitos recentes da plataforma continental da margem equatorial do Norte do Brasil para averiguar a evolução das espécies que permearam até o Recente.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Definir o contexto paleoambiental e paleoecológico da Formação Pirabas e posicionar a unidade em termos biocronoestratigráficos mediante a análise dos foraminíferos bentônicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar a classificação taxonômica das associações de foraminíferos bentônicos para estabelecer uma caracterização de cada estágio de evolução dos paleoambientes envolvidos, por meio da análise das biofácies;
2. Verificar a distribuição dos táxons ao longo da seção analisada e de estudos prévios, principalmente na região do Caribe, a fim de buscar evidências para inferir se existiu conexão entre o Oceano Atlântico Sul com o Mar do Caribe durante o Neógeno;
3. Determinar as biofácies e a evolução dos eventos paleoecológicos utilizando os índices ecológicos, Razão P/B e análises de agrupamento; mediante isso será possível estabelecer associações faunísticas com base nas formas bentônicas e compará-las às formas presentes em sedimentos mais recentes da plataforma continental da margem equatorial do Norte do Brasil (Culver 1988, Murray 2006, Petró 2018);
4. Estabelecer ecozonas com base na distribuição bioestratigráfica das formas bentônicas, e relacioná-los aos parâmetros paleoambientais e paleoecológicos, a fim de possibilitar uma melhor compreensão do contexto paleoambiental da Formação Pirabas;
5. Comparar a associação de foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas com as registradas na Bacia do Marajó (Petri 1952, 1954, 1957, Rojas *et al.* 2022) e plataforma da Margem Continental Recente (Vilela 1995, 2003, Vilela & Maslin 1997, Pompeu 2022) a fim de realizar interpretações relacionadas a distribuição paleobiogeográfica, principalmente com a região do Caribe, e o Brasil.

3 IMPORTÂNCIA DOS FORAMINÍFEROS

Os foraminíferos são protistas essencialmente marinhos que podem ter modo de vida bentônico ou planctônico que surgiram no Cambriano, há cerca de 570 milhões de anos, e vivem até o Recente, sobretudo em ambientes marinhos (Jones 2013, Georgescu 2014). Possuem uma carapaça ou testa de forma variada, composta por carbonato de cálcio ou formada pela aglutinação de partículas sedimentares selecionadas do seu habitat; ou, mais raramente, orgânica ou silicosa. A testa é composta por uma ou várias câmaras, as quais se intercomunicam mediante uma ou mais aberturas, chamadas forâmens. Os foraminíferos bentônicos podem ser fixos ao substrato (sésseis) ou móveis (vágeis); epifaunais (vivem sobre os sedimentos) ou infaunais (vivem nos sedimentos) (Murray 2006).

3.1 CICLO DE VIDA

Embora pouco conhecida, a reprodução de foraminíferos dificilmente ocorre em laboratório (Petró 2018). No entanto, a sua reprodução sexuada se dá a cada 28 dias, em ciclos lunares (Hemleben *et al.* 1989, Schiebel & Hemleben 2017). O tempo de vida dos foraminíferos é difícil de determinar e pode variar conforme a espécie. Algumas espécies podem ter longevidade que varia de 15 dias, enquanto as mais longevas vivem até 16 meses, dependendo se são ou não dissolvidas durante a fase reprodutiva (Bellier *et al.* 2010).

3.2 SISTEMÁTICA

Diversas classificações foram propostas ao longo do tempo, tendo como base, principalmente, a composição da parede e a morfologia da carapaça. Margulis & Schwartz (1998) propuseram uma classificação ao nível supragenérico, considerando os foraminíferos como parte do reino Chromista, sub-reino Harosa, infrarreino Rhizaria e filo Foraminifera, sendo a mais aceita atualmente. Por sua vez, o filo Foraminifera é dividido em classes como Fusulinata, Globothalamea, Monothalamea e Tubothalamea, além de grupos que se encontram temporariamente reunidos na classe “Foraminifera *incertae sedis*” (Pawlowski *et al.* 2013); *International Code of Zoological Nomenclature* 2024).

3.3 VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

Há uma combinação de variáveis que controlam a distribuição dos foraminíferos, bem como a profundidade da água, a temperatura, a salinidade, a produtividade primária, entre outros. Dentre as variáveis que controlam a distribuição dos foraminíferos bentônicos destacam-se a salinidade, a alcalinidade, o pH e a granulometria dos sedimentos (Sen Gupta 1999b). Embora as espécies bentônicas tenham uma faixa ideal de tolerância à salinidade,

existem alguns grupos que toleram águas hipersalinas e outros que vivem apenas em águas de baixa salinidade. Estes foraminíferos costumam habitar ambientes com salinidade variando de 0,5 a mais de 70 ppm. A maioria deles está adaptada às condições eurialinas, ou seja, salinidades em torno de 35 ppm (salinidade normal). Em ambientes hipersalinos (~70 ppm) são abundantes os foraminíferos bentônicos porcelanosos. No outro extremo, em estuários com salinidades variando de 0,5 a 15 ppm, predominam os aglutinantes. Quanto mais baixa for a salinidade da água, mais baixa é a diversidade da fauna (Sen Gupta 1999b).

3.4 DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS QUANTO À COMPOSIÇÃO DA PAREDE.

Estudos das associações de foraminíferos têm reconhecido correlações entre o tipo de parede da carapaça (e.g., porcelanoso, calcário hialino, aglutinante) com a profundidade e a salinidade, simplesmente plotando a abundância destes grupos em diagramas ternários (Figura 1). A proporção entre rotalídeos (calcários hialinos), textularídeos (aglutinantes) e miliolídeos (calcários porcelanosos) pode funcionar como indicador paleoambiental, pois as faunas aglutinantes são abundantes em profundidades abaixo da CCD, enquanto calcários hialinos são característicos de plataforma interna e porcelanosos habitam plataformas carbonáticas e toleram ambientes com alta salinidade (Armstrong & Brasier 2005). Foraminíferos bentônicos ocorrem em ambientes transicionais (lagunas, planícies de maré) e marinhos rasos até as planícies abissais (Petró 2018).

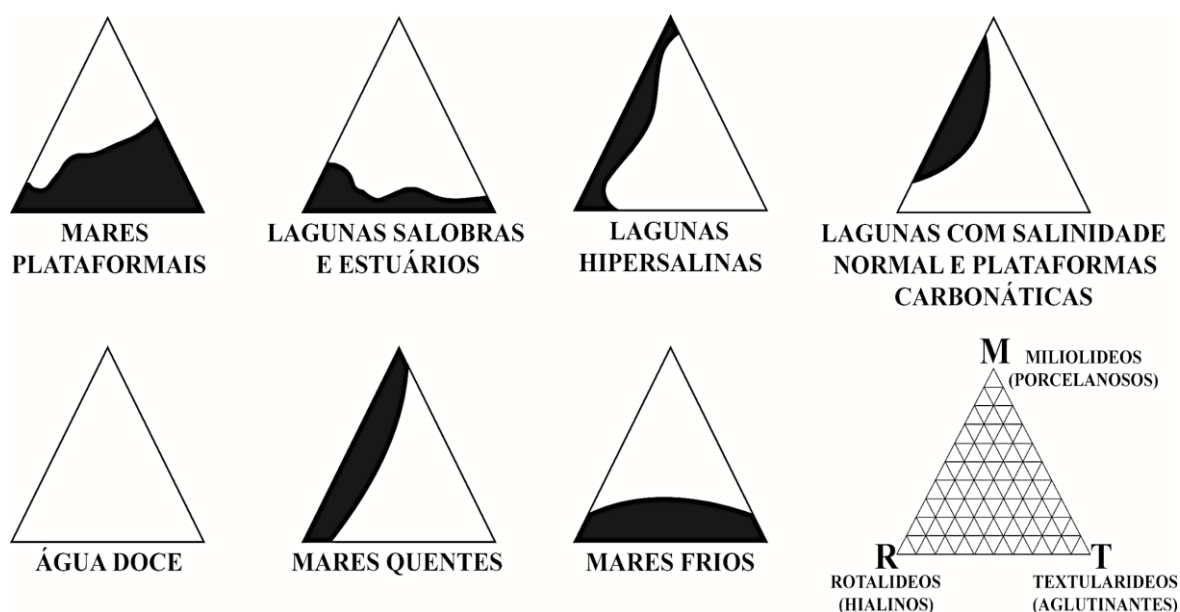


Figura 1-Diagramas ternários mostrando a distribuição dos grupos de foraminíferos por tipo de parede nos ambientes de sedimentação. Modificado de Armstrong & Brasier (2005).

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo localiza-se na região norte do Brasil, nordeste do Estado do Pará no município de Primavera (Figura 2). As amostras analisadas foram coletadas do testemunho de sondagem FPR-192 obtido pela empresa Votorantim cimentos S/A.

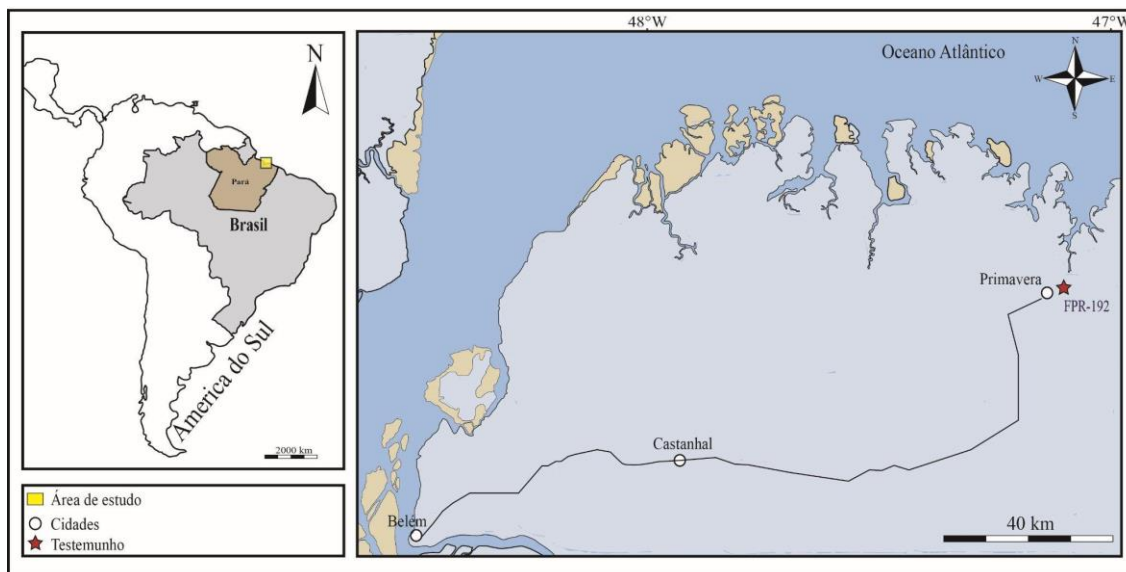


Figura 2- Mapa de localização da área de estudo (destacada em amarelo), no município de Primavera, nordeste do Estado do Pará. Modificado a partir da base de dados do site da CPRM (2008).

4.2 GEOLOGIA REGIONAL

A margem Atlântica Equatorial da América do Sul formou - se a partir de três estágios de rifteamento relacionados à desagregação do grande continente Pangeia, que deram origem às bacias sedimentares localizadas ao longo da região norte do Brasil, desenvolvidas desde o Neotriássico até o Eocretáceo (Albiano) (Soares Jr. *et al.* 2011). A gênese destas bacias se iniciou após o fim da interação existente entre as placas da América do Sul e da África, onde foi implantado um regime tectônico intraplaca marcado por eventos transcorrentes (E-W) acompanhados por falhas normais (NW-SE). Os três estágios de rifteamento são: a) Primeira fase distensiva no Neotriássico resultou na formação da Bacia da Foz do Amazonas; b) Segunda fase distensiva, no Berriasiano, formou a Bacia do Marajó, uma nova fase de rifteamento desenvolveu-se na Bacia da Foz do Amazonas no Valanginiano, e formaram-se as Bacias de Bragança-Viseu, São Luís, Ilha Nova e Barreirinhas no Aptiano; e c) Terceira fase envolveu as bacias de Barreirinhas, Pará-Maranhão e causou um rifteamento na Bacia da Foz do Amazonas entre o Aptiano e o Albiano evoluindo para fragmentação continental (Soares Jr. *et al.* 2011).

Durante o Cretáceo superior, a paleotopografia da Plataforma Bragantina era alta, similar às bacias do Marajó e Bragança-Viseu. Esta feição morfológica pode ter contribuído à

erosão destes depósitos, o que explicaria a ausência do registro sedimentar de rochas cretáceas na Plataforma Bragantina (Nogueira *et al.* 2021). Além disso, a transgressão durante o oligoceno superior permitiu a deposição dos carbonatos da Fm. Pirabas.

Na transição Oligo – Mioceno, o regime de tectônica intraplaca passou a atuar predominantemente na região equatorial norte do Brasil (Costa *et al.* 1996, Soares Jr. *et al.* 2011), caracterizada pela ocorrência de sistemas transcorrentes, cujas estruturas principais apresentavam direção NE – SW, sendo cortadas por falhas normais E-W e NW-SE (Figura 3). Estes eventos tectônicos formaram a Plataforma Bragantina, onde os esforços que causaram as feições de deformação, assim como os sistemas de falhas, também seguiam esse mesmo padrão de direção. A tectônica era caracterizada por sistemas transcorrentes dextrais que estavam ligados a dois pulsos de inversão (transpressão e transtensão) (Costa *et al.* 1996, Soares Jr. *et al.* 2011). Desta forma, a Plataforma Bragantina se constitui como uma localidade ideal para a sedimentação carbonática durante o Neógeno.

4.3 GEOLOGIA LOCAL

4.3.1 Plataforma Bragantina

Rossetti & Góes (2004) e Soares Jr. *et al.* (2008), sugerem que os limites da Plataforma Bragantina se estendem às bordas das bacias de Bragança-Viseu ao leste e Pará-Maranhão ao norte, e da Plataforma Ilha de Santana a nordeste do estado do Pará. Além disso, esses autores também concordavam que a Plataforma Pará limitava esta plataforma mais ao leste

Segundo Rossetti & Góes (2004), as plataformas Bragantina e do Pará correspondem a áreas do embasamento que permaneceram tectonicamente estáveis entre as bacias sedimentares da região. No entanto, atualmente ainda há muitos questionamentos a respeito dos limites entre a Bacia do Marajó e a Plataforma Bragantina em sua porção mais oeste (Nogueira *et al.* 2021). De acordo com estudos anteriores, os limites geológicos entre a Bacia do Marajó e a Plataforma Bragantina eram separados pela Plataforma Pará, interceptada pela fossa Vigia-Castanhal, estando localizada em ambos os lados desta fossa. Esta plataforma é uma área pouco estudada e faz parte da porção leste da Ilha do Marajó, estendendo-se costa afora (Rossetti & Góes 2004).

Atualmente, a Plataforma Pará é considerada parte da margem oriental da Bacia do Marajó, abrangendo desde a fossa Vigia-Castanhal até a NW-SE, que é o limite oeste da Plataforma Bragantina (Nogueira *et al.* 2021, Moizinho *et al.* 2022). A imprecisão nos limites

das bacias e plataformas no litoral norte do Brasil deve-se também à própria ausência de informações biocronoestratigráficas mais detalhadas tanto na Formação Pirabas como na Formação Marajó (Bacia do Marajó) na região. O primeiro-estudo baseado em microfósseis realizado na Formação Marajó foi Petri (1954) o qual se baseou nos foraminíferos e interpretou que os depósitos do Mioceno aflorantes na região próxima à cidade de Belém pertenciam à Formação Marajó, e que a fossa de Marajó e a “Bacia Pirabas” como chamada anteriormente tinham uma relação incerta provavelmente associada às falhas.

Conforme os resultados de Soares Jr. *et al.* (2008), o preenchimento das bacias de Marajó, Barreirinhas e Grajaú, e do Sistema de Grábens do Gurupi (que inclui as bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova) apresentam, no entanto, a Formação Pirabas como uma das unidades geológicas. Isto demonstra que a distribuição desta unidade ainda precisa ser reavaliada, já que há dúvidas quanto à distribuição de uma mesma unidade geológica em mais de uma bacia.

Com base em dados gravimétricos e de proveniência, há indícios de que a Formação Pirabas preenche apenas a extensão da Plataforma Bragantina, a qual se estende até a fossa Vigia-Castanhal na porção mais nordeste do estado do Pará, sendo que após este limite ocorre a Bacia de Marajó (Santos Jr. 2021, Nogueira *et al.* 2021, Moizinho *et al.* 2022). Desta forma, a problemática referente à distribuição geográfica da Formação Pirabas e os limites de bacias devem ser cuidadosamente averiguados, pois esta mesma unidade geológica tem sido registrada em mais de uma bacia na região (Soares Jr. *et al.* 2008).

De acordo com Rossetti & Góes (2004), a Plataforma Bragantina corresponde a duas áreas planas localizadas em ambos os lados da Fossa Vigia – Castanhal. O setor leste desta plataforma é o mais extenso, sendo limitado pela Bacia de Bragança – Viseu e o Arco do Guamá ao sul. Enquanto o setor oeste é limitado pela Sub-bacia do Cametá ao sul, Plataforma do Pará a oeste e pelo prolongamento da Fossa Vigia – Castanhal ao norte. Embora há registros da sedimentação cretácea na margem equatorial brasileira nas bacias Foz do Amazonas, Marajó e Pará - Maranhão (Figueiredo *et al.* 2007, Soares *et al.* 2007), o embasamento da Plataforma Bragantina é caracterizado por rochas ígneas e metamórficas, bem como arenitos paleozóicos que afloram na região de São Miguel do Guamá. Sobre a Plataforma Bragantina depositaram-se exclusivamente sedimentos de idade Oligoceno-Mioceno (Figura 3), os quais atingem espessuras, em geral, inferiores a 60 m (Rossetti & Góes 2004, Nogueira *et al.* 2021, Moizinho *et al.* 2022).

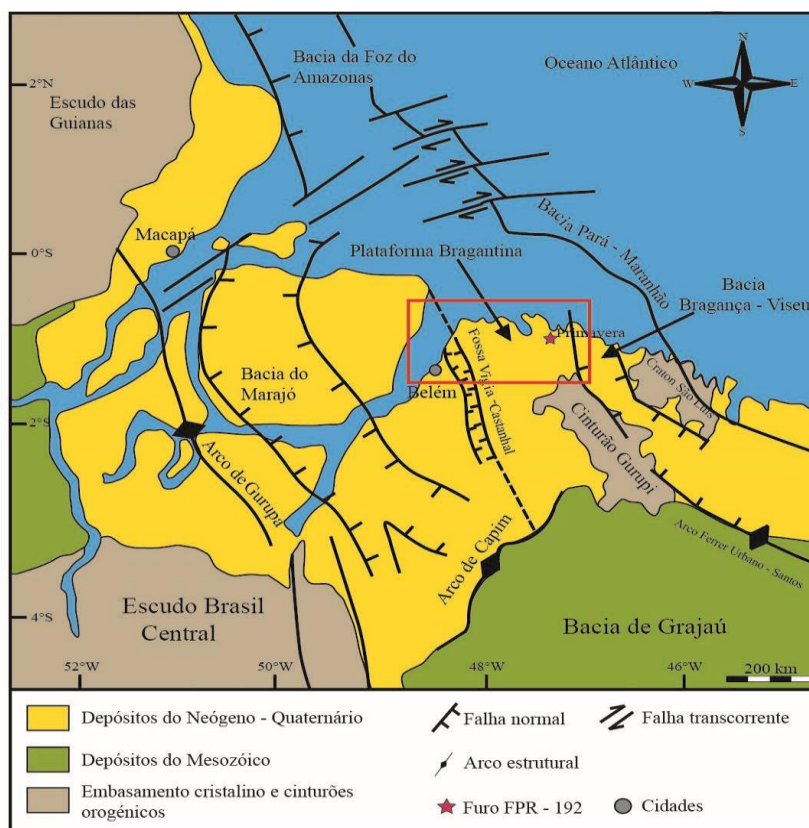


Figura 3 - Contexto tectônico simplificado da margem equatorial norte do Brasil, com destaque para a Plataforma Bragantina e os feixes de falhas normais NW-SE, embasamento Pré-cambriano, cinturões de cisalhamento e coberturas sedimentares fanerozóicas. Modificado de Nogueira *et al.* (2021).

A sucessão sedimentar da Plataforma Bragantina pode ser subdividida em três sequências deposicionais (sequências A, B e C; veja a Figura 4). As Sequências A e B ocorrem sobrepostas ao paleossolo laterítico bauxítico do Paleógeno e às rochas do embasamento, e estão sotopostas por uma cobertura de paleossolo laterítico do Mioceno superior (Rossetti 2001). Por sua parte, a Sequência C está sobreposta ao paleossolo laterítico do Mioceno. A Sequência A é caracterizada pelos depósitos da Formação Pirabas, quais estão em contato com a crosta laterítica do Paleógeno na porção mais basal desta unidade, sendo que sobreposta a esta mesma unidade se encontram a porção mais basal da Formação Barreiras. A Sequência B engloba a porção média a superior da Formação Barreiras, enquanto na Sequência C corresponde aos sedimentos Pós-Barreiras (Figura 4) (Rossetti 2001, Rossetti *et al.* 2013, Silva 2016, Nogueira *et al.* 2021, Moizinho *et al.* 2022).

IDADE	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA
QUATERNÁRIO	(C) PÓS-BARREIRAS
PLIOCENO	
MIOCENO SUPERIOR	PALEOSOLO LATERÍTICO
MIOCENO MÉDIO	
MIOCENO INFERIOR	(B) FORMAÇÃO BARREIRAS
	(A) FORMAÇÃO PIRABAS
PALEOGENO	
OLIGOCENO SUPERIOR	
OLIGOCENO MÉDIO	
OLIGOCENO INFERIOR	PALEOSOLO LATERÍTICO BAUXÍTICO
EOCENO	
PALEOCENO	
	EMBASAMENTO

Figura 4- Carta litoestratigráfica da Plataforma Bragantina do nordeste do Estado do Pará, Brasil. Modificado de Rossetti (2013).

4.3.2 Formação Pirabas

A Formação Pirabas é uma sucessão sedimentar composta por rochas carbonáticas e siliciclásticas depositadas desde Oligoceno inferior ao Mioceno, de acordo com estudos bioestratigráficos baseados em diversos fósseis e microfósseis (Maury 1925, Ferreira 1967, Fernandes 1988, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999, Nogueira & Nogueira 2017, Nogueira *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2022). Os depósitos atribuídos ao Mioceno inferior estão restritos, sobretudo, às bases dos afloramentos e testemunhos estudados em trabalhos anteriores (p.ex. Nogueira & Nogueira 2017, Nogueira *et al.* 2018). Apesar do abundante conteúdo fossilífero da Formação Pirabas, os estudos realizados nesta unidade estão limitados aos afloramentos e furos localizados na porção *onshore*, limitando a espessura dos depósitos a ~45m (Furos FPR-192 e 160, Mina B-17, e afloramentos de Mocooca, Aricuru, Salinópolis, Atalaia e Ilha de Fortaleza). Desta forma, é esperado encontrar uma maior espessura desta unidade na porção *offshore* onde provavelmente o registro da sedimentação Oligocênica é mais completa.

A sedimentação da Formação Pirabas está relacionada a um ciclo principal transgressivo-regressivo com intensas modificações da linha de costa (Góes *et al.* 1990). Os depósitos carbonáticos da porção superior da Formação Pirabas estão sotopostos às rochas siliciclásticas da Formação Barreiras, indicando a influência dos sedimentos Barreiras no

colapso da Plataforma Bragantina e por tanto a sedimentação carbonática no Neógeno (Nogueira *et al.* 2021). Esta unidade aflora na costa norte e nordeste do Brasil (Estados do Pará, Maranhão e Piauí), sendo sobreposta por depósitos siliciclásticos da Formação Barreiras (Rossetti *et al.* 2013).

A Formação Pirabas foi depositada em ambientes costeiros: plataforma rasa, planície de maré, laguna e manguezais separados da plataforma interna por barreiras insulares (Ferreira 1977, Góes *et al.* 1990). Para esta unidade, Góes *et al.* (1990) descreveram sete fácies sedimentares: 1) Biocalcidurito – caracterizado por uma grande diversidade faunística, composta por indivíduos inteiros ou fragmentados de pelecípodes, gastrópodes, foraminíferos (planctônicos e bentônicos), ostracodes, equinodermos, celenterados, briozoários, crustáceos, cefalópodes e poríferos, além de vertebrados (peixes, sirênios e répteis); 2) Biocalcarenito não estratificado – que apresenta fósseis distribuídos de maneira esparsa, destacam-se pelecípodes, briozoários, foraminíferos, soritídeos, corais, e gastrópodes, além disso, é frequente a ocorrência de fragmentos vegetais e clastos de argila; 3) Biocalcarenito estratificado – caracteriza-se por apresentar estratificação cruzada truncada de baixo ângulo, marcas de onda do tipo simétrico e estratificação *flaser*; 4) Marga – que apresenta laminação plano-paralela e a laminação é localmente perturbada por bioturbações; 5) Folhelho – comumente de coloração verde e contém fósseis piritizados de vegetais intensamente fragmentados, sirênios e icnofósseis verticalizados piritizados; 6) Biohermito; e 7) Calcilutito (Góes *et al.* 1990).

Os depósitos carbonáticos da Formação Pirabas representam uma das maiores unidades fossilíferas do Brasil. Este conteúdo fossilífero compreende uma grande diversidade representada por microfauna, das quais os mais comuns são bivalves, gastrópodes, ostracodes, foraminíferos, equinodermos, cnidários, briozoários, crustáceos, escafópodes e poríferos, assim como fragmentos de peixes, sirênios, répteis, e de matéria orgânica vegetal. Com base no conteúdo fóssil dessa unidade foi feita a datação relativa mediante a identificação de fósseis guias, tais como espécies de foraminíferos planctônicos do gênero *Globigerinoides* (Ferreira 1967, Fernandes 1988, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999) e a partir do gastrópode *Orthaulax pugnax* que provavelmente surgiu no Oligoceno superior e desapareceu no Mioceno inferior (Maury 1925, Ferreira 1967, Távora *et al.* 2004 apud Silva 2016). Recentemente, estudos com base em ostracodes e foraminíferos também indicaram idade do Oligo-Mioceno para essa unidade (Nogueira & Nogueira 2017, Nogueira *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2022).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 AMOSTRAGEM E TAXONOMIA

O estudo foi feito a partir da análise de 27 amostras provenientes do furo de sondagem FPR – 192, com 43 m de profundidade, cedido pela empresa VOTORANTIM S/A, coletado das proximidades do Município de Primavera, no nordeste do estado do Pará (Figura 3).

As amostras foram preparadas conforme os métodos usuais para microfósseis calcários (Wanderley 2010), onde 150 g de material foram submetidos a aquecimento para desagregação. Posteriormente, as amostras foram tratadas à base de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 130 volumes e álcool etílico (C_2H_6O) a 90% para remoção da matéria orgânica; depois as foram peneiradas em água corrente até a remoção das frações argila e silte. O material resultante foi padronizado em 16 g triado da peneira 0,063 mm selecionando para o estudo os foraminíferos bentônicos, os quais foram separados e montados em células Franke.

Os foraminíferos bentônicos de cada uma das 27 amostras foram classificados ao nível de gênero/espécie a partir da consulta a bibliografias especializadas (Veja no item 6.1. Taxonomia para cada espécie e Referências) e comparação mediante fotomicrografias de MEV, também foram utilizados os trabalhos de revisão sistemática proposta por Loeblich & Tappan (1964, 1988), além da verificação da terminologia (Moore 1964, Morkoven 1963).

5.2 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

O microscópio Eletrônico de Varredura modelo LS15-Zeiss do LAMIN-BE do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) foi utilizado para obtenção de imagens de elétron secundário (SE) dos foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas. A análise teve como objetivo observar, em maior detalhe, as feições morfológicas das testas, permitindo ter uma maior acuracidade na identificação taxonômica dos espécimes. As amostras foram metalizadas com película de ouro aproximadamente 5 μm de espessura, em condições de alto vácuo ($3,0 \times 10^{-5}$ mPa). As condições de operação para o imageamento em elétrons secundários foram: distância de trabalho de 12 mm, com voltagem de 10 kV, corrente de chegada de 10 nA e ampliação de 500 vezes.

5.3 ANÁLISES MULTIVARIADAS

Os dados obtidos e analisados neste trabalho são contagens de foraminíferos bentônicos a partir da análise de amostras de sedimentos provenientes de um testemunho. As análises multivariadas foram realizadas para os dados obtidos, com as variáveis em colunas

fornecidos como uma matriz simétrica de similaridade/distância e computados automaticamente em módulos como *Non-metric Multidimensional Scaling* (NMDS), análise de agrupamento (*cluster analysis*) e SIMPER no Past 4.14 (PAST - *PALaeontological STatistics*) para ajudar avaliar os valores de abundância relativa, frequência de ocorrência e índices de diversidade de riqueza de espécies (S), Shannon (H) e Alpha Fisher (α).

5.3.1 Abundância relativa

A abundância relativa é um componente da diversidade que mede o quão comum – ou rara uma espécie é quando comparada com o resto das espécies que fazem parte da amostra, expresso em percentagem. (Equação 1).

$$Ar = \frac{\text{número de indivíduos de uma espécie}}{\text{número total de ind. da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

De acordo com Dajoz (1983):

- Principais: espécies presentes em >5% da amostra.
- Acessórias: espécies que ocorrem entre 4,9 e 1% da amostra.
- Traços: espécies presentes em < 1% da amostra.

5.3.2 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência ou constância representa a ocorrência de um táxon (p) em relação ao número total de amostras (P), expresso em percentagem. (Equação 2).

$$Fo = \frac{p}{P} \times 100 \quad (2)$$

Para avaliar a frequência de ocorrência das espécies, foi adotada a classificação de Dajoz (1983):

- Constantes: espécies presentes em mais de 50% das amostras.
- Acessórias: espécies que ocorrem entre 49 e 25% das amostras.
- Acidentais: espécies presentes em menos de 25% das amostras.

5.3.3 Índice de Diversidade

Para estabelecer uma melhor interpretação da estrutura da comunidade, é necessário aplicar índices de diversidade, que relacionam o número de espécies em uma amostra ou área de estudo, o qual é chamado riqueza de espécies (S), com o número de indivíduos (N). Desse modo, para a determinação da diversidade foram usados os seguintes índices:

O índice de **Shannon – Weaver** representa a relação entre a riqueza de espécies e a

abundância relativa de espécies em todas as subunidades locais relevantes. (Equação 3).

$$H = -1 \sum_{i=1}^S p_i * \ln \ln (p_i) \quad (3)$$

Onde p_i representa a proporção da abundância relativa da espécie i com relação à abundância de todas as espécies (S) numa mesma amostra (Galindo & Carmona, 2013).

O índice de **alpha Fisher (α)** é uma série de distribuição usada para prever o número de espécies representadas por um indivíduo (N), dois indivíduos etc., para calcular a série logarítmica, é necessário estimar os valores de α e x :

$$\alpha = \frac{n^1}{x}$$

Onde x é uma constante com valores <1 , e n^1 pode ser calculada de $N(1-x)$. Tendo os valores de S e N os valores de α Podem ser determinados do gráfico 2.2 de Murray (2006), seguindo os contornos.

5.3.4 Análise de Cluster

A análise de Cluster foi baseada no método *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* - UPGMA, utilizando os coeficientes de similaridade Distância Bray-curtis, um dos mais utilizados em estudos ecológicos (Bray e Curtis 1957, Clarke e Warwick 1994). O UPGMA calcula as distâncias ou semelhanças médias entre uma unidade de paisagem (UP) e cada uma das outras UP, que recebem todas o mesmo peso, sendo a matriz (de distância ou semelhança) atualizada e reduzida em cada fase do algoritmo. Trata-se, portanto, de uma estratégia aglomerativa (*bottom-up*) (Legendre & Legendre 2012).

5.3.5 SIMPER

O SIMPER (Porcentagem de Similaridade) é um método simples para avaliar quais táxons são os principais responsáveis por uma diferença observada entre grupos de amostras (Clarke 1993). Este teste estatístico consiste em compreender quais as espécies que controlam a alteração da comunidade.

5.3.6 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS)

O método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) tenta representar a dissimilaridade entre objetos em um espaço de baixa dimensão, ao contrário de outros métodos que tentam maximizar a correspondência entre objetos numa ordenação. Este método é uma abordagem baseada em classificações, o que significa que os dados de distância originais

são substituídos por classificações. A leitura dos gráficos NMDS é bastante simples: os objetos que estão ordenados mais próximos uns dos outros são provavelmente mais semelhantes do que os que estão mais afastados. No entanto, a escala dos eixos é arbitrária, tal como a orientação do gráfico (Kenkel & Laszlo, 1986).

6 RESULTADOS

6.1 TAXONOMIA

Os foraminíferos da Formação Pirabas foram identificados ao nível de espécie baseados em vários autores, tendo como base principal a classificação de Loeblich & Tappan (1988). Desta forma, foram identificadas 68 espécies distribuídas em 35 gêneros, correspondendo a 25 famílias.

Ordem **FORAMINIFERIDA** (Eichwald 1830)

Subordem **LAGENINA** Delage & Hérouard 1896

Superfamília **NODOSARIACEA** Ehrenberg 1838

Família **ELLIPSOLAGENIDAE** Silvestri 1923

Subfamília **OOLININAE** Loeblich & Tappan 1961

Gênero ***Oolina*** d'Orbigny 1839

Oolina sp.2 Debenay 2012

Est. 1, Fig. 1 a – b.

2012 *Oolina* sp. 2 Debenay, p. 156

Material: 67 carapaças.

Discussão: Idêntico às formas ilustradas em Debenay (2012) em todos os caracteres, embora o espécime figurado apresente má preservação de suas estrias na abertura, em outros espécimes do material foi possível observar tal estrutura. Difere das formas de *Oolina* sp. de Lóránd (2015) ao apresentar pescoço aparentemente distinto.

Ocorrência: AM01A, AM05, AM06, AM09, AM12, AM18, AM22, AM27.

Distribuição: Mioceno, Bacia da Transilvânia – Romênia (Lóránd 2015).

***Oolina borealis* Loeblich & Tappan 1954**

Est. 1, Fig. 2

1954 *Oolina borealis* Loeblich & Tappan, p.384, pl. 8, Fig. 1.

Material: 7 carapaças.

Discussão: Testa ovóide com suturas longitudinais espessas e terminação aboral arredondada, idêntico ao descrito por Loeblich & Tappan (1954). Similar também à *Oolina barkeri* (Margerel 2016) principalmente na forma em geral, porém difere no pescoço mais alongado. Diferem das espécies com o mesmo nome descritas por Boltovskoy *et al.* (1980; pl. 23, Figs. 7,8) e *Oolina borealis* Dawson (1992; p.141), principalmente no pescoço mais alongado e estrias mais evidentes.

Ocorrência: AM13, AM26.

Distribuição: Mioceno, Bacia da Transilvânia – Romênia (Lóránd 2015) – Recente, África Ocidental – Mauritânia (Spezzaferri *et al.* 2015).

***Oolina globosa* Montagu 1803.**

Est. 1, Fig. 3.

1803 *Vermiculum globosum* Montagu, p. 523.

1993 *Oolina globosa* (Montagu) Boltovskoy & Watanabe, p. Pl. 5, Figs. 16 – 17.

Material: 44 carapaças.

Discussão: Idêntico ao ilustrado por Montagu (1803) em todos os caracteres. No entanto, foi possível visualizar os caracteres mais preservados nos outros espécimes do material, o que apresentou grande semelhança com a espécie descrita por aqueles autores. Também idêntico ao figurado por Boltovskoy & Watanabe (1993) em todos os aspectos morfológicos. Difere da espécie *Oolina globosa* (Montagu) relatada por Badaró & Petri (2019, p. 5, Fig. 3) principalmente na forma do pescoço mais alongado.

Ocorrência: AM10, AM27.

Distribuição: Eoceno (Priaboniano), Formação La Meseta – Ilha Seymour (Gaździcki 2012) –

Recente, Micronésia, Bacia das Filipinas (Jones 2013).

Superfamília **NODOSARIODEA** Ehrenberg 1838

Família **LAGENIDAE** Ehrenberg 1838

Gênero ***Lagena*** Walker & Boys 1784

Lagena hispidula Cushman 1913.

Est. 1, Fig. 4.

1913 *Lagena hispidula* Cushman, p. 14; OD.

2015 *Pygmaeoseistron hispidulum* Hanagata & Nobuhara, p.36, Fig. 13.17 – 13.18.

Material: 114 carapaças.

Discussão: A espécie da Formação Pirabas registrada neste trabalho tem testa globular e pescoço curto com parede calcária, sendo idêntica àquela relatada por Cushman (1913) e Hanagata & Nobuhara (2015). O espécime figurado neste trabalho, apresenta a testa mais ovóide e um pescoço mais longo, diferindo da espécie *Pygmaeoseistron hispidulum* de Loeblich & Tappan (1988), e da espécie *Lagena hispidula* de Boltovskoy (1980) e Boltovskoy & de Kahn (1983).

Ocorrência: AM02A, AM04, AM07, AM08, AM09, AM12, AM18, AM19, AM20.

Distribuição: Mioceno, Formação Monte Leon – Argentina (Nañez 1991) – Recente, Amostra do ambiente de mar profundo na Baía de Bengala – Oceano Índico (Ranju *et al.* 2022).

Lagena sulcata (Walker & Jacob 1798)

Est. 1, Fig. 5.

1978 *Serpula sulcata* Adams, in Kanmacher, p.634.

1983 *Lagena sulcata* (Walker & Jacob) – Boltovskoy & de Kahn, p. 307, pl.2, Fig. 24

1994 *Lagena sulcata* (Walker & Jacob) – Jones & Brady, p.416, pl.57, Fig. 34.

Material: 140 carapaças.

Discussão: Testa unilocular, globular de parede calcária com estrias longitudinais, pescoço longo com abertura arredondada. Os espécimes recuperados nas amostras neste estudo são idênticos ao ilustrado por Walker & Jacob (1978), Boltovskoy & de Kahn (1983), e Jones, & Brady (1994), mas devido ao baixo grau de preservação do espécime figurado aqui não foi possível observar as estrias longitudinais e o pescoço por estar quebrado. No entanto, a maioria dos outros espécimes do material trabalhado estavam mais preservados e com estas estruturas completas.

Ocorrência: AM07, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM18, AM19, AM20, AM22, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Cretáceo (Campaniano), Bacia de Haymana – Formação Haymana – Turquia (Vardar 2018) – Recente, Sedimentos do declive continental de Concepción até as ilhas Guaitecas – Chile (Figueroa *et al.* 2006).

Lagena tenuis (Bornemann 1855)

Est. 1, Fig. 6.

1855 *Lagena tenuis* Bornemann, p. 317, pl. 12, Fig. 3.

1855 *Ovulina tenuis* Zeitschr, p. 708, pl. XII, Figs. 3 a – b.

1948 *Lagena tenuis* (Bornemann) Anderson, p. 391, pl. XXXI, Figs. 5, 6.

1980 *Lagena laevis f. tenuis* Boltovskoy, p.99, pl.20, Figs. 7 – 10.

Material: 41 carapaças.

Discussão: Os espécimes recuperados das amostras da Formação Pirabas são idênticos à descrita por Bornemann (1955), Anderson (1948), Zeitschr (1855), e Boltovskoy (1980), apresentando uma testa alongada. Na base, as costelas estão dispostas de maneira a formar uma estrela. Difere da espécie *Lagena tenuis* ilustrada por Hooyberghs *et al.* (2004, p. 34, pl. 1, Fig. 9) ao ter a testa mais inflada e com costelas mais pronunciadas, além de ser mais estreita e mais alongada.

Ocorrência: AM05, AM08, AM12, AM22, AM26.

Distribuição: Oligoceno, Formação Vima – Bacia da Transilvânia, Romênia (Székely &

Filipescu 2015) – Recente, Golfo do México (Bandy 1954); Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina (Calvo *et al.* 2011).

Lagena treptoina (Loeblich & Tappan 1994)

Est. 1, Fig. 7.

1994 *Pygmaeoseistron treptoinum* Loeblich & Tappan, p.381, pl. 144, Fig. 1.

Material: 68 carapaças.

Discussão: Os espécimes neste trabalho são idênticos ao ilustrado por Loeblich & Tappan (1994), de testa alongada a ovalada com base arredondada, ligeiramente adelgada ao pescoço, de parede calcária e superfície com costelas sutis e incipientes na parte inferior da testa subindo até a região média; no pescoço tem costelas mais torcidas e abertura arredondada com colar projetado.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM06, AM08, AM09, AM12, AM26.

Distribuição: Maastrichtiano, Península de Jasmund, Alemanha (Frenzel 2000) – Recente, Mar de Banda, Timor (Loeblich & Tappan 1994).

Lagena cyrillion (Loeblich & Tappan 1994)

Est. 1, Fig. 8.

1994 *Pygmaeoseistron cyrillion* Loeblich & Tappan, p. 380, pl., 143, Figs. 1 – 5.

Material: 117 carapaças.

Discussão: Os espécimes recuperados das amostras deste estudo são idênticos ao ilustrado por Loeblich & Tappan (1994), tem testa alongada, ovalada com comprimento mais longo no médio e base atenuada, superfície lisa.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM05, AM08, AM09, AM17, AM26.

Distribuição: Maastrichtiano (Sahul Shelf Cruise, Golfo de Bonaparte) – Recente, Mar de Banda, Timor (Loeblich & Tappan 1994).

Superfamília **NODOSARIACEA** Ehrenberg 1838.

Família **VAGINULINIDAE** Reuss 1860

Subfamília **LENTICULININAE** Chapman Pars & Collins 1934

Gênero *Lenticulina* Lamarck 1804

Lenticulina clypeiformis (d'Orbigny 1846)

Est. 1, Fig. 9 a – b.

1846 *Robulina clypeiformis* d'Orbigny, p. 101, pl. 4, Figs. 23, 24.

1985 *Robulina clypeiformis* (d'Orbigny) – Papp & Schmid, p. 168, pl. 31, Figs. 1 – 5.

Material: 428 carapaças.

Discussão: Os espécimes neste trabalho são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846) e Papp & Schmid (1985) tem testa planispiral com um único pilar central e projetado com as câmaras estreitas, de parede calcária.

Ocorrência: AM01A, AM03A, AM10.

Distribuição: Eoceno (Priaboniano): América do Norte (Станчева 1959) – Mioceno médio, Bacia de Maramures – Romênia (Popescu & Crihan 2004).

Subordem **MILIOLINA** Delage & Hérouard 1896.

Superfamília **CORNUSPIROIDEA** Schultze 1854.

Família **CORNUSPIRIDAE** Schultze 1854.

Subfamília **CORNUSPIRINAE** Schultze 1854.

Gênero *Cornuspira* Schultze 1854.

Cornuspira involvens (Reuss 1850)

Est. 1, Fig. 10.

1850 *Operculina involvens* Reuss, p. 370, pl. 46, Fig. 20 a – b.

Material: 129 carapaças.

Discussão: Os espécimes neste trabalho são idênticos ao ilustrado por Reuss (1850), que exibem uma testa circular com periferia irregular, arredondada, sutura espiralada e escavada com parede porcelanosa.

Ocorrência: AM02A, AM04, AM05, AM07, AM09, AM10, AM12, AM18, AM19, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Oligoceno: Depósitos Balcombianos de Port Phillip – Australia (Chapman 1907) – Recente, Plataforma e talude continentais – Bahia, Brasil (de Jesus *et al.* 2016).

Subordem **SPIRILLININA** Hohenegger & Piller 1975.

Família **SPIRILLINIDAE** Reuss & Fritsch 1861.

Gênero *Spirillina* Ehrenberg 1843.

Spirillina vivipara Ehrenberg 1843.

Est. 1, Fig. 11.

1843 *Spirillina vivipara* Ehrenberg, p.513, Tab. III, Fig. 21.

1957 *Spirillina* cf. *vivipara* Ehrenberg – Petri, p. 79, Est.5, Figs. 10 a– b.

1994 *Spirillina vivipara* Ehrenberg – Loeblich & Tappan, p. 291, pl. 54, Figs. 5 – 10.

2012 *Spirilina vivipara* Ehrenberg – Debenay, p.233.

Material: 49 carapaças.

Discussão: Testa planospiral evoluta; possui cerca de 5 voltas da espira, estreitas e com diâmetro uniforme. Os espécimes deste estudo são idênticos aos apresentados por Petri (1957), Ehrenberg (1843), Loeblich & Tappan (1994), e Debenay (2012).

Ocorrência: AM06, AM09, AM10, AM12, AM18, AM26.

Distribuição: Mioceno, Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957) – Recente, Sistema de Cavernas de *Green Bay*, Bermuda (van Hengstum & Scott 2011).

Família **HAURINIDAE** Schwager 1876.

Subfamilia **HAUERININAE** Schwager 1876.

Gênero ***Quinqueloculina*** d'Orbigny 1826.

Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny 1839.

Est. 1, Figs. 12 a – b.

1839 *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, p.189, pl.11, Figs. 14, 15.

1929 *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny – Cushman, p. 118, pl.2, Fig. 6 a – c.

2016 *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny – Lei & Li, p.108, Fig. 11 a – f.

1954 *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny – Petri, p. 145, Est. 1, Figs. 12-17.

1957 *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny – Petri, p.98, Est. 1, Figs.12a-c.

Material: 16 carapaças.

Discussão: Os espécimes deste estudo são muito semelhantes ao ilustrado por Cushman (1929), Lei & Li (2016), e Petri (1957) de testa ovalada a arredondada com três câmaras visíveis de um lado e duas do lado oposto; o espécime figurado está mal preservado, além de apresentar na porção superior a câmara mais prolongada. De acordo com Petri (1954), a espécie registrada no período mais recente da Plataforma Equatorial, é muito idêntica.

Ocorrência: AM03, AM05, AM06, AM08, AM 09, AM 10, AM 14, AM 22, AM 25, AM 26, AM 27.

Distribuição: Mioceno, Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957) – Recente, Plataforma Continental, Venezuela (Molina *et al.* 2008).

Quinqueloculina akneriana? d'Orbigny 1846.

Est. 1, Fig. 13 a – b.

1846 *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, p. 290, pl.18, Figs. 16 – 21.

1974 *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny – Luczkowska, p.35, pl.8, Figs. 1,2.

1985 *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny – Papp & Schmid, pl.95, Figs. 1 – 5.

Material: 18 carapaças.

Discussão: Os espécimes recuperados das amostras analisadas apresentam semelhanças com a *Quinqueloculina akneriana* de d'Orbigny (1846), Luczkowska (1974) e Papp & Schmid (1985), a testa tem as últimas câmaras arredondadas, de contorno quase oval. Esta espécie também lembra muito a *Q. seminula* Linnaeus 1758, identificada por Petri (1957; figs.1a-b) principalmente na forma da testa.

Ocorrência: AM09, AM22.

Distribuição: Oligoceno (Chatiano), Kubrow, Alemanha (Kümmerle 1963) – Recente, plataforma continental ao Sul de Dakar, Senegal (Redois & Debenay 1999).

***Quinqueloculina fusiformis* Petri 1957.**

Est. 1, Fig. 14 a – b.

1957 *Quinqueloculina fusiformis* Petri, p.81, Est.1, Figs 10 – 11.

Material: 3 carapaças.

Discussões: Os espécimes são idênticos à descrita por Petri (1957), que mostra uma testa elíptica com extremidades pontiagudas, câmaras um pouco curvas, ligeiramente infladas no meio e estreitando novamente nas extremidades. De um lado quatro câmaras, e do outro apenas três bem visíveis, todas com o mesmo tamanho.

Ocorrência: AM01A

Distribuição: Mioceno, Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

***Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus 1758)**

Est. 1, Fig. 15 a – c.

1758 *Serpula seminulum* Linnaeus, p.786.

1957 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus) Petri, p. 98-99, Figs. 1-5, Est. 2.

2015 *Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus) Hanagata & Nobuhara, p.22, Figs. 8.12, 8.13.

Material: 51 carapaças.

Discussão: Os espécimes coletados são muito semelhantes à *Quinqueloculina seminula* de Petri (1957; figs. 3a-c, estampa 2) em todos os caracteres. No que diz respeito ao espécime representado nas figuras 15 a – b (Est. 1) do presente estudo é idêntico ao descrito por Linnaeus (1758), e à *Quinqueloculina seminulum* de Hanagata & Nobuhara (2015).

Ocorrência: AM10, AM22 e AM27.

Distribuição: Oligoceno (Chattiano – Kassel Gudenberg bei Kassel, Alemanha) – Mioceno, Formação Qawasim – Bacia do Levante, Egito (Makled *et al.* 2017) – Recente, África Ocidental, Mauritània, (Spezzaferri *et al.* 2015).

SubFamília **MILIOLINELLINAE** Vella 1957.

Gênero *Triloculina* d'Orbigny 1826.

Triloculina scapha d'Orbigny 1846.

Est. 1, Fig. 16 a – b.

1846 *Triloculina scapha* d'Orbigny, Tab. XVII, Figs. 4-6, p. 276.

1985 *Triloculina scapha* d'Orbigny – Papp & Schmidt, p.281, pl. 87, Figs. 1-7, Nr. 195.

Material: 45 carapaças.

Discussão: Espécimes de testa triangular em vista apertural com câmaras ligeiramente infladas; o centro da testa é triloculinóide; muito semelhantes à ilustrada por d'Orbigny (1846) e Papp & Schmidt (1985) tanto na forma da testa quanto nas ornamentações.

Ocorrência: AM02A, AM08, AM09, AM22.

Distribuição: Mioceno, Nussdorf, Bacia de Viena – Áustria (Papp & Schmidt 1985).

Gênero *Pyrgo* Defrance 1824.

Pyrgo inornata (d'Orbigny 1846)

Est. 2, Fig. 17 a – b.

1846 *Biloculina inornata* d'Orbigny, p.266, pl. 16, Figs. 7 – 9.

1985 *Pyrgo inornata* (d'Orbigny) Papp & Schmid, p.275, pl.84, Figs.1 – 3.

1954 *Pyrgo inornata* (d'Orbigny) Petri, p. 146-147, Est. II, Figs. 13-16.

Material: 51 carapaças.

Discussão: A espécie *Pyrgo inornata* de Petri (1954), d'Orbigny (1846) e de Papp & Schmid (1985) é idêntica aos espécimes recuperados neste estudo em todos os caracteres morfológicos, em que apresentam testa com forma oval em vista superior, arredondada e com a penúltima câmara ligeiramente menor que a última. Os espécimes identificados neste estudo diferem do *Pyrgo inornata* de Luczkowska (1974) na forma da testa, já que esta última é mais ovalada e mais alongada.

Ocorrência: AM01A, AM02A, AM05, AM08, AM09, AM10, AM12, AM22, AM26.

Distribuição: Mioceno, Formação Qom, Iran Central (Nouradini *et al.* 2019) – Holoceno, Banco *Little Meteor*, Atlântico Norte Central (Spezzaferri *et al.* 2015).

***Pyrgo bulloides* (d'Orbigny 1826)**

Est. 2, Fig. 18.

1826 *Biloculina bulloides* d'Orbigny, p. 297, Nr. 1, Taf. 16, Figs. 1 – 4.

Material: 5 carapaças.

Discussão: Espécimes idênticos ao descrito em d'Orbigny (1826), tem testa globular com duas câmaras visíveis e opostas, uma mais pronunciada de menor tamanho que a outra.

Ocorrência: AM06, AM08.

Distribuição: Eoceno (Priaboniano), Formação Beni Suef – Egito (Abd *et al.* 2019) – Recente, Bacia de Santos, Brasil (Leão 2011).

Superfamília **PLANORBULINOIDEA** Schwager 1877.

Família **PLANORBULINIDAE** Schwager 1877.

Subfamília **PLANORBULININAE** Schwager 1877.

Gênero ***Planorbulinella*** Cushman, 1927 a

Planorbulinella larvata (Parker & Jones 1865)

Est. 2, Fig. 19.

1865 *Planorbulina larvata* Parker & Jones, p.380, pl. 19, Fig. 3 a – b.

1927 (a) *Planorbulinella larvata* (Parker & Jones) Cushman, p.94, pl.20, Fig.9.

1969 *Planorbulinella larvata* (Parker & Jones) Freudenthal, p.198, pl.12, Figs. 4 a – b.

2012 *Planorbulinella larvata* (Parker & Jones) Debenay, p.246

Material: 310 carapaças.

Discussão: Os espécimes identificados neste trabalho são muito semelhantes aos espécimes ilustrados por Parker & Jones (1865), Cushman (1927 a), Freudenthal (1969) e Debenay (2012), com uma testa discoidal aplanada, suturas deprimidas, parede perfurada e câmaras globulares na periferia. Entretanto, os espécimes são distintos da *Planorbulinella larvata* descrita por Loeblich & Tappan (1994, p.564, pl.327, Figs. 4 – 7), pois não são aplanadas e apresentam uma tendência convexa na porção central.

Ocorrência: AM01A, AM03A, AM12, AM13, AM14, AM26.

Distribuição: Mioceno: Formação Tacipi, Indonésia (BouDagher-Fadel 2002) – Recente: Laguna do sudoeste da Nova Caledônia (Debenay 1988).

Família **CIBICIDIDAE** Cushman 1927.

Subfamília **CIBICIDINAE** Cushman 1927.

Gênero ***Heterolepa*** de Franzenau 1884.

Heterolepa dutemplei (d'Orbigny 1846)

Est. 2, Fig. 20 a – b.

1846 *Rotalina dutemplei* d'Orbigny, p. 157, pl. 8, Figs. 19 – 21.

1985 *Rotalina dutemplei* (d'Orbigny) Papp & Schmid, p. 211, pl. 52, Figs. 1 – 6.

1988 *Heterolepa simplex* (d'Orbigny) Loeblich & Tappan, p.1097, pl. 709, Figs. 1 – 8.

Material: 879 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste estudo apresentam testa trocospiral, planoconvexa e biconvexa, com o lado espiralado mais plano, suturas ligeiramente curvadas e deprimidas, apresentando muitas semelhanças com os espécimes ilustrados por d'Orbigny (1846), bem como os espécimes ilustrados por Papp & Schmid (1985) e Loeblich & Tappan (1988), com a sutil diferença de que a espécie descrita aqui é menos convexa na vista ventral.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM04, AM05, AM06, AM07, AM08, AM09, AM10, AM14, AM15, AM16, AM18, AM19, AM22, AM23.

Distribuição: Oligoceno (Rupeliano), Bacia de Mainz, Alemanha (Grimm 2002) – Recente, Mar do Sul da China (Lei & Li 2016).

Gênero *Lobatula* de Fleming 1828.

Lobatula lobatula (Walker & Jacob 1798)

Est. 2, Fig. 21.

1798 *Nautilus lobatulus* Walker & Jacob, Fig. 36.

1921 *Truncatulina lobatula* (Walker & Jacob) Cushman, p. 313, pl. 63, Fig. 2.

1954 *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) Petri, p. 170-171, Est.14, Fig. 11.

1957 *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) Petri, p. 105, Est.9, Figs. 5a-c.

1985 *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) Papp & Schmid, p. 219, pl. 56, Figs. 1 – 5.

1988 *Lobatula* (Walker & Jacob) Loeblich & Tappan, p. 1835, pl. 637, Figs. 10 – 13.

1994 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) Loeblich & Tappan, p. 556, pl. 319, Figs.1 – 7.

2015 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) Hanagata & Nobuhara, p. 105, Figs. 31.8, 31.9.

2016 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) Lei & Li, p.262, Fig. 32 a – e.

Material: 274 carapaças.

Discussões: Espécimes de testa convexa lateral dorsal, com câmaras separadas por suturas profundas, o lado ventral desenvolvido de forma variada, podendo ser plano ou côncavo. Os espécimes são muito semelhantes ao ilustrado por Walker & Jacob (1798), Cushman (1921), Papp & Schmid (1985), Loeblich & Tappan (1988), Loeblich & Tappan (1994), Hanagata & Nobuhara (2015) e Lei & Li (2016). Idêntico a *Cibicides lobatulus* de Petri (1954 e 1957) na vista dorsal.

Ocorrência: AM03, AM03A, AM07, AM08, AM10, AM12, AM19, AM22.

Distribuição: Oligoceno (Rupeliano), Formação Bolognano – Apeninos Centrais, Itália (Brandano *et al.* 2016) – Recente, Golfo de Palermo, costa norte da Sicília (Caruso *et al.* 2011).

Lobatula wuellerstorfi (Schwager 1866)

Est. 2, Fig. 22 a – b.

1866 *Anomalina wuellerstorfi* Schwager, p. 258, 259, pl. 7, Fig. 105.

1931 *Planulina wuellerstorfi* (Schwager) Cushman, p.314, 315, pl. 19, Fig. 5 – 6.

1988 *Fontbotia* (Schwager) Loeblich & Tappan, p.1833, pl. 635, Figs.1 – 3.

1994 *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager) Loeblich & Tappan, p.556, pl.319, Figs. 7 – 12.

2015 *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager) Hanagata, & Nobuhara, p. 105, Figs. 31.6, 31.7.

Material: 2386 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste trabalho têm testa comprimida e periferia arredondada, lado ventral pouco convexo e o lado dorsal quase plano, possui muitas câmaras estreitas com suturas distintas. Os espécimes são idênticos ao ilustrado por Cushman (1931), Loeblich & Tappan (1988), Loeblich & Tappan (1994) e Hanagata & Nobuhara (2015).

Ocorrência: AM03, AM04, AM05, AM06, AM07, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM14, AM15, AM16, AM18, AM19, AM20, AM21, AM22, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Oligoceno (seção Menzel Bou Zelfa, nordeste da Tunísia) – Recente, Mar do Sul da China (Lei & Li, 2016).

Gênero *Cibicides* de Montfort 1808.

Cibicides refulgens Montfort 1808.

Est. 2, Fig. 23 a – c.

1808 *Cibicides refulgens* Montfort, p. 123.

1988 *Cibicides* (Montfort) Loeblich & Tappan, p.1832, pl. 634, Figs. 1 – 3.

1994 *Cibicides refulgens* (Montfort) Loeblich & Tappan, p. 555, pl. 318, Figs.7 – 9.

2015 *Cibicides refulgens* (Montfort) Hanagata & Nobuhara, p. 105, Figs. 31.3, 31.4.

Material: 27 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste estudo têm testa plano-convexa, com o lado dorsal ligeiramente côncavo, lado ventral muito convexo, câmaras mais visíveis do lado dorsal e com suturas niveladas; enquanto no lado ventral as câmaras visíveis são somente aquelas da última forma da espiral com suturas ligeiramente deprimidas. Os espécimes são idênticos ao ilustrado por Loeblich & Tappan (1988), Loeblich & Tappan (1994), e Hanagata & Nobuhara (2015); em relação à espécie *Truncatulina refulgens* (Montfort) ilustrado por Cushman (1931; p. 201, pl.21, Fig. 2 a – c.), os espécimes recuperados na Formação Pirabas apresentam testa mais alongada. Além disso, os espécimes são muito semelhantes à espécie *Cibicides americanus* (Cushman) var. *paraensis* de Petri (1954) na disposição das câmaras, contorno da testa, no entanto, difere na vista dorsal mais estreita e delgada.

Ocorrência: AM03.

Distribuição: Oligoceno: Formação Batuasih, Indonésia (Sangkuriang 2012) – Recente: Bass Canyon, Bacia de Gippsland – Austrália (Smith & Gallagher 2003).

Cibicides vortex Dorreen 1948.

Est. 2, Fig. 24 a – c.

1948 *Cibicides vortex* Dorreen, p., pl. 41, Figs. 5 a – c.

Material: 2801 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados neste estudo são idênticos ao ilustrado por Doreen (1948) principalmente na vista dorsal; tem testa com o lado dorsal plano, câmaras visíveis, suturas amplas e curvas, suavemente retroflexionadas e niveladas com a superfície. Enquanto o lado ventral é convexo permitindo visualizar as câmaras da última espiral com suturas deprimidas e retroflexionadas; parede finamente perfurada.

Ocorrência: AM03, AM03A, AM04, AM05, AM06, AM07, AM09, AM12, AM13, AM15, AM19, AM20, AM24, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Eoceno, Planalto da Tasmânia Oriental (Quilty 2001) – Mioceno, Terciário de Tasmania (Quilty 1982).

Superfamília **MILIOLACEA** Ehrenberg 1839.

Família **SPIROLOCULINIDAE** Wiesner 1920.

Gênero *Spiroloculina* d'Orbigny 1826.

Spiroloculina sp.

Est. 2, Fig. 25.

Material: 76 carapaças.

Discussão: Os espécimes neste estudo são semelhantes à espécie *Spiroloculina excavata* ilustrada por d'Orbigny, (1826; p. 271, pl. 16, Figs. 19 – 21), tem testa com as câmaras alongadas e levemente curvas em forma plana, pescoço presente na câmara mais externa.

Ocorrência: AM06, AM07, AM08, AM09, AM22.

Distribuição: Mioceno (Formação Pirabas).

Subordem **POLYMORPHININA** Mikhailovich 1980.

Família **POLYMORPHINIDAE** d'Orbigny 1839.

Subfamília **POLYMORPHININAE** d'Orbigny 1839.

Gênero *Globulina* d'Orbigny 1839.

Globulina rotundata (Bornemann 1855).

Est. 2, Fig. 26 a – b.

1855 *Guttulina rotundata* Bornemann, p. 370, pl. XVIII, Fig. 3.

1930 *Globulina rotundata* (Bornemann) Cushman & Ozawa, p.187, pl.21, Figs.3 – 4.

Material: 24 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados das amostras analisadas são idênticos ao ilustrado nos trabalhos de Bornemann (1855) e Cushman & Ozawa (1930), tem testa de forma ovóide, e arredondada, amplamente ovalada com suturas difíceis de discernir. A espécie *Globulina tropicale* ilustrada por Petri (1957), é semelhante aos espécimes descritos aqui, porém difere no formato da carapaça, onde a espécie de Petri é semelhante a de uma “pêra”.

Ocorrência: AM01A, AM03A, AM12, AM18, AM 20.

Distribuição: Eoceno (Ipresiano – Lutéciano): borda norte da Bacia de Istria – Mar Negro Ocidental (Anton *et al.* 2019) – Recente, Challenger Station 145, a 256 m de profundidade, ao sul da África do Sul (Jones 2013)

Gênero ***Guttulina*** d’Orbigny 1839.

Guttulina communis (d’Orbigny 1826).

Est. 2, Fig. 27 a – b.

2008 *Guttulina communis* (d’Orbigny) Scarpa, & Malumián, p. 7, Fig. 17.

Material: 7 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste estudo são idênticos ao ilustrado por Scarpa & Malumián (2008); diferindo da espécie *Guttulina communis* relatada por d’Orbigny (1846, p.224, pl.13, Figs. 6 – 8.), e Papp & Schmid (1985, p.249, pl.71, Figs. 1 – 4.) por ter uma testa mais alongada e estreita, câmaras ligeiramente infladas com suturas distais e um pouco deprimidas, parede lisa, abertura irradiada e arredondada.

Ocorrência: AM01A.

Distribuição: Eoceno (Lutéciano): Depósitos de Siemien – Polônia Oriental (Pozaryska 1977)
– Recente: Golden Horn, Istambul, noroeste da Turquia (Meriç *et al.* 2007).

Gênero *Pseudopolymorphina* Cushman & Ozawa 1928.

Pseudopolymorphina novangliae (Cushman 1923).

Est. 2, Fig. 28 a – b.

1923 *Polymorphina lactea* var. *novangliae* Cushman, pl.39, Figs. 6 – 8.

1930 *Pseudopolymorphina novangliae* Cushman & Ozawa, p.191, pl.23, Figs.1 – 2.

Material: 28 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados das amostras analisadas são idênticos aos ilustrados nos trabalhos de Cushman (1923) e Cushman & Ozawa (1930) tem testa alongada com bordas ligeiramente arredondadas e suturas não deprimidas.

Ocorrência: AM09, AM10, AM12, AM18, AM19, AM22, AM27.

Distribuição: Oligoceno: Nova Zelândia (Cushman & Ozawa 1930) – Recente: Área do Baixo Rio Vístula, Norte da Polônia (Brodiewicz 1972).

Pseudopolymorphina tropicale Petri 1957.

Est. 3, Fig. 29 a – b.

1957 *Pseudopolymorphina tropicale* Petri, p. 99-100, Est. 3. Figs.16-a-b.

Material: 5 carapaças.

Discussões: Testa alongada oval, e arredondada em ambas as extremidades, tem três lados com câmaras bastante convexas, com pescoço curto e abertura radiada. Os espécimes recuperados neste estudo são idênticos ao ilustrado por Petri (1957) em todas as características morfológicas, principalmente pelo fato de ser mais arredondada e apresentar o pescoço com abertura radiada.

Ocorrência: AM01A, AM18, AM26.

Distribuição: Mioceno: Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

Ordem **ROTALIIDA** Lankester 1885.

Subordem **ROTALIINA** Delage & Hérouard 1896.

Superfamília **DISCORBOIDEA** Ehrenberg 1839.

Família **DISCORBIDAE** Ehrenberg 1838.

Subfamília **DISCORBINAE** Ehrenberg 1838.

Gênero ***Discorbis*** Lamarck 1804.

Discorbis paraensis Petri 1957.

Est. 3, Fig. 30.

1957 *Discorbis paraensis* Petri, p.101-102, Est. 5, Figs. 12 a-c.

Material: 15 carapaças.

Discussões: Testa de forma oval, deprimida, quase plana por cima, muito convexa e umbilical por baixo, encontra – se formada por uma espiral pouco convexa, composta por sete câmaras não convexas, das quais a última é grande, convexa e arredondada. Os espécimes são idênticos ao ilustrado por Petri (1957) principalmente no contorno e testa de superfície perfurada.

Ocorrência: AM09

Distribuição: Oligoceno – Mioceno: Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

Família **ROSALINIDAE** Reiss 1963.

Gênero ***Rosalina*** d’Orbigny 1826.

Rosalina globularis d’Orbigny 1826.

Est. 3, Fig. 31 a – c.

1826 *Rosalina globularis* d’Orbigny, p. 271, pl. 13, Figs. 1 – 4.

Material: 483 carapaças.

Discussões: Testa alongada côncava – convexa com suturas pouco visíveis no lado ventral e

deprimidas no lado dorsal; a câmara da última espiral é maior e ligeiramente inflada, tem parede perfurada. Os espécimes da Formação Pirabas são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1826); mas diferem dos ilustrados por Loeblich & Tappan (1988, p.1808, pl. 610, Figs. 1 – 5), Loeblich & Tappan (1994, p. 523, pl. 286, Figs. 7 – 15) e Hanagata & Nobuhara (2015, p.97, Figs. 29.13, 29.14) ao não apresentar câmaras infladas no lado ventral, enquanto no lado dorsal as câmaras são ligeiramente mais globulares e tem uma testa mais alongada.

Ocorrência: AM01A, AM03A, AM04, AM05, AM12, AM18.

Distribuição: Oligoceno: Formação Cañada, Espanha (Fenero *et al.* 2012) – Recente: sedimento de superfície do estuário de Oriñón (leste da Cantábria), Península Ibérica (Ordiales *et al.* 2017).

Rosalina aff. bradyi (Cushman 1915)

Est.3 Fig.32 a – b.

Material: 178 carapaças.

Discussões: Testa geralmente grande; câmaras infladas e periféricas, mais comumente arredondadas; superfície dorsal perfurada grosseiramente; superfície ventral lisa e imperfurada. Os espécimes identificados neste trabalho lembram muito a *Discorbis globularis* var. *bradyi* ilustrado por Cushman (1915, p.731, pl. 8, Figs. 1 a – c.) e *Rosalina bradyi* (Cushman) ilustrado por Hayward & Grenfell (1994, p.238, Figs. 29, 30), no entanto, diferem apenas por apresentar testa mais alongada; diferem dos descritos por Hayward *et al.* (1999, p.237, pl. 11, Figs. 1 – 3) ao apresentar testa mais alongada e suturas mais projetadas.

Ocorrência: AM01A, AM03, AM06, AM08, AM09, AM10, AM12, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Fatha (Placa Arábica), Sul do Iraque (Shareef *et al.* 2023) – Recente: Mar do Sul da China (Lei & Li 2016).

Superfamília **ROTALIACEA** Ehrenberg 1839.

Família **AMMONIIDAE** Ehrenberg 1839.

Subfamília **AMMONIINAE** Saidova 1981.

Gênero ***Ammonia*** Brünnich 1772.

Ammonia mendesi (Petri 1955).

Est. 3, Fig. 33 a – c.

1955 *Streblus beccarii* (Linnaeus) var. *mendesi* Petri, p. 103, Est.7, Figs. 1a-c, 2a-c, 3a-c, 4a-c.

Material: 1051 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados nas amostras do estudo são idênticos ao ilustrado por Petri (1955), tem testa biconvexa, trocoespiral baixa de 3 – 4 voltas; o lado espiral evolutivo, lado umbilical involuto com umbigo projetado cercado por fissuras; câmaras separadas por estas fissuras mais profundas e abertas próximas da área umbilical; contorno arredondado com superfície moderadamente perfurada.

Ocorrência: AM01A, AM03, AM03A, AM05, AM07, AM08, AM08, AM09, AM10, AM12, AM14, AM16, AM17, AM20, AM21, AM23, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

Ammonia tepida (Cushman 1926).

Est. 3, Fig. 34 a – c.

1926 *Rotalia beccarii* var. *tepida* Cushman (c), p.79, pl.1.

1973 *Ammonia tepida* (Cushman) Haynes, p.289, pl. 18, Fig. 17.

1994 *Ammonia tepida* (Cushman) Loeblich & Tappan, p.608, pl.371, Figs. 1 – 10.

2012 *Ammonia tepida* (Cushman) Debenay, p.185, 186.

2016 *Ammonia tepida* (Cushman) Lei & Li, p.330. Fig. 68.

Material: 2046 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados nas amostras deste trabalho são idênticos ao ilustrado por Cushman (1926), Haynes (1973), Loeblich & Tappan (1994), Debenay (2012) e Lei & Li (2016), tem testa pequena com periferia arredondada, trocoespiral baixa com 2 – 3 voltas; tem lado convexo espiral, evolutivo, umbilical côncavo involuto, com 6 ou 7 câmaras infladas no lado umbilical, e suturas oblíquas. Há muita similaridade com a espécie *Streblus catesbyanus*

(d'Orbigny) var. *tepida* (Cushman) descrita por Petri (1957, p. 103, Est. 7, Figs. 5a-c, 6a-c), principalmente, nas vistas umbilical e espiral, no entanto, difere na vista lateral, principalmente nas últimas câmaras, que são maiores.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM03A, AM04, AM05, AM06, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM15, AM16, AM17, AM18, AM19, AM21, AM22, AM23, AM24, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Plataforma carbonática dos Montes Apeninos centrais e do Sul, Península da Itália (Consorti *et al.* 2021) – Recente: Sedimentos de fundo da Bacia Potiguar, Brasil (Disaró *et al.* 2022).

Superfamília **ASTERIGERINOIDEA** d'Orbigny 1839.

Família **AMPHISTEGINIDAE** Cushman 1927.

Gênero *Amphistegina* d'Orbigny 1826.

Amphistegina lessonii d'Orbigny in Deshayes 1830.

Est. 3, Fig. 35.

1826 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, p. 304, pl. 17, Figs. 1 – 4.

1987 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Deshayes –Loeblich & Tappan, pl. 677, Figs.3 – 5.

1954 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Deshayes – Petri, p. 162-163, Est.10, Figs. 10 – 16.

1957 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Deshayes –Petri, p. 104, Est. 8, Figs. 1a – c.

1994 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Deshayes –Loeblich & Tappan, p. 156, 157, pl. 340, Figs. 1 – 9.

2012 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Deshayes –Debenay, p.215.

Material: 5379 carapaças.

Discussões: Os espécimes identificados são idênticos aos ilustrados por d'Orbigny (1826), Loeblich & Tappan (1987 e 1994) e Debenay (2012), tem testa lenticular, desigualmente biconvexa com câmaras numerosas, amplas e baixas, fortemente curvadas para trás na periferia.

Idêntico também a descrita por Petri (1954 e 1957), principalmente no contorno mais arredondado.

Ocorrência: AM01A, AM02A, AM03, AM03A, AM05, AM07, AM08, AM09, AM10, AM14, AM19, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Oligoceno (Chatiano): Calcário Abrakurrie – Bacia do Eucla, Austrália (Li *et al.* 1996) – Recente: Sedimentos de superfície, Plataforma continental do Mar da Arábia (Ranju *et al.* 2019).

Família **ASTERIGERINATIDAE** Reiss 1963.

Gênero ***Biasterigerina*** Seiglie & Bermúdez 1965.

Biasterigerina planorbis (d'Orbigny 1846)

Est. 3, Fig. 36 a – c.

1846 *Asterigerina planorbis* d'Orbigny, p.368, pl.XI, Fig. 1 – 3.

1985 *Asterigerina planorbis* (d'Orbigny) Papp & Schmid, p.239, pl.66, Figs. 9 – 14.

Material: 190 carapaças.

Discussões: Testa planoconvexa, com o lado cônico em espiral mostrando sutilmente as bordas das câmaras, as quais são amplas e baixas, tem suturas alinhadas e fortemente oblíquas. Os espécimes da Formação Pirabas são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846), Papp & Schmid (1985). Difere do descrito por Loeblich & Tappan (1988, p. 1871, pl. 672, Figs. 10 – 13) ao apresentar uma testa cônica com ângulos maiores.

Ocorrência: AM01A, AM02A, AM03, AM03A, AM04, AM05, AM06, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM14, AM17, AM19, AM20, AM27.

Distribuição: Oligoceno: Bacia do Danúbio, Eslováquia (Vlček *et al.* 2020) – Recente (Baía de Kritika, Grécia Mediterrânea).

Superfamília **BOLIVINITOIDEA** Cushman 1927.

Família **BOLIVINITIDAE** Cushman 1927.

Gênero *Bolivina* d'Orbigny 1839.

Bolivina bierigi Palmer & Bermúdez 1936.

Est. 3, Fig. 37.

1936 *Bolivina bierigi* Palmer & Bermúdez, p. 259, pl. 20, Fig. 5 – 6.

Material: 98 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados neste estudo são idênticos ao ilustrado por Palmer & Bermúdez (1936), tem testa alongada, ovoide a triangular em contorno, um pouco comprimido, câmaras amplas e baixas com terminação apontada na periferia, e de parede hialina.

Ocorrência: AM01A, AM02A, AM04, AM06, AM07, AM09, AM10, AM12, AM13, AM17, AM19, AM22, AM23, AM24, AM27.

Distribuição: Mioceno: Baía de Matanzas, Cuba (Palmer & Bermúdez 1936).

Bolivina antiqua d'Orbigny 1846.

Est. 3, Fig. 38 a – b.

1846 *Bolivina antiqua* d'Orbigny, p. 240, pl. 14, Figs. 11-13.

1985 *Bolivina antiqua* Papp & Schmid, p. 83, pl. 77, Figs. 1-6.

1994 *Bolivinellina translucens* Loeblich & Tappan, p. 111, pl. 213, Figs. 9 – 14.

2015 *Bolivina antiqua* Hanagata & Nobuhara, p.69, Figs. 22.1 – 22.2.

Material: 83 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste trabalho são idênticos aos ilustrados por d'Orbigny (1846), Papp & Schmid (1985), Loeblich & Tappan (1994) e Hanagata & Nobuhara (2015), testa alongada, comprimida, linguiforme, formada por muitas câmaras estreitas não convexas, oblíquas e a última é ligeiramente convexa provida de uma abertura simples sem prolongamento. Os espécimes identificados no presente trabalho apresentam similaridades morfológicas com os espécimes ilustrados por Rojas *et al.* (2022, Fig.3.2a; p.5).

Ocorrência: AM03, AM10, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Oligoceno (Chatiano): Formação Cañada, Espanha (Fenero *et al.* 2012) – Mioceno: Plataforma da Moldávia, Romênia (Popescu & Crihan 2005).

Bolivina caczela Vella 1957.

Est. 3, Fig. 39.

1957 *Bolivina caczela* Vella, p. 33, pl. 8, Figs. 162, 163.

2015 *Bolivina caczela* Hanagata & Nobuhara, p.69, Figs. 22.3 – 22.6.

Material: 255 carapaças.

Discussões: Os espécimes neste estudo são idênticos ao ilustrado por Vella (1957) e Hanagata & Nobuhara (2015), apresentando testa alongada e superfície lisa.

Ocorrência: AM03, AM04, AM05, AM06, AM07, AM09, AM10, AM12, AM13, AM17, AM19, AM22, AM23, AM24, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Grupo Shimajiri, Ilha Kume-jima, Japão (Hanagata & Nobuhara 2015) – Recente: Ilhas Auckland e Campbell, sudoeste do Pacífico subantártico (Hayward *et al.* 2007).

Bolivina subcompressa (d'Orbigny 1852).

Est. 3, Fig. 40.

1846 *Polymorphina compressa* d'Orbigny, p. 233, pl. 14, Figs. 11 – 13.

1852 *Polymorphina subcompressa* d'Orbigny, p. 160, vol.3.

Material: 30 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados neste trabalho são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846 e 1952), tem testa alongada, comprimida, com câmaras arqueadas alternadas e mais infladas, com abertura oval.

Ocorrência: AM03, AM06, AM09, AM10.

Distribuição: Mioceno: Bacia de Viena, Áustria (Papp & Schmid 1985) – Recente: Sistema

deltaico do rio São Francisco, na costa leste do Brasil (Pires 2021).

***Bolivina advena* Cushman 1925.**

Est. 3, Fig. 41.

1925 *Bolivina advena* Cushman, p. 35, pl. 5, Figs. 1 a – b.

Material: 14 carapaças.

Discussões: Testa alongada, comprimida, arredondada na extremidade superior. A testa é mais espessa na linha mediana, e inclinado simetricamente para os lados, suturas espessas e um pouco enrugadas; também apresenta parede perfurada. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por Cushman (1925).

Ocorrência: AM03, AM06, AM09, AM10.

Distribuição: Mioceno: Formação Monterey na bacia terrestre de Santa Maria, Califórnia (Finger 1995).

***Bolivina striatula* Cushman 1922.**

Est. 3, Fig. 42.

1922 *Bolivina striatula* Cushman (a), p. 27, pl. 3, Fig. 10.

Material: 34 carapaças.

Discussões: Os espécimes apresentam uma testa alongada, com câmaras numerosas e distintas, suturas ligeiramente deprimidas, margem periférica arredondada; além da testa apresentar numerosas estrias longitudinais ocupando cerca da metade do comprimento. Os espécimes são idênticos ao ilustrado por Cushman (1922).

Ocorrência: AM03, AM10, AM22, AM26.

Distribuição: Mioceno: Bacia da Panônia, Romênia (Popescu 2005) – Recente: Bacia de Campos, Brasil (Disaró 2014).

***Sigmavirgulina tortuosa* (Brady 1881)**

Est. 3, Fig. 43.

1881 *Bulimia (Bolivina) tortuosa* Brady, p.57.

1957 *Bolivina tortuosa* (Brady) Petri, p. 101, Est. 5, Figs. 4a-c.

2012 *Sigmavirgulina tortuosa* (Brady) Debenay, p. 179.

Material: 63 carapaças.

Discussões: Apresenta testa alongada, afilada, mais larga perto do topo, tem os lados dobrados obliquamente em direção à linha mediana, o que confere um contorno torcido. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por Brady (1881), Debenay (2012) e Petri (1957).

Ocorrência: AM02A, AM03, AM04, AM09, AM10, AM13, AM19, AM22, AM24, AM26, AM27.

Distribuição: Oligoceno (Chatiano): Formação Cañada, Espanha (Fenero *et al.* 2012) – Recente: Sedimentos tsunamigênicos de 2004 ao longo da costa de Tamil Nadu, Índia (Gandhi *et al.* 2004)

Superfamília **SIPHONINOIDEA** Cushman 1927.

Família **SIPHONINIDAE** Cushman 1927.

Subfamília **SIPHONININAE** Cushman 1927.

Gênero ***Siphonina*** Reuss 1850.

Siphonina pulchra Cushman 1919.

Est. 4, Fig. 44 a – c.

1919 *Siphonina pulchra* Cushman, p. 65, pl.14, Figs. 7 a – c.

1931 *Siphonina pulchra* Cushman, p. 65, pl.14, Figs. 2 – 3.

1954 *Siphonina pulchra* Cushman – Petri, p. 162-163, Est. 10, Figs. 1-3.

1957 *Siphonina pulchra* Cushman – Petri, p. 102, Est. 6, Figs. 6a-c.

2022 *Siphonina pulchra* Cushman – Rojas, p.5, Fig. 3, No.12 a.

Material: 42 carapaças.

Discussões: Os espécimes coletados neste estudo são idênticos ao ilustrado por Cushman (1919), Cushman (1931), Petri (1954 e 1957) e Rojas et al. (2022), tem testa igualmente biconvexa e em vista frontal quase circular, composto por 4 a 5 câmaras, suturas não deprimidas e distintas, pescoço curto e bem marcado, abertura com lábio distinto e parede lisa.

Ocorrência: AM01A, AM05, AM09, AM10, AM14.

Distribuição: Mioceno: Formação Brasso, região central de Trinidad (Wilson 2007) – Recente: Recifes costeiros do litoral norte do Estado da Bahia, Brasil (Moraes & Machado 2003).

Superfamília **DISCORBINELLOIDEA** Sigal 1952.

Família **DISCORBINELLIDAE** Sigal 1952.

Gênero *Hanzawaia* Asano 1944.

Hanzawaia boueana (d'Orbigny 1846).

Est. 4, Fig. 45 a – b.

1846 *Truncatulina boueana* d'Orbigny, p. 169, pl. 9, Figs. 24 – 26.

1985 *Truncatulina boueana* (d'Orbigny) Papp & Schmid, p. 219, pl. 56, Figs. 6 – 9.

1994 *Hanzawaia boueana* (d'Orbigny) Loeblich & Tappan, p. pl. 364, Figs. 1 – 8.

Material: 261 carapaças.

Discussões: Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846), Papp & Schmid (1985), Loeblich & Tappan (1994), tem testa com lado ventral plano a côncavo, suturas levemente deprimidas; lado dorsal da testa convexo. Os espécimes identificados no presente trabalho apresentam similaridade morfológica com o *Cibicides americanus* var. *paraensis* ilustrado por Petri (1954, p.170, Est. 14, Figs. 2-4) da Bacia do Marajó e a *Cibicidina paraensis* de Petri (1957, Est. 9, Figs. 7a-c), principalmente no contorno em geral de todas as vistas.

Ocorrência: AM02A, AM04, AM16, AM17, AM23, AM24, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia da Transilvânia, Romênia (Ilies *et al.* 2020) – Recente: Golfo de Cádiz, Espanha (Villanueva-Guimerans & Canudo 2008).

Superfamília **GLABRATELLOIDEA** Loeblich & Tappan 1964.

Família **GLABRATELLIDAE** Loeblich & Tappan 1964.

Gênero ***Pileolina*** Bermúdez 1952.

Pileolina patelliformis (Brady 1884)

Est. 4, Fig. 46 a – c.

1884 *Discorbina patelliformis* Brady, p. 647, pl. 88, Figs 3a-c

1954 *Discorbis patelliformis* (Brady) Petri, p. 158-159, Est. 8, Figs. 5-7.

Material: 138 carapaças.

Discussões: Testa cônica no lado dorsal e plana ou côncava no lado ventral, câmaras estreitas com suturas ligeiramente curvadas e pronunciadas no lado dorsal, enquanto no lado ventral as câmaras são mais globulares e as suturas são aprofundadas e curvadas, periferia arredondada. Os espécimes coletados neste estudo são idênticos ao descrito por Brady (1884) e Petri (1954); diferem de *Pileolina patelliformis* (Brady) espécie ilustrada por Debenay (2012, p. 208) ao apresentar o lado dorsal mais cônico e com suturas mais pronunciadas.

Ocorrência: AM02A, AM04, AM05, AM10, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia Waitemata, Ilha Waiheke, Auckland (Hayward & Brook 1994). – Recente: Baía de Levante, ao longo de Vulcano, no Mar Mediterrâneo (Pettit *et al.* 2015).

Família **ELPHIDIIDAE** Galloway 1933.

Subfamília **ELPHIDIINAE** Galloway 1933.

Gênero ***Elphidium*** de Montfort 1808.

Elphidium advena (Cushman 1922).

Est. 4, Fig. 47 a – c.

1922 *Polystomella advena* Cushman, p.56, pl.9, Figs. 11, 12.

1999 *Elphidium advenum f. maorium* (Cushman) Hayward *et al.* p.256, pl.17, Figs. 3 – 5.

2015 *Elphidium advenum* (Cushman) Hanagata & Noguhara, p., Figs. 36.9 – 36.10.

Material: 254 carapaças.

Discussões: Testa igualmente biconvexa com periferia aguda e um pouco lobada, tem numerosas câmaras ligeiramente infladas, suavemente curvadas para trás; suturas deprimidas com processos retrais suturados de apenas um quarto da largura da câmara, região umbilical projetada. Os espécimes identificados são idênticos ao descrito por Cushman (1922), Hayward *et al.* (1999), e Hanagata & Noguhara (2015); diferem de *Elphidium advenum* (Cushman) descrita por Lei & Li (2016, p.357, Fig. 82 a – f) ao apresentar testa mais comprimida; enquanto os espécimes relatados por Debenay (2012, p.218) e Loeblich & Tappan (1994, p.168, pl.379, Figs. 1 – 4), tem a testa com a borda mais acentuada e os espécimes da Formação Pirabas tem testa mais globular e arredondada. Muito similar a espécie *Elphidium advenum* (Cushman) identificada por Petri (1954, p.150 – 151, Est. 4, Figs. 16 – 17), principalmente na vista umbilical, no entanto, difere sutilmente na vista lateral.

Ocorrência: AM08, AM09, AM12, AM26.

Distribuição: Eoceno: Formação Gamping-Wungkal, Indonésia (Bariato *et al.* 2010) – Recente: Praia de Bir Ali, província de Shabwah, Mar da Arábia, Yêmen (Mohammed *et al.* 2017); Sedimentos de fundo, Bacia de Portiguar (Disaró *et al.* 2022).

***Elphidium crispum* (Linnaeus 1758).**

Est. 4, Fig. 48.

1758 *Nautilus crispus* Linnaeus, p. 709, pl. 10, Fig. 2.

1988 *Elphidium crispum* (Linnaeus) Loeblich & Tappan, p.674, pl.786, Figs. 8 - 9; pl. 787, Figs. 1-5.

1994 *Elphidium crispum* (Linnaeus) Loeblich & Tappan, p.615, pl.378, Figs. 4 – 6.

1999 *Elphidium crispum* (Linnaeus) Hayward *et al.*, p.74, pl.17, Figs.9 – 10.

2012 *Elphidium crispum* (Linnaeus) Debenay, p. 219.

2016 *Elphidium crispum* (Linnaeus) Lei & Li, p.362, Fig. 84 a – f.

Material: 15 carapaças.

Discussões: Testa grande biconvexa, contorno circular, câmaras com suturas acentuadamente curvadas para trás, com numerosos processos retrais suturados, região umbilical irregularmente perfurada. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por Loeblich & Tappan 1988 e 1994, Hayward *et al.* 1999, Debenay 2012 e Lei & Li 2016.

Ocorrência: AM01A, AM03A, AM19.

Distribuição: Eoceno: Estratos calcareníticos do Corte de Agost, Província de Alicante – Espanha (Usera *et al.* 2000) – Recente: Praia de Cikadal, Indonésia (Navelie *et al.* 2017).

***Elphidium excavatum?* (Terquem 1875).**

Est. 4, Fig. 49.

1875 *Polystomella excavata* Terquem, p.429, pl.2, Figs. 2 a – f.

1999 *Elphidium excavatum* f. *excavatum* (Terquem) Hayward *et al.*, p.249, pl.17, Figs.13 – 14.

2012 *Elphidium excavatum* (Terquem) Debenay, p.219.

Material: 317 carapaças.

Discussões: Testa planespiralada, câmaras na última espiral ligeiramente infladas conferindo uma periferia lobulada, suturas deprimidas, ligeiramente curvadas com processos retrais suturantes curtos e finos, região umbilical deprimida. Os espécimes identificados neste estudo são idênticos ao relatados por Terquem (1875), Hayward *et al.* (1999), e Debenay (2012); diferem de *Elphidium excavatum* descrita por Lei & Li (2016, p. 364, Figs. 85 a – i) ao apresentar menos câmaras, além de que a periferia das últimas câmaras da espiral é maiores e ligeiramente infladas no espécime da Formação Pirabas.

Ocorrência: AM03, AM03a, AM04, AM06, AM08, AM12, AM15, AM16, AM18, AM22, AM23, AM24, AM25.

Distribuição: Mioceno: Bacia Central da Aquitânia, França (Poignant *et al.* 2000) – Recente: Freemansundet, Svalbard (Hansen & Knudsen 1995).

Elphidium sagra var. cururuense (d'Orbigny 1839) Petri 1954.

Est. 4, Fig. 50 a – c.

1954 *Elphidium sagrai* (d'Orbigny) var. *cururuensis* Petri, p. 100, Est. 5, Figs.13 – 16.

1957 *Elphidium sagrai* (d'Orbigny) var. *cururuensis* Petri, p. 153, Est. 4, Figs.10a-b, 9a-b.

Material: 185 carapaças.

Discussões: Testa planespiral enrolada, sem pilar central, com ponticuli muito longo e relativamente menores, tem forma oval a arredondado na vista lateral. Os espécimes coletados das amostras do estudo têm morfologia da testa que indica pertencer à variedade da espécie *Elphidium sagra*, identificado como *Elphidium sagrai* (d'Orbigny) var. *cururuensis* em Petri (1954;1957), mas apresenta seu nome validado no WORMS (*World Register of Marine Species*) como *Elphidium sagra var. cururuense*.

Ocorrência: AM01A, AM02A, AM03, AM09, AM16, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia do Marajó, Brasil (Petri 1954).

Elphidium williamsoni Haynes 1973.

Est. 4, Fig. 51 a – c.

1973 *Elphidium williamsoni* Haynes, p. 301, pl.24, fig.7.

1994 *Elphidium excavatum* f. *williamsoni* Hayward & Hollis, pl.5, figs. 9 – 12.

1999 *Elphidium excavatum* f. *williamsoni* Hayward *et al.*, p.249, pl.17, figs. 15 – 16.

Material: 807 carapaças.

Discussões: Testa levemente inflada, com periferia arredondada passando a levemente lobulada nas duas últimas câmaras, fossas suturais romboedrais alongadas paralelamente à margem periférica, processos retrais longos, uniformemente espaçados; umbílico levemente deprimido para nivelar, cheio de extremidades irregulares das câmaras. Os espécimes identificados no

presente estudo são idênticos a *Elphidium williamsoni* ilustrado por Haynes (1973, p. 301, pl.24, Fig.7), Hayward & Hollis (1994, pl. 5, Figs. 9 – 12) e Hayward *et al.* (1999, p.249, pl.17, Figs. 15 – 16) apenas diferindo sutilmente em alguns espécimes no número menor de câmaras; o que poderia caracterizar um estágio mais juvenil. Comparado a espécie *Criboelphidium williamsoni* (Haynes 1973) registrado por Rojas *et al.* (2022, p.5, Fig. 1 a), o espécime é muito semelhante aos identificados aqui, mas difere sutilmente no formato da última câmara, a qual é mais alongada e projetada para cima.

Ocorrência: AM06, AM07, AM08, AM9, AM10, AM12, AM18, AM19, AM20, AM21, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia de Bajo Segura, Sudeste da Espanha (Corbi 2017) – Recente: Fiorde de Gullmar, Suécia (Jesus *et al.* 2022).

Família **EPONIDIDAE** Hofker 1951.

Subfamília **EPONIDINAE** Hofker 1951.

Gênero *Eponides* de Montfort 1808.

Eponides boueanus (d'Orbigny 1846).

Est. 4, Fig. 52 a – b.

1846 *Rotalina boueana* d'Orbigny, p. 361, pl. 7, Figs. 25 – 27.

1966 *Eponides boueanus* (d'Orbigny) Souaya, p.56-57, pl.1, Figs. 1a-c.

1985 *Eponides boueanus* (d'Orbigny) Papp & Schmid, p. 203, pl. 48, Figs. 7 – 12.

Material: 293 carapaças.

Discussões: Testa quase plana do lado dorsal, bastante convexa e umbílico raso no lado ventral, as bordas são mais acentuadas em direção à última câmara, as suturas convergem para uma base circular no centro. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846), Papp & Schmid (1985) e Souaya (1966).

Ocorrência: AM01A, AM08, AM22, AM26.

Distribuição: Mioceno: Formações Rudeis e Kareem – Golfo de Suez, Egito (Ayyad *et al.*

2018).

Superfamília **NONIONACEA** Schultze 1854.

Família **NONIONIDAE** Schultze 1854.

Subfamília **NONIONINAE** Schultze 1854.

Gênero ***Nonion*** de Montfort 1808.

Nonion biporus Krasheninnikov 1958.

Est. 5, Fig. 53 a - b

1958 *Nonion biporus* Krasheninnikov, p. 129, pl.1, Figs. 2 a – b.

2010 *Nonion biporus* Krasheninnikov – Koubová & Hudáčková, p.51, pl.1, Fig. 14.

Material: 313 carapaças.

Discussões: Testa de contorno um pouco alongado, comprimido nas laterais, margens periféricas arredondadas; tem suturas ligeiramente curvadas para trás, deprimidas ao redor do umbílico, mais niveladas na periferia, câmaras levemente infladas na última espiral; área umbilical ligeiramente profunda. Os espécimes identificados neste trabalho são idênticos ao descrito por Krasheninnikov (1958), e Koubová & Hudáčková (2010).

Ocorrência: AM04, AM05, AM08, AM09, AM10, AM12, AM17, AM18, AM19, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia da Panônia, área de Hrvatska Kostajnica (Croácia) (Grizelj *et al.* 2020).

Criboelphidium poeyanum (d'Orbigny 1839).

Est. 5, Fig. 54 a - c.

1839 *Polystomella poeyana* d'Orbigny, p. 208, pl.VI, Figs. 25, 26.

1957 *Elphidium Poeyanum* (d'Orbigny) Petri, p.100, Est. 4, Figs.6a-c.

Material: 301 carapaças.

Discussões: Testa de forma oval, assimetricamente enrolada, angular na borda, formada por dez ou doze câmaras estreitas, muito arqueadas, convexas, unidas no centro em torno de uma depressão umbilical bastante ampla. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por d’Orbigny (1839) e ao identificado por Petri (1957) na mesma unidade, principalmente no contorno da testa e na vista dorsal.

Ocorrência: AM05, AM07, AM08, AM12, AM17, AM18, AM19, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Bouse (Bacia de Blythe), Arizona e Califórnia, EUA (Bright *et al.* 2018) – Recente: Sedimentos da Bacia de Potiguar, Brasil (Disaró *et al.* 2022).

Nonion commune (d’Orbigny 1846).

Est. 5, Fig. 55 a – c.

1846 *Nonionina communis* d’Orbigny, p. 106, pl.5, Figs. 7, 8.

1985 *Nonionina communis* (d’Orbigny) Papp & Schmid, p.175, pl.34, Figs. 1 – 5.

Material: 1090 carapaças.

Discussões: Os espécimes identificados neste trabalho são idênticos ao ilustrado por d’Orbigny (1846) e Papp & Schmid (1985), tem testa espiralada, as câmaras aumentam rapidamente em comprimento; as suturas são curvadas apenas na última câmara central e estão ligeiramente deprimidas; e apresenta parede lisa.

Ocorrência: AM01A, AM04, AM05, AM06, AM07, AM08, AM09, AM12, AM17, AM18, AM19, AM22, AM23, AM24, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Alahol, Península de Kerch – Paratethys Oriental (Vernyhorova *et al.* 2023)

Porosonion granosum (d’Orbigny 1846).

Est. 5, Fig. 56 a – c.

1846 *Nonionina granosa* d’Orbigny, p. 110, pl.5, Figs. 19 – 20.

1985 *Nonionina granosa* Papp & Schmid, pl. 37, Figs. 1 – 6.

Material: 403 carapaças.

Discussões: Testa enrolada em espiral, comprimida, com contorno arredondado uniforme, última câmara tornando-se ligeiramente lobulada e levemente infladas; margem periférica arredondada; aumentando muito ligeiramente em tamanho; suturas curvadas para trás, profundamente deprimidas. Os espécimes recuperados das amostras estudadas são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1846) e Papp & Schmid (1985).

Ocorrência: AM03, AM04, AM05, AM08, AM09, AM12, AM17, AM18, AM19, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Bacia Central da Aquitânia, França (Poignant *et al.* 2000).

Gênero *Nonionoides* Saidova 1975.

Nonionella pirabensis Petri 1957.

Est. 5, Fig. 57 a – b.

1957 *Nonionella pirabensis* Petri, p. 100, Est. 4, Figs. 4a-c.

Material: 245 carapaças.

Discussões: Testa alongada, comprimida, muito lisa, brilhante, ligeiramente inflada nas laterais, baixo trocospiral, câmaras grandes e estreitas que aumentam rapidamente em comprimento à medida que se adiciona; no lado espiral evolutivo e lado umbilical involuto; suturas bem-marcadas. Os espécimes analisados neste trabalho são idênticos ao ilustrado por Petri (1957) registrado na mesma unidade. Lembra muito as espécies *Nonionina grateloupii* de d'Orbigny (1839, p. 46, pl.6, Figs. 6 – 7), *Nonion grateloupi* de Cushman (1948, p.395, pl.35, Figs. 5a – c), *Nonionina grateloupi* de Loeblich & Tappan (1988, p.1890, pl.692, Figs. 7 – 14), *Nonionoides grateloupi* de Loeblich & Tappan (1994, p.579, pl.342, Figs. 1 – 5), *Nonionoides grateloupi* de Silva *et al.* (2015, p.1574, Fig. 5 l), porém há diferenças quanto a forma das câmaras em que algumas aparecem mais alongadas do que outras. Difere um pouco também da espécie *Nonionoides grateloupi* relatada por Debenay (2012) na extensão da última câmara e última espiral em que esta porção é mais inflada e maior em tamanho, assim como esta porção difere na presente espécie deste estudo.

Ocorrência: AM03, AM06, AM07, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM16, AM18,

AM19, AM20, AM22, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

Gênero *Nonionella* Cushman 1926.

Nonionella pulchella Hada 1931.

Est. 5, Fig. 58 a – b.

1931 *Nonionella pulchella* Hada, p.6, Fig. 45 – 148.

1980 *Nonionella pulchella* Boltovskoy, p.103, pl.22, Figs. 17 – 20.

Material: 51 carapaças.

Discussões: Testa ligeiramente comprimida em espiral baixa, com periferia arredondada; câmaras numerosas, grandes e baixas; suturas curvas e deprimidas; superfície lisa e sem pústulas. Os espécimes aqui identificados são idênticos ao ilustrado por Hada (1931) e Boltovskoy (1980). Similar à *Nonionella pirabensis* de Petri (1957) e *N. pirabensis* do presente estudo, porém ambas diferem sutilmente no formato menos alongado de *N. pulchella* do presente trabalho.

Ocorrência: AM08, AM10, AM12, AM18, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formações Jimol e Castilletes (Bacia do Cocinetas), Colômbia (Delgado 2015) – Recente: Sedimentos do Sudeste do Mar de Bering (Langlet *et al.* 2020).

Nonion canecensis? Petri 1957

Est. 5, Fig. 59 a – b.

1957 *Nonion canecensis* Petri, p. 100, Est. 4, Figs. 3a-b.

Material: 31 carapaças.

Discussões: Testa trocospiral baixa de contorno oval; o lado espiral parcialmente evolutivo em torno de uma área umbonal, o lado umbilical involuto; suturas curvas, ligeiramente deprimida; periferia arredondada a um pouco subangular. Os espécimes recuperados são idênticos ao *Nonion canecensis* registrado por Petri (1957); são muito similares a espécie *Nonionella*

miocênica var. *stella* ilustrada por Cushman & Moyer (1930; p.56, pl. 7, Fig. 17) e *Nonionella stella* de Lei & Li (2016; p.283, Fig. 43 a – i), principalmente no contorno em geral.

Ocorrência: AM10, AM12, AM18, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Pirabas, Brasil (Petri 1957).

Superfamília **CASSIDULINOIDEA** d’Orbigny 1839.

Família **CASSIDULINIDAE** d’Orbigny 1839.

Subfamília **CASSIDULININAE** d’Orbigny 1839.

Gênero *Cassidulina* d’Orbigny 1826.

Cassidulina laevigata d’Orbigny 1826.

Est. 5, Fig. 60 a – c.

1826 *Cassidulina laevigata* d’Orbigny, p. 282.

1954 *Cassidulina laevigata* (d’Orbigny) Petri, p. 164-165, Est. 11, Figs. 13-15.

1957 *Cassidulina laevigata* (d’Orbigny) Petri, p. 102, Est. 6, Figs. 8a-b.

Material: 555 carapaças.

Discussões: Testa biconvexa, câmaras distintas, geralmente seis na última espiral formada; suturas distintas; periferia arredondada; finamente perfurada. Os espécimes identificados no presente estudo são idênticos ao descrito por Petri (1954 e 1957), principalmente nas vistas dorsal e lateral. Além disso, semelhantes à espécie *Cassidulina laevigata* de Loeblich & Tappan (1987, p.504, pl.555, Figs. 1 – 8) e de Hayward *et al.* (1999, p.231, pl.8, Fig. 25) no contorno da testa onde este apresenta periferia pouco arredondada e forâmen distinto em relação aos espécimes deste estudo.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM03A, AM04, AM05, AM06, AM07, AM09, AM10, AM13, AM14, AM15, AM18, AM19, AM21, AM25, AM26, AM27.

Distribuição: Eoceno (Priaboniano): Formação Bet Guvrin, Israel (Buchbinder *et al.* 2006) – Recente: sedimentos de superfície, Golfo de Cádiz – Espanha (Villanueva-Guimerans &

Canudo 2008).

Família **NOTOROTALIIDAE** Hornibrook 1961.

Gênero ***Buccella*** Andersen 1952.

Buccella inculta? (He, Hu & Wang 1965).

Est. 5, Fig. 61.

1965 *Buccella inculta* He, Hu & Wang, p.214, pl. VIII, Fig. 2 a – c.

2016 *Buccella inculta* Lei & Li, p.306, Fig.55 a – i.

Material: 9 carapaças.

Discussões: Tem testa lenticular trocospiral, na última espiral tem cerca de oito câmaras, das quais a última tem forma triangular; as suturas são distintas e espessas, oblíquas, curvadas para trás em direção à periferia, no lado em espiral. No lado umbilical, as suturas são indistintas. Os espécimes recuperados são muito similares a espécie *Buccella inculta* ilustrada por He, Hu & Wang (1965) e Lei & Li (2016).

Ocorrência: AM03A, AM08, AM26.

Distribuição: Mioceno – Recente (51m de profundidade, Xangai ao Sul Mar Amarelo, China (Lei & Li 2016)

Buccella peruviana (d'Orbigny 1839).

Est. 5, Fig. 62.

2018 *Buccella peruviana* (d'Orbigny) Bernasconi, Mansilla & Cuminsky, p. 214, Fig. 3.1a-b.

2022 *Buccella peruviana* (d'Orbigny) Bernasconi, Candel & Borromei, p. 4, Fig. 2G.

Material: 15 carapaças.

Discussões: Testa de forma globular pouco convexa acima quanto abaixo; espiral cônica muito baixa, composta por cinco voltas, separadas pelas suturas; câmaras ligeiramente deslocadas para fora, oblíquas, arqueadas e delimitadas em suas suturas por um ligeiro grânulo; abaixo elas são

ligeiramente convexas, desde o centro para a circunferência, formando um triângulo agudo e regular, limitado apenas pelo exterior. Os espécimes recuperados neste estudo são muito semelhantes à *Rotalina peruviana* ilustrada por d'Orbigny (1839) e à espécie *Buccella peruviana* cf. *frigida* de Boltovskoy (1980, p. 67, pl.4, Fig.9), com uma diferença na testa, sendo um pouco mais alongada e apresentando a última câmara maior e idênticos à espécie de Bernasconi et al. (2018; 2022) principalmente na vista dorsal.

Ocorrência: AM02A, AM03.

Distribuição: Mioceno: Formação Irigoyen – Tierra del Fuego, Argentina (Malumián & Scarpa 2005) – Recente: Estuário de Bahía Blanca – Atlântico Sul, Argentina (Calvo & Langer 2012).

Família **UVIGERINIDAE** Haeckel 1894.

Subfamília **UVIGERININAE** Heackel 1894.

Gênero *Uvigerina* d'Orbigny 1826.

Uvigerina peregrina Cushman 1923.

Est. 6, Fig. 63 a – b.

1923 *Uvigerina peregrina* Cushman, p. 279, pl. 42, Figs. 7 – 10.

1988 *Uvigerina peregrina* Loeblich & Tappan, p. 1771, pl. 573, Figs. 24 – 27.

2015 *Uvigerina peregrina* Hanagata & Nobuhara, p. 88, Figs. 27.6, 27.7.

Material: 164 carapaças.

Discussões: Tem testa alongada que termina arredondada; numerosas câmaras, infladas, distintas, com suturas deprimidas; a parede tem estrias que estão separadas por parede distintamente granular; o pescoço encontra-se quebrado no espécime ilustrado no presente trabalho, porém em alguns espécimes do material no presente estudo encontra-se mais preservado e com presença de alguns espinhos. Os espécimes recuperados neste estudo são idênticos aos ilustrados por Cushman (1923) na figura 7, Loeblich & Tappan (1988) na figura 25, e Hanagata & Nobuhara (2015). Similares a *Uvigerina* sp. de Petri (1954) na presença de estrias na superfície das câmaras, diferindo no arranjo das câmaras.

Ocorrência: AM02A, AM03A, AM04, AM05, AM06, AM07, AM08, AM09, AM10, AM12, AM13, AM17, AM19, AM22, AM24, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Marly – Bacia de Vence, Sudeste da França (OláníyìOdébòdé 1982) – Recente: Amostras de superfície – sudeste do Mar da Noruega, Groenlândia (Schönfeld & Altenbach 2005).

Uvigerina pygmaea d’Orbigny 1826.

Est. 6, Fig. 64 a – b.

1826 *Uvigerina pigmea* d’Orbigny, p. 190, pl. 12, Figs. 8– 9.

1985 *Uvigerina pygmaea* Papp & Schmid, pl.65, Figs. 1 – 5.

1988 *Uvigerina pygmaea* Loeblich & Tappan, p.1771, pl. 573, Figs. 21 – 28.

1954 *Angulogerina* cf. *jamaicensis* (Cushman & Todd) Petri, p.157, Est. VII, Figs.14-17.

Material: 58 carapaças.

Discussões: Testa alongada, arredonda em seção, trisserial, câmaras iniciais menores em relação àquelas mais centrais, quais são infladas; suturas distintas deprimidas, ligeiramente oblíquas; superfície com costelas ou estrias longitudinais, pescoço projetado. Os espécimes identificados no presente estudo diferem da espécie *Uvigerina peregrina* ilustrada por Cushman, ao apresentar uma testa mais alongada e um maior número de câmaras. Os espécimes recuperados aqui são idênticos ao ilustrado por d’Orbigny (1826), Papp & Schmid (1985) e Loeblich & Tappan (1988) nas características em gerais, e idêntico a *Angulogerina* cf. *jamaicensis* de (Cushman & Todd) descrita por Petri (1954) cujo nome aceito é *Trifarina jamaicensis* (Cushman & Todd, 1945), especialmente no arranjo das câmaras e presença de estrias em toda a superfície.

Ocorrência: AM02A, AM04, AM05, AM07, AM09, AM10, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Seção Cerro de Almendral – Bacia de Almeria, Sul da Espanha (Poore & Stone 1981) – Recente: Plataforma continental ocidental – Ilha do Norte, Nova Zelândia (Hedley 1965).

Subordem **TEXTULARIINA** Delage & Herouard 1896.

Superfamília **TEXTULARIACEA** Ehrenberg 1838.

Família **TEXTULARIIDAE** Ehrenberg 1838.

Subfamília **TEXTULARIINAE** Ehrenberg 1838.

Gênero ***Textularia*** Defrance 1824.

Textularia agglutinans d'Orbigny 1839.

Est. 6, Fig. 65.

1839 *Textularia agglutinans* d'Orbigny (a), p. 144, pl. 1, Figs. 17, 18, 32, 34.

1994 *Textularia agglutinans* Loeblich & Tappan, p. 27, pl. 33, Figs. 8 – 12.

2015 *Textularia agglutinans* d'Orbigny – Mercado et al., p. 6-7, Figs. 4-5.

Material: 21 carapaças.

Discussões: Testa alongada, estreita, ovóide em seção, margens arredondadas; poucas câmaras; parede aglutinada. Os espécimes deste estudo têm características gerais idênticas à descrita por d'Orbigny (1839) e Loeblich & Tappan (1994), especialmente em alguns caracteres da forma da testa e tipo de parede, também os espécimes recuperados aqui são idênticos à espécie *T. agglutinans* descrita por Mercado *et al.* (2015) provenientes de sedimentos modernos da Costa do Mediterrânea de Israel.

Ocorrência: AM02A.

Distribuição: Eoceno: Formação do Observatório, área de Qattamiya – Distrito do Cairo-Suez, Egito (Baz 2022) – Recente: Baía de Safaga – Mar Vermelho, Egito (Haunold 1999).

Textularia aff. Nussdorfensis d'Orbigny 1846.

Est. 6, Fig. 66

Material: 126 carapaças.

Discussões: Tem testa alongada, com contorno retangular que se adelgaça do topo para a base, câmaras curtas e ligeiramente espessas. Os espécimes identificados neste estudo são muito

semelhantes com *Textularia nussdorfensis* ilustrado por d'Orbigny (1846, p. 243, Tab.XIV, pl. 15, Figs. 17 – 19), principalmente no contorno mais retangular e porção superior mais reta, diferindo apenas na extremidade da porção inferior, onde as câmaras são menos estreitas ou adelgadas.

Ocorrência: AM02A, AM03, AM10, AM19, AM22, AM26, AM27.

Distribuição: Mioceno: Formação Hommath – Deserto Oriental, Egito (Ismail & Abdelghany 1999).

***Textularia laevigata* d'Orbigny 1826.**

Est. 6, Fig. 67

1826 *Textularia laevigata* d'Orbigny, p. 96, pl.132, Fig. L – M.

1846 *Textularia laevigata* d'Orbigny, p. 243, pl. 14, Figs. 14 – 16.

1957 *Spiroplectamina?* sp. Petri, p.97, Est. 1, Fig.6.

1985 *Textularia laevigata* Papp & Schmid, p. 261, pl. 77, Figs. 7 – 9.

Material: 5 carapaças.

Discussões: Testa aglutinada, arranjo de câmaras arredondadas nas margens de forma textularóide, sendo ampla a arredondada em seção. Os espécimes recuperados no presente estudo são idênticos ao ilustrado por d'Orbigny (1826 e 1846) e Papp & Schmid (1985). Também idêntica à espécie *Spiroplectamina?* sp. registrada por Petri (1957) em todos os caracteres. Similar a *Textularia marajoara* de Petri (1954, p.144-145, Est. 1, Fig.3) da Bacia do Marajó, porém difere nas câmaras mais arredondadas e na testa mais alongada. Esta espécie é claramente distinguível das outras espécies aqui descritas para o gênero *Textularia* pelas suas câmaras mais arredondadas.

Ocorrência: AM01A, AM10, AM17.

Distribuição: Oligoceno – Mioceno: Formação Qom (Seção Bagher-Abad), NE Isfahan – Irã Central (Nouradini *et al.* 2019) – Recente: Costa da área de Susa, nordeste da Líbia (El Hassi & Muftah 2024).

***Textularia pala* Cžjžek 1848.**

Est. 6, Fig. 68 a - b

1848 *Textularia pala* Cžjžek, p. 148, pl. 13, Figs. 25 – 27.

Material: 20 carapaças.

Discussões: Testa triangular, com vista lateral em forma de lança ou espada, muito comprimida, parede finamente aglutinada e sub-romboide em corte. Câmaras dispostas bisserialmente, largas e baixas, e aumentam de tamanho à medida que são adicionadas. As suturas são ligeiramente deprimidas, sendo ampla na parte anterior e quase plana, com arestas nos lados; tem numerosas câmaras estreitas, as mais novas apresentam um adelgaçamento em direção ao meio. Os espécimes estudados neste trabalho são idênticos ao ilustrado por Cžjžek (1848). Porém, muito similar à *Textularia japericensis* registrada por Petri (1957; p.97, Est. 1, Figs.7a-b), diferindo sutilmente um pouco nas últimas câmaras, nas quais são menos arqueadas do que aquela observada no presente estudo.

Ocorrência: AM02A.

Distribuição: Mioceno: Formação Vima, Bacia da Transilvânia, Romênia (Popescu 1999) – Recente: Plataforma continental da Bacia de Campos, Brasil (Disaró 2014).

6.2 NÚMERO DE INDIVÍDUOS E ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS FORAMINÍFEROS NO TESTEMUNHO DE ESTUDO.

Ao longo das 27 amostras foram triados 23.848 espécimes. A amostra AM01 tem a maior quantidade de indivíduos com 4.787 espécimes, assim como as amostras AM03A, AM05, AM09, AM12, AM26, AM27, nas quais foram encontrados mais de 1.000 indivíduos; enquanto nas amostras AM04, AM06, AM13, AM14, AM15, AM16, AM17, AM20, AM21, AM23, AM24, AM25 foram encontrados menos de 300 indivíduos; e nas amostras AM02A, AM03, AM07, AM08, AM10, AM18, AM19, AM22 foram obtidos entre 300 – 1.000 indivíduos (Tabela 5 no Apêndice A).

Enquanto a abundância relativa foi obtida 27,37% que corresponde às espécies principais; 34,67% representam as espécies acessórias e 37,96% totalizam as espécies traço (Tabela 6 no Apêndice A).

6.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

Em relação à frequência de ocorrência, 13 táxons (19,12% do total de espécies) foram considerados constantes (espécies presentes em mais de 50% das amostras); 22 táxons (32,35%) são acessórias (espécies que ocorrem entre 25 – 49%) e 33 (48,53%) acidentais (espécies presentes em menos de 25% das amostras) (Figura 5 e Tabela 1).

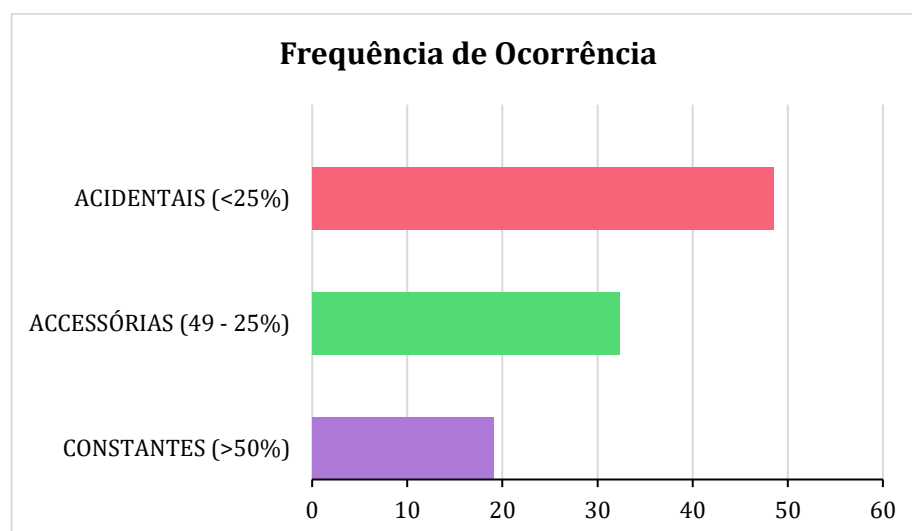


Figura 5- Percentuais das categorias de frequência de ocorrência (em função do número de taxa registrados) na área de estudo.

Tabela 1- Ocorrência e frequência de ocorrência (FO) dos táxons provenientes do furo FPR-192.

ESPÉCIE	Ocorrência	FO (%)	ESPÉCIE	Ocorrência	FO (%)
<i>Ammonia mendesi</i>	18	66,7	<i>Lagena sulcata</i>	13	48,1
<i>Ammonia tepida</i>	24	88,9	<i>Lagena treptoina</i>	7	25,9
<i>Amphistegina lessonii</i>	14	51,9	<i>Lagena tenuis</i>	5	18,5
<i>Biasterigerina planorbis</i>	17	63,0	<i>Lenticulina clypeiformis</i>	3	11,1
<i>Bolivina bierigi</i>	15	55,6	<i>Lobatula lobatula</i>	8	29,6
<i>Bolivina antiqua</i>	5	18,5	<i>Criboelphidium poeyanum</i>	10	37,0
<i>Bolivina cacozela</i>	16	59,3	<i>Nonion biporus</i>	12	44,4
<i>Bolivina subcompressa</i>	4	14,8	<i>Nonion commune</i>	19	70,4
<i>Bolivina advena</i>	4	14,8	<i>Nonionella pulchella</i>	7	25,9
<i>Bolivina striatula</i>	4	14,8	<i>Nonionella canecensis?</i>	6	22,2
<i>Bolivina tortuosa</i>	11	40,7	<i>Nonionella pirabensis</i>	16	59,3
<i>Cassidulina laevigata</i>	18	66,7	<i>Oolina borealis</i>	2	7,4
<i>Buccella inculta?</i>	3	11,1	<i>Oolina globosa</i>	2	7,4
<i>Buccella peruviana</i>	2	7,4	<i>Porosonion granosum</i>	12	44,4
<i>Siphonina pulchra</i>	5	18,5	<i>Pseudopolymorphina novangliae</i>	7	25,9
<i>Discorbis paraensis</i>	1	3,7	<i>Pyrgo bulloides</i>	2	7,4
<i>Cibicides refulgens</i>	1	3,7	<i>Pyrgo inornata</i>	9	33,3
<i>Cibicides vortex</i>	16	59,3	<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>	3	11,1
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>	21	77,8	<i>Quinqueloculina akneriana?</i>	3	11,1

<i>Cornuspira involves</i>	2	7,4	<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	4	14,8
<i>Spirillina vivipara</i>	6	22,2	<i>Quinqueloculina fusiformis</i>	1	3,7
<i>Elphidium excavatum?</i>	13	48,1	<i>Quinqueloculina seminulum</i>	10	37,0
<i>Elphidium williamsoni</i>	11	40,7	<i>Triloculina scapha</i>	3	11,1
<i>Elphidium advena</i>	4	14,8	<i>Rosalina aff. bradyi</i>	10	37,0
<i>Elphidium crispum</i>	3	11,1	<i>Pileolina patelliformis</i>	7	25,9
<i>Elphidium sagra var. cururuense</i>	8	29,6	<i>Rosalina globularis</i>	6	22,2
<i>Eponides boeanus</i>	4	14,8	<i>Planorbulinella larvata</i>	6	22,2
<i>Oolina sp 2.</i>	8	29,6	<i>Spiroloculina sp.</i>	5	18,5
<i>Globulina rotundata</i>	5	18,5	<i>Textularia agglutinans</i>	1	3,7
<i>Guttulina communis</i>	1	3,7	<i>Textularia aff. nussdorfensis</i>	7	25,9
<i>Hanzawaia boueana</i>	7	25,9	<i>Textularia laevigata</i>	3	11,1
<i>Heterolepa dutemplei</i>	16	59,3	<i>Textularia pala</i>	1	3,7
<i>Lagena cyrillion</i>	7	25,9	<i>Uvigerina peregrina</i>	17	63,0
<i>Lagena hispidula</i>	9	33,3	<i>Uvigerina pygmaea</i>	8	29,6

6.4 DIAGRAMA TERNÁRIO

A composição das associações de foraminíferos é fortemente controlada por fatores ambientais como a salinidade, e essa relação pode ser usada para medir o estresse, partindo do princípio de que ele é mínimo em condições marinhas e aumenta à medida que as condições se desviam delas, sendo representado em diagramas ternários (Murray 2006).

Formas hialinas se concentram em estuários e lagunas salobras, as quais se dispersam entre os grupos hialinos e aglutinados no diagrama ternário (Murray 2006). Os foraminíferos de parede porcelânica são característicos de ambientes marinhos normais e hipersalinos, e se dispersam principalmente entre os grupos hialinos e porcelânicos com quantidades variáveis de formas aglutinantes (Murray 2006).

A distribuição da composição das associações de foraminíferos das amostras estudadas no diagrama ternário de Murray indica que as formas hialinas estão concentrando-se ao longo do lado hialino – porcelânico, permitindo concluir que a Formação Pirabas foi deposita em ambientes de lagunas com salinidade normal a hipersalina, estuários e plataformas carbonáticas de águas quentes (Figura 6).

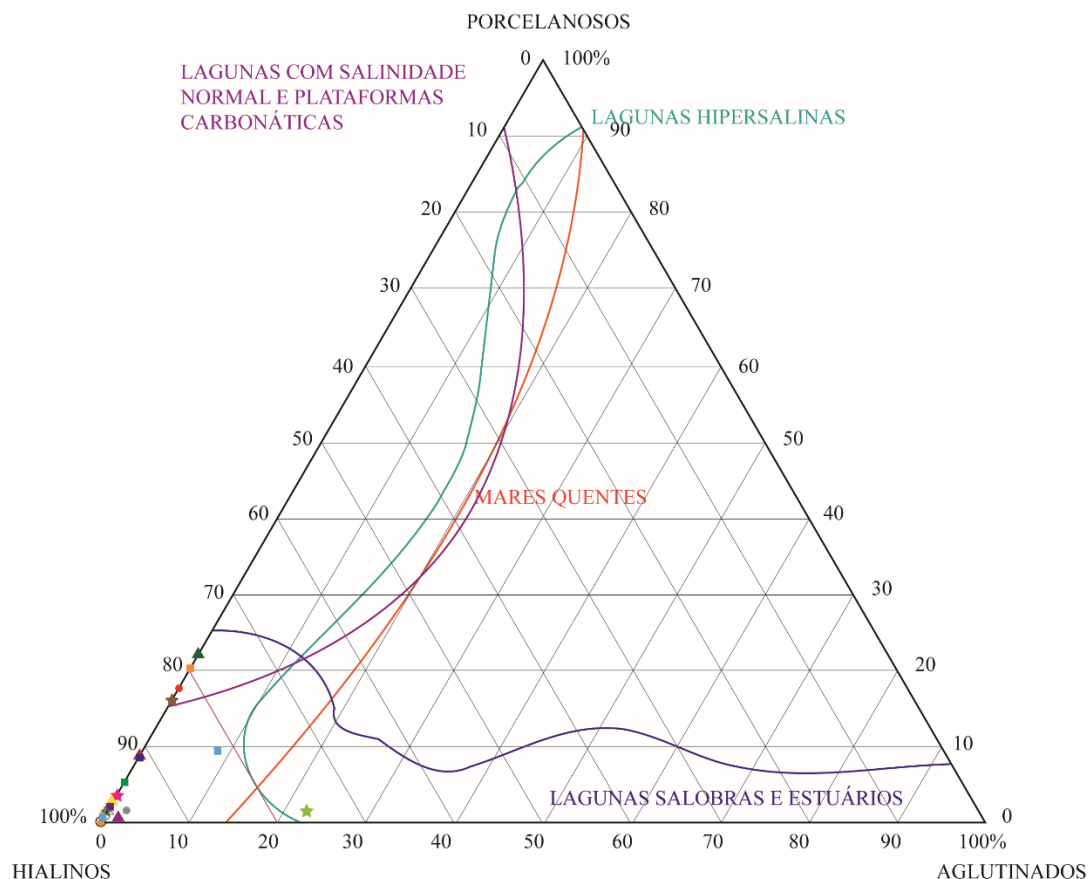


Figura 6- Condições ambientais das amostras conforme o conteúdo de foraminíferos Rotalídeos, Miliolídeos e Textularídeos. Modificado (de Murray, 2006)

6.5 DIVERSIDADE DA FAUNA

A riqueza específica das amostras variou de 5 espécies na amostra AM21 a 38 espécies nas amostras AM09 e AM26 (Figura 7).

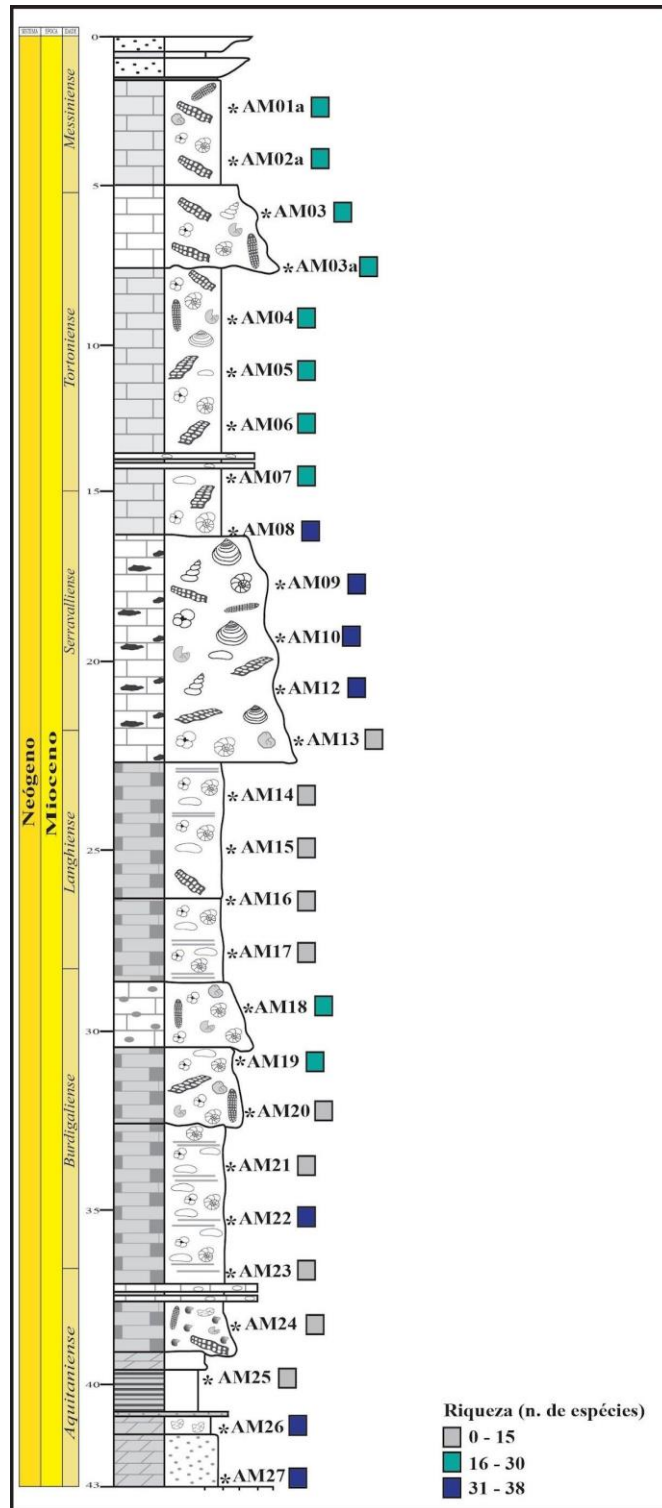


Figura 7- Distribuição dos valores de riqueza dos foraminíferos bentônicos no Furo-192 de estudo.

Segundo as estatísticas de Dajoz (1983), as famílias Hauerinidae, Bolivinitidae, Elphiniidae, Nonionnidae, Cibicididae, Lagendinidae, Textulariidae, e Polymorphinidae apresentaram maior diversidade que variaram entre 6% a 10% (Figura 8).

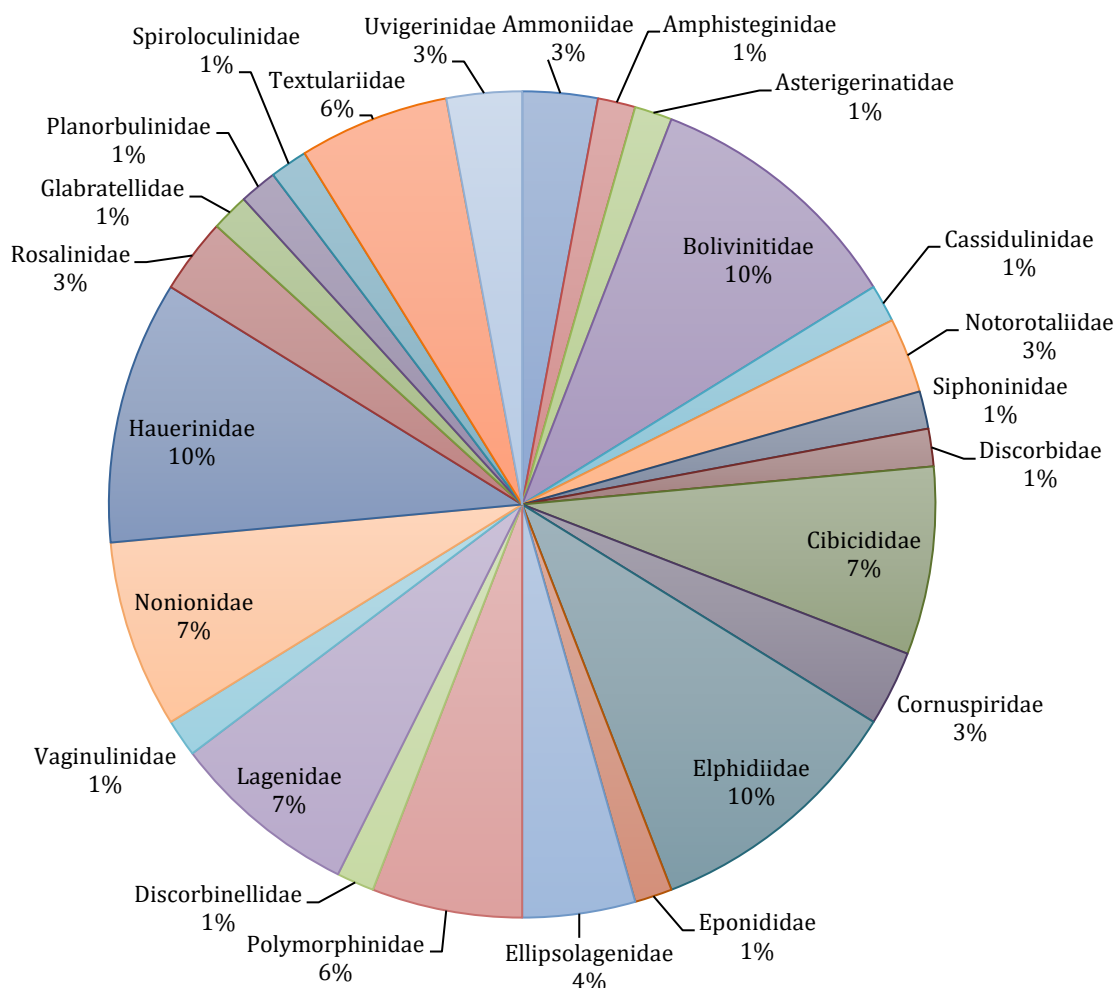


Figura 8- Porcentagem do número de espécies distribuídas em famílias.

6.6 ÍNDICE DE SHANNON E ÍNDICE DE ALPHA FISHER

O índice de Alpha Fisher (α Fisher) permitiu inferir os ambientes deposicionais para as 27 amostras, das quais o índice das amostras (AM10, AM06) foi maior de 7; enquanto as amostras (AM2A, AM03, AM04, AM08, AM09, AM12, AM19, AM22, AM26, AM27) apresentaram valores de índice entre 5 a 7, indicando um ambiente lagunar com salinidade normal. As amostras (AM01A, AM03A, AM05, AM07, AM13, AM14, AM15, AM16, AM17, AM18, AM20, AM21, AM23, AM24, AM25) tiveram valores inferiores de 5 indicando ambientes de lagunas hiposalinas a hipersalinas/Mangues. Segundo Murray (1973), os índices maiores de 7 indicam ambientes de plataforma, entre 5 a 7, ambientes de plataformas rasas/lagunas com salinidade anormal e os índices inferiores de 5 correspondem a ambientes de lagunas hiposalinas e hipersalinas (Tabela 2 e Figura 9).

Tabela 2- Valores de α Fisher e Shannon (H') para as amostras do furo FPR-192.

Amostra	α Fisher	Shannon (H)
AM01A	2,67	0,86
AM02A	5,60	2,76
AM03	6,69	2,93
AM03A	2,58	1,23
AM04	5,54	2,66
AM05	3,63	2,30
AM06	7,54	2,67
AM07	3,66	2,35
AM08	6,10	2,31
AM09	6,65	2,70
AM10	7,31	2,86
AM12	5,13	2,68
AM13	3,16	2,11
AM14	3,24	1,89
AM15	1,68	1,63
AM16	3,84	1,90
AM17	3,38	1,86
AM18	4,72	2,35
AM19	5,58	2,45
AM20	3,17	1,90
AM21	2,08	1,07
AM22	6,58	2,86
AM23	1,73	1,65
AM24	2,29	1,52
AM25	3,43	1,85
AM26	6,45	2,64
AM27	5,60	2,66

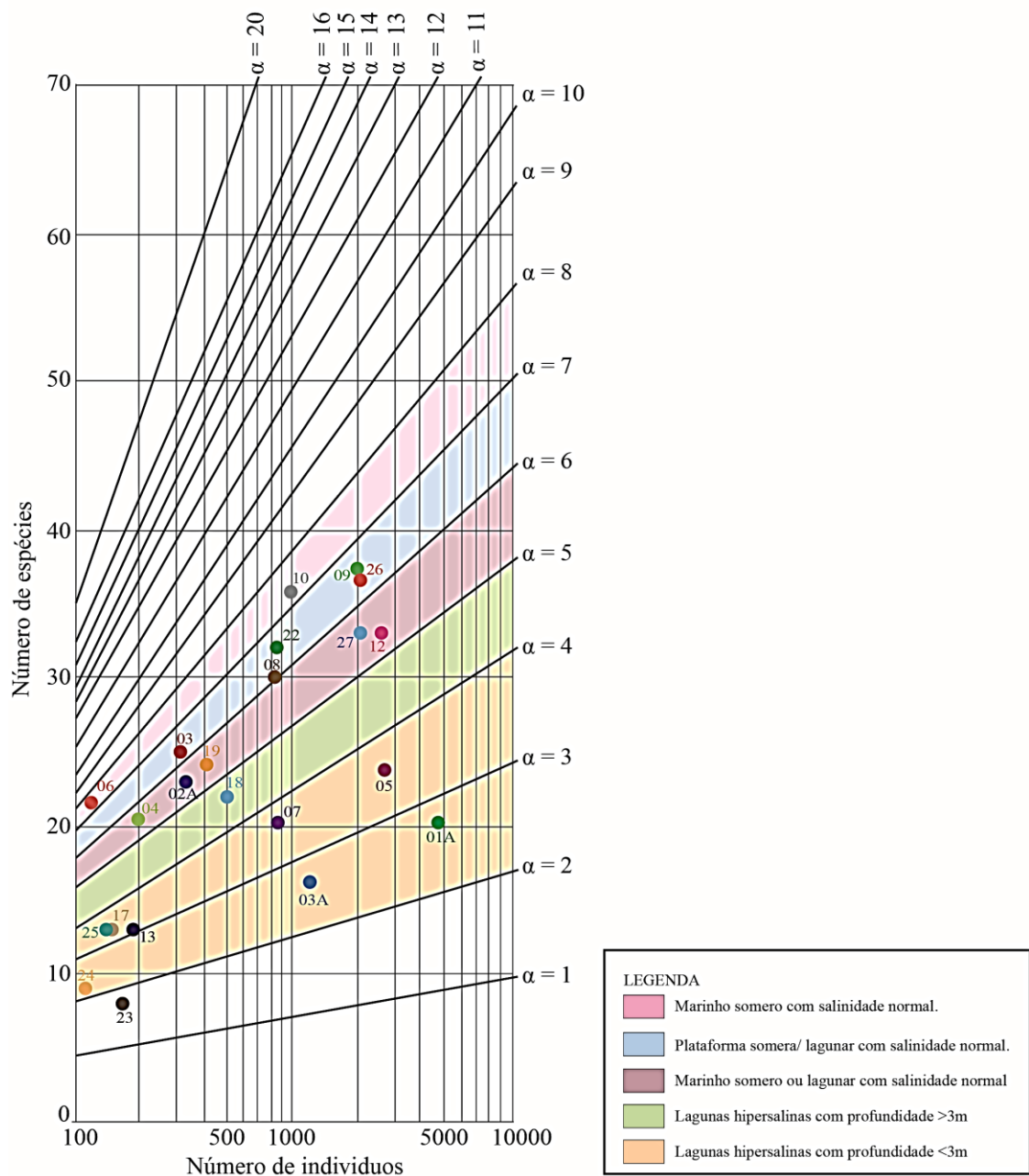


Figura 9- Valores da diversidade α Fisher a partir do número de espécies e do número de indivíduos nas amostras do furo FPR-192. Modificado (de Murray, 2006).

O valor médio do índice de Shannon (H') para o furo FPR – 192 foi inferior a 3, indicando condições ambientais altamente instáveis (Bernasconi, 2020). Isto também é confirmado ao relacionar diretamente o índice de Alpha Fisher com o índice de Shannon (H') no diagrama de Murray (2006), integrando as amostras deste furo a uma variação de ambiente marinho normal, laguna hipersalina e plataforma marinha (Tabela 2 e Figura 10).

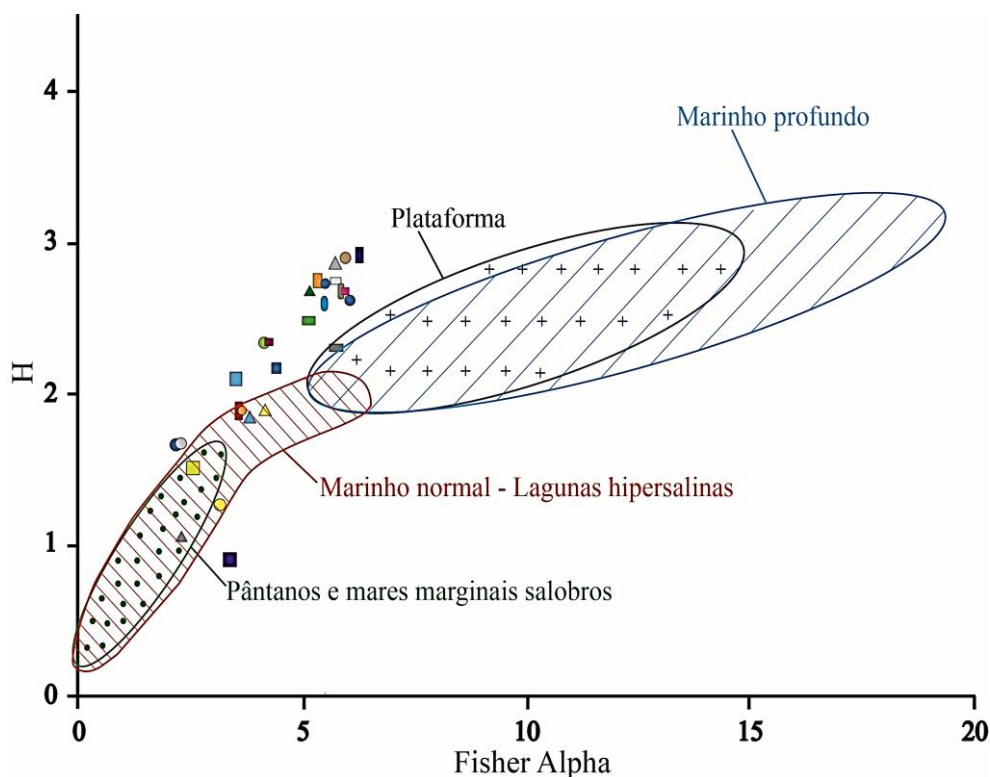


Figura 10- Relação dos índices de diversidade α Fisher e Shannon (H) das amostras do furo FPR-192. Modificado de Murray (2006).

6.7 PALEOBATIMETRIA A PARTIR DA RAZÃO FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS E PLANCTÔNICOS.

Segundo a correlação de Culver (1988) da razão P/B com a batimetria, são inferidas as paleoprofundidades (PP), sendo as amostras (AM06, AM14, AM15) de zona transicional com 100% de foraminíferos bentônicos; as amostras (AM01A, AM3, AM04, AM20, AM23, AM24) plataforma interna com raros planctônicos; as amostras (AM10, e AM27) zona de plataforma média (PP: 20- 100 m) com 10% de planctônicos; e as amostras (AM02A, AM05, AM7, AM08, AM9, AM12, AM13, AM16, AM17, AM18, AM19, AM21, AM22, AM25, AM26) zona de plataforma externa (PP: 100 – 200 m) com cerca do 50% de planctônicos (Figura 11).

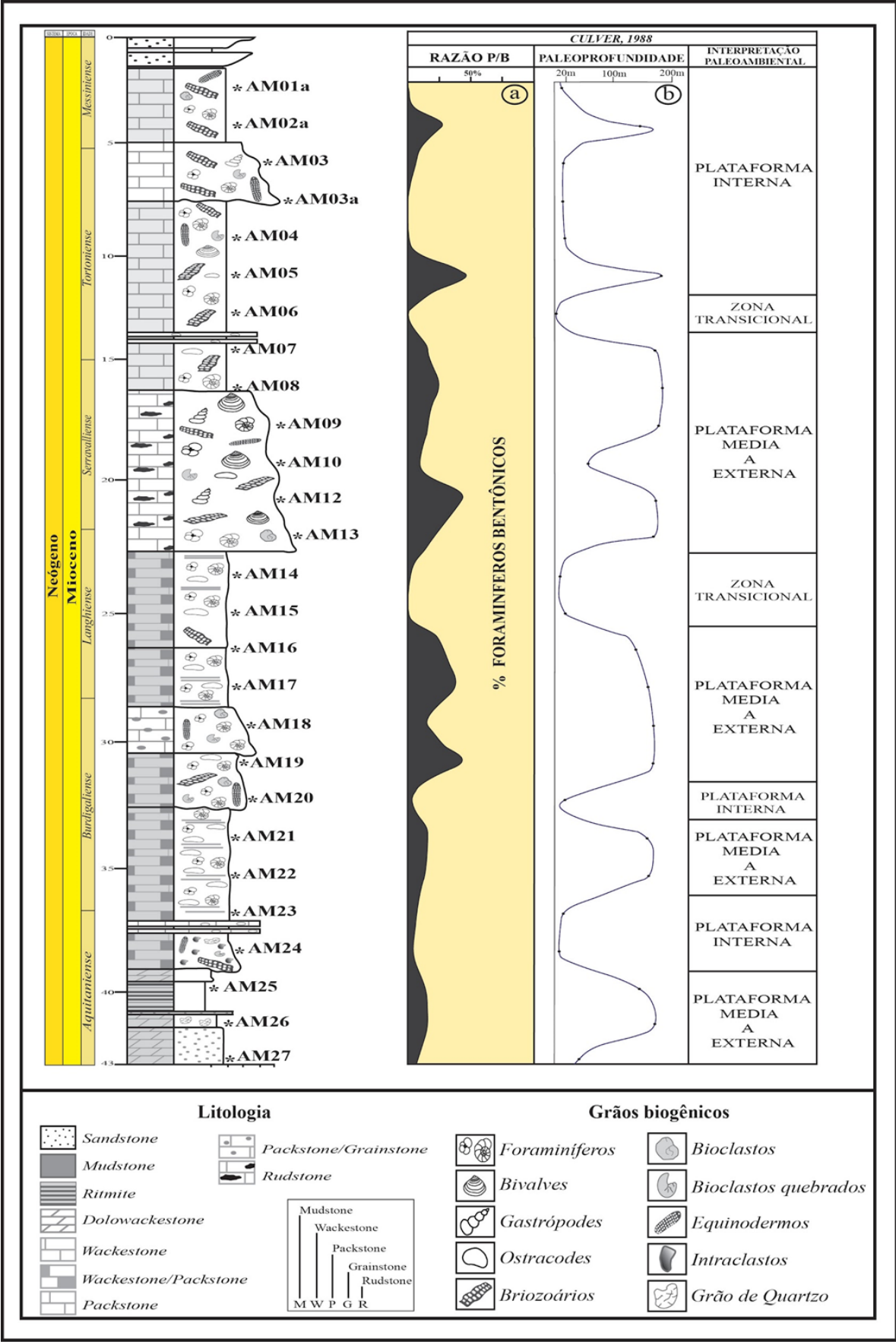


Figura 11- Representação gráfica da razão P/B (a), curva de paleoprodutividade (b) e interpretação paleoambiental para o furo FPR-192.

6.8 ANÁLISES MULTIVARIADAS

6.8.1 Análise de Cluster

O dendrograma de cluster obtido do coeficiente de similaridade de Bray-Curtis e análise SIMPER (Clarke 1993) gerou 6 grupos de amostras, usando uma similaridade próxima de 30% (Figura 12). Os táxons que são principalmente responsáveis por uma diferença observada entre grupos de amostras variaram em torno 4% a 14% de contribuição a dissimilaridade, sendo: *Amphistegina lessonii*, *Lobatula wellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Ammonia tepida*, *Nonion commune*, *Heterolepa dutemplei* e *Ammonia mendesi*. Estas análises permitiram o reconhecimento de 6 biofácies, onde as principais espécies destes grupos são apresentadas em:

Grupo 1 (Biofácies 1): amostras AM01a e AM03A, consistindo em *Amphistegina lessonii*, *Lenticulina clypeiformis*, *Ammonia mendesi*, *Rosalina globularis*, *Rosalina aff. bradyi*, e *Eponides boeanus*.

Grupo 2 (Biofácies 2): amostras AM02A e AM03 compostas principalmente por *Hanzawaia boueana*, *Cibicides vortex*, *Textularia aff. nussdorfensis*, *Cibicides refulgens*, e *Porosononion granosum*.

Grupo 3 (Biofácies 3): amostras AM05, AM07, AM08, AM09, AM10, AM12, AM22, AM26 e AM27, dominada principalmente por *Cibicides vortex*, *Ammonia tepida*, *Cibicides wuellerstorfi*, e *Elphidium williamsoni*.

Grupo 4 (Biofácies 4): amostras AM06, AM13, AM14, AM15, AM16 e AM25, principalmente dominada por *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Planorbulinella larvata*, *Heterolepa dutemplei*, *Ammonia tepida*, e *Cassidulina laevigata*.

Grupo 5 (Biofácies 5): amostras AM20 e AM21, dominada principalmente por *Elphidium williamsoni*, *Globulina rotundata*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Biasterigerina planorbis*, *Ammonia tepida*, e *Nonionella pirabensis*.

Grupo 6 (Biofácies 6): amostras AM04, AM17, AM18, AM19, AM23 e AM24, dominada principalmente por *Ammonia tepida*, *Nonion commune*, *Elphidium excavatum*, *Cibicides vortex*, *Ammonia mendesi*, e *Elphidium williamsoni*.

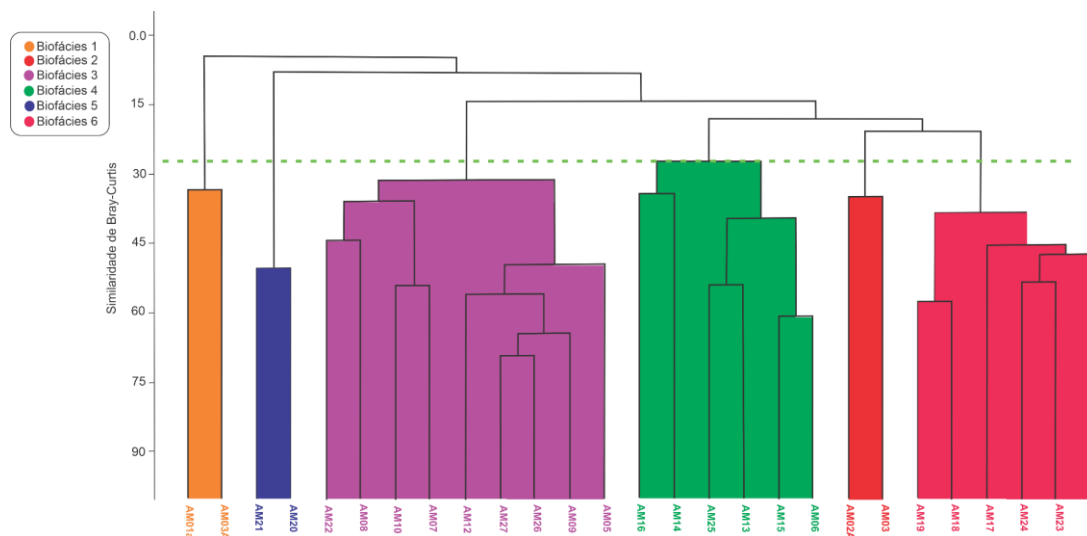


Figura 12 - Dendrograma resultante da análise de cluster, baseado na abundância relativa de foraminíferos bentônicos.

6.8.2 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS)

O NMDS (Figura 13) revela que não há um padrão linear de distância de similaridade entre amostras da porção superior, mediana e inferior da seção estratigráfica, em que algumas amostras tanto da porção superior quanto da inferior demonstraram ter maiores distâncias de similaridade entre si, por exemplo, a amostra AM03A da porção superior (biofácies 1) se encontra mais distante das amostras da porção mediana e inferior da seção estratigráfica, bem como AM13 e AM25 respectivamente, sendo que estas últimas amostras se encontram na mesma biofácies (4). Dessa forma, as biofácies 3, 4 e 6 foram as que apresentaram menores distâncias entre si. No entanto, as biofácies 1, 2 e 5 apresentaram maiores distâncias entre suas amostras (Figura 13).

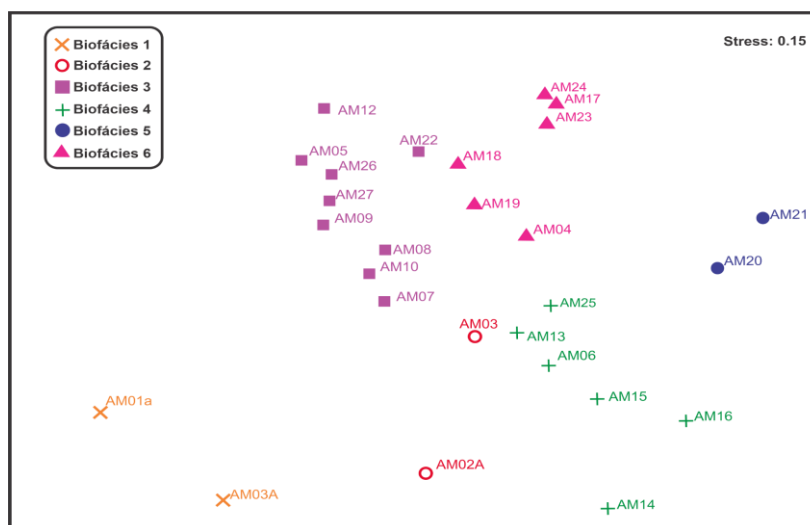


Figura 13- NMDS conforme a análise de agrupamento de foraminíferos bentônicos.

6.8.3 Associações faunísticas

Com base nas assembléias faunísticas obtidas no dendrograma foram estabelecidas três associações de ambientes restritos e de plataforma, as características destas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3- Análise das associações de foraminíferos bentônicos com base nas assembleias do furo do estudo.

ASSOCIAÇÕES	BIOFÁCIES	FÁCIES SEDIMENTARES	AMBIENTE	REFERÊNCIAS
AS I	B6 B5	B5 e B6: Fácies carbonática suportada (<i>wackestone/packstone</i>). (Modificado de Amorim 2016).	Conforme a razão P/B, o ambiente consiste corresponde a plataforma interna a externa, confirmado com a presença das espécies, <i>Lobatula wuellerstorfi</i> , <i>Cibicides vortex</i> , as quais são infaunais de águas quentes a frias.	
AS II	B4 B3	B3: Fácies carbonática suportada (<i>packstone</i>). B4: Fácies carbonática matriz suportada (<i>wackestone e rudstone</i>) (Modificado de Amorim 2016).	O ambiente desta associação consiste em zonas transicionais com lagunas salobras a plataforma externa, dominadas pelas espécies <i>Cibicides vortex</i> , <i>Lobatula wuellerstorfi</i> e <i>Ammonia tepida</i> sendo espécies que indicam aumento da profundidade.	Boltovskoy 1976, Mendes <i>et al.</i> 2004, Murray 2006, Araújo e Borges 2010, Singh 2012.
AS III	B2 B1	B1 e B2: Fácies Carbonáticas grão suportadas (<i>packstone e wackestone</i>) (Modificado de Amorim 2016).	Corresponde a ambientes de plataforma interna com lagunas hipersalinas, dominadas pelas espécies <i>Amphistegina lessonii</i> , <i>Planorbulinella larvata</i> , <i>Ammonia mendesi</i> , <i>Textularia</i> aff. <i>nussdorfensis</i> ; estas espécies são epifaunais livres de águas quentes a frias, com profundidades de 0 - 130 m.	

6.8.4 Distribuição paleobiogeográfica

Dos dados obtidos dos foraminíferos bentônicos da formação Pirabas foram realizadas as correlações das associações desta unidade com as encontradas em unidades do Caribe, assim como a Bacia de Marajó e sedimentos recentes do Brasil (Tabela 6 no Apêndice A).

A maioria das espécies registradas neste estudo são também registradas na região do Caribe e a minoria em regiões do Norte do Brasil, em sedimentos tanto recentes como sedimentos neógenos da Bacia do Marajó (Tabela 6 no Apêndice A). Dentre as espécies registradas em ambas Formação Pirabas e Marajó estão *Quinqueloculina lamarckiana* (d'Orbigny 1839), *Pyrgo inornata* (d'Orbigny 1846), *Discorbis paraensis* (Petri 1957), *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny 1826), *Siphonina pulchra* (Cushman 1919), *Lobatula*

lobatula (Walker & Jacob 1798), Petri 1957, *Pileolina patelliformis* (Brady 1984), *Elphidium sagra* (d'Orbigny) var. *cururuense* Petri 1957, *Cassidulina laevigata* (d'Orbigny 1926). Aquelas registradas anteriormente na Bacia do Marajó, porém pela primeira vez registrada na Formação Pirabas foram às espécies *Bolivina bierigi* (Seguenza 1862) e *Elphidium advenum* (Cushman 1922) (Petri 1954 e 1957).

Em sedimentos recentes da Margem Continental brasileira, também foram registradas espécies identificadas na Formação Pirabas, bem como *Cassidulina laevigata* (d'Orbigny), *Siphonina pulchra* (Cushman 1919), *Cibicides refulgens* (Montfort 1808), *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny 1826), *Cornuspira involvens* (Reuss 1850), *Quinqueloculina lamarckiana* (d'Orbigny 1839), e *Textularia agglutinans* (d'Orbigny 1839) (Villela 1995, 1997, Pompeu 2022).

6.8.5 Distribuição estratigráfica

Das 68 espécies presentes no testemunho FPR – 192 da Formação Pirabas, a maioria tem amplitude temporal ao longo do Paleógeno – Neógeno, das quais destacam – se *Elphidium sagra* var. *cururuense* por ter amplitude restrita ao Mioceno inferior e *Pyrgo bulloides*, cuja amplitude estratigráfica se estende do Mioceno superior (Tortoniano) ao Recente (Tabela 4). De fato, a maioria ocorre no Mioceno, especialmente sua primeira ocorrência neste período (Tabela 4).

Os macroforaminíferos identificados nas amostras analisadas, *Amphistegina lessonii* e *Planorbulinella larvata*, predominam em relação aos miliolídeos e tiveram uma amplitude de ocorrência ampla com presença entre os níveis AM01A a AM14, exceto AM12 e AM13, e AM25 a AM27 para *A. lessonii*, e entre os níveis AM01a, AM03A, AM12 a AM14, e AM26 para *P. larvata* (Tabela 5). Estes apresentam alcance estratigráfico do Mioceno ao Recente. Enquanto os miliolídeos, os intervalos temporais variam em sua maioria entre o Mioceno ao recente, onde as espécies *Pyrgo inornata* (AM01A, AM02A, AM05, AM08 a AM12, AM22 e AM26) e *Quinqueloculina lamarckiana* (AM02, AM08 e AM09 e AM22) foram predominantes (Tabela 5 no Apêndice A).

Entre as espécies identificadas apenas 17 surgiram no Oligoceno. A maioria das espécies surgiu no Mioceno e, entre essas, apenas *Elphidium sagra* var. *cururuensis* está restrita ao Mioceno inferior, ocorrendo entre os níveis AM01A, AM02A, AM03, AM09, AM16, AM25, AM26, AM27 (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4- Distribuição estratigráfica das espécies identificadas nas amostras provenientes do furo FPR-192.

Cretácico	Paleógeno	Neógeno	Quaternário	Espécies
Superior	Paleoceno	Oligoceno	Pleistoceno	
Campanense	Daniano	Rupelense	Calabrese	
Santonense	Udanticense	Prabonense	Pastorense	
Coniacense	Ypresense	Barroigense	Zanabrese	
Turonense	Selandense	Lutetense	Médio	
Cenomanense				
				<i>Ammonia mendesi</i>
				<i>Ammonia tepida</i>
				<i>Amphistegina lessoni</i>
				<i>Biasterigerina planorbis</i>
				<i>Bolivina bierigi</i>
				<i>Bolivina antiqua</i>
				<i>Bolivina cacozela</i>
				<i>Bolivina subcompressa</i>
				<i>Bolivina advena</i>
				<i>Bolivina striatula</i>
				<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>
				<i>Cassidulina laevigata</i>
				<i>Buccella inculta?</i>
				<i>Buccella peruviana</i>
				<i>Siphonina pulchra</i>
				<i>Discorbis paraensis</i>
				<i>Cibicides refulgens</i>
				<i>Cibicides vortex</i>
				<i>Lobatula wuellerstorfi</i>
				<i>Cornuspira involvens</i>
				<i>Spirillina vivipara</i>
				<i>Elphidium excavatum?</i>
				<i>Elphidium williamsoni</i>
				<i>Elphidium advena</i>
				<i>Elphidium crispum</i>
				<i>Elphidium sagra var. curruense</i>
				<i>Eponides boueanus</i>
				<i>Oolina sp.2</i>
				<i>Globulina rotundata</i>
				<i>Guttulina communis</i>
				<i>Hanzawaia boueana</i>
				<i>Heterolepa dutemplei</i>
				<i>Lagena cyrillion</i>
				<i>Lagena hispidula</i>
				<i>Lagena sulcata</i>
				<i>Lagena treptolina</i>
				<i>Lagena tenuis</i>
				<i>Lenticulina clypeiformis</i>
				<i>Lobatula lobatula</i>
				<i>Criboelphidium poeyanum</i>
				<i>Nonion biporus</i>
				<i>Nonion commune</i>
				<i>Nonionella pulchella</i>
				<i>Nonion canecensis?</i>
				<i>Nonionella pirabensis</i>
				<i>Oolina borealis</i>
				<i>Oolina globosa</i>
				<i>Porosonion granosum</i>
				<i>Pseudopolymorphina novangliae</i>
				<i>Pyrgo bulloides?</i>
				<i>Pyrgo inornata</i>
				<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>
				<i>Quinqueloculina akneriana?</i>
				<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>
				<i>Quinqueloculina fusiformis</i>
				<i>Quinqueloculina seminulum</i>
				<i>Triloculina scapha</i>
				<i>Rosalina aff. bradyi</i>
				<i>Pileolina patelliformis</i>
				<i>Rosalina globularis</i>
				<i>Planorbulinella larvata</i>
				<i>Spiroloculina sp.</i>
				<i>Textularia agglutinans</i>
				<i>Textularia nussdorfensis</i>
				<i>Textularia laevigata</i>
				<i>Textularia pala</i>
				<i>Uvigerina peregrina</i>
				<i>Uvigerina pygmaea</i>

7 DISCUSSÕES

7.1 CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS

7.1.1 Biofácies

7.1.1.1 Biofácies 1

Esta biofácies é composta de espécies principais *Amphistegina lessonii* (75%), *Lenticulina clypeiformis* (6,7%), *Planorbulinella larvata* (5,9%) e *Ammonia mendesi* (5,4%), com espécies acessórias, *Rosalina globularis* (2%), *Rosalina* aff. *bradyi* (1,4%), e *Eponides boeanus* (1,3%). Em relação a estas espécies, *A. lessonii* é epifaunal e tem distribuição batimétrica limitada a cerca de 55 m de profundidade devido às algas comensais, assim limitadas devido à penetração de luz solar (Petri 1957, Brasier 1982), ou seja, ocorrem habitualmente em carbonatos marinhos de águas rasas desde o Eoceno. Dessa forma, a presença desta espécie indica que possivelmente dentro das profundidades que estas amostras ocorrem, estão presentes sedimentos remobilizados, pois a ocorrência desta espécie é restrita a áreas mais rasas (0-50 m) (Hohenegger 1995, 2000, 2004, Murray 2006, Kateb *et al.* 2018). Além disso, esta espécie tem modo de vida epibentônico em macroalgas e ervas marinhas (Prazeres *et al.* 2021). Desta forma, estando associada, às maiores abundâncias das comunidades simbiontes destes grupos, especialmente de algas simbiontes. Esta espécie foi utilizada como bioindicadora da qualidade da água no Arquipélago de Fernando de Noronha, demonstrando ser uma ferramenta confiável para a avaliação da qualidade da água necessária para o crescimento e manutenção dos recifes de corais (Prazeres *et al.* 2011). No que diz respeito às alterações climáticas, esta espécie apresenta uma plasticidade fisiológica, sendo resiliente ou sensíveis a temperaturas mais baixas (<20°C), possuindo a capacidade para se aclimatar a 20 °C, apresentando tolerância a temperaturas superiores a 32 °C. Isto permite colonização em ambientes mais quentes (Titelboim *et al.* 2019).

A espécie *Lenticulina clypeiformis* é epifaunal e, em geral, espécies deste gênero, quando dominantes, indicam uma plataforma externa ou um ambiente batial superior (200-600m), assim como há espécies deste gênero que dominam águas rasas (Hayward *et al.* 1999).

Planorbulinella larvata é uma espécie de macroforaminífero epifaunal ou epífítica perfuradas que prospera na plataforma interna (Duros *et al.* 2017). Desta forma, esta espécie vive associado a plantas aquáticas dispersas como pequenas manchas no fundo da lagoa nos atóis. Esta flora pode ser constituída principalmente por capim-tartaruga, *Thalassia hemprinchii* e capim-boi. As ervas marinhas e a alga coralina, *Halimeda*, nas lagunas oferecem a esta espécie não só proteção contrafortes correntes de água, mas também contra a dessecação

devido à exposição durante um curto intervalo de tempo durante a maré baixa (Rao *et al.* 1987). Esta espécie indica um ambiente mais raso com um período de baixa taxa de sedimentação associado à rodolitos, briozoários e corais (BouDagher-Fadel 2002).

A espécie *Ammonia mendesi* é endêmica da unidade Pirabas, porém pode apresentar a mesma condição ambiental da espécie *A. beccarii* que vive em ambientes costeiros e neríticos, e apresenta um modo de vida epífito, ou seja, epifaunal vivendo sobre algas calcárias ou sobre algas vermelhas ao longo das costas rochosas (Debenay 1998). Esta espécie pode ser epipéllico ou endopéllico em areias mais grossas, mas também pode ser epifítico durante a primavera e o verão. Isto está em contradição com a opinião geral de que *Ammonia* é endopéllica (revisão em Murray 1991). Esta discussão tem girado em torno de adaptações morfológicas de *A. beccarii*, em que a presença de espaços interoculares, tem permitido a rápida emissão tridimensional de pseudópodes em estágios adultos, o que, ao menos sazonalmente, reconhece a esta espécie um modo de vida epifítico (Debenay 1998). Além disso, esta espécie tem sido registrada desde as áreas entre os canais (isto é, ambientes costeiros interiores) até zonas arenosas costeiras pouco profundas (0 a ~60 m de profundidade) no Golfo da Biscaia e no sistema deltaico do Ródano (Duros *et al.* 2017).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies epifaunais, que representam ambientes costeiros de águas rasas com temperaturas de 20 – 32 °C, representados especialmente pelas espécies *A. mendesi* e *A. lessonii*. Assim, a razão P/B nesta biofácies evidencia uma faixa de paleoprofundidades menores, incluindo apenas a plataforma interna (veja a Figura 11).

7.1.1.2 Biofácies 2

Esta biofácies é composta principalmente por *Hanzawaia boueana*(14%), *Cibicides vortex*(7%), *Textularia* aff. *nussdorfensis* (6%), *Cibicides refulgens* (6%), *Porosonion granosum*(5%), com espécies acessórias: *T. agglutinans* (4%), *T. pala* (4%), *Amphistegina lessonii* (4%), *Uvigerina peregrina* (4%), *Ammonia mendesi*, *A. tepida* (3%), *Heterolepa dutemplei* (2%), *Bolivina cacozele* (2%), *Elphidium excavatum?* (1%), *Bolivina bierigi* (1%), *Nonion commune* (1%), *Uvigerina pygmaea* (1%), *Buccella peruviana* (1%), *Pileolina patelliformis* (1%), *Bolivina striatula* (1%), *Cassidulina laevigata* (1%), *Nonionella pirabensis* (1%), *Bolivina antiqua* (1%), e *Bolivina subcompressa* (1%).

Hanzawaia boueana é uma espécie epifaunal, oxica, encontrada em profundidades menos de 55 m, está relacionada com águas mais quentes de plataforma subtropical e de água tropical (Eichler *et al.* 2012) com alta salinidade, sendo uma espécie típica de plataforma interna

(Farias, 2012). Enquanto a espécie *Cibicides vortex* já foi registrada em ambientes de plataforma média a externa (50-200 m) (Hayward & Brook 1994). Além disso, a *C. vortex* é uma espécie típica de plataforma interna (Hutchison 2012). Isso demonstra claramente uma faixa paleobatimétrica mais ampla ao longo da seção estratigráfica que pode chegar a profundidades maiores do que aquela registrada previamente por Petri (1957).

A espécie *Textularia* aff. *nussdorfensis* vive em sedimentos óxicos e com baixo teor de matéria orgânica (Murray 1971, 2006), é abundante nas areias da zona nerítica (Bandy 1964). A espécie *C. refulgens* vive aderida aos substratos de corais de águas frias, se alimentado de suspensão passiva preferindo componentes frescos e lábeis da matéria orgânica, e prosperam em águas altamente oxigenadas e de alta energia (e.g., Murray 2006, Fontanier *et al.* 2002, Margreth *et al.* 2009). Esta biofácies também apresenta espécies acessórias de bolivinídeos os quais embora não sejam característicos de áreas com recifes de corais, também podem viver em sedimentos de recifes de corais de águas frias e toleram baixos níveis de oxigenação, mas são dependentes de altos fluxos de matéria orgânica (Cf. Spezzaferri *et al.* 2014). A espécie *P. granosum* vive em ambientes com salinidade normal a hiposalina, como por exemplo, plataforma interna muito rasa a marginal (Allende 2020).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies que representam ambientes de plataforma interna de águas muito rasas, quentes, com salinidade normal a hipersalinas, com boa disponibilidade de matéria orgânica, representados pelas espécies *Hanzawaia boueana* e *Cibicides vortex* com incursões marinhas de águas mais profundas, frias, representados pelas espécies *Textularia* aff. *nussdorfensis*, e *Cibicides refulgens*. Nesta biofácies, a razão P/B também evidencia uma faixa de paleopropriedades mais ampla desde plataforma interna a externa (veja a Figura 11).

7.1.1.3 Biofácies 3

Esta biofácies é dominada principalmente por *Cibicides vortex* (17%), *Ammonia tepida* (8%), *Lobatula wuellerstorfi* (7%), *Elphidium williamsoni* (5%), com espécies acessórias *Nonion commune* (4%), *Heterolepa dutemplei* (4%), *Cassidulina laevigata* (3%), *Ammonia mendesi* (3%), *Amphistegina lessonii* (3%), *Eponides boeanus* (3%), *Lobatula lobatula* (3%), *Elphidium advena* (2%), *Porosonion granosum* (1%), *Nonion biporus* (1%), *Elphidium excavatum?* (1%), *Criboelphidium poeyanum* (1%).

Cibicides vortex (veja a Biofácies 2). A espécie *Ammonia tepida* é característica da

região do Caribe, indicando baixas salinidades, co-ocorrendo com a espécie acessória *Ammonia mendesi* nesta biofácies. Em estudos de material recente, *A. mendesi* e *A. tepida* tem diferentes adaptações morfofuncionais de seus habitats e ambientes, onde formas adultas de *A. mendesi* poderiam ser epífitas que vivem em algas coralíneas ao longo de substratos rochosos em regiões costeiras, enquanto *A. tepida* são endopélicas e vivem em sedimentos de águas salobras (Debenay *et al.* 1998). *A. tepida* é registrada em profundidades entre marés (0-30 m) em localidades tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico ocidental (Hayward *et al.* 2021). A espécie *Elphidium williamsoni* é descrita em ambientes próximos à costa em profundidades entre 0 e 35 m (Sem Gupta 1999); está associada a ambientes de águas salobras como estuários e manguezais (Hayward & Hollis 1994).

Enquanto *Lobatula wuellerstorfi* é uma espécie epifaunal que pode ser aderida a substratos duros, esta espécie é denominada sésil ou fixa, incrustantes, ou cimentadas (Schonfeld 1997, 2002 a e b), vive na interface sedimento-água ou próximo a ela, precipitando suas testas em equilíbrio isotópico com águas de fundo, prefere uma baixa oferta de alimento trazida pelas correntes e uma elevada concentração de oxigênio (Lutze e Thiel 1989, Hald e Steinsund 1996, Klitgaard-Kristensen *et al.* 2002, Wollenburg e Mackensen 2009). Esta espécie é de interesse para os paleoceanógrafos devido à sua capacidade de registrar e reter condições ambientais passadas em suas testas de carbonato de cálcio (conchas; Costa *et al.* 2006). Além de ser normalmente considerada um indicador de condições bem oxigenadas, mas ao longo de experimentos com substratos superficiais foram bem-sucedidos em ambientes de águas profundas e disóxicas (Burket *et al.* 2016). As elevadas abundâncias desta espécie indicam um ambiente caracterizado por correntes de fundo. A atividade recente das correntes de fundo é confirmada por fotografias do fundo do oceano que mostram ondulações de oscilação na superfície do sedimento (Beiersdorf 1990, Schonfeld 2016).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies que representam ambientes de plataforma média a externa, evidenciado pela presença de *Lobatula wuellerstorfi* e *Cibicides vortex*, devido indicarem aumento da profundidade da água. Assim como, a razão P/B também evidencia uma maior faixa de paleoprodutividade desde plataforma média a externa (veja a Figura 11).

7.1.1.4 Biofácies 4

A biofácies 4 é constituída principalmente por *Lobatula wuellerstorfi* (21%), *Cibicides vortex* (11%), *Planorbulinella larvata* (8%), *Heterolepa dutemplei*, (8%), *Ammonia*

tepida (7%), *Cassidulina laevigata* (5%), e espécies acessórias como *Ammonia mendesi* (4%), *Amphistegina lessonii* (4%), *Nonionella pirabensis* (4%), *Nonion commune* (2%), *Hanzawaia boueana* (2%), *Eponides boueanus* 2%, *Biasterigerina planorbis* (1%), *Elphidium excavatum?* (1%), *U. peregrina* (1%), *Elphidium williamsoni* (1%).

Presença dominante de *Lobatula wuellerstorfi* (veja as Biofácies 3), *Cibicides vortex* (veja as Biofácies 2) e *Planorbulinella larvata* (veja a Biofácies 1). A espécie *Heterolepa dutemplei* é epifaunal profunda, detritívora, indica alto conteúdo de nutrientes nos sedimentos (Holcová *et al.* 2014). Esta espécie tem uma distribuição batimétrica desde a plataforma até à encosta superior (Van Marle 1988, Holbourn *et al.* 2013), adaptada a substratos lamacentos em ambientes ricos em matéria orgânica e condições óxicas a subóxicas (e.g., Debenay-Redois 1997, Peryt 2013, Rahiminejad *et al.* 2016, Roslim *et al.* 2019).

Ammonia tepida (veja as Biofácies 3). A espécie *Cassidulina laevigata* é infaunal e está ligada à disponibilidade de alta quantidade de matéria orgânica (e.g., Mackensen & Hald 1988, Murray 2003, 2006, Alve 2010). Esta espécie já foi registrada em ambientes de plataforma média a externa (50-200 m), (Hayward & Brook 1994). Enquanto a espécie acessória *Nonion commune* é um indicador subóxico, e somado a alta abundância de Cibicidídeos, sugere grande depleção de oxigênio no fundo do mar, ademais, *N. commune* é uma espécie típica de ambiente plataformar de salinidade normal com preferências de profundidades que limitam de 0-180 m e de substratos mais argilosos e sílticos, como modo de vida são epipélico-endopélico indicativos de ambientes subóxicos ou com baixa oxigenação (Rögl & Spezzaferri 2003). Além disso, as frequências de outras espécies acessórias, bem como *Amphistegina lessonii*, e espécies do gênero *Ammonia* (*A. mendesi* e *A. tepida*) podem indicar profundidades < 50 m (Petri 1957).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies associadas com ambientes marinho marginal salobro, ou seja, zonas transicionais representados por ambientes que abrangem desde pântanos costeiros (estes encontrados em regiões tropicais e subtropicais, onde a água do mar se mistura com a água doce de rios e estuários, além de mangues), alcançando até a plataforma externa, com variação de profundidade < 50 m – 200 m, e substratos lamacentos ricos em matéria orgânica e condições óxicas a subóxicas, indicado especialmente pela abundância das espécies *H. dutemplei*, *L. wuellerstorfi*, *C. vortex*, e *C. laevigata*. Assim como, a razão P/B também evidencia uma faixa de paleoprodutividade mais ampla desde zonas transicionais a plataforma externa (veja a Figura 11).

7.1.1.5 Biofácies 5

Esta biofácies é composta principalmente por *Elphidium williamsoni* (30%), *Globulina rotundata* (25%), outras espécies comumente presentes em abundância de 5 – 11% são *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Biasterigerina planorbis*, *Ammonia tepida*, *Nonionella pirabensis*, e espécies acessórias com abundância do 2% como *Cassidulina laevigata*, *Lagena hispidula*, e *Lagena sulcata*.

Elphidium williamsoni (veja a Biofácies 3). A espécie *Globulina rotundata* é de águas turbulentas e de alta energia como as zonas litorânea, sublitorânea; vive em colônias de briozoários como corais, fixos no lado interno de conchas vazias de moluscos (Pożaryska & Voigt 1985). *Lobatula wuellerstorfi* (veja as Biofácies 3). *Cibicides vortex* (veja as Biofácies 2). A espécie *Biasterigerina planorbis* é epifaunal, adaptada às condições óxicas encontrada em profundidades não superiores a 400 m (Murray 1991). *A. tepida* (veja as Biofácies 3).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies associadas com ambiente de plataforma interna a externa, mais próximas das zonas litorâneas. Dessa forma, a razão P/B também evidencia uma ampla faixa de paleoprofundidade desde plataforma interna a externa (veja a Figura 11).

7.1.1.6 Biofácies 6

Esta biofácies compreende espécies principais como *Ammonia tepida* (17%), *Nonion commune* (12%), *Elphidium excavatum?* (10%), *Cibicides vortex* (6%), *A. mendesi* (6%), *Elphidium williamsoni* (6%); e espécies acessórias, *L. wuellerstorfi* (4%), *Heterolepa dutemplei* (4%), *Porosonion granosum* (4%), *Nonion biporus* (4%), *Biasterigerina planorbis* (2%), *Criboelphidium poeyanum* (2%), *Bolivina bierigi* (1%), *Rosalina globularis* (1%) e *Hanzawaia boueana* (1%).

Ammonia tepida (veja as Biofácies 3). A espécie *Nonion commune* (veja a Biofácies 4). A espécie, *Elphidium excavatum?* é típica de ambientes marginais de águas rasas como lagoas (Boltovskoy et al. 1980). *Cibicides vortex* (veja a Biofácies 2). *Ammonia mendesi* (veja as Biofácies 1). *Elphidium williamsoni* (veja a Biofácies 3). A espécie *Criboelphidium poeyanum* é registrada em águas bem rasas (0-30 m) da região do Caribe e na Baía de Guanabara nas profundidades de até 5,5 m (Petri 1957).

Essa biofácies compreende, em geral, espécies principalmente associadas com ambiente lagunar de águas rasas a plataforma externa, com salinidade normal e próximo da

costa. Esta associação detém espécies do gênero *Ammonia*, juntamente com Elphidiídeos que são mais comuns em ambientes marinhos pouco profundos e parálicos ao nível mundial. Estudos prévios na Formação Pirabas também registraram essa associação relacionada a ambientes lagunares (Ferreira *et al.* 1981, 1984, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999, Ramos *et al.* 2004). De fato, várias espécies de *Ammonia* do morfogrupo *tepida* ocorrem habitualmente em faunas de foraminíferos "monoespecíficas" (>80% de abundância relativa) em ambientes abrigados, não vegetados, de maré média-baixa e submarés pouco profundos (<3m), geralmente ligeiramente hipossalinos (~20-35 psu), e lodosos (e.g., Murray *et al.* 2006, Hayward 2014, Hayward *et al.* 2021). Entretanto, nesta mesma biofácies ocorrem espécies que indicam uma maior oscilação da profundidade (0-200m), bem como *Nonion commune* e *Cibicides vortex*. Assim como, a razão P/B também evidencia uma ampla faixa de paleoprofundidade desde plataforma interna a externa (veja a Figura10).

7.1.2 Implicações paleoambientais

As paleoprofundidades são inferidas com base nas associações microfaunísticas permitindo inferir os paleoambientes existentes em cada intervalo amostral e a sucessão de biofácies, respectivamente (Figura 15). Desta forma, a associação microfaunística (ASI) variou entre a plataforma interna a externa (0 a 60 m), nesta associação ocorre às biofácies (B5 e B6). Enquanto a associação (ASII) variou entre a plataforma média a externa (>20 a 40 m), com zonas transicionais (lagunas) representadas pelas biofácies (B3 e B4). No entanto, a associação ASIII variou entre a plataforma interna a externa, sendo que esta última está mais associada às profundidades mais próximas à costa (0 a 20 m) e está representada pela biofácies (B1 e B2). Em direção ao topo do perfil, há uma tendência ao raseamento indicada pelo empilhamento destas biofácies, sendo concordantes com estudos prévios nestas unidades (Nogueira *et al.* 2021, Nogueira *et al.* 2023).

As espécies *Amphistegina lessoni*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Ammonia tepida*, e *Nonion commune* constam como principais (>5%) nas amostras em geral conforme as análises de SIMPER (Figura 14). Dentre elas, *Elphidium williamsoni*, *Globulina rotundata*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Biasterigerina planorbis*, *A. tepida*, *Nonionella pirabensis*, *Nonion commune*, *Elphidium excavatum?* *A. mendesi* são principais e pertencentes à plataforma interna a externa dentro da ASI (amostras mais da base do perfil).

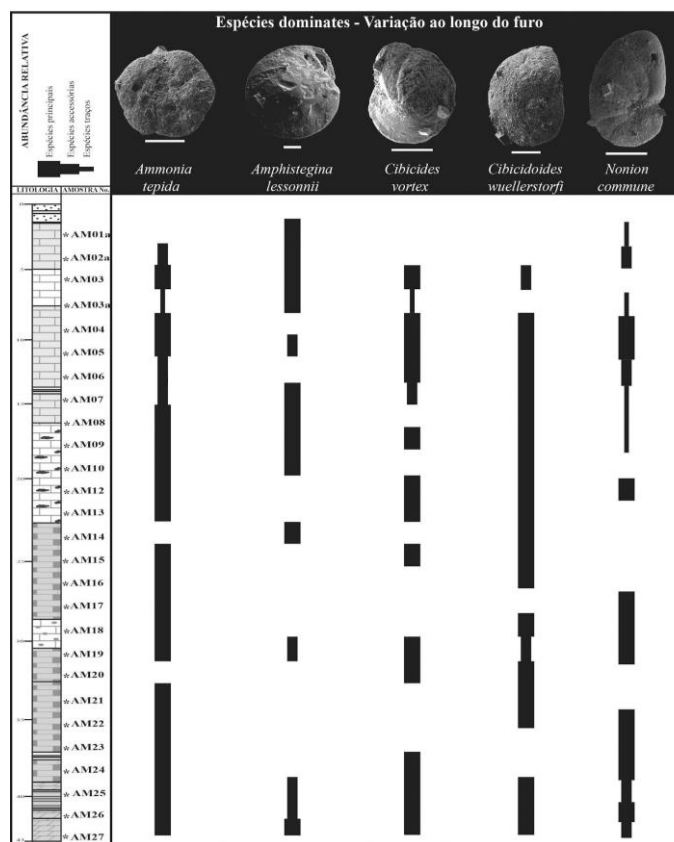


Figura 14- Abundância relativa das espécies dominantes (> 5%) ao longo do furo.

A associação ASII apresenta fácies de zonas transicionais (lagunares) com espécies principais *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Planorbulinella larvata*, *Heterolepa dutemplei*, *Ammonia tepida*, *Cassidulina laevigata*, *Elphidium williamsoni* (Tabela 3, Figura 15). Enquanto a ASIII, as espécies principais foram *Amphistegina lessonii*, *Lenticulina clypeiformis*, *Planorbulinella larvata*, *A. mendesi*, *Hanzawaia boueana*, *Cibicides vortex*, *Textularia nussdorfensis*, *Cibicides refulgens*, e *Porosonion granosum*, ocorrem como principal nas biofácies 1 e 2 mais ao topo da seção (Tabela 3, Figura 15).

Os paleoambientes correspondentes às associações microfaunísticas ASI e ASIII são caracterizados apenas como plataformais em relação à associação ASII. Nos paleoambientes plataformais uma maior abundância relativa das espécies *Ammonia mendesi* e *A. tepida* foi observada especialmente entre as amostras da associação faunística ASI e *Amphistegina lessonii* entre as amostras da associação faunística ASIII. As espécies, bem como *Cassidulina laevigata*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Cibicides vortex*, *Elphidium williamsoni* e *E. excavatum?* mantiveram uma presença frequente ao longo de toda a seção estratigráfica, assim como *Heterolepa dutemplei* (Tabela 3, Figura 15).

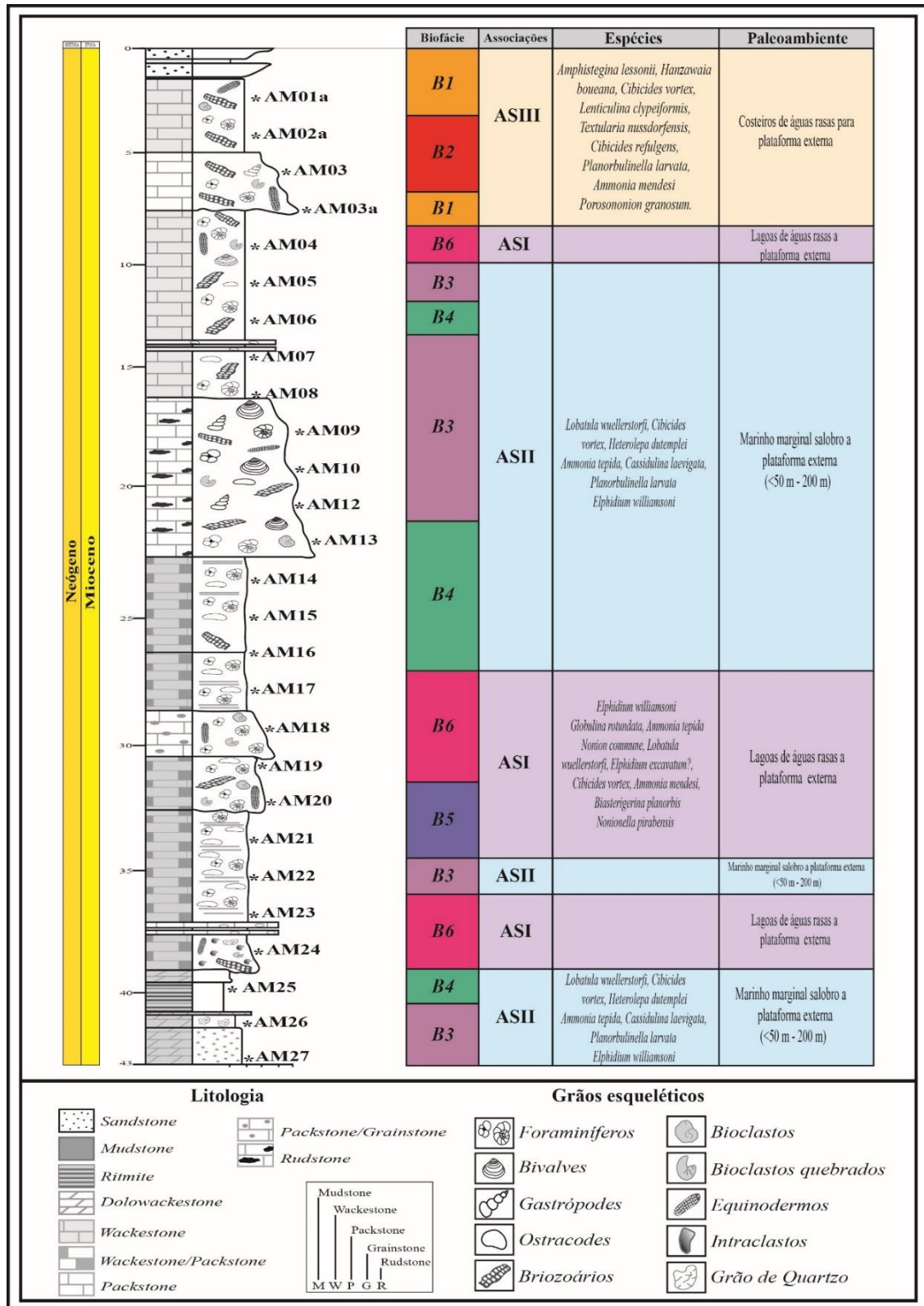


Figura 15- Distribuição das associações, biofácies e das espécies Principais, juntamente com a interpretação paleoambiental segundo Murray (2006) ao longo da seção estratigráfica.

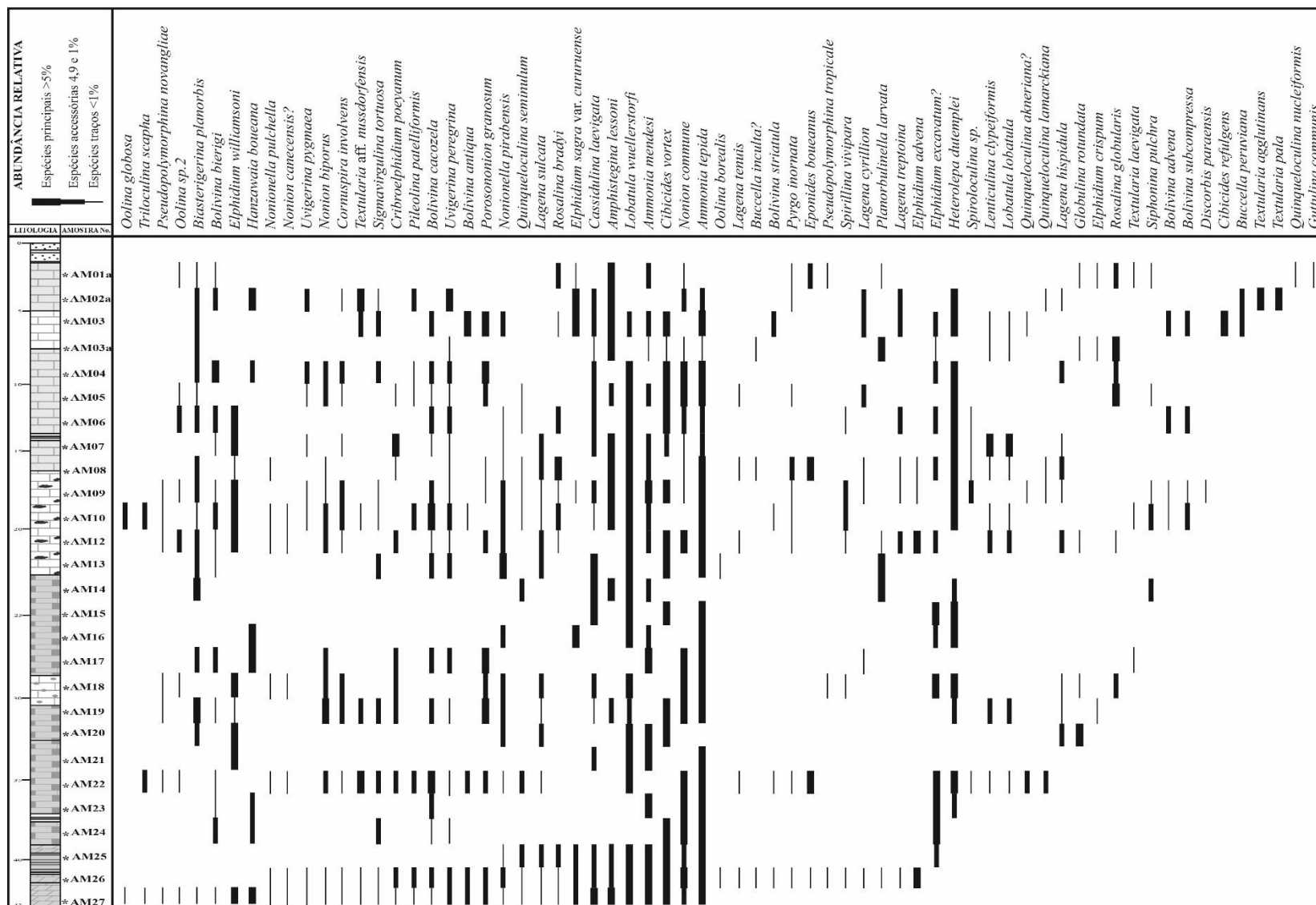


Figura 16- Abundância relativa das espécies do furo FPR - 192.

De acordo com Machado *et al.* (2012), dados que revelam maior número de espécies principais (aquelas que ocorrem acima de 5% conforme Dajoz (1983); veja na pág. 13 neste trabalho) são os intervalos mais próximos à costa, onde há maior instabilidade nos fatores bióticos e maior turbulência. Nestes intervalos, portanto, eleva-se a representatividade de espécies com testas mais resistentes adaptadas a viverem em ambientes com maior energia hidrodinâmica e com variações nas condições físico-químicas do meio, a exemplo de temperatura e salinidade. A análise de distribuição das espécies principais em diferentes intervalos batimétricos revelou que nas plataformas ocorre um maior número destas espécies em comparação às zonas transicionais a plataforma externa (Figuras 15 e 16).

Além da ocorrência da espécie de macroforaminífero *Amphistegina lessonii*, se constitui no principal componente dos sedimentos carbonáticos, sendo indicadora de águas quentes e ricas em carbonato de cálcio (Machado *et al.* 2012). Os macroforaminíferos também foram considerados como principais em pesquisa realizada por Machado *et al.* (2006) no litoral norte do estado da Bahia. Entretanto, em sedimentos mais atuais, Machado *et al.* (2012) observaram que os macroforaminíferos que mais contribuem para a formação dos sedimentos carbonáticos pertencem aos gêneros *Amphistegina*, *Archaias*, *Heterostegina* e *Planorbulinella*. Os espécimes menores e fragmentos de espécimes grandes contribuem de maneira significativa na formação de areia fina, onde no presente trabalho a maioria consiste destes espécimes menores.

A diversidade dos macroforaminíferos, no presente estudo, não foram muito representativos, consistindo apenas pelas espécies *Planorbulinella larvata*, *A. lessoni* e miliolideos. Além disso, estudos prévios registraram outro macroforaminífero *Archaias angulata* (Petri 1957) na unidade de Pirabas, embora esta espécie no presente estudo não tenha sido registrada, ambas *A. lessoni* e *A. angulata* tem mesma distribuição batimétrica (cerca de 55m) e zona fótica (Petri 1957). Esses indicativos podem ser interpretados pela presença de *A. lessonii* e miliolídeos, embora este último não seja muito abundante nas amostras.

Vilela (2008, 2013), em estudos realizados sobre a ocorrência microfossilífera na Margem Equatorial Brasileira, faz referência à caracterização de biofácies representadas pela associação de gêneros de foraminíferos dominantes, com destaque para a associação *Amphistegina/Archaias/Quinqueloculina*, como característica de ambiente de plataforma (Figueiredo *et al.* 2011).

Gêneros de macroforaminíferos citados anteriormente foram registrados como componentes principais e abundantes na plataforma continental brasileira (Nascimento 2003, Silva 2004, Araújo 2004). Estes são componentes de significativa importância nas comunidades de mares tropicais e subtropicais, sendo predominantemente encontrados desde a zona entre-marés até o limite da zona eufótica (Hoheggeren *et al.* 1999, apud: Machado *et al.* 2012). No entanto, apenas uma espécie foi registrada e considerada principal no presente estudo, porém a maior representatividade quanto à diversidade foi à família Hauerinidae (Figura 8, pág. 64) que representam os gêneros de miliolídeos (Loeblich & Tappan 1988), tais como *Pyrgo*, *Quinqueloculina* e *Triloculina* com testas resistentes quais suportam grandes variações quanto a energia do ambiente.

A pouca diversidade de macroforaminíferos e a ausência de Nummulitídeos na Formação Pirabas podem estar relacionadas ao declínio tanto na frequência como no tamanho dos recifes de coral durante o início do Mioceno (Edinger & Risk 1994, Budd *et al.* 1995, Banerjee *et al.* 2000, Sousa *et al.* 2003, Johnson *et al.* 2009, BouDagher-Fadel 2018). Essa tendência à involução do acúmulo de carbonatos de estrutura de recifes de corais, assim como de carbonato com mais presença de algas calcárias como da Fm. Pirabas (Cf. Aguilera *et al.* 2020), indicam mudanças climáticas globais na temperatura das águas superficiais oceânicas. Estas mudanças se relacionam quanto a eventos regionais e locais, bem como ao aumento da taxa de sedimentação siliciclástica influenciada pelos sedimentos Barreiras de origem fluvial provocando a diminuição de luz e oxigenação durante o Mioceno inferior (Cf. Nogueira *et al.* 2021). Isso pode ter causado o declínio pós-oligoceno dos recifes de coral nesta unidade (Aguilera *et al.* 2020). Assim, são necessários mais estudos na região, principalmente na porção *offshore* da Formação Pirabas, pois poderia representar a chave para a compreensão da evolução das fábricas equatoriais de carbonato da América do Sul e restringindo no tempo a sua rotação faunística.

A tendência dessa diminuição da diversidade de macroforaminíferos vem ocorrendo desde a Era Cenozóica, por exemplo com o desaparecimento de espécies de *Lepidocyclina* durante a evolução da Bacia da Foz do Amazonas como resultado de mudanças na temperatura ou clima e/ou influxo siliciclástico (Souza *et al.* 2003). Na Formação Pirabas, Lepidociclinídeos e Nummulitídeos também não foram registrados na Formação Pirabas. De acordo com Adams (1989), durante fases regressivas, o habitat dos macroforaminíferos é reduzido, passando a ser uma estreita zona entorno da borda da plataforma. Nesta zona eles encontram maior competição por recursos, espaço e maior predação (Souza *et al.* 2003). Devido às mudanças ambientais que

não favoreceram a diversificação dos macroforaminíferos durante a Era Cenozóica, especialmente no Mioceno inferior, este grupo não prosperou muito nos depósitos neógenos no norte do Brasil (de Mello e Sousa *et al.* 2003, BouDagher-Fadel 2018).

A plataforma externa amazônica recente apresenta mistura de fácies relíquias e modernas (Santos 1972). Desta forma, areias relíquias com testas grandes e escuras de foraminíferos como *Quinqueloculina* e *Amphistegina* foram depositados durante os períodos transgressivos do final do Pleistoceno e início Holoceno (Vilela 2003). No entanto, de acordo com Vilela (1993, 1995) esse conjunto de relíquias sugere um ambiente de plataforma mais rasa com menos influência do rio e, portanto, pode ser explicada por duas hipóteses: (1) a sedimentos contendo a assembléia poderiam ter sido depositados durante estágios de baixo nível do mar, como no final do Pleistoceno e início do Holoceno; ou (2) as testas de relíquias podem ter sido retrabalhadas em sedimentos mais jovens em águas mais profundas, porque as testas grandes estão quebradas e desgastadas, sugerindo transporte efeitos (Vilela 2003). Essa hidrodinâmica demonstra o quão influência no grau de preservação das testas de macroforaminíferos.

Segundo Batista & Koutsoukos (2007), a espécie *Amphistegina lessonii* pode ser encontrada em locais de águas agitadas, uma vez que apresentam testas resistentes. Portanto, a presença desta como espécie principal em quase todos os intervalos batimétricos, além de ser a mais abundante entre todas as espécies do presente estudo, pode ser atribuída ao fato desta espécie apresentar testas resistentes, que suportam a acentuada hidrodinâmica de ambientes de plataforma. Além disso, é um típico foraminífero de recife dependente de luz que hospedam simbiontes, sendo que esta espécie não tem preferências de substrato com uma faixa de profundidade de água rasa de 0-50 m. Esta espécie também é abundante em áreas de recifes de corais tropicais e áreas com alta porcentagem de CaCO_3 (Dev *et al.* 2022).

A espécie *Cibicides vortex* é a segunda espécie principal neste estudo, a qual já foi registrada em ambientes de plataforma média a externa (50-200 m) juntamente com *Cassidulina laevigata* (Hayward & Brook 1994). Além disso, a presença de *C. vortex* e *Elphidium advena* são tipicamente espécies de plataforma interna (Hutchison 2012). Isso demonstra claramente uma oscilação da paleopropriedade ao longo da seção estratigráfica que pode chegar a profundidades maiores do que aquela registrada previamente por Petri (1957).

Como *Lobatula lobatulus* e *Cibicides refulgens*, *Lobatula wuellerstorfi* é uma espécie

epifaunal que pode aderir a substratos duros, estas espécies são denominadas sésseis, fixas, incrustantes ou cimentadas (Schonfeld 1997, 2002 a e b), como descrita na Biofácies 3. No presente estudo, *L. wuellerstorfi* foi uma das mais abundantes juntamente com *Nonion commune*. Como já descrito na Biofácies 4, a associação desta última espécie, somado à alta abundância de Cibicidiídeos, sugere grande depleção de oxigênio no fundo do mar (Rögl & Spezzaferri 2003). No presente estudo, as famílias Nonionidae (7 espécies) e Cibicididae (4 espécies) foram uma das mais diversas, representando 7% do total de espécies (Figura 8, pág. 64).

A espécie *Heterolepa dutemplei* é uma das espécies principais que está associada a outras espécies dominantes de Cibicidiídeos neste estudo. Como descrito na Biofácies 4, esta espécie tem uma distribuição batimétrica desde a plataforma até à encosta superior (Van Marle 1988, Holbourn *et al.* 2013).

O gênero *Ammonia* é característico de águas rasas (0-30m) (Bermudez 1952, Petri 1957), assim como as espécies *A. tepida* e *A. mendesi* registrada neste estudo e suas condições ecológicas interpretadas na Biofácies 1 e 3. Estas espécies indicam baixas salinidades e habitam ambientes litorais e neríticos (Debenay *et al.* 1998).

As espécies *Bolivina tortuosa*, *Criboelphidium poeyanum*, *E. sagra*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Siphonina pulchra* são registradas em águas bem rasas (0-30 m) da região do Caribe e na Baía de Guanabara nas profundidades de até 5,5 m, sendo que *S. pulchra* já foi registrada no México em profundidades entre 1-22 m (Petri 1957). Além disso, as frequências de *A. lessoni*, *C. poeyanum* e espécies do gênero *Ammonia* (*A. mendesi* e *A. tepida*) podem indicar profundidades < 50 m (Petri 1957). Portanto, as famílias de Hauerinidae, Bolivinitidae e Elphidiidae quais se encontram estas espécies estão entre as mais diversas com 10% cada no total de espécies na localidade estudada no presente estudo (Figura 8), sendo Elphidiidae com presença de 2 gêneros com 5 espécies.

7.2 CONSIDERAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS

A maioria das espécies que já foram identificadas para outras áreas surgiram no Mioceno Inferior (Tabela 4). Destas espécies, 20 ocorrem somente no Mioceno e apenas a espécie *Elphidium sagra* var. *cururuense* é restrita ao Mioceno inferior (Tabela 4) qual é endêmica na Formação Pirabas (Petri 1957). No período Oligoceno, há o surgimento de 17 espécies, sendo cinco delas restritas ao Oligo-Mioceno: *Quinqueloculina akneriana*?

(d'Orbigny 1846); *Discorbis paraensis* (Petri 1957); *Pseudopolymorphina tropicale* (Petri 1957); *Bolivina antiqua* e *Textularia laevigata* (Tabela 4). No entanto, *Discorbis paraensis* (Petri 1957) e *Pseudopolymorphina tropicale* (Petri 1957) são endêmicas.

Em sedimentos recentes da Margem Continental brasileira, também foram registradas espécies identificadas para a Formação Pirabas, bem como *Ammonia mendesi*, *Cassidulina laevigata*, *Siphonina pulchra*, *Cibicides refulgens*, *Amphistegina lessonii*, *Cornuspira involvens*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Textularia agglutinans* e *Uvigerina peregrina* (Leintiz 1987, Villela 1995, 2003, Vilela & Maslin 1997, Maslin *et al.* 2005, Pompeu 2022).

Registros geológicos revelam episódios ao longo do início da Era Cenozóica sobre a prolífica produção de carbonato em oceanos mais quentes do que hoje e na ausência de corais. As associações de macroforaminíferos com depósitos carbonáticos de águas rasas, na ausência de corais, os tornam valiosos indicadores fósseis bioestratigráficos e paleoambientais ao longo do Cenozóico (Frost & Langenheim 1974, Hallock & Glenn 1986, Hallock & Seddighi 2021, Narayan *et al.* 2021).

Macroforaminíferos são comuns, mas pouco diversificados nos depósitos de Pirabas, dominada principalmente por *Amphisteginas* spp., Planorbulinidae e Miliolídeos (Petri 1957, Figura 15). Essas associações de abundantes foraminíferos bentônicos dominam as litologias carbonáticas, sendo os principais componentes de carbonatos em plataformas carbonáticas tropicais, importantes produtores carbonáticos, além de poderosas ferramentas estratigráficas e bioindicadores (*proxies*) de mudanças ambientais (Narayan *et al.* 2021). Entretanto, não há muita representatividade de macroforaminíferos na Formação Pirabas, especialmente de gêneros deste grupo que são tipicamente úteis para a bioestratigrafia e biozoneamentos, bem como Nummulitídeos e Lepidocyclinídeos. Isso tem demonstrado que estudos baseados em foraminíferos planctônicos e bentônicos são indicados (Ied *et al.* 2011, Toledo 2020).

Petri (1952, 1954 e 1957) comparou os registros de espécies de foraminíferos entre as formações Marajó e Pirabas quais são cronocorrelatas. O predomínio de algumas espécies, bem como *Amphistegina lessonii*, *Bolivina Plicatella*, *Elphidium poeyanum* e *Quinqueloculina lamarckiana* permitiram a identificação de quatro zonas paleontológicas (Petri 1954, Ramos *et al.* 2004). No presente estudo, foram registradas três destas zonas: *Amphistegina lessonni*, *Criboelphidium poeyanum* e *Quinqueloculina lamarckiana* das quais apenas *A. lessonni* foi uma das principais espécies.

Estudos prévios baseados na ocorrência de foraminíferos planctônicos da Formação Pirabas dataram a unidade no Oligoceno superior – Mioceno inferior (p.ex. Petri 1957, Ferreira *et al.* 1981 e 1984, Fernandes 1988, Ramos *et al.* 2004). As espécies guias planctônicas do Oligoceno superior – Mioceno inferior são *Paragloborotalia opima*, *Paragloborotalia kugleri*, *Globoquadrina dehicens*, enquanto as espécies guias apenas para o Mioceno inferior são *Trilobatus primordius*, *G. altiaperturus*, e *Trilobatus trilobus*. Em relação aos foraminíferos bentônicos, há a ocorrência de espécies associadas a essas formas planctônicas típicas do Mioceno, bem como *Amphistegina lessonii*, *Bolivina plicatella*, *Elphidium poeyanum* e *Quinqueloculina lamarckiana*, quais predominaram nas amostras e permitiram identificar quatro zonas paleontológicas (Petri 1954, Ramos *et al.* 2004). Além destas, as associações de *Peneroplis* spp., *Archaias* spp., *Taberina* spp., *Ammonia beccarii*, *Elphidium advena*, e *Claviculina tricarinata* juntamente com formas planctônicas indicam uma idade Miocênica para a unidade (Ferreira *et al.* 1978, 1981 e 1984, Ramos *et al.* 2004).

Nos depósitos da unidade de Pirabas, foram registradas associações de espécies-guias correlacionadas às zonas internacionais devido à presença de *Paragloborotalia kugleri* e *Globigerinoides primordius*, com as biozonas N3/N4 de Blow (1969) datando para o Neooligoceno-Eomioceno e O7/M1 de Wade *et al.* (2011). No entanto, a ocorrência de *Globigerinoides altiaperturus* (M1b- M4) e *Trilobatus trilobus* (M1a-recente) correlaciona-se a biozona N5 (Eomioceno) de Blow (1969) e biozona M1b/M4 de Wade *et al.* (2011). Esta correlação associa-se com a biozona *Dentoglobigerina tripartita*, proposta para a plataforma continental norte brasileira (Fernandes 1988, Ramos *et al.* 2004).

Estudos posteriores confirmaram a idade Neooligoceno-Eomioceno, principalmente devido às espécies de foraminíferos planctônicos: *Trilobatus trilobus*, *G. altiaperturus*, *Globigerinoides neoparawoodi* gr., *Trilobatus immaturus*, e *T. trilobus*, indicando o Oligomioceno (Spezzaferri 1994) e registradas na mesma localidade do presente trabalho (Nogueira *et al.* 2018). Também bons indicadores bioestratigráficos com base em ostracodes marcaram esta idade, como *Cytherella stainfothi*, *Jugosocythereis pannosa*, *Triebelina crumena*, *Quadracythere brachypygaia*, *Neocaudites macertus* nas zonas primárias e secundárias (de Bold 1988), respectivamente, a zona *Pokorniella* “saginata” *P. laresensis* do Oligo-mioceno e a zona *Procythereis? deformis* do Mioceno, além da zona *Triebelina crumena* restrita ao Mioceno. Estas correspondem às zonas internacionais N3 a N7 e Blow e O6 a M4b de Wade (Távora 2001a, Nogueira & Nogueira 2017).

Há espécies-guias, portanto, que indicam eventos biocronoestratigráficos similares às da unidade Pirabas, como *Globigerinoides primordius*, *G. altiaperturus*, *Trilobatus trilobus* e *Globigerinella obesa*. Destacam-se as espécies guia *T. trilobus* e *G. altiaperturus* marcadores bioestratigráficos da biozona N4 e N5 de Blow (1969) e M1b e M4 de Wade *et al.* (2011). Estas são registradas no presente estudo inferindo que a idade para o intervalo estudado é Aquitaniano-Burdigaliano (Figura 18). Estas duas espécies ocorrem juntamente com as espécies de foraminíferos bentônicos *Amphistegina lessonii*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Bolivina picatella* e *Criboelphidium poeyanum*, consideradas como zonas paleontológicas por Petri (1954).

Embora seja necessário um maior detalhamento sobre a identificação das assembleias e espécies guia de foraminíferos planctônicos e o posicionamento estratigráfico na localidade do presente estudo, as duas espécies guia identificadas, *Trilobatus trilobus* e *G. altiaperturus* marcaram o Mioceno Inferior já registrada anteriormente para a unidade em questão (Figura 18). Além disso, o biozoneamento com espécies de foraminíferos bentônicos no presente estudo caracterizou a idade desde o Oligoceno ao Mioceno, com algumas espécies restritas ao Mioceno (Figuras 17 e 18).

7.2.1 Ecozonas de foraminíferos bentônicos: contexto paleoambiental e bioestratigráfico

Embora anteriormente na Formação Pirabas foram atribuídas denominações para determinar fácies ecológicas, em que três ecofácies provenientes de 17 afloramentos da Formação Pirabas foram identificadas como: Castelo, Canecos e Baunilha Grande (Petri 1957), ainda assim há uma necessidade de estudos e utilização de ferramentas metodológicas mais atualizadas e que permitam uma visualização mais completa das variações paleoambientais desta unidade. Estas ecofácies classificaram a unidade Pirabas desde ambiente marinho raso (caracterizado por abundância de *Amphistegina* e porcelanáceos, presença de *Archaias angulatus* e formas planctônicas com profundidade de 30m); marinho costeiro a transicional (com profundidade de 10m e abundância de *Ammonia mendesi*, espécies do gênero *Elphidium* e *Criboelphidium* com presença de *Amphistegina* e porcelanáceos); a ambiente típico de mangues com a mesma característica do ambiente anterior (Ramos *et al.* 2004).

Estudos anteriores com base em biofácies também foram realizados na unidade, especialmente nas localidades de Capanema, Maracanã e Irituia, que permitiram reconstruir paleoambientes que variaram desde marinho plataformar raso a lagunar, além de inferirem uma oscilação positiva do nível do mar, suportando, assim, estudos prévios (Ferreira *et al.* 1981,

1984, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999). Em Irituia, três furos de sondagens foram analisados com base nas associações de foraminíferos bentônicos, sendo caracterizadas da base para o topo: ambiente lagunar (predomínio de *Ammonia* e *Elphidium/Criboelphidium*), ambiente nerítico (abundância de formas planctônicas dos gêneros *Globorotalia* e *Globigerinoides* com nanofósseis calcários) e o retorno do ambiente lagunar com a mesma associação do ambiente da base (predomínio de *Ammonia* e *Elphidium/Criboelphidium*) (Ramos *et al.* 2004). Notou-se, portanto, que há microfósseis indicativos de ambientes costeiros e mais distantes da costa, o que pode estar relacionado a morfologia irregular por se tratar um horizonte estratigráfico diferente consistente com a definição de idade oligocênica ou pela presença destas formas planctônicas em ambientes rasos podendo estar relacionado ao transporte destas para estes locais (Távora & Costa 2003).

Segundo os dados obtidos no presente estudo, essa associação de ambiente lagunar (*Ammonia/Elphidium/Criboelphidium*) foi registrada repetidamente ao longo da seção estratigráfica representada principalmente pela Biofácies 6 (veja item 7.1.1. Biofácies, pág. 74), e estando presente em mais de uma fase paleoecológica e paleoambiental (Figura 18) de águas mais salobras, onde espécies do gênero *Ammonia* e Elphidiídeos predominaram. No entanto, esta biofácies apresentou uma variação maior da profundidade conforme as espécies principais *Nonion commune* e *Cibicides vortex* (0-200m) e a razão P/B indicando ambientes que variaram desde laguna de águas rasas a plataforma externa, com salinidade normal e próximo da costa (Figura 15). Apenas a Biofácies 4 registrou-se ambientes transicionais que variaram até plataforma externa. Com exceção da Biofácies 6, todas as outras biofácies não apresentaram a dominância da associação (*Ammonia/Elphidium/Criboelphidium*), porém apresentaram espécies principais que indicaram uma variação ambiental maior desde plataforma interna a plataforma externa.

As variações das biofácies foram condizentes com as associações faunísticas caracterizadas, das quais variaram de ambientes marinho-plataformais (Plataforma média a interna) a marinho-marginais coletados tanto da zona urbana de Belém quanto nas outras localidades da região, assim como correlacionáveis com as oscilações do nível do mar, mesmo que biofácies mais lagunares foram identificadas na localidade de Aricuru (Maracanã) ambiente marinho raso também foi identificado, assim como a presença de foraminíferos planctônicos em todos os níveis indicando uma conexão com mar aberto (Fernandes 1984, 1988, Távora & Fernandes 1999, Távora *et al.* 2001b). Conforme estes dados prévios, é notável a discussão fortemente baseada na reconstrução paleoambiental baseada nos foraminíferos bentônicos e em

outros grupos fósseis. Desta forma, é salutar uma incorporação destes dados com o biozoneamento baseado nos foraminíferos bentônicos, para assim se obter uma melhor compreensão da evolução destes eventos paleoecológicos ao longo da idade Oligomiocênica.

A presença das espécies *Amphistegina lessonii*, *Heterolepa dutemplei*, *Elphidium crispum*, *Siphonina pulchra*, *Bolivina subcompressa* e *Buccella peruviana*, possibilitaram a subdivisão da seção estudada em seis biozonas e três ecozonas locais que são definidas e descritas pela primeira vez no presente trabalho. O limite entre as zonas reflete uma mudança ecológica clara, documentada pelo surgimento de novas espécies de foraminíferos bentônicos (Figura 17). Nesta mudança, 20 espécies de foraminíferos bentônicos surgiram da base para o topo, e cerca de 49 espécies desapareceram sucessivamente em direção ao topo do perfil. Esta alteração igualmente reflete-se na análise de agrupamento (Figura 18). Possíveis fatores ecológicos que podem ter causado esta alteração da fauna são interpretados no subcapítulo seguinte (7.2.2) (Figura 18).

7.2.1.1 Zonas dos foraminíferos bentônicos

- a) Zona de Amplitude parcial *Amphistegina lessonii* - Limite inferior definido pelas espécies *A. mendesi* entre outras (veja Figura 17) e limite superior definido pelo primeiro aparecimento da espécie *Heterolepa dutemplei*.
- b) Zona de Amplitude parcial *Heterolepa dutemplei* – limite inferior definido pelo surgimento de *H. dutemplei*, *Spiroloculina* sp., *Lenticulina clypeiformis*, *Lobatula lobatula*, *Quinqueloculina akneriana*, e *Q. lamarkiana*, e no limite superior definida pelo surgimento da espécie *E.crispum*.
- c) Zona de Amplitude parcial *Elphidium crispum* – limite inferior definido pelo surgimento de *E.crispum* e o limite superior definido pelo surgimento de *Siphonina pulchra*.
- d) Zona de Amplitude parcial *Siphonina pulchra* – limite inferior definido pelo surgimento de *S. pulchra* e o limite superior definido pelo surgimento de *Bolivina advena*, e *B. subcompressa*, e o desaparecimento de *Oolina globosa* e *Triloculina scapha*.
- e) Zona de Amplitude parcial *Bolivina subcompressa* – limite inferior definido pelo surgimento de *Bolivina advena*, e *B. subcompressa* e limite superior definido pelo surgimento de *Cibicides refulgens* e *Buccella peruviana*.

Acredita-se que eventos paleoecológicos expressos em variações de frequência de espécies ou associações de foraminíferos bentônicos, podem ser utilizados como marcos cronoestratigráficos locais (Cf. Barbosa 2010).

Estabeleceram-se variações do nível do mar por meio de eventos paleoecológicos e bioestratigráficos. Dentre estas variações, três ecozonas com a presença de duas espécies-guia de foraminíferos planctônicos delimitaram os sedimentos entre Burdigaliano e Aquitaniano, sendo reconhecidas no presente trabalho (Figura 18). No entanto, destaca-se que trabalhos anteriores na região Norte do Brasil identificaram estes limites, onde espécies-guias de foraminíferos planctônicos, porém, delimitaram idade desde o oligoceno ao Mioceno para a Formação Pirabas (Fernandes 1988, Petri 1957, Ramos *et al.* 2004, Nogueira *et al.* 2018), assim como foraminíferos bentônicos contribuíram para identificar tipos de paleoambientes.

Baseando-se nestes princípios, puderam-se reconhecer três ecozonas locais com a presença de espécies dominantes de foraminíferos bentônicos conforme as associações ASI, ASII e ASIII e biofácies B1, B2, B3, B4, B5 e B6 estabelecidas no presente estudo. Além disso, baseando-se também nos limites de ocorrências de seis zonas de espécies de foraminíferos bentônicos registradas aqui (Figura 17). Estas associações, biofácies e seis zonas apresentam descrições conforme constam, respectivamente, na Tabela 3 e Figura 15, subtítulo (7.1.1.) e subtítulo (7.2.1.1.), onde se observam a presença de espécies acessórias e traços que variam conforme sua abundância e diversidade. Mais também, as ecozonas estabelecidas aqui baseou-se nas características paleoecológicas das espécies de foraminíferos bentônicos seguindo a interpretação da razão P/B. O registro das espécies bentônicas tem ajudado a segregar eventos transgressivos e regressivos (Figura 18). O padrão de abundância dos foraminíferos bentônicos prover interessantes dicas para interpretar as mudanças nas condições das águas superficiais (Figura 18).

7.2.2.1 Ecozona I: *Amphistegina lessonii*-*Heterolepa dutemplei*

Esta ecozona é dominada pelas espécies, *Lobatula wuellerstorfi* (16%), *Ammonia tepida* (12%), *Cibicides vortex* (9%), *Nonion commune* (7%), *Elphidium excavatum?* (6%), e *Ammonia mendesi* (6%), com espécies acessórias, *Cassidulina laevigata* (3,9%), *Elphidium williamsoni* (3,8%), *Amphistegina lessonii* (2,8%), *Hanzawaia boueana* (2,7%), e *Heterolepa dutemplei* (2,4%). Sendo distinguida das outras ecozonas pela ausência de algumas espécies *Spiroloculina sp.*, *Lenticulina clypeiformis*, *Lobatula lobatula*, *Quinqueloculina akneriana*, *Q. fusiformis*, *Lagena hispidula*, *Globulina rotundata*, *Elphidium crispum*, *Rosalina globularis*,

Siphonina pulchra, *Bolivina advena*, *B. subcompressa*, *Discorbis paraensis*, *Cibicides refulgens*, *Buccella peruviana*, *Textularia laevigata*, *T. agglutinans*, *T. pala*, e *Guttulina communis*. Este intervalo é caracterizado pela moderada abundância de foraminíferos bentônicos (6332 testas), com testas variando por amostra (21 – 2071 testas); moderada diversidade de foraminíferos bentônicos (53 espécies); alta abundância de textulariídeos (1-72 testas nas amostras AM22, AM26, AM27, e zero nas amostras restantes); baixa abundância de foraminíferos planctônicos (2 – 372 testas); e baixa razão P/B entre (3 – 25%). Segundo as análises multivariadas e análise de cluster, as associações faunísticas (ASI e ASII) representadas pelas biofácies (B3, B4, B5 e B6– amostras de AM20 a AM27) variaram entre a plataforma interna a externa (0 a 60 m) (Murray 1973, 2006, Petró, 2018); entretanto, apresenta alta abundância de ammonídeos (*A. mendesi* e *A. tepida*) característicos de águas bem rasas (0 – 30 m) (Bermudez 1952, Petri 1957). A alta abundância da espécie *Lobatula wuellerstorfi* (16%) somado a moderada abundância de *Cibicides vortex* (9%) e *Nonion commune* (7%), nesta ecozona, indica que a paleoprofundidade pode ter uma variação maior (0 – 200 m), sugerindo ambientes subóxicos ou com baixa oxigenação (Rögl & Spezzaferri 2003). Outra observação a destacar é a presença da associação *Ammonia* e Elphidiídeos presente principalmente na biofácies (B6), indicando ambientes que variaram desde laguna de águas rasas a plataforma externa, com salinidade normal e próximo da costa. Como também observado nas Ecozonas II e III descritas a seguir. Isto demonstra uma alternância das biofácies ao longo da seção estratigráfica desde a base até o topo, indicado oscilações nos tipos de ambientes e suas condições. Nesta ecozona, estas oscilações iniciam desde as biofácies B3, seguindo B4, B6, retornando para biofácies B3, e finalizando na B5. Com isso, há uma oscilação de um ambiente de marinho pouco profundo com influências de um ambiente mais marginal salobro próximos a regiões costeiras e presença de lagunas mais profundas (veja as descrições no item biofácies 7.1.1; Figura 18). Esta ecozona também consiste em características sedimentológicas definidas na Tabela 3 e Figura 15 para a associação ASI e ASII. Foi definida por duas Zonas de Amplitude Parcial: *Amphistegina lessonii* e *Heterolepa dutemplei*. A primeira é devido ao primeiro aparecimento de *A. lessonii* e outras 32 espécies (Figuras 17 e 18) e o limite superior definido pelo primeiro aparecimento da espécie *H. dutemplei*; e a segunda zona é definida pelo primeiro aparecimento de *H. dutemplei* e o primeiro aparecimento de *Elphidium crispum*.

7.2.2.2 Ecozona II: *Elphidium crispum* – *Siphonina pulchra*

Esta ecozona é dominada principalmente por *Ammonia tepida* (17%), *Nonion commune* (14%), *Cibicides vortex* (9%), *Lobatula wuellerstorfi* (8%), e *Elphidium williamsoni*

(5%), com espécies acessórias *Planorbulinella larvata* (3,8%), *Porosononion granosum* (3,5%), *Elphidium excavatum?* (3,4%), e *Heterolepa dutemplei* (3,1%); moderada abundância de foraminíferos planctônicos (0 – 2011 testas); moderada a alta razão P/B (0 – 45%), também baixa abundância de foraminíferos bentônicos (4200 testas) com testas variando por amostra (27 a 2830); baixa a moderada diversidade de foraminíferos bentônicos (46 espécies); baixa abundância de textularídeos (8 testas na amostra AM19, 1 testa na amostra AM17 e zero nas amostras restantes). Consoante às análises multivariadas, as biofácies (B3, B4 e B6) inclui plataforma externa (>50 m) com intercalações de zonas transicionais (lagunas) (Murray 1973, 2006, Petró 2018). No entanto, esta associação é dominada por *Ammonia tepida* e *Nonion commune*, seguido por cibicidídeos, que indicam ambientes ricos em matéria orgânica e condições óxicas a subóxicas (e.g., Debenay-Redois 1997, Peryt 2013, Rahiminejad *et al.* 2016, Roslim *et al.* 2019), de águas salobras e de maiores na profundidade entre <50 a 100 m, embora apresentem abundância de *Ammonia tepida* típica de ambientes rasos (<50m) e Elphidídeos. Nesta ecozona, portanto, também é observado oscilações nos tipos de ambientes e suas condições por meio das biofácies, onde se inicia desde a biofácies B6 seguido pela biofácies B4. Estas biofácies oscilam em ambientes tipicamente costeiros, representados pela variação desde marinho marginal salobro próximos a regiões costeiras e presença de lagunas mais profundas (veja as descrições no item biofácies 7.1.1, Figura 18). Esta consiste em características sedimentológicas definidas na Tabela 3 e Figura 15 para a associação ASI e ASII. Foi definida por duas Zonas de Amplitude Parcial: *Elphidium crispum* e *Siphonina pulchra*. A primeira é devido ao primeiro aparecimento de *Elphidium crispum* e o limite superior definido pelo primeiro aparecimento da espécie *Siphonina pulchra*; e a segunda zona é definida pelo primeiro aparecimento de *Siphonina pulchra* e o primeiro aparecimento de *Bolivina subcompressa* (Figuras 17 e 18).

7.2.2.3 Ecozona III: *Bolivina subcompressa* – *Buccella peruviana*

Esta ecozona é dominada principalmente por *Amphistegina lessonii* (28%), *Cibicides vortex* (10%), *Lobatula wuellerstorfi* (8%), e *Heterolepa dutemplei* (5%), com espécies acessórias *Ammonia tepida* (3,7%), *Elphidium williamsoni* (3,2%), e *Ammonia mendesi* (3,1%); alta abundância de foraminíferos planctônicos (0 – 2.278 testas); alta razão P/B (0,3 – 50%); alta abundância de foraminíferos bentônicos (13.140 testas) com testas variando por amostra (130 a 4.775 testas); alta diversidade de foraminíferos bentônicos (67 espécies); alta abundância de textularídeos (87 testas nas amostras AM01A, AM02A, AM03, e AM10 e zero nas amostras restantes). Esta ecozona é distinguida pela presença de todas as espécies e consiste em

características sedimentológicas definidas na Tabela 3 e Figura 15 para as três associações. Conforme as análises multivariadas e análise de cluster, as biofácies (B1, B2, B3, B4 e B6) variaram entre a plataforma interna, média a externa, sendo que esta ecozona está mais associada às profundidades mais próximas à costa (0 a 20 m); o ambiente é um litoral raso constituído por zonas transicionais e lagunas hipersalinas a plataforma externa (Murray 1973, 2006, Petró 2018). Esta associação é dominada por *Amphistegina lessonii* e Ammonídeos, grupos mais típicos de profundidades mais rasa (<55 m), além de Cibicidiídeos (Petri 1957, Batista & Koutsoukos 2007, Dev *et al.*, 2022). Nesta ecozona, as oscilações dos ambientes iniciaram a partir da intercalação das biofácies B3, B4 e retornando para biofácies B3, e B6, as quais variam de um ambiente de marinho pouco profundo com influências de um ambiente mais marginal salobro próximos a regiões costeiras e presença de lagunas mais profundas. Além disso, intercalam mais ao topo da seção entre as biofácies B1 e B2, estas últimas representam ambientes costeiros de águas rasas e plataforma interna de águas muito rasas e quentes (veja as descrições no item biofácies 7.1.1; Figura 18). Foi definida por duas Zonas, sendo uma de Amplitude Parcial denominada *Bolivina subcompressa* e *Buccella peruviana*: definida pelo primeiro aparecimento de *B. subcompressa* e o limite superior definido pelo primeiro aparecimento da espécie *B. peruviana*; e a outra, Zona de Amplitude Concorrente: definida pelo primeiro aparecimento de *B. peruviana* e *Cibicides refulgens*, e o limite superior definido pelo desaparecimento de *Quinqueloculina fusiformis* e *Guttulina communis* (Figuras 17 e 18).

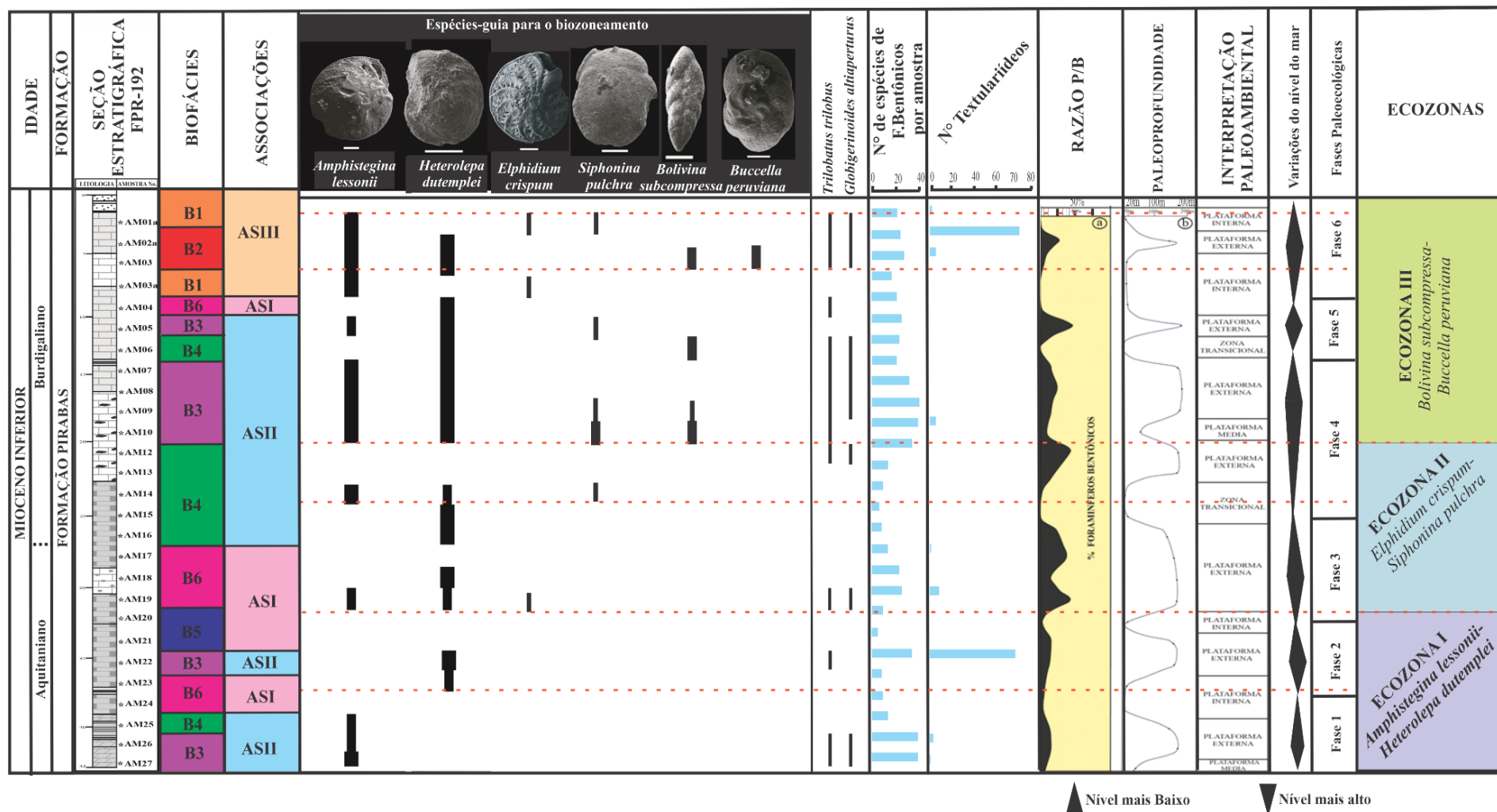


Figura 18- Associações, Biofácies e Ecozonas sugeridas para seção estratigráfica FPR-192 no Mioceno Inferior da Formação Pirabas.

7.3 CONSIDERAÇÕES PALEOBIOGEOGRÁFICAS

O Neógeno é caracterizado pela transição de um clima quente para um "mundo gelado" durante o Mioceno, o qual perdurou cerca de 200 anos, e o clima retornou as condições mais quentes e atingiu um ponto ótimo entre 17 e 15 Ma (Ségalen *et al.* 2006, Burroughs 2007). Desta forma, mares se tornaram mais quentes, especialmente em regiões mais rasas e isto pode ser observado no registro das espécies de microfósseis, paleovertebrados, invertebrados e paleoflora do Neógeno da região nordeste do estado do Pará, norte do Brasil (Rossetti & Góes 2004). Isto também é observado na região do Caribe, o que auxilia na compreensão dos processos de dispersão e origem da fauna miocênica (Wood *et al.* 1999, Ramos *et al.* 2004). Mais especificamente, os microfósseis da Formação Pirabas, onde espécies de águas rasas e quentes foram registradas e predominaram nestes mares, indicando que durante o Neógeno da Amazônia Oriental espécies migravam entre mares rasos das Américas do Norte, Central, e norte da América do Sul (Wood *et al.* 1999).

As mudanças nas correntes de superfície são importantes no controle das distribuições paleobiogeográficas dos organismos no mar e nas áreas terrestres adjacentes, mas as mudanças na circulação termohalina afetam a distribuição global de nutrientes, oxigênio e dióxido de carbono nas águas profundas dos oceanos; controlando a produtividade nas águas superficiais, a oxidação ou preservação da matéria orgânica nos sedimentos e dissolução do carbonato no mar profundo (Hottinger 1983).

A paleoceanografia do Atlântico Equatorial e norte da América do Sul foi fortemente alterada, causando variações nos padrões da circulação oceânica, formação e deslocamento de ilhas (Antilhas Maiores e Menores e “*Leeward Antilhas*” ou Ilhas de Sotavento), mudança na batimetria e na temperatura das massas d’água, bem como a formação do mar do Caribe, influenciando na radiação e evolução da biota (Iturralde - Vinet & McPhee 1999, Bachmann 2001, Iturralde - Vinet 2004 - 2005, Pindell *et al.* 2005; Figura 19).

Conforme dados de dispersão e radiação da ostracofauna nas Américas, o início das migrações ocorreu a partir do Oligoceno e teve seu ponto de origem na região do Caribe (Wood *et al.* 1999, Ramos *et al.* 2004). No entanto, as massas d’água das correntes circum-tropical do Atlântico Equatorial provinham do continente Africano e da corrente sul do Brasil até ao norte da América do Sul durante o Oligoceno Superior, sendo que estas ainda se deslocavam em direção à região do Caribe (Figura 19). Estas massas d’água ultrapassavam a abertura do Istmo do Panamá, alcançando o Oceano Pacífico (Figura 19). Isto demonstra uma releitura do que

ocorreu decerto na região, onde a direção destas correntes permaneceu ao longo do Mioceno, o que pode também explicar o elevado grau de endemismo ainda neste período tanto na região do Caribe como na região Norte da América do Sul.

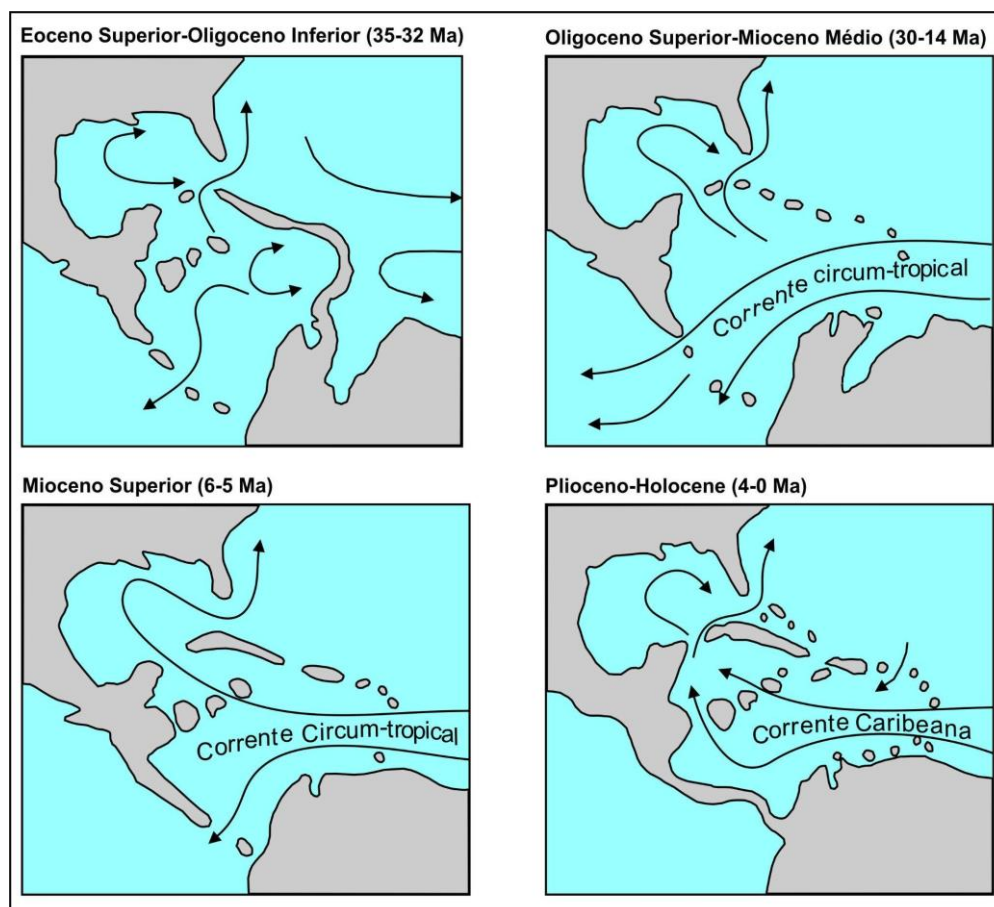


Figura 19- Circulação das correntes oceânicas e comunicação entre o Atlântico equatorial e o oceano Pacífico, desde o Neoeoceno (Modificado de Iturralde-Vinet & MacPhee 1999 e Potter & Szatmari 2009).

Diferentes estudos taxonômicos em foraminíferos têm sido feitos ao longo dos anos na Formação Pirabas (p. ex., Ferreira 1967, Fernandes 1988, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999, Petri 1952 e 1957, Nogueira *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2022). Uma das principais problemáticas na identificação das espécies é a pobre preservação das testas devido à alta dissolução e/ou cimentação, que encobre os elementos ornamentais devido ao espessamento secundário da parede da testa dos foraminíferos provocados pelo recobrimento ou absorção de calcário (Petri 1952 e 1957, Ramos *et al.* 2004, Nogueira *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2022). Outro desafio na identificação das espécies é que os trabalhos mais antigos e fundamentais de taxonomia de foraminíferos da Formação Pirabas não tinham disponibilidade de imageamento de alta resolução como o MEV, dificultando a comparação de feições ornamentais específicas de cada espécie (p. ex., Petri 1952 e 1957). Por isso a taxonomia dos foraminíferos da Formação Pirabas permaneceu controversa por muito tempo, e ainda é necessária a realização de estudos

mais detalhados, especialmente para contribuir na bioestratigrafia da região. Contudo, espécies encontradas nas últimas publicações da Formação Pirabas são concordantes com aquelas que ocorrem em Bacias brasileiras e do Caribe, fornecendo novas perspectivas da distribuição paleobiogeográfica deste grupo fóssil durante o Neogeno (Petri 1957, Nogueira *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2022).

Registros na Formação Pirabas de espécies comuns às faunas miocénicas da América tropical, em especial a região do Caribe tem sido constantemente comparada (Petri 1957, Macedo 1970, Rossetti & Góes 2004, Nogueira *et al.* 2019). No entanto, espécies de ostracodes e identificadas nesta unidade têm sido registradas também em regiões da América do Norte e Europa, porém com baixas similaridades (Nogueira *et al.* 2019), assim como a fauna de foraminíferos qual é similar às encontradas nas unidades litoestratigráficas da América Central e América do Sul, que segundo Woodring (1966, 1974, 1978) e Petri (1954 e 1957) fazem parte da província paleobiogeográfica caribenha (Ramos *et al.* 2004). Desta forma, a fauna apresenta similaridades àquelas encontradas nas formações da Região do Caribe (Tabela 7 no Apêndice A).

Neste trabalho, 14 espécies foram registradas em estudos prévios na Formação Pirabas (Petri 1957) e apenas cinco delas são endêmicas: *Discorbis paraensis*, *Ammonia mendesi*, *Elphidium sagra* (d'Orbigny) var. *cururuense*, *Nonionella pirabensis*, e *Nonion canecensis*? Segundo Petri (1957) muitas das espécies registradas naquela unidade são endêmicas, este autor identificou 68 espécies de foraminíferos bentônicos, das quais 29 espécies foram também registradas na região caribenha (Figura 20). No presente estudo, 68 espécies também foram identificadas, das quais 18 espécies foram registradas naquela região (Tabela 7 no Apêndice A).

Os espécimes do presente trabalho foram comparados também na literatura às espécies mais recentes tanto de depósitos da região Européia, africana, Malásia, entre outros, assim como provenientes da Bacia de Campos e da Margem Continental Norte Brasileira (Vilela 1995, 1997, 2003). Desta forma, muitas das espécies identificadas aqui nunca foram mencionadas em trabalhos prévios na Formação Pirabas.

Espécies registradas na Bacia do Marajó no Mioceno da região do Cururú (Petri 1954) também foram identificadas na unidade de Pirabas (Petri 1957), assim como foram identificadas neste trabalho (13 espécies – 20%; Tabela 7 no Apêndice A). Com base nisso, infere-se que embora amostras da Bacia do Marajó tenham maior proporção de sedimentos siliciclásticos e

um maior número de espécies (96 espécies) em relação às amostras da Plataforma Bragantina (Formação Pirabas - 68 espécies), compartilham espécies em comum (Tabela 7 no Apêndice A).

Embora haja muitas incertezas quanto à distribuição estratigráfica e interpretação sedimentológica da Bacia do Marajó ao longo da divisa entre a Fossa Vigia-Castanhal e a sua porção mais a leste, esforços recentemente vêm sendo realizados nesta região a fim de mitigar estas problemáticas (Nogueira *et al.* 2021, Moizinho *et al.* 2022), especialmente no que envolve o estudo com foraminíferos bentônicos tanto da Bacia do Marajó quanto da Plataforma Bragantina (Rojas *et al.* 2022).

Rojas *et al.* (2022) identificaram 14 espécies em comum entre as formações Marajó (38 espécies) e Pirabas (35 espécies), ou seja, aproximadamente 50% da diversidade total. Entretanto, a abundância relativa foi maior nas amostras da Formação Pirabas do que na Formação Marajó. Conforme estes resultados de Rojas *et al.* (2022), ambas unidades apresentam aproximadamente a mesma diversidade e mesmas espécies, no entanto, a abundância relativa é aparentemente muito maior na unidade de Pirabas, o que pode estar relacionado à maior produção de material biogênico composto de CaCO₃ nesta unidade e o fato desta ser composta litologicamente por rochas carbonáticas diferente da Formação Marajó.

No presente estudo, 16 espécies em comum foram também registradas em Rojas *et al.* (2022): *Elphidium williamsoni*, *E. excavatum*? *Criboelphidium poeyanum*, *Bolivina tortuosa*, *Bolivina antiqua*, *Cibicides pirabensis*, *Lobulata lobulata*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Uvigerina peregrina*, *Ammonia mendesi*, *A. tepida*, *Cassidulina laevigata*, *Sinphonina pulchra*, *Amphistegina lessonii*, *Quinqueloculina lamarckiana*; e *Q. seminula*. A maioria destas espécies foi previamente registrada em Petri (1954 e 1957). Estas espécies ocorrem amplamente distribuídas mundialmente, ao longo do Neógeno, por exemplo, distribuem-se nas regiões da Europa: Neógeno do Mar Mediterrâneo (Wright *et al.* 1978), Bacia Bajo Segura na Espanha (Corbí 2010), Mioceno Médio, Serravaliano superior, Bacia de Vienna, Eslováquia (Hudáčková & Koubová 2010); Oceania: Mioceno Inferior da Bacia de Waitemata, Auckland, Nova Zelândia (Hayward & Brook 1994); África; e Caribe: Neógeno da Bacia de Limón da Costa Rica (Cassel 1986) e depósitos Neógenos dos países como Colômbia, Venezuela, Jamaica, Porto Rico, entre outros (Figura 20, Tabela 7 no Apêndice A).



Figura 20- Mapa ocorrência das espécies comuns do Furo FPR – 192 e do Caribe.

8 CONCLUSÕES

Baseado na investigação de 27 amostras provenientes do testemunho FPR-192 da Formação Pirabas na Região Norte do Brasil foi constatado uma considerável diversidade de foraminíferos bentônicos. Condições paleoambientais favoráveis permitiram a proliferação destes organismos, onde foram identificadas 68 espécies que contribuíram para as interpretações paleoambientais, paleoecológicas, paleobiogeográficas e bioestratigráficas dessa unidade durante o Neógeno.

Conforme as análises multivariadas, razão P/B e análises de cluster aplicadas nesta área estabeleceu-se seis biofácies (B1, B2, B3, B4, B5 e B6) e três associações (ASI, ASII e ASIII), o que permitiu uma interpretação mais precisa e detalhada dos eventos paleoecológicos locais dos sedimentos marinhos do Oligo-Mioceno na Formação Pirabas. Desta forma, as indicações de variações de aumento e queda do nível do mar permitiram também estabelecer eventos paleoambientais e paleoecológicos ao longo da seção estratigráfica FPR-192. As principais evidências destas variações são confirmadas pela abundância de espécies principais, bem como o macroforaminífero *Amphistegina lessonii*, pela presença de *Ammonia mendesi*, *A. tepida*, Elphidiídeos e cibicidídeos. Isto é também corroborado com os dados obtidos dos índices de diversidade, os quais indicam que a Formação Pirabas apresenta variações do nível do mar de ambientes de zonas transicionais a plataformais (interna, média e externa), além das variações de paleobatimetria conforme a razão P/B entre <20 m a 200 m. Ao plotar os resultados obtidos no diagrama ternário de Murray (2006), verificou-se a concentração de amostras ao longo do eixo hialinos – porcelânicos. Essa relação indica variações ambientais de mares quentes, lagunas hipersalinas a salobras, estuários e plataformas carbonáticas com salinidade normal.

A sucessão de biofácies observada ao longo da seção FPR-192 indicou alterações nas condições ambientais. A maior influência continental, caracterizada especialmente pelas Biofácies B4 e B6, consistiram em espécies principais típicas de ambientes representados pela variação desde marinho marginal salobro próximos a regiões costeiras e presença de lagunas mais profundas. Estas biofácies retornam a cada fase paleoecológica, principalmente no baixo nível do mar e ocorrem intercaladas desde a base até a porção mediana da seção (Figura 15).

Apesar de algumas limitações, como a falta de dados geoquímicos de amostras de sedimentos e de medidas geoquímicas em testas de foraminíferos bentônicos, este estudo apresenta novos *insights* e uma nova releitura em testemunho de sondagem sobre a evolução paleoambiental mais detalhada e completa do Oligo-Mioceno da Formação Pirabas na

Plataforma Bragantina. Dados adicionais provenientes dessas análises poderão contribuir para o refinamento da evolução paleoambiental na área estudada.

A partir dos dados de amplitude temporal das espécies bentônicas, confere-se uma espécie endêmica para a Formação Pirabas restrita ao Mioceno Inferior: *Elphidium sagra* var. *cururuense* e espécies restritas ao Oligo-Mioceno: *Quinqueloculina akneriana*? *Discorbis paraensis*, *Pseudopolymorphina tropicale*, *Bolivina antiqua* e *Textularia laevigata*. No entanto, *E. sagra* var. *cururuense*, *D. paraensis* e *P. tropicale* são endêmicas e por este motivo não são comuns para uso como marcadores bioestratigráficos. Ainda que seja necessário um melhor detalhamento de todas as espécies planctônicas ocorrentes na localidade do presente estudo (Tabela 8 no Apêndice A), o biozoneamento padrão (mundial e local) baseado em foraminíferos planctônicos é admitido e correlacionado. Ademais, macroforaminíferos bentônicos não são representativos na unidade do presente estudo, sendo apenas *Amphistegina lessonii* a única espécie de macroforaminíferos mais abundante e principal.

Com base na distribuição ao longo da sucessão estratigráfica do presente estudo foram estabelecidas 5 zonas de amplitude parcial: 1) Zona *Amphistegina lessonii*; 2) Zona *Heterolepa dutemplei*; 3) Zona *Elphidium crispum*; 4) Zona *Siphonina pulchra*; 5) Zona *Bolivina subcompressa*; e 1 zona de amplitude concorrente denominada de *Buccella peruviana*. Estas zonas foram relacionadas para definir os limites das três ecozonas estabelecidas. As associações, biozoneamentos e biofácies permitiram uma melhor interpretação e delimitação para as três ecozonas:

- a) Ecozona I (*Amphistegina lessonii* - *Heterolepa dutemplei*) – corresponde às associações ASI (biofácies B5 e B6) e ASII (biofácies B3 e B4) qual é dominada por ammonídeos, *Nonion commune* e cibicidídeos podem chegar a porções mais profundas (<200m), típicas de ambiente subóxico de plataforma interna com lagunas hipersalinas a plataforma externa, sendo compostas por rochas *grainstone*, *packstone*, *wackestone* e *rudstone*;
- b) Ecozona II (*Elphidium crispum* - *Siphonina pulchra*) – corresponde às associações ASI (biofácies B6) e ASII dominadas por cibicidídeos, seguido por ammonídeos, *Amphistegina lessonii* e elphidídeos onde apresentam profundidades que limitam entre <50 a 100 m de ambiente marinho normal, óxico a subóxico, com zonas transicionais e lagunas salobras podendo chegar

à plataforma externa, sendo composta por rochas que variam de *grainstone*, *packstone*, *wackestone* e *rudstone*;

- c) Ecozona III (*Bolivina subcompressa* - *Buccella peruviana*) – correspondente às três associações ASI (biofácies B6), ASII (biofácies B3 e B4) e ASIII (biofácies B1 e B2) dominada por *Amphistegina lessonii*, *Hanzawaia boueana*, ammonídeos, textularídeos, miliolídeos e elphidídeos típicos de profundidades mais rasas (<55 m), caracterizado por ambiente de litoral raso constituído por zonas transicionais (pântano baixo, pântano de mangue) e lagunas hipersalinas a plataforma externa, sendo composta por rochas que variam de *grainstone*, *packstone*, *wackestone* e *rudstone*.

As ecozonas demonstraram, portanto, uma rotatividade faunística relacionada a possíveis fatores ecológicos dispostos em seis fases, seis biofácies, e três associações (Figura 18), bem como relacionadas às paleoprodutividades, oscilações do nível do mar, variações de frequência de espécies ou associações de foraminíferos bentônicos e número de indivíduos de foraminíferos planctônicos (P/B). Em direção ao topo da seção, observa-se uma tendência maior ao raseamento e um aumento da oxigenação referentes a estes fatores ecológicos que evidenciaram a presença de um único tipo de ambiente (plataforma interna), com presença abundante de espécies tipicamente de águas muito rasas diferente dos intervalos mais inferiores (Figura 18). Estas ecozonas estão dentro da zona de foraminíferos planctônicos *Trilobatus trilobus* e *Globigerinoides altiapertura* (Aquitaniense-Burdigaliano) seguindo o zoneamento de estudos anteriores na Formação Pirabas.

Com relação à dispersão ou intercâmbio de espécies estabelecidas neste estudo, a Formação Pirabas apresentou também identidade com unidades cronocorrelatas e de sedimentos recentes da região do Caribe e Brasil, onde o número de espécies correlacionáveis variou de 2 – 18 espécies, indicando baixo grau de migração destas. Em torno de 16 espécies são distribuídas mundialmente, compreendendo que a unidade em questão compartilha espécies em comuns em unidades neógenas da Europa, África e Oceania. Por fim, algumas espécies como *Ammonia tepida*, *Lobatula wuellerstorfi*, *Elphidium excavatum*? *Cornuspira involvens*, *Nonionella pulchella*, *Textularia agglutinans* e *Uvigerina pygmaea* não foram mencionadas antes para a unidade de Pirabas provendo assim de novos dados paleobiogeográficos para a mesma.

REFERÊNCIAS

- Abd El-Gaied I. M., Salama Y. F., Saber S. G., Sayed M. M. 2019. Benthic foraminiferal communities of the Eocene platform, north Eastern Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, **151**: 121-135.
- Adams C. G. 1989. Foraminifera as indicators of geological events. *Proceedings of the Geologists' Association*, **100**(3): 297-311.
- Allende A. 2020. *Foraminíferos de la Formación Barranca Final: taxonomía y caracterización paleoecológica*. PhD Theses, Universidad de Buenos Aires, 123p.
- Alve E. 2010. Benthic foraminiferal responses to absence of fresh phytodetritus: a two-year experiment. *Marine Micropaleontology*, **76**(3-4): 67-75.
- Amorim K. B. 2016. Paleoambiente, paleogeografia e isótopos de carbono e oxigênio de depósitos carbonáticos miocenos da Plataforma Bragantina, Nordeste do estado do Pará, Brasil. PhD Theses, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 130p.
- Anderson J. L. 1948. Cretaceous and Tertiary subsurface geology. *Maryland Dept. Geology, Mines and Water Res. Bull.* **2**: 1-113.
- Anton E. M., Munteanu I., Dinu C., Melinte-Dobrinescu M. C. 2019. Litho-and biostratigraphy of the Eocene deposits from Istria Basin northern edge (Western Black Sea). *Geo-Eco-Marina*, **25**: 55-70.
- Araújo T.M.F. 2004. *Estudo da Microfauna de Foraminíferos do Sedimento da Superfície e da subsuperfície da plataforma e do Talude continentais da Região Norte do Estado da Bahia (Salvador à Barra do Itariri)*. PhD Thesis, Universidade Federal da Bahia. 527p.
- Armstrong H.A. & Brasier M.D. 2005. Microfossils, viii+ 296 pp. Malden, Oxford, Carlton: Blackwell Publishing. Price£ 32.99 (paperback). ISBN 0 632 05279 1. *Geological Magazine*, **143**(3): 411-411.
- Ayyad H. M., El-Sharnoby A. A., El-Morsy A. M., Ahmed M. A., El-Deeb A. A. 2018. Quantitative reconstruction of paleoenvironmental conditions in the Gulf of Suez during the Burdigalian-Langhian (early to middle Miocene) using benthic foraminifera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **503**: 51-68.
- Badaró V. C. & Petri S. 2019. Miocene and Plio-Pleistocene foraminiferal assemblages from Seymour Island, Antarctica. *Antarctic Science*, **31**(5): 254-262.
- Bandy O. L. 1954. Distribution of some shallow-water foraminifera in the Gulf of Mexico. *Geological Survey Professional Paper*, (254-F): 1-32.
- Bariato D. H., Kuncoro P., Watanabe K. 2010. The use of foraminifera fossils for reconstructing the Yogyakarta graben, Yogyakarta, Indonesia. *Journal of South East Asian Applied Geology*, **2**(2): 138-143.

Batista D. S., Vilela C. G., Koutsoukos E. A. 2007. Influência dos fatores ambientais na preservação da microfauna de foraminíferos bentônicos no ambiente recifal dos Parrachos de Maracajaú. *RN, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*, **30**(2): 92-103.

Baz S. M. E. 2022. Middle Eocene benthic foraminifera from Qattamiya area, Cairo–Suez district, Egypt: biostratigraphy, paleoecology, and their relation to the Southern and Western Tethyan Provinces. *Arabian Journal of Geosciences*, **15**(8): 749.

Bellier J. P., Mathieu R., Granier B. 2010. *Short treatise on Foraminiferology (Essential on modern and fossil Foraminifera)*. Brest, Book 2010/02 (CG2010_B02), 104 p.

Disponível em: http://paleopolis.rediris.es/cg/BOOKS/CG2010_B02/. Acesso em: ????

Bermudez P. J. 1952. Estudio sistemático de los foraminíferos rotaliformes. *Boletín de Geología, Venezuela*, **2**(4): 230.

Blow W. H. 1969. January. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: First International Conference on Planktonic Microfossils, *Proceedings*[...]. Leiden, Ej Brill. v.1, p.199-422.

Boltovskoy E. 1980. On the benthonic bathyal-zone foraminifera as stratigraphic guide fossils. *Journal of Foraminiferal Research*, **10**(3): 163-172.

Boltovskoy E. & Kahn G. G.de. 1983. Evaluation of benthic monothalamous foraminifers as guide fossils in Cenozoic deep-sea deposits of the South Atlantic. *Micropaleontology*, **29** (3): 298-308.

BouDagher-Fadel M.K. 2018. *Evolution and geological significance of Larger Benthic Foraminifera*. London, University College London Press.

BouDagher-Fadel M. K. 2002. The stratigraphical relationship between planktonic and larger benthic foraminifera in Middle Miocene to Lower Pliocene carbonate facies of Sulawesi, Indonesia. *Micropaleontology*, **48**(2): 153-176.

Brandano M., Cornacchia I., Raffi I., Tomassetti L. 2016. The Oligocene–Miocene stratigraphic evolution of the Majella carbonate platform (Central Apennines, Italy). *Sedimentary Geology*, **333**: 1-14.

Bright J., Cohen A. S., & Starratt S. W. 2018. Distinguishing brackish lacustrine from brackish marine deposits in the stratigraphic record: a case study from the late Miocene and early Pliocene Bouse Formation, Arizona and California, USA. *Earth-Science Reviews*, **185**: 974-1003.

Brodniewicz I. 1972. Pleistocene foraminifers of the area of the lower Vistula river (northern Poland). *Acta Palaeontologica Polonica*, **17**(4):1-136.

Buchbinder B., Siman-Tov R., Grossowicz L., Calvo R., Almogi-Labin A. 2006. Stratigraphic and environmental analysis of the Gad-1 borehole, offshore Israel. *Geological Survey of Israel Confidential Report GSI/1/2006*, Jerusalem, Jan.

Burkett A. M., Rathburn A. E., Pérez M. E., Levin L. A., Martin J. B. 2016. Colonization of over a thousand *Cibicidoides wuellerstorfi* (foraminifera: Schwager, 1866) on artificial substrates in seep and adjacent off-seep locations in dysoxic, deep-sea environments. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **117**: 39-50.

Burroughs W. J. 2007. *Climate change: a multidisciplinary approach*. Cambridge University Press.

Butler B. S. & Gale H. S. 1912. *Alunite, a newly discovered deposit near Marysvale, Utah* (No. 511-514). US Government Printing Office.

Calvo Marcilese M. L. V., Cusminsky G. C., Gomez E. A. 2011. Asociaciones de foraminíferos bentónicos en secciones holocenas del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina): caracterización paleoambiental. *Ameghiniana*, **48**(2): 210-225.

Calvo Marcilese M. L. V. & Langer M. R. 2012. Ontogenetic morphogenesis and biogeographic patterns: resolving taxonomic incongruences within "species" of *Buccella* from South American coastal waters. *Rev. Bras. Paleontol.* **15**(1): 23-32, jan/abr.

Camacho H. H. & Longobucco M. I. 2008. *Los invertebrados fósiles*. Buenos Aires, Fundación de Historia Natural Félix de Azara. v. 1.

Caruso A., Cosentino C., Tranchina L., Brai M. 2011. Response of benthic foraminifera to heavy metal contamination in marine sediments (Sicilian coasts, Mediterranean Sea). *Chemistry and Ecology*, **27**(1): 9-30.

Carvalho Souza I. 2011. *Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados* (3 ed., Vol. 2). Rio de Janeiro: Interciência.

Cassell D. T. 1986. *Neogene Foraminifera of the Limon Basin of Costa Rica*. DOI 10.31390/gradschool_disstheses.4288.

Chapman F. 1907. Tertiary Foraminifera of Victoria, Australia. —The Balcombian Deposits of Port Phillip: Part I. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*, **30**(195), 10-35.

Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* **18**:117-143.

Consorti L., Sabbatino M., Parente M. 2021. Insights on the paleoecology of *Ammonia* (Foraminifera, Rotalioidea) from Miocene carbonates of central and southern Apennines (Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **562**: 110105.

Corbí H. 2010. *Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura (sureste de España): bioestratigrafía y cambios paleoambientales en relación con la Crisis de salinidad del Mediterráneo*. PhD Theses, Universidad de Alicante, 289p.

Corbi H. 2017. The sedimentary record of the Bajo Segura basin (SE Spain) through correspondence analysis: paleoenvironmental implications. *Estudios Geológicos (Madrid)*, **73**(2): 1-15.

Costa K. B., Toledo F. A., Pivel M. A., Moura C. A., Chemale Jr F. 2006. Evaluation of two genera of benthic foraminifera for down-core paleotemperature studies in the western South Atlantic. *Brazilian Journal of Oceanography*, **54**: 75-84.

Станчева М. 1959. Lenticulina и Robulus от кредата и терциера в Североизточна България. *Тр. геол. Б-я, сер. палеонт.*, **1** :115-228.

Cushman J. A. 1919. *Fossil foraminifera from the West Indies*. Carnegie Institution of Washington. v. 291.

Cushman J. A. 1922. *The Foraminifera of the Atlantic Ocean*. Government print. Office. v.104.

Cushman J. A. 1927. An outline of a re-classification of the foraminifera. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, **3**: 1-105.

Cushman J. A. & Ozawa Y. 1930. A monograph of the foraminiferal family polymorphinidae, recent and fossil. *Proceedings of the United States National Museum*. **77**: 1-195.

Cushman J. A. 1931. The Foraminifera of the Atlantic Ocean pt. 8: rotaliidae, amphisteginidae, calcarinidae, cymbaloporetidae, globorotaliidae, anomalinidae, planorbulinidae, rupertiidae, and homotremidae. *Bulletin of the United States National Museum*. DOI: <https://doi.org/10.5479/si.03629236.104.7>.

Cushman J. A. 1948. Cretaceous and tertiary subsurface geology: the stratigraphy, paleontology, and sedimentology of three deep test wells on the Eastern Shore of Maryland. *Journal of Geology*, **57**(6): 620-621.

Georgescu M. D. (ed.). 2014. *Foraminifera: aspects of classification, stratigraphy, ecology and evolution*. Canadá, Nova Science Publishers.(Series: Marine Biology, Earth Sciences in the 21st Century).

Debenay J.-P. 2012. *A guide to 1,000 foraminifera from Southwestern Pacific*: New Caledonia. Paris, IRD Editions.

Debenay J. P. 1988. Recent foraminifera tracers of oceanic water movements in the southwestern lagoon of New Caledonia. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, **65**(1-2): 59-72.

Debenay J. P., Bénéteau E., Zhang J., Stouff V., Geslin E., Redois F., Fernandez-Gonzalez M. 1998. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology*, **34**(3-4): 235-244.

Delgado Sierra D. 2015. *Foraminíferos de las formaciones Jimol y Castilletes (Cuenca de Cocinetas, Alta Guajira)*: taxonomía y significado paleoambiental. PhD Thesis, Universidad EAFIT, Colombia, vii, 114p.

Dev R., Ravindran N.N., Nallusamy B., Mayappan S., Subbiah K., Kunjumon A. 2022. Foraminiferal Distribution Pattern and its Ecological Implications in the Koswari and Van Islands of the Tuticorin Group of Islands. *Indian Journal of Science and Technology* **15**(32): 1569-1576. <https://doi.org/10.17485/IJST/v15i32.609>.

- Disaró S. T. 2014. *Caracterização da plataforma continental da Bacia de Campos (Brasil, SE) fundamentada em foraminíferos bentônicos recentes*. PhD Theses, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 166p.
- Disaró 2022. Biodiversidade Marinha da Bacia Potiguar - Foraminifera.
- Dorreen J. M. 1948. A foraminiferal fauna from the Kaiatan stage (upper Eocene) of New Zealand. *Journal of Paleontology*, 22 (3):281-300, May.
- Duros P., Jacinto R. S., Dennielou B., Schmidt S., Lamas R. M., Gautier E., Gayet N. 2017. Benthic foraminiferal response to sedimentary disturbance in the Capbreton canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). Deep Sea Research Part I: *Oceanographic Research Papers*, **120**: 61-75.
- D'Orbigny A. D. 1839. *Voyage dans l'Amérique Méridionale—Foraminifères*. Paris et Strasbourg, P. Bertrand., v.5 pt. 5.
- D'Orbigny A. D. & de la Sagra R. 1839. *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba*: Ornithologie de l'île de Cuba. 3. Bertrand. v.1.
- D'Orbigny A. 1846. *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne*: découverts par le chevalier Joseph de Hauer. Gide et Comp. [S.l., s.n].
- 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.
- El Hassi M. F. & Muftah A. M. 2024. Recent Benthic Foraminifers from the Coast of Susa Area, North East Libya: Taxonomic Notes and Environmental Implications. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, **40** (1):1-24.
- Fanlo R. F. 2010. *Los microforaminíferos bentónicos desde el Eoceno terminal al Mioceno inicial*: taxonomía, inferencias paleoecológicas y paleoambientales. PhD Thesis, Universidad de Zaragoza.
- Farias C. L. C. de. 2015. *Foraminíferos como ferramenta de estudo na geologia ambiental do estuário do Rio Potengi e da plataforma interna, RN, Brasil*. MS DISSERTATION, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 94p.
- Fenero R., Thomas E., Alegret L., Molina E. 2012. Oligocene benthic foraminifera from the Fuente Caldera section (Spain, western Tethys): taxonomy and paleoenvironmental inferences. *The Journal of Foraminiferal Research*, **42**(4): 286-304.
- Fernandes J.M.G. 1988. Bioestratigrafia da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: SBG, 35º Congr. Bras. Geol., Belém, *Anais*[...], v.6 p.2376-2382.
- Ferreira C. S., Vicalvi M. A., Macedo A. M. 1981. Nota sobre a sequência sedimentar ao Sul do rio Guamá. Evidências do Oligo-Mioceno marinho, através dos resultados preliminares da sondagem feita em Vila Mãe do Rio, ("48"), BR-010, município de Irituia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **53**:208-209.

- Ferreira C. S. 1982. Notas estratigráficas sobre o Cenozóico marinho do Estado do Pará. *In: SBG, 1º Simpósio de Geologia da Amazônia*, Belém, p. 84-88.
- Ferreira C. S., Vicalvi M. A., & Macedo A. M. 1984. Os limites meridionais da Bacia de Pirabas. *In: SBG, 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Anais[...]*, p.326-329.
- Figueiredo J., Zalan P., Soares E., 2007. Bacia da Foz do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras* **15**, 299–309.
- Figuerola S., Marchant SM, M., Giglio S., Ramírez M. 2006. foraminiferos bentonicos del talud continental desde concepcion a las islas guaitecas (36°-44° s), Chile (foraminifera: lagenina, miliolina y robertinina). *Gayana (Concepción)*, **70**(2): 255-279.
- Finger K. L. 1995. *Recognition of middle Miocene foraminifers in highly indurated rocks of the Monterey Formation, coastal Santa Maria province, central California*. US Government Printing Office.
- Fontanier C., Jorissen F. J., Licari L., Alexandre A., Anschutz P., & Carbonel P. 2002). Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitats. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **49**(4): 751-785.
- Frenzel P. 2000. *Die benthischen foraminiferen der rügener schreibkreide*. Unter-Maastricht, NE-Deutschland, CPress. v. 3.
- Freudenthal T. 1969. Stratigraphy of Neogene deposits in the Khania Province, Crete, with special reference to foraminifera of the family Planorbulinidae and the genus Heterostegina (PhD Thesis, Utrecht University).
- Frost S. H. & Langenheim R. L. 1974. *Cenozoic reef biofacies: tertiary larger foraminifera and scleractinian corals from Chiapas, Mexico*.
- Galindo Carmona V. D. & Carmona T. V. 2013. La Diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, **14**: 20-28.
- Gandhi M. S., Rao N. R., Solai A. 2004. *Sources and record of foraminiferal assemblage in 2004 Tsunamigenic Sediments along the Tamil Nadu Coast, India*. [S.l., s.n].
- Gaździcki A. & Majewski W. 2012. Foraminifera from the Eocene La Meseta Formation of Isla Marambio (Seymour Island), Antarctic Peninsula. *Antarctic Science*, **24**(4): 408-416.
- Góes A. M. Rossetti D. de, Rodrigues Nogueira A. C., Toldeo P. M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sér. Ciências da Terra*, **2**: 3-15.
- Grimm K. I. 2002. Foraminiferal zonation of early Oligocene deposits (Selztal Group, Latdorfian, Rupelian) in the Mainz Basin, Germany. *Journal of Micropalaeontology*, **21**(1): 67-74

- Grizelj A., Milošević M., Bakrač K., Galović I., Kurečić T., Hajek-Tadesse V., Matošević M. 2020. Paleoeological and sedimentological characterisation of Middle Miocene sediments from the Hrvatska Kostajnica area (Croatia). *Geologia Croatica*, **73**(3): 153-175.
- Gupta Barun K. Sen. Modern foraminifera. Ed. Barun K. Sen Gupta. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Hada Y. 1931. Report of the biological survey of Mutsu Bay. Notes on the Recent foraminifera from Mutsu Bay. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 4th Ser. (Biol.)*, **6**: 45-148.
- Hallock P. & Glenn C.E. 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of cenozoic carbonate depositional facies. *SEPM Soc. Sediment. Geol.*, **1**: 55-64.
- Hallock P. & Seddighi M. 2021. Why did some larger benthic foraminifers become so large and flat? *Sedimentology*, **69** (1): 1-14.
- Hanagata S. & Nobuhara T. 2015. Illustrated guide to Pliocene foraminifera from Miyakojima, Ryukyu Island Arc, with comments on biostratigraphy. *Palaeontologia Electronica*, **1**(18): 1-140.
- Hansen A. & Knudsen K. L. 1995. Recent foraminiferal distribution in Freemansundet and Early Holocene stratigraphy on Edgeøya, Svalbard. *Polar Research*, **14**(2): 215-238.
- Haunold T. G. 1999. Ecologically controlled distribution of recent Textulariid foraminifera in subtropical, carbonaterich Safaga Bay (Red Sea, Egypt). *Beiträge zur Paläontologie*, **24**: 69-85.
- Hayward B. W. & Buzas M. A. 1979. *Taxonomy and paleoecology of Early Miocene enthic foraminifera of Northern New Zealand and the North Tasman Sea*. Washington. (Smithsonia N Contribution S To Paleobiology, 36).
- Hayward B. W. & Brook F. J. 1994. Foraminiferal paleoecology and initial subsidence of the early Miocene Waitemata Basin, Waiheke Island, Auckland. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, **37**(1): 11-24.
- Hayward B. W. & Grenfell H. R. 1994. Foraminiferal associations around northern Great Barrier Island, New Zealand. *Records of the Auckland Institute and Museum*, **31**: 231-273.
- Hayward B. W. & Hollis C. J. 1994. Brackish foraminifera in New Zealand; a taxonomic and ecologic review. *Micropaleontology*, **40**(3): 185-222.
- Hayward B. W. 1999. Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. *Inst. Geol. Nucl. Sci. Monogr*, **21**: 264.
- Hayward B. W., Grenfell H. R., Carter R., Hayward J. J. 2004. Benthic foraminiferal proxy evidence for the Neogene palaeoceanographic history of the Southwest Pacific, east of New Zealand. *Marine Geology*, **205**(1-4): 147-184.

- Hayward B. W., Grenfell H. R., Sabaa A. T., Daymond-King R. 2007. Biogeography and ecological distribution of shallow-water benthic foraminifera from the Auckland and Campbell Islands, subantarctic Southwest Pacific. *Journal of Micropalaeontology*, **26**(2): 127-143.
- Hayward B. W., Holzmann M., Pawlowski J., Parker J. H., Kaushik T., Toyofuku M. S., Tsuchiya M. 2021. Molecular and morphological taxonomy of living Ammonia and related taxa (Foraminifera) and their biogeography. *Micropaleontology*, **67**(2-3): 109-313.
- Hedley R. H. 1965. *A foraminiferal fauna from the western continental shelf, North Island, New Zealand*. [S.l., s.n], 47p.
- Hoheggen J., Yordanova E., Nakano Y., Tatzreiter F. 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology*, **36**: 109-168.
- Hohenegger J. 1995. Depth estimation by proportions of living larger foraminifera. *Marine Micropaleontology* **26**: 31–47. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0377-8398(95)00044-5)
- Hohenegger J. 2000. Coenoclines of larger foraminifera. *Micropaleontology* **46**: 127–151.
- Hohenegger J. 2004. Depth coenoclines and environmental considerations of western Pacific larger foraminifera. *The Journal of Foraminiferal Research* **34**: 9–33, <https://doi.org/10.2113/0340009>.
- Holbourn A., Henderson A. S., MacLeod N. 2013. *Atlas of Benthic Foraminifera*. Oxford, Wiley-Blackwell, 654 p. <https://doi.org/10.1002/9781118452493>.
- Hottinger L. 1983. Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, **30**: 239-253.
- Hutchison C. L. 2012. *Stratigraphy, micropalaeontology and stable isotope analysis of Tertiary rocks in the North Canterbury region*. <http://dx.doi.org/10.26021/6779>.
- Ied I., Holcova K., Abd-Elshafy E. 2011. Biostratigraphy and paleoecology of the Burdigalian-Serravallian sediments in Wadi Sudr (Gulf of Suez, Egypt): comparison with the Central Paratethys evolution. *Geologica Carpathica*, **62**(3): 233.
- International Commission on Zoological Nomenclature. “Glossary”. International Code of Zoological Nomenclature. Disponível em: <https://code.iczn.org/glossary/?frame=1>. Acessado: 20 março 2024.
- Ilies I. A., Oltean G., Haitonic R. B., Filipescu S., Miclea A., Jipa C. Ȃ. T. Ȃ. L. I. N. 2020. Early middle Miocene paleoenvironmental evolution in southwest Transylvania (Romania): Interpretation based on foraminifera. *Geologica Carpathica*, **71**(5): 444-461.
- Ismail A. A. & Abdelghany O. 1999. Lower Miocene foraminifera from some exposures in the Cairo-Suez district, Eastern Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, **28**(3): 507-526.

- Jesus B., Jauffrais T., Trampe E. C., Goessling J. W., Lekieffre C., Meibom A., Geslin E. 2022. Kleptoplast distribution, photosynthetic efficiency and sequestration mechanisms in intertidal benthic foraminifera. *The ISME Journal*, **16**(3): 822-832.
- Jones R. W. 2013. *Foraminifera and their applications*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kateb A. E., Stalder C., Stainbank S., Fentimen R., Spezzaferri S. 2018. The genus *Amphistegina* (benthic foraminifera): distribution along the southern Tunisian coast. *BioInvasions Records*, **7**(4): 391-398.
- Kenkel Norm C. & Laszlo Orlóci. "Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: some new results." *Ecology* **67** (4): 919-928.
- Koubová I. & Hudáčková N. 2010. Foraminiferal successions in the shallow water Sarmatian sediments from the MZ 93 borehole (Vienna Basin, Slovak part). *Acta Geologica Slovaca*, **2**(1): 47-58.
- Krasheninnikov V. A. 1958. On the structure of the mouth of some representatives of nonionids elphidiids. *Issues in Micropaleontology*, (2): 105-122.
- Kristan-Tollmann E. 1964. Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **10**: 1-182.
- Koubová I., & Hudáčková N. 2010. Foraminiferal successions in the shallow water Sarmatian sediments from the MZ 93 borehole (Vienna Basin, Slovak part). *Acta Geologica Slovaca*, **2**(1): 47-58.
- Kümmerle E. 1963. *Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel*: (Bl. Nr. 4622 Kassel-West). Hessisches Landesamt für Bodenforschung.
- Langlet D., Bouchet V. M., Riso R., Matsui Y., Suga H., Fujiwara Y. Nomaki H. 2020. Foraminiferal ecology and role in nitrogen benthic cycle in the hypoxic southeastern bering sea. *Frontiers in Marine Science*, **7**: 582818.
- Leão C. J. 2011. Interpretações paleoambientais do quaternário da bacia de Santos (Brasil) com base em foraminíferos bentônicos. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, vii, 80p.
- Legendre P. & Legendre L. 2012. *Numerical ecology*. 3. ed. Oxford, Elsevier.
- Lei Y. & Li T. 2016. *Atlas of benthic foraminifera from China seas: the Bohai Sea and the Yellow Sea*. [S.l.], Springer.
- Leite F. 1997. *Palinofloras neógenas da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, área litorânea nordeste do Estado do Pára, Brasil*. MS Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-28092015-153117>.

- Li Q., James N. P., Bone Y., McGowran B. 1996. Foraminiferal biostratigraphy and depositional environments of the mid-Cenozoic Abrakurrie Limestone, Eucla Basin, southern Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*, **43**(4): 437-450.
- Loeblich Jr. A. R. & Tappan H. 1994. *Foraminifera of the Sahul shelf and Timor Sea*. [S.l., s.n.], (Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v. 31).
- Lóránd S. 2015. *Sarmatian foraminiferal assemblages from Southern Transylvanian basin and their significance for the reconstruction of depositional environments*. PhD Theses, Presa Universitară Clujeană. Cluj-Napoca.
- Margreth S., Rueggeberg A., Spezzaferri S. 2009. Benthic foraminifera as bioindicator for cold-water coral reef ecosystems along the Irish margin. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **56**(12): 2216-2234.
- Maury C. J. 1925. Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas cretáceas. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (Monographias)*, **4**: 1- 705.
- Machado A.de J., Andrade E.J, Araújo H. A.B. de. 2006. Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia. *Revista de Geologia*, **19** (2): 147-154.
- Machado A. de J., Araújo T. M. F., Araújo E. A. B. de, Figueiredo S. M. C. 2012. Análise batimétrica e tafonômica da microfauna de foraminíferos da plataforma e talude continentais do município de Conde, Bahia. *Cadernos de Geociências*, **9** (1):157-172, nov.
- Mackensen A. & Hald M. 1988. *Cassidulina teretis* Tappan and *C. laevigata* d'Orbigny; their modern and late Quaternary distribution in northern seas. *The Journal of Foraminiferal Research*, **18**(1): 16-24.
- Makled W. A., Soliman S. I., Langer M. R. 2017. Manual of Neogene foraminifera from off-shore Nile Delta (Egypt) and their biostratigraphic significance. *Marine and Petroleum Geology*, **80**: 450-491.
- Malumián N. & Scarpa R. 2005. Foraminíferos de la Formación Irigoyen, Neogeno, Tierra del Fuego, Argentina: su significado paleobiogeográfico. *Ameghiniana*, **42**(2): 363-376.
- Mancin N., Pirini C., Bicchi E., Ferrero E. & Gigliola V. 2003. Middle Eocene to Middle Miocene planktonic foraminiferal biostratigraphy for internal basins (Monferrato and northern Apennines, Italy). *Micropaleontology* **49** (4): 341—359.
- Maslin M., Vilela C., Mikkelsen N., Grootes P. 2005. Causes of catastrophic sediment failures of the Amazon Fan. *Quaternary Science Reviews*, **24**(20-21): 2180-2193.
- Meriç E., Görmüş M. & Avşar N. 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. *Journal of Asian Earth Sciences*, **30**(2), 353-363.

- Mohammed A. W., Mohammed M., Basardah F. 2017. Taxonomy and distribution of recent benthic foraminifera from Bir Ali Beach, Shabwah Governorate, Arabian Sea, Yemen. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **60**(3): 383-432.
- Molina A., Vikmar Kawka M. G. G., Méndez J., Yanes C. 2008. Estudio geoquímico ambiental de la especie de foraminífero bentónico *Quinqueloculina lamarckiana* presente en sedimentos recientes de la plataforma continental Atlántica Venezolana. In: 11º Congreso Latinoamericano de Geoquímica Orgánica, Isla de Margarita, Venezuela, v.2 p. 1-5.
- Moore R.C. 1964. *Treatise on invertebrate paleontology*. Lawrence, Kansas, University Press of Kansas, v. 2, Part C, Protista 2. xxxi + 900 p.
- Moraes S. S. D. & Machado A. D. J. 2003. Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, **33** (2): 201-210, jun.
- Murray J. W. 1991. *Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera*. [S.l.], Routledge.
- Murray J. W. 2003. An illustrated guide to the benthic foraminifera of the Hebridean shelf, west of Scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontologia Electronica*, **5**(1): 31.
- Murray J. 2006. *Ecology and applications of benthic foraminifera*. 1ª ed. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 426 p.
- Nañez C. 1991. Foraminíferos uniloculares de las Formaciones San Julián y Monte León (Eoceno superior-Mioceno inferior), Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, **28**, 179-195.
- Narayan G. R., Reymond C. E., Stuhr M.do S., Schmidt C., Mann T., Westphal H. 2022. Response of large benthic foraminifera to climate and local changes: Implications for future carbonate production. *Sedimentology*, **69**(1): 121-161.
- Nascimento H.A. 2003. *Análise da fauna de foraminíferos associada aos recifes do Extremo Sul do Estado da Bahia (Corumbau a Nova Viçosa)*. MS Dissertation, Geologia Costeira e Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 145 p.
- Navelie R., Nabila H., Jurnaliah L., Rosana M. 2017. Paleoenvironment and paleoecology based on recent benthic foraminifera in Cikadal Beach, Ciletuh Geopark, West Java, Indonesia. *International Journal of Environmental Science and Development*, **8**(11): 793-798.
- Nogueira A. A. E. & Nogueira A. C. R. 2017. Ostracods biostratigraphy of the Oligocene - Miocene carbonate platform in the Northeastern Amazonia coast and its correlation with the Caribbean region. *Journal of South American Earth Sciences*, **80**: 389-403.
- Nogueira A.A.E., Neita J.S.G., Nogueira A.C.R. 2018. Foraminíferos planctônicos do Oligo-Mioceno da Formação Pirabas (município de Primavera, Pará). *Boletim do Museu de Geociências da Amazônia* **5**: 1-9.

- Nogueira A. A. E., Ramos M. I. F., Hunt G. 2019. Taxonomy of Ostracods from the Pirabas Formation (Upper Oligocene to Lower Miocene), Eastern Amazonia (Pará State, Brazil). *Zootaxa*, **4573**(1): 1-111.
- Nogueira E. A. A., Ramos M. I. F., Puckett T. M. 2011. The Genera Haplocytheridea Stephenson, 1936 and Cytheridea Bosquet, 1852 (Subphylum Crustacea, Class Ostracoda) from the Early Miocene Pirabas Formation, Brazil. *Revue de Micropaleontologia*, **54** (4):215 - 235.
- Nogueira A. C. R., Amorim K. B., Goes A. M., Truckenbrodt W., Petri S., Nogueira A. A. E., Cracraft J. 2021. Upper Oligocene-Miocene deposits of Eastern Amazonia: Implications for the collapse of Neogene carbonate platforms along the coast of northern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **563**: 110178.
- Nouradini M., Ashouri A. R., Yazdi M., Rahiminejad A. H. 2019. Palaeoecology and distribution of upper Oligocene–lower Miocene foraminifera in the Qom Formation, the Bagher-Abad section, NE Isfahan, Central Iran. *Carbonates and Evaporites*, **34**: 563-579
- Olányi Odébodé M. 1982. Miocene foraminiferal paleoecology of the basin of Vence, southeast France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **39**(3-4): 313-329.
- Ordiales A., Martínez-García B., Mendicoa J. 2017. Distribución y ecología de las asociaciones de foraminíferos bentónicos recientes del estuario de Oriñón (E de Cantabria, N de la península Ibérica). *Geogaceta*, **61**: 131-134.
- Papp A. & Schmid M. E. 1985. The Fossil foraminifera of the Tertiary basin of Vienna. Die fossilen foraminiferen des Tertiären Beckens von Wien. *Abh. Geologisch. Bundesanst*, **37**, 1-311.
- Parker W. K. & Jones T. R. 1865. VI. On some foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, (155): 325-441.
- Pawlowski J., Holzmann M., Tyszka J. 2013. New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology*, **100**: 1-10. doi:10.1016/j.marmicro.2013.04.002.
- Peryt D. 2013. Foraminiferal record of the Middle Miocene climate transition prior to the Badenian salinity crisis in the Polish Carpathian Foredeep Basin (Central Paratethys). *Geological Quarterly*, **57** (1): 141 - 164. <https://doi.org/10.7306/gq.1080>.
- Petri S. 1952. Ocorrências de Foraminíferos Fósseis no Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP*, **134**(7): 21-42.
- Petri S. 1954. Foraminíferos fósseis da Bacia do Marajó. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, São Paulo*, (176): 1-171.
- Petri S. 1957. Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP*, **16**: 1-79.

- Petró Monticelli S. 2018. *Introdução ao estudo dos foraminíferos*. Porto Alegre, IGEO/UFRGS.
- Pettit L. R., Smart C. W., Hart M. B., Milazzo M., Hall-Spencer J. M. 2015. Seaweed fails to prevent ocean acidification impact on foraminifera along a shallow-water CO₂ gradient. *Ecology and Evolution*, 5(9): 1784-1793.
- Pires H. A. 2021. *Evolução ambiental da plataforma continental adjacente ao Delta do Rio São Francisco, utilizando a microfauna de foraminíferos*. MS Dissertation, UNiverisidade Federal da Bahia, Salvador. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/34055>. Acesso em: ????
- Poignant A., Mathieu R., Levy A. & Cahuzac B. 2000. *Haynesina germanica* (Ehrenberg), *Elphidium excavatum* (Terquem) ls et *Porosononion granosum* (d'Orbigny), espèces margino-littorales de foraminifères d'Aquitaine centrale (SO France) au Miocène Moyen (Langhien). Le problème d'*Elphidium lidoense* Cushman. *Revue de Micropaléontologie*, 43(3): 393-405.
- Pompeu M. C. 2022. *Foraminíferos bentônicos recentes da plataforma continental amazônica associado ao Grande Sistema Recifal da Amazônia (GARS)*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 140 p.
- Poore R. Z. & Stone S. M. 1981. *Biostratigraphy and paleoecology of the upper Miocene (Messinian) and lower Pliocene (?) Cerro de Almendral section, Almeria Basin, southern Spain* (No. 774-F).
- Popescu G. 1999. Lower and Middle Miocene agglutinated foraminifera from the Carpathian area. *Acta Palaeontol. Romaniae*, 2: 407-425.
- Popescu G. & Crihan I. M. 2004. Contributions to the knowledge of the Miocene foraminifera from Romania: superfamily Nodosariacea (fam. Nodosariidae and Vaginulinidae). *Acta Paleontologica Romaniae*, 4: 385-402.
- Popescu G. & Crihan I. M. 2005. Middle Miocene foraminifera from Romania: order Buliminida, part I. *Acta Palaeontol. Rom*, 5: 379-96.
- Pozaryska K. 1977. Upper Eocene foraminifera of East Poland and their palaeogeographical meaning. *Acta Palaeontologica Polonica*, 22(1): 3-66.
- Požaryska K. & Voigt E. 1985. Bryozoans as substratum of fossil fistulose Foraminifera (Fam. Polymorphinidae). *Lethaia*, 18(2): 155-165.
- Prazeres M., Roberts T.E., Ramadhani S.F. 2021. Diversity and flexibility of algal symbiont community in globally distributed larger benthic foraminifera of the genus *Amphistegina*. *BMC Microbiol* 21: 243. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02299-8>.
- Quilty P. G. 1982. Tasmanian Tertiary Foraminiferida. Part 3. Discorbacea (Eponididae) to Nonionacea. In *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania*, 116: 5-52).
- Quilty P. G. 2001. Late Eocene foraminifers and palaeoenvironment, Cascade Seamount, southwest Pacific Ocean: implications for seamount subsidence and Australia Antarctica Eocene correlation. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48(5): 633-641.

- Rahiminejad A. H., Yazdi M., Ashouri A. R. 2016. Foraminiferal paleoecology of an upper Cenozoic synorogenic conglomeratic succession in the Zagros basin, Iran. *Carbonates and Evaporites*, **31**: 25 - 38. <https://doi.org/10.1007/s13146-015-0237-6>.
- Ramos M.I.F., Távora V.A., Pinheiro M.P. & Baia N.B. 2004. Microfósseis. In: Rossetti F.R. & Góes A.M (eds.). *O neógeno da Amazônia Oriental*, Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p 93–107. (Coleção Friedrich Katzer).
- Ranju R., Joydas T. V., Damodaran R. 2022. Unilocular calcareous benthic foraminifera from the deep-sea sediments of the Bay of Bengal. *Regional Studies in Marine Science*, **55**: e102558.
- Ranju R., Menon N. N., Menon N. R. 2019. Observations on some symbiont bearing Foraminifera from the shelf and slope sediments of Eastern Arabian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of India*, **60**: 53-58.
- Redois F. & Debenay J. P. 1999. Recent benthic foraminifers on the continental shelf south of Dakar (Senegal). *Oceanologica Acta*, **2**(22): 215-232.
- Roslim A., Briguglio A., Kocsis L., Coric S., Gebhardt H. 2019. Large rotaliid foraminifera as biostratigraphic and palaeoenvironmental indicators in northwest Borneo: An example from a late Miocene section in Brunei Darussalam. *Journal of Asian Earth Sciences*, **170**: 20 - 28. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.10.019>.
- Rögl F. & Spezzaferri S. 2002. Foraminiferal paleoecology and biostratigraphy of the Mühlbach section (Gaiendorf Formation, lower Badenian), Lower Austria. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A für Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Anthropologie und Prähistorie*, **104A**: 23-75, May.
- Rojas L. E. G., Nogueira A. A. E., Soares J. L., Nogueira A. C. R., Júnior M. I. 2022. Biostratigraphy and paleoenvironment correlation based on benthic foraminifera from the cenozoic Marajó and Pirabas formations, Eastern Amazon Coast, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **120**: e 104035.
- Rossetti D. F. 2001. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, with the context of sea level changes. *Journal of South American Earth Science*, **14** (1):77 – 89.
- Rossetti D. F. & Góes A. M. 2004. *O Neógeno da Amazônia oriental*. Belém, Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Friedrich Katzer).
- Rossetti D. F., Bezerra F. H., Dominguez J. M. 2013. Late Oligocene - Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. *Earth - Science Reviews* **123**: 87 - 112.
- Sangkuriang J. 2012. Depositional Environment of the Batuasih Formation on the Basis of Foraminifera Content: A Case Study in Sukabumi Region, West Java Province, Indonesia. *Lingkungan Pengendapan Formasi Batuasih Berdasarkan Kandungan Foraminifera: Studi Kasus Daerah Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, Indonesia*. *Indonesian Journal of Geology*, **7**(1): 101-112.

- Santos M.E.M. 1972. Paleogeografia do Quaternário superior na plataforma continental norte brasileira. In: SBG, 26º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. *Anais[...]*, Belém, v. 2, p.267–288.
- Ségalen L., Renard M., Lee-Thorp J. A., Emmanuel L., Le Callonnec L., De Rafelis M., Melice J. L. 2006. Neogene climate change and emergence of C4 grasses in the Namib, southwestern Africa, as reflected in ratite 13C and 18O. *Earth and Planetary Science Letters*, **244**(3-4): 725-734.
- Scarpa R. & Malumián N. 2008. Foraminíferos del Oligoceno inferior de los Andes Fueguinos, Argentina: su significado tectónico-ambiental. *Ameghiniana*, **45**(2): 361-376.
- Schönfeld J. 1997. The impact of the Mediterranean Outflow Water (MOW) on benthic foraminiferal assemblages and surface sediments at the southern Portuguese continental margin. *Marine Micropaleontology*, **29**(3-4): 211-236.
- Schönfeld J. 2002a. Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). *Marine Micropaleontology*, **44**(3-4): 141-162.
- Schönfeld J. 2002b. A new benthic foraminiferal proxy for near-bottom current velocities in the Gulf of Cadiz, northeastern Atlantic Ocean: Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, **49**(10): 1853–1875, doi: 10.1016/S0967-0637(02)00088-2.
- Schönfeld J. & Altenbach A. V. 2005. Late Glacial to Recent distribution pattern of deep-water *Uvigerina* species in the north-eastern Atlantic. *Marine Micropaleontology*, **57**(1-2): 1-24.
- Schultze M. 1854. *Über den Organismus der Polythalamien (Foraminiferen) nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im allgemeinen*. [S.l.], W. Engelmann.
- Schwager C. 1866. *Fossile foraminiferen von Kar Nikobar*. [S.l.], KK Hof-und Staatsdruckerei.
- Shareef N. F., Mahdi M. M., Mohamed A. H. 2023. Combined Ostracoda and Foraminiferal Biozonation with Environment of Fatha Formation (Middle Miocene) in Different Oilfields, Southern Iraq. *The Iraqi Geological Journal*, **56** (1D): 188-211.
- Spezzaferri S., Rüggeberg A., Stalder C. 2015. *Atlas of benthic foraminifera from cold-water coral reefs*. [S.l.], Cushman Foundation for Foraminiferal Research.
- Silva W. G., Zeffass G. S., Souza P. A., Helenes J. 2015. Biochronostratigraphy and paleoenvironment analysis of Neogene deposits from the Pelotas Basin (well 2-TG-96-RS), Southernmost Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **87**: 1565-1582.
- Silva B. C. 2016. *Palinologia da Formação Pirabas, nos municípios de Primavera e Salinópolis, Nordeste do Estado do Pará, Brasil*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 54 p.
- Silva S.S.F. 2004. *Caracterização da fauna de foraminíferos presentes no sedimento superficial do fundo da plataforma continental da costa atlântica de Salvador*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 82p.

- Smith A. J. & Gallagher S. J. 2003. The Recent foraminifera and facies of the Bass Canyon: a temperate submarine canyon in Gippsland, Australia. *Journal of Micropalaeontology*, **22**(1): 63-83.
- Soares E. F., Zalán P. V., Figueiredo J. J. P., Trosdorf Jr I. 2007. Bacia do Pará-Maranhão. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2): 321-330.
- Soares Junior A. V., Hasui Y., Costa J. B., Machado F. B. 2011. Evolução do rifteamento e paleogeografia da margem Atlântica Equatorial do Brasil: Triássico ao Holoceno. *UNESP, Geociências*, **30**(4): 669 - 692.
- Sousa S. H.de M. e, Fairchild T. R., Tibana P. 2003. Cenozoic biostratigraphy of larger foraminifera from the Foz do Amazonas Basin, Brazil. *Micropaleontology*, **49**(3), 253-266.
- Spezzaferri S. 1994. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and taxonomy of the Oligocene and lower Miocene in the oceanic record. An overview. *Palaeontographia Italica*. tavv. 1-19, Pisa Maggio, **81**: 1-87.
- Spezzaferri S., Rüggeberg A., Stalder C., Margreth S. 2014. Benthic foraminiferal assemblages from cold-water coral ecosystems. *Atlas of benthic foraminifera from cold-water coral reefs-Special Publication/Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, **44**: 20-48.
- Székely S. F. & Filipescu S. 2015. Taxonomic record of the Oligocene benthic foraminifera from the Vima Formation (Transylvanian Basin, Romania). *Acta Palaeontologica Romaniaae*, **11**(1): 25-62.
- Tappan H. & Loeblich Jr A. R. 1988. Foraminiferal evolution, diversification, and extinction. *Journal of Paleontology*, **62**(5): 695-714, Sep.
- Távora Araújo V. & Fernandes Garrafielo J. M. 1999. Estudio de los foraminiferos de la Formación Pirabas (Mioceno Inferior), Estado de Pará, Brasil y su correlación con faunas del Caribe. *Revista Geológica de America Central*, **22**: 63 - 74.
- Terquem O. 1875. *Essai sur le classement des animaux qui vivent sur le plage et dans les environs de Dunkerque (premier fascicule)*. Paris.
- Titelboim D., Almogi-Labin A., Herut B., Kucera M., Askenazi-Polivoda S., Abramovich S. 2019. Thermal tolerance and range expansion of invasive foraminifera under climate changes, *Sci. Rep.-UK*, **9**: 1–5.
- Usera J., Molina E., Montoya P., Robles F., Santisteban C. 2000. Límites entre Sistemas y Pisos en la provincia de Alicante. *Itinerarios Geológicos por la Provincia de Alicante y limítrofes*, 43-58.
- Van Hengstum P. J. & Scott D. B. 2011. Ecology of foraminifera and habitat variability in an underwater cave: distinguishing anchialine versus submarine cave environments. *The Journal of Foraminiferal Research*, **41**(3): 201-229.

Van Marle L. J. 1988. Bathymetric distribution of benthic foraminifera on the Australian-Irian Jaya continental margin, eastern Indonesia. *Marine Micropaleontology*, **13** (2): 97 - 152. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(88\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0377-8398(88)90001-1).

Vardar E. 2018. *Deep sea benthic foraminiferal diversity and abundance changes across cretaceous-paleogene boundary beds in the Haymana basin (Ankara, Turkey): paleoenvironmental implications*. PhD Thesis, Middle East Technical University,

Vernyhorova Y. V., Holcová K., Doláková N., Reichenbacher B., Scheiner F., Ackerman L., Utescher T. 2023. The Miocene Climatic Optimum at the interface of epicontinental sea and large continent: A case study from the Middle Miocene of the Eastern Paratethys. *Marine Micropaleontology*, **181**: e102231.

Vilela C.G. 1993. *Sistematica e ecologia dos foraminíferos bentônicos do Quaternário do delta do rio Amazonas, Brasil*. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 217p.

Vilela C. G. 1995. Ecology of Quaternary benthic foraminiferal assemblages on the Amazon shelf, northern Brazil. *Geo-Marine Letters*, **15**(3):199-203.

Vilel C. G. & Maslin M. 1997. Benthic and planktonic foraminifers, and stable isotopic analysis of mass-flow sediments in the Amazon fan1. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **155**: 335-351.

Vilela C. G. 2003. Taphonomy of benthic foraminiferal test of the Amazon shelf. *Journal of Foraminiferal Research*, **33**(2): 132-143.

Vilela C.G. 2008. *As ocorrências microfossilíferas da Margem Equatorial brasileira: Foraminíferos, Ostracodes e Palinomorfos*. Disponível em: http://www.piatamoceano.uff.br/piatamoceano/downloads/sinteses/sintese_geo_02.pdf

Vilela C. G. 2013. Oscilação do nível do mar durante o cenozoico na margem continental norte brasileira: evidências micropaleontológicas. In: 23º Congresso Brasileiro de Paleontologia, Gramado. *Paleontologia em Destaque: anais*, p. 163-164.

Villanueva-Guimerans P. & Canudo I. 2008. Assemblages of recent benthic foraminifera from the northeastern Gulf of Cádiz. *Geogaceta*, **44**: 139-142.

Vlček T., Hudáčková N., Jamrich M., Halásová E., Franců J., Nováková P. Kováč M. 2020. Hydrocarbon potential of the Oligocene and Miocene sediments from the Modrany-1 and Modrany-2 wells (Danube Basin, Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, **12**(1): 43-55

Wanderley M. D. 2010. Técnicas de preparação de microfósseis. In: Carvalho I. de S. *Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados*. Rio de Janeiro, Interciência, p. 65-80.

Wilson B. 2007. Benthonic foraminiferal paleoecology of the Brasso Formation (*Globorotalia fohsi lobata* and *Globorotalia fohsi robusta* [N11–N12] zones), Trinidad, West Indies: A transect through an oxygen minimum zone. *Journal of South American Earth Sciences*, **23**(1): 91-98.

Woodring W. P. 1966. The Panama land bridge as a sea barrier. *Proceedings of the American Philosophical Society*, **110**(6): 425-433.

Woodring W. P. 1974. The Miocene Caribbean Faunal Province and its subprovinces. *Verh. Naturforsch. Ges. Basel*, **84**(1): 209--213.

Woodring W. P. 1978. Distribution of tertiary marine molluscan faunas in Southern Central America and Northern South America. *Instituto de Geología, Boletín*, Universidad Nacional Autónoma de México, **101**: 153 – 165.

APÊNDICE A – Resultados obtidos no testemunho estudado.

Tabela 5- Espécies e número de indivíduos por amostras no Furo FPR – 192.

(continua)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR-192													
	AM01a	AM02A	AM03	AM03A	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM12	AM13	AM14
<i>Ammonia mendesi</i>	227	0	14	7	0	95	0	30	30	123	43	72	0	1
<i>Ammonia tepida</i>	0	8	21	6	27	148	4	24	47	122	129	562	26	0
<i>Amphistegina lessoni</i>	3823	25	43	785	0	37	0	141	57	119	118	0	0	10
<i>Biasterigerina planorbis</i>	9	12	9	19	2	5	2	0	15	43	5	27	5	3
<i>Bolivina bierigi</i>	2	8	0	0	14	0	6	3	0	15	23	3	1	0
<i>Bolivina antiqua</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Bolivina cacozela</i>	0	0	15	0	3	3	2	6	0	41	53	2	5	0
<i>Bolivina subcompressa</i>	0	0	5	0	0	0	2	0	0	11	12	0	0	0
<i>Bolivina advena</i>	0	0	4	0	0	0	3	0	0	3	4	0	0	0
<i>Bolivina striatula</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>Bolivina tortuosa</i>	0	1	4	0	2	0	0	0	0	4	9	0	4	0
<i>Cassidulina laevigata</i>	0	9	15	2	2	70	5	27	0	95	3	0	19	4
<i>Buccella inculta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Buccella peruviana</i>	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina pulchra</i>	3	0	0	0	0	5	0	0	0	11	21	0	0	2
<i>Discorbis paraensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i>	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides vortex</i>	0	0	30	5	30	1029	22	31	0	471	0	437	21	0
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>	0	0	4	0	11	209	23	112	301	332	68	261	54	16
<i>Cornuspira involvens</i>	0	3	0	0	4	12	0	7	0	43	22	6	0	0
<i>Spirillina vivipara</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20	10	12	0	0
<i>Elphidium excavatum?</i>	0	0	8	6	8	0	4	0	19	0	0	49	0	0
<i>Elphidium williamsoni</i>	0	0	0	0	0	0	7	86	3	178	76	209	0	0

(Conclusão)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR-192													
	AM01a	AM02A	AM03	AM03A	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM12	AM13	AM14
<i>Oolina globosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
<i>Porosononion granosum</i>	0	0	24	0	15	116	0	0	7	4	0	78	0	0
<i>Pseudopolymorphina novangliae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	5	0	0
<i>Pyrgo bulloides</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo inornata</i>	1	1	0	0	0	15	0	0	13	10	2	4	0	0
<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina akneriana</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina fusiformis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculia seminulum</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	2	6	7	0	0	1
<i>Triloculina scapha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0
<i>Rosalina aff. bradyi</i>	59	0	2	0	0	0	5	0	55	12	14	19	0	0
<i>Pileolina patelliformis</i>	0	7	0	0	1	24	0	0	0	0	45	0	0	0
<i>Rosalina globularis</i>	195	0	0	103	9	157	0	0	0	0	0	8	0	0
<i>Planorbulinella larvata</i>	11	0	0	255	0	0	0	0	0	0	0	2	30	10
<i>Spiroloculina sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	7	2	63	0	0	0	0
<i>Textularia agglutinans</i>	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia nussdorfensis</i>	0	34	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Textularia laevigata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Textularia pala</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvigerina peregrina</i>	0	17	0	1	6	25	6	4	5	9	13	16	2	0
<i>Uvigerina pygmaea</i>	0	8	0	0	2	14	0	1	0	5	3	0	0	0
Total por amostra	4787	334	319	1275	199	2718	132	862	830	2003	998	2634	191	49

(Continuação)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR-192												
	AM15	AM16	AM17	AM18	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AM27
<i>Ammonia mendesi</i>	0	1	13	0	0	15	15	0	37	0	18	133	177
<i>Ammonia tepida</i>	5	3	15	132	96	0	2	60	28	54	13	264	250
<i>Amphistegina lessoni</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	96	117
<i>Biasterigerina planorbis</i>	0	0	3	0	21	2	0	0	0	0	0	0	8
<i>Bolivina bierigi</i>	0	0	2	0	3	0	0	6	1	2	0	0	9
<i>Bolivina antiqua</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	29	33
<i>Bolivina cacozela</i>	0	0	4	0	4	0	0	55	2	1	0	48	11
<i>Bolivina subcompressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina advena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina striatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	14	0
<i>Bolivina tortuosa</i>	0	0	0	0	5	0	0	10	0	2	0	14	8
<i>Cassidulina laevigata</i>	4	0	0	7	3	0	1	0	0	0	6	77	206
<i>Buccella inculta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Buccella peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis paraensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides vortex</i>	18	0	0	0	36	3	0	0	0	6	14	366	282
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>	17	10	0	30	20	5	1	127	0	0	72	421	292
<i>Cornuspira involvens</i>	0	0	0	9	4	0	0	4	0	0	0	10	5
<i>Spirillina vivipara</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Elphidium excavatum?</i>	3	1	0	58	0	0	0	95	48	15	3	0	0
<i>Elphidium williamsoni</i>	0	0	0	69	2	13	2	0	0	0	0	0	162

(Conclusão)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR-192												
	AM15	AM16	AM17	AM18	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AM27
<i>Oolina globosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
<i>Porosononion granosum</i>	0	0	19	9	21	0	0	16	0	0	0	59	35
<i>Pseudopolymorphina novangliae</i>	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Pyrgo bulloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgo inornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0
<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Quinqueloculina akneriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculia seminulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	3	1	2
<i>Triloculina scapha</i>	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1
<i>Rosalina aff. bradyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8
<i>Pileolina patelliformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	21	9
<i>Rosalina globularis</i>	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planorbulinella larvata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Spiroloculina sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Textularia agglutinans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia nussdorfensis</i>	0	0	0	0	8	0	0	72	0	0	0	3	1
<i>Textularia laevigata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Textularia pala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvigerina peregrina</i>	0	0	2	0	3	0	0	3	0	1	0	28	23
<i>Uvigerina pygmaea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	14
Total por amostra	58	27	155	493	407	51	21	844	174	115	148	1994	2030

Tabela 6- Abundância relativa de cada espécie por amostra no Furo FPR – 192.

(continua)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR - 192													
	AM01a	AM02A	AM03	AM03A	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM12	AM13	AM14
<i>Ammonia mendesi</i>	4.7	0	4.4	0.5	0	3.5	0	3.5	3.6	6.1	4.3	2.7	0	2.0
<i>Ammonia tepida</i>	0	2.4	6.6	0.5	13.6	5.4	3.0	2.8	5.7	6.1	12.9	21.3	13.6	0
<i>Amphistegina lessoni</i>	79.9	7.5	13.5	61.6	0	1.4	0	16.4	6.9	5.9	11.8	0	0	20.4
<i>Biasterigerina planorbis</i>	0.2	3.6	2.8	1.5	1.0	0.2	1.5	0	1.8	2.1	0.5	1.0	2.6	6.1
<i>Bolivina bierigi</i>	0.04	2.4	0	0	7.0	0	4.5	0.3	0	0.7	2.3	0.1	0.5	0
<i>Bolivina antiqua</i>	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
<i>Bolivina cacozela</i>	0	0	4.7	0	1.5	0.1	1.5	0.7	0	2.0	5.3	0.1	2.6	0
<i>Bolivina subcompressa</i>	0	0	1.6	0	0	0	1.5	0	0	0.5	1.2	0	0	0
<i>Bolivina advena</i>	0	0	1.3	0	0	0	2.3	0	0	0.1	0.4	0	0	0
<i>Bolivina striatula</i>	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0
<i>Bolivina tortuosa</i>	0	0.3	1.3	0	1.0	0	0	0	0	0.2	0.9	0	2.1	0
<i>Cassidulina laevigata</i>	0	2.7	4.7	0.2	1.0	2.6	3.8	3.1	0	4.7	0.3	0	9.9	8.2
<i>Buccella inculta</i>	0	0	0.0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
<i>Buccella peruviana</i>	0	3.3	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina pulchra</i>	0.1	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.5	2.1	0	0	4.1
<i>Discorbis paraensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i>	0	0	8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides vortex</i>	0	0	9.4	0.4	15.1	37.9	16.7	3.6	0	23.5	0	16.6	11.0	0
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>	0	0	1.3	0	5.5	7.7	17.4	13.0	36.3	16.6	6.8	9.9	28.3	32.7
<i>Cornuspira involvens</i>	0	0.9	0	0	2.0	0.4	0	0.8	0	2.1	2.2	0.2	0	0
<i>Spirillina vivipara</i>	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	1.0	1.0	0.5	0	0
<i>Elphidium excavatum?</i>	0	0	2.5	0.5	4.0	0	3.0	0	2.3	0	0	1.9	0	0
<i>Elphidium williamsoni</i>	0	0	0	0	0	0	5.3	10.0	0.4	8.9	7.6	7.9	0	0

(continuação)

[illegible]

(Continuação)

ESPÉCIE	AMOSTRAS FPR - 192												
	AM15	AM16	AM17	AM18	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AM27
<i>Ammonia mendesi</i>	0	3.7	8.4	0	0	29.4	71.4	0	21.3	0	12.2	6.7	8.7
<i>Ammonia tepida</i>	8.6	11.1	9.7	26.8	23.6	0	9.5	7.1	16.1	47.0	8.8	13.2	12.3
<i>Amphistegina lessoni</i>	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	2.7	4.8	5.8
<i>Biasterigerina planorbis</i>	0	0	1.9	0	5.2	3.9	0	0	0	0	0	0	0.4
<i>Bolivina bierigi</i>	0	0	1.3	0	0.7	0	0	0.7	0.6	1.7	0	0	0.4
<i>Bolivina antiqua</i>	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	1.5	1.6
<i>Bolivina cacozela</i>	0	0	2.6	0	1.0	0	0	6.5	1.1	0.9	0	2.4	0.5
<i>Bolivina subcompressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina advena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina striatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0.7	0.0
<i>Bolivina tortuosa</i>	0	0	0	0	1.2	0	0	1.2	0	1.7	0	0.7	0.4
<i>Cassidulina laevigata</i>	6.9	0	0	1.4	0.7	0	4.8	0	0	0	4.1	3.9	10.1
<i>Buccella inculta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0
<i>Buccella peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphonina pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Discorbis paraensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides refulgens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cibicides vortex</i>	31.0	0	0	0	8.8	5.9	0	0	0	5.2	9.5	18.4	13.9
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>	29.3	37.0	0	6.1	4.9	9.8	4.8	15.0	0	0	48.6	21.1	14.4
<i>Cornuspira involvens</i>	0	0	0	1.8	1.0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0.2
<i>Spirillina vivipara</i>	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Elphidium excavatum?</i>	5.2	3.7	0	11.8	0	0	0	11.3	27.6	13.0	2.0	0	0
<i>Elphidium williamsoni</i>	0	0	0	14.0	0.5	25.5	9.5	0	0	0	0	0	8.0

(Conclusão)

[illegible]

Tabela 7- Distribuição paleobiogeográfica em relação às espécies encontradas no testemunho FPR – 192 e o Caribe – Brasil.

(continua)

Foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas	CARIBE														
	Colombia			Venezuela			Trinidad			Jamaica		Cuba			
	Las Perdices	Tubara	Jimol e Castillete	Araguatiano	Luciano	Ojo de Água	Navarro	Los Atajos	Springvale	Bowdem	Buff Bay	Guines	Cojímar	Canímar	El Abra
<i>A. tepida</i>		X	X												
<i>Amphistegina lessonii</i>	X	X	X			X			X				X		
<i>Bolivina tortuosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
<i>Bolivina striatula</i>															
<i>Criboelphidium poeyanum</i>		X	X		X					X					
<i>Cassidulina laevigata</i>	X	X	X	X	X	X			X			X	X	X	X
<i>Cibicides regulgens</i>															
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>															
<i>Elphidium excavatum</i>			X												
<i>Cornuspira involvens</i>															
<i>Discorbis paraensis</i>															
<i>Elphidium advenum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
<i>Elphidium sagra</i> var. <i>cururuense</i>					X						X	X			X
<i>Lobatula lobatula</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Nonionella pulchella</i>			X												
<i>Nonion canecensis</i>															
<i>Nonionella pirabensis</i>															
<i>Pyrgo inornata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>															
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X
<i>Q. seminulum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
<i>Siphonina pulchra</i>		X								X	X				
<i>Textularia agglutinans</i>															
<i>Uvigerina pygmaea</i>													X		
Total espécies	10	12	14	9	10	9	7	7	10	5	9	9	4	7	9

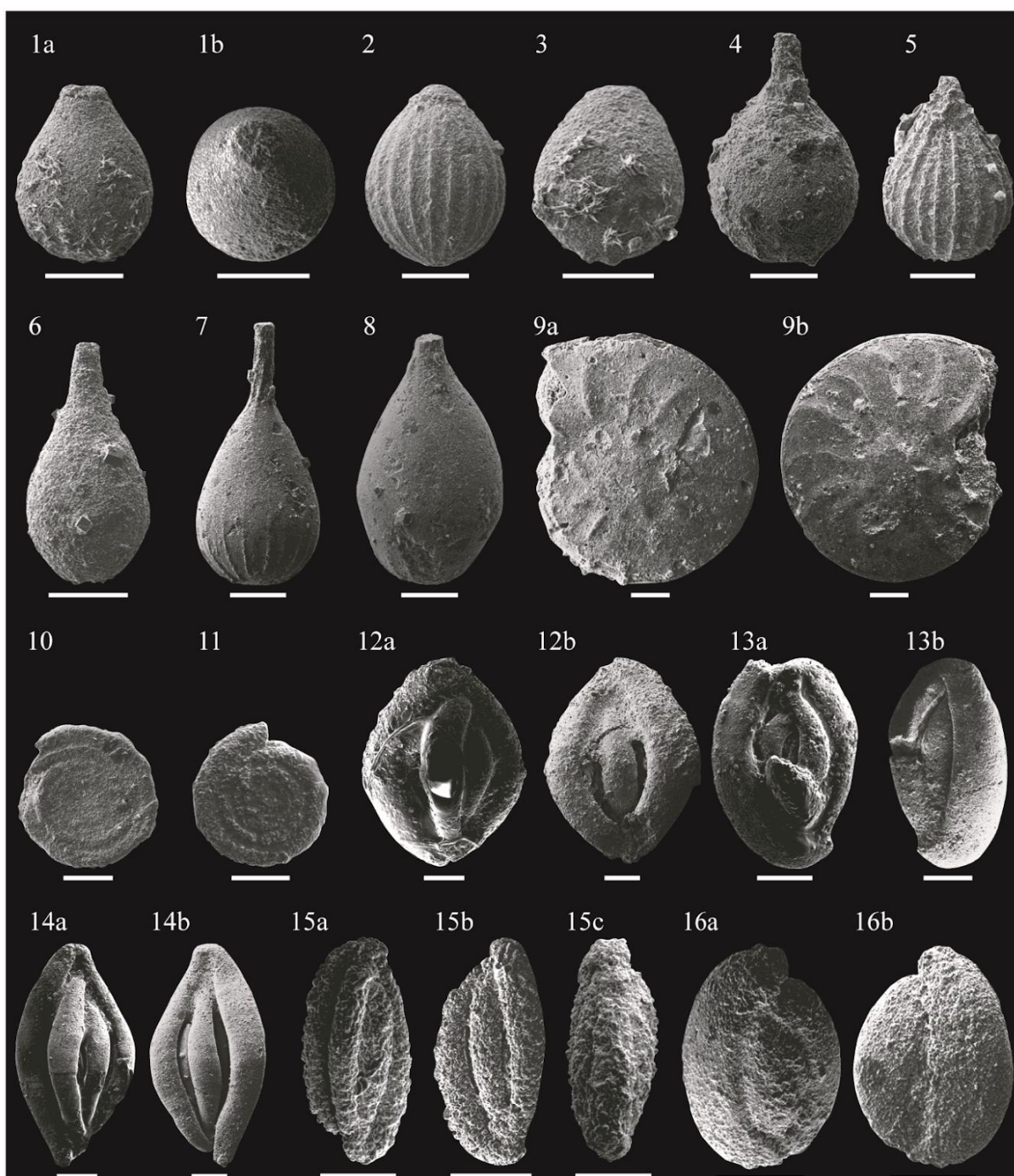
(Conclusão)

Foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas	CARIBE						BRASIL						
	Pôrto Rico		Haiti	São Domingo			Bacia do Marajó (Poço Cururú),	Petri 1957	Rojas <i>et al.</i> , 2022	Sedimentos recentes			
	Quebradillas	Los Puertos	Port - au - Prince	Cereado	Gurabo	Mao				Vilela, 1995	Vilela & Maslin, 1997	Vilela, 2003	Pompeu, 2022
<i>Ammonia mendesi</i>							X	X	X				
<i>A. tepida</i>									X				
<i>Amphistegina lessonii</i>	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Bolivina antiqua</i>									X				
<i>Bolivina tortuosa</i>	X	X	X			X	X	X	X			X	X
<i>Bolivina striatula</i>							X						
<i>Cibicides poeyanum</i>	X	X					X	X	X				X
<i>Cassidulina laevigata</i>	X		X	X		X	X	X	X		X		X
<i>Cibicides regulgens</i>										X	X	X	X
<i>Cibicides pirabensis</i>									X				
<i>Lobatula wuellerstorfi</i>									X		X		
<i>Elphidium williamsoni</i>									X				
<i>Elphidium excavatum?</i>									X				
<i>Cornuspira involvens</i>													X
<i>Discorbis paraensis</i>								X					
<i>Elphidium advenum</i>	X	X	X	X	X	X	X						
<i>Elphidium sagra</i> var. <i>cururuense</i>	X	X					X	X					
<i>Lobatula lobatula</i>			X				X	X	X				
<i>Nonionella pulchella</i>													
<i>Nonion canecensis</i>								X					
<i>Nonionella pirabensis</i>								X					
<i>Pyrgo inornata</i>			X	X	X	X	X						
<i>Pseudopolymorphina tropicale</i>								X					
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Q. seminulum</i>	X	X	X				X	X	X				
<i>Siphonina pulchra</i>			X				X	X	X			X	X
<i>Textularia agglutinans</i>													X
<i>Uvigerina peregrina</i>									X				
<i>Uvigerina pygmaea</i>													
Total espécies	10	9	10	6	3	6	14	14	16	4	5	6	9

Tabela 8- Relação foraminíferos bentônicos - planctônicos do furo FPR-192.

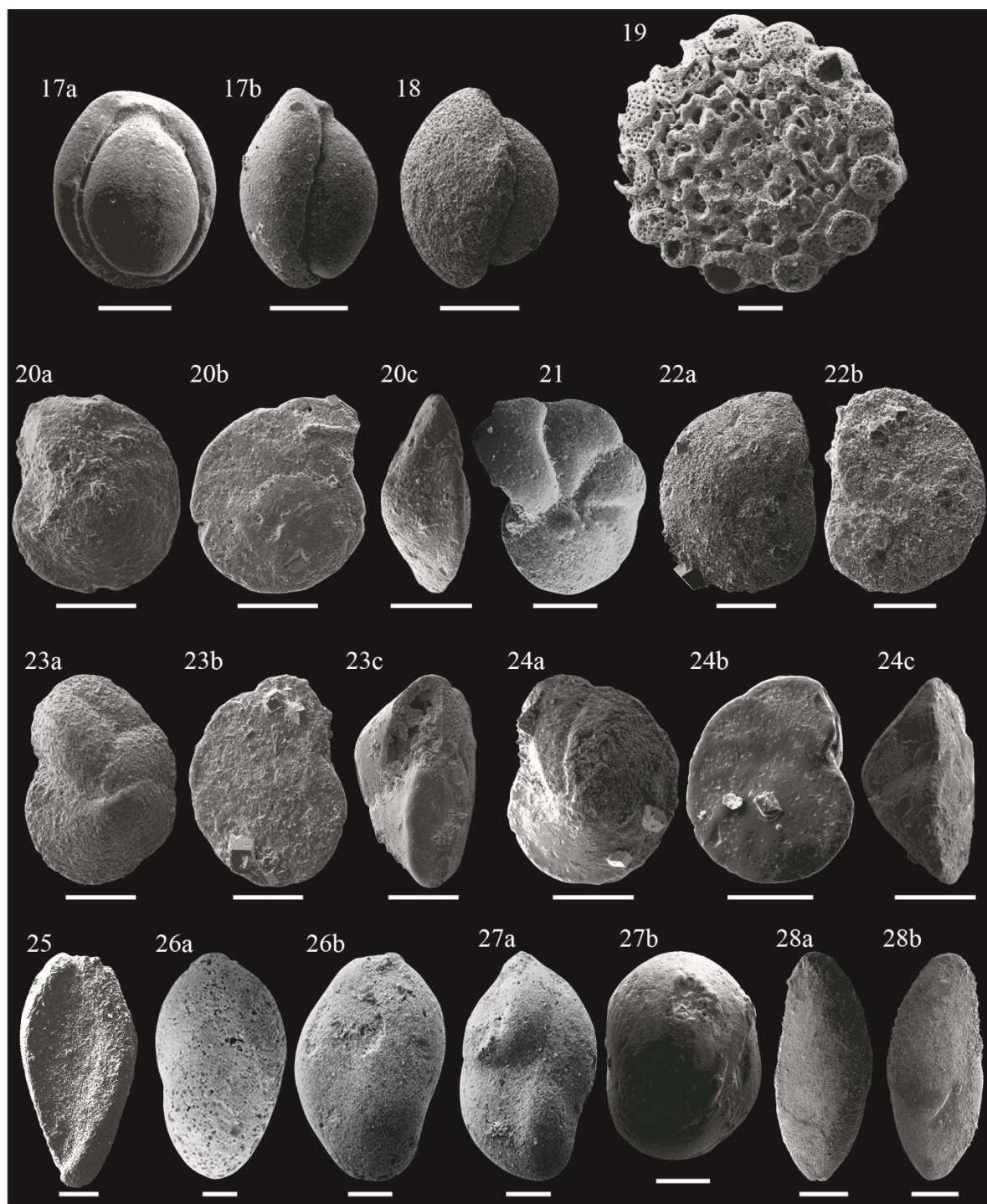
AMOSTRAS	FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS	FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS	TOTAL DE FORAMINÍFEROS	RAZÃO P/B	B	P
AM01a	13	4787	4800	0,271	99,729	0,271
AM02A	119	334	453	26,269	73,731	26,269
AM03	21	314	335	6,269	93,731	6,269
AM04	2	199	201	0,995	99,005	0,995
AM05	2278	2718	4996	45,596	54,404	45,596
AM06	0	130	130	0,000	100,000	0,000
AM07	153	862	1015	15,074	84,926	15,074
AM08	271	830	1101	24,614	75,386	24,614
AM09	381	1992	2373	16,056	83,944	16,056
AM10	105	991	1096	9,580	90,420	9,580
AM12	2011	2634	4645	43,294	56,706	43,294
AM13	61	191	252	24,206	75,794	24,206
AM14	0	49	49	0,000	100,000	0,000
AM15	0	58	58	0,000	100,000	0,000
AM16	10	27	37	27,027	72,973	27,027
AM17	92	155	247	37,247	62,753	37,247
AM18	93	493	586	15,870	84,130	15,870
AM19	306	407	713	42,917	57,083	42,917
AM20	2	51	53	3,774	96,226	3,774
AM21	4	21	25	16,000	84,000	16,000
AM22	138	851	989	13,953	86,047	13,953
AM23	14	174	188	7,447	92,553	7,447
AM24	5	115	120	4,167	95,833	4,167
AM25	24	148	172	13,953	86,047	13,953
AM26	372	2014	2386	15,591	84,409	15,591
AM27	225	2071	2296	9,800	90,200	9,800

APÊNDICE B - Estampas
ESTAMPA 1



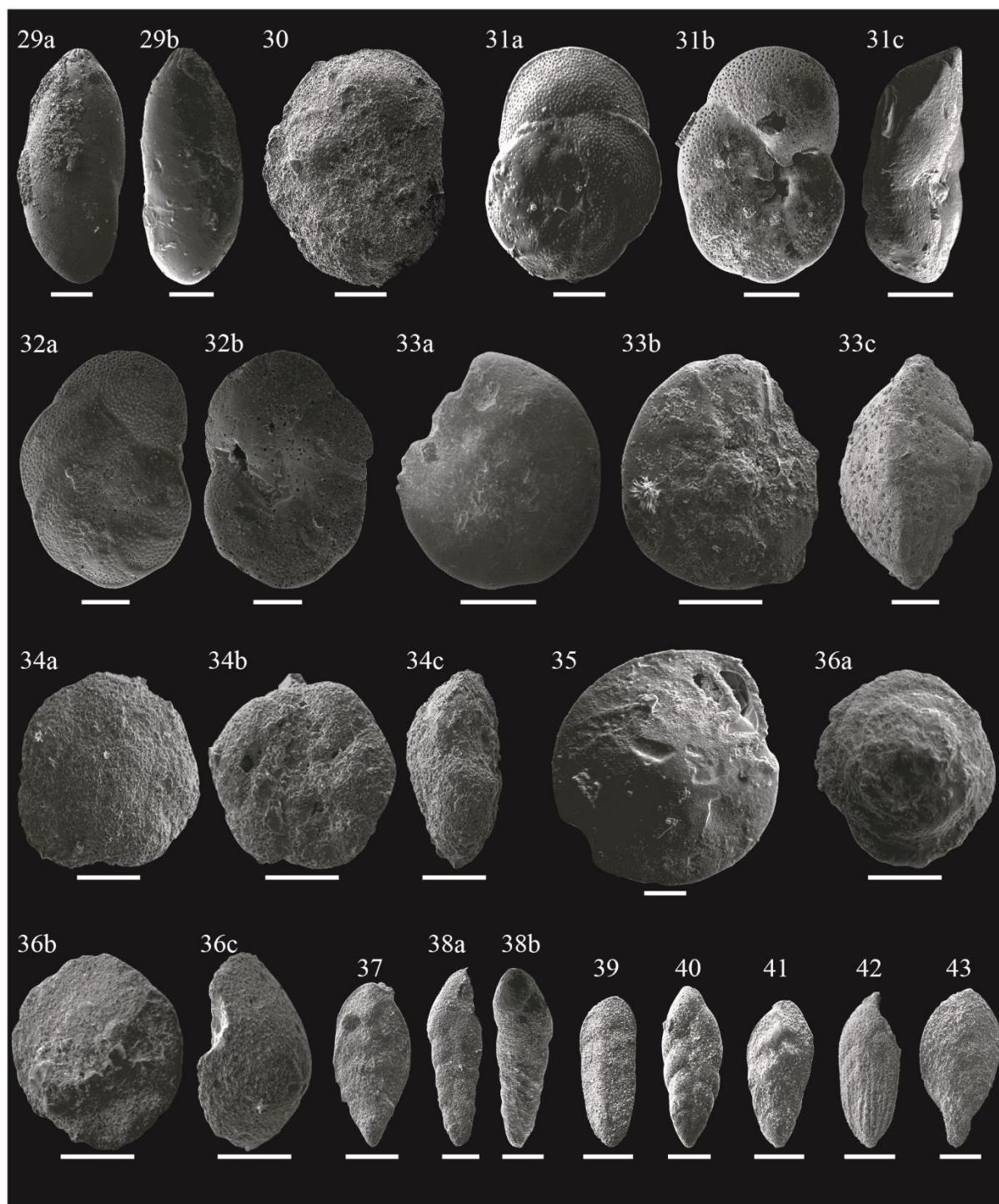
FIGURAS 1 – 16. **Fig. 1.** *Oolina sp.2*, **1a** vista lateral, **1b.** Abertura; **Fig.2.** *Oolina boreais*, Vista lateral; **Fig.3.** *Oolina globosa*, Vista lateral; **Fig. 4.** *Lagena hispídula*, Vista lateral; **Fig.5.** *Lagena sulcata*, Vista lateral; **Fig. 6.** *Lagena tenuis*, Vista lateral; **Fig. 7.** *Lagena treptoina*, Vista lateral; **Fig. 8.** *Lagena cyrillion*, Vista lateral; **Fig. 9** *Lenticulina clypeiformis*, **9 a – b.** Vista lateral; **Fig. 10.** *Cornuspira involvens*, Vista lateral; **Fig. 11.** *Spirillina vivipara*, Vista lateral; **Fig. 12.** *Quinqueloculina lamarckiana?* **12a.** Vista de quatro câmaras, **12b.** Vista de três câmaras; **Fig. 13.** *Quinqueloculina akneriana?* **13a.** Vista de quatro câmaras, **13b.** Vista de três câmaras; **Fig. 14.** *Quinqueloculina fusiformis*, **14a.** Vista de quatro câmaras, **14b.** Vista de três câmaras; **Fig. 15.** *Quinqueloculina seminulum*, **15a.** Vista de quatro câmaras, **15b.** Vista de três câmaras; **Fig. 16 a – b.** *Triloculina scapha*, **16a.** Vista de quatro câmaras, **16b.** Vista de três câmaras, **16c.** Vista lateral.

ESTAMPA 2



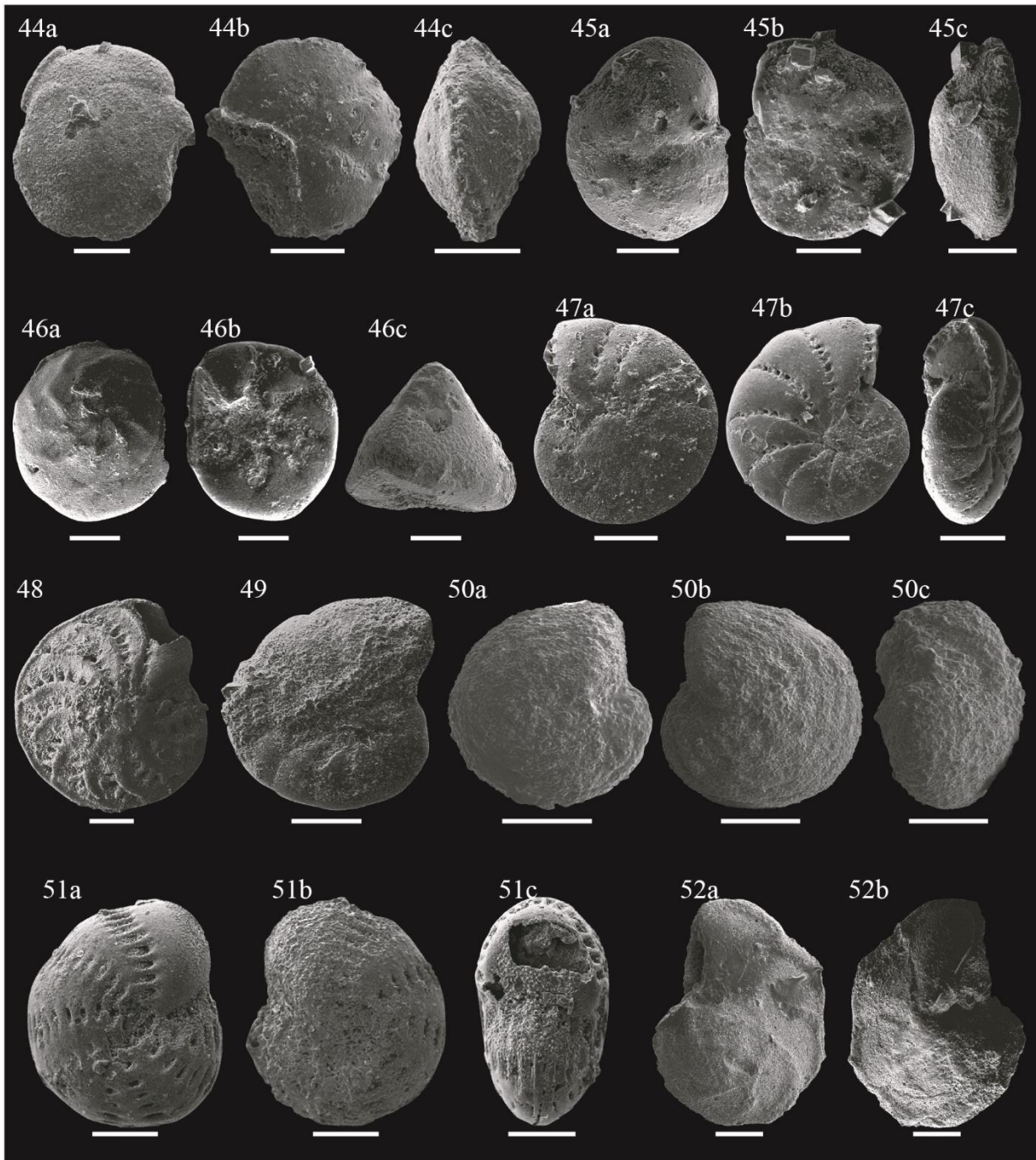
FIGURAS 17 – 28. Fig. 17 *Pyrgo inornata* 17 a. vista ventral, 17 b. Vista lateral; Fig.18. *Pyrgo bulloides?* vista lateral; Fig.19. *Planorbulinella larvata*, vista ventral; Fig. 20. *Heterolepa dutemplei*, 20 a. vista dorsal, 20 b. vista ventral, 20 c. vista lateral; Fig.21. *Lobatula lobatula*, vista dorsal; Fig. 22. *Lobatula wuellerstorfi*, 22 a. vista dorsal, 22 b. vista ventral; Fig. 23. *Cibicides refulgens*, 23 a. vista dorsal, 23 b. vista ventral, 23 c. vista lateral; Fig.24. *Cibicides vortex*, 24 a. vista dorsal, 24 b. vista ventral, 24 c. vista lateral; Fig. 25. *Spiroloculina* sp., vista ventral; Fig. 26. *Globulina rotundata*, 26 a, vista ventral, 26 b. Vista dorsal; Fig. 27. *Guttulina communis*, 27 a. vista ventral, 27 b. Vista apertural; Fig. 28. *Pseudopolymorphina novangliae*; 28 a. vista ventral, 28b. Vista dorsal;

ESTAMPA 3



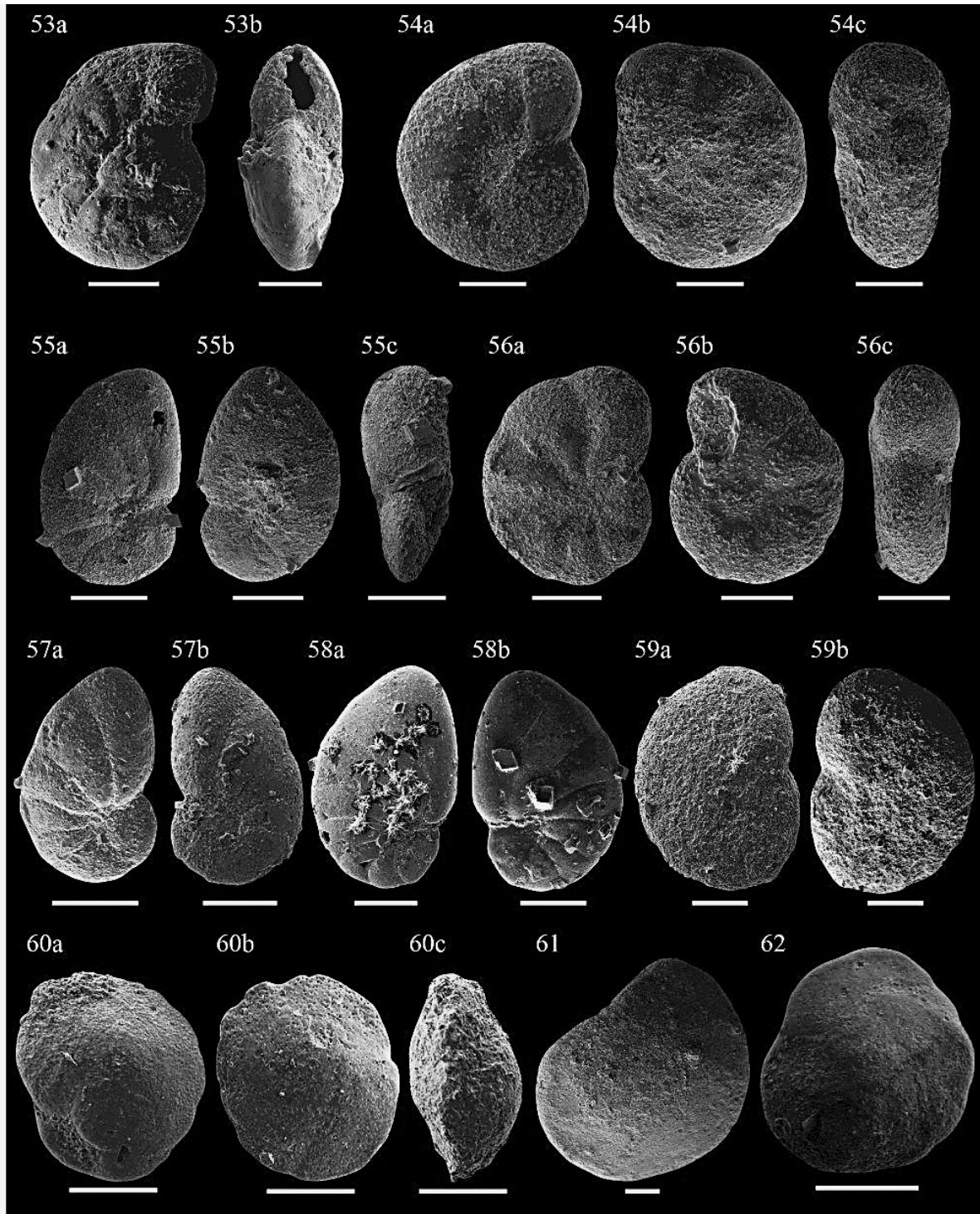
FIGURAS 29 – 43. **Fig.29** *Pseudopolymorphina tropicale* **29 a.** Vista ventral, **29 b.** Vista dorsal; **Fig. 30.** *Discorbis paraensis*, vista dorsal; **Fig.31.** *Rosalina globularis*, **31 a.** vista dorsal, **31 b.** vista ventral, **31 c.** vista lateral; **Fig.32.** *Rosalina* aff. *bradyi*, **32 a.** vista dorsal, **32 b.** vista ventral, **32 c.** vista lateral; **Fig. 33.** *Ammonia mendesi*, **33 a.** vista dorsal, **33 b.** vista ventral, **33 c.** Vista lateral; **Fig. 34.** *Ammonia tepida*. **34 a.** vista dorsal, **34 b.** vista ventral, **34 c.** Vista lateral; **Fig. 35** *Amphistegina lessonii*, vista ventral; **Fig. 36.** *Biasterigerina planorbis*, **36 a.** vista dorsal, **36 b.** vista ventral, **36 c.** vista lateral; **Fig. 37** *Bolivina bierigi*, vista lateral; **Fig. 38** *Bolivina antiqua*, **38 a.** vista ventral, **38 c.** vista dorsal; **Fig. 39.** *Bolivina cacozele*, vista lateral; **Fig. 40.** *Bolivina subcompressa*, vista lateral; **Fig. 41.** *Bolivina advena*, vista lateral; **Fig. 42.** *Bolivina striatula*, vista lateral; **Fig. 43.** *Sigmavirgulina tortuosa*, vista lateral

ESTAMPA 4



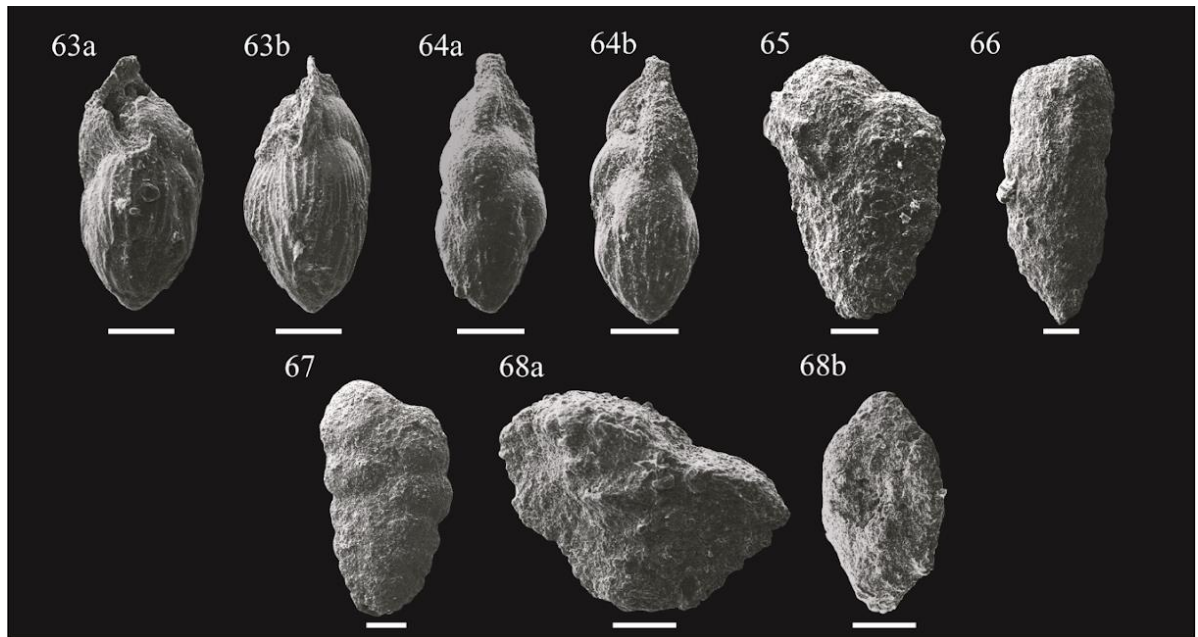
FIGURAS 44 – 52. **Fig. 44.** *Siphionina pulchra*, **44 a.** vista dorsal, **44 b.** vista ventral, **44 c.** vista lateral; **Fig. 45.** *Hanzawaia boueana*, **45 a.** vista dorsal, **45 b.** vista ventral, **45 c.** vista lateral; **Fig. 46.** *Pileolina patelliformis*, **46 a.** vista dorsal, **46 b.** vista ventral, **46 c.** vista lateral **Fig. 47.** *Elphidium advena*, **47 a.** vista dorsal, **47 b.** vista ventral, **47 c.** vista lateral; **Fig. 48.** *Elphidium crispum*, vista ventral; **Fig. 49.** *Elphidium excavatum?* vista ventral; **Fig. 50.** *Elphidium sagra* var. *cururuense*, **50 a.** vista dorsal, **50 b.** vista ventral, **50 c.** vista latera; **Fig. 51.** *Elphidium williamsoni*, **51 a.** vista dorsal, **51 b.** vista ventral, **51 c.** vista lateral; **Fig. 52.** *Eponides boueanus*, **52 a.** vista ventral, **52 b.** vista dorsal.

ESTAMPA 5



FIGURAS 53 – 62. Fig. 53 a – b. *Nonion biporus*, 53 a. vista ventral, 53 b. vista lateral; Fig. 54 a – b. *Criboelphidium poeyanum*, 54 a. vista dorsal, 54 b. vista ventral, 54 c. vista lateral; Fig. 55 a – b. *Nonion commune*, 55 a. vista dorsal, 55 b. vista ventral, 55 c. vista lateral; Fig. 56. *Porosonion granosum*, 56 a. vista dorsal, 56 b. vista ventral, 56 c. vista lateral; Fig. 57. *Nonionella pirabensis*, 57 a. vista dorsal, 57 b. vista ventral; Fig. 58. *Nonionella pulchella*, 58 a. vista dorsal, 58 b. vista ventral; Fig. 59. *Nonion canecensis*?, 59 a. vista dorsal, 59 b. vista ventral; Fig. 60. *Cassidulina laevigata*, 60 a. vista dorsal, 60 b. vista ventral, 60 c. vista lateral; Fig. 61. *Buccella inculta*, vista dorsal; Fig. 62. *Buccella peruviana*, vista dorsal.

ESTAMPA 6



FIGURAS 63 – 68. **Fig.63.** *Uvigerina peregrina*, **63 a – b.** vista lateral; **Fig.64.** *Uvigerina pygmaea*, **64 a – b,** vista lateral; **Fig. 65.** *Textularia agglutinans*, vista lateral; **Fig. 66.** *Textularia* aff. *nussdorfensis*, vista lateral; **Fig. 67.** *Textularia laevigata*, vista lateral; **Fig.68.** *Textularia pala* **68 a.** vista lateral, **68 b.** vista abertural.



Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA
PUBLICAÇÃO DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. Tipo de documento: () TCC³ () TCCE⁴ (X) Dissertação () Tese () Artigo Científico () Livro () Capítulo de Livro () Trabalho Apresentado em evento

2. Informações sobre a obra:

Autor: **Mônica Andrea Benavides Pérez**

RG: **F289884-5** CPF: **105.949.421-36** E-mail: **mbenavidesperez13@gmail.com**

Telefone: (57) **3227664097** Curso/Programa: **Pos-Graduação em Geologia e Geoquímica**

Orientador: **Prof.^a Dr.^a Anna Andressa Evangelista Nogueira** Coorientador: _____

Título do documento: **Foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas (Oligoceno - Mioceno), Plataforma Bragantina, Nordeste do Estado do Pará, Brasil.**

Data da defesa: **20/junho/2022** Área do Conhecimento: **Geologia**

Agência de Fomento (se houver): **CAPES**

3. Informação de disponibilização do documento:

Restrição para publicação: () Total () Parcial (X) Sem restrição

Justificativa de restrição total*: _____

Em caso de restrição parcial, especifique os capítulos restritos: _____

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: **28 / junho / 2024**

4. Permissões⁵

Permite o uso comercial da obra? () Sim (X) Não / Permitir modificações na obra? () Sim (X) Não

O documento está sujeito a patentes? () Sim (X) Não

5. T&D defendidas fora da instituição

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? (X) Sim () Não

Belém, 28/junho/2024

Local e Data

Mônica Benavides

Assinatura do autor

³ Trabalho de Conclusão de Curso

⁴ Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização

⁵ Creative Commons Internacional 4.0



Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Autor: Mônica Andrea Benavides Pérez

CPF: 105.949.421-36

Matrícula: 000202001770023

Telefone (+57) 3227664097

e-mail: mбенавидесперез13@gmail.com

Curso/Programa: POS-GRADUACAO EM GEOLOGIA E GEOQUIMICA

Orientador: Prof.ª Dr.ª Anna Andressa Evangelista Nogueira

Coorientador: _____

Data da Defesa: 20/junho/2022

Título/Subtítulo: Foraminíferos bentônicos da Formação Pirabas (Oligoceno - Mioceno), Plataforma Bragantina, do Estado do Pará, Brasil.

Nordeste

Tipo do documento: () TCC¹ () TCCE² (X) Dissertação () Tese () Artigo Científico

() Livro () Capítulo de livro () Outro: _____

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional *Creative Commons 4.0*;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritos de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Mônica Benavides

Autor

Belém, 28/junho/2024

Local e Data

¹ Trabalho de Conclusão de Curso

² Trabalho de Conclusão de Especialização