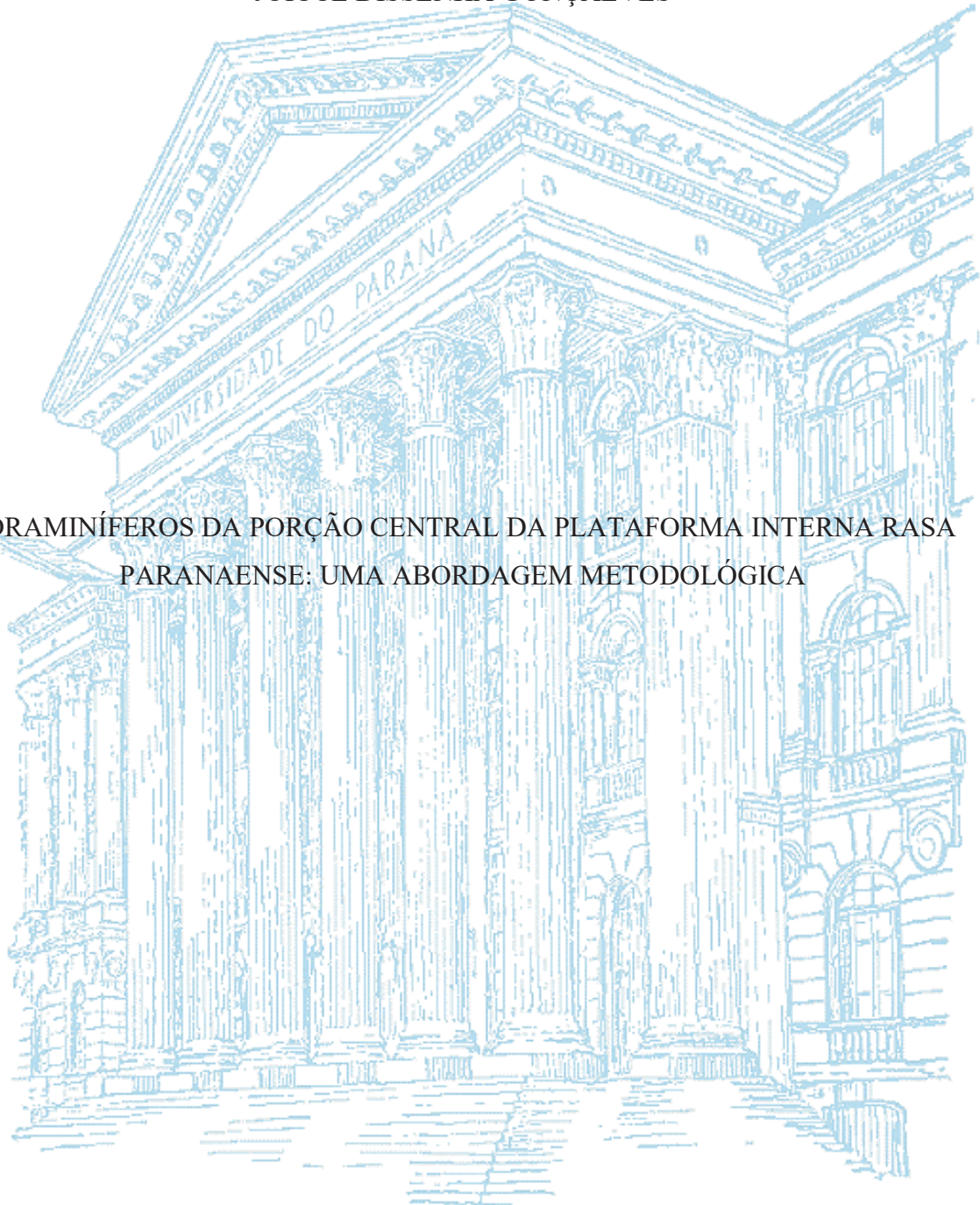


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOICCE DISSENHA GONÇALVES

FORAMINÍFEROS DA PORÇÃO CENTRAL DA PLATAFORMA INTERNA RASA  
PARANAENSE: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA



CURITIBA  
2019

JOICCE DISSENHA GONÇALVES

FORAMINÍFEROS DA PORÇÃO CENTRAL DA PLATAFORMA INTERNA RASA  
PARANAENSE: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Geologia  
Ambiental, no curso de Pós-Graduação em  
Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade  
Federal do Paraná,

**Orientador:** Prof. Dr. Rodolfo José Angulo

**Co-orientadora:** Dra. Sibelle Trevisan Disaró

CURITIBA  
2019

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Gonçalves, Joice Dissenha

Foraminíferos da porção central da plataforma interna rasa paranaense: uma abordagem metodológica / Joice Dissenha Gonçalves. – Curitiba, 2019.

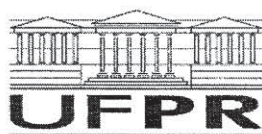
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geologia.

Orientador: Rodolfo José Angulo

Coorientador: Sibelle Trevisan Disaró

1. Plataforma continental - Paraná. 2. Foraminíferos (Paleontologia). 3. Sedimentos (Geologia). I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Geologia. III. Angulo, Rodolfo José. IV. Disaró, Sibelle Trevisan. V. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOLOGIA -  
40001016028P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JOICCE DISSENHA GONÇALVES** intitulada: **FORAMINÍFEROS DA PORÇÃO CENTRAL DA PLATAFORMA INTERNA RASA PARANAENSE: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Abril de 2019.

RODOLFO JOSÉ ANGULO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

CARLA VAN DER HAAGEN CUSTODIO BONETTI

Avaliador Externo (UFSC)

MARIA VIRGINIA ALVES MARTINS

Avaliador Externo (UA)



*Para um amor inexplicável que cresce dentro  
de mim cada dia mais... Pra você minha  
Princesinha...*

## AGRADECIMENTOS

*Não tenho como agradecer alguém antes do meu 'tio'padrinho'paizão' Dilceu Dissenha, por todo suporte, sempre e sempre... proporcionando-me seguir, e realizar meus sonhos ... Por todo seu amor e preocupação (não só em palavras), mas em cada atitude de proteção e cuidado, queria poder retribuir tudo isso, caso não seja capaz, saiba que por ti e pela mãe tento ser uma pessoa melhor a cada dia e que vcs são meu porto seguro.*

*No mesmo nível de gratidão, agradeço minha mãe Eva Dissenha, por todo ensinamento, dedicação, orações, por estar sempre ao meu lado independente das minhas escolhas, por ter sido minha companheira de viagem, de congresso, e dividir comigo minhas alegrias e conquistas. Acho que daqui pra frente vou entender um pouquinho mais o sentido de 'amor de mãe é indescritível, incalculável, inabalável'... Obrigada mãezinha... Que eu possa sempre seguir seu exemplo...*

*Agradeço também ao meu pai Volmir Gonçalves, por cada conversa, por seu abraço sincero e por ser sempre um bom amigo nas horas difíceis.*

*Agradeço as minhas irmãs Greicci Dissenha Gonçalves e Giozze Dissenha Gonçalves, por estarem sempre presentes quando precisei de um conselho ou de um puxão de orelha, por serem tão lindas e rebeldes, me fazendo sempre aprender com nossas diferenças. "Só os loucos sabem..." Amo vocês.*

*A minha XuXu preferida =^.= Jaqueline Rosa Augusto, pela amizade sincera e verdadeira que transpassa distância, problemas, diferenças, vidas passadas...por ser esta luz que está sempre brilhando...me guiando e iluminando meu caminho...pra tudo o que vivemos, compartilhamos e ainda vamos viver a única palavra que se encaixa é INEFÁVEL!*

*Aos demais membros da minha família e parentes, que sempre torceram, oraram e acreditaram em mim, por entenderem o motivo da minha ausência e silêncio muitas vezes... ao Felipe Dias por sempre manter contato mesmo não sendo recíproco, desculpa pela indiferença as vezes Fê.*

*A Luciana C.C. Santa Rosa, por ter sido uma amiga tão especial, minha psicóloga de plantão, minha parceira de yoga e academia, de almoço, de shopping, de chá/café, de conversas e segredos, de congresso e profissão... minha coach(rs), minha vegeta orgulhinho... meu exemplo de dedicação e disposição, entre ser universitária, esposa, dona de casa, artista, amiga, mulher e agora mãe... Obrigada por tudo o que vivemos nesse pouco tempo de amizade... tenho sorte em ter você como amiga. Obrigada Lu... por cada conselho e aceitação...por estar sempre ao meu lado.*

*A Sibelle Trevisan Disaró, pela confiança desde o início de minha trajetória, por acreditar em mim e no meu potencial, pelo seu apoio, pelo exemplo dia a dia de profissionalismo e ética, por ser essa pessoa determinada e competente. Obrigada pelo presente que foi realizar esse projeto em especial... obrigada pelo direcionamento e por todo aprendizado, pelas discussões e inspiração que é trabalhar contigo, pela sua percepção, sensibilidade e detalhismo, tão raro e essencial hoje em dia... pela busca e apoio constante em sempre alcançar resultados cada vez melhores. Por me incentivar, mostrar que posso sempre chegar mais longe... obrigada por todo apoio na viabilização dessa dissertação, pelo acesso ao material necessário para preparação das amostras, triagem e identificação das espécies, bem como toda ajuda de custo fornecida a qual permitiu me manter nesse período. Muito Obrigada por tudo Si!*

*A toda equipe do LaFMA, Lu, Lê, Elis, Ita, Daniel, Barbara, estagiários novos... em especial a Leticia Woss, que aos pouquinhos se tornou uma amigona... pela companhia no laboratório e cafés, pelas conversas, pelos conselhos, por me ouvir (quase nada, rs) ... obrigada Tia Lê pelo carinho e preocupação com a "Luiza" (haha)...*

*...também a Isabella que aceitou o desafio de arrumar minhas lâminas e enxergar além do que se vê, me ajudando com essa tarefa nada fácil...*

*Agradeço também ao Museu de Ciências Naturais – MCN/UFPR, pelo apoio e espaço estrutural necessário para realização deste trabalho, e ao Professor Fernando Sedor, por sempre quando possível contribuir com discussões pertinentes, conversas e compartilhar seu inigualável conhecimento sobre vários assuntos.*

*Ao professor Rodolfo José Angelo, por aceitar ser meu orientador, pela confiança e liberdade na realização desse projeto. A professora Ana Tereza Bittencourt Guimarães que foi tão disposta a ajudar na escolha das análises, pela disposição, independente do dia e hora para discutirmos os dados, sem contar no entusiasmo e amor que reflete ao ensinar e passar seu conhecimento.*

*Ao Fernando Alvim Veiga pela coleta das amostras e por disponibilizar seus dados para realização deste trabalho.*

*Ao CME-UFPR, pela realização das técnicas em MEV, EDS e Raman.*

*A pós-graduação de Geologia pela oportunidade de ingressar no programa.*

*A CAPES pelo apoio financeiro no final do mestrado.*

*Agradeço... a todas as conexões que vibraram na mesma frequência que a minha neste percurso...e até aquelas negativas... que me ajudaram a evoluir...aceitar e compreender melhor minha jornada...*

*Por fim... em especial...*

*Obrigada Helton Desplanches por ter reaparecido na minha vida e ter virado ela do avesso...(rs), e me feito ver que esse era o lado certo... Obrigada por ter me dado à oportunidade de conviver com o pequeno (JL) e descobrir quanto amor posso dar e receber...e agora poder transbordar todo esse amor com a chegada da nossa princesinha...*

*Chuckie... (since 2001)...ta!*

*"Não sei como o mundo me vê, mas eu me sinto como uma criança brincando na praia, contente em achar aqui e ali, uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, mas tendo sempre diante de mim, ainda por descobrir, O grande oceano de verdades."*

*Isaac Newton*

*"... quando mudamos a forma de ver as coisas, as coisas mudam de forma..."*

*Mario Quintana*

## RESUMO

Amostras de sedimentos de fundo foram coletadas na porção central da plataforma interna rasa do Paraná (Brasil), entre 5 e 15m de profundidade, entre o Balneário de Pontal do Sul e a Ponta de Matinhos para análise de foraminíferos. Em campo as amostras foram coradas com rosa de bengala e fixadas em formol tamponado; no laboratório foram lavadas em peneiras de 63 $\mu$ m sob água corrente, secas em estufa e submetidas à flotação. O sobrenadante (fração “flotada”) e resíduo foram triados separadamente e cuidadosamente analisados. O resíduo foi separado por fração de tamanho em jogo de peneiras antes da triagem sob lupa binocular. O presente trabalho objetivou avaliar se o exame minucioso dos clastos, inclusive suas reentrâncias, em busca de foraminíferos, produz um resultado diferente para o reconhecimento da composição das associações de foraminíferos, especialmente se há presença de espécimes aderidos. O *software GPower* foi utilizado para definir quantos pontos *a priori* seriam necessários analisar para alcançar este objetivo. Neste trabalho 10 pontos foram testados previamente a fim de comparar a fauna de foraminíferos nas frações sobrenadante e resíduo. Os resultados demonstraram que o método de separação por densidade é eficiente para concentrar carapaças livres, porém neste tipo de ambiente a maioria dos indivíduos se encontra na fração residual. Foram registradas espécies tipicamente sésseis que vivem aderidas/incrustadas aos clastos. Oito das dez amostras analisadas apresentaram valores acima de 94% da abundância presente no resíduo, havendo diferenças significativas na densidade, diversidade e riqueza das amostras quando o resíduo foi incorporado à fração sobrenadante. O método empregado no processo de triagem pode interferir no reconhecimento dessas formas. Análises ambientais que não considerem eliminar consistentemente a possibilidade de existência destes espécimes podem subestimar em muito a densidade e a diversidade. Se ignorarem a existência de espécies exclusivamente aderidas (incrustantes ou não), como aquelas pertencentes aos gêneros *Placopsilina*, *Hemisphaerammina*, *Ammopemphix*, espécies de Trochamminídeos predominantemente sésseis e formas aglutinantes robustas como *Psammosphaera*, obterão um panorama ambiental distinto e perderão informações úteis à reconstituição paleoambiental.

**Palavras-chave:** plataforma interna rasa; método de triagem; foraminíferos aderidos; foraminíferos incrustantes.



## ABSTRACT

Bottom sediment samples were collected in the central portion of the shallow internal continental shelf of Paraná (SE/Brazil), from 5 to 15m depth between the Balneário de Pontal do Sul and Ponta de Matinhos for analysis of foraminifera. In the field the samples were stained with bengal rose and fixed in buffered formalin; in the laboratory were washed in sieves of 63 $\mu$ m under running water, dried in an oven and floated. The supernatant ("floated" fraction) and residue were screened separately and carefully analyzed. The residue was separated by fractions with sieves before screening under the stereomicroscope. The objective of this study was to evaluate if the close examination of clasts, including their crevices in search of foraminifera, produces a different result of the foraminiferal density and assemblages composition, especially when attached specimens are present. GPower software was used to define how many points a priori would need to analyze to achieve this goal. In the present study, 10 points were previously tested in order to compare the fauna of foraminifera in the supernatant and residue fractions. The results showed that the density separation method is efficient to tests of free-living foraminifers, but in this type of environment, most of the individuals are attached to the clasts of the residual fraction. Typically, sessile species that live attached/encrusted to clasts were recorded. Eighty percent of the analyzed samples had 94% or more abundance values present in the residue, with significant differences in the density, diversity and dominance of the samples when the residue was incorporated to the supernatant fraction. The method used in the screening process may interfere with the recognition of these forms. Environmental analyzes that do not consider consistently eliminate the possibility the existence of these specimens may greatly underestimate the density and diversity. If they ignore the existence of exclusively attached species (fouling or not), such as those belonging to the genera *Placopsilina*, *Hemisphaerammina*, *Ammopemphix*, sessile Trochaminid species and robust agglutinating forms like *Psammosphaera*, will obtain a different environmental setting and will lose relevant information to paleoenvironmental reconstitution.

**Key-words:** shallow inner continental shelf; screening method; attached foraminifers.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo.-----  | 36 |
| <b>Figura 2:</b> Representação gráfica ilustrando a relação entre valores de $(\alpha)$ e $(\beta)$ .-----  | 41 |
| <b>Figura 3:</b> Poder vs. tamanho da amostra.-----   | 41 |
| <b>Figura 4:</b> Localização dos pontos amostrais da área de estudo. -----  | 42 |
| <b>Figura 5:</b> Imagem com Microscopia óptica (MO) dos espécimes registrados na fração sobrenadante/flotada. -----   | 45 |
| <b>Figura 6:</b> Imagens dos espécimes aderidos aos grãos de sedimento-----   | 48 |
| <b>Figura 7:</b> Imagens dos espécimes aderidos aos grãos de sedimento-----   | 49 |
| <b>Figura 8:</b> Imagem de microscopia óptica (MO) dos espécimes de foraminíferos aderidos aos grãos da fração resíduo das amostras -----                         | 50 |
| <b>Figura 9:</b> Dendograma das estações estudadas com base nas espécies encontradas nas diferentes frações: Flotação (FLOT) e Resíduo (RES) -----                | 57 |
| <b>Figura 10:</b> Batimetria da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. -----  | 60 |
| <b>Figura 11:</b> Distribuição granulométrica (média) dos sedimentos de fundo da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense----- | 62 |
| <b>Figura 12:</b> Fotomicrografias em MEV, com escala, permitindo observar o tamanho reduzido dos espécimes junto ao seu substrato-----                           | 73 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Descrição dos dados necessários para o cálculo do 'n' amostral. ....   | 41 |
| <b>Tabela 2:</b> Pontos selecionados com respectivas abundâncias de espécimes registrados na frações flotação (FLOT) e resíduo (RES).....             | 51 |
| <b>Tabela 3:</b> Valores da estrutura da comunidade de foraminíferos calculada com base nos espécimes encontrados na fração sobrenadante (FLOT). .... | 56 |
| <b>Tabela 4:</b> Valores apresentados para os espécimes encontrados na (Fração Resíduo).<br>.....   | 56 |
| <b>Tabela 5:</b> Dados de granulometria, profundidade e classificação, exemplificada por ponto da área amostrada.....                                 | 61 |
| <b>Tabela 6:</b> Táxons registrados nos pontos A2 e A9 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A). ....                            | 64 |
| <b>Tabela 7:</b> Táxons registrados na flotação (FLOT) e resíduo (RES) do ponto E18; livres (L) e aderidas (A). ....                                  | 65 |
| <b>Tabela 8:</b> Táxons registrados nos pontos I1 e I19 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A). ....                           | 67 |
| <b>Tabela 9:</b> Táxons registrados nos pontos M1 e M18, na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).....                           | 69 |
| <b>Tabela 10:</b> Táxons registrados nos pontos P1, P13 e P17 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).....                      | 72 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Representação gráfica da presença das espécies *Asterotrochammina camposi*, *Deuterammmina sp.*, *Rotaliammina ? sp.*, trochamminideos, nos 10 pontos analisados, separados em Flotação (FLOT) e Resíduo (RES)..... 47
- Gráfico 2:** Porcentagem de espécimes livres vs. aderidos nas frações: flotação (FF) e resíduo (FR) das amostras analisadas (A2; A9; E18; I1; I19; M1; M18; P1; P13; P17).  
..... 51
- Gráfico 3:** Representação gráfica das distribuições granulométrica nos pontos A2 e A9. Dominam areias finas e muito finas. .... 63
- Gráfico 4:** Representação gráfica da distribuição das frações granulométricas no ponto E18. .... 65
- Gráfico 5:** Representação gráfica da distribuição granulométrica nos pontos I1 e I19. Predominaram areias grossas a finas e no ponto I1 também há distintas frações de silte. .... 66
- Gráfico 6:** Representação gráfica da distribuição das classes granulométricas nos pontos M1 e M18. .... 68
- Gráfico 7:** Representação gráfica da distribuição das classes granulométricas nos pontos P1, P18 e P19. .... 62,63

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 15        |
| 1.1 Área de estudo.....  | 17        |
| 1.2 Objetivos .....  | 19        |
| 1.3 Organização da dissertação .....   | 20        |
| 2. FORAMINÍFEROS - PRIMEIROS ESTUDOS NO BRASIL E OS ESTUDOS NO PARANÁ .....  | 21        |
| 2.1 Técnicas de triagem ou concentração de carapaças de foraminíferos em líquidos, por diferença de densidade - flotação ..... | 25        |
| 2.2 Comparações na literatura.....   | 30        |
| 3. MÉTODOS .....   | 35        |
| 3.1 Em campo.....  | 35        |
| 3.2 Em laboratório.....  | 36        |
| 3.2.1 Análise Granulométrica.....  | 36        |
| 3.2.3 Concentração das carapaças .....   | 37        |
| 3.2.4 Quarteamento .....   | 38        |
| 3.2.5 Triagem flotação v.s. resíduo .....  | 39        |
| <b>3.3 Tratamento dos dados.....</b>   | <b>40</b> |
| 3.4 Definição do 'n' amostral.....   | 40        |
| <b>3.5 Tratamentos Estatísticos.....</b>   | <b>43</b> |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....   | 44        |
| 4.1 Flotação .....   | 44        |
| 4.1.1 Táxons registrados na fração sobrenadante/flotação.....  | 45        |
| 4.2 Resíduo.....   | 46        |
| 4.2.1 Táxons registrados na fração resíduo .....   | 46        |
| 4.2.2 Trochaminídeos.....  | 47        |
| 4.2.1 Gênero <i>Psammosphaera</i> .....  | 50        |
| 4.3 Flotação vs. Resíduo.....  | 51        |
| 4.3.1 Total de 42 diferentes táxons registrados nos 10 pontos analisados .....   | 53        |
| 4.4 Foraminíferos Aglutinantes.....  | 54        |
| 4.5 Composição da comunidade dos foraminíferos bentônicos e descritores ecológicos ..  | 56        |
| 4.6 Sobre o ambiente e suas especificidades.....   | 59        |
| 4.8.2 PERFIL E.....  | 65        |



|  |     |
|--|-----|
| 4.8.3 PERFIL I .....                         | 66  |
| 4.8.4 PERFIL M .....                         | 68  |
| 4.8.5 PERFIL P .....                         | 70  |
| 4.7 Tamanho dos espécimes .....              | 73  |
| 5. CONCLUSÃO .....                           | 75  |
| 5.1 Recomendações metodológicas.....         | 76  |
| 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....               | 77  |
| 5.3 ETAPAS FUTURAS – TRABALHOS FUTUROS ..... | 78  |
| 6. REFERÊNCIAS.....                          | 79  |
| <i>ESTAMPAS</i> .....                        | 94  |
| APÊNDICE .....                               | 111 |

## CAPITULO I

### 1. INTRODUÇÃO

A plataforma interna rasa paranaense se caracteriza pela constante ação de ondas que remobilizam os sedimentos de fundo (Veiga *et al.* 2004, Sielski *et al.* 2017). Embora a presença de espécies de foraminíferos na região da plataforma interna rasa tenha sido registrada por Sousa *et al.* (1999), Disaró *et al.* (2001) e Duleba (2005) dentre outros, nenhum estudo especificamente voltado à caracterização ambiental com base em foraminíferos foi realizado nos ambientes de sublitoral raso, adjacentes às praias expostas do Paraná. Durante o levantamento das características sedimentológicas realizado no ano de 2000 (Veiga *et al.* 2004) foram coletadas amostras com o objetivo de conhecer a composição e distribuição destes organismos unicelulares.

Em âmbito global a distribuição espacial e temporal dos foraminíferos bentônicos nas plataformas continentais é razoavelmente bem conhecida, porém pouco se sabe sobre foraminíferos bentônicos aderidos ou incrustantes e sua diversidade e abundância, nem como essas espécies variam espacialmente e temporalmente (Walker *et al.* 2011).

O método empregado pela maioria dos pesquisadores no processo de triagem pode estar interferindo no conhecimento dessas formas aderidas. A caracterização ambiental através de foraminíferos é frequentemente realizada analisando espécimes separados pela via úmida, ou pela via seca, sem ou com o uso da flotação e muitas vezes não é especificado se o resíduo oriundo do processo de flotação foi analisado. Como muitos espécimes pequenos vivem aderidos aos grãos de sedimentos e vão ao fundo durante o processo de separação por densidade, sua presença geralmente passa despercebida se o resíduo não for cuidadosamente observado. Portanto, a revisão da fração residual torna-se necessária para que a eventual presença de espécies incrustantes não seja negligenciada. Este procedimento permite uma caracterização mais realista do ambiente com base em foraminíferos.

Disaró *et al.* (2017) citam que deve haver uma triagem cuidadosa das amostras, incluindo a revisão rigorosa dos clastos para detecção de foraminíferos incrustantes. Segundo estes autores, a plataforma continental da Bacia de Campos apresenta um grande

número de foraminíferos, tanto juvenis como adultos grandes e pequenos, que se encontram aderidos aos grãos de sedimentos e cuja presença pode indicar ambientes de alta energia onde predomina forte hidrodinamismo junto ao fundo.

É importante que a triagem do resíduo permita checar objetivamente se há ou não espécimes que eventualmente não flutuaram; Disaró (2014) e Ribeiro-Ferreira *et al.* (2017) destacam a necessidade dessa análise mais minuciosa dos clastos e suas reentrâncias e cavidades. Disaró (2014) conclui que mesmo em ambientes de fundo predominantemente inconsolidado pode existir grande diversidade de foraminíferos incrustantes e sugere que estudos futuros atentem mais para checar a existência deste modo de vida entre os foraminíferos. Segundo a autora, é preciso garantir que, quando existem estas espécies, elas sejam adequadamente representadas, pois sua detecção e quantificação podem ser importantes para a reconstrução de paleoambientes.

Também é fundamental que nos trabalhos esteja explícito se o resíduo foi revisado, ou se apenas os foraminíferos livres foram considerados. Muitos autores citam que realizaram o processo de flotação utilizando algum líquido denso a fim de concentrar as carapaças de foraminíferos (Guedes *et al.* 2015; Eichler *et al.* 2016; Eichler, 2017; Duleba *et al.* 2018), mas não esclarecem se espécies aderidas e/ou incrustantes estavam claramente ausentes. Este esclarecimento é importante e viabiliza comparações mais objetivas, pois, ciente de que estavam ausentes, pode-se fazer comparações mais amplas. No entanto, se os resultados se restringem às espécies livres, pode-se comparar diretamente com a fauna livre, excluindo-se discussões sobre a presença das demais.

A checagem sobre a existência de espécies de diferentes hábitos de vida e sua correta quantificação pode alterar substancialmente as estimativas de densidade e diversidade locais permitindo conhecer melhor as associações de foraminíferos e, se estes organismos segregarem esqueletos rígidos, podem ser preservados no registro fóssil e assim tornarem-se ferramentas valiosas em análise paleoecológica e paleoambiental (Taylor & Wilson, 2003).

A grande proporção de espécimes de foraminíferos quase escondidos, aderido aos clastos na área de estudo, motivou uma ampla discussão sobre o método de triagem, trazendo o foco para os aspectos metodológicos e sua influência na caracterização dos ambientes sob forte ação de ondas.

Com esse novo olhar sobre o método de triagem empregado, o presente estudo foi direcionado à comparação dos resultados obtidos através da análise da fração sobrenadante (flotação) sem a checagem do resíduo, *versus* a integração destes dados somados aos dados obtidos com a checagem rigorosa da fração residual. Desta forma pretende-se verificar se os cuidados metodológicos empregados influenciam significativamente a representação da fauna de foraminíferos.

## 1.1 Área de estudo

A definição de plataforma interna ainda gera debate entre autores, promovendo discussões sobre a nomenclatura e os critérios de divisão e subdivisão de um perfil costeiro (Veiga, 2005). Talvez a melhor escolha deva recair na denominação que melhor descreva seu interesse na área de estudo e a característica peculiar de cada região.

Para Walker & Plint (1992) a plataforma continental interna se estenderia da parte posterior da zona de surfe até a profundidade em que as ondas conseguem retrabalhar o fundo significativamente, neste caso, próximo aos 15 m de profundidade. Quando Wright & Short (1984) descrevem a variabilidade morfodinâmica de zonas de surf em praias, os autores afirmam que a principal entrada de energia para os sistemas praias provém das ondas incidentes de mar afora e, que a variabilidade destes sistemas fica diretamente dependente da variabilidade do próprio clima de ondas.

A área de estudo deste trabalho encontra-se na porção central da plataforma continental interna rasa paranaense, mais precisamente na parte que vai da região posterior da zona de surfe até a profundidade em que as ondas conseguem retrabalhar o fundo significativamente (Veiga *et al.* 2004). Compreende um trecho de aproximadamente 32 km entre o Balneário de Pontal do Sul e a Ponta de Matinhos, entre as latitudes 25°30'S e 25°54'S e longitudes 48°18'W e 48°36'W. A plataforma é extensa, com baixo gradiente, recebe aporte fluvial na desembocadura da Baía de Paranaguá ao norte e na desembocadura da Baía de Guaratuba ao sul, apresentando pouco aporte sedimentar continental recente (Sielski *et al.* 2017).

Segundo Veiga (2005) a batimetria da área indicou gradientes suaves; entre o nível médio do mar e 7 m de profundidade o gradiente fica em torno de 1/65, entre 7 e 12 m de profundidade o gradiente fica em torno de 1/300 e entre 12 e 15 m de profundidade o gradiente suaviza para 1/700. Altos fundos estão associados a depósitos palimpsésicos e a distribuição dos sedimentos superficiais é controlada tanto pela hidrodinâmica quanto pela herança geológica, ocorrendo cinco tipos de sedimentos distintos com texturas classificadas como areia muito fina até areia grossa.

Veiga *et al.* (2004) identificaram cinco padrões distintos de sedimentos nesta área: i) areias fina e muito fina do delta de maré vazante, associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá; ii) areias muito finas bimodais com teores de finos entre 10 e 40 %, localizadas próximas à costa; iii) areias média e grossa unimodais; iv) areias finas na faixa dos 10 a 15 m de profundidade, unimodais, menos selecionadas que as areias finas do delta de maré vazante, e; v) areias finas a muito finas das barras do início da zona de arrebentação. Há predomínio de areia fina, porém a média granulométrica dos sedimentos nos pontos amostrais variou do silte grosso até a areia grossa.

Na maior parte da região estudada a média granulométrica dos sedimentos encontra-se na faixa da areia fina (Veiga, 2005). Na porção entre 10 e 15 m de profundidade ocorrem areia média a grossa, sendo mais comum na parte sul da área. Entre 5 e 10 m de profundidade ocorre uma faixa de areia muito fina com teores de finos (silte + argila) que variam entre 10 e 40%; a largura desta faixa pode ultrapassar 2 km, sendo maior na parte noroeste da área.

Os teores de matéria orgânica nos sedimentos apresentam predominância de valores inferiores a 2,5% e teores de carbonato são usualmente inferiores a 5%, entretanto, na faixa entre 5 e 10 m de profundidade, onde ocorrem areias muito finas com altos teores de finos, o percentual de matéria orgânica pode alcançar valores superiores a 10%, sendo 12% o máximo observado, enquanto os teores de carbonato variam entre 7,5 e 15%. Os teores de carbonatos são mais elevados em areias média e grossa quando há fragmentos de conchas; fato observado em lupa binocular (Veiga *et al.* 2004).



## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

- Avaliar o quanto as espécies presentes na fração residual de cada amostra podem alterar o resultado quando somadas aos espécimes registrados na fração sobrenadante/flotada.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar qual seria a menor alíquota necessária para representar a amostra, permitindo comparar a fração sobrenadante/flotação com o resíduo.
- Conhecer as espécies de foraminíferos bentônicos atuais presentes na região de praias expostas do litoral paranaense.
- Verificar o efeito da prática de uma triagem meticulosa, incluindo a verificação de todas as facetas dos grãos presentes na fração resíduo.
- Aprofundar as informações sobre foraminíferos em regiões sob influência direta da ação de ondas e suas relações com o ambiente, fornecendo subsídios para uma reconstrução paleoambiental que contemple as características locais e assim possa auxiliar mais os estudos de evolução costeira regional.

### 1.3 Organização da dissertação

Além do presente capítulo (**Capítulo I**) destinado à introdução da pesquisa, localização da área de estudo e objetivos, a dissertação terá mais quatro capítulos. O **Capítulo II** apresenta o estado da arte de trabalhos referentes aos foraminíferos no Paraná, bem como uma revisão cronológica e crítica do método de separação de foraminíferos por densidade, também conhecido como técnica de flotação, abordando a metodologia de triagem como tema central deste estudo. O **terceiro capítulo** apresenta a descrição dos métodos e os processos empregados neste estudo.

Os resultados são apresentados na forma mais detalhada no **Capítulo IV**, justamente para poder expor todas as particularidades encontradas no trabalho. Um modelo preliminar do artigo que iria compor esse capítulo, está apresentado em **ANEXO**, em língua portuguesa, o qual será submetido para publicação em língua inglesa.

O último capítulo (**Capítulo V**) é destinado à conclusão e considerações finais.

## CAPÍTULO II

### 2. FORAMINÍFEROS - PRIMEIROS ESTUDOS NO BRASIL E OS ESTUDOS NO PARANÁ

Foraminíferos são organismos eucariontes, unicelulares, globalmente abundantes encontrados em todas as latitudes e em todos os ambientes marinhos e transicionais. Distribuem-se desde a zona intermareal até a zona hadal, fazendo parte de comunidades bentônicas desde o Cambriano, há mais de 525 milhões de anos e desde então eles irradiaram-se e evoluíram (Boltovskoy, 1965; Debenay, 2012; Seyve, 1990). São registrados em comunidades planctônicas a partir do Neojurássico. Segundo Hayward *et al.* (2019), atualmente são registradas e válidas cerca de 9.090 espécies de foraminíferos viventes e 40.116 espécies fósseis. Esses números são continuamente atualizados e precisam ser reexaminados com frequência à luz de novas informações. Compõem um grupo bastante diversificado, podendo apresentar tamanhos que variam de  $\pm 0,02$  mm de diâmetro (microforaminíferos) até  $\pm 110$  mm ou mais, porém a maioria das espécies tem entre 0,1 e 1,0 mm (Loeblich & Tappan, 1964). Os foraminíferos secretam uma estrutura externa denominada testa, teca ou carapaça, que pode ter composição orgânica, calcária (calcita ou aragonita) ou, mais raramente, silicosa (Pawlowski *et al.* 2013) e também pode ser formada a partir da produção de um cimento orgânico que agrega partículas exógenas de natureza diversa, construindo carapaças de material aglutinado (Seyve, 1990).

Os foraminíferos apresentam grande importância em vários ramos das ciências naturais, especialmente na Biologia, Geologia e Oceanografia. Segundo Hayward *et al.* (2018), os foraminíferos estão entre os grupos de organismos marinhos mais abundantes e cientificamente importantes. A sensibilidade dos foraminíferos às variações ambientais e a abundância destes organismos somados à ampla distribuição geográfica e batimétrica favorece a sua utilização como ferramenta de estudo de caracterização de diversos ambientes. Além disso, são úteis na compreensão de processos biológicos, climáticos e oceanográficos tais como variações do nível do mar, influência fluvial em ambientes marinhos e influência marinha em ambientes fluviais, alterações de salinidade, oxigênio, pH e nutrientes na água (Boltovskoy *et al.* 1980; Dias-Brito *et al.* 1988; Stevenson *et al.*

1998). Auxiliam na identificação e/ou caracterização de fenômenos atuais assim como de tempos passados, possibilitando reconstituir paleoambientes (Murray, 2006).

Após a morte suas carapaças são incorporadas aos sedimentos e passam a constituir o fundo marinho (Ufkes *et al.* 2000). Como bioclastos, estão sujeitos ao transporte e retrabalhamento e podem fornecer informações sobre o ambiente deposicional (Chum *et al.* 1998). Suas carapaças fossilizadas são utilizadas em bioestratigrafia e estudos de geoquímica isotópica (Sen Gupta, 1999).

Moraes e Machado (2003) afirmam que dados de frequência relativa e de ocorrência dos foraminíferos, assim como a observação de desgaste e coloração das carapaças podem contribuir para a compreensão da hidrodinâmica e transporte de sedimentos, além de ser um método de análise prático e confiável para estudos sedimentológicos e de monitoramento em ambientes marinhos, em especial os costeiros.

Evidências biogênicas são de particular importância na determinação de antigos níveis do mar graças às peculiaridades dos hábitos de vida de cada grupo, permitindo inferir também sobre características do ambiente à época em que viveram (Araújo & Araujo, 2010).

Motivado pela ausência de trabalhos e pelo pouco conhecimento a respeito dos foraminíferos recentes da costa brasileira, Narchi (1956) iniciou o primeiro de uma série de trabalhos sobre os foraminíferos. O mesmo autor faz um breve levantamento citando alguns pesquisadores que preconizaram a história dos foraminíferos recentes como d'Orbigny (1839), Brady (1884), Brady *et al.* (1888), Cushman & Parker (1931), Carvalho & Chermo (1952) e Tinoco (1955). As amostras obtidas por Narchi (1956) foram coletadas em diferentes pontos e profundidades da costa e teve por finalidade examinar a distribuição do grupo, fazendo um levantamento da fauna, descrevendo, ilustrando e relacionando espécies ocorrentes na plataforma continental, estabelecendo relações faunísticas e ampliando o conhecimento da distribuição geográfica das mesmas.

Diversos trabalhos sobre caracterização de foraminíferos em áreas de plataforma continental e/ou ambientes de praias foram realizados no Nordeste do Brasil, demonstrando importância e relevância destas informações para fins de reconstituição ambiental e conhecimento do grupo (Marques *et al.* 2005; Barbosa *et al.* 2005; Machado *et al.* 2006; Lemos *et al.* 2007; Araújo & Araújo, 2010; Lemos Júnior, 2011; Oliveira, 2012).

No Paraná a maioria dos estudos foi direcionada para ambientes transicionais mais confinados da plataforma interna como estuários, baías, manguezais e desembocaduras de rios (Closs & Madeira, 1966; Disaró, 1995; Disaró *et al.* 1999; Disaró *et al.* 2001, Serafini, 2001; Jaworski, 2001; Roda, 2005; Itice, 2006; Tellez, 2011). Há também o estudo de Silva (2006) sobre a possível influência do afluxo turístico na Ilha do Mel na composição e variação das associações de foraminíferos bentônicos e bactérias termotolerantes.

Branco *et al.* (2010) caracterizou o conteúdo fossilífero de um setor da barreira pleistocênica paranaense através de testemunhos, auxiliando na interpretação dos ambientes deposicionais e determinação de paleoníveis marinhos. Identificaram a presença de *Blymasphaera brasiliensis*, reconhecida como um foraminífero algomóide de ambientes transicionais, mas que hoje é reconhecido como esporângio de samambaia (Kempf, 2014). À época concluiu-se que eram fácies depositadas em ambiente estuarino ou marinho raso, onde se supunha viver o foraminífero; dado não invalidado, já que é compatível com o hábitat do vegetal que está associado aos manguezais.

Sousa *et al.* (1999) analisaram pela primeira vez associações de foraminíferos holocênicos de ambientes praias, localizadas próximo à Praia de Leste. Segundo estes autores, apesar das diversas tentativas de identificação de microfósseis nos sedimentos que formam estas planícies, a maioria das amostras se mostrava estéril em relação a eles, no entanto, nesta oportunidade os autores detectaram a presença de algumas espécies de foraminíferos livres como *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Elphidium* spp., *Pararotalia* sp., *Pseudononion atlanticum* (= *Nonionoides grateloupii*) e *Quinqueloculina* spp. que eles citam como características de ambiente com profundidades entre 0 e 40 m, aproximadamente. Disaró *et al.* (2001) apresentam dados com foraminíferos na plataforma rasa do Estado do Paraná, em amostras provenientes de um testemunho com 40cm, coletado sob uma lâmina d'água de 8 metros, numa fácies lamosa da região; estes autores registraram as seguintes espécies no topo do testemunho: *Pararotalia* sp., *Bolivina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Quinqueloculina* spp., *Discorbis williamsoni* (= *Rotorbinella lepida*), *Ammonia* spp., *Pseudononion atlanticum* (= *Nonionoides grateloupii*), *Hopkinsina atlantica*, *Cassidulina subglobosa*, *Deuterammina ochracea*, *Textularia earlandi* (= *Caronia exilis* + *Prolixoplecta earlandi*), *Hanzawaia boueana* (= *Hanzawaia concentrica*), *Fissurina* sp. e *Rosalina* sp., em ordem decrescente de abundância. As espécies identificadas nessas regiões são tipicamente de vida livre,



levantando a hipótese de não detecção, ou talvez de inexistência de espécies de hábito incrustante.

Porém, análises realizadas no presente estudo, para uma área bem mais ampla, que inclui a região estudada por Disaró *et al.* (2001), mostram que no resíduo estão presentes carapaças de foraminíferos incrustantes, cujos indivíduos não eram encontrados dispersos/soltos e sim aderidos aos grãos dos sedimentos. A fauna aderida pode refletir características importantes do ambiente estudado (Walker *et al.* 2011).

É possível que alguns estudos não estejam realizando a triagem do resíduo e sim apenas da flotação, ou que a triagem do resíduo tenha se concentrado apenas em espécimes livres e que os grãos de sedimentos não tenham sido detidamente examinados, uma vez que esta prática depende de maior disponibilidade de tempo e equipamentos com maior capacidade de resolução. Muitos estudos não deixam claro se a triagem do resíduo foi realizada; a ausência de espécies incrustantes pode significar real inexistência delas no ambiente estudado, mas também pode estar relacionada ao método de triagem. Se a segunda hipótese for verdadeira, ela pode ser a causa da ausência do registro de espécies aderidas e/ou incrustantes na maioria dos estudos realizados.

Inúmeros trabalhos sobre o ambiente sedimentar da região costeira do litoral paranaense têm sido realizados ao longo dos últimos 25 anos (Angulo, 1992 e 1993; Lessa & Angulo, 1995; Angulo & Lessa, 1997; Souza, 2005; Angulo *et al.* 2006; Noernberg *et al.* 2007), porém estudos de áreas submersas rasas não confinadas são poucos. Com o intuito de conhecer e caracterizar estes ambientes sedimentares, Veiga (2005) apresentou o primeiro levantamento sedimentológico da plataforma interna rasa paranaense. O reconhecimento de ambientes pretéritos de praia e áreas adjacentes da plataforma continental de regiões não confinadas tem sido realizado predominantemente por estruturas sedimentares e restos ou evidências de atividades de alguns macroinvertebrados como moluscos, crustáceos e equinodermos. São poucos os estudos sobre os foraminíferos atuais dessa região de praia e infralitoral raso.

## 2.1 Técnicas de triagem ou concentração de carapaças de foraminíferos em líquidos, por diferença de densidade - flotação

A separação de carapaças de foraminíferos em líquidos por diferença de densidade é uma técnica amplamente empregada em Geologia, Zoologia e Ecologia. Baseia-se na separação das carapaças dos foraminíferos dos demais clastos por diferença de densidade e tem a finalidade de concentrá-las, reduzindo o esforço de triagem (Boltovskoy, 1965).

Carson (1933) apresentou a técnica de flotação como uma maneira valiosa de concentrar os espécimes de foraminíferos de grandes quantidades de resíduos. Brooks (1954) também apresenta um método para remoção de fragmentos de microfósseis de forma a concentrá-los, pelo método de diferença de densidades, elucidando que qualquer técnica que possa ser usada para concentrar uma amostra de microfósseis é digna de nota, uma vez que segundo o autor, é a tarefa mais cansativa do micropaleontologista, triar e separar/retirar os espécimes de uma amostra preparada quando este número é relativamente baixo. É por essa razão que o autor chama a atenção para uma técnica simples de concentração de microfósseis.

Narchi (1956), no primeiro de uma série de trabalhos sobre foraminíferos recentes da costa brasileira, descreve o processamento das amostras e explica que o material foi lavado, secado e separado em uma série de peneiras "*standard*". Depois disso, cita que as amostras foram tratadas com tetracloreto de carbono, de acordo com o método preconizado pelo Dr. Ozawa, do Cushman Laboratory. Porém, o autor notou que certos exemplares não flutuavam; fato que o mesmo compara com a observação de Phleger (1952) e deixa clara a necessidade do estudo da amostra restante, a qual se refere como resíduo.

Be (1959) descreve em seu trabalho um método para uma triagem rápida de foraminíferos em amostras de plâncton marinho, uma vez que investigadores de plâncton interessados em grupos taxonômicos específicos estão cientes do trabalho entediante e demorado, podendo ser gastas horas ou dias para remover espécimes de um grupo taxonômico de uma única amostra.

Em várias publicações Boltovskoy (1965, 1966 e 1981) descreve o método da flotação e o sugere seu uso como uma separação preliminar das carapaças de

foraminíferos, pois é relativamente simples e prático. Ele claramente adverte que é possível encontrar carapaças junto às partículas que decantaram e também recomenda que, quando se estiver trabalhando com material fóssil, toda a fração residual deve ser triada para um estudo mais detalhado e, se for material recente, apenas uma parte desta fração pode ser triada e isso já seria o suficiente.

Gibson & Walker (1967) apresentam uma discussão sobre os métodos de flotação e os compostos utilizados, levantando a questão de que quando esta separação é ineficiente, acaba resultando em erros significativos na análise de distribuição dos espécimes. Além disso, a flotação pode estar sendo seletiva por espécie; características como tamanho, forma, porosidade e espessura da parede da testa podem interferir na capacidade de flutuação e influenciar na porcentagem de espécimes concentradas. Desta forma os valores de abundância na fração flotada não refletiriam a ocorrência na amostra original. Por isso a análise da fração residual é de extrema importância; esta checagem sinaliza a eficiência do método ou dos diferentes líquidos utilizados e também permite visualizar espécimes que não flotaram; normalmente espécies incrustantes que vão ao fundo com seu substrato, ou exemplares livres pesados ou preenchidos.

Murray (1973 e 2006) também endossa essa afirmação, descrevendo que quando a amostra passar pela flotação é importante verificar os sedimentos do resíduo para ver se ainda permanecem carapaças de foraminíferos, havendo mais do que alguns, então será necessário retirá-los; o autor descreve que a realização da flotação é apenas para concentrar as carapaças e o resíduo dos sedimentos deve ser sempre verificado para garantir a separação completa dos indivíduos.

Além da avaliação cuidadosa do resíduo, é importante que o material a ser triado seja separado por tamanho, com peneiras, de forma que cada classe de tamanho seja observada separadamente. Segundo Boltovskoy & Wright (1976), este processo permite ao pesquisador observar somente partículas de um só tamanho e facilita o processo de reconhecimento de espécimes e a sua remoção da bandeja de triagem. Segundo estes autores, a separação das carapaças por flotação deve ser apenas o primeiro passo a ser seguido para checagem do resíduo. Entretanto, este segundo procedimento é muitas vezes ignorado ou negligenciado.

Haynes (1981), em seu livro *Foraminifera*, cita o uso de líquidos de alta densidade como o tetracloreto de carbono ou bromofórmio, como procedimento padrão

na preparação das amostras, a fim de que foraminíferos leves e cheios de ar flutuem; menciona que o método apresenta uma desvantagem para os espécimes preenchidos, e cita que muitas formas aglutinantes não podem flutuar, tornando o resultado muitas vezes bastante variável. O autor sugere que para trabalhos quantitativos o resíduo deva ser diligentemente revisado, então duas operações são necessárias: examinar a flotação e examinar a fração residual. Ele comenta que se deve colocar o tempo de análise como um fator a ser levado em consideração.

Owen (2001) apresenta um manual de laboratório com práticas e técnicas de campo em paleobiologia, onde destina um capítulo inteiro para o tema flotação e técnicas de separação por líquidos. O autor classifica que separar e concentrar microfósseis de resíduos preparados pode ser um procedimento relativamente simples, empregando pouco mais do que uma técnica de separação modificada, ideal para a separação grosseira de uma amostra global. Técnicas de flotação mais sofisticadas, embora ainda simples de executar, são usadas para volumes de amostra menores de apenas alguns gramas. Técnicas mais complexas usam líquidos de densidade e, quando executadas corretamente, concentram a menor porcentagem de microfósseis de amostras próximas à estéril. Essencialmente todos os procedimentos têm um objetivo semelhante: reduzir o tempo necessário, concentrando os microfósseis. Entretanto, o autor salienta que deve haver certo cuidado com estas técnicas de separação, pois elas podem resultar em concentração de apenas alguns tipos de microfósseis, distorcendo as populações presentes na amostra. Assembleias ou populações de foraminíferos aglutinantes são particularmente suscetíveis à remoção pelo processo de separação de líquidos e decantação (Brooks 1954). Por esses motivos o autor considera importante examinar tanto a fração 'flotada' (sobrenadante) quanto a fração 'pesada' (resíduo), pois uma poderá conter uma assembleia mais rica que a outra.

Scott *et al.* (2004) sugerem que se a fração lavada contiver quantidade significativa de areia, a amostra pode ser seca e submetida a técnica de separação líquida, usada para "flutuar" microfósseis, permitindo que a areia e o resíduo grosso afundem até o fundo do recipiente, enquanto os microfósseis flutuam na superfície do líquido onde podem ser facilmente decantados em um filtro de papel, acelerando a identificação e contagem de espécimes sob lupa.

Leipnitz (2005) publicou um artigo sobre métodos para o trabalho com microfósseis e formas atuais, apresentando características gerais e técnicas básicas para

coleta e análise de foraminíferos e de outros microorganismos. Conforme as características de cada grupo, sugere um conjunto de procedimentos já testados, tanto para as coletas de campo, quanto para as análises de identificação taxonômica.

Schönfeld *et al.* (2012) publicaram um protocolo de recomendações para uma padronização metodológica em estudos de biomonitoramento com foraminíferos bentônicos e questionaram a eficácia da flotação (com tricloroetileno, tetracloreto de carbono ou tetrabromoetano); citam um trabalho em que as amostras foram tratadas com tricloroetileno, mostrando que apenas 63% da associação viva (coradas) flutuou. Comentam que as espécies aglutinadas foram sub-representadas no concentrado (Schönfeld *et al.* dados não publicados) e enfatizam que a separação incompleta pode resultar em erros nas abundâncias de espécies e valores de diversidade em estudos de monitoramento ambiental, além disso pode criar abundâncias imprevisivelmente subestimadas e composição de espécies tendenciosa. Porém os mesmos autores ressaltam que a flotação pode ser utilizada quando for absolutamente necessária, por exemplo, ao realizarem estudos em locais arenosos onde as densidades de foraminíferos são muito baixas.

Semensatto & Dias-Britto (2007) descreveram que a flotação com líquidos pesados tem sido amplamente utilizada para concentrar testas de foraminíferos vivos e economizar tempo de triagem. Neste processo, líquidos pesados como tricloroetileno, tetracloreto de carbono e bromofórmio podem ser utilizados, pois com uma densidade inferior ao da areia de quartzo, as carapaças de foraminíferos cheios de ar podem flutuar, facilitando sua separação dos grãos minerais. Porém, segundo estes autores, a maioria desses líquidos é nociva à saúde e/ou ao meio ambiente e, por este motivo, outros compostos vêm sendo testados. Semensatto-Jr & Dias-Brito (2015) sugerem o uso de soluções salinas como alternativa.

Recentemente Parent *et al.* (2018) apresentaram um método otimizado para concentrar foraminíferos bentônicos vivos (corados com rosa de Bengala) de sedimentos arenosos por líquidos de alta densidade, justificado pelo fato de que estes organismos são cada vez mais utilizados em estudos de biomonitoramento. Os autores questionam o fato de a técnica ser considerada desaconselhável por não oferecer garantias quantitativas suficientes; lembram que os estudos de biomonitoramento geralmente são realizados em áreas costeiras com sedimentos arenosos, onde os foraminíferos vivos geralmente apresentam densidade menor. Nestes locais geralmente coleta-se mostras de maior volume, demandando mais tempo de triagem e isso gera um revés econômico e

pode limitar o uso de foraminíferos na avaliação da qualidade ambiental. Os autores testaram três soluções de alta densidade (tricloroetileno, cloreto de zinco e meta tungstato sódio ou politungstato de sódio) e foi demonstrado que a separação com politungstato de sódio foi muito melhor, capaz de concentrar os foraminíferos vivos sem mascarar a composição das assembleias.

O método de triagem e separação das carapaças de foraminíferos sempre foi vista e na prática atestado como uma tarefa cansativa, tediosa e demorada, motivo este que leva pesquisadores a otimizar e tentar facilitar esse processo.

Mitra *et al.* (2019) reconhecendo que a separação dos foraminíferos das amostras de sedimentos é uma tarefa essencial, porém repetitiva e de baixa recompensa, onde demanda treinamento de muitas horas, supervisão de estagiários novatos por especialistas e equipamentos especializados nos laboratórios, acreditam que o primeiro passo para construir um robô de triagem seja o desenvolvimento de uma identificação automatizada. Assim, tentam desenvolver uma identificação automatizada para espécies de foraminíferos planctônicos usando redes neurais convolucionais, em comparação com o desempenho humano. Mesmo com um resultado promissor e previsões de aprimoramento do programa, os autores afirmam que não é desejável nem aconselhável eliminar a perícia humana do processo de triagem. Pelo contrário, o 'FORABOT' seria um dispositivo econômico de trabalho para executar a maior parte de uma determinada tarefa de separação, seja ela a caracterização da assembléia completa ou a remoção de uma única espécie para análise química. Com a tarefa concluída com ~ 80–90% precisão, uma pessoa validaria e, se necessário, corrigiria a identificações. Permitindo que o selecionador humano se concentre em diferenças sutis, como morfotipos ou espécimes com características híbridas, atingindo um nível mais profundo de conhecimento taxonômico do que atualmente praticado na maioria dos laboratórios.

As tentativas de reduzir essa carga de trabalho não são novas, porém com o avanço da tecnologia e o interesse e reconhecimento da importância do grupo em diversas linhas de pesquisa talvez futuramente possamos ter novidades e como a ajuda robótica aprimorada para executar essa tarefa, mas por enquanto garantir uma triagem rigorosa ainda continua sendo a melhor forma de representar a composição faunística de um determinado ambiente.

## 2.2 Comparações na literatura

Disaró *et al.* (2017) levantam alguns parâmetros que podem variar entre os estudos com foraminíferos mesmo em áreas similares, citando a variação do intervalo batimétrico estudado, as diferenças entre tamanho de malha das peneiras utilizadas e os resultados que podem se basear na fauna viva, na fauna morta ou em ambas (fauna total). Também citam que há divergências taxonômicas entre autores, mas que, de forma geral, é possível reconhecer as espécies e comparar as semelhanças e diferenças entre as distintas áreas estudadas.

Levando em consideração este fator, buscou-se na literatura trabalhos que descrevessem claramente o método utilizado e, quando não estivesse explícito se houve ou não a análise do resíduo, as discussões foram direcionadas aos trabalhos em áreas similares, que apresentassem as espécies registradas no presente estudo. Infelizmente, na maioria das vezes só foi possível relacionar as espécies recuperadas na flotação, restringindo a comparação apenas às formas de vida livre.

Como citado no capítulo II, diversos autores atestam a eficácia da flotação, acelerando a separação das carapaças e o tempo de triagem, porém nem todos citam ter havido a revisão da fração residual para avaliar a eficiência do processo de separação por densidade, ou para verificar se há ou não presença de espécimes incrustantes nos clastos dos sedimentos.

Polla (2016) utilizou a flotação com tricloroetileno de carbono ( $C_2HCl_3$ ) para separar os foraminíferos dos grãos minerais mais densos. Porém descreve que o método de triagem não abrange a análise das testas incrustantes que se encontram aderidas aos clastos, já que as mesmas foram ao fundo com o material decantado e não foram quantificadas nem identificadas. A autora cita que efetuou unicamente a análise do material flotado, portanto, na intenção de haver uma comparação, esta deve restringir-se à fauna livre.

Araújo *et al.* (2018) deixam claro que a alíquota de sedimento estudada foi separada por meio de flotação-decantação em tricloroetileno e que o resíduo foi posteriormente analisado, para evitar a perda de espécimes mais pesados que eventualmente decantaram. Autores como Araújo (*op.cit.*) explicitam que houve a checagem, porém na maioria das vezes o resíduo é revisado na procura de espécimes livres que não flotaram, e não em busca de espécimes incrustrantes.



Disaró (1995) com o objetivo de conhecer a distribuição dos foraminíferos bentônicos recentes na Baía das Laranjeiras – complexo estuarino - Baía de Paranaguá/Paraná, analisou 111 amostras do sedimento superficial para fauna total, registrando 62 espécies de 36 gêneros e cita que usou o jogo de peneiras (0,850mm; 0,250mm; 0,125mm; 0,63mm) para separação das frações, a fim de facilitar o trabalho de triagem. Das amostras analisadas, sete demonstraram-se estéreis para foraminíferos; estes pontos situavam-se em áreas de canais subaquáticos. Segundo a autora, as espécies de Trochamminae (exceto *Arenoparrella mexicana* e *Trochammina inflata*) demonstraram forte adaptação a este ambiente mais dinâmico, pois com suas formas achatadas, oferecem pouca resistência as correntes de fundo e conseguem permanecer nas proximidades e/ou no interior dos canais, podendo ser utilizadas como indicadoras desses ambientes. As amostras foram analisadas por completo, com checagem da superfície dos clastos (comunicação pessoal<sup>1</sup>) e foi registrada a presença de espécimes incrustantes nos grãos de quartzo (*Trochammina* sp.); a fauna de foraminíferos foi comparativamente mais abundante e apresentou carapaças de menor tamanho que as de outras áreas, em regiões similares; a autora registra *Asterotrochammina camposi* (identificada no trabalho como *Remaneica helgolandica*) na área de estudo, tanto livre na flotação quanto aderida aos clastos, no resíduo.

Sousa *et al.* (1999) revelam que apesar de diversas tentativas de identificação de microfósseis nos sedimentos que formam as sequências sedimentares do Quaternário da planície costeira paranaense, as amostras haviam se mostrado estéreis até então e que até o ano em questão, só haviam sido estudadas quanto aos aspectos sedimentológicos e/ou estratigráficos. Analisaram e registraram pela primeira vez associações de foraminíferos e moluscos de três seções sedimentares, descritas em uma frente de exploração de areia localizada próxima a Praia de Leste; um perfil com uma sequência de 10 m de sedimentos arenosos mostrou-se estéril e os outros perfis indicaram um ambiente deposicional de plataforma rasa, tratando-se provavelmente de ambiente praiar. Citam a presença de algumas espécies de foraminíferos como *Ammonia beccarii*, *Ammonia pakinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Elphidium* spp., *Pararotalia* sp., *Pseudononion atlanticum* e *Quinqueloculina* spp., características de ambiente com profundidades entre 0 e 40 m, aproximadamente. Não registraram espécies de foraminíferos aglutinantes, típicos de

---

<sup>1</sup> Sibelle Trevisan Disaró, 2019, coordenadora do Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental (LaFMA)- Museu de Ciências Naturais SCB/UFPR.



ambientes confinados. Os autores cogitam que talvez, essas testas não tenham sido preservadas quer seja por ação mecânica de ondas ou por fatores físico-químicos; ou então o ambiente não era favorável ao seu desenvolvimento por tratar-se de plataforma rasa exposta com maior energia de ondas.

Duleba *et al.* (2005) fizeram uma compilação dos principais trabalhos sobre foraminíferos recentes realizados no Brasil, apresentando os padrões de distribuição em diferentes ecossistemas brasileiros e províncias biogeográficas, e enumeram as principais espécies bioindicadoras de aporte de água doce, de água oceânica, de matéria orgânica e de circulação hidrodinâmica maior. Os autores separam em 19 trabalhos, datando de 1955 a 1999, porém nenhuma espécie de hábito incrustante foi citada.

Ferreira *et al.* (2006) estudaram os foraminíferos e tecamebas recentes da planície costeira norte do estado do Rio Grande do Sul, verificando o grau de influência marinha e/ou fluvial. Utilizaram tetracloreto de Carbono (CCl<sub>4</sub>) para separar os foraminíferos dos outros elementos do sedimento. Das 79 amostras analisadas, sete não apresentaram nenhum indivíduo. Puderam observar a existência de três setores com diferentes graus de influência marinha e fluvial, identificados pelas espécies de tecamebas e de foraminíferos. O setor B, caracterizado pela mistura de águas fluviais e marinhas foi o mais similar ao presente estudo quanto às espécies encontradas; registrou-se a presença de *Miliammina earlandi*, *Miliammina fusca* e *Ammotium salsum*. No setor C, considerado um ambiente mixohalino, foram registrados *Miliammina fusca*, *Ammotium salsum*, *Trilocularenna patensis* e *Trochammina salsa* além das calcárias *Ammonia beccarii* e *Elphidium excavatum*.

Barbosa *et al.* (2005) fizeram amostragens ao longo de transectos em três locais no sul do Brasil e quatro locais ao longo do sistema da lagoa do Rio de Janeiro para verificar flutuações do nível do mar nos manguezais e marismas do sul e sudoeste do Brasil durante o Quaternário; não utilizaram a flotação como etapa preliminar da triagem. Os autores citam a presença de duas formas aderidas de foraminíferos que foram bem características dos pontos amostrais desse estudo, porém referidas como *Ammopemphix?* e *Pseudothurammina limnetis*. Imagens de em microscopia eletrônica de varredura (MEV) indicam que talvez possam ser o que neste estudo denominamos de *Psammosphaera cf. fusca* e *Hemisphaerammina sp.*

A ilustração do material permitiu comparar os espécimes e, embora apareçam em baixa densidade no trabalho de Barbosa *et al.* (*op. cit.*), são referidas como características de ambientes de zonas faunísticas expostas à ação fluvial, de ondas e de

maré. Além dessas espécies, outras foram similares às encontradas no presente estudo, são elas: *Ammobaculites*, *Ammotium*, *Bigenerina* sp. Indet. (provavelmente *Pseudoclavulina curta*), *Miliammina fusca*, *Polysaccamina* (provavelmente *Monotalea salsa* ou uniserial indeterminado), *Pseudothurammina*, *Tolypammina*, *Textularia* (identificada neste estudo como *Caronia exilis*) e Trochamminídeos, indicando uma forte influência estuarina na região. Podemos associar o registro pelos autores de espécies aderidas/incrustantes ao fato de não haverem realizado o procedimento de flotação; haver trabalhando com o sedimento total pode ter facilitado a visualização das formas aderidas.

Burone *et al.* (2006) estudaram 24 amostras de sedimentos coletadas na zona costeira de Montevideu - Uruguai (costa sudoeste do Atlântico Sul), avaliando a resposta dos foraminíferos bentônicos à poluição. Trabalharam em profundidades de 1,5 a 11m e não utilizaram a flotação como etapa preliminar da triagem; entende-se que a amostra foi analisada como um todo. Obtiveram um total de 18 espécies com 18.341 indivíduos de foraminíferos bentônicos, pertencentes às subordens Rotaliina (13 espécies) e Textulariina (cinco espécies). Os autores citam a presença de *Psammosphaera* sp. na baía interna, particularmente numa área onde a fauna de foraminíferos é extremamente pobre. Registram uma estação totalmente azóica – que segundo os autores evidencia um alto grau de contaminação local por diferentes poluentes e maior concentração de matéria orgânica e metais pesados (Cr e Pb). Além disso, registraram valores mais baixos de pH e salinidade na coluna de água desta zona. O trabalho não apresenta imagens dos foraminíferos para comparação.

Araújo & Araujo (2010) estudaram assembleias de foraminíferos dos sedimentos superficiais da plataforma continental e talude superior do norte da Bahia; trabalharam com 5 amostras coletadas na plataforma interna, entre 0 a 20 m de profundidade e não citam a prática de flotação. Citam apenas que as amostras foram quarteadas e que separam aleatoriamente as 300 primeiras carapaças, os autores identificaram 115 espécies de foraminíferos, porém nenhuma espécie em comum com este estudo, nem entre os foraminíferos livres, nem entre os aderidos. Pelo método descrito, infere-se que todos os clastos foram examinados, porém não há como afirmar. A ausência de espécies similares pode estar relacionada à região estar próxima a barreiras de corais onde o ambiente é extremamente distinto e singular, não tendo similaridade com o material aqui estudado.

Debenay (2012) coletou amostras em profundidades entre 0 e 700 m e publicou um atlas ilustrando 1.043 espécies de foraminíferos bentônicos provenientes de uma grande variedade de ambientes ao redor do sudoeste do Pacífico, na ilha da Nova

Caledônia. A maioria das espécies livres registradas nesse trabalho também foram relacionadas no presente estudo. Há registro de uma fauna aderida, representada por espécies de *Hemisphaerammina*, *Placopsilina* e *Trochammina*, dentre outras.

Eichler *et al.* (2012), utilizando foraminíferos como indicadores de contaminação de poluentes marinhos na plataforma continental do sul do Brasil, entre 4 e 20m de profundidade afirmam que a baixa diversidade de foraminíferos e a presença de uma zona estéril na vizinhança do emissário, pode estar parcialmente relacionada à estação estar localizada na zona de surf, onde a hidrodinâmica dificulta a colonização por foraminíferos bentônicos e, que o acúmulo de areia e falta de deposição de argila e silte reduziria severamente o suprimento de alimentos, impedindo o estabelecimento de foraminíferos. Foi utilizada a prática da flotação, porém os autores não mencionaram se houve a checagem do resíduo. Não foi citada a presença de espécies de foraminíferos aderidas ou encrustantes.

Disaró *et al.* (2017) estudaram a distribuição de foraminíferos na plataforma continental da Bacia de Campos, entre 25 e 150 m de profundidade e reconheceram 519 táxons de foraminíferos. Na plataforma interna (25 a 50m) registraram sedimentos predominantemente arenosos, siliciclásticos, bem oxigenados e com predomínio de baixos teores de carbonatos, se comparado ao restante da plataforma. Segundo os autores, a maioria dos foraminíferos presentes é adaptada a fortes correntes de fundo; têm carapaça preferencialmente plano-convexa ou côncavo-convexa e algumas são incrustantes ou crescem aderidas aos litoclastos ou bioclastos. Alguns representantes importantes desta área são: *Rotaliammina* cf. *concava*, *Bolivina paula*, *Nonionella* sp. C, *Rotorbinella lepida*, *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Bolivina striatula* s.l., *Textularia agglutinans*, *Angulogerina occidentalis*, *Buliminella elegantissima*, *Paracassidulina nipponensis*, *Rectocibicides miocenicus*, *Placopsilina bradyi* e várias espécies dos gêneros *Quinqueloculina*, *Textularia*, *Asterotrochammina*, *Eoeponidella*, *Criboelphidium*, *Polymorphina*, *Rotaliammina* e *Discorbis*. As espécies *Placopsilina bradyi*, *Rotaliammina* cf. *concava*, *Asterothochammina camposi* e *Ammonia tepida*, foram ilustradas em MEV, permitindo a comparação com o material do presente estudo. Há muitas espécies registradas neste estudo, tanto livres como aderidas. Os autores e Ribeiro-Ferreira *et al.* (2017) descreverem detalhadamente as etapas dos métodos utilizados e citam que a triagem incluiu uma revisão rigorosa dos grãos do sedimento decantados para a detecção de foraminíferos incrustantes aderidos a eles.

## CAPÍTULO III

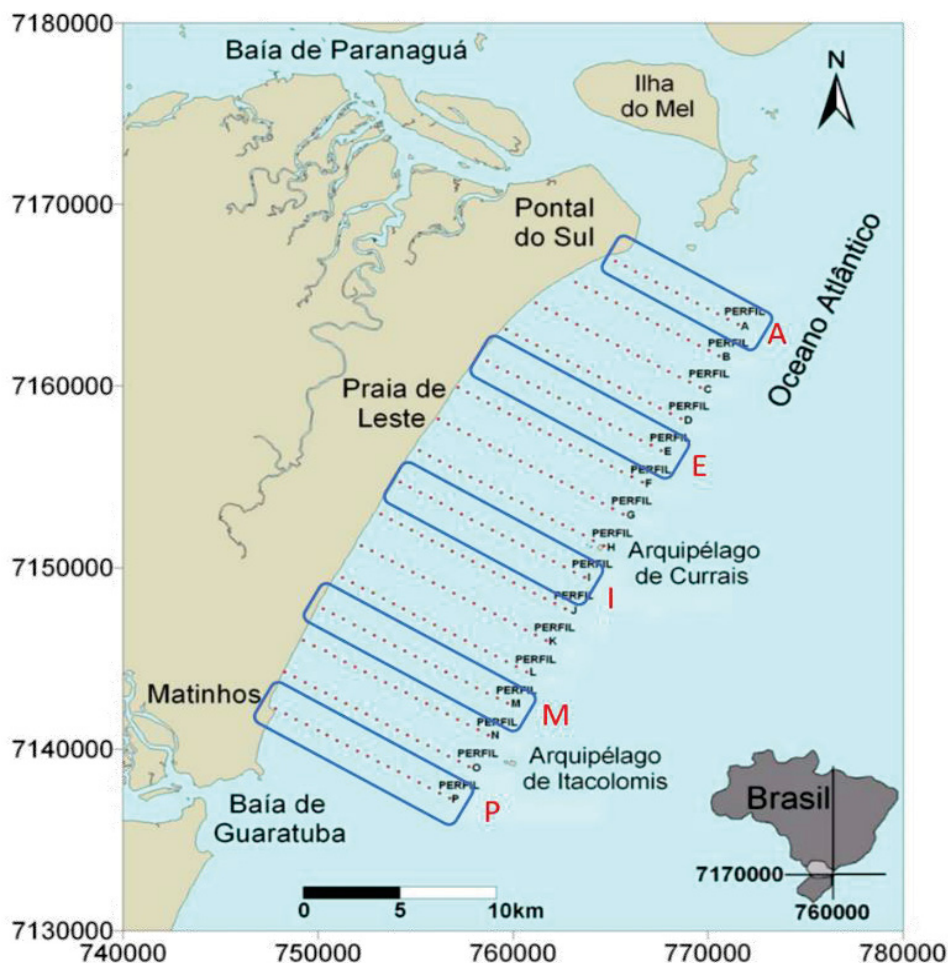
### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Em campo

Os sedimentos foram coletados a partir de embarcação com busca-fundo *Petite Ponar* e, muitas vezes, utilizou-se o auxílio de mergulhadores para garantir o correto funcionamento do equipamento e êxito do lançamento.

Foram amostrados 289 pontos georreferenciados, pré-estabelecidos em 16 perfis transversais à linha de costa para caracterização sedimentar, com distâncias de cerca de 2 km entre si, numa profundidade da lâmina d'água que varia de 5 a 15 m. As amostragens ocorreram durante o verão e duraram dois meses em condições de tempo bom. Utilizando-se de dados batimétricos, sedimentológicos, estratigráficos, morfológicos e hidrodinâmicos, a plataforma interna foi caracterizada por Veiga e colaboradores (2004) numa área de aproximadamente 350 km<sup>2</sup> do litoral central paranaense.

As amostras para análise de foraminíferos foram coletadas nos primeiros centímetros da camada superficial dos sedimentos, fixadas com solução de formol 4% tamponado com tetraborato de sódio e adição de corante vital Rosa de Bengala, ainda na embarcação. O corante foi usado para evidenciar a presença de protoplasma nos indivíduos coletados. Para estudo da fauna de foraminíferos foram selecionados 05 perfis perpendiculares à linha de costa (A, E, I, M, P), pré-definidos com auxílio do *software Surfer 7.0*, distando 8 km entre si. Ao longo dos transectos foram retiradas amostras a cada 600 m, totalizando 87 pontos amostrais (Veiga *et al.* 2004) (Fig. 1). Destes, 10 pontos amostrais foram analisados numa abordagem metodológica cujos resultados são apresentados no presente estudo.



**Figura 1:** Localização da área de estudo. Dos 289 pontos da malha de caracterização sedimentar, 87 amostras em 5 perfis batimétricos (em vermelho), foram selecionados para o estudo de foraminíferos (transectos delimitados por retângulos). FONTE: Veiga (2005) modificado.

## 3.2 Em laboratório

### 3.2.1 Análise Granulométrica

As análises granulométricas foram realizadas segundo os métodos descritos por Suguio (1973) para o peneiramento com peneiras a intervalos de  $0,5 \phi$  e pelo método de Carver (1971) para a pipetagem com intervalos de  $1 \phi$ , em Veiga *et al.* (2004). O teor de carbonato foi obtido tratando-se 10 g da amostra com HCl a 10% de volume até cessar a efervescência, lavando-se em seguida o material com água morna destilada e posto a secar para pesagem. O teor de matéria orgânica foi obtido por meio da queima de 5 g de material seco em mufla a  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  (detalhamento em Veiga *et al.* 2004).

### 3.2.2 Tratamento das amostras para estudo dos foraminíferos

As amostras foram preparadas no Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental – LaFMA, da Universidade Federal do Paraná – UFPR. No laboratório todas as amostras tiveram seu volume úmido padronizado em 50mL para o estudo de foraminíferos, depois foram lavadas com água corrente em peneiras com abertura de malha de 63 $\mu$ m, secas em estufa a temperatura <60°C e acondicionadas em sacos plásticos de polietileno, devidamente identificadas.

### 3.2.3 Concentração das carapaças

Depois de secas, as amostras foram submetidas ao método de separação das carapaças por densidade, de acordo com a metodologia proposta por Boltovskoy (1965, 1966, 1981), utilizando tricloroetileno (C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub>). Este líquido permite concentrar as carapaças de foraminíferos e outros organismos pertencentes à meiofauna (fração menos densa) dos grãos minerais mais densos (quartzo, feldspato, minerais pesados - fração mais pesada). Todas as amostras passaram por esse processo.

Em um béquer adiciona-se tricloroetileno e a amostra é delicadamente vertida na superfície do líquido. Observa-se a fração sobrenadante ‘boiando’ na superfície do líquido e o resíduo, mais denso, sendo depositado no fundo do recipiente. O sobrenadante é drenado, passando por filtro qualitativo, em um funil de vidro acoplado sobre um frasco Erlenmeyer. Este processo é repetido várias vezes, até que toda a amostra seja vertida, evitando-se que acumule muito sobrenadante e o sedimento seco seja lançado sobre ele.

No momento de passar o sobrenadante para o funil deve haver certo cuidado para fazê-lo lentamente, evitando transportar parte da fração residual depositada no fundo do copo de Becker. Ao retornar o tricloroetileno recuperado ao Becker, é importante drená-lo pelas paredes do vidro limpando as laterais, para não se perder o material que possa ter ficado aderido às paredes do Becker durante a drenagem do sobrenadante. Estes detalhes melhoram a técnica de separação.

Todo procedimento foi realizado em capela de exaustão, com equipamentos de segurança individuais (EPIs) como óculos de proteção, máscara semifacial, luvas e jaleco, pois o tricloroetileno é nocivo à saúde. Ambas as frações (flotação e resíduo) permanecem

dentro da capela por algumas horas, até que todo o líquido evapore. O papel filtro com a flotação é retirado e acondicionado em um saco plástico, juntamente com um pote ou frasco com o resíduo que havia decantado ambos devidamente identificados.

### 3.2.4 Quarteamento

A fração residual apresentou um grande volume, pois na região estudada há predominância de areias. A primeira amostra triada (I19) continha muitos foraminíferos presentes nessa fração (resíduo - 98% da amostra), apresentando apenas 17 espécimes concentrados na flotação; 100% (908) dos indivíduos encontrados no resíduo estavam aderidos aos clastos, muitas vezes crescendo encaixados/ 'escondidos' nas reentrâncias dos grãos.

Com esse novo cenário na triagem das amostras e, prevendo que todos os clastos teriam que ser checados numa revisão minuciosa a fim de quantificar adequadamente essa fauna peculiar que se apresentou na região, foi necessário quartear a fração residual para manter a viabilidade do trabalho e otimizar o tempo de triagem. Utilizou-se o quarteador “*Otto Splitter*” para este processo.

Foram analisados dois pontos amostrais, M1 e P17, que foram quarteados e analisados separadamente. Para o ponto M1 triou-se  $3/4$  da amostra - cada  $1/4$  separadamente ( $1/4 + 1/4 + 1/4$ ); para o ponto P17 foram triados  $2/4$  da amostra - cada  $1/4$  separadamente ( $1/4 + 1/4$ ).

Tendo em vista os dados da flotação e resíduo das amostras já analisadas, partiu-se do princípio que a alíquota mínima seria  $1/4$ . Testou-se a possibilidade de que  $1/2$  ou  $3/4$  não mudariam significativamente a representatividade do registrado em  $1/4$ , pois esta alíquota mínima já permitia que as espécies fossem representadas na porção analisada. Sendo assim, para realizar a comparação metodológica (FLOT vs. RES)  $1/4$  da fração residual já se mostrava suficiente.

As espécies e as densidades que foram registradas nas alíquotas foram corrigidas para 100% da amostra e o valor final da fração residual foi somado aos dados da fração sobrenadante/flotada.

Utilizou-se o teste paramétrico para K proporções, para comparação da composição de indivíduos livres e aderidos em suas respectivas densidades por alíquota



- (k) – proporção (nível de significância de 5%). Uma maneira de medir quantas observações pertence a uma determinada categoria, em comparação com o tamanho total da população, é utilizar uma proporção, em uma escala [0, 1]. É calculado como a razão entre o número de observações que pertencem à categoria de interesse e o tamanho total da população.

Os resultados demonstraram que uma alíquota ( $\frac{1}{4}$ ) representa suficientemente a porção residual da amostra. O quarteamento foi adotado para os demais pontos amostrais e partiu-se para testar as diferenças entre os dados da flotação *v.s.* flotação + resíduo.

Foi utilizado o *software* XLSTAT (v. 2015.5.1.23600) para avaliar se havia diferença significativa entre os resultados obtidos na fração sobrenadante (flotação) e na fração residual (resíduo).

### 3.2.5 Triagem flotação *v.s.* resíduo

As amostras foram cuidadosamente triadas com microscópio estereoscópico (Zeiss Discovery V8). A fração flotada foi triada integralmente para todas as amostras e todas as carapaças de foraminíferos encontradas nessa fração foram separadas, quantificadas e identificadas.

A triagem do conteúdo do resíduo quarteado foi realizada com auxílio de um jogo de peneiras com intervalos de tamanho de abertura de malha de 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$  e 63  $\mu\text{m}$ , a fim de manter na bandeja de triagem apenas clastos de mesmo tamanho, facilitando a checagem ‘grão-a-grão’.

Os grãos de sedimentos maiores que 63 $\mu\text{m}$  foram “rolados” e examinados, assim como todas as suas reentrâncias, em busca de foraminíferos aderidos/incrustantes. Muitos indivíduos pequenos, bem menores que 63 $\mu\text{m}$  foram encontrados aderidos aos clastos retidos na peneira e, eventualmente quando se soltaram sendo encontrados no fundo do jogo de peneiras.

Foram retirados todos os espécimes de foraminíferos vivos (protoplasma corado) e mortos (carapaça vazia) que foram acondicionados em lâminas para posterior identificação. Alguns indivíduos muito jovens não permitem a identificação, mas detectar sua presença é importante para uma estimativa realista da densidade e, conseqüentemente, das condições tróficas locais.



Foram analisados 10 pontos amostrais (A1; A9; E18; I19; M1; P1; P13; P17) para comparar a composição e a densidade de foraminíferos encontrados na fração sobrenadante *v.s.* a fração residual. Alguns espécimes foram preparados para a realização de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) que auxiliou na identificação e ilustração das espécies. A determinação de gêneros (Kaminski & Gradstein, 2015; Loeblich & Tappan, 1988 e 1994) e espécies (Ellis & Messina, 1940 – atual) foi realizada com auxílio de bibliografia específica e outras publicações similares à área de estudo. Além disso, foram consultadas as coleções de referência do Laboratório de Foraminifera e Micropaleontologia Ambiental (LaFMA-MCN-UFPR) e holótipos e parátipos depositados na Coleção Joseph Cushman – Smithsonian Institute, em Washington D.C. (E.U.A.).

### **3.3 Tratamento dos dados**

#### **3.4 Definição do ‘n’ amostral**

Em pesquisa trabalhamos com uma amostra da população e a escolha apropriada do tamanho amostral atribui validade interna ao estudo e deve ser requisito para a aprovação de protocolos de pesquisa e a publicação de trabalhos em revistas científicas (Brito *et al.* 2016).

Foi utilizado o *software GPower 3.1.9.3* (Faul *et al.* 2009) para definir quantas amostras seriam necessárias para avaliar a efetividade do método de triagem (Flotação *vs.* Resíduo).

Os pontos foram definidos *a priori*, o teste selecionado foi o ‘teste t’ (significa: diferença entre duas médias dependentes - pares correspondentes), com uma taxa de erro tipo 0,05, o que equivale à quantidade de erro que a análise aceita, no caso 5%; o tamanho da amostra manteve um poder de 0,825 que significa ter 80% de probabilidade de detectar diferenças estatisticamente significativas nos dados (tabela 1).

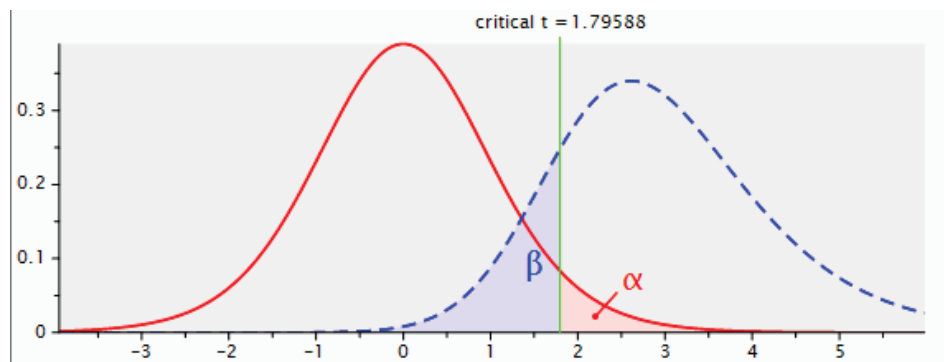
[3] -- Thursday, January 03, 2019 -- 12:09:27

**t tests - Means: Difference between two dependent means (matched pairs)**

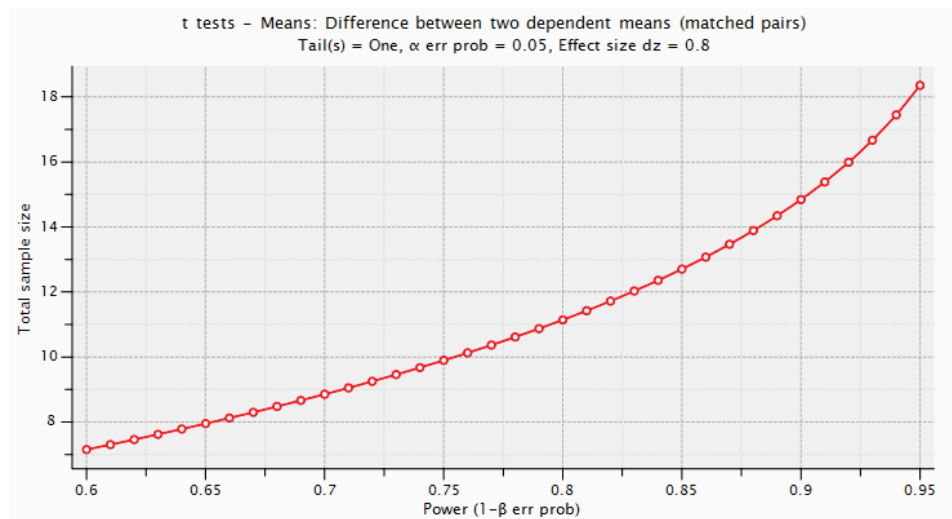
**Analysis:** A priori: Compute required sample size  
**Input:** Tail(s) = One  
 Effect size dz = 0.8  
 $\alpha$  err prob = 0.05  
 Power (1- $\beta$  err prob) = 0.80  
**Output:** Noncentrality parameter  $\delta$  = 2.7712813  
 Critical t = 1.7958848  
 Df = 11  
**Total sample size** = **12**  
 Actual power = 0.8289809

**Tabela 1:** Descrição dos dados necessários para o cálculo do 'n' amostral.

Com base no teste, 12 foram os pontos amostrais necessários para comparar os resultados da triagem sem e com resíduo somado à flotação. O *software* calculou o tamanho do efeito e retorna graficamente os resultados da análise de potência (Fig. 2,3).

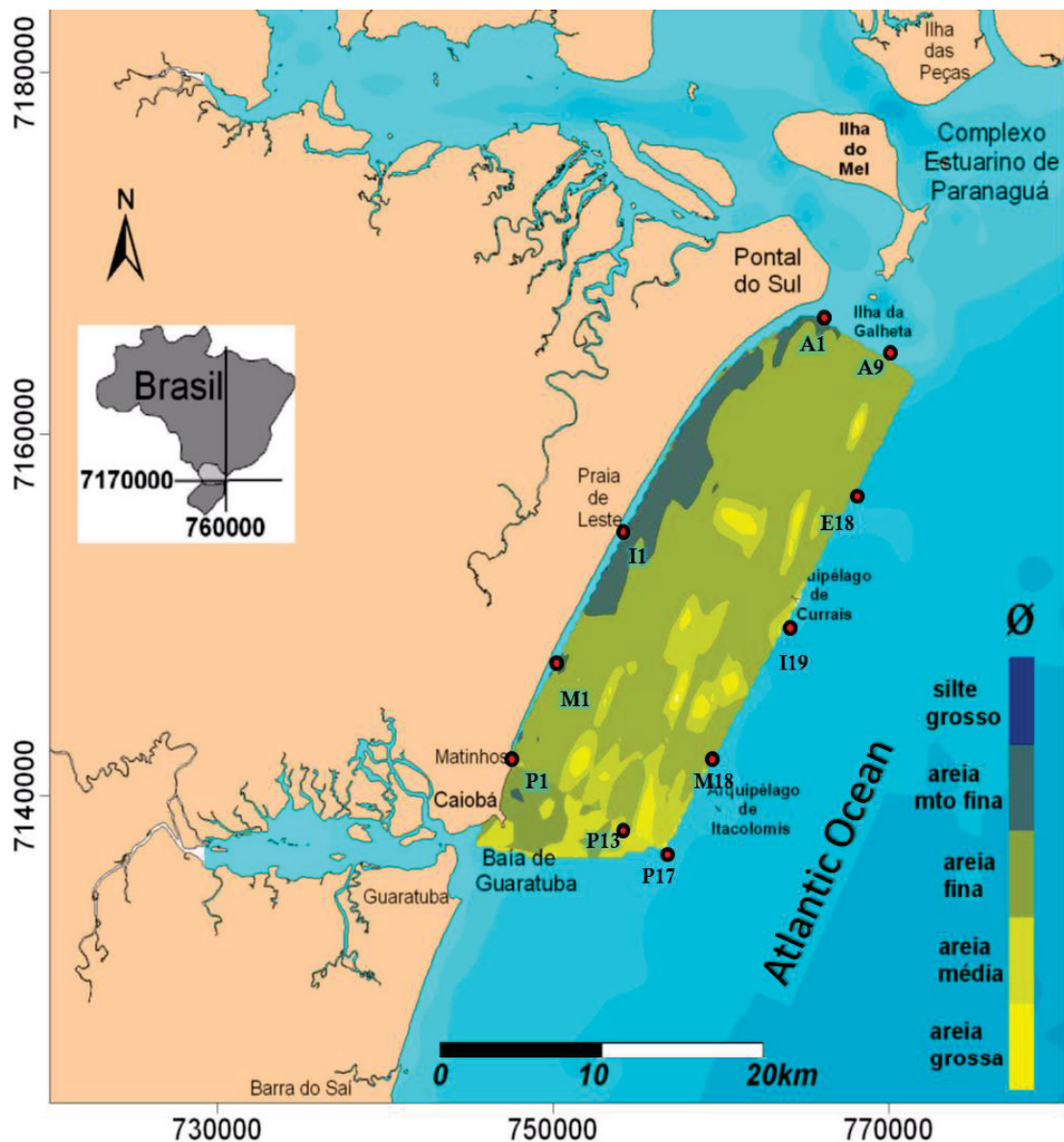


**Figura 2:** Representação gráfica ilustrando a relação entre valores de ( $\alpha$ ) e ( $\beta$ ).



**Figura 3:** Poder vs. tamanho da amostra. Influência da magnitude do efeito ( $d$ ) sobre o tamanho da amostra e do poder do teste ( $1 - \beta$ ),  $\alpha = 0.05$ .

Após definir o 'n' amostral, a escolha dos pontos foi direcionada a contemplar todos os transectos (A, E, I, M e P), mantendo um padrão de incluir um ponto próximo à costa (menor profundidade) e um mais afastado (maior profundidade), quando possível foi incorporado um ponto intermediário, buscando contemplar todas as diferenças granulométricas encontradas na área (Fig.4). Nesta fase do trabalho foram analisados 10 pontos amostrais com um poder de comparação de 75%.



**Figura 4:** Pontos selecionados indicados no mapa em círculos vermelhos. FONTE: Veiga (2005) modificado.

### 3.5 Tratamentos Estatísticos

Os tratamentos estatísticos e a geração de gráficos e tabelas foram realizados nos softwares *Microsoft Office Excel* 2010, *XLSTAT* 2019.1.2 (Addinsoft 2019) e *Past version* 2.17c (Hammer *et al.* 2001); em todos os testes foi utilizado como nível de significância  $p \leq 0,05$ .

O software *Past* foi utilizado para realizar o índice de diversidade e obter valores de abundância, Dominância D, Simpson 1-D, Shannon\_H, equabilidade J, índice alpha de Fisher. O mesmo programa foi aplicado para realizar a análise do coeficiente de Bray-Curtis para estimar a similaridade entre as frações (FLOT vs. FLOT+RES) e cada fauna respectiva, apresentada num dendograma de similaridade.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram obtidos através da análise do material triado na flotação e no resíduo.

Foram registrados 4.047 exemplares da fauna total dos foraminíferos bentônicos nos 10 pontos estudados.

Os espécimes foram identificados em nível de espécie quando possível, ou separados em morfotipos para individualizar formas diferentes.

Três categorias sem denominação taxonômica formal foram incluídas:

- Aderidos indeterminados (**Aderidos Ind.**): carapaças de foraminíferos aderidos a clastos, sem denominação taxonômica precisa.
- Livres indeterminados (**Livres Ind.**): carapaças de foraminíferos de hábito livre, sem denominação taxonômica precisa.
- Fragmentos de foraminíferos aglutinantes indeterminados (**Fragm. Aglut. Ind.**): claramente partes de foraminíferos aglutinantes que estão quebrados, juvenis sem desenvolvimento que permita identificação ou com estruturas importantes para o diagnóstico de espécie ou gênero danificado (e.g. aberturas quebradas). Fazem parte deste grupo espécimes de *Ammobaculites* quebrados ou *Cribrostomoides* juvenis, partes da carapaça de *Caronia* ou *Prolixoplecta*, ou então pedaços de *Monotalea* ou Uniserial Indeterminado, ou ainda *Protochista*? Preferiu-se manter este material na categoria indeterminados, porém pode-se atribuir informação da presença desses fragmentos. É importante reconhecer que após a morte muitas espécies frágeis não se preservam nestes ambientes com alto hidrodinamismo.

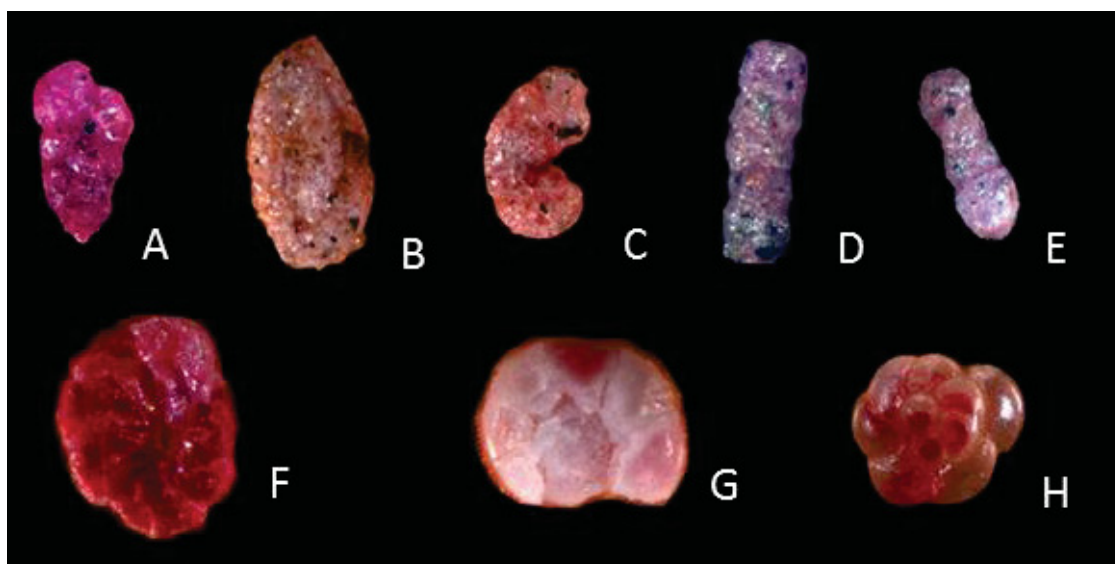
#### 4.1 Flotação

Na flotação foi registrado um total de 279 indivíduos, com 24 táxons de foraminíferos identificados em nível específico. Em nenhum ponto o sobrenadante apresentou valores maiores que a fração resíduo.

#### 4.1.1. Táxons registrados na fração sobrenadante/flotação

|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| 1. Aderidos Ind.                              | 9. <i>Bolivina compacta</i>    | 18. <i>Miliammina fusca</i>               |
| 2. <i>Ammobaculites exiguus</i>               | 10. Calcário indeterminado     | 19. <i>Webbinella</i> sp.                 |
| 3. <i>Ammonia</i> sp.                         | 11. <i>Caronia exilis</i>      | 20. REC sp.                               |
| 4. <i>Ammotium subdirectum</i>                | 12. <i>Cibicides?</i>          | 21. <i>Monotalea?</i>                     |
| 5. <i>Ammotium salsum</i>                     | 13. <i>Cribrostomoides?</i>    | 22. <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> |
| 6. Uniserial Indeterminado                    | 14. <i>Deuterammina</i> sp.    | 23. <i>Placopsilina</i> sp.M              |
| 7. <i>Asterotrochammina</i><br><i>camposi</i> | 15. Fragn. Aglut. Ind          | 24. <i>Prolixoplecta earlandi</i>         |
| 8. <i>Bolivina lowmmani</i>                   | 16. Livres Ind.                | 25. <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> |
|   | 17. <i>Miliammina earlandi</i> | 26. <i>Pseudobolivina?</i>                |
|   |                                | 27. <i>Rotaliammina?</i> sp.              |

Alguns espécimes registrados na fração flotada foram identificados e estão ilustrados abaixo com fotografias de microscopia óptica (Fig.5; Plate 1e2). Observa-se uma fauna predominantemente livre. Na maioria das amostras analisadas, esta fração apresentou baixa abundância de foraminíferos (de 1% a 40%) quando comparada ao total de foraminíferos registrados na amostra.



**Figura 5:** Imagem com microscopia óptica (MO) dos espécimes registrados na fração sobrenadante/flotada. Gêneros apresentados: A- *Caronia exilis*; B- *Miliammina fusca*; C- *Ammobaculites exiguus*; D- *Monotalea?* sp.; E- *Monotalea/Bigenerina (Pseudoclavulina curta)*; F- *Asterotrochammina camposi*; G- Calcário indeterminado; H- *Ammonia* sp.

## 4.2 Resíduo

No resíduo foram registrados 34 táxons de foraminíferos e outras duas categorias sem denominação taxonômica formal (Aderidos Indeterminados, Fragmentos aglutinantes indeterminados), resultando num total de 3.768 indivíduos.

### 4.2.1. Táxons registrados na fração resíduo

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. Aderidos Ind.                              | 12. <i>Cribrostomoides?</i>               | 25. <i>Placopsilina</i> sp.M              |
| 2. <i>Ammobaculites exiguus</i>               | 13. <i>Deuterammina</i> sp.               | 26. <i>Placopsilina?</i>                  |
| 3. <i>Ammonia</i> sp.                         | 14. <b>Fragm. Aglut. Ind</b>              | 27. <i>Psammosphaera</i> sp. B            |
| 4. <i>Ammopemphix?</i>                        | 15. <i>Hemisphaerammina</i> sp.1          | 28. <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> |
| 5. <i>Ammotium subdirectum</i>                | 16. <i>Hemisphaerammina</i> sp. A         | 29. <i>Psammosphaera</i> sp. H            |
| 6. <i>Ammotium salsum</i>                     | 17. <i>Hemisphaerammina</i> sp. M         | 30. <i>Psammosphaera</i> sp. M            |
| 7. <b>Unissereal indeterminado</b>            | 18. <i>Hemisphaerammina</i> sp. R         | 31. <i>Psammosphaera</i> sp.2             |
| 8. <i>Asterotrochammina</i><br><i>camposi</i> | 19. <i>Miliammina earlandi</i>            | 32. REC sp.                               |
| 9. <b>Bisserial aderido</b>                   | 20. <i>Miliammina fusca</i>               | 33. <i>Rotaliammina?</i> sp.              |
| 10. <i>Caronia exilis</i>                     | 21. <i>Monotalea?</i>                     | 34. ROTALIDEO A                           |
| 11. <i>Cibicides?</i>                         | 22. <i>Nonionoides?</i>                   | 35. <i>Tolypammina</i> sp.                |
|   | 23. <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> | 36. Trochamminídeos                       |
|   | 24. <i>Placopsilina</i> sp. L             |   |

Dos 10 pontos analisados, constatou-se que a maior parte dos foraminíferos estavam aderidos aos grãos. Os exemplares encontram-se ilustrados abaixo (Fig. 6 e 7; Plate 3 a 9) e correspondem principalmente a espécies de hábito incrustante, aderidos aos clastos e não ocorrem livres.

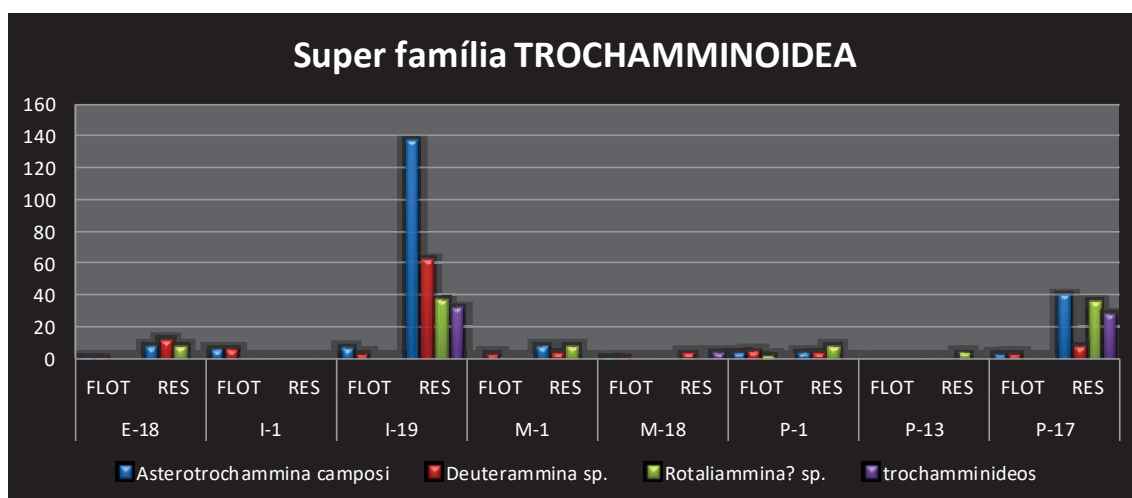
Fica evidente, ao analisar o resíduo, que há dominância dos foraminíferos incrustantes; em oito, dos 10 pontos estudados os exemplares aderidos perfazem valores acima de 90% da abundância total dos espécimes na amostra.



#### 4.2.2 Trochaminídeos

Estudando a superfamília Trochamminoidea e analisando a descrição de *Deuterammina* e *Rotaliammina* pertencentes à família Trochamminidae, e *Asterotrochammina* e *Remaneicella* pertencentes à família Remaneicidae, observou-se que há uma distinção do hábito de vida que pode ser livre ou aderido/incrustado ao substrato ou aos clastos do sedimento (Loeblich & Tappan, 1988 e 1994). Estes gêneros foram registrados em oito pontos analisados, sendo 46 indivíduos na fração flotada e 456 na fração resíduo. Acredita-se que os indivíduos livres tenham se ‘soltado’ do substrato ao qual estavam aderidos. Caso a fração residual não fosse verificada, perderia 91% do registro desse grupo (Gráfico 1).

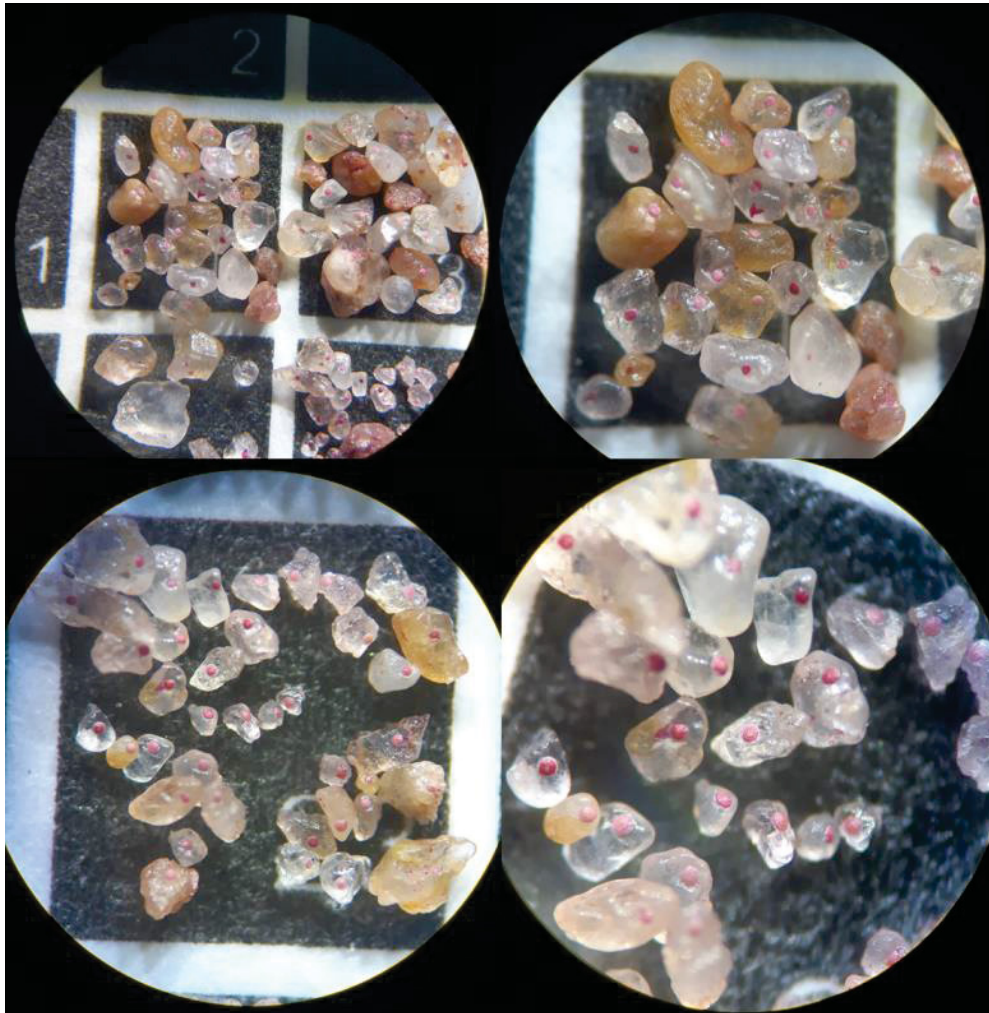
Esses espécimes se aderem com a parte ventral ao substrato, evitando o transporte por correntes, mas isto dificulta a visualização de estruturas necessárias à sua identificação. Assim, os indivíduos foram separados pela similaridade da parte dorsal e depois alguns foram ‘descolados’ com o auxílio de alfinete entomológico, para confirmar a determinação de gênero e espécie. Desta forma tentou-se minimizar o erro na determinação taxonômica. A retirada de todos os indivíduos acabaria destruindo a maioria das carapaças que são muito pequenas e frágeis.



**Gráfico 1:** Representação gráfica da presença das espécies *Asterotrochammina camposi*, *Deuterammina* sp., *Rotaliammina?* sp., trochamminídeos, nos 10 pontos analisados, separados em Flotação (FLOT) e Resíduo (RES).

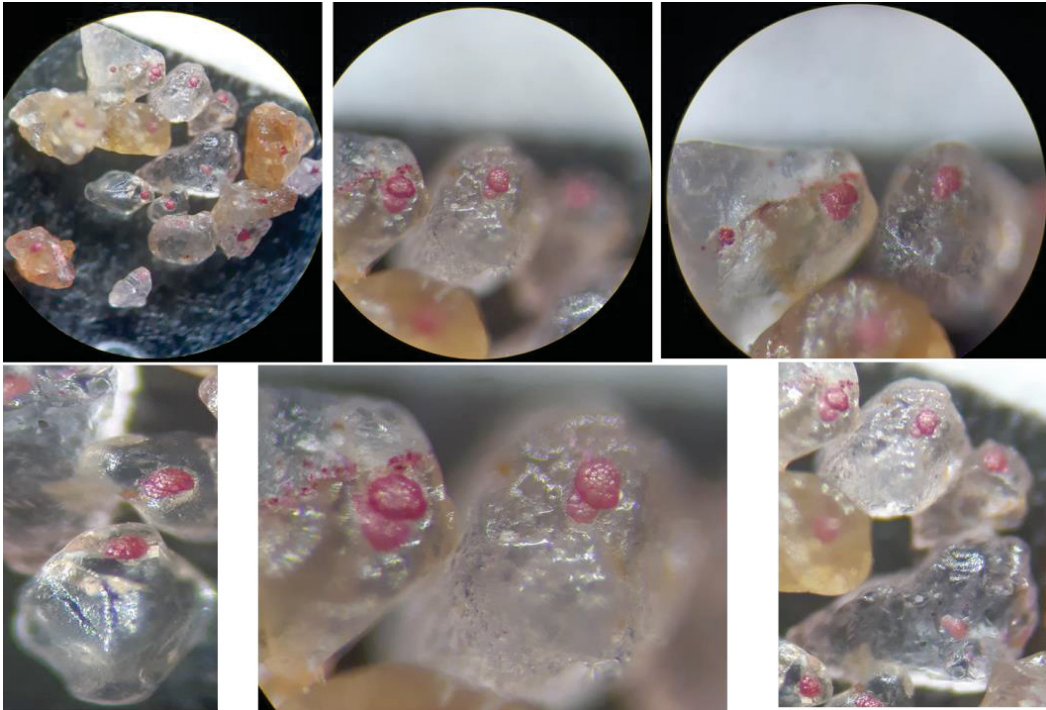


Outro fato observado na triagem e separação deste grupo foi que, diferentemente de outras espécies incrustantes que são preferencialmente registradas nas reentrâncias e/ou linhas de fratura dos clastos, para aparentemente manterem-se ‘escondidas/abrigadas’ dos impactos provocados pela exposição à energia hidrodinâmica do ambiente, os trochaminídeos se aderem a superfícies relativamente lisas (clastos mais arredondados - retrabalhados/rolados) e claros, ficando mais expostos à hidrodinâmica ambiental (Fig. 6). A forma da carapaça deve favorecer sua permanência no grão, pois mesmo com a ação mecânica das ondas ou correntes atuando de forma constante elas mantêm-se fixas ao substrato, indicando estarem adaptadas às condições hidrodinâmicas locais.



**Figura 6:** Imagens dos espécimes aderidos aos grãos de sedimento, aumentada em lupa binocular, para elucidar a forma como estão dispostos nos clastos. FOTO: A autora. Celular - Samsung A8.

Em alguns pontos mais de um indivíduo (dois, ou mais raramente três) por espécie, aparecem agrupadas num único clasto (Fig. 7 e 8 e Estampa IV).

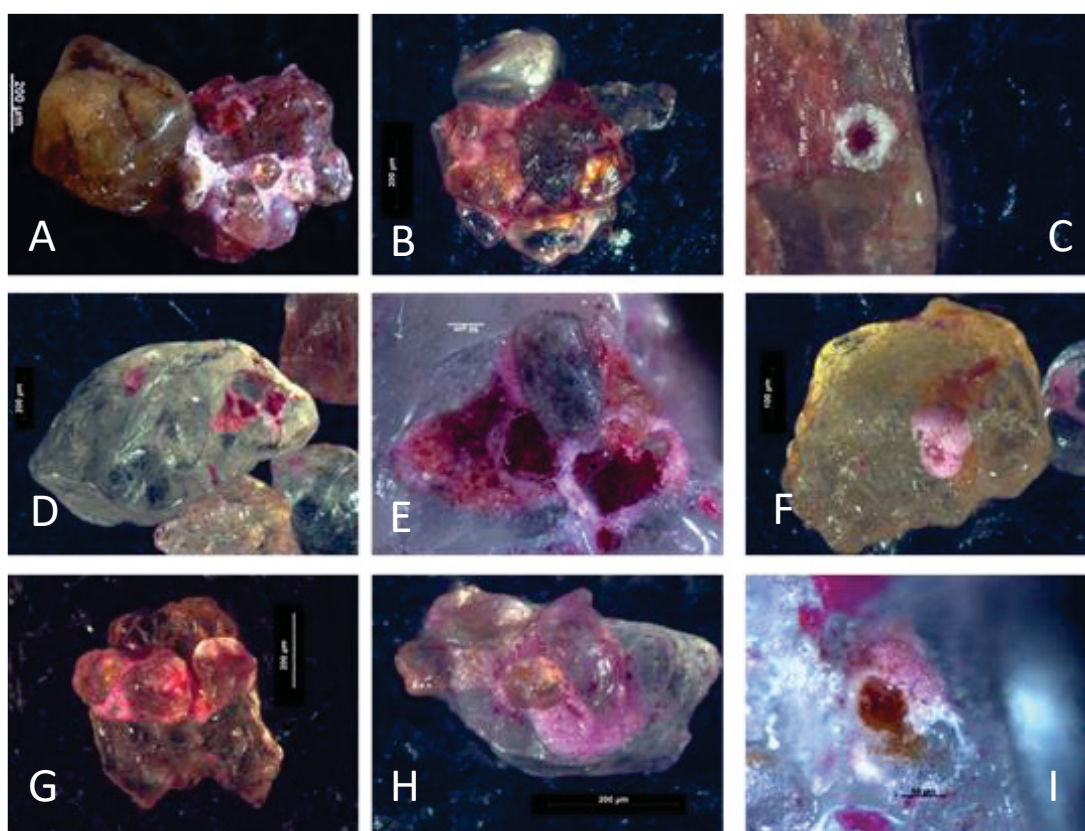


**Figura 7:** Imagens dos espécimes aderidos aos grãos de sedimento, aumentada em lupa, para elucidar a forma como estão dispostos nos clastos, neste caso em especial para evidenciar a presença de mais de um espécime em vários grãos. FOTO: A autora. Celular - Samsung A8.

Disaró *et al.* (no prelo) estudando áreas entre 3 e 907 m de profundidade na plataforma continental e talude superior da costa setentrional do Rio Grande do Norte, registraram mais de 550 espécies de foraminíferos. Todas as amostras foram submetidas ao processo de flotação em tricloroetileno para auxiliar na separação das carapaças e depois da triagem da fração sobrenadante, todo o resíduo foi triado em microscópio estereoscópico, onde foram encontrados espécimes de Placopsilinidae, Trochamminidae (*Rotaliammina* - *Deuterammina*), Remaneicidae (*Asterotrochammina* - *Remaneicella*), *Webbinella concava* e *Rectocibicides* aderidos aos grãos. Os autores observam que estas espécies vivem comumente aderidas, que devido ao seu hábito incrustante, podem passar despercebidos se as superfícies externas ou reentrâncias dos clastos não forem cuidadosamente examinadas sob lupa.

#### 4.2.1 Gênero *Psammosphaera*

Deve-se fazer um adendo sobre o gênero identificado como *Psammosphaera* (Loeblich & Tappan, 1988 e 1994), que é descrito como forma de vida livre. O fato de aglutinar vários grãos e formar sua carapaça com clastos maiores, presentes no sedimento, acaba tendo um peso relativamente alto que impede e dificulta sua flutuação durante o processo de flotação. Sendo assim, praticamente não ocorre nessa fração e foi tratado como forma de vida livre/aderida - A/L, pois pode inclusive aderir clastos maiores e atuar como espécie aderida. Geralmente está presente na fração residual (Fig. 8. A e B).



**Figura 8:** Imagem de microscopia óptica (MO) dos espécimes de foraminíferos aderidos aos grãos da fração resíduo das amostras. **A e B-** *Psammosphaera* cf. *fusca*; **C-** *Hemisphaerammina* sp.1; **D e E –** *Placopsilina?* sp., **F e I-** *Ammopemphix?* **G e H-** *Placopsilina* sp. M.

Visualmente as imagens nas figuras 7 e 8, apresentam a preferência de disposição/adesão das espécies nos clastos que servem de base/substrato para sua fixação (C, F, I) e/ou para compor parte de sua carapaça (A, B, D, E, G, H).

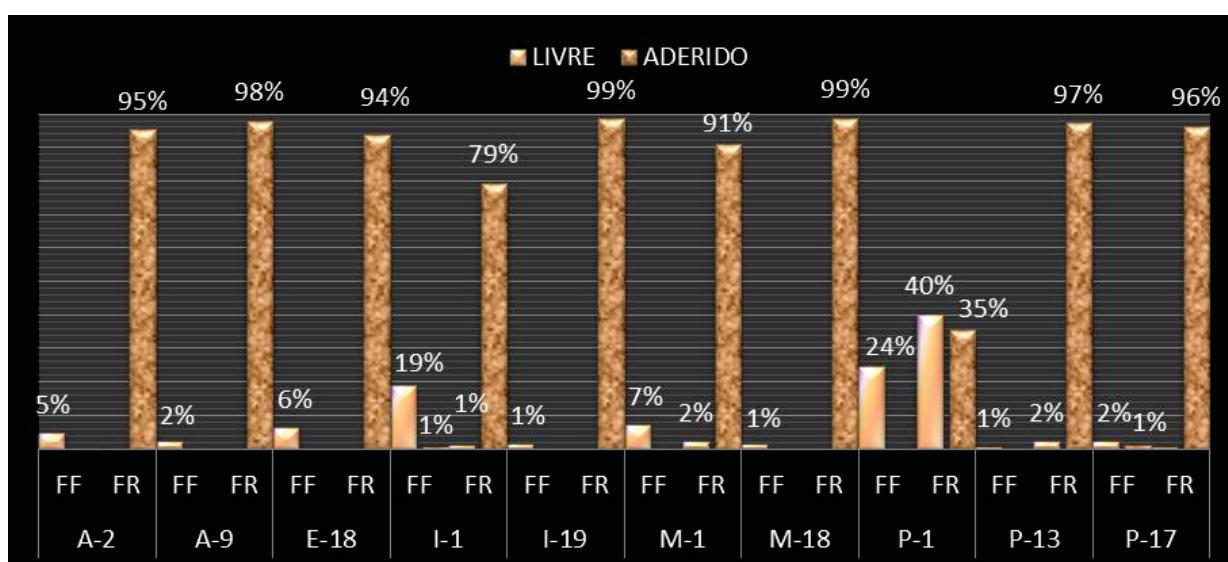


### 4.3 Flotação vs. Resíduo

O material registrado na flotação é composto principalmente de espécies de vida livre, ocorrendo poucas espécies aderidas. Em apenas um ponto (P1) houve maior porcentagem de espécimes de vida livre no resíduo do que espécimes aderidos. No resíduo predominaram espécies aderidas, com valores muito maiores quando comparados aos de espécimes livres encontrados na flotação, ou mesmo aos de vida livre presentes no resíduo (tabela 2 – gráf. 2).

| Ponto | Fração | LIVRE | ADERIDO | Total | Ponto | Fração | LIVRE | ADERIDO | Total |
|-------|--------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|---------|-------|
| A-2   | FLOT   | 1     | 0       | 25    | M-1   | FLOT   | 47    | 0       | 619   |
|       | RES    | 0     | 24      |       |       | RES    | 12    | 560     |       |
| A-9   | FLOT   | 1     | 0       | 49    | M-18  | FLOT   | 7     | 0       | 539   |
|       | RES    | 0     | 48      |       |       | RES    | 0     | 532     |       |
| E-18  | FLOT   | 5     | 0       | 81    | P-1   | FLOT   | 109   | 0       | 433   |
|       | RES    | 0     | 76      |       |       | RES    | 172   | 152     |       |
| I-1   | FLOT   | 64    | 2       | 338   | P-13  | FLOT   | 1     | 0       | 197   |
|       | RES    | 4     | 268     |       |       | RES    | 4     | 192     |       |
| I-19  | FLOT   | 13    | 0       | 905   | P-17  | FLOT   | 18    | 10      | 860   |
|       | RES    | 0     | 892     |       |       | RES    | 4     | 828     |       |

**Tabela 2:** Pontos selecionados com respectivas abundâncias de espécimes registrados nas frações flotação (FLOT) e resíduo (RES), separados em livres e aderidos. Estes dados foram utilizados para compor a Figura 8.



**Gráfico 2:** Porcentagem de espécimes livres vs. aderidos nas frações: flotação (FF) e resíduo (FR) das amostras analisadas (A2; A9; E18; I1; I19; M1; M18; P1; P13; P17).

No resíduo observou-se uma abundância muito maior de indivíduos sésseis, aderidos ou incrustados aos clastos. Porém, em alguns pontos (I1, M1, P1, P13 e P17) alguns espécimes de vida livre também foram registrados na fração residual (Tab. 2 - Gráf. 2).

Dentre os pontos amostrais estudados, a abundância de espécimes aderidos aos clastos que não flutuaram e estiveram presentes no resíduo é surpreendentemente alta. Oitenta por cento dos pontos amostrais analisados tiveram mais de 90% dos indivíduos incrustantes presentes na fração residual, são eles: A2 (95%), A9 (98%), E18 (94%), I19 (99%), M1 (91%), M18 (99%), P13 (97%) e P17 (96%).

Os pontos I1 e P1 apresentaram um percentual menor de exemplares aderidos; I1 apresentou (79%) e P1 (35%). Nestas amostras os espécimes livres estavam presentes também no resíduo e por serem mais abundantes que os espécimes aderidos em toda a amostra do ponto P1, onde perfizeram 40% do resíduo, isso pode indicar um ambiente com menor energia hidrodinâmica que a dos demais pontos amostrais estudados.

Sobre as espécies registradas, observou-se que:

#### 4.3.1 Total de 42 diferentes táxons registrados nos 10 pontos analisados

6 (seis) estavam presentes apenas na fração sobrenadante (FLOT), são eles:

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Bolivina lowmmani</i> | 4. <i>Webbinella</i> sp.        |
| 2. <i>Bolivina compacta</i> | 5. <i>Prolixopleca earlandi</i> |
| 3. Livres Ind.              | 6. <i>Pseudobolivina?</i>       |

15 estavam presentes apenas na fração residual (RES), são eles:

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Ammopemphix?</i>           | 9. <i>Placopsilina?</i> sp.    |
| 2. Bisserial aderida             | 10. <i>Psammosphaera</i> sp. B |
| 3. <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1 | 11. <i>Psammosphaera</i> sp. H |
| 4. <i>Hemisphaerammina</i> sp. A | 12. <i>Psammosphaera</i> sp. M |
| 5. <i>Hemisphaerammina</i> sp. M | 13. <i>Psammosphaera</i> sp.2  |
| 6. <i>Hemisphaerammina</i> sp. R | 14. <i>Tolypammina</i> sp.     |
| 7. <i>Nonionoides?</i>           | 15. Trochamminideos            |
| 8. <i>Placopsilina</i> sp. L     |                                |

21 estavam presentes em ambas as frações – FLOT e RES – são elas:

- |                                 |                                 |   |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| 1. Aderidos Ind.                | 8. <i>Caronia exilis</i>        | 16. <i>REC</i> sp.                        |
| 2. <i>Ammobaculites exiguus</i> | 9. <i>Cibicides?</i> sp.        | 17. <i>Monotalea?</i> sp.                 |
| 3. <i>Ammonia</i> sp.           | 10. <i>Cribrostomoides?</i> sp. | 18. <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> |
| 4. <i>Ammotium subdirectum</i>  | 11. <i>Deuterammina</i> sp.     | 19. <i>Placopsilina</i> sp.M              |
| 5. <i>Ammotium salsum</i>       | 12. ROTALIDEO A                 | 20. <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> |
| 6. Uniserial Indeterminado      | 13. Fragm. Aglut. Ind           | 21. <i>Rotaliammina?</i> sp.              |
| 7. <i>Asterotrochammina</i>     | 14. <i>Miliammina earlandi</i>  |   |
| <i>camposi</i>                  | 15. <i>Miliammina fusca</i>     |   |

A comparação entre espécies registradas nas frações sobrenadante (FLOT), do resíduo (RES) e a soma de ambos (RES + FLOT), indica que a assembleia de foraminíferos é composta por distintas espécies com hábito de vida e características diferentes. Portanto, para que o grupo seja eficientemente utilizado como indicador ambiental é preciso contemplar toda a associação nas suas reais proporções.

Há muitas espécies sésseis não registradas na costa brasileira ou, se registradas, não há menção que ocorram em proporções como as encontradas no ambiente aqui estudado. A identificação de muitas ainda é provisória e merece um levantamento mais aprofundado em literatura, imagens e consulta a material tipo. Entretanto, a maior parte dos espécimes é de indivíduos incrustantes ou aderidos, indicando que, sem dúvida, trata-se de um ambiente onde predomina uma alta energia hidrodinâmica, favorecendo estas formas. Walker *et al.* (2011) relatam que a espécie *Homotrema rubrum* que possui modo de vida aderida, as vezes encontra-se em superfícies expostas, ora não expostas das conchas, porém ocorrendo no ponto mais raso estudado (15 m.), demonstrando ser um excelente indicador de condições de água de alta energia para águas rasas.

A presença deste tipo de associação em material proveniente de testemunhos ou secções estratigráficas certamente auxiliará no reconhecimento de ambientes similares no passado geológico.

#### 4.4 Foraminíferos Aglutinantes

Os foraminíferos aglutinantes estão entre os grupos mais amplamente distribuídos e abundantes da meiofauna marinha. São encontrados em ambientes transicionais até o mar profundo, tolerando extremos ambientais. No entanto, a quantidade de esforço científico investido nesse grupo tem sido pequena em comparação com estudos de outros organismos marinhos (Hemleben *et al.* 1990). Entre as espécies varia o grau de seleção das partículas aglutinadas, algumas usam qualquer partícula disponível no ambiente, enquanto outras escolhem a forma, tamanho e natureza dos grãos; do ambiente podem aglutinar espículas de esponja, cocólitos de nanoplâncton, fragmentos de conchas de molusco, quartzo, feldspato, mica etc. e os unem com uma variedade de cimentos que segundo, Debenay (2012), podem ser totalmente orgânicos, com teores de carbonatos ou de óxido de ferro.

A maior parte dos foraminíferos registrados neste estudo apresenta carapaça aglutinante (82,4%), enquanto calcários (hialinos e porcelânicos) ocorreram em menor proporção (2,1%). A espécie denominada REC sp. teve uma porcentagem significativa (15,49%), mas ainda não pudemos nos certificar da identificação.

As espécies registradas são majoritariamente conhecidas por ocorrer em regiões estuarinas e litoral raso exposto, com forte influência fluvial e, por esta razão, com ampla variação de salinidade e turbidez. Segundo Duleba (2004), a presença da espécie *Miliammina fusca* em sedimentos subsuperficiais é indicadora de ambientes costeiros com influencia fluvial. Espécies de *Miliammina*, *Ammotium salsum* e *Ammobaculites exiguus* indicam proximidade de ambientes como manguezais e marismas, sendo típicas desses ambientes transicionais (Murray 1971; Madeira-Falcetta, 1974). Vários fragmentos de carapaça de foraminíferos aglutinantes permaneceram indeterminados e provavelmente correspondem a partes da carapaça de *Monotalea salsa*, *Ammobaculites exiguus* e outras espécies que também são comuns nestes ambientes transicionais.

É esperado que espécies que possuem carapaças mais resistentes se mantenham preservadas após a morte do indivíduo, indicando em testemunhos esse tipo de ambiente, e que espécies mais delicadas sejam mais destruídas e pouco se preservem, ou não se preservem no ambiente.

Woss (2019) (comunicação pessoal - dados não publicados<sup>2</sup>), analisando a variação anual da associação de foraminíferos e tecamebas no setor interno do complexo estuarino de Paranaguá, na foz dos rios Faisqueira e Cachoeira, cita a presença da maioria das espécies aglutinantes livres encontradas neste trabalho, como *Monotalea salsa*, *Polysaccamina ipohalina*, *Amobaculites*, *Miliammina fusca*, *Miliammina esarlandi*, *Caronia exilis*, *Ammotium salsum* e *Ammotium subdirectum*.

Oliveira (1999), em uma análise ambiental dos canais da Bacia Hidrográfica de do Rio Itanhaém - SP, com base em tecamebas e foraminíferos, faz considerações sobre a falta de trabalhos que ilustrem a amplitude de variação morfológica de algumas espécies de foraminíferos. A autora ilustra diversas espécies que são encontradas no presente estudo.

---

<sup>2</sup> Leticia Woss, 2019. Consulta a lâmina de referência da autora. Curitiba/PR  
Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental (LaFMA).



#### 4.5 Composição da comunidade dos foraminíferos bentônicos e descritores ecológicos

Nas tabelas apresentadas a seguir é possível verificar a estrutura da comunidade de foraminíferos quando avaliada através dos espécimes retidos na flotação (tabela 3) e também, quando ela é avaliada através da somatória de todos os indivíduos obtidos na flotação somados aos recuperados da fração residual (tabela 4). Na última tabela, os valores de densidade, diversidade, dominância e equitabilidade representam adequadamente a composição da assembleia de foraminíferos do ambiente estudado. Em alguns pontos A1 (FLOT e RES), A9 (FLOT), E1 (FLOT), I19 (FLOT), M18 (FLOT), P13 (FLOT), P17 (FLOT), o N foi inferior a 50 indivíduos e, portanto, não foi exibido os índices da estrutura da comunidade.

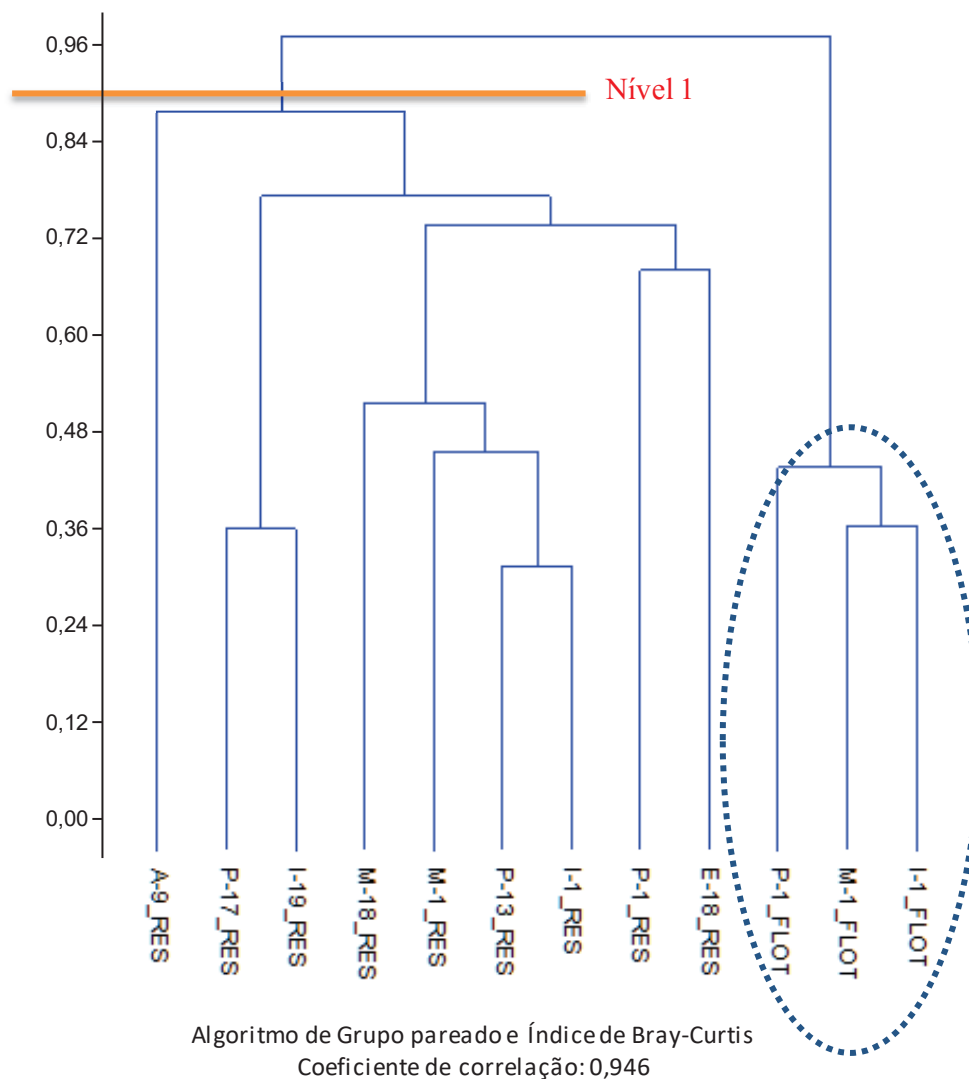
| FLOT     | Abundância (N)<br>(ind/50cm <sup>3</sup> ) | Riqueza<br>(S) | Índice de<br>Shannon (H) | índice alfa de<br>Fisher ( $\alpha$ ) | Equitabilidade<br>(J) | Dominância<br>(D) |
|----------|--|----------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| I-1_FLOT | 66   | 11             | 2,141                    | 3,769                                 | 0,8928                | 0,1391            |
| M-1_FLOT | 47   | 8              | 1,448                    | 2,769                                 | 0,6962                | 0,3264            |
| P-1_FLOT | 109  | 15             | 2,166                    | 4,712                                 | 0,7998                | 0,1541            |

**Tabela 3:** Valores da estrutura da comunidade de foraminíferos calculada com base nos espécimes encontrados na fração sobrenadante (FLOT). Abundância ou densidade (N) (ind./50cm<sup>-3</sup>), Diversidade [Riqueza Táxons (S), Índice de Shannon (H), índice alfa de Fisher ( $\alpha$ ) Equitabilidade (J)] e Dominância (D).

| RES      | Abundância (N)<br>(ind/50cm <sup>3</sup> ) | Riqueza<br>(S) | Índice de<br>Shannon (H) | índice alfa de<br>Fisher ( $\alpha$ ) | Equitabilidade<br>(J) | Dominância<br>(D) |
|----------|--|----------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| A-9_RES  | 48   | 3              | 1,028                    | 0,7093                                | 0,9359                | 0,375             |
| E-18_RES | 76   | 8              | 1,835                    | 2,256                                 | 0,8825                | 0,2022            |
| I-1_RES  | 272  | 6              | 0,7794                   | 1,085                                 | 0,435                 | 0,6626            |
| I-19_RES | 892  | 15             | 2,293                    | 2,562                                 | 0,8467                | 0,1321            |
| M-1_RES  | 572  | 12             | 1,711                    | 2,147                                 | 0,6885                | 0,2958            |
| M-18_RES | 532  | 14             | 2,138                    | 2,635                                 | 0,8101                | 0,151             |
| P-1_RES  | 324  | 19             | 2,568                    | 4,407                                 | 0,8723                | 0,09892           |
| P-13_RES | 196  | 6              | 0,9441                   | 1,17                                  | 0,5269                | 0,561             |
| P-17_RES | 832  | 15             | 2,12                     | 2,599                                 | 0,7827                | 0,1897            |

**Tabela 4:** Valores apresentados para os espécimes encontrados na (Fração Resíduo). Abundância ou densidade (N) (ind./50cm<sup>-3</sup>), Diversidade [Riqueza Táxons (S), Índice de Shannon (H), índice alfa de Fisher ( $\alpha$ ) Equitabilidade (J)] e Dominância (D).

Na Figura 9 está representada a análise de agrupamento Modo Q, realizada a partir dos dados da abundância de foraminíferos, por táxon, tendo por base os valores observados nas frações sobrenadante (FLOT) e residual (RES).



**Figura 9:** Dendrograma das estações estudadas com base nas espécies encontradas nas diferentes frações: Flotação (FLOT) e Resíduo (RES) nos 10 pontos analisados.

Considerando a análise de agrupamento no nível de corte 1, observamos dois grandes grupos, um reúne às frações sobrenadantes (FLOT) e o outro todas as frações residuais (RES), indicando a dissimilaridade entre estas frações.

Por outro lado, amostras do mesmo ponto são separadas em agrupamentos diferentes, indicando a natureza distinta do grupo de espécies separadas pela flotação, daquelas recuperadas na revisão da fração residual.

Observamos que além de verificar o intervalo batimétrico estudado, as diferenças entre tamanho de malha das peneiras utilizadas, os resultados que podem se basear na fauna viva, na fauna morta ou em ambas (fauna total) e também eventuais divergências na determinação taxonômicas entre autores, é importante acrescentar outro parâmetro que muitas vezes não é checado ao se comparar estudos com foraminíferos, trata-se de verificar como foram processadas as amostras.

A forma de triagem pode estar interferindo no resultado final da composição e estrutura das assembleias de foraminíferos, tornando as comparações pouco realistas. Quando o método de flotação for utilizado e a checagem da fração residual for ignorada ou não estiver explícita na descrição dos métodos como foi processado o resíduo, há que se tomar muito cuidado na comparação das espécies registradas. Aparentemente uma série de espécies que vivem aderidas ou incrustadas aos clastos está vivendo em ambientes costeiros do Brasil, porém sua existência tem sido ignorada ou subestimada.

#### 4.6 Sobre o ambiente e suas especificidades

As peculiaridades dos foraminíferos aderidos registrados nas amostras estudadas podem estar diretamente relacionadas à área de estudo e suas características sedimentológicas e hidrodinâmicas.

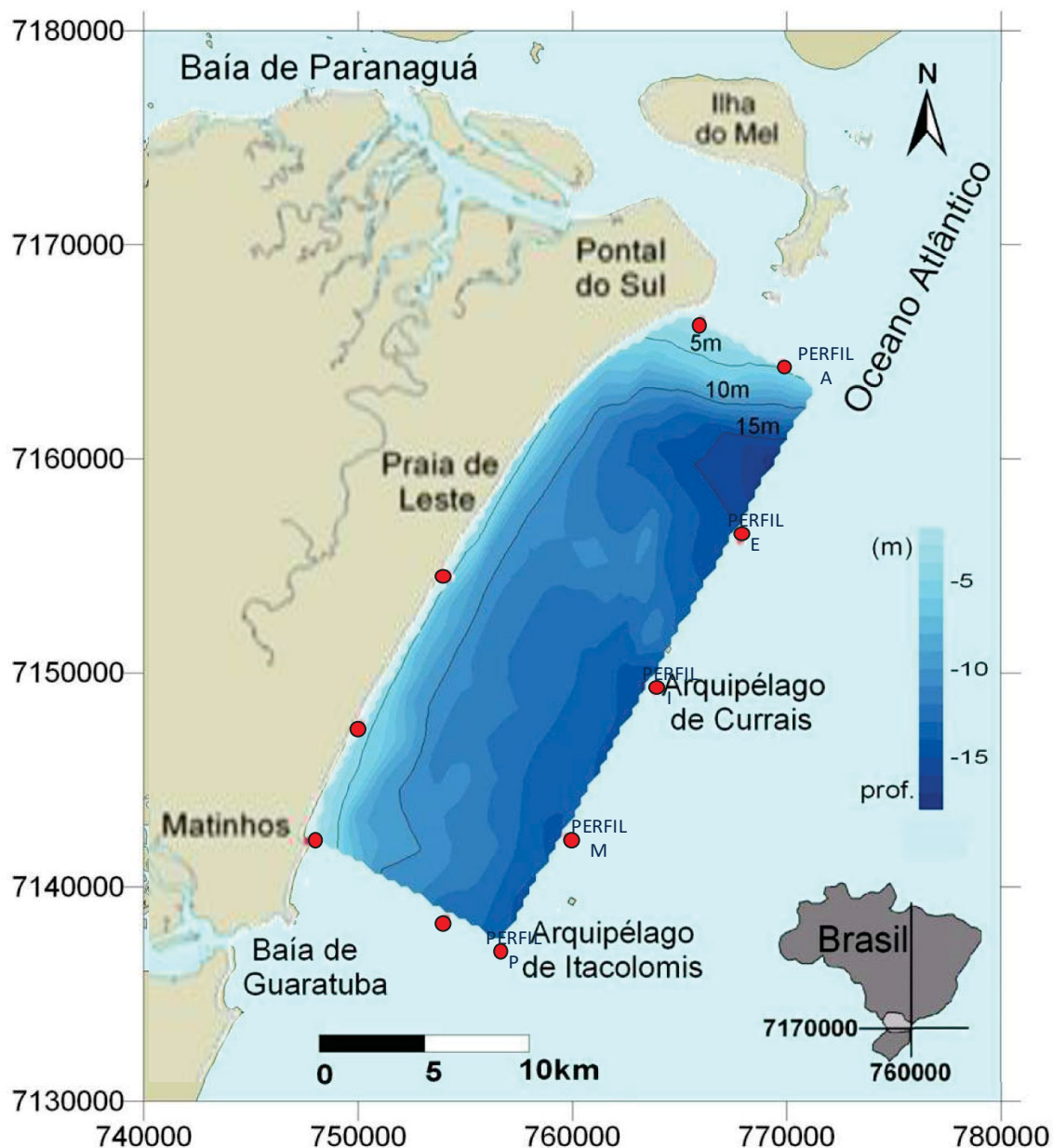
As amostras coletadas por Veiga *et al.* (2004) foram realizadas precisamente na porção da plataforma interna que vai da parte posterior da zona de surfe até a profundidade em que as ondas conseguem retrabalhar o fundo significativamente. Isso indica que o sedimento está constantemente sendo retrabalhado e sofrendo a ação mecânica das ondas nos grãos dos sedimentos, sejam transportados ou ressuspensos.

O registro sedimentar composto por uma sucessão de camadas estratificadas de variada espessura é característico das plataformas dominadas por ondas, onde há suprimento de sedimentos para o sistema, podendo ser intermeadas por inconformidades erosivas criadas durante os sucessivos eventos de maior energia, tendo a taxa de sedimentação e a capacidade de retrabalhamento os fatores que controlam a espessuras das camadas depositadas (Swift & Thorne 1991).

A planície costeira adjacente apresenta sedimentos marinhos com depósitos de areias finas a muito finas, quartzosas e bem selecionadas constituindo feixes de cordões litorâneos orientados paralelamente à linha de costa atual (SW-NE), ocorrendo na forma de terraços com proporções decrescendo em direção ao oceano (Veiga 2005).

Noernberg (2001) afirma que não existem rios importantes desaguando na área de estudo e os quais ocorrem parecem ter sua direção controlada pelos cordões litorâneos, seguindo paralelo à costa e desaguando nos estuários; o autor cita que apenas em períodos com muita chuva há o aparecimento de sangradouros (*riachos*) desaguando diretamente na praia, porém como a área do estudo situa-se entre os complexos estuarinos de Paranaguá e de Guaratuba acaba recebendo a pluma de material em suspensão transportado por marés vazantes de ambas as desembocaduras (incidência de ondas de NE ou de SE).

A média granulométrica dos sedimentos encontra-se predominantemente na faixa da areia fina e os dados batimétricos evidenciam uma mudança de gradiente a partir dos 7 m de profundidade, com a ocorrência de altos fundos relacionados com os corpos de areia média a grossa (Veiga 2005) (Fig. 10 e 11).



**Figura 10:** Batimetria da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense com os pontos analisados nesse trabalho identificados no mapa, em vermelho. FONTE: Veiga (2005, modificado).

A interação dos movimentos oscilatórios das águas causados pelas ondas com os sedimentos do fundo, geralmente restringe-se entre os 5 e 15 m de profundidade em períodos de bom tempo, porém, a ação de ondas de tempestade pode afetar regiões muito mais profundas (Walker & Plint, 1992).

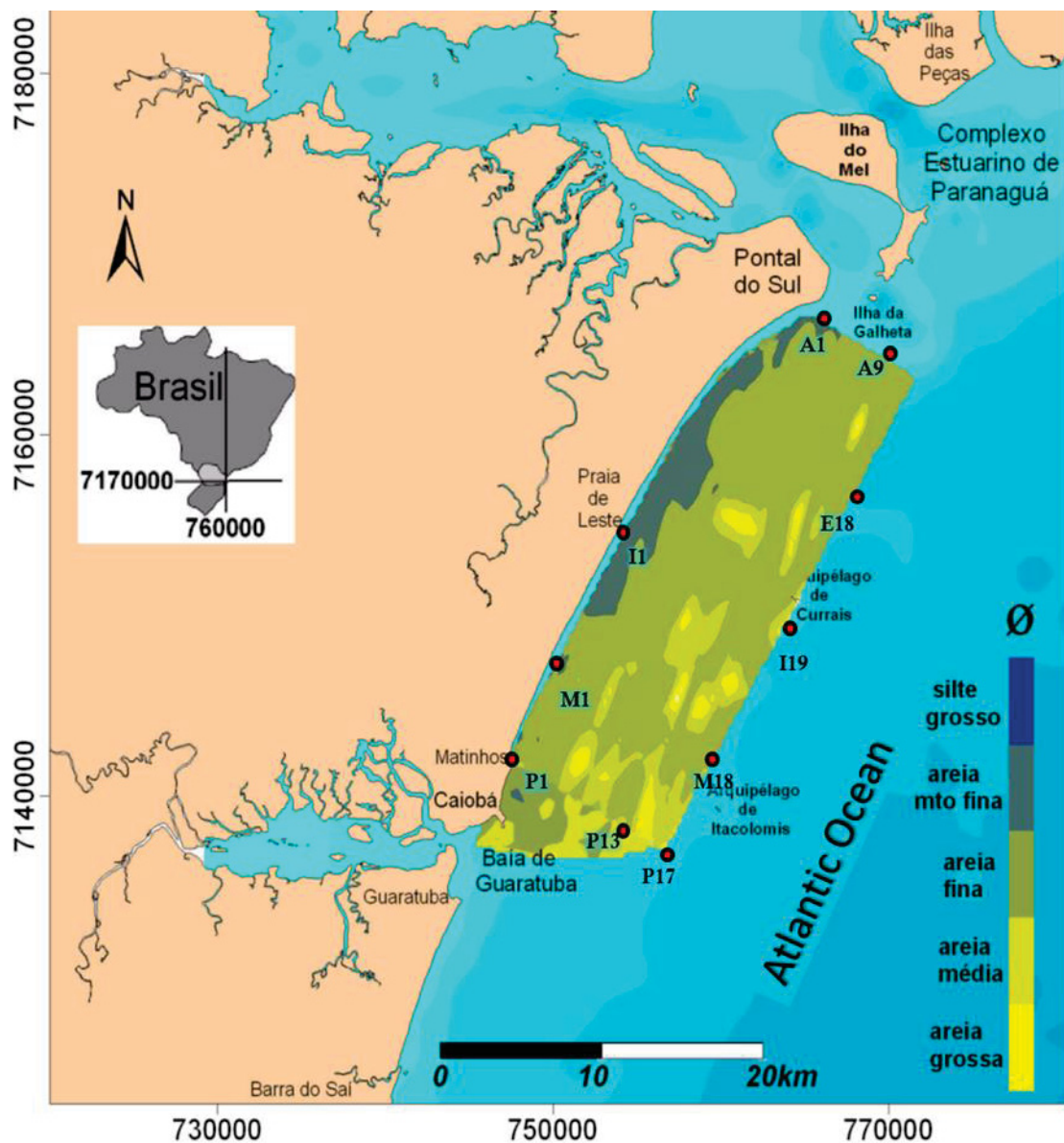
Walker *et al.* (2011) abordam a ocorrência de foraminíferos que se mantêm aderidos ao lado exposto da concha (bivalve) ou não exposto (dentro da concha), notando que a maioria ocorre com maior frequência nas superfícies expostas da concha; duas espécies não mostraram diferença significativa entre superfícies expostas e não expostas (*Homotrema rubrum* e *Gypsina plana*), ambas ocorrendo geralmente em águas rasas. Em contraste, vários

taxons foram significativamente mais freqüente nas superfícies expostas (*Planorbulina*, *Cibicides refulgens*, *Cornuspiramia*, *Placopsilina* e *Tritaxis*), os autores ainda enfatizam que reconhecendo estes táxons em conchas fósseis, deve permitir uma designação confiável da original orientação das conchas em assembléias fósseis.

Tentando relacionar as frações granulométricas com a presença das espécies encontradas, gráficos dos pontos amostrais foram confeccionados, utilizando as médias granulométricas e os histogramas de frequência das amostras de sedimentos realizadas por Veiga *et al.* (2004) e Veiga (2005) e seus dados de classificação (Tabela 5). Estes fatores podem determinar a presença/ausência de algumas espécies, ou influenciar sua abundância no local.

| PONTO | Classificação    | Prof. Z | Média | Mediana | Seleção | Assimetria | %        | %     | %      | %      | % Matéria | %         | Valor da média |
|-------|------------------|---------|-------|---------|---------|------------|----------|-------|--------|--------|-----------|-----------|----------------|
|       |                  |         |       |         |         |            | Cascalho | Areia | Silte  | Argila | Orgânica  | Carbonato |                |
| A2    | Areia muito fina | -2,90   | 3,163 | 3,2     | 0,3197  | -0,1636    | 0,03593  | 99,86 | 0,1018 | 0      | 0,55      | 1,43      | 4              |
| A9    | Areia fina       | -4,40   | 2,832 | 2,806   | 0,2628  | 0,2399     | 0        | 99,99 | 0,0139 | 0      | 0,37      | 1,62      | 3              |
| E18   | Areia fina       | -14,50  | 2,586 | 2,58    | 0,4008  | 0,1114     | 0        | 99,91 | 0,0901 | 0      | 0,7       | 2,17      | 3              |
| I1    | Areia muito fina | -4,10   | 3,655 | 3,063   | 1,62    | 0,601      | 0        | 74,24 | 22,22  | 3,536  | 5,9       | 7,05      | 4              |
| I19   | Areia média      | -15,30  | 1,125 | 1,098   | 0,6623  | 0,08005    | 0        | 100   | 0,0041 | 0      | 0,36      | 1,79      | 2              |
| M1    | Areia fina       | -3,80   | 2,862 | 2,895   | 1,418   | 0,2785     | 0        | 85,25 | 9,158  | 5,596  | 2,4       | 5,82      | 3              |
| M18   | Areia fina       | -14,20  | 2,376 | 2,338   | 0,438   | 0,08981    | 0        | 99,97 | 0,0322 | 0      | 0,55      | 1,8       | 3              |
| P1    | Areia média      | -2,00   | 1,986 | 1,891   | 0,9014  | 0,5348     | 0        | 91,33 | 8,163  | 0,5102 | 2,74      | 7,13      | 2              |
| P13   | Areia média      | -12,50  | 1,739 | 1,719   | 0,6189  | 0,0658     | 0,182    | 96,79 | 3,033  | 0      | 0,54      | 3,37      | 2              |
| P17   | Areia média      | -13,40  | 1,488 | 1,504   | 0,7639  | -0,01081   | 0        | 100   | 0      | 0      | 0,85      | 3,89      | 2              |

**Tabela 5:** Dados de granulometria, profundidade e classificação, exemplificada por ponto da área amostrada. FONTE: Veiga (2005), modificado.

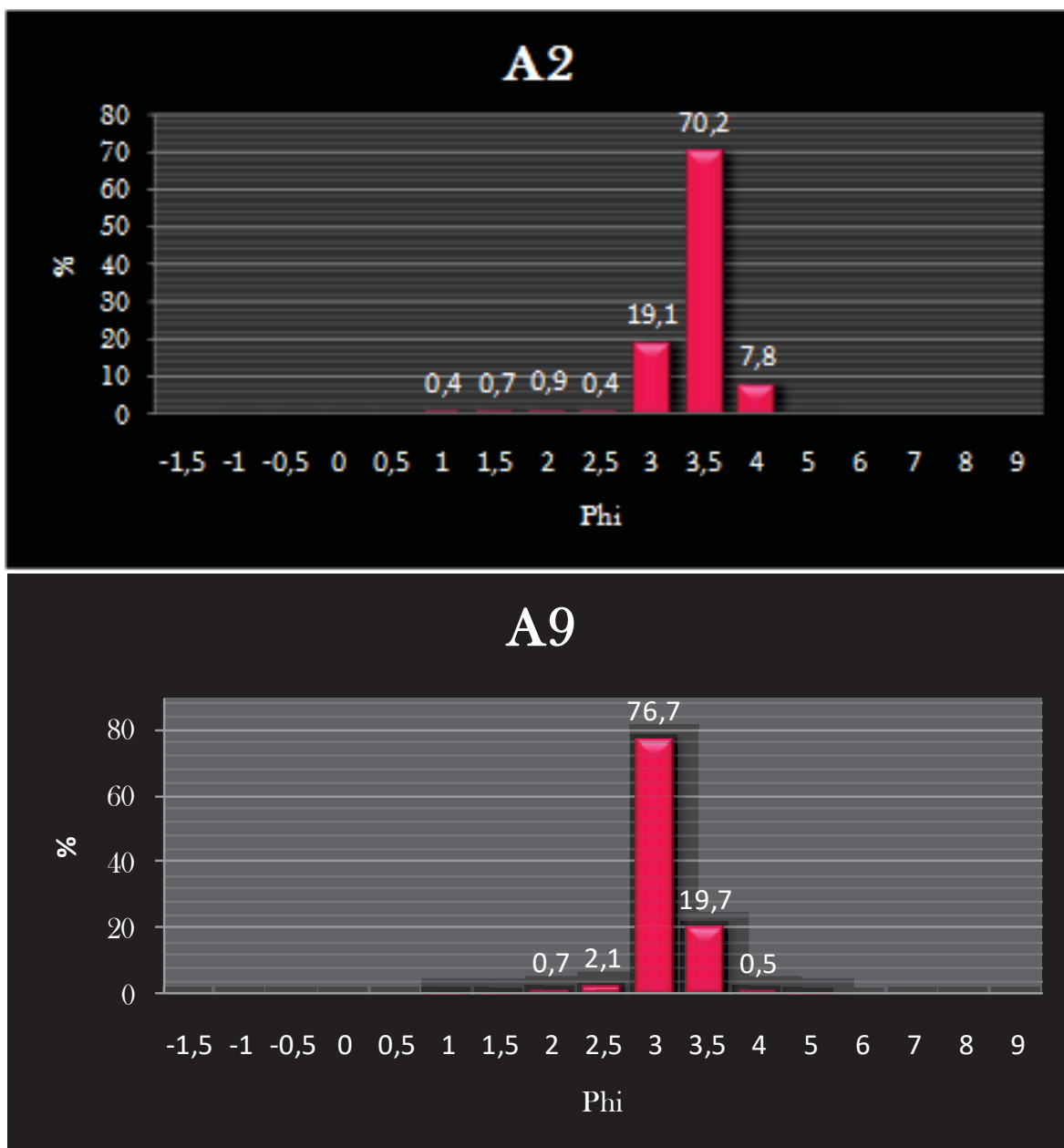


**Figura 11:** Distribuição granulométrica (média) dos sedimentos de fundo da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. Acima, à esquerda o gráfico representa as diferentes proporções das classes de Folk & Ward (1957) nos 289 pontos amostrados. FONTE: Veiga (2005), modificado.



#### 4.8.1 PERFIL A

Nos pontos do Perfil A, predominam areias fina e muito fina, concentradas nos intervalos de  $\Phi$  3 e 3,5 do delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (Gráfico 2). Há poucos grãos em outros intervalos granulométricos (Veiga, 2005).



**Gráfico 3:** Representação gráfica das distribuições granulométrica nos pontos A2 e A9. Dominam areias finas e muito finas.



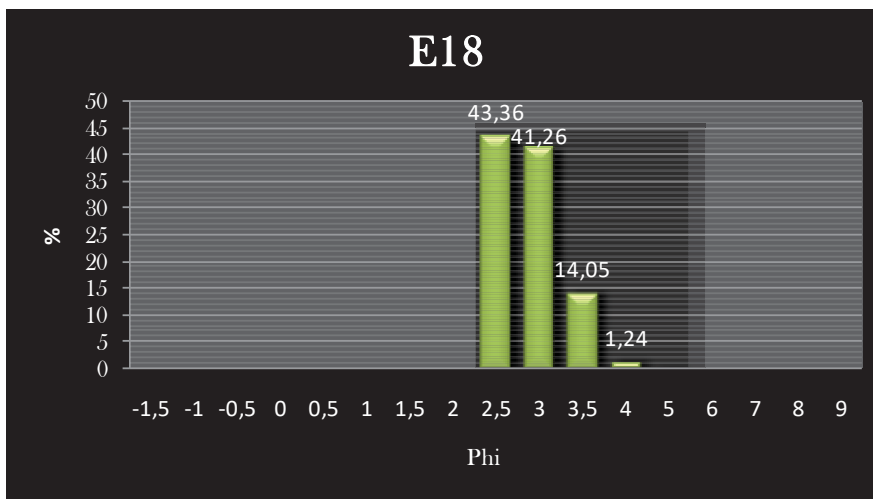
Este perfil foi o que apresentou menor abundância, tanto na flotação, quanto no resíduo analisado, mostrou-se quase homogêneo em relação aos dois pontos (A1 e A9; fig. 6). Com muita influência da desembocadura da Baía de Paranaguá, apresenta baixa profundidade (-2,90m e -4,40m, respectivamente) e sofre fortes variações de salinidade diariamente e também sazonalmente.

| ID                                    | A-2             |   |     |     | A-9             |   |     |     |
|---------------------------------------|-----------------|---|-----|-----|-----------------|---|-----|-----|
|                                       | FLOT            | * | RES | *   | FLOT            | * | RES | *   |
| Aderidos Ind.                         | 0               | 0 | 0   | 0   | 0               | 0 | 20  | A   |
| <i>Caronia exilis</i>                 | 1               | L | 0   | 0   | 1               | L | 0   | 0   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1         | 0               | 0 | 4   | A   | 0               | 0 | 20  | A   |
| Nonionoides?                          | 0               | 0 | 4   | L   | 0               | 0 | 0   | 0   |
| <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> | 0               | 0 | 16  | A/L | 0               | 0 | 8   | A/L |
| <b>FAUNA TOTAL</b>                    | <b>A-2 = 25</b> |   |     |     | <b>A-9 = 49</b> |   |     |     |

**Tabela 6:** Táxons registrados nos pontos A2 e A9 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).

#### 4.8.2 PERFIL E

No ponto E18, os valores de Phi variam de 2,5 a 4 com maiores percentuais entre 2,5 e 3 (Gráfico 4). Dominam, portanto, as areias finas a muito finas e a profundidade é de -5,20 m.



**Gráfico 4:** Representação gráfica da distribuição das frações granulométricas no ponto E18.

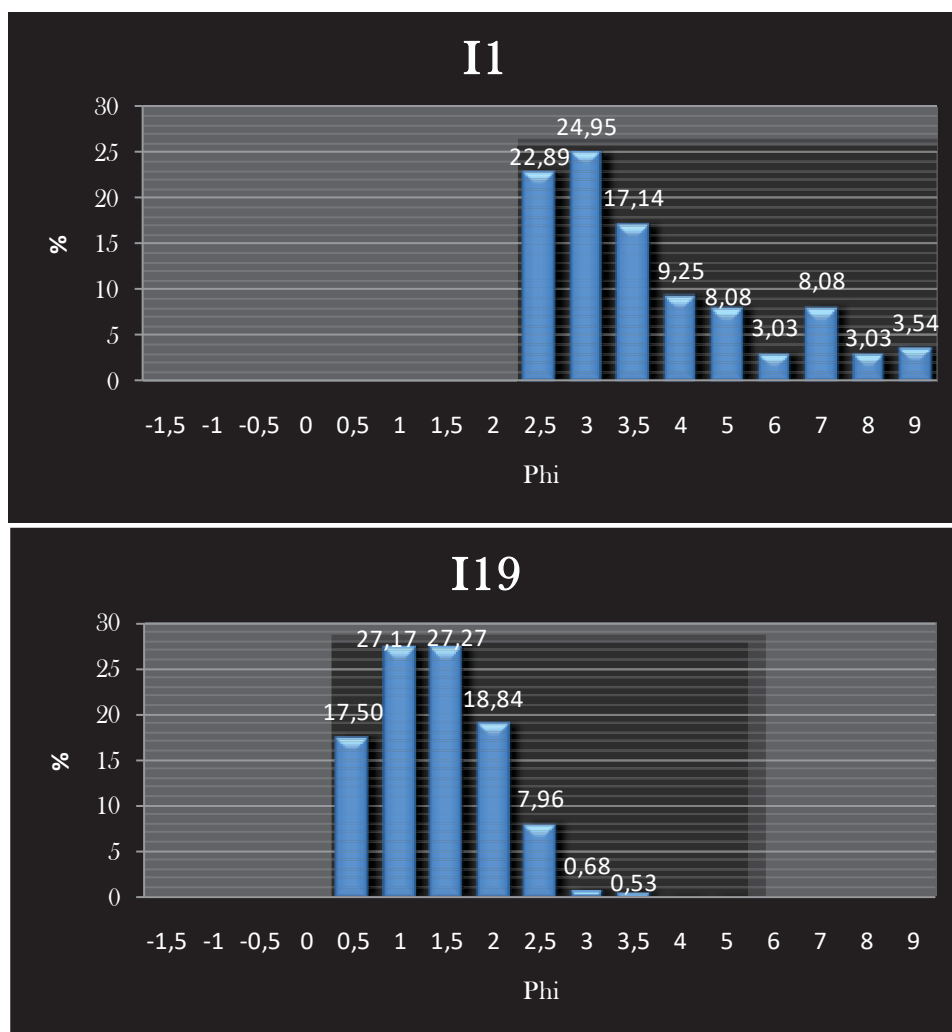
A maior parte das espécies foi registrada na fração residual (tabela 7), mas a densidade é baixa se comparada à maioria dos pontos analisados.

| ID                                    | E-18          |   |           |     |
|---------------------------------------|---------------|---|-----------|-----|
|                                       | FLOT          | * | RES. A    | *   |
| <i>Ammopemphix?</i>                   | 0             | 0 | 4         | A   |
| <i>Asterotrochammina camposi</i>      | 1             | L | 8         | A   |
| <i>Caronia exilis</i>                 | 2             | L | 0         | 0   |
| <i>Deuterammina</i> sp.               | 1             | L | 12        | A   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1         | 0             | 0 | 4         | A   |
| <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> | 0             | 0 | 4         | A   |
| <i>Prolixopleca earlandi</i>          | 1             | L | 0         | 0   |
| <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> | 0             | 0 | 28        | A/L |
| REC sp.                               | 0             | 0 | 8         | A   |
| <i>Rotiammina?</i> sp.                | 0             | 0 | 8         | 0   |
| <b>FAUNA</b>                          | <b>E-18 =</b> |   | <b>81</b> |     |

**Tabela 7:** Táxons registrados na flotação (FLOT) e residuo (RES) do ponto E18; livres (L) e aderidas (A).

### 4.8.3 PERFIL I

No ponto I1 Phi variou entre 2,5 e 9, indicando presença de areia muito finas a silte. Profundidade em -4,10; e no ponto I19 os valores de Phi variaram entre 0,5 e 3,5. Característico de areias grossas a maiores valores para areias finas. E profundidade em -15,30 (Gráfico 5).



**Gráfico 5:** Representação gráfica da distribuição granulométrica nos pontos I1 e I19. Predominaram areias grossas a finas e no ponto I1 também há distintas frações de silte.

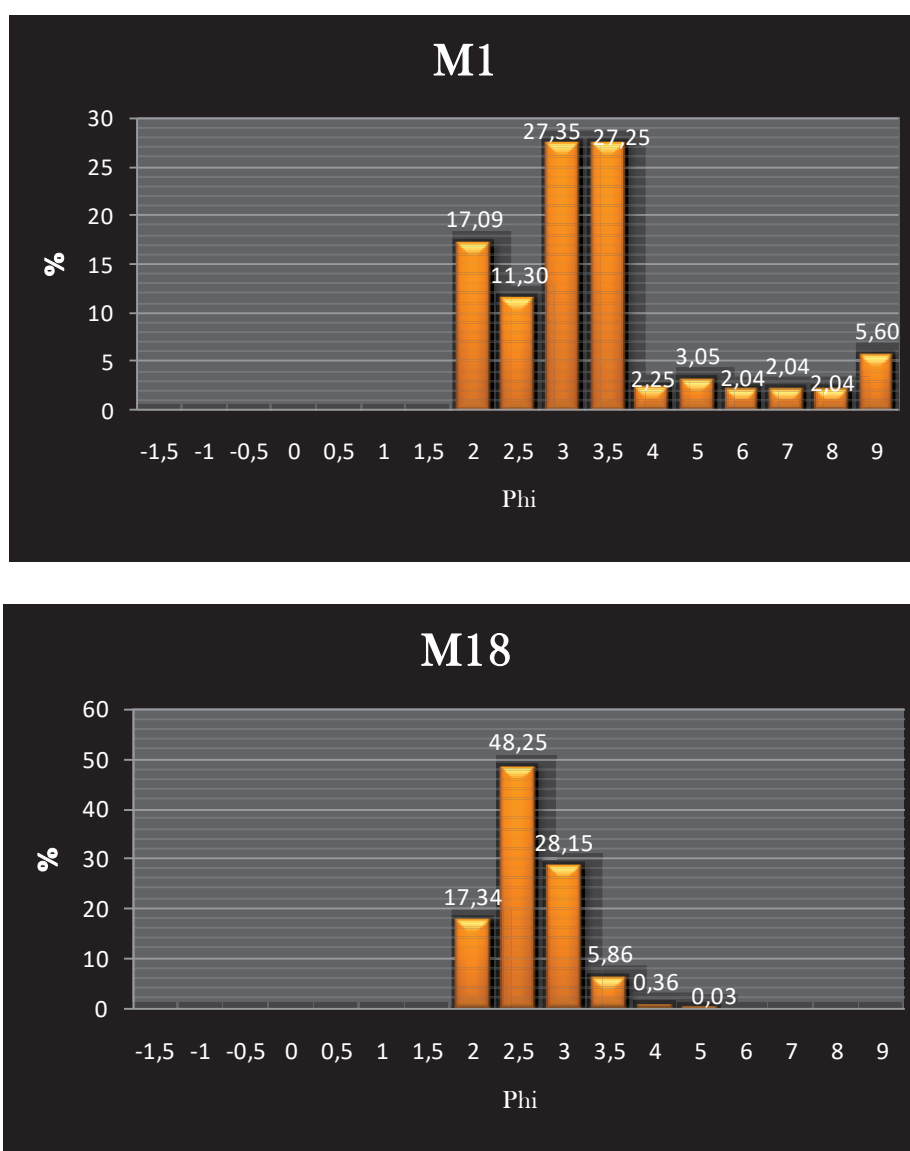
O transecto I foi um dos que mais apresentou indivíduos no resíduo, com uma fauna bem característica em termos de hábito de vida (Tabela 8).

| ID                                    | I-1       |   |     |     | I-19       |   |     |     |
|---------------------------------------|-----------|---|-----|-----|------------|---|-----|-----|
|                                       | FLOT      | * | RES | *   | FLOT       | * | RES | *   |
| Aderidos Ind.                         | 2         | A | 12  | A   | 0          | 0 | 38  | A   |
| <i>Ammobaculites exiguus</i>          | 4         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Ammonia</i> sp.                    | 0         | 0 | 4   | L   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| Ammopemphix?                          | 0         | 0 | 12  | A   | 0          | 0 | 88  | A   |
| Unisserial Indeterminado              | 8         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Asterotrochammina camposi</i>      | 6         | L | 0   | 0   | 7          | L | 137 | A   |
| <i>Caronia exilis</i>                 | 16        | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Deuterammina</i> sp.               | 6         | L | 0   | 0   | 3          | L | 62  | A   |
| Fragm. Aglut. Ind                     | 11        | L | 0   | 0   | 3          | L | 18  | A   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1         | 0         | 0 | 16  | A   | 0          | 0 | 75  | A   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. A         | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 1   | A   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. M         | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 2   | A   |
| <i>Miliammina fusca</i>               | 2         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| Monotalea?                            | 1         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 60  | A   |
| <i>Placopsilina</i> sp. M             | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 48  | A   |
| <i>Prolixopleca earlandi</i>          | 8         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> | 0         | 0 | 220 | A/L | 0          | 0 | 42  | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> sp. H            | 0         | 0 | 8   | A/L | 0          | 0 | 0   | 0   |
| <i>Pseudobolivina?</i>                | 2         | L | 0   | 0   | 0          | 0 | 0   | 0   |
| REC sp.                               | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 239 | A   |
| <i>Rotaliammina?</i> sp.              | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 37  | A   |
| <i>Tolypammina</i>                    | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 13  | A   |
| <i>trochamminideos</i>                | 0         | 0 | 0   | 0   | 0          | 0 | 32  | A   |
| <b>FAUNA TOTAL</b>                    | I-1 = 338 |   |     |     | I-19 = 905 |   |     |     |

**Tabela 8:** Táxons registrados nos pontos I1 e I19 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).

#### 4.8.4 PERFIL M

No ponto M1 a profundidade foi de -3,80m e Phi variou de 2 a 9, dominando areias média e fina. Como neste e na maioria dos trabalhos com foraminíferos utiliza-se como limite a peneira de 63 micrometros (Phi entre 3 e 4) para lavagem das amostras, as partículas de tamanho silte e argila estiveram ausentes do material analisado e o que observou-se na triagem foi a concentração de areia fina. No ponto M18 a profundidade é de -14,20m; Phi variou entre 2 a 5, com maiores concentrações entre 2,5 e 3, apresentando, portanto, maior teor de areia fina (Gráfico 6).



**Gráfico 6:** Representação gráfica da distribuição das classes granulométricas nos pontos M1 e M18.

As espécies presentes foram abundantes em ambas as frações e apresentaram características peculiares, com maior riqueza específica (Tabela 9).

|                                       |                  |   |     |                   |   |   |     |     |
|---------------------------------------|------------------|---|-----|-------------------|---|---|-----|-----|
| <i>Ammobaculites exiguus</i>          | 1                | L | 0   | 0                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Ammonia</i> sp.                    | 2                | L | 4   | L                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| Ammopemphix?                          | 0                | 0 | 32  | A                 | 0 | 0 | 20  | A   |
| <i>Asterotrochammina camposi</i>      | 0                | 0 | 8   | A                 | 1 | L | 0   | 0   |
| <i>Caronia exilis</i>                 | 23               | L | 0   | 0                 | 5 | L | 0   | 0   |
| <i>Deuterammina</i> sp.               | 3                | L | 4   | A                 | 1 | L | 4   | A   |
| Fragm. Aglut. Ind                     | 13               | L | 8   | L                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1         | 0                | 0 | 68  | A                 | 0 | 0 | 28  | A   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. R         | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 32  | A   |
| <i>Miliammina fusca</i>               | 2                | L | 0   | 0                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| REC sp.                               | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 4   | A   |
| Monotalea?                            | 2                | L | 0   | 0                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> | 0                | 0 | 32  | A                 | 0 | 0 | 16  | A   |
| <i>Placopsilina</i> sp. L             | 0                | 0 | 36  | A                 | 0 | 0 | 8   | A   |
| <i>Placopsilina</i> sp. M             | 0                | 0 | 48  | A                 | 0 | 0 | 72  | A   |
| <i>Prolixopleca</i> sp.               | 1                | L | 0   | 0                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Psammosphaera</i> sp. B            | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 72  | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> | 0                | 0 | 292 | A/L               | 0 | 0 | 144 | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> sp. H            | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 4   | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> sp. M            | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 88  | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> sp.2             | 0                | 0 | 32  | A/L               | 0 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Rotaliammina?</i> sp.              | 0                | 0 | 8   | A                 | 0 | 0 | 0   | 0   |
| trochamminideos                       | 0                | 0 | 0   | 0                 | 0 | 0 | 4   | A   |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>M-1 = 619</b> |   |     | <b>M-18 = 539</b> |   |   |     |     |

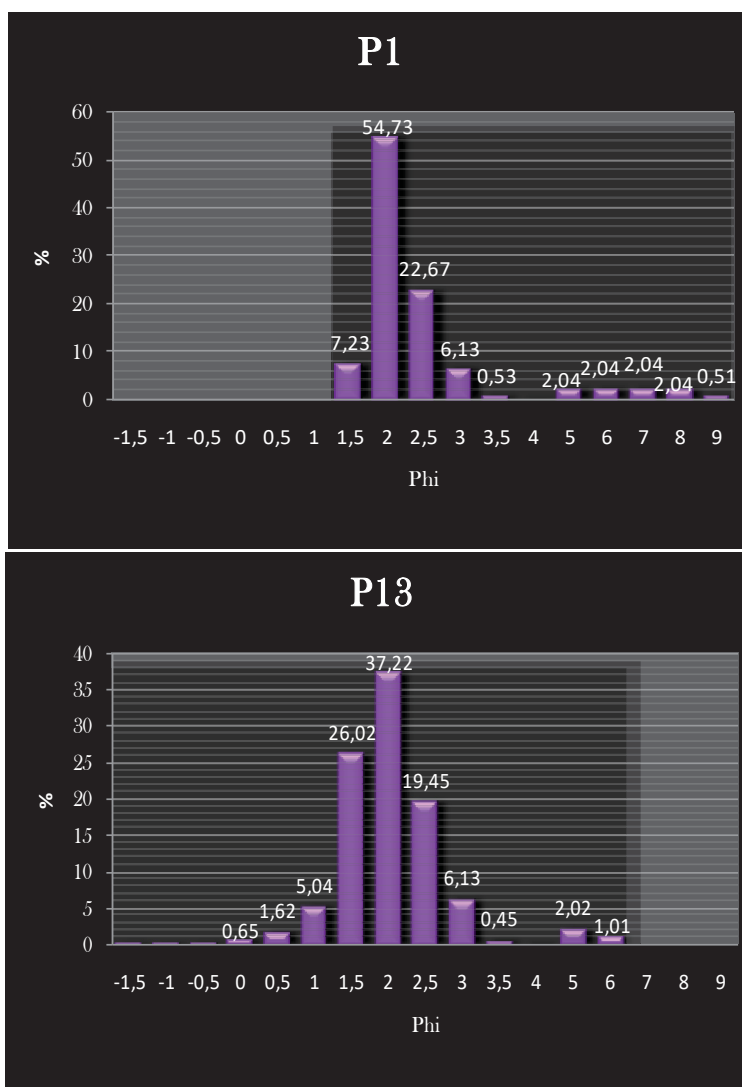
**Tabela 9:** Táxons registrados nos pontos M1 e M18, na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).

#### 4.8.5 PERFIL P

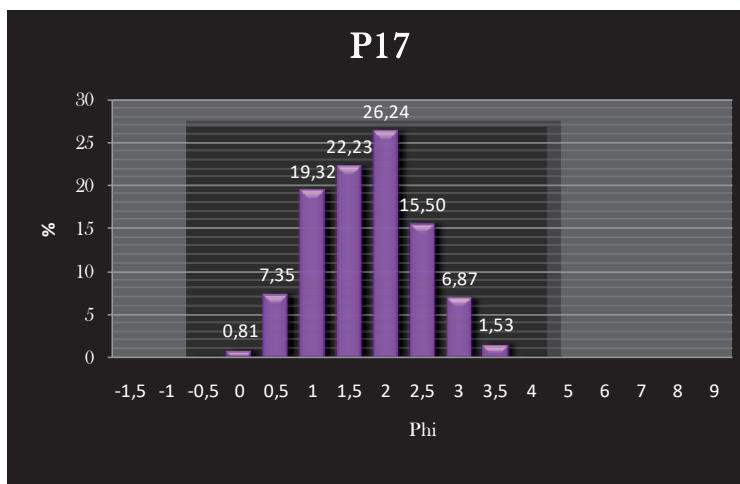
O ponto P1 apresentou profundidade de -2,00m e variações de Phi entre 1,5 a 9, indicando presença de areia muito grossa a argila; porém dominou a areia média.

O ponto P13 apresentou profundidade de -12,50m e Phi variando de 0 a 6. Com presença de areia muito grossa a silte, teve predomínio de areia média.

O ponto P17 está a -13,40m de profundidade e Phi variou entre 0 e 3,5, apresentando, portanto, areia muito grossa a areia muito fina, teve uma fração elevada de areia grossa, mas predominou a areia média (Gráfico 7,8).



**Gráfico 7:** Representação gráfica da distribuição das classes granulométricas nos pontos P1, P13 e P19.



**Gráfico 8:** Representação gráfica da distribuição das classes granulométricas nos pontos P1, P13 e P19.

O transecto P apresentou maior riqueza e abundância de espécimes de foraminíferos, que estiveram presentes tanto na flotação, quanto principalmente na fração resíduo (Tabela 10).

A diversidade dos foraminíferos certamente está associada ao tamanho dos grãos que podem fornecer substrato às espécies com hábito incrustante ou permitir que espécies epi ou infaunais também se estabeleçam. Assim, enquanto as areias muito finas favorecem os grupos infaunais, as areias médias a grossas proporcionariam um substrato mais adequado à adesão das incrustante.

Observou-se que nas areias muito finas a finas houve presença de formas incrustantes, porém em baixa densidade e, nos pontos com predomínio de areias médias a grossas sua abundância foi maior.

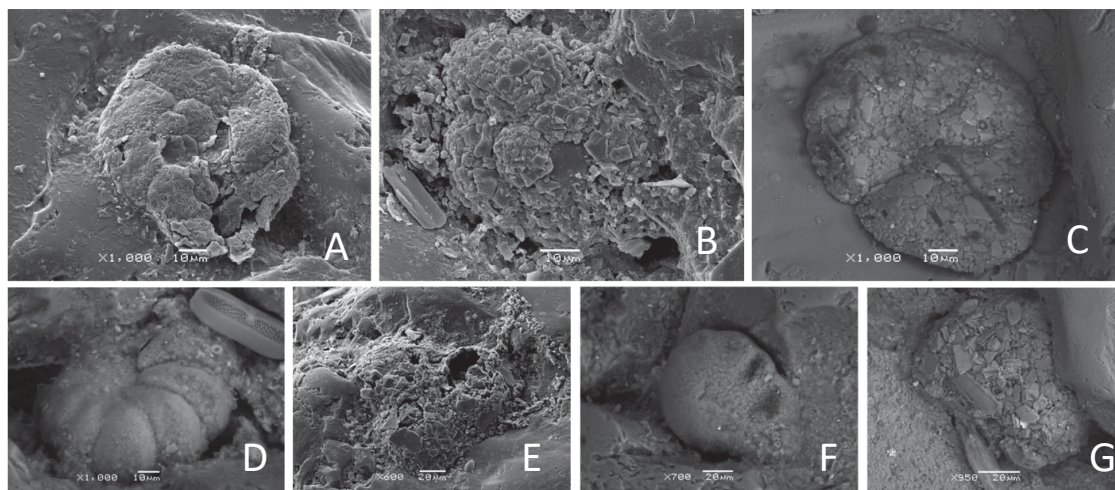


| ID                                    | P-1              |   |     |     | P-13              |   |     |     | P-17              |   |     |     |
|---------------------------------------|------------------|---|-----|-----|-------------------|---|-----|-----|-------------------|---|-----|-----|
|                                       | FLOT             | * | RES | *   | FLOT              | * | RES | *   | FLOT              | * | RES | *   |
| Aderidos Ind.                         | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 4                 | A | 24  | A   |
| <i>Ammobaculites exiguus</i>          | 7                | L | 60  | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Ammonia</i> sp.                    | 0                | 0 | 12  | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 2                 | L | 4   | L   |
| Ammopemphix?                          | 0                | 0 | 24  | A   | 0                 | 0 | 24  | A   | 0                 | 0 | 32  | A   |
| <i>Ammotium subdirectum</i>           | 1                | L | 4   | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Ammotium salsum</i>                | 1                | L | 4   | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| Uniserial indeterminado               | 1                | L | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Asterotrochammina camposi</i>      | 4                | L | 4   | A   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 3                 | L | 40  | A   |
| <i>Bolivina lowmani</i>               | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 4                 | L | 0   | 0   |
| <i>Bolivina compacta</i>              | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 2                 | L | 0   | 0   |
| Bissereal aderido                     | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 4   | A   |
| <i>Caronia exilis</i>                 | 30               | L | 4   | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Cibicides?</i>                     | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 2                 | A | 40  | A   |
| <i>Cribrostomoides?</i>               | 6                | L | 16  | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Deuterammina</i> sp.               | 5                | L | 4   | A   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 3                 | L | 8   | A   |
| ROTALEIDEO A                          | 0                | 0 | 12  | L   | 0                 | 0 | 4   | L   | 1                 | L | 0   | 0   |
| Fragm. Aglut. Ind                     | 17               | L | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Hemisphaerammina</i> sp. 1         | 0                | 0 | 16  | A   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 12  | A   |
| Livres Ind.                           | 2                | L | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Miliammina earlandi</i>            | 1                | L | 4   | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Miliammina fusca</i>               | 20               | L | 20  | L   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Webbinella</i> sp.                 | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 1                 | A | 0   | 0   |
| Monotalea?                            | 10               | L | 36  | L   | 1                 | L | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| Nonionoides?                          | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Placopsilina</i> cf. <i>bradyi</i> | 0                | 0 | 16  | A   | 0                 | 0 | 8   | A   | 1                 | A | 40  | A   |
| <i>Placopsilina</i> sp. L             | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Placopsilina</i> sp. M             | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 1                 | A | 96  | A   |
| <i>Placopsilina?</i> sp.              | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 76  | A   |
| <i>Prolixopleca earlandi</i>          | 2                | L | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Psammosphaera</i> cf. <i>fusca</i> | 0                | 0 | 52  | A/L | 0                 | 0 | 144 | A/L | 1                 | A | 72  | A/L |
| <i>Psammosphaera</i> sp. H            | 0                | 0 | 4   | A/L | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   |
| <i>Pseudobolivina?</i>                | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 1                 | L | 0   | 0   |
| REC sp.                               | 0                | 0 | 24  | A   | 0                 | 0 | 12  | A   | 2                 | 1 | 320 | A   |
| <i>Rotaliammina?</i> sp.              | 2                | L | 8   | A   | 0                 | 0 | 4   | A   | 0                 | 0 | 36  | A   |
| trochamminideos                       | 0                | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 0   | 0   | 0                 | 0 | 28  | A   |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>P-1 = 433</b> |   |     |     | <b>P-13 = 197</b> |   |     |     | <b>P-17 = 860</b> |   |     |     |

**Tabela 10:** Táxons registrados nos pontos P1, P13 e P17 na flotação (FLOT) e resíduo (RES); livres (L) e aderidas (A).

#### 4.7 Tamanho dos espécimes

Observou-se que de um modo geral as carapaças são pequenas ( $< 63 \mu\text{m}$ ). Elas só foram registradas por estarem aderidas a clastos maiores, caso contrário, se fossem de modo de vida livre, não estariam presentes na amostra, uma vez que se foi usada peneira de  $63\mu\text{m}$  como limite de tamanho para este estudo (Fig. 12).



**Figura 12:** Fotomicrografias em MEV, com escala, permitindo observar o tamanho reduzido dos espécimes junto ao seu substrato. A, B e C – Trochaminídeos indeterminados, D – *Cibicides*? E – *Ammopemphix*? F – Aderido Indeterminado e G – *Placopsilina*? sp.

Murray (1973) alerta que o resíduo deve sempre ser verificado para garantir a separação completa dos foraminíferos, e cita que a escolha do tamanho da peneira é importante, mesmo que na prática haja pouca diferença nos resultados entre uma peneira de malha de 200 e 240. No entanto, segundo o autor, sem o uso de peneiras menores que  $200 \mu\text{m}$  os juvenis e as pequenas espécies são perdidos e, conseqüentemente, a composição das assembléias é alterada.

O uso de peneira de  $63 \mu\text{m}$  é praticamente padrão nos estudos de foraminíferos, a menos que o objetivo seja dinâmica de populações, etc. Na lavagem da amostra, elimina-se o silte e os sedimentos mais finos e são retidos os clastos maiores para estudo. No processo de triagem esses grãos maiores retidos, indiferentemente do seu tamanho, podem abrigar espécimes muito pequenos que estão vivendo e sendo mantidos pelo ambiente. Portanto, ignorar a presença destes espécimes é ignorar as condições ambientais da área estudada. Estes espécimes e espécies geralmente ignoradas podem ser bons indicadores das condições tróficas locais.

Para localizá-los na amostra precisa-se de um jogo de peneiras intermediárias entre 500 $\mu\text{m}$  e 63 $\mu\text{m}$ , que auxilie a separação das frações de tamanho dos grãos do resíduo para melhorar a capacidade de detecção destes espécimes, caso contrário há superposição de tamanho que pode gerar imprecisões na triagem. Acredito que essa prática tenha que ser repensada e analisada no âmbito de estudos futuros.

Walker *et al.* (2011) registram um foraminífero incomum de bioerosão, *Discorbis bertheloti*, o qual foi muito abundante durante 4 anos do estudo, porém antes do trabalho, não havia menção que esta espécie bioerodia os substratos de carbonato, os autores acreditam que como *Discorbis bertheloti* é muito pequeno, o mesmo pode ter sido negligenciado quando não se use uma grande ampliação na triagem.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSÃO

Esta é a primeira vez que se estudam áreas rasas com ampla influência de ondas na costa paranaense para caracterizá-las com base em foraminíferos. Foi uma surpresa encontrar tal quantidade de organismos aderidos aos clastos, principalmente porque a maioria estava viva no momento da coleta. Acreditava-se que a área tinha baixíssima densidade de foraminíferos, mas o que se observou é que isto não procede. Há alta densidade de espécies aderidas ou incrustantes sendo mantidas nos ambientes praias da costa paranaense. Sem a inclusão da fração resíduo haveria uma perda de 93% dos indivíduos presentes e isso afetaria diretamente os índices de diversidade para a região.

Uma alíquota de um quarto (1/4) do resíduo da amostra de 50 mL mostrou-se efetiva para representar a amostra, permitindo comparar a fração sobrenadante/flotação com o resíduo.

Foram apresentadas algumas espécies de foraminíferos bentônicos atuais presentes na região de praias expostas do litoral paranaense; as espécies livres registradas corroboram a identificação de uma região marinha de baixa profundidade, características de plataforma interna de clima subtropical úmido e mesotérmico, com aporte fluvial das desembocaduras dos estuários. A abundância de espécies aglutinantes, típicas de ambientes marginais também corrobora essa afirmativa.

Algumas espécies incrustantes ainda não foram identificadas em nível específico e mesmo na determinação do genérico há dúvidas. Análises de EDS e Raman serão refeitas, mas há grande probabilidade de serem espécies e/ou gêneros novos ainda não descritos.

A separação das carapaças a partir de líquidos com diferentes densidades pode concentrar seletivamente espécies cuja carapaça pode ser preenchida com ar e flutuar. Por outro lado, algumas formas mais robustas e especialmente espécies aderida/incrustantes frequentemente vão ao fundo e não são registradas na fração sobrenadante. O método de separação por densidade facilita a triagem, porém não elimina a análise cuidadosa do resíduo. Este deve preferencialmente ser realizado com o peneiramento e separação das frações de sedimentos durante a observação sob lupa. A separação por tamanho dos clastos evita a sobreposição de clastos muito grandes sobre menores, na bandeja de triagem, impedindo a visão do material a ser analisado.

## 5.1 Recomendações metodológicas

Análises da fração sobrenadante e do resíduo forneceram informações inéditas sobre as associações de foraminíferos presentes na região. Os resultados sugerem que haja um cuidado maior com os métodos de triagem quando se trata deste tipo de ambiente. Aperfeiçoar as técnicas de triagem e buscar melhores resultados sempre é importante, mas enquanto não encontrarmos uma forma de incluir esta fauna aderida, especialmente nos ambientes onde eles são abundantes, a observação detalhada do resíduo continuará a ser a forma mais confiável de buscar a melhor representatividade destas espécies. Se houver espécies que normalmente são aderidas ou incrustantes na fração sobrenadante, isto é um sinal para o triador examinar a fração residual. Indubitavelmente é uma tarefa onerosa em tempo e esforço visual, mas só desta forma será possível registrar adequadamente ou, descartar a presença deste grupo. Esses cuidados certamente contribuirão significativamente para uma estimativa mais real da densidade, principalmente quando estão sendo estudadas áreas de alta energia hidrodinâmica, em particular as submetidas à intensa e constante ação de ondas.

A descrição detalhada dos métodos empregados, identificando se houve ou não a prática da flotação e verificação do resíduo auxilia os pesquisadores a realizar futuras comparações. Sugere-se também que, quando possível, imagens das espécies registradas sejam incorporadas ao trabalho. Essa prática pode evitar distorções ou incertezas nas comparações das espécies e ambientes similares, viabilizando-as mesmo quando que haja erro ou simplesmente divergências sob a identidade das espécies. Sem uma observação detalhada inspecionando reentrâncias e todas as faces dos clastos, corre-se o risco de que passem despercebidos espécimes incrustantes, causando uma caracterização equivocada do ambiente, ou então a impressão de que se trata de zonas azoicas. Além disso, a diversidade e a abundância podem ser subestimadas. Em ambientes de menor energia hidrodinâmica é possível que a inspeção detalhada em toda a amostra seja desnecessária, mas antes de eliminar este procedimento, é necessário eliminar a possibilidade de existência destes grupos de pequenos foraminíferos aderidos/incrustantes.

Os resultados obtidos neste estudo oferecem subsídios para o reconhecimento de paleoambientes similares aos atuais e sinaliza que projetos futuros devem levar estas informações em conta, sejam eles voltados à evolução da planície costeira, ao monitoramento, ou à caracterização ambiental.

## 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ole (1990, p. 13 e 14), descreve que quanto mais se estuda aspectos da estrutura, história de vida e biologia dos organismos, mais informações teremos sobre sua classificação.

O autor relembra o que era claro para os primeiros pesquisadores em foraminíferos.

*(...)This was clear already to early workers on foraminifers, such as H.B. Brady who wrote (1884, p. V): "It may be questioned whether our knowledge of structure and life history of the animals constituting the order is sufficiently extensive and well established to be used as a basis of a name, the number of types of which we have any information beyond that derived from their dead shells being comparatively small..."*

Continuando e usando a perspicácia de Ole (*op. cit.*) ao citar um dos mais fortes proponentes da linha paleontológica de trabalho.

*(...)In this context it is interesting to read what one of the strongest proponents of the paleontological line of work, J.A. Cushman, said nearly 60 years later (1940, p. 60): "Little is known about the living animal and its functions .... Little is known of the complete life history, although we think the main facts are on record. The protoplasmic structure, especially the types of pseudopodia in different family groups, needs detailed study .... Very much needs to be known about the developmental stages, especially in microspheric forms. These, in many groups, can only be studied by the use of sections, which are tedious to prepare but nevertheless will reward the conscientious, open-minded worker with many new and valuable facts. It is the only way that our final classification of groups can be made, coupled with a clearer and more adequate knowledge of fossil forms..."*

E por fim cita:

*(...) o que pesquisadores recentes como Boltovskoy e Wright (1976); Hedley (1964); Lipps (1983); Murray (1973), dizem embora formulados de forma diferente de Brady e Cushman: "Our knowledge about the living foraminifers is too meagre."*

### 5.3 ETAPAS FUTURAS – TRABALHOS FUTUROS

Os resultados desse trabalho nos direcionam para uma série de outros que podem ser realizados para complementar o conhecimento sobre a área de estudo e, sobretudo, sobre as peculiaridades das espécies de foraminíferos de zonas rasas com forte e constante influência de ondas.

Após a realização deste estudo do método (a metodologia), e com base nos resultados obtidos, acredita-se que será possível avançar o estudo dos demais pontos amostrais da malha amostrada por Veiga (2005) que permitirão realizar a caracterização da área de plataforma interna rasa da região central do litoral Paranaense.

Em paralelo está sendo aprofundados os estudos sobre as espécies incrustantes registradas na área, para obtenção de mais informações sobre elas, uma vez que são espécies pouco conhecidas.

Também pretende-se publicar um artigo sobre esse ambiente tão dinâmico e pouco explorado em relação aos foraminíferos, que mantêm uma alta e inesperada densidade de foraminíferos ‘escondidos’, podendo indicar um ambiente que sustenta ou mantém uma fauna extremamente bem adaptada às variáveis físicas/químicas vigentes. Estas informações podem mudar o conhecimento sobre as características tróficas dessas regiões.



## 6. REFERÊNCIAS

- ADDINSOFT, 2019. XLSTAT statistical and data analysis solution. Boston/USA.  
<https://www.xlstat.com>.
- ANGULO, R. J. & LESSA, G. C., 1997. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.
- ANGULO, R. J., 1992. *Geologia da planície costeira do Estado do Paraná*, Tese de Doutorado, 334p. IG/USP. São Paulo.
- ANGULO, R. J., 1993. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Boletim Paranaense de Geociências*, v.41, p.52-72.
- ÂNGULO, R.J., SOARES C.R., MARONE E., SOUZA M.C., ODRESKI L.L.R., NOERNBERG M.A. 2006. Paraná. In: Muehe D. (org) Erosão e progradação do litoral brasileiro. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 347-400p.
- ARAÚJO, H. A. B., DOMINGUEZ J. M. L., MACHADO A. J., RANGEL A. G. A. N., 2018. Benthic foraminifera distribution in a deltaic clinoform (São Francisco Delta, eastern Brazil): A reference study. *Marsys* (2017), doi:10.1016/j.jmarsys.2018.05.004.
- ARAÚJO, T. M. F. & ARAÚJO, H. A. B., 2010. Assembleias de foraminíferos dos sedimentos superficiais da plataforma e talude superior do norte do Bahia. *Revista de Geologia*. Vol. 23 (1), 2010.
- ARNOLD, Z. M. 1974. Field and laboratory techniques for the study of living foraminifera, pp 153-206: In; R. H. Hedley and C. G. Adams (eds), *Foraminifera*, Volume I. Academic Press (London). iv + 276p.
- BARBOSA, C. F., SCOTT D. B., SEOANE J. C. S., TURCQ B. J., 2005. Foraminiferal zonation as base lines for Quaternary sea-level fluctuations in South-Southeast Brazilian mangroves and marshes. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, no. 1, p. 22–43, January 2005.

- BE, A. W. H., 1959. A method for rapid sorting of Foraminifera from marine plankton samples. *Jour. Paleontology*, v. 33, p. 846-848, pl. 118, 2 text-figs.
- BOLTOVSKOY, E., 1965. *Los foraminíferos recientes. Biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica*. Buenos Aires: Editorial Universitaria, 511 p.
- BOLTOVSKOY, E., 1966. Methods for sorting of foraminifera from plankton samples. *Journal of Paleontology*. 40, (5), 1244-1246.
- BOLTOVSKOY, E., 1981. Ed. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación del INIDEP, Mar del Plata, 1981. 936 p.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R., 1976. Recent Foraminifera: Dr. W. Junk, b.v. - Publishers – The Hague. 515p.
- BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S.; WRIGHT, R., 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of the Southwest Atlantic. The Hague: London, 147p.
- BRADY, H. B. 1884. Foraminiferos recientes del sur de Brasil y sus relaciones con los de Argentina e India del Oeste. Argentina. Secr. de Marina. Servo Hidrog. Nav., Publ. H-1005, p. 1-124, est. 1-20, 1 mapa.
- BONETTI, C., 2000. Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos - São Vicente (SP Brasil). Ph.D. Thesis, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 229p.
- BRADY, H. B., 1884. Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. "Challenge", during the years 1873-1876. Rep. Voy. Challenger, Zoology. vol. 9. I vol. Tex 814 p. 1-115.
- BRADY, H. B., PARKER & JONES, T. R., 1888. On some Foraminifera from the Abrolhos Bank. *Trans. Zool. Soc. London*, vol. 12, pg. 211-239, pls. 40-46, with chart.

- BRANCO, J. C., ANGULO R. J., SOUZA M. C., DISARÓ S. T., PUPO D. V., SCHEEL-YBERT R., GONÇALVES T., PESSENDA L. C., 2010. Fósseis e idade de um setor da barreira pleistocênica paranaense. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 11, n. 35 Set/2010 p. 69 - 80 Página 69. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia.
- BRITO, C. J., DA SILVA GRIGOLETTO, M. E.; DE TOLEDO NÓBREGA O., CÓRDOVA, C., 2016. Dimensionamento de amostras e o mito dos números mágicos: ponto de vista. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. Volume 9, Issue 1, March 2016, Pages 29-31. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.02.007>.
- BROOKS, H. K., 1954. A method for removing platy fragments of fossils and minerals from microfossil concentrates. *Micropaleontologist*. 8. (4). 39-40.
- BURONE, L., VENTURINI, N., SPRECHMANN, P., VALENTE, P., MUNIZ, P., 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin*. 52(1): 61-73.
- CARSON, C. M., 1933. A method of concentrating foraminifera. *J. Paleont.* 7(4):439. Describes bromoform technique in which air-filled Foraminifera are separated from sand by throwing the dried residue on bromoform and sinking the quartz by adding absolute alcohol. Pyritised Foraminifera in shale can be sunk in full-strength bromoform and the shale flakes floated off
- CARVALHO, J. de P. & CHERMONT, E. M. L., 1952. Sobre alguns Foraminíferos da costa do E. de S. Paulo. *Bol. Inst. Oceanográfico*, t. III, fas. 1 e 2, p. 77-97.
- CARVER, R. E., 1971. *Settling analysis*. In: *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley-Interscience, New York, p.427-452.
- CHUM, L., BRIAN J., BLANCHON, P., 1998. Lagoon-shelf sediment exchange by Storms evidence from foraminiferal assemblages, east coast of Grand Cayman, British West Indies. *J. Sedimentary Research Abstracts*, 67 (1):11.

- CLOSS, D. & MADEIRA, M., 1966. Foraminifera from the Paranaguá Bay, State of Paraná, Brazil. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*, v. 2, n. 10, p. 139-162.
- CUSHMAN, I.A., 1940. Foraminifera. Their classification and economic use, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- CUSHMAN, J. A., & PARKER, F., 1931. Recent Foraminifera from the Atlantic South America. *Proc U. S. Nat. Mus.*, vol. 80, art. 3, p. 1-24, pls. 1-4.
- DEBENAY, J. P. 2012. A guide to 1,000 foraminifera from southwestern Pacific: New Calédonia. Paris: Editions IRD, Marseille/Publications Scientifiques du Museum, 383pp.
- DIAS-BRITO, D., MOURA, J.A., WÜRDIG, N., 1988. Relationships between ecological models based on Ostracods and Foraminifers from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro-Brazil). *Journal Biology of Ostracoda*, Elsevier, p. 467-484.
- DISARÓ, S. T., SOUSA, S. H. M., VEIGA, F. A., ANGULO, R. J., 2001. Foraminíferos da plataforma interna do estado do Paraná, Brasil. *Anais do VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA*. (Imbé – RS - Brazil). 600 p.
- DISARÓ, S. T., 2014. Caracterização da Plataforma Continental da Bacia de Campos (Brasil, SE) fundamentada em Foraminíferos Bentônicos Recentes. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 196pp.
- DISARÓ, S. T., 1995. Associações de foraminíferos da Baía das Laranjeiras, complexo estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. 76f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas.
- DISARÓ, S. T., ALUIZIO, R., RIBAS, E. R., PUPO, D. V., TELLEZ, I. R., WATANABE, S., TOTAH, V. I., KOUTSOUKOS, E. A. M., 2017. *Foraminíferos bentônicos na plataforma continental da Bacia de Campos*. In: Falcão, A. P. C., LAVRADO, H.P., (eds.). *Ambiente Bentônico: caracterização ambiental*

regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 3. p. 65- 110.

DISARÓ, S. T., TOTAH, V. I., WATANABE, S., RIBAS, E. R., PUPO, D. V. Biodiversidade Marinha da Bacia Potiguar: Foraminifera. Rio de Janeiro: Museu Nacional. No prelo.

DISARÓ, S. T.; KOUTSOUKOS, E. A. M. & SERAFINI, L. Z., 1999. Foraminifera from mangrove ecosystems of Paranaguá Bay (SE, Brazil). In: Annals of Cushman Foundation Foraminiferal Research Symposium: Quaternary Micropaleontology, Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications. ABEQUA, 7, Porto Seguro, Brazil.

DISARÓ, S.T. 2013. Caracterização da plataforma continental da Bacia de Campos (Brasil, SE) fundamentada em foraminíferos bentônicos recentes [doutorado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências. Disaró, S.T., Totah, v.I., Watanabe, S., Ribas, E.R., Pupo, D.v. Biodiversidade Marinha da Bacia Potiguar: Foraminifera. Rio de Janeiro: Museu Nacional.

DISARÓ, S.T., ALUÍZIO, R., RIBAS, E.R., PUPO, D.V., TELLEZ, I.R., WATANABE, S., TOTAH, V., FIGUEIREDO JR., A.G., FALCÃO, A.P.C. 2011. Foraminíferos bentônicos recentes da Plataforma Continental da Bacia de Campos e relações com as características sedimentares regionais. Armação dos Búzios. In: XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e III Encontro do Quaternário Sulamericano, 2011; Armação dos Búzios, Brasil. São Paulo: ABEQUA.

D'ORBIGNY, A., 1839. Voyage dans l'Amérique Méridionale, Foraminifères - 4to. vol. 5, parto 5, p. 1-86, pls. 1-9.

DULEBA, W., SANCHES T. M., MICHAELOVITCH M. M. 2003. Foraminíferos Da Plataforma Continental Interna De Ubatuba: Composição, Distribuição Espacial E Temporal. *II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas.*

- DULEBA, W. 2004. Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do Rio verde e do Lago Itacolomi. In: Marques, O.A.v., Duleba, W., editores. Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos. p. 86-102.
- DULEBA, W., DEBENAY, J.-P., SOUSA, S.H.M. 2004. Caracterização ambiental dos estuários e dos rios Guaraú e Una, a partir de análises sedimentológicas e das associações de foraminíferos e tecamebas. In: Marques, O.A.v., Duleba, W., editores. Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos. p. 68-85.
- DULEBA, W., TEODORO, A. C., DEBENAY J.-P., ALVES MARTINS M. V., GUBITOSO S., PREGNOLATO L. A., 2018. Environmental impact of the largest petroleum terminal in SE Brazil: A multiproxy analysis based on sediment geochemistry and living benthic foraminifera. PLoS ONE 13(2): e0191446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191446>.
- DULEBA, W., COIMBRA, J.C.S., PETRI, S., BARBOSA, C.F., 2005. Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros, in: Souza, C.R.G., Suguio, K., Oliveira, A.M.S., de Oliveira, P. E. (Eds.), Quaternário do Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2005. p.176-210.
- EICHLER, P. P. B., PIMENTA F. M., EICHLER B. B., VITAL H., 2016. Living benthic foraminiferal species as indicators of cold-warm water masses interaction and upwelling areas. Continental Shelf Research 116 (2016) 116–121.
- EICHLER, P. P. B., 2017. Foraminifera zonation and water renewal in transects along Bertioga Channel, SP, Brazil. 662 X GJRA - Global Journal for Research Analysis.
- EICHLER, P. P. B., EICHLER B. B., SEN GUPTA B., RODRIGUES A. R., 2012. Foraminifera as indicators of marine pollutant contamination on the inner continental shelf of southern Brazil.
- EICHLER, P.P.B.; SEN GUPTA, B.K.; EICHLER, B.B.; BRAGA, E.S.; CAMPOS, E.J. 2008. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil: Relationship to

water masses and nutrient distributions. *Continental Shelf Research*, 28, 1674–1686.

ELLIS, B. F. & MESSINA, A. R., 1940. *Catalogue of foraminifera*. New York: The American Museum of Natural History.

FAUL, F., ERDFELDER, E., BUCHNER, A., & LANG, A.-G. 2009. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.

FERREIRA, F., LEIPNITZ I.I., LEÃO C. J., AGUIAR E. S., WILBERGER T., 2006. Foraminíferos E Tecamebas Recentes Da Planície Costeira Norte Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Brasil. IV Congresso Argentino do Cuaternário y Geomorfologia XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário II Reunión sobre El Cuaternário de América Del Sur.

GIBSON, T. G & WALKER, W. M. 1967. Flotation methods for obtaining foraminifera from sediment samples. *Journal of Paleontology*. 41, (5), 1294-1297.

GUEDES, D.C., VILELA, C. G., NETO J. A. B., MACEDO M. C., SANTIAGO N. L., BRUNO R. L. M., 2015. Análise Biofaciológica do Litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, com Base em Foraminíferos Bentônicos. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 38 - 1 / 2015 p. 157-169.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, art. 4, 2001, 9p. 178kb. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

HAYNES, J.R., 1981. *Foraminifera*. London; Palgrave Macmillan UK. 467 pp. DOI 10.1007/978-1-349-05397-1.

HAYWARD, B W., LE COZE, F., GROSS, O., 2018. Banco de Dados do Mundo Foraminífero. Acessado em <http://www.marinespecies.org/foraminifera> em 2018-06-30.

- HAYWARD, B.W., LE COZE, F., GROSS, O., 2019. World Foraminifera Database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/foraminifera> on 2019-03-21.
- HEDLEY, R.H. (1964) The biology of Foraminifera, *Inter. Rev. Gen. Exper. Zoo.* I, 1-45.
- HEMLEBEN, C., KAMINSKI, M. A., KUHN, W., SCOTT, D. B., 1990. (Eds.): Paleocology, biostratigraphy, paleoceanography and taxonomy of agglutinated Foraminifera. NATO ASI Series. Advanced Science Institutes Series. Series C: Mathematical and Physical Sciences - Voi. 327.
- ITICE, I., 2006. Variação temporal das associações de foraminíferos e tecamebas no setor interno da Baía de Antonina, Paraná, Brasil. 54f. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Curso de Graduação em Oceanografia com Habilitação em Pesquisa Oceanográfica, Pontal do Paraná.
- JAWORSKI, K. S., 2001. Distribuição de foraminíferos e tecamebas no complexo estuarino da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná. 2001. 128 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- JONES, R., W., 2014. *Foraminifera and their Applications*. The Natural History Museum, London. Cambridge University Press is part of the University of Cambridge.
- KAMINSKI, M.A. & GRADSTEIN, F.M., 2005. Atlas of Paleogene cosmopolitan deep-water agglutinated foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication 10, 547 pp.
- KEMPF, E. K., 2014. An enigma resolved: Foraminifera genus *Blysmasphaera* from Brazil in reality is the microsporangium of the heterosporous water fern *Salvinia* (Pteridophyta). VL 1. JO- Notes on Natural Science Objects. ISSN 1867-8025. University Cologne. Germany.
- LEIPNITZ, I.I., SILVA, J.L.L., LEIPNITZ, B., AGUIAR, E.S., LEÃO, C.J., GIOVANONI, L. & FERREIRA, F., 2005. Métodos para o trabalho com microfósseis e formas atuais. In Timm, L.L. & Cademartoti, C.V., eds, *Cadernos La Salle XI - Métodos de Estudo em Biologia*, ISSN: 1678-2003, vol. 2, n. 1, pp. 49-58.



- LEMOS JÚNIOR, I.C., MARIANO D.L.S., MENEZES A.R., SANTOS C.F., GUIMARÃES C.R.P., 2007. Foraminíferos de uma praia arenosa de Aracaju – Sergipe. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu – MG.
- LEMOS JÚNIOR, I. C., 2011. Distribuição e aspectos tafonômicos de foraminíferos recentes na plataforma continental de Sergipe, Brasil. Dissertação. Curso de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- LESSA, G. C. & ANGULO, R. J., 1995. A framework for the stratigraphy and evolution of the Paranaguá coastal plain Paraná, Brazil. Proc. Fifth Cong. Braz. Ass. Of Quat. Studies (ABEQUA), Niteroi, Brazil, pp. 92–98.
- LIPPS, J.H., 1983. Biotic Interactions in Benthic Foraminifera, in: M.J.S. Tevesc and P.L. McCall (eds.), Biotic Interactions in Recent a Fossil Benthic Communities, Plenum Publishing Corporation, 331- 376.
- LOEBLICH, A R. & TAPPAN, H., 1994. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication, v. 31, 661 p., 1994.
- LOEBLICH, A R. & TAPPAN, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988, v.2, 212 p. 847 plates.
- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H., 1964. Protista 2. *In*: MOORE, R. (eds.) Treatise on Invertebrate Paleontology. Kansas, Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas, 900p. 1964.
- MACHADO, A. J., ANDRADE, E. J. & ARAÚJO, H. C. B., 2006. Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia. Revista de Geologia, vol. 19, nº 2, 147 - 154.
- MADEIRA-FALCETA, M., 1974. Ecological distribution of the thecamoebal and foraminiferal associations in mixohaline environments of Southern Brazilian Littoral. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 46, n. 3- 4, p. 667-687, 1974.

- MARQUES, W. S., SILVA, J. C., SIAL, A.N., MENOR, E. A. & MANSO, V.A.V., 2005. Análises de  $\Delta^{13}\text{C}$  e  $\Delta^{18}\text{O}$  em sedimentos ricos em foraminíferos da margem continental do Nordeste brasileiro, entre os estados do Ceará e Pernambuco. *Revista de Geologia*, Vol. 18, nº 1, 7-15.
- MEDIOLI, F. S. & SCOTT, D. B.c, 1988. Paleolimnology aspects of freshwater paleoecology and biogeography. Lacustrine thecamoebians (mainly arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. Amsterdam, 1988. v. 62. p. 361-386.
- MITRA R., MARCHITTO T.M, GE Q., ZHONG B., KANAKIYA B., COOK M.S., FEHRENBACHER J.S., ORTIZ J.D., TRIPATI A., LOBATON E., 2019. Automated species-level identification of planktic foraminifera using convolutional neural networks, with comparison to human performance. *Marine Micropaleontology* 147 (2019) 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2019.01.005>.
- MORAES, S. S. & MACHADO, A. J., 2003. Avaliação das condições hidrodinâmicas de dois recifes costeiros do litoral norte do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, v.33, n.2, pp.201 - 210.
- MURRAY, J. W., 1970. The Foraminifera of the hypersaline Abu Dhabi Lagoon, Persian Gulf. *Lethaia*. 3(1): 51-68.
- MURRAY, J. W., 1973. *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Heineman Educational Books, London.
- MURRAY, J. W., 2006. *Ecology and applications of benthic Foraminifera*. Cambridge: Cambridge University Press. 426.
- NARCHI, W., 1956. Foraminíferos Recentes do Brasil (Famílias Miliolidae, Peneropolidae e Alveolinellidae). *Bol. Inst. Oceanográfico*, 7(1,2): 161-192.
- NOERNBERG M. A., 2001. *Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil*. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Tese de Doutorado, 180 p.

- NOERNBERG, M. A., QUADROS C. J. L., ANGELOTTI R., MARONE E., 2007. Banco de dados sobre as praias do Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, n. 60-61, p. 89-96, 2007. Editora UFPR.
- OLE S. T., 1990. Why Are Foraminifera Foraminifers? In: HEMLEBEN, C., KAMINSKI, M. A., KUHNT, W., SCOTT, D. B. (Eds.): Paleogeology, biostratigraphy, paleoceanography and taxonomy of agglutinated Foraminifera, p. 13 e 14. NOTA Universitets Zoologiske Museum, Universitetsparken IS, Dk – 2100 Copenhagen, Denmark.
- OLIVEIRA, D. H., 2012. Sedimentação biogênica da plataforma continental interna e média de Pernambuco com base na distribuição de foraminíferos e fauna associada. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.
- OLIVEIRA, D., 1999. Análise Ambiental dos anais da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém (SP, Brasil) com base em Tecamebas e Foraminíferos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 251 p.
- OWEN, R.G., 2001. A Manual of Practical Laboratory and Field Techniques in Palaeobiology. DOI: 10.1007/978-94-017-0581-3\_4.
- PARENT B., BARRAS C., JORISSEN F., 2018. An optimised method to concentrate living (Rose Bengal-stained) benthic foraminifera from sandy sediments by high density liquids. *Marine Micropaleontology* Volume 144, October 2018, Pages 1-13.
- PAWLOWSKI, J., HOLZMANN, M., TYSZKA, J., 2013. New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology*, 100:1-10.
- PHLEGER, F. B., 1952. Foraminifera Ecology off Portsmouth, New Hampshire. Bull. Mus. Comp. Zool. vol. 106, n. 8, p. 318-390.
- POLLA, D. L., 2016. Foraminíferos Bentônicos Recentes Aplicados A Caracterização Ambiental Da Plataforma Continental Adjacente A Foz Do Rio Paraíba Do Sul

(Rj). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

RIBEIRO-FERREIRA, V. P., CURBELO - FERNANDEZ, M. P., FILGUEIRAS, V. L., MELLO, R. M., FALCÃO, A. P. C., DISARÓ, S. T., MELLO E SOUSA, S. H., LAVRADO, H. P., VELOSO, V. G., ESTEVES, A. M., PARANHOS, R., 2017. *Métodos empregados na avaliação do compartimento bentônico da Bacia de Campos*. In: Falcão, A. P. C., Lavrado, H.P., (eds). *Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 3. p. 15-39.

RODA, F. N. D., 2005. Foraminíferos e tecamebas da Baía de Guaratuba (Paraná, Brasil). 23p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.

RUSSEL, R. D. & TAYLOR, R. E., 1937. Roundness and shape of Mississippi River sands. *Journal of Geology*, 45: 225-267.

SCHÖNFELD, J., ALVE, E., GESLIN, E., JORISSEN, F., KORSUN, S., SPEZZAFERRI, S., AND MEMBERS OF THE FOBIMO GROUP, 2012. The FOBIMO (Foraminiferal Biomonitoring) initiative—Towards a standardized protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Marine Micropaleontology* 94–95 (2012) 1–13.

SCOTT, D. B., MEDIOLI, F. S., SCHAFER, C. T., 2004. *Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators.*, New York: Cambridge University Press, 2004. 178p.

SEMENSATTO - JR, D. L. & DIAS-BRITO, D., 2015. Soluções salinas alternativas para flotação de tecas de foraminíferos. Researchgate. <https://www.researchgate.net/publication/266458657>.

SEMENSATTO - JR, D. L. & DIAS-BRITO, D., 2007. Alternative saline solutions to float foraminiferal tests. *The Journal of Foraminiferal Research* 37 (3), 265-269.

SEN GUPTA, B., K. 1999. Systematics of Modern Foraminifera. In: B.K. Sen Gupta (ed.). 1999. *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, p. 736.

- SEN GUPTA, B.K., 2002. *Modern Foraminifera*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 371p.
- SERAFINI, L. Z., 2001. Distribuição espacial das associações de foraminíferos de manguezal da Gamboa Perequê, município de Pontal do Paraná-PR, Brasil. Curitiba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Monografia de Bacharel.
- SEYVE C., 1990. *Introdução à micropaleontologia*. Angola, Elf Aquitaine Angola, 231p.
- SIELSKI, L. H., ANGULO, R. J., SOUZA, M. C., VEIGA, F. A., 2017. Surficial sediments of the Paraná Inner Continental Shelf, Southern Brazil. *Quaternary and Environmental Geosciences* (2017) 08(2):22-35.
- SILVA, C. E., 2006. Foraminíferos, tecamebas, bactérias e organismos bentônicos na Praia de Encantadas (Ilha do Mel, Paraná, Brasil), e a possível influência do afluxo turístico sobre esses organismos. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná.
- SOUSA S. H. M., DISARÓ S. T., JAWORSKI K. S., ÂNGULO R. J., SOUZA M. C., 1999. Foraminíferos e Moluscos de uma barreira regressiva holocênica da planície costeira de Praia de Leste, estado do Paraná, Brasil. CUSHMAN FOUNDATION RESERCH SYMPOSIUM – Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies and Paleoenvironmental Application. VII Brazilian Association for Quaternary Studies (ABEQUA) – Porto Seguro, October 03-09 1999.
- SOUZA, M. C., 2005. Estratigrafia e evolução das barreiras holocênicas paranaenses, sul do Brasil. Programa de pós-graduação em Geologia, UFPR, tese de doutorado, 95p.
- STEVENSON, M. R., DIAS-BRITO, D., STECH, J. L., KAMPEL, M., 1998. How cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil? *Continental Shelf Research*, Oxford, v. 18, p. 1595-1612.
- SUGUIO, K., 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Editor Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p.

- SWIFT, D. J. P. & THORNE, J. A., 1991. Sedimentation on Continental Margins, I - a general model for shelf sedimentation. Special Publication of the International Association of Sedimentologists. 14. 3-31.
- TAYLOR, P. D. & WILSON, M. A., 2003. Paleoecology and evolution of marine hard substrate communities. *Earth Sci. Rev.* 62, 1–103.
- TELLEZ, I. R., 2011. Variação temporal de foraminíferos e tecamebas na Foz do Rio Faisqueira (Baía de Antonina, Paraná, Brasil) e suas correlações com parâmetros ambientais. 64 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba.
- TESSLER, M. G & MAHIQUES, M. M. de., 2000. Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos. IN: TEIXEIRA, W. et al. *Decifrando a Terra*. São Paulo, Oficina de Textos. 568p. Il. p. 261-284. il.
- TINOCO, I, M., 1955. Foraminíferos Recentes de Cabo Frio, Est. Rio de Janeiro. Div. Geol. Min. Dep. Nac. Prod. Min. Min. Agric. - BoI. 159, p. 1-44, 4 est.
- UFKES, E., JANSEM, S.H.F., SCHNEIDER, R.R., 2000. Anomalous occurrences of *Neogloblo quadrinapachyderma* (left) in a 420-KY upwelling Record from Waheis Ridge (SE Atlantic). *Marine Micropalontology*, v. 40, p. 23-42.
- VEIGA F. A., 2005. Processos morfodinâmicos e sedimentológicos na plataforma continental rasa paranaense. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, 122p. 33
- VEIGA F. A.; ANGULO, R. J.; MARONE, E.; BRANDINI, F. P., 2004. Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 55, p. 67-75, 2004. Editora UFPR.
- WALKER, R. G. & PLINT, A. G., 1992. Wave- and storm-dominated shallow marine systems. In: Walker, R. G. & James N. P. (eds.), *Facies models response to sea level changes*. Geological Association of Canada. 219-238.

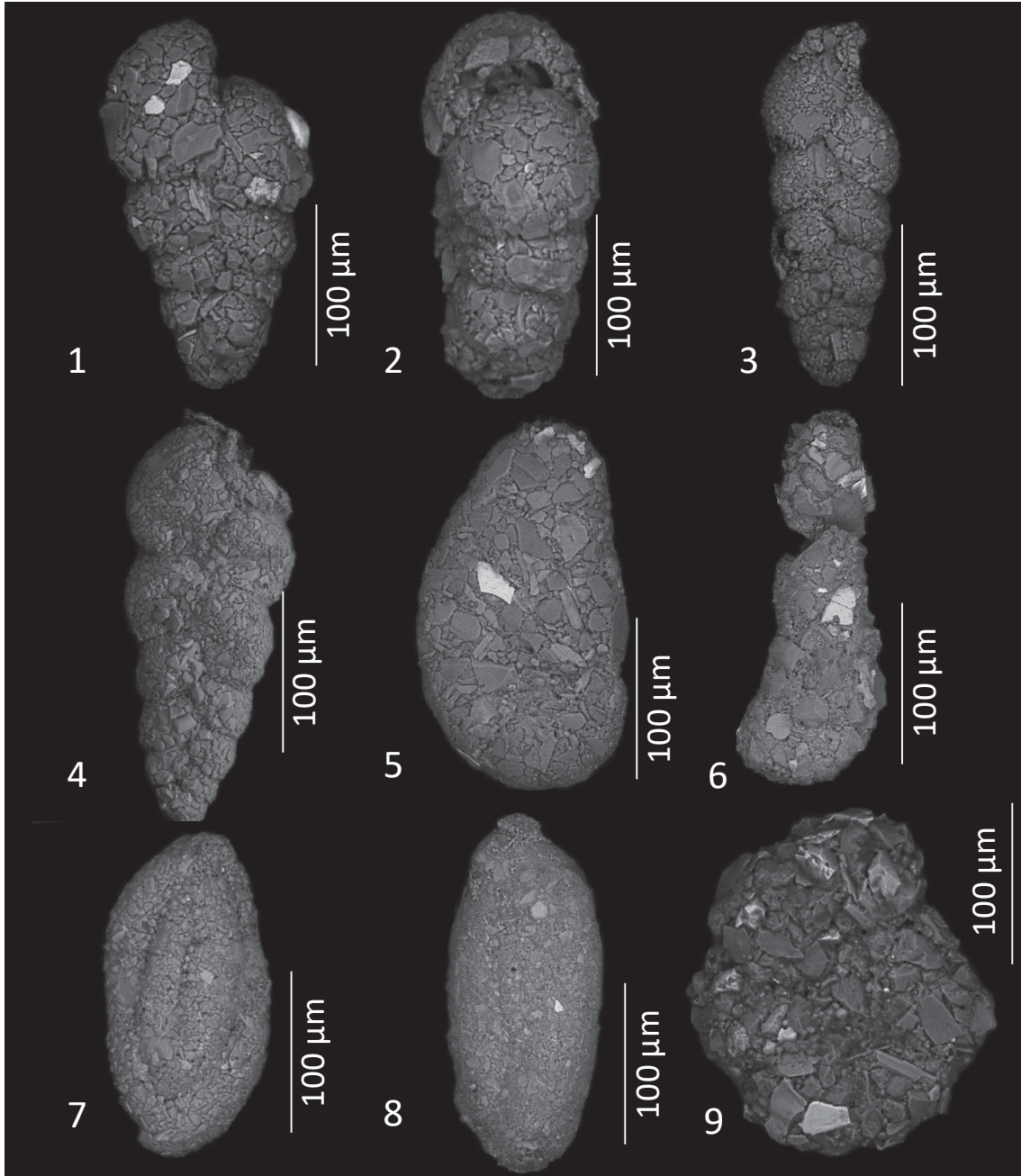
- WALKER, S. E., PARSONS - HUBBARD, K., RICHARDSON - WHITE, S., BRETT, C., POWELL, E., 2011. Alpha and beta diversity of encrusting foraminifera that recruit to long-term experiments along a carbonate platform-to-slope gradient: Paleoecologic Aland paleoenvironmental implications. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, v. 312, p. 325-349.
- WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D., 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.



*ESTAMPAS*

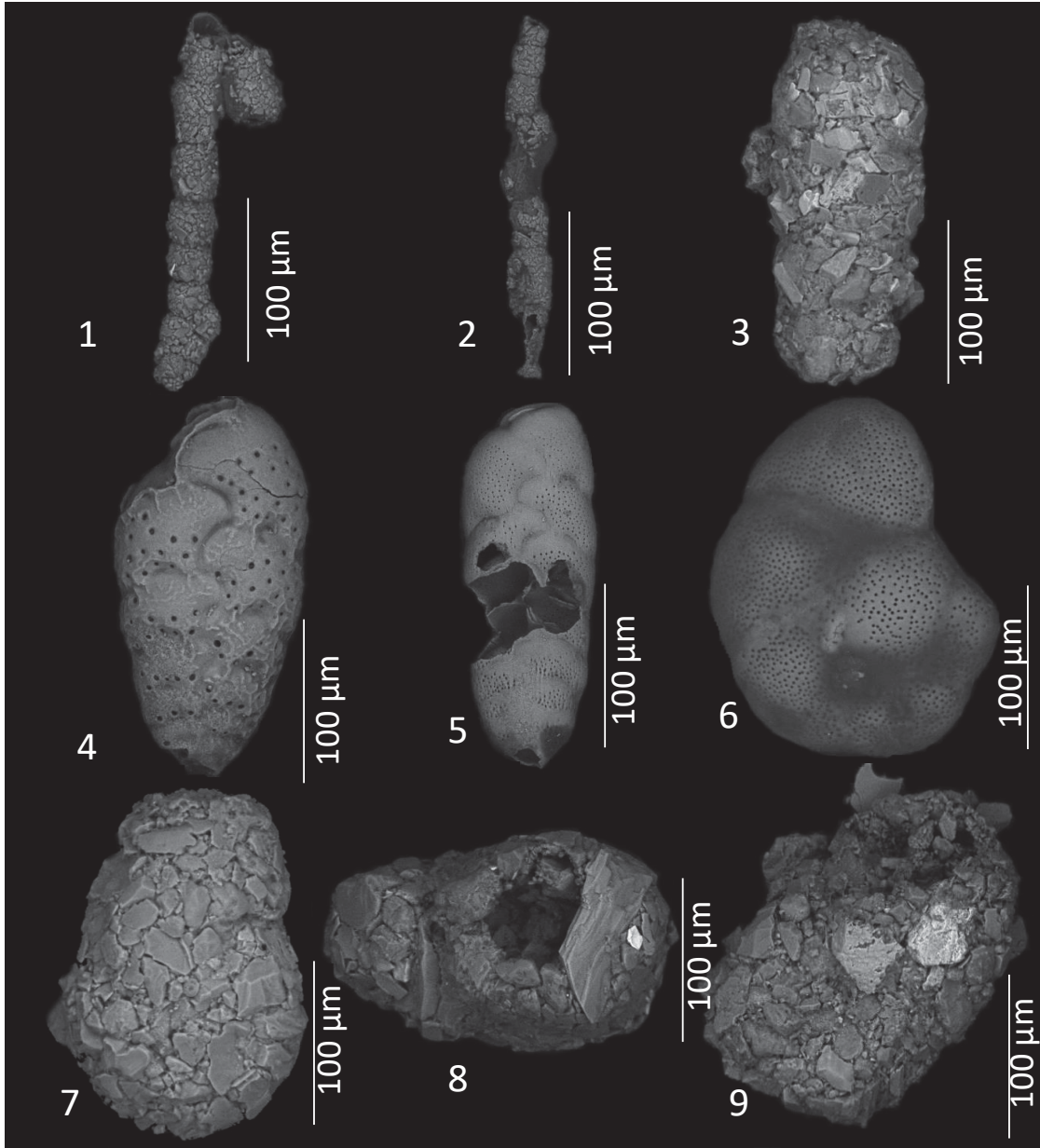
*ESTAMPA I*

- *Caronia exilis* Cushman & Brönnimann, 1948 – vista lateral.
- *Caronia exilis* Cushman & Brönnimann, 1948 – vista detalhe abertura.
- *Prolixoplecta* cf. *earlandi* Parker, 1952 – vista lateral.
- *Prolixoplecta* cf. *earlandi* Parker, 1952 – vista lateral.
- *Ammonitum subdirectum* Warren, 1957.
- *Ammotium salsum* Cushman & Bronnimann, 1948.
- *Miliammina fusca* Brady, 1870 – vista lateral, face com quatro câmaras.
- *Miliammina earlandi* Loeblich & Tappan, 1955 – vista lateral, face com três câmaras.
- **Cribrostomoides** Cushman, 1910 – vista lateral.

*ESTAMPA I*

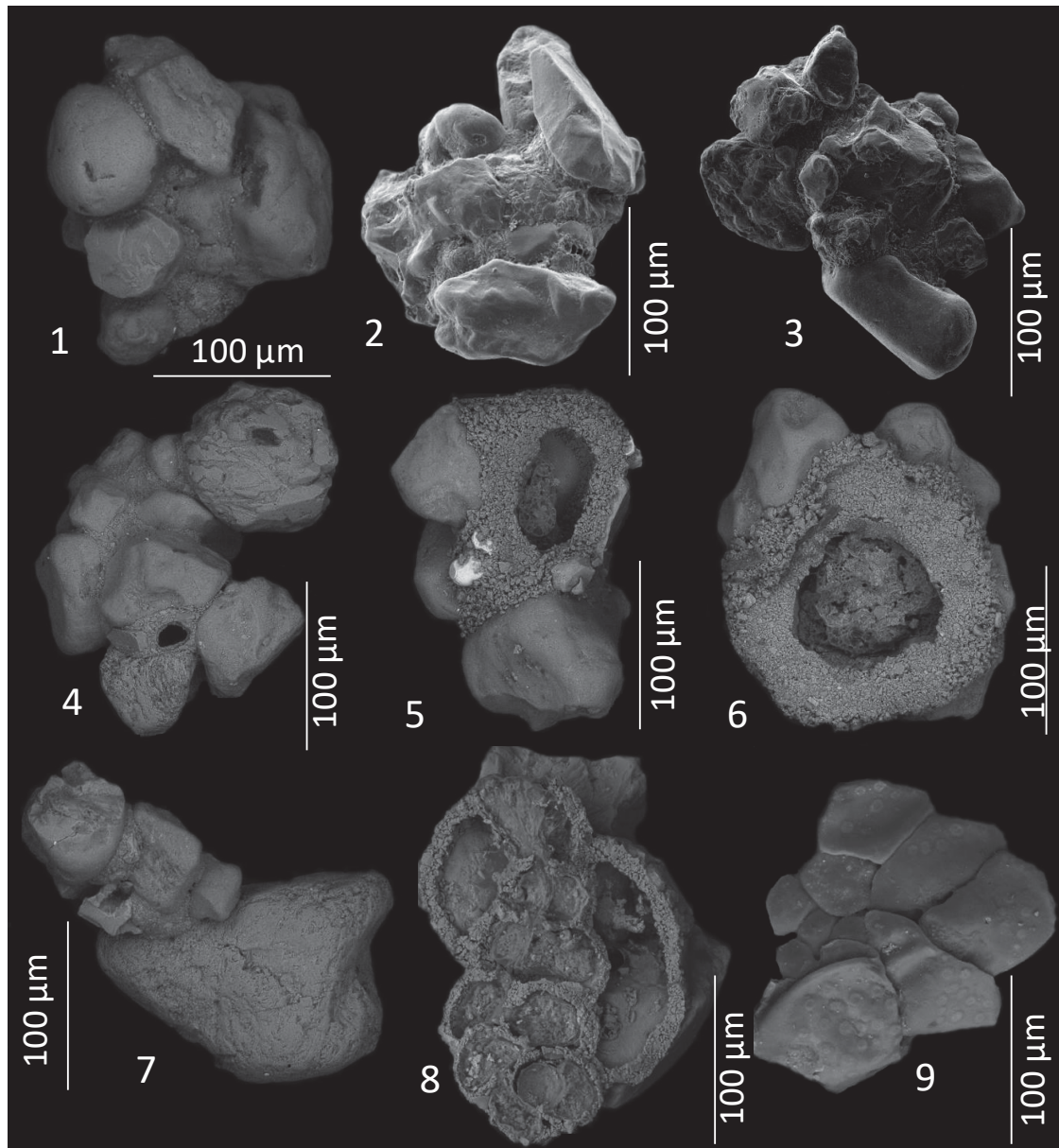
*ESTAMPA II*

- Uniserial indeterminado A.
- Uniserial indeterminado B.
- *Pseudoclavulina curta* Cushman & Brönnimann, 1948.
- *Bolivina compacta* Sidebottom, 1905.
- *Bolivina lowmanni* densipunctata Sellier de Civrieux, 1976.
- *Ammonia* Brunnich, 1772.  
*Ammonia* sp – juvenil em vista espiral.
- *Ammobaculites exiguus* Cushman & Brönnimann, 1948 – juvenil?
- *Ammobaculites exiguus* Cushman & Brönnimann, 1948 - juvenil? -  
Vista abertura.
- Fragmentos indeterminados – (Frag. Agl. Ind.).

*ESTAMPA II*

*ESTAMPA III*

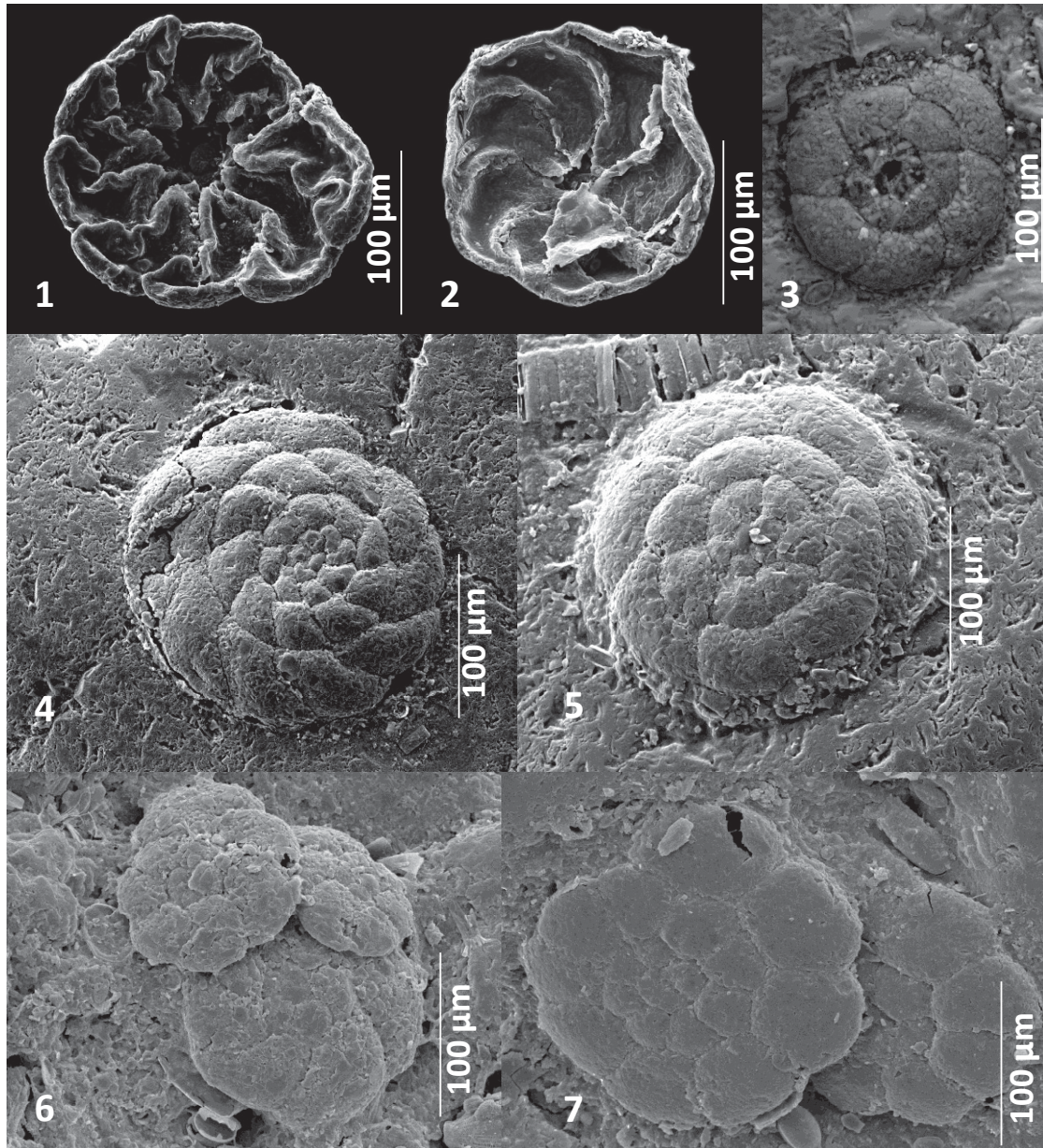
1. *Psammosphaera* cf. *fusca* Schulze, 1875.
2. *Psammosphaera* cf. *fusca* Schulze, 1875.
3. *Psammosphaera* cf. *fusca* Schulze, 1875.
4. *Psammosphaera* cf. *fusca* Schulze, 1875.
5. **Psammosphaera** Schulze, 1875.  
*Psammosphaera* sp. H – protoplasma visível (grão descolou e deixou aparente).
6. **Psammosphaera** Schulze, 1875.  
*Psammosphaera* sp. H – protoplasma visível (grão descolou e deixou aparente).
7. **Psammosphaera** Schulze, 1875.  
*Psammosphaera* sp. B.
8. **Psammosphaera** Schulze, 1875.  
*Psammosphaera?* sp. 2.
9. REC sp.? – registrada livre - só está preservada a parte orgânica.

*ESTAMPA III*



*ESTAMPA IV*

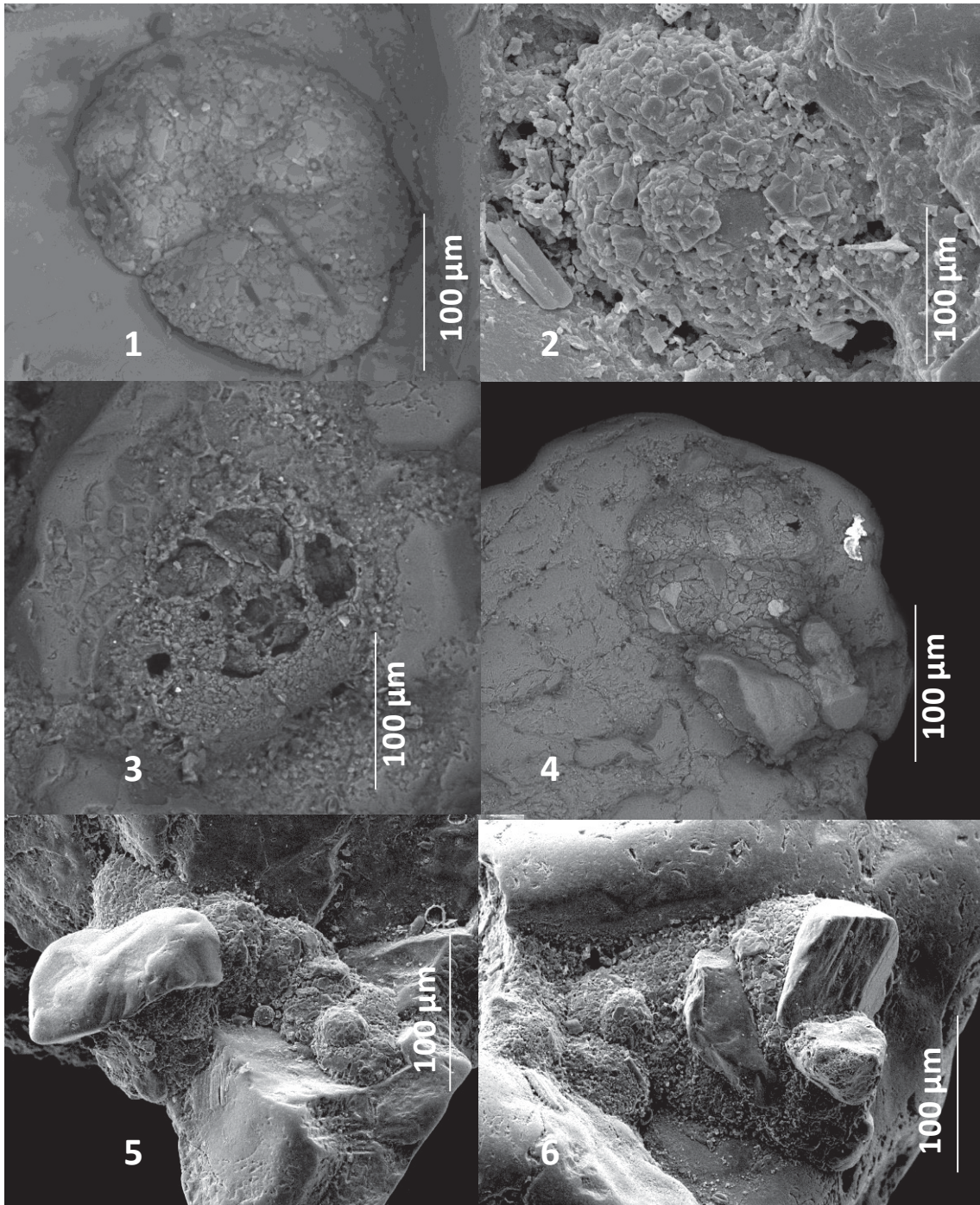
- 4 *Asterotrochammina camposi* Brönnimann, 1978 – livre.
- 5 **Rotaliammina** Cushman, 1924.  
*Rotaliammina?* sp. – livre.
- 6 **Deuterammina** Brönnimann, 1976.  
*Deuterammina* sp. – aderida.
- 7 *Asterotrochammina camposi* Brönnimann, 1978 – aderida.
- 8 **Deuterammina** Brönnimann, 1976.  
*Deuterammina?* – aderida.
- 9 **Asterotrochammina** Bermúdez & Seiglie, 1963.  
*Asterotrochammina* sp. – aderida em trio.
- 10 Trochaminídeo sp. A – aderido em par.

*ESTAMPA IV*

*ESTAMPA V*

4. Trochaminídeo indeterminado B.
5. **Placopsilina** d'Orbigny, 1850.  
*Placopsilina?* – juvenil.
6. **Placopsilina** d'Orbigny, 1850.  
*Placopsilina* sp. L.
7. **Placopsilina** d'Orbigny, 1850.  
*Placopsilina* sp. M.
8. **Placopsilina** d'Orbigny, 1850.  
*Placopsilina* sp. M.
9. **Placopsilina** d'Orbigny, 1850.  
*Placopsilina* sp. M.

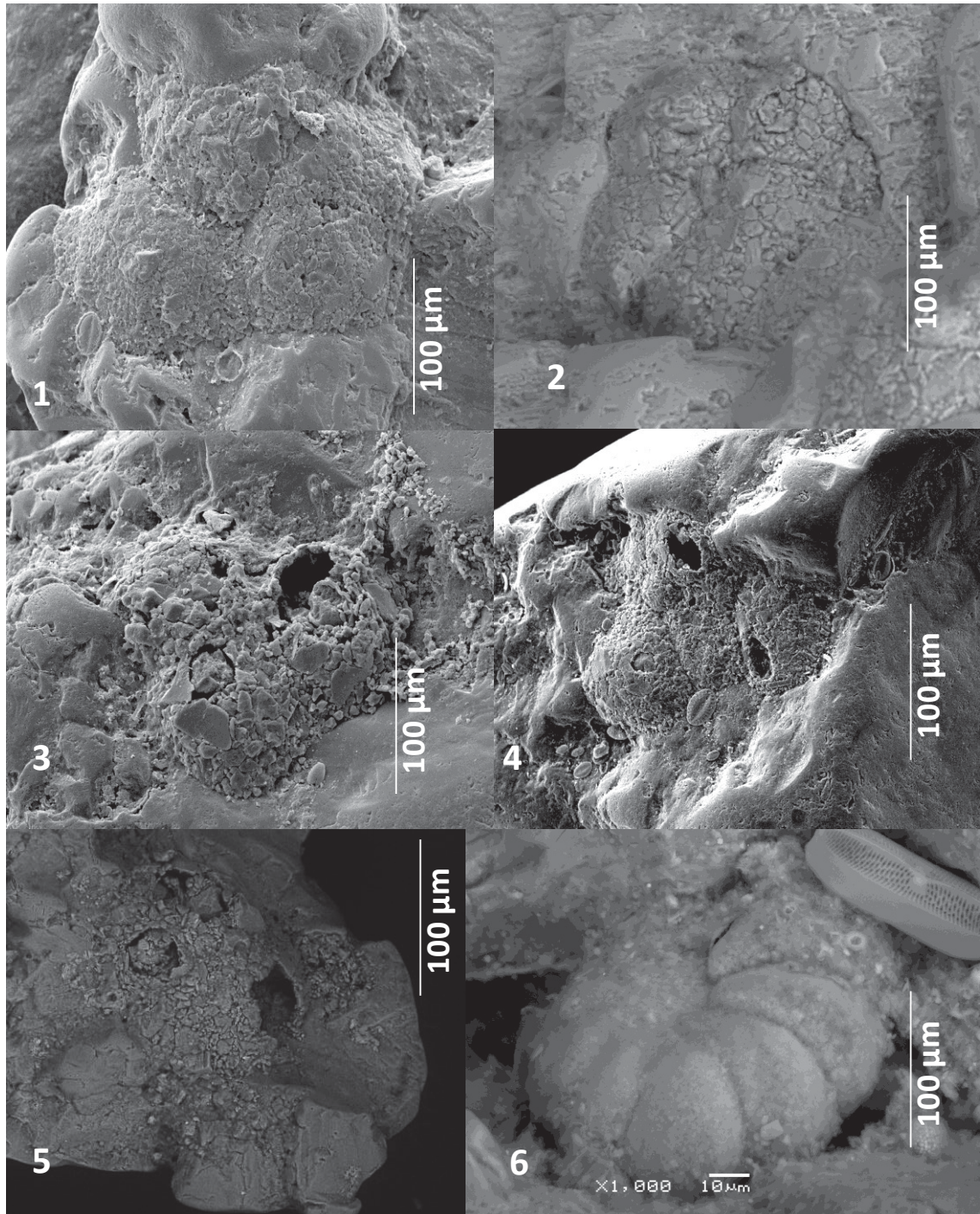


*ESTAMPA V*

*ESTAMPA VI*

- **Ammopemphix** Loeblich, 1952.  
**Ammopemphix?**
  
- **Ammopemphix** Loeblich, 1952.  
**Ammopemphix?**
  
- **Ammopemphix** Loeblich, 1952.  
**Ammopemphix?** – com abertura visível.
  
- **Ammopemphix** Loeblich, 1952.  
**Ammopemphix?** – com abertura visível.
  
- **Ammopemphix** Loeblich, 1952.  
**Ammopemphix?** – com abertura visível.
  
- **Cibicides** Montfort, 1808.  
**Cibicides?** – vista dorsal.

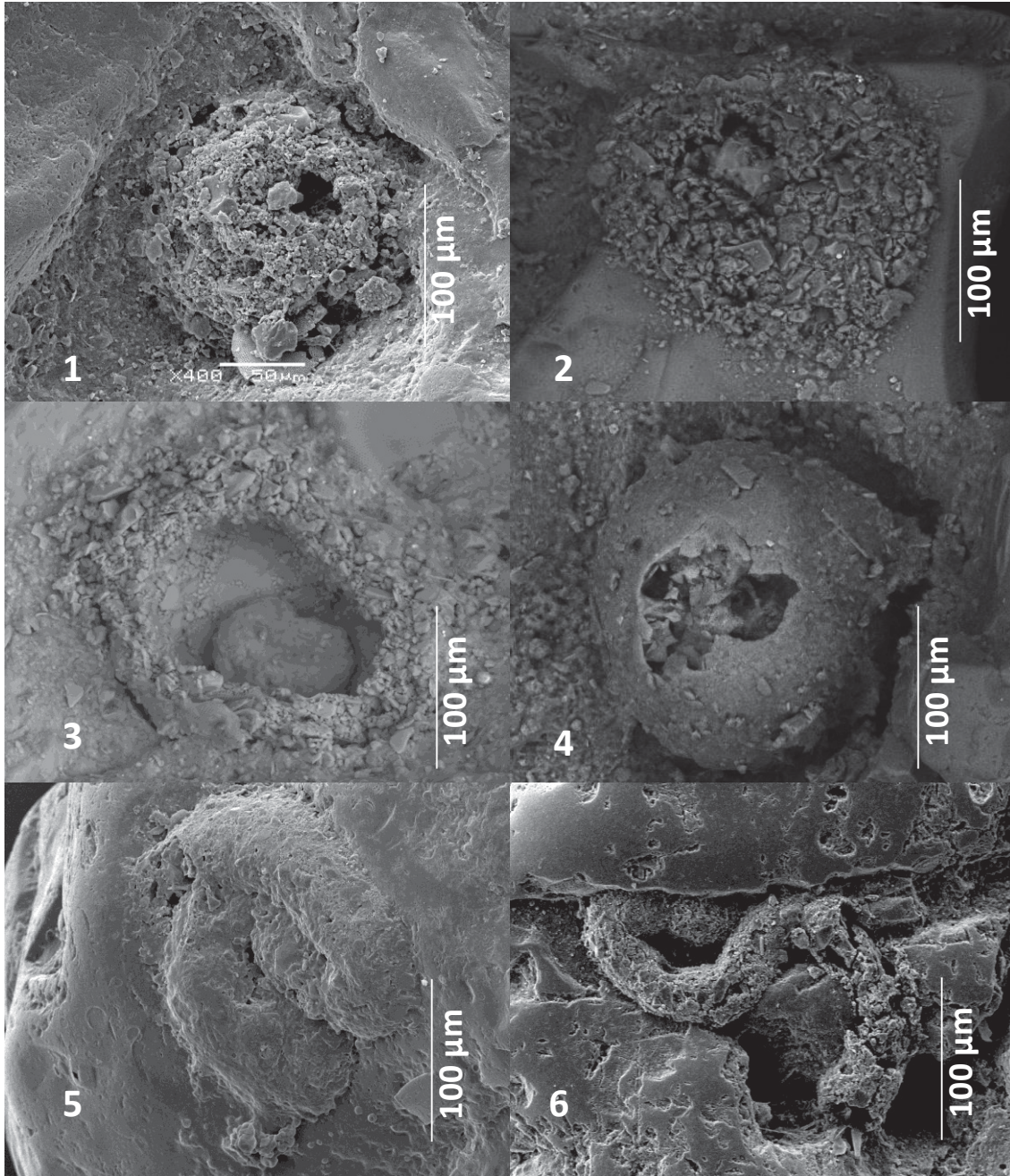


*ESTAMPA VI*

*ESTAMPA VII*

- Hemisphaerammina Loeblich & Tappan, 1957.  
*Hemisphaerammina* sp. 1.
  
- Hemisphaerammina Loeblich & Tappan, 1957.  
*Hemisphaerammina* sp. 1.
  
- Hemisphaerammina Loeblich & Tappan, 1957.  
– com protoplasma aparente.
  
- Hemisphaerammina Loeblich & Tappan, 1957.  
*Hemisphaerammina* sp. R.
  
- Tolyppammina Rhumbler, 1895.  
*Tolyppammina* sp.
  
- Tolyppammina Rhumbler, 1895.  
*Tolyppammina* sp.

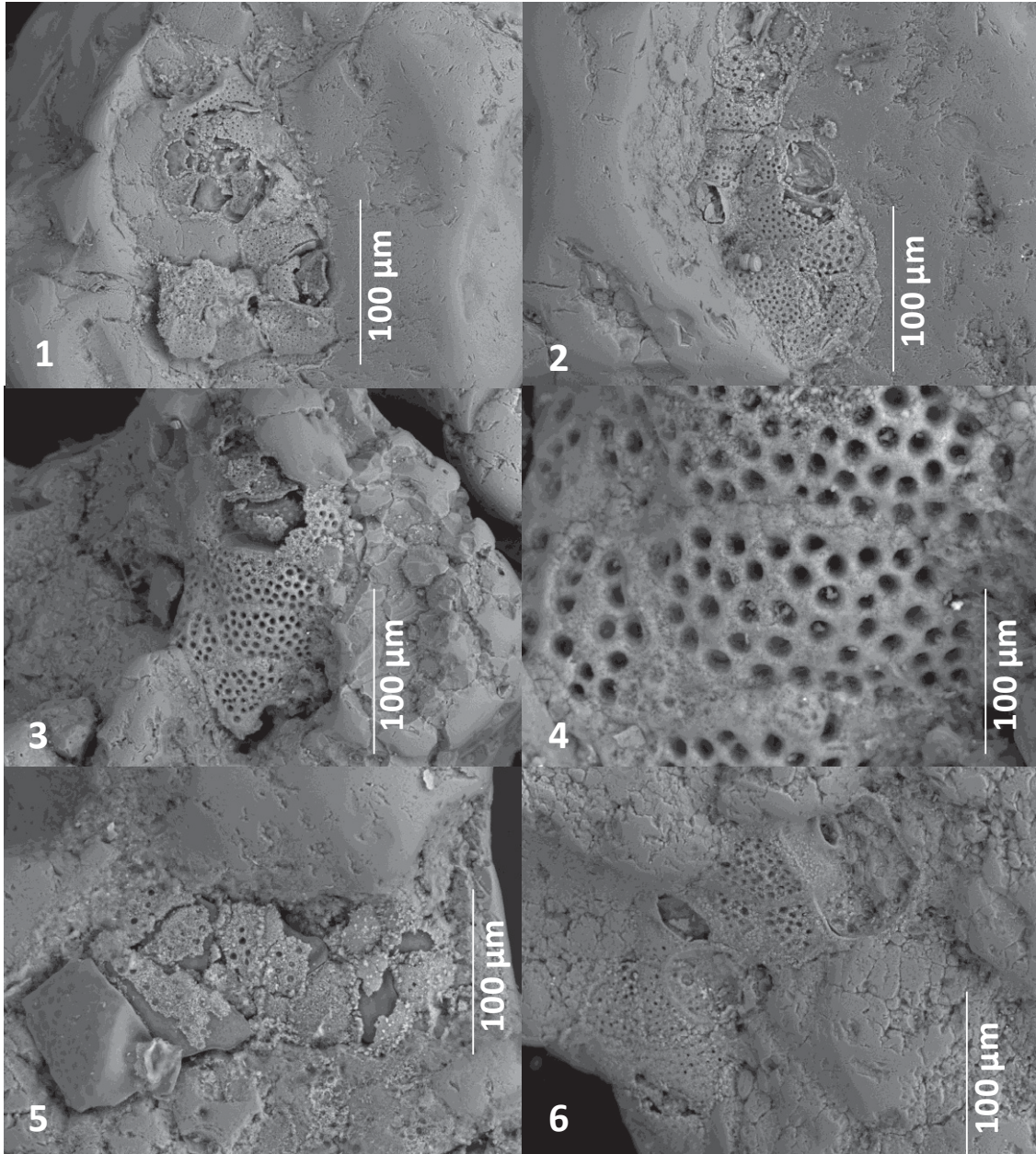


*ESTAMPA VII*



*ESTAMPA VIII*

1. REC sp. – vista por cima demonstrando seu ‘acomodamento’ no clasto.
2. REC sp. – vista por cima como incrusta no grão.
3. REC sp. – com câmaras visíveis.
4. REC sp. – com imagem aproximada parede e detalhes poros? (3).
5. REC sp. – vista das câmaras
6. REC sp. – aderência ao grão quase camuflado

*ESTAMPA VIII*

## **APÊNDICE**

### **Modelo preliminar Artigo**

## INCRUSTING FORAMINIFERS: ARE WE PROPERLY ESTIMATING THIS ALMOST HIDDEN FAUNA?

J.G. Dissenha<sup>a, b\*</sup>; S.T. Disaró<sup>a,3</sup>; J.R. Angulo<sup>b</sup>.

<sup>a,b</sup> *Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental (LaFMA-UFPR) – Paraná – Brasil.*

<sup>b</sup> *Programa de Pós-graduação em Geologia (UFPR) - Paraná – Brasil.*

### RESUMO

Amostras de sedimentos de fundo foram coletadas na porção central da plataforma interna rasa do Paraná (Brasil), entre 5 e 15m de profundidade, entre o Balneário de Pontal do Sul e a Ponta de Matinhos para análise de foraminíferos. Em campo as amostras foram coradas com rosa de bengala e fixadas em formol tamponado; no laboratório foram lavadas em peneiras de 63µm sob água corrente, secas em estufa e submetidas à flotação. O sobrenadante (fração “flotada”) e resíduo foram triados separadamente e cuidadosamente analisados. O resíduo foi separado por fração de tamanho em jogo de peneiras antes da triagem sob lupa binocular. O presente trabalho objetivou avaliar se o exame minucioso dos clastos, inclusive suas reentrâncias, em busca de foraminíferos, produz um resultado diferente para o reconhecimento da composição das associações de foraminíferos, especialmente se há presença de espécimes aderidos. O *software GPower* foi utilizado para definir quantos pontos *a priori* seriam necessários analisar para alcançar este objetivo. Neste trabalho 10 pontos foram testados previamente a fim de comparar a fauna de foraminíferos nas frações sobrenadante e resíduo. Os resultados demonstraram que o método de separação por densidade é eficiente para concentrar carapaças livres, porém neste tipo de ambiente a maioria dos indivíduos se encontra na fração residual. Foram registradas espécies tipicamente sésseis que vivem aderidas/incrustadas aos clastos. Oito das dez amostras analisadas apresentaram valores acima de 94% da abundância presente no resíduo, havendo diferenças significativas na densidade, diversidade e riqueza das amostras quando o resíduo foi incorporado à fração sobrenadante. O método empregado no processo de triagem pode interferir no reconhecimento dessas formas. Análises ambientais que não considerem eliminar consistentemente a possibilidade de existência destes espécimes podem subestimar em muito a densidade e a diversidade. Se ignorarem a existência de espécies exclusivamente aderidas (incrustantes ou não), como aquelas pertencentes aos gêneros *Placopsilina*, *Hemisphaerammina*, *Ammopemphix* e espécies de trochamminídeos predominantemente sésseis, obterão um panorama ambiental distinto e perderão informações úteis à reconstituição paleoambiental.

**Palavras-chave:** Plataforma interna rasa; método de triagem; foraminíferos aderidos; foraminíferos incrustantes.

---

<sup>3</sup> Corresponding author at: LaFMA – MCN - University of Federal of Paraná, Paraná (UFPR), BR.

\*E-mail address: [joи.ddg@gmail.com](mailto:joి.ddg@gmail.com) (J.G. Dissenha).

Present address: Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, LaFMA.

## ABSTRACT

Bottom sediment samples were collected in the central portion of the shallow internal continental shelf of Paraná (SE/Brazil), from 5 to 15m depth between the Balneário de Pontal do Sul and Ponta de Matinhos for analysis of foraminifera. In the field the samples were stained with bengal rose and fixed in buffered formalin; in the laboratory were washed in sieves of 63 $\mu$ m under running water, dried in an oven and floated. The supernatant ("floated" fraction) and residue were screened separately and carefully analyzed. The residue was separated by fractions with sieves before screening under the stereomicroscope. The objective of this study was to evaluate if the close examination of clasts, including their crevices in search of foraminifera, produces a different result of the foraminiferal density and assemblages composition, especially when adhered specimens are present. GPower software was used to define how many points a priori would need to analyze to achieve this goal. In the present study, 10 points were previously tested in order to compare the fauna of foraminifera in the supernatant and residue fractions. The results showed that the density separation method is efficient to tests of free-living foraminifers, but in this type of environment, most of the individuals are attached to the clasts of the residual fraction. Typically sessile species that live attached/encrusted to clasts were recorded. Eighty percent of the analyzed samples had 94% or more abundance values present in the residue, with significant differences in the density, diversity and dominance of the samples when the residue was incorporated to the supernatant fraction. The method used in the screening process may interfere with the recognition of these forms. Environmental analyzes that do not consider consistently eliminate the possibility the existence of these specimens may greatly underestimate the density and diversity. If they ignore the existence of exclusively adhered species (fouling or not), such as those belonging to the genera *Placopsilina*, *Hemisphaerammina*, *Ammopemphix* and sessile trochaminid species, will obtain a different environmental setting and will lose relevant information to paleoenvironmental reconstitution.

**Key-words:** Shallow inner continental shelf; screening method; attached foraminifers.



- Introdução

Em âmbito global a distribuição espacial e temporal dos foraminíferos bentônicos nas plataformas continentais é razoavelmente bem conhecida, porém pouco se sabe sobre foraminíferos bentônicos aderidos ou incrustantes e sua diversidade, riqueza, abundância e como essas espécies variam espacialmente e temporalmente (Walker *et al.* 2011). Segundo estes autores, foraminíferos aderidos são comuns em ambientes de regiões marinhas rasas e profundas e a maioria tem tamanho pequeno (<1mm); sua presença pode ser observada em detritos flutuantes na coluna de água, grãos dos sedimentos de fundo e sobre outros organismos.

O método empregado pela maioria dos pesquisadores no processo de triagem pode estar interferindo no conhecimento dessas formas aderidas. A caracterização ambiental através de foraminíferos é frequentemente realizada analisando espécimes separados pela via úmida, ou pela via seca, sem ou com o uso da flotação e muitas vezes não é especificado se o resíduo oriundo do processo de flotação foi analisado. Muitos espécimes vivem aderidos aos grãos de sedimentos e vão ao fundo durante o processo de separação por densidade, sua presença geralmente passa despercebida se o resíduo não for cuidadosamente observado. Portanto, a revisão da fração residual torna-se necessária para que a eventual presença de espécies incrustantes não seja negligenciada.

Disaró *et al.* (2017) citam que deve haver uma triagem cuidadosa das amostras, incluindo a revisão rigorosa dos clastos para detecção de foraminíferos incrustantes. Segundo estes autores, a plataforma continental da Bacia de Campos (RN/Brasil) apresenta um grande número de foraminíferos, tanto juvenis como adultos grandes e pequenos, que se encontram aderidos aos grãos de sedimentos, cuja presença pode indicar ambientes de alta energia onde predomina forte hidrodinamismo junto ao fundo.

Disaró (2014) e Ribeiro-Ferreira *et al.* (2017) destacam a necessidade dessa análise mais minuciosa dos clastos e suas reentrâncias/cavidades. Disaró (*op. cit.*) conclui que mesmo em ambientes de fundo predominantemente inconsolidado pode existir uma grande diversidade de foraminíferos incrustantes e sugere que estudos futuros atentem mais para checar a existência deste modo de vida entre os foraminíferos.

É fundamental que nos trabalhos esteja explícito se o resíduo foi revisado, ou se apenas os foraminíferos livres foram considerados. Muitos autores citam que usaram o processo de flotação utilizando algum líquido denso a fim de concentrar as carapaças de foraminíferos (Guedes *et al.* 2015; Eichler *et al.* 2016; Eichler, 2017; Duleba *et al.* 2018, dentre outros), mas não esclarecem se espécies aderidas e/ou incrustantes estavam claramente ausentes. Este esclarecimento é importante e viabiliza comparações mais objetivas, pois, ciente de que estavam ausentes, pode se fazer comparações mais amplas. No entanto, se os resultados se restringem às espécies livres, pode-se comparar diretamente com a fauna livre, excluindo-se discussões sobre a presença das demais.

A checagem sobre a existência de espécies de diferentes hábitos de vida e sua correta quantificação pode alterar substancialmente as estimativas de densidade e diversidade locais permitindo conhecer melhor as associações de foraminíferos e, se estes organismos segregarem esqueletos rígidos, podem ser preservados no registro fóssil e assim tornar-

se ferramentas valiosas em análise paleoecológica e paleoambiental (Taylor & Wilson, 2003).

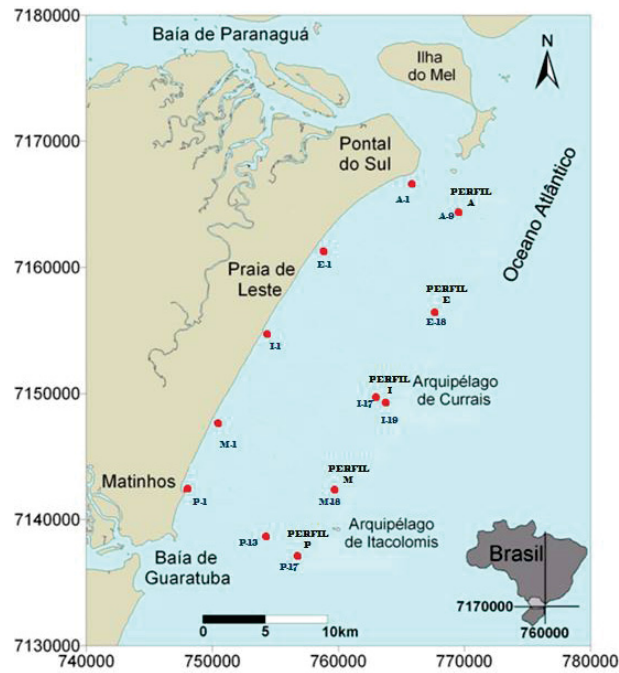
A grande proporção de espécimes de foraminíferos quase escondidos, aderido aos clastos na área de estudo motivou uma ampla discussão sobre o método de triagem, trazendo o foco para os aspectos metodológicos e sua influência na caracterização dos ambientes sob forte ação de ondas.

Com esse novo olhar sobre o método de triagem empregado, o presente estudo trata da comparação dos resultados obtidos através da análise da fração sobrenadante (flotação) sem a checagem do resíduo, *versus* a integração destes dados da flotação somados aos dados obtidos com a checagem rigorosa da fração residual. Desta forma foi possível verificar se os cuidados metodológicos empregados influenciam significativamente a representação da fauna de foraminíferos.

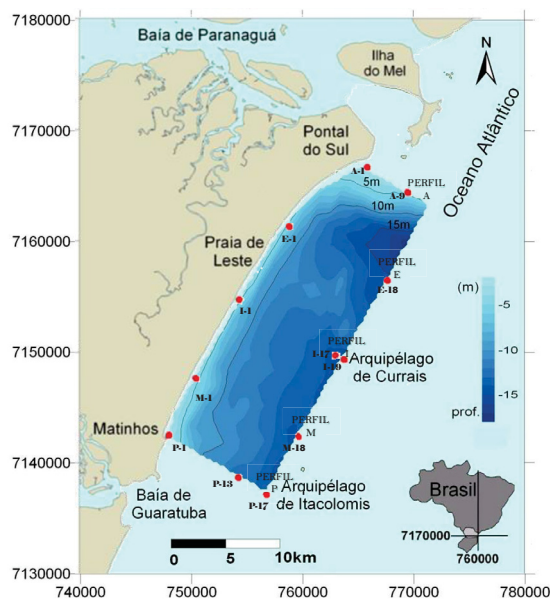
- **Área de Estudo**

A área de estudo correspondente ao sublitoral raso, entre 5 e 15 m de profundidade, exposto à constante ação de ondas que remobilizam os sedimentos de fundo (Sielski *et al.* 2017), compreende a porção central da plataforma interna do Paraná (Brasil), num trecho de 32 km entre o entre o Balneário de Pontal do Sul e a Ponta de Matinhos, entre as latitudes 25°30'S e 25°54'S e longitudes 48°18'W e 48°36'W (Veiga *et al.* 2004) (fig. 1). Durante o levantamento das características sedimentológicas, realizado no ano de 2000, amostras de sedimentos de fundo (0-2 cm) foram coletadas com o objetivo de conhecer a composição e distribuição dos foraminíferos neste ambiente (Veiga *et al.* 2004).

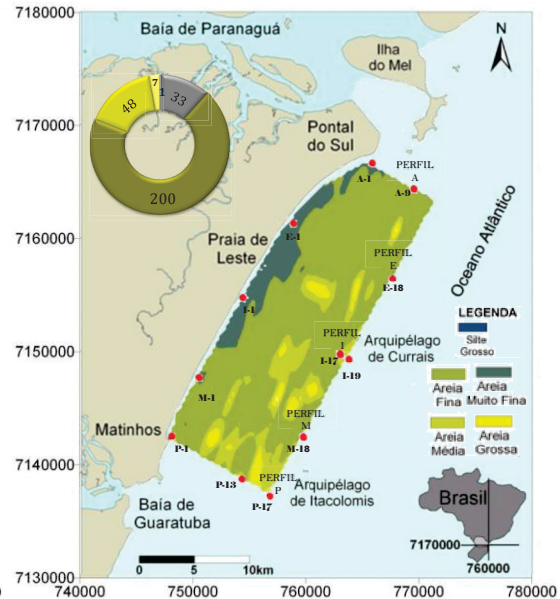
Segundo Veiga (2005) a batimetria da área indica gradientes suaves; entre o nível médio do mar e 7 m de profundidade o gradiente fica em torno de 1/65; entre 7 e 12 m de profundidade o gradiente fica em torno de 1/300; entre 12 e 15 m de profundidade o gradiente suaviza para 1/700 (fig. 2). A distribuição dos sedimentos superficiais é controlada tanto pela hidrodinâmica quanto pela herança geológica e altos fundos estão associados a depósitos palimpséticos. Veiga *et al.* (2004) identificaram cinco padrões distintos de sedimentos nesta área: i) areias fina e muito fina do delta de maré vazante, associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá; ii) areias muito finas bimodais com teores de finos entre 10 e 40 %, localizadas próximas à costa; iii) areias média e grossa unimodais; iv) areias finas na faixa dos 10 a 15 m de profundidade, unimodais, menos selecionadas que as areias finas do delta de maré vazante, e; v) areias finas a muito finas das barras do início da zona de arrebenção. Há predomínio de areia fina, porém a média granulométrica dos sedimentos nos pontos amostrais variou do silte grosso até a areia grossa (fig. 3).



**Figura 1:** Localização dos pontos amostrais da área de estudo. Os 12 pontos A2, A9, E1, E18, I1, I17, I19, M1, M18, P1, P13 e P17 selecionados identificados no mapa (em vermelho).  
FONTE: Veiga (2005) modificado.



**Figura 2:** Batimetria da porção central da plataforma continental interna paraense. Pontos analisados nesse trabalho identificados no mapa, em vermelho. FONTE: Veiga (2005, modificado).



**Figura 3:** Distribuição granulométrica (média) dos sedimentos de fundo da porção central da plataforma continental interna paraense. Gráfico com percentuais das frações areia e silte, segundo Folk & Wards (1957). FONTE: Veiga (2005), modificado.



- Foraminíferos no Paraná

Foraminíferos são organismos eucariontes, unicelulares, globalmente abundantes encontrados em todas as latitudes e em todos os ambientes marinhos e transicionais. Distribuem-se desde a zona intermareal até a zona hadal, fazendo parte de comunidades bentônicas desde o Cambriano, há mais de 525 milhões de anos e desde então eles irradiaram-se e evoluíram (Boltovskoy, 1965; Debenay, 2012; Seyve, 1990). Podem secretar uma estrutura externa denominada testa, teca ou carapaça, com composição orgânica, calcária de calcita ou aragonita ou, mais raramente, silicosa (Pawlowski *et al.*, 2003), pode também ser formada pela agregação de partículas exógenas com cimento produzido pelo próprio organismo, formando carapaças de material aglutinado (Seyve, 1990).

Inúmeros trabalhos sobre o ambiente sedimentar da região costeira do litoral paranaense têm sido realizados ao longo dos últimos 25 anos (Angulo, 1992 e 1993; Lessa & Angulo, 1995; Angulo & Lessa, 1997; Souza, 2005; Angulo *et al.*, 2006; Noernberg *et al.*, 2007), porém estudos de áreas submersas rasas não confinadas são poucos. Com o intuito de conhecer e caracterizar estes ambientes sedimentares, Veiga *et al.* (2004) apresentaram o primeiro levantamento sedimentológico da plataforma interna rasa paranaense.

A maioria dos estudos com foraminíferos no Paraná foi direcionada para ambientes transicionais mais confinados da plataforma interna como estuários, baías, manguezais e desembocaduras de rios (Closs & Madeira, 1966; Disaró, 1995; Disaró *et al.* 1999; Disaró *et al.* 2001, Serafini, 2001; Jaworski, 2001; Roda, 2005; Itice, 2006; Tellez, 2011).

Sousa *et al.* (1999) analisaram pela primeira vez associações de foraminíferos holocênicos de ambientes praias, localizadas próximo à Praia de Leste, nesta oportunidade os autores detectaram a presença de algumas espécies de foraminíferos de vida livres, espécimes que eles citam como características de ambiente com profundidades entre 0 e 40 m, aproximadamente, apesar das diversas tentativas de identificação de microfósseis nos sedimentos que formam estas planícies, a maioria das amostras se mostrava estéril em relação a eles,

Disaró *et al.* (2001) apresentam dados com foraminíferos na plataforma rasa do estado do Paraná, provenientes de testemunho com 40cm, coletado sob lâmina d'água de 8 metros, em fácies lamosa da região; as espécies identificadas nessas regiões são tipicamente de vida livre, levantando a hipótese de não detecção, ou talvez de inexistência de espécies de hábito incrustante.

Porém, análises realizadas no presente estudo para a mesma região, mostram que no resíduo estão presentes carapaças de foraminíferos incrustantes, cujos indivíduos não são encontrados dispersos/soltos e sim aderidos aos grãos dos sedimentos. A fauna aderida pode refletir características importantes do ambiente estudado (Walker *et al.* 2011).

- Separação das carapaças - Flotação

O método da flotação das carapaças é amplamente empregado em estudos envolvendo foraminíferos, baseado na separação das carapaças dos demais clastos dos sedimentos por diferença de densidade, tem a finalidade de concentrá-las, reduzindo o esforço de triagem (Boltovskoy, 1965).

Carson (1933) cita a técnica de flotação como uma maneira valiosa de concentrar os espécimes de foraminíferos de grandes quantidades de resíduos. Brooks (1954) afirma que qualquer técnica que possa ser usada para concentrar uma amostra de microfósseis é digna de nota, uma vez que segundo o autor, é a tarefa mais cansativa do micropaleontologista, triar e separar/retirar os espécimes de uma amostra preparada quando este número é relativamente baixo. Narchi (1956), utilizando tetracloreto de carbono para flotação notou que certos exemplares não flutuavam; fato que o mesmo compara com a observação de Phleger (1952) e deixa clara a necessidade da revisão da amostra restante, referindo-se ao resíduo. Em várias publicações Boltovskoy (1965, 1966 e 1981) descreve o método da flotação e o sugere seu uso como uma separação preliminar das carapaças de foraminíferos, pois é relativamente simples e prático, mas o autor adverte que é possível encontrar carapaças junto às partículas que decantaram e recomenda que, quando se estiver trabalhando com material fóssil, toda a fração residual deve ser triada para um estudo mais detalhado e, se for material recente, apenas uma parte desta fração pode ser triada e isso já seria o suficiente.

Murray (1973 e 2006) também endossa essa afirmação, descrevendo que quando a amostra passar pela flotação é importante verificar os sedimentos do resíduo para ver se ainda permanecem carapaças de foraminíferos, havendo mais do que alguns, então será necessário retirá-los; o autor descreve que a realização da flotação é apenas para concentrar as carapaças e o resíduo dos sedimentos deve ser sempre verificado para garantir a separação completa dos indivíduos.

Nesta prática é possível utilizar vários compostos, dentre eles o tetracloreto de carbono, tricloroetileno, bromofórmio ou soluções de bromofórmio com acetona. Também podem ser utilizadas soluções salinas, como sugerem Semensatto-Jr & Dias-Brito (2015).

A separação das carapaças por flotação é o primeiro passo que, segundo Boltovskoy e Wright (1976), deve ser seguido pela checagem do resíduo, entretanto, este segundo passo é muitas vezes negligenciado ou até mesmo ignorado.

Além da avaliação cuidadosa do resíduo, é importante que o material a ser triado passe por peneiramento, de modo que cada classe de tamanho seja observada separadamente. Segundo Boltovskoy & Wright (*op. cit.*), este processo permite ao pesquisador observar partículas de um mesmo tamanho e assim auxilia no processo de reconhecimento de espécimes e na remoção das carapaças da bandeja de triagem.

- **Materiais e Métodos**

- **Em campo**

Os sedimentos foram coletados a partir de embarcação com equipamento busca-fundo tipo *Petite Ponar*, muitas vezes com auxílio de mergulhadores para garantir o correto funcionamento do equipamento e êxito do lançamento. As amostras para análise de foraminíferos foram coletadas nos primeiros centímetros (0-2 cm) da camada superficial do sedimento, fixadas com solução de formol 4% tamponada com tetraborato de sódio e coradas com Rosa de Bengala, adicionados ainda na embarcação. O corante foi usado para evidenciar a presença de protoplasma nos indivíduos coletados. As amostras foram distribuídas ao longo de 5 transectos perpendiculares à linha de costa que distam de 6 a 8 km entre si (A, E, I, M, P). Ao longo dos transectos foram retiradas amostras a cada 600 m, totalizando 87 pontos amostrais (Veiga *et al.* 2004), deste total, 10 pontos amostrais foram analisados numa abordagem metodológica com base na triagem realizada com foraminíferos.

- **Em Laboratório**

No Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental – LaFMA/UFPR as amostras foram lavadas em peneira de 63µm com água corrente, secas em estufa <60°C e submetidas ao método de separação das carapaças por densidade, de acordo com a metodologia proposta por Boltovskoy (1965, 1966, 1981), utilizando tricloroetileno (C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub>). Este líquido permite concentrar as carapaças de foraminíferos e outros organismos pertencentes à meiofauna (fração menos densa) dos grãos minerais mais densos (quartzo, feldspato, minerais pesados - fração mais pesada). Todos os pontos amostrais passaram por esse processo.

As amostras foram cuidadosamente triadas com microscópio estereoscópico. A fração flotada foi triada integralmente para todas as amostras e todas as carapaças de foraminíferos encontradas nessa fração foram separadas, quantificadas e identificadas.

O conteúdo do resíduo foi quarteado utilizando o quarteador “*Otto Splitter*”, e a triagem da alíquota foi realizada com auxílio de um jogo de peneiras com intervalos de tamanho de malha (500 µm, 250 µm, 125 µm e 63 µm), a fim de manter na bandeja de triagem apenas clastos de mesmo tamanho, facilitando a checagem ‘grão-a-grão’ e a visualização do triador.

Os sedimentos maiores que 63µm foram “rolados” e examinados, assim como todas as reentrâncias dos grãos, em busca de foraminíferos incrustantes. Espécimes bem menores que 63µm também foram retirados, uma vez que foram encontrados aderidos aos clastos retidos na peneira e, outros livres que eventualmente se soltaram, sendo encontrados no fundo do jogo de peneiras. Quando houve indivíduos muito jovens que não permitiram a identificação, estes foram contabilizados, pois detectar sua presença é importante para uma estimativa realista da densidade e, conseqüentemente, das condições tróficas locais.

Todos os espécimes de foraminíferos foram retirados (fauna total) e acondicionados em lâminas para posterior identificação.

Foram analisados 10 pontos amostrais (A1 – A9 – (\*<sup>4</sup>E1) - E18 – (\*I17) - I19 – M1 – P1 – P13 – P17) para comparar a composição e a densidade de foraminíferos encontrados na fração flotada *v.s.* a fração resíduo. Alguns espécimes foram preparados para a realização de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) que auxilia a identificação e também a ilustração das espécies. A determinação de gêneros (Kaminski & Gradstein, 2015; Loeblich & Tappan, 1988 e 1994) e espécies (Ellis & Messina, 1940 – atual) foi realizada com auxílio de bibliografia específica e outras publicações relacionadas à área de estudo e regiões similares. Além disso, foram consultadas as coleções de referência do Laboratório de Foraminifera e Micropaleontologia Ambiental (LaFMA-MCN-UFPR) e holótipos e parátipos depositados na Coleção Joseph Cushman – Smithsonian Institute, em Washington D.C. (E.U.A.).

#### ○ Análise dos dados

O *software GPower 3.1.9.3* (Faul *et al.* 2009) foi utilizado para definir quantas amostras seriam necessárias para avaliar a efetividade do método de triagem (Flotação *vs.* Resíduo). Com base no teste, 12 pontos foram definidos *a priori*, necessários para comparar os resultados da triagem sem e com resíduo somado à flotação, mantendo um tamanho da amostra com um poder acima de 0,8.

Os resultados foram analisados utilizando os softwares XLSTAT v. 2018, para Análise de Correspondência (AC) - distância qui-quadrado e o software PAST (*Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis* de Hammer *et al.* 2001) para apresentar o índice de diversidade (*Diversity indices*), e para compor o dendograma; o coeficiente de *Bray-Curtis* foi escolhido como parâmetro da análise.

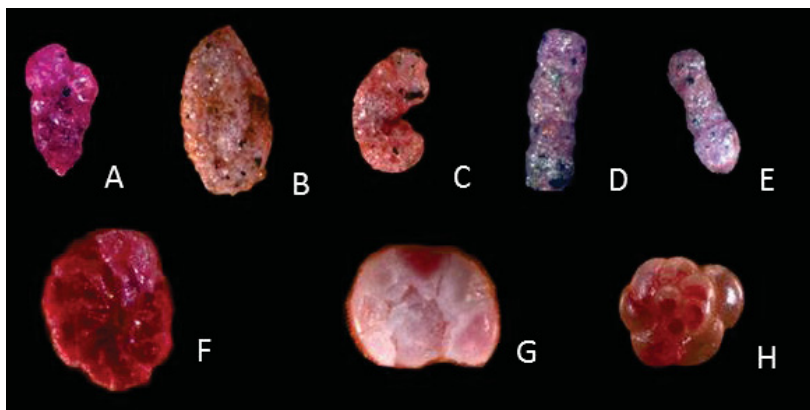
#### ● Resultados e Discussões

Foram encontrados 4.047 exemplares da fauna total dos foraminíferos bentônicos nos 10 pontos selecionados da plataforma interna rasa do litoral paranaense. Quando não foi possível identificar os espécimes ao nível específico (material frágil e tamanho reduzido), separou-se em morfogrupos (táxon) para tentar manter a diversidade das assembleias na área.

Na flotação foi registrado um total de 279 indivíduos, com 24 táxons de foraminíferos identificados em nível específico e três categorias sem denominação taxonômica formal (Aderidos Indeterminados, Livres Indeterminados). Observa-se uma fauna predominantemente livre (fig. 4). Na maioria das amostras analisadas esta fração apresenta uma abundância baixa de foraminíferos (de 1% a 40%) se comparada ao total de foraminíferos registrados na amostra.

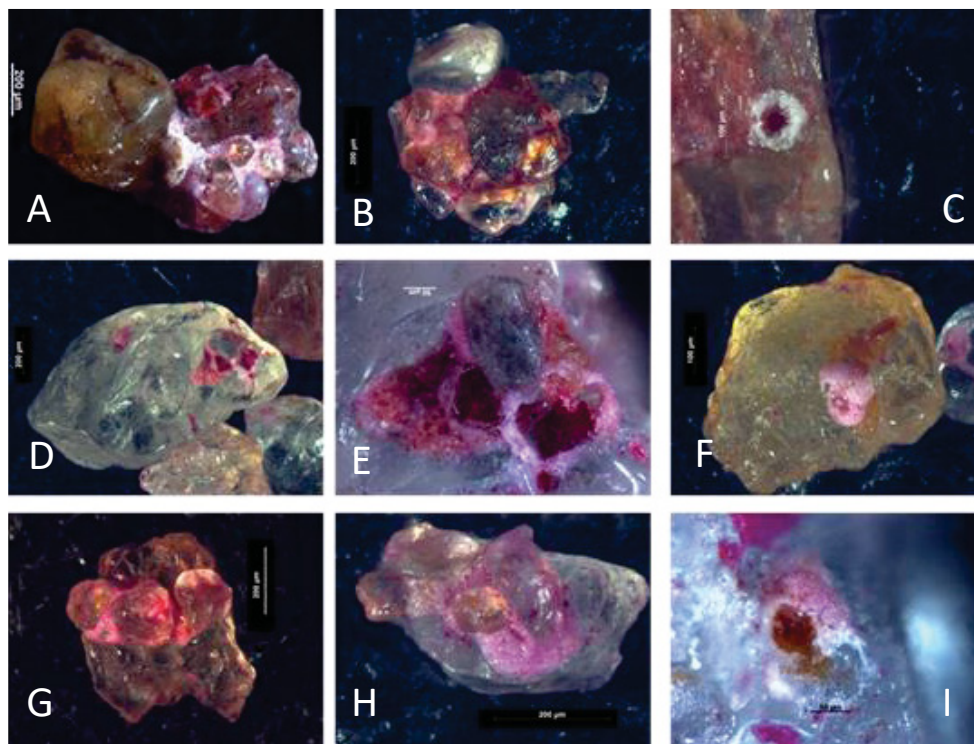
---

<sup>4</sup> \*Pontos E1 e I17 que entraram para compor os 12 pontos amostrais.



**Figura 4:** Imagem com Microscopia óptica (MO) dos espécimes registrados na fração sobrenadante/flotada. Gêneros apresentados: A- *Caronia exilis*; B- *Miliammina fusca*; C- *Ammobaculites exiguus*; D- *Monotalea?* sp.; E- *Pseudoclavulina curta*; F- *Asterotrochammina camposi*; G- Calcário indeterminado; H- *Ammonia* sp.

No resíduo foram registrados 34 táxons de foraminíferos e outras duas categorias sem denominação taxonômica formal (Aderidos Indeterminados, Livres Indeterminados), resultando num total de 3.768 indivíduos (figura 5).



**Figura 5:** Imagem de microscopia óptica (MO) dos espécimes de foraminíferos aderidos aos grãos da fração resíduo das amostras. A e B- *Psammosphaera* cf. *fusca*; C- *Hemisphaerammina* sp.1; D e E – *Placopsilina?* sp., F e I- *Ammopemphix?* G e H- *Placopsilina* sp. M.

Visualmente as imagens na figura 5, apresentam a preferência de disposição/adesão das espécies nos clastos que servem de base/substrato para sua fixação (C, F, I) e/ou para compor parte de sua carapaça (A, B, D, E, G, H).

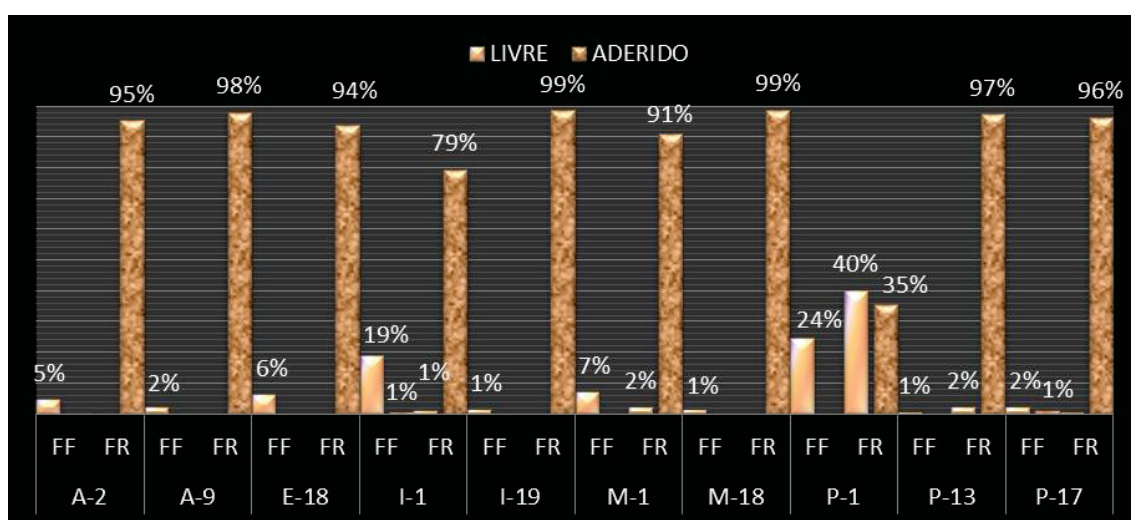


- Flotação vs. Resíduo

Dentre os pontos amostrais, a abundância de espécimes aderidos aos clastos que não flutuaram e estiveram presentes no resíduo é alta. Ao analisar o resíduo, oito pontos os exemplares aderidos perfazem valores acima de 90% da abundância total dos espécimes.

O material registrado na flotação é composto principalmente de espécies de vida livre, sendo ausentes ou poucas espécies aderidas nessa fração. Em apenas um ponto (P-1) houve maior porcentagem de espécimes de vida livre comparadas com os espécimes aderidos do resíduo.

Quando comparado ambas as frações, no resíduo em geral predominaram espécimes aderidos, com valores significativamente maiores aos de espécimes livres encontrados na flotação, ou mesmo os de vida livre presentes no resíduo; pontos (I-1, M-1, P-1, P-13 e P-17), possivelmente indicando certa ineficiência no processo de separação por densidade (fig. 6).



**Figura 6:** Porcentagem de espécimes livres vs. aderidos nas frações: flotação (FF) e resíduo (FR) das amostras analisadas (A-2; A-9; E-18; I-1; I-19; M-1; M-18; P-1; P-13; P-17).

Oitenta por cento dos pontos amostrais analisados tiveram mais de 90% dos indivíduos incrustantes presentes na fração residual, são eles: A-2 (95%), A-9 (98%), E-18 (94%), I-19 (99%), M-1 (91%), M-18 (99%), P-13 (97%) e P-17 (96%).

Os pontos I-1 e P-1 apresentaram um percentual menor de exemplares aderidos; I-1 apresentou (79%) e P-1 (35%). Nestas amostras os espécimes livres estavam presentes também no resíduo e por serem mais abundantes que os espécimes aderidos em toda a amostra do ponto P-1, onde perfizeram 40% do resíduo, isso pode indicar um ambiente com menor energia hidrodinâmica que a dos demais pontos amostrais estudados. No ponto I-1 parece ter havido menor eficiência no processo de separação por densidade, pois os dados indicam que o ambiente é similar a das demais amostras estudadas.

A comparação entre espécimes registradas nas frações sobrenadante (FLOT), do resíduo e a soma de ambos (RES + FLOT), indica que a assembleia de foraminíferos é composta por distintas espécies com hábito de vida e características diferentes. Portanto,

para que o grupo seja eficientemente utilizado como indicador ambiental é preciso contemplar toda a associação, nas suas reais proporções.

Há maior parte dos foraminíferos registrados neste estudo apresentam carapaça aglutinante (82,38%), calcários e porcelânicos tiveram baixa presença (2,076%). A espécie denominada REC sp. teve uma porcentagem significativa (15,49%), mas ainda não pudemos nos certificar da composição de sua carapaça e, por esta razão foi mantida num grupo indeterminado.

As espécies registradas são majoritariamente conhecidas de regiões estuarinas e litoral raso exposto com forte influência fluvial e por esta razão, com ampla variação de salinidade e turbidez. Segundo Duleba (2004), a presença da espécie *Miliammina fusca* em sedimentos subsuperficiais é indicadora de ambientes costeiros com influencia fluvial. Espécies de *Miliammina*, *Ammotium salsum* e *Ammobaculites exiguus* indicam proximidade de ambientes como manguezais e marismas, sendo típicas desses ambientes transicionais (Murray 1971; Madeira-Falcetta, 1974). Vários fragmentos de carapaça de foraminíferos aglutinantes permaneceram indeterminados e provavelmente correspondem a partes da carapaça de *Monotalea salsa*, *Ammobaculites exiguus* e outras espécies que também são comuns nestes ambientes transicionais.

É esperado que espécies que possuem carapaças mais resistentes se mantenham preservadas após a morte do indivíduo, favorecendo o registro em testemunhos desse tipo de ambiente, e que espécies mais delicadas sofram maior desagregação e pouco se preservem, ou não se preservem no ambiente.

Oliveira (1999) em uma análise ambiental dos canais da Bacia Hidrográfica de do Rio Itanhaém - SP, com base em tecamebas e foraminífero faz considerações sobre a falta de trabalhos que ilustrem a amplitude de variação morfológica de algumas espécies de foraminíferos. A autora ilustra diversas espécies que são encontradas no presente estudo.

É possível verificar a estrutura da comunidade de foraminíferos quando avaliada através dos espécimes retidos na flotação (tabela 1) e, quando ela é avaliada através da somatória de todos os indivíduos obtidos na flotação somados aos recuperados da fração residual. Nos pontos A1 (flot e res), A9 (flot), E1 (flot), I19 (flot), M18 (flot), P13 (flot), P17 (flot), o N foi inferior a 50 indivíduos, não sendo exibido o valor da estrutura da comunidade para estes em específico.

|          | Abundância<br>(N)<br>(ind/50cm <sup>3</sup> ) | Riqueza<br>(S) | Índice de<br>Shannon<br>(H) | índice<br>alfa de<br>Fisher ( $\alpha$ ) | Equitabilidade<br>(J) | Dominância<br>(D) |
|----------|---|----------------|-----------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| A-9_RES  | 48  | 3              | 1,028                       | 0,7093                                   | 0,9359                | 0,375             |
| E-18_RES | 76  | 8              | 1,835                       | 2,256                                    | 0,8825                | 0,2022            |
| I-1_FLOT | 66  | 11             | 2,141                       | 3,769                                    | 0,8928                | 0,1391            |
| I-1_RES  | 272   | 6              | 0,7794                      | 1,085                                    | 0,435                 | 0,6626            |
| I-19_RES | 892   | 15             | 2,293                       | 2,562                                    | 0,8467                | 0,1321            |
| M-1_FLOT | 47  | 8              | 1,448                       | 2,769                                    | 0,6962                | 0,3264            |
| M-1_RES  | 572   | 12             | 1,711                       | 2,147                                    | 0,6885                | 0,2958            |
| M-18_RES | 532   | 14             | 2,138                       | 2,635                                    | 0,8101                | 0,151             |
| P-1_FLOT | 109   | 15             | 2,166                       | 4,712                                    | 0,7998                | 0,1541            |
| P-1_RES  | 324   | 19             | 2,568                       | 4,407                                    | 0,8723                | 0,09892           |
| P-13_RES | 196   | 6              | 0,9441                      | 1,17                                     | 0,5269                | 0,561             |
| P-17_RES | 832   | 16             | 2,142                       | 2,81                                     | 0,7727                | 0,1891            |

**Tabela 1:** Valores apresentados para os espécimes encontrados na (Fração Flotada + Fração Resíduo). Abundância ou densidade (N) (ind./50cm<sup>-3</sup>), Diversidade [Riqueza Tâxons (S), Índice de Shannon (H), índice alfa de Fisher ( $\alpha$ ) Equitabilidade (J) e Dominância (D).

Realizando a análise de Correspondência (AC) - FLOT vs. RES – (Distância: Qui-quadrado) o teste de independência entre as linhas e as colunas apresentaram valores de: 12005,583 - Valor observado; 884,607 - Valor crítico; 817 - grau de liberdade; com um p-valor < 0,0001 e Alfa - 0,05. Na interpretação do teste:

- H<sub>0</sub>: As linhas e as colunas da tabela são independentes
- H<sub>a</sub>: Há uma dependência entre as linhas e colunas da tabela.

Como o p-valor calculado é menor que o nível de significância  $\alpha=0,05$ , deve-se rejeitar a hipótese nula H<sub>0</sub> em favor da hipótese alternativa H<sub>a</sub>.

O risco de rejeitar a hipótese nula H<sub>0</sub> quando ela é verdadeira é menor do que 0,01%. Inércia total: 2,967.

Após a análise de alguns trabalhos realizados na costa brasileira (Disaró *et al.* 2017; Polla 2016; Araújo *et al.* 2018; Disaró 1995; Sousa *et al.* 1999; Duleba *et al.* 2005; Ferreira *et al.* 2006; Barbosa *et al.* 2005; Araújo & Araújo 2010; Eichler *et al.* 2012; Disaró *et al.* 2017; Ribeiro-Ferreira *et al.* 2017; Oliveira (1999)) e em outros locais (Burone *et al.* 2006; Debenay 2012; D. Ghosh *et al.* 2014), nota-se que além de observar intervalo batimétrico estudado, as diferenças entre tamanho de malha das peneiras utilizadas, os resultados que podem se basear na fauna viva, na fauna morta ou em ambas (fauna total) e também eventuais divergências na determinação taxonômicas entre autores, é importante acrescentar outro parâmetro que muitas vezes não é checado ao se comparar estudos com foraminíferos, trata-se de verificar como foram processadas as amostras.

A forma de triagem pode estar interferindo no resultado final da composição e estrutura das assembleias de foraminíferos, tornando as comparações pouco realistas.

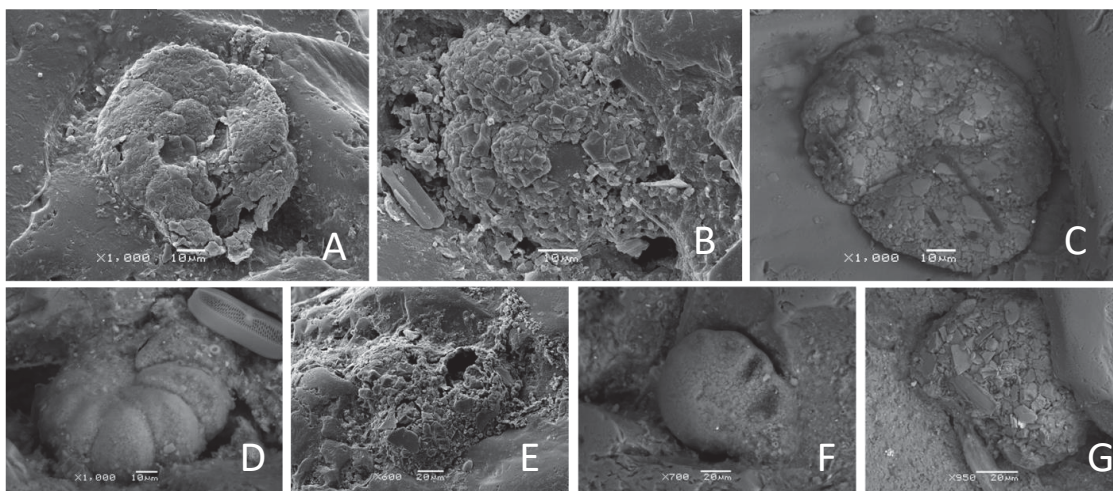
Quando o método de flotação for utilizado e a checagem da fração residual for ignorada ou não estiver explícita na descrição dos métodos como foi processado o resíduo, há que se tomar muito cuidado na comparação das espécies registradas.



Aparentemente uma série de espécies que vivem aderidas ou incrustadas aos clastos está vivendo nos ambientes costeiros brasileiro, porém sua existência tem sido ignorada ou negligenciada.

Há presença de carapaças menores que 63  $\mu\text{m}$ , foram registradas por estarem aderidas a clastos maiores, caso contrário, se fossem de habito livre, não estariam presentes na amostra, uma vez que se foi usada peneira de 63 $\mu\text{m}$  como limite de tamanho para este estudo (fig. 7).

Walker *et al.* (2011) já afirmavam esta observação, descrevendo que foraminíferos aderidos são comuns em ambientes de regiões marinhas rasas e profundas e a maioria tem tamanho menor que 1mm.



**Figura 7:** Fotomicrografias em MEV, com escala, permitindo observar o tamanho reduzido dos espécimes junto ao seu substrato. **A, B e C** – Trochaminídeos indeterminados; **D** – *Cibicides?* **E** – *Ammopemphix?*; **F** – Aderido Indeterminado e **G** – *Placopsilina?* sp.

Murray (1973), alerta que o resíduo de sedimento deve sempre ser verificado para garantir a separação completa dos foraminíferos, e cita que a escolha do tamanho da peneira é importante, mesmo que na prática haja pouca diferença nos resultados entre uma peneira de malha de 200 e 240. No entanto, segundo o autor, sem peneiras menores que 200  $\mu\text{m}$  os juvenis e as pequenas espécies são perdidos e, conseqüentemente, a composição das assembléias é alterada.

- **Conclusões**

Há muitas espécies sésseis não registradas na costa brasileira ou, se registradas, não há menção que ocorram nas proporções encontradas. A identificação de muitas ainda é provisória e merece um levantamento mais aprofundado em literatura, imagens e consulta a material tipo. Isso garantirá maior confiabilidade e acuidade nas determinações. Entretanto, a maior parte dos espécimes é de indivíduos incrustantes ou aderidos, indicando que, sem dúvida, trata-se de um ambiente onde predomina uma alta energia hidrodinâmica, favorecendo estas formas. A presença deste tipo de associação em material proveniente de testemunhos ou secções estratigráficas certamente auxiliará no reconhecimento destes ambientes no passado geológico.

Esta é a primeira vez que se estudam áreas rasas com ampla influência de ondas na costa paranaense para caracterizá-las com base em foraminíferos. Foi uma surpresa encontrar tal quantidade de organismos aderidos aos clastos, principalmente porque a maioria estava viva no momento da coleta. Acreditava-se que a área continha baixíssima densidade de foraminíferos, mas o que se observou é que isto não procede. Há alta densidade de espécies aderidas ou incrustantes sendo mantidas nos ambientes praias da costa paranaense. Sem a inclusão da fração resíduo haveria uma perda de 93% dos indivíduos totais presente na área analisada, isso afetaria diretamente os índices de diversidade para a região.

A separação das carapaças a partir de líquidos com diferentes densidades pode concentrar seletivamente espécies cuja carapaça pode ser preenchida com ar e flutuar. Por outro lado, algumas formas mais robustas e especialmente espécies aderida/incrustantes frequentemente vão ao fundo e não são registradas na fração sobrenadante. O método de separação por densidade facilita a triagem, porém não elimina a análise cuidadosa do resíduo. Este deve preferencialmente ser realizado com o peneiramento e separação das frações de sedimentos durante a observação sob lupa. A separação por tamanho dos clastos evita a sobreposição de clastos grandes sobre menores, na bandeja de triagem, impedindo a visão do material a ser analisado.

Análises da fração sobrenadante e do resíduo forneceram informações inéditas sobre as associações de foraminíferos presentes na região. Esses cuidados certamente contribuirão significativamente para uma estimativa mais real da densidade, especialmente quando estão sendo estudadas áreas de alta energia hidrodinâmica, especialmente as submetidas à intensa e constante ação de ondas.

A descrição detalhada dos métodos empregados, identificando se houve ou não a prática da flotação e verificação do resíduo auxilia os pesquisadores a realizar futuras comparações. Sugere-se também que, quando possível, imagens das espécies registradas sejam incorporadas ao trabalho. Essa prática pode evitar distorções ou incertezas nas comparações das espécies e ambientes similares, viabilizando-as mesmo que haja erro ou simplesmente divergências sob a identidade das espécies.

Os resultados obtidos neste estudo oferecem subsídios para o reconhecimento de paleoambientes similares aos atuais e sinaliza que projetos futuros devem levar estas informações em conta, sejam eles voltados à evolução da planície costeira, ao monitoramento, ou à caracterização ambiental.

## Acknowledgments

We thank the Laboratory of Foraminifers and Environmental Micropaleontology - LaFMA, for the immense support in the feasibility of this project, for the access to the necessary material for preparation of the samples, sorting and identification of the species, as well as all the help of cost supplied. We also thank the Museum of Natural Sciences - MCN, UFPR, for the support and structural space required to carry out this work. To Fernando Alvim Veiga, for the collection of samples. To the Postgraduate Program in Geology - UFPR and CAPES.

## References

- ANGULO R.J., SOARES C.R., MARONE E., SOUZA M.C., ODRRESKI L.L.R., NOERNBERG M.A. 2006. Paraná. In: Muehe D. (org) Erosão e progradação do litoral brasileiro. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 347-400p.
- ANGULO, R. J. & LESSA, G. C., 1997. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.
- ANGULO, R. J. 1992. *Geologia da planície costeira do Estado do Paraná*, Tese de Doutorado, 334p. IG/USP. São Paulo.
- ANGULO, R. J., 1993. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Boletim Paranaense de Geociências*, v.41, p.52-72.
- BOLTOVSKOY, E., 1965. *Los foraminíferos recientes. Biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica*. Buenos Aires: Editorial Universitaria, 511 p.
- BOLTOVSKOY, E., 1965. *Los foraminíferos recientes. Biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica*. Buenos Aires: Editorial Universitaria, 511 p.
- BOLTOVSKOY, E., 1966. Methods for sorting of foraminifera from plankton samples. *Journal of Paleontology*. 40, (5), 1244-1246.
- BOLTOVSKOY, E., 1981. Ed. Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Publicación del INIDEP, Mar del Plata, 1981. 936 p.
- BOLTOVSKOY, E., WRIGHT, R., 1976. Recent Foraminifera: Dr. W. Junk, b.v. - Publishers - The Hague. 515p.
- BROOKS. H. K. 1954. A method for removing platy fragments of fossils and minerals from microfossil concentrates. *Micropaleontologist*. 8. (4). 39-40.
- BURONE, L., VENTURINI, N., SPRECHMANN, P., VALENTE, P., MUNIZ, P. 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin*. 52(1): 61-73.
- CARSON, C. M. (1933). A method of concentrating foraminifera. *J. Paleont.* 7(4):439. Describes bromoform technique in which air-filled Foraminifera are separated from sand by throwing the dried residue on bromoform and sinking the quartz by adding absolute alcohol. Pyritised Foraminifera in shale can be sunk in full-strength bromoform and the shale flakes floated off.
- CLOSS, D. & MADEIRA, M., 1966. Foraminifera from the Paranaguá Bay, State of Paraná, Brazil. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*, v. 2, n. 10, p. 139-162.
- D. GHOSH, MAJUMDAR S., CHAKRABORTY S. K., 2014. Taxonomy and distribution of meiobenthic intertidal foraminifera in the coastal tract of Midnapore (East), West Bengal, India. *International Journal of Current Reserch and Academic Review*. ISSN: 2347-3215 Volume 2 Number 3 (2014) pp. 98-104.
- DEBENAY, J. P. 2012. A guide to 1,000 foraminifera from southwestern Pacific: New Calédonia. Paris: Editions IRD, Marseille/Publications Scientifiques du Museum, 383pp.
- DEBENAY, J. P. 2012. A guide to 1,000 foraminifera from southwestern Pacific: New Calédonia. Paris: Editions IRD, Marseille/Publications Scientifiques du Museum, 383pp.
- DISARÓ, S. T., SOUSA, S. H. M., VEIGA, F. A., ANGULO, R. J., 2001. Foraminíferos da plataforma interna do estado do Paraná, Brasil. Anais do VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA. (Imbé - RS - Brazil). 600 p.
- DISARÓ S. T., 2014. Caracterização da Plataforma Continental da Bacia de Campos (Brasil, se) fundamentada em Foraminíferos Bentônicos Recentes. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 196pp.
- DISARÓ, S. T., 1995. Associações de foraminíferos da Baía das Laranjeiras, complexo estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. 76f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas.
- DISARÓ, S. T., ALUIZIO, R., RIBAS, E. R., PUPO, D. V., TELLEZ, I. R., WATANABE, S., TOTAH, V. I., KOUTSOUKOS, E. A. M., 2017. *Foraminíferos bentônicos na plataforma continental da Bacia de Campos*. In: Falcão, A. P. C., LAVRADO, H.P., (eds). Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 3. p. 65- 110.
- DISARÓ, S. T.; KOUTSOUKOS, E. A. M. & SERAFINI, L. Z., 1999. Foraminifera from mangrove ecosystems of Paranaguá Bay (SE, Brazil). In: Annals of Cushman Foundation Foraminiferal Research Symposium: Quaternary Micropaleontology, Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications. ABEQUA, 7, Porto Seguro, Brazil.
- DULEBA, W. 2004. Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do Rio verde e do Lago Itacolomi. In: Marques, O.A.v., Duleba, W., editores. Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos. p. 86-102.
- DULEBA, W., DEBENAY, J.-P., SOUSA, S.H.M. 2004. Caracterização ambiental dos estuários e dos rios Guarará

- e Una, a partir de análises sedimentológicas e das associações de foraminíferos e tecamebas. In: Marques, O.A.v., Duleba, W., editores. Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos. p. 68-85.
- DULEBA, W., TEODORO, A. C., DEBENAY J-P., ALVES MARTINS M. V., GUBITOSO S., PREGNOLATO L. A., 2018. Environmental impact of the largest petroleum terminal in SE Brazil: A multiproxy analysis based on sediment geochemistry and living benthic foraminifera. *PLoS ONE* 13(2): e0191446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191446>.
- DULEBA, W., TEODORO, A. C., DEBENAY J-P., ALVES MARTINS M. V., GUBITOSO S., PREGNOLATO L. A., 2018. Environmental impact of the largest petroleum terminal in SE Brazil: A multiproxy analysis based on sediment geochemistry and living benthic foraminifera. *PLoS ONE* 13(2): e0191446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191446>.
- DULEBA, W.; COIMBRA, J.C.S.; PETRI, S.; BARBOSA, C.F. Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros, in: Souza, C.R.G., Suguio, K., Oliveira, A.M.S., de Oliveira, P. E. (Eds.), **Quaternário do Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2005. p.176-210.
- EICHLER P. P. B., PIMENTA F. M., EICHLERN B. B., VITAL H. 2016. Living benthic foraminiferal species as indicators of cold-warm water masses interaction and upwelling areas. *Continental Shelf Research* 116 (2016) 116–121.
- EICHLER P. P. B., PIMENTA F. M., EICHLERN B. B., VITAL H. 2016. Living benthic foraminiferal species as indicators of cold-warm water masses
- EICHLER, P. P. B., 2017. Foraminifera zonation and water renewal in transects along Bertioga Channel, SP, Brazil. 662 X Gjra - Global Journal for Research Analysis.
- EICHLER, P. P. B., 2017. Foraminifera zonation and water renewal in transects along Bertioga Channel, SP, Brazil. 662 X Gjra - Global Journal for Research Analysis.
- EICHLER, P. P. B., EICHLER B. B., SEN GUPTA B., RODRIGUES A. R., 2012. Foraminifera as indicators of marine pollutant contamination on the inner continental shelf of southern Brazil.
- EICHLER, P.P.B.; SEN GUPTA, B.K.; EICHLER, B.B.; BRAGA, E.S.; CAMPOS, E.J. 2008. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil: Relationship to water masses and nutrient distributions. *Continental Shelf Research*, 28, 1674– 1686.
- ELLIS, B. F.; MESSINA, A. R. Catalogue of foraminifera. New York: The American Museum of Natural History. 1940.
- FAUL, F., ERDFELDER, E., BUCHNER, A., & LANG, A.-G. 2009. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.
- GUEDES D.C., VILELA, C. G., NETO J. A. B., MACEDO M. C., SANTIAGO N. L., BRUNO R. L. M., 2015. Análise Biofaciológica do Litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, com Base em Foraminíferos Bentônicos. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 38 - 1 / 2015 p. 157-169.
- interaction and upwelling areas. *Continental Shelf Research* 116 (2016) 116–121.
- ITICE, I. 2006. Variação temporal das associações de foraminíferos e tecamebas no setor interno da Baía de Antonina, Paraná, Brasil. 54f. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Curso de Graduação em Oceanografia com Habilitação em Pesquisa Oceanográfica, Pontal do Paraná.
- JAWORSKI, K. S., 2001. Distribuição de foraminíferos e tecamebas no complexo estuarino da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná. 2001. 128 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- KAMINSKI, M.A., GRADSTEIN, F.M. 2005. Atlas of Paleogene cosmopolitan deep-water agglutinated foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication 10, 547 pp.
- LESSA, G. C.; ANGULO, R. J., 1995. A framework for the stratigraphy and evolution of the Paranaguá coastal plain Paraná, Brazil. Proc. Fifth Cong. Braz. Ass. Of Quat. Studies (ABEQUA), Niterói, Brazil, pp. 92–98.
- LOEBLICH, A R.; TAPPAN, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988, v.2, 212 p. 847 plates.
- LOEBLICH, A. R. Jr.; TAPPAN, H. 1964. Protista 2. In: MOORE, R. (eds.) Treatise on Invertebrate Paleontology. Kansas, Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas, 900p. 1964.
- MACHADO, A. J., ANDRADE, E. J. & ARAÚJO, H. C. B. 2006. Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia. *Revista de Geologia*, vol. 19, nº 2, 147 - 154.
- MADEIRA-FALCETA, M. Ecological distribution of the thecamoebal and foraminiferal associations in mixohaline environments of Southern Brazilian Littoral. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 46, n. 3- 4, p. 667-687, 1974.
- MURRAY, J. W. 1970. The Foraminifera of the hypersaline Abu Dhabi Lagoon, Persian Gulf. *Lethaia*. 3(1): 51-68.
- MURRAY, J. W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. Heineman Educational Books, London.
- MURRAY, J. W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. Heineman Educational Books, London.
- MURRAY, J. W., 2006. Ecology and applications of benthic Foraminifera. Cambridge: Cambridge University Press. 426.
- NARCHI, W. 1956. Foraminíferos Recentes do Brasil (Famílias Miliolidae, Peneropolidae e Alveolinellidae. *Bol. Inst. Oceanográfico*, 7(1,2): 161-192.
- NOERNBERG, M. A., QUADROS C. J. L., ANGELOTTI R., MARONE E., 2007. Banco de dados sobre as praias do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 60-61, p. 89-96, 2007. Editora UFPR.
- OLIVEIRA, D., 1999. Análise Ambiental dos anais da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém (SP, Brasil) com base em Tecamebas e Foraminíferos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 251 p.
- PAWLOWSKI, J., HOLZMANN, M., TYSZKA, J., 2013. New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology*, 100:1-10.
- PHLEGER, F. B., - 1952. Foraminifera Ecology off Portsmouth, New Hampshire. *Bull. Mus. Comp. Zool.* vol. 106, n. 8, p. 318-390.
- POLLA D. L. 2016. FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS RECENTES APLICADOS A Caracterização Ambiental



- Da Plataforma Continental Adjacente A Foz Do Rio Paraíba Do Sul (Rj). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
- RIBEIRO-FERREIRA, V. P., CURBELO - FERNANDEZ, M. P., FILGUEIRAS, V. L., MELLO, R. M., FALCÃO, A. P. C., DISARÓ, S. T., MELLO E SOUSA, S. H., LAVRADO, H. P., VELOSO, V. G., ESTEVES, A. M., PARANHOS, R. 2017. *Métodos empregados na avaliação do compartimento bentônico da Bacia de Campos*. In: Falcão, A. P. C., Lavrado, H.P., (eds). *Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 3. p. 15-39.
- RODA, F. N. D., 2005. Foraminíferos e tecamebas da Baía de Guaratuba (Paraná, Brasil). 23p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.
- SEMENSATTO - JR, D. L., DIAS-BRITO, D., 2015. Soluções salinas alternativas para flotação de tecas de foraminíferos. Researchgate. <https://www.researchgate.net/publication/266458657>.
- SERAFINI, L. Z. 2001. Distribuição espacial das associações de foraminíferos de manguezal da Gamboa Perequê, município de Pontal do Paraná-PR, Brasil. Curitiba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Monografia de Bacharel.
- SEYVE C., 1990. Introdução à micropaleontologia. Angola, Elf Aquitaine Angola, 231p.
- SIELSKI, L. H., ANGULO, R. J., SOUZA, M. C., VEIGA, F. A., 2017. Surficial sediments of the Paraná Inner Continental Shelf, Southern Brazil. *Quaternary and Environmental Geosciences* (2017) 08(2):22-35.
- SOUZA S. H. M., DISARÓ S. T., JAWORSKI K. S., ÂNGULO R. J., SOUZA M. C., 1999. Foraminíferos e Moluscos de uma barreira regressiva holocênica da planície costeira de Praia de Leste, estado do Paraná, Brasil. CUSHMAN FOUADATION RESERCH SYMPOSIUM – Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies and Paleoenvironmental Application. VII Brazilian Association for Quaternary Studies (ABEQUA) – Porto Seguro, October 03-09 1999.
- SOUZA S. H. M., DISARÓ S. T., JAWORSKI K. S., ÂNGULO R. J., SOUZA M. C., 1999. Foraminíferos e Moluscos de uma barreira regressiva holocênica da planície costeira de Praia de Leste, estado do Paraná, Brasil. CUSHMAN FOUADATION RESERCH SYMPOSIUM – Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies and Paleoenvironmental Application. VII Brazilian Association for Quaternary Studies (ABEQUA) – Porto Seguro, October 03-09 1999.
- SOUZA, M. C., 2005. Estratigrafia e evolução das barreiras holocênicas paranaenses, sul do Brasil. Programa de pós-graduação em Geologia, UFPR, tese de doutorado, 95p.
- TAYLOR, P. D., WILSON, M. A., 2003. Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities. *Earth Sci. Rev.* 62, 1–103.
- TELLEZ, I. R., 2011. Variação temporal de foraminíferos e tecamebas na Foz do Rio Faisqueira (Baía de Antonina, Paraná, Brasil) e suas correlações com parâmetros ambientais. 64 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba.
- VEIGA F. A., 2005. Processos morfodinâmicos e sedimentológicos na plataforma continental rasa paranaense. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, 122p. 33
- VEIGA F. A., ANGULO, R. J., MARONE, E., BRANDINI, F. P., 2004. Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 55, p. 67-75, 2004. Editora UFPR.
- WALKER, S. E., PARSONS - HUBBARD, K., RICHARDSON - WHITE, S., BRETT, C., POWELL, E., 2011. Alpha and beta diversity of encrusting foraminifera that recruit to long-term experiments along a carbonate platform-to-slope gradient: Paleocological and paleoenvironmental implications. *Palaeogeography*.