



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

PATRICIA SCHMITT EBERHARDT

**SUCCESSÃO DE ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS
COMO INDICADORAS DE VARIAÇÕES PALEOCEANOGRÁFICAS
NO TERRAÇO DE TORRES (RS) DURANTE O QUATERNÁRIO
TARDIO**

FLORIANÓPOLIS

2019

Patricia Schmitt Eberhardt

**SUCCESSÃO DE ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS COMO
INDICADORAS DE VARIAÇÕES PALEOCEANOGRÁFICAS NO TERRAÇO DE
TORRES (RS) DURANTE O QUATERNÁRIO TARDIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Oceanografia da Universidade
Federal de Santa Catarina para a obtenção do título
de Mestre em Oceanografia
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Bonetti
Coorientador: Dr. André Rosch Rodrigues

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Eberhardt, Patricia Schmitt
Sucessão de associações de foraminíferos bentônicos como
indicadoras de variações paleoceanográficas no Terraço de
Torres (RS) durante o Quaternário tardio / Patricia
Schmitt Eberhardt ; orientadora, Carla Bonetti,
coorientador, André Rosch Rodrigues, 2019.
123 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Florianópolis,
2019.

Inclui referências.

1. Oceanografia. I. Bonetti, Carla. II. Rodrigues,
André Rosch. III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. IV. Título.

Patricia Schmitt Eberhardt

Sucessão de associações de foraminíferos bentônicos como indicadores de variações paleoceanográficas no Terraço de Torres (RS) durante o Quaternário tardio

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof^a. Dr^a. Carla Bonetti

Universidade Federal de Santa Catarina

Dr^a. Kalina Brauko

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dr^a. Maria Alejandra Gómez Pivel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Oceanografia.

Prof. Dr. Paulo Roberto Pagliosa Alves

Coordenador do Programa

Prof^a. Dr^a. Carla Bonetti

Orientadora

Florianópolis, 24 de junho de 2019.

Dedico este trabalho aos meus amores.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus Pais e à minha irmã, sem vocês eu nada seria. Obrigada pelo carinho, dedicação, pelas oportunidades proporcionadas, pelo apoio incondicional. Amo vocês e sou eternamente grata por tudo.

Agradeço ao Felipe, meu porto seguro. Sempre presente, sempre me apoiando. Amo muito você.

Também gostaria de agradecer a minha orientadora, Carla Bonetti, pela oportunidade de trabalhar neste projeto e pelos ensinamentos dados; e também ao meu coorientador André Rosch Rodrigues.

Um obrigado às meninas dos foraminíferos, especialmente Sara, Natasha e Ana Carolyn.

RESUMO

Na busca para avaliar a paleoprodutividade são utilizados foraminíferos, que são protistas sensíveis a mudanças ambientais e atuam como paleoindicadores de características oceanográficas como temperatura, salinidade, fluxo de oxigênio, disponibilidade de nutrientes e gradiente de energia do meio. O presente trabalho teve como objetivo inferir a variabilidade dos processos oceanográficos, condições climáticas e produtividade bentônica analisadas pelas mudanças no padrão de distribuição dos foraminíferos bentônicos em dois testemunhos do setor norte do talude da Bacia de Pelotas, ao longo do Quaternário tardio. A metodologia empregada baseou-se na determinação da abundância relativa, biometria e razão isotópica do C e O nas testas de foraminíferos bentônicos. Os modelos de idade identificaram um intervalo temporal entre 112 e 7 mil anos, sugerindo que o testemunho SIS 188 abrange os estágios isotópicos marinhos (EIM) 1 a 3, e o testemunho SIS 249 abrange os EIM de 3 a 5. Foram identificados um total de 55 táxons ao longo destes testemunhos, com dominância de gêneros com hábito infaunal, tais como *Globocassidulina*, *Bulimina*, *Bolivina* e *Uvigerina* e a espécie *Trifarina angulosa*, sugerindo o predomínio de condições meso-eutróficas nesta área durante o período estudado. A análise de similaridade na abundância das espécies entre as amostras, segundo índice de Bray Curtis, levou ao reconhecimento de três associações ecológicas (compostas por um total de 14 famílias). Estas permitiram individualizar quatro zonas ecológicas distintas ao longo dos dois testemunhos, cuja sucessão temporal está sendo interpretada como resposta à influência de diferentes massas d'água e a variações no aporte de carbono para o compartimento bentônico entre períodos mais quentes e mais frios. Alguns dos descritores ecológicos analisados responderam às variáveis geoquímicas, como carbono orgânico total, teor de carbonato e granulometria; e corroboraram as variações climáticas inferidas a partir do modelo de idade construído para cada um dos testemunhos. Variações na produtividade primária superficial entre o final do Pleistoceno e o início do Holoceno (período total abrangido pelos dois testemunhos analisados) foram inferidas a partir de mudanças na importância das espécies epifaunais. Embora a área de estudo tenha se caracterizado pela dominância de táxons infaunais indicadores de condições eutróficas, observou-se o aumento da abundância relativa das espécies *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis* durante os períodos mais frios (EIM 2, 3 e 4) e menores abundâncias no final do EIM 5 e início do EIM 1. Períodos glaciais são caracterizados pela maior frequência e intensidade de eventos de ressurgência e maior fertilização dos oceanos por drenagem continental, resultando em fluxos sazonais de matéria orgânica que propiciam o desenvolvimento destas espécies oportunistas.

Palavras-chave: Atlântico Sul. Bacia de Pelotas. Paleoprodutividade.

ABSTRACT

In the search to evaluate paleoproductivity, foraminifers are used, which are protists sensitive to environmental changes and used as paleoindicators of oceanographic characteristics such as temperature, salinity, dissolved oxygen content, organic matter availability and hydrodynamic conditions. Based on the analysis of benthic foraminifera and geochemical variables, The present study aims to infer the variability of the oceanographic processes, climatic conditions and benthic productivity analyzed by the changes in the distribution pattern of the benthic foraminiferal in two sediment cores from the continental slope of the northern sector of Pelotas Basin along the Late Quaternary. The methodology used was based on the determination of the relative abundance, biometrics and isotopic ratio of carbon and oxygen in the benthic foraminifera tests. The age models indicated record temporal range between 112 and 7 ka suggesting that the sediment core SIS 188 covers the Marine Isotope Stages (MIS) 1 to 3, and the sediment core SIS 249 covers the MIS 3 through 5. A total of 55 taxa were identified throughout the sediment cores, with dominance of infaunal genera, such as *Globocassidulina*, *Bulimina*, *Bolivina* and *Uvigerina*, and the species *Trifarina angulosa*, suggesting the predominance of meso-eutrophic conditions in this area during the studied period. The analysis of similarity in species abundance among the samples, according to Bray Curtis index, led to the recognition of three ecological associations (composed of a total of 14 families). These allowed to individualize four distinct ecological zones along the two sediment cores, whose temporal succession is being interpreted as a response to the influence of different water masses and variations in carbon input to benthic compartment between warmer and colder periods. Some of the ecological descriptors analyzed responded to the geochemical variables, such as total organic carbon, carbonate content and particle size; and corroborated the climatic variations inferred from the age model constructed for each one of the sediment cores. Variations in the primary surface productivity between the late Pleistocene and the beginning of Holocene (total period covered by the two analyzed sediment cores) were inferred from changes in the importance of epifaunal species. Although the area of study was characterized by the dominance of infaunal taxa indicative of eutrophic conditions, a higher relative abundance of *Epistominella exigua* and *Alabaminella weddellensis* species was observed during the colder periods (MIS 2, 3 and 4) and lower abundances in the end of MIS 5 and beginning of MIS 1. Glacial periods are characterized by the greater frequency and intensity of upwelling events, as well as increased ocean fertilization by continental drainage resulting in seasonal flows of organic matter that favor the development of these opportunistic species.

Keywords: Pelotas Basin. Paleoproductivity. South Atlantic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo conceitual de Jorissen, Stigter e Widmark (1995) correlacionando a profundidade em que vivem os foraminíferos bentônicos (área preta) em termos de disponibilidade de alimento e concentração de oxigênio.	24
Figura 2 - Mapa da localização da Bacia de Pelotas e a área de estudo (círculo vermelho). ...	32
Figura 3 – Localização dos testemunhos SIS 188 e SIS 249 e distribuição atual das massas d' água.....	33
Figura 4 - Localização dos dois testemunhos no talude continental da Bacia de Pelotas.	35
Figura 5 - Fluxograma das etapas metodológicas.	36
Figura 6 - Peneiras com diâmetro interno de 7,5 cm nas malhas 0,500, 0,125 e 0,063 mm. ...	37
Figura 7 - Microquarteador do tipo Johnes utilizado na subamostragem das amostras.	38
Figura 8 - Exemplo de lâmina micropaleontológica com os foraminíferos organizados e colados.....	38
Figura 9 - Estereomicroscópio Zeiss Axio Zoom. V16 e imagem de uma amostra do testemunho SIS 188, da fração maior que 0,500 mm obtida através dele.	40
Figura 10 – Exemplar da espécie <i>Uvigerina</i> sp., utilizada para análise de isótopos de oxigênio e carbono.....	44
Figura 11 - Distribuição do teor de carbonato total ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	47
Figura 12 - Distribuição do percentual de sedimentos finos ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	48
Figura 13 - Distribuição da razão isotópica do carbono ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	49
Figura 14 - Distribuição da razão isotópica do oxigênio ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	50
Figura 15 - Distribuição dos teores de carbono orgânico total ao longo do testemunho SIS 249. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	51
Figura 16 - Distribuição da densidade total de foraminíferos bentônicos ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.....	52
Figura 17 - Distribuição das densidades de cada classe de tamanho do testemunho SIS 249. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	53

Figura 18 - Diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 249.	54
Figura 19 - Distribuição das densidades de cada classe de tamanho do testemunho SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	54
Figura 20 - Diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 188.	55
Figura 21 – Abundância relativa dos foraminíferos aglutinantes e porcelanáceos do testemunho SIS 249.	59
Figura 22 - Abundância relativa dos foraminíferos aglutinantes e porcelanáceos do testemunho SIS 188.	59
Figura 23 – Distribuição das riquezas de táxons ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	60
Figura 24 – Comparação da riqueza de táxons entre as diferentes classes de tamanho nos testemunhos SIS 249 e SIS 188.	61
Figura 25 - Distribuição das riquezas de famílias ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.	62
Figura 26 – Dendrograma Modo R com a formação de três associações ecológicas ao nível de corte de 0,70.	65
Figura 27 – Dendrograma Modo Q com a formação de quatro grupos de amostras (condições temporais distintas) ao nível de corte de 90.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Idade convencional de radiocarbono em anos antes do presente (1950) fornecido pelo LAC-UFF para os testemunhos SIS 188 e SIS 249.....	44
Tabela 2 – Ocorrência dos táxons de acordo com as três classes de tamanho analisadas nos testemunhos SIS 249 e SIS 188.....	56
Tabela 3 – Abundância relativa total das associações ecológicas ao longo do testemunho SIS 249.....	66
Tabela 4 – Abundância relativa total das associações ecológicas ao longo do testemunho SIS 188.....	67
Tabela 5 - Abundância relativa total das associações ecológicas ao longo do testemunho SIS 188.....	68
Tabela 6 – Valores médios dos principais descritores abióticos e ecológicos para cada grupo gerado pela análise de agrupamento (Modo Q). Valores em vermelho correspondem à maior média do descritor e valores em verde à menor média.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAS	Água Central do Atlântico Sul
ACP	Água Circumpolar Profunda
ACPI	Água Circumpolar Profunda Inferior
ACS	Água Circumpolar Superior
AFA	Água de Fundo Antártica
AIA	Água Intermediária Antártica
AMS ¹⁴ C	Espectrometria de massa com aceleradores
A.P.	Antes do Presente (1950)
APAN	Água Profunda do Atlântico Norte
AT	Água Tropical
BFAR	Taxa de acumulação de foraminíferos bentônicos (<i>Benthic Foraminiferal Accumulation Rate</i>)
BFHP	Índice de alta produtividade de foraminíferos bentônicos (<i>Benthic Foraminiferal High Productivity</i>)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CB	Corrente do Brasil
CECO	Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, do Instituto de Geociências da UFRGS
CENPES	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras
CM	Corrente das Malvinas
COT	Carbono orgânico total
CSE	Corrente Sul Equatorial
EIM	Estágio Isotópico Marinho
FURG	Fundação Universidade Federal do Rio Grande
IODP	<i>Integrated Ocean Drilling Program</i>
IPR	Instituto do Petróleo e Recursos Naturais da PUCRS
ISA	Atlântico Sul Intermediário (<i>Intermediate South Atlantic</i>)
LAC	Laboratório de Radiocarbono, da UFF
LCME	Laboratório Central de Microscopia Eletrônica, da UFSC
LOC	Laboratório de Oceanografia Costeira, da UFSC
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SIL	<i>Stable Isotope Laboratory</i> (Laboratório de Isótopo Estável) da UCSC
UCSC	<i>University of California</i> (Universidade da Califórnia), Santa Cruz, Estados Unidos
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UMG	Último Máximo Glacial
UPGMA	Método de ligação de grupos pareados por média aritmética não ponderada (<i>Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages</i>)
ZCST	Zona de Convergência Subtropical
WoRMS	World Register of Marine Species

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	PERGUNTAS DE PESQUISA	19
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	ECOLOGIA DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS.....	21
2.1.1	Biologia.....	21
2.1.2	Hábito de vida.....	22
2.1.3	Alimentação	23
2.1.4	Principais condicionantes físico-químicos da distribuição bentônica	24
2.2	COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DAS TESTAS	26
2.2.1	Oxigênio.....	26
2.2.2	Carbono.....	27
2.3	ESTÁGIOS ISOTÓPICOS MARINHOS - EIM.....	27
2.4	FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS DO ATLÂNTICO SUDOESTE	28
3	ÁREA DE ESTUDO.....	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4.1	PLANO AMOSTRAL.....	35
4.2	PROCESSAMENTO ANALÍTICO DAS AMOSTRAS	36
4.2.1	Eliminação dos finos.....	37
4.2.2	Pré-processamento da fração arenosa.....	37
4.2.3	Triagem	38
4.2.4	Identificação.....	39
4.2.5	Registro fotográfico dos espécimes	39
4.3	DESCRITORES ECOLÓGICOS.....	40

4.3.1	Densidade total e das classes de tamanho	40
4.3.2	Riqueza de táxons e famílias	41
4.3.3	Abundância relativa	41
4.3.4	Frequência de ocorrência	42
4.4	DESCRITORES GEOQUÍMICOS	42
4.4.1	Teor de carbonato total.....	42
4.4.2	Porcentagem de finos com carbonato	42
4.4.3	Porcentagem de finos sem carbonato	43
4.4.4	Carbono orgânico total (COT).....	43
4.4.5	Análises isotópicas	43
4.4.6	Datação absoluta por radiocarbono e modelo de idade.....	44
4.5	TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS.....	45
4.5.1	Análise de Tendência da Série Temporal.....	45
4.5.2	Análise de Agrupamento – Modo R.....	45
4.5.3	Análise de Agrupamento – Modo Q	46
5	RESULTADOS.....	47
5.1	DESCRITORES GEOQUÍMICOS	47
5.1.1	Teor de carbonato total.....	47
5.1.2	Distribuição dos Sedimentos Finos	48
5.1.3	Razão dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$).....	48
5.1.4	Razão dos isótopos estáveis de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$).....	49
5.1.5	Teor de carbono orgânico total (COT).....	50
5.2	DENSIDADE DE TESTAS E DISTRIBUIÇÃO BIOMÉTRICA.....	51
5.2.1	Densidades de testas por classes de tamanho.....	52
5.3	LEVANTAMENTO TAXONÔMICO E COMPOSIÇÃO DAS TESTAS	58
5.3.1	Proporções dos diferentes tipos constituintes das testas.....	58
5.4	ÍNDICES ECOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL.....	60

5.4.1	Riqueza	60
5.4.2	Frequência de ocorrência	62
5.4.3	Abundância relativa	63
5.4.4	Registros exclusivos	63
5.5	ASSOCIAÇÕES ECOLÓGICAS E ZONAÇÃO PALEOAMBIENTAL	65
5.5.1	Associações ecológicas	65
5.5.2	Zonação paleoambiental	69
5.6	RELAÇÕES ECOLÓGICAS E GEOQUÍMICAS AO LONGO DOS TESTEMUNHOS	70
6	DISCUSSÃO	74
6.1	COMPOSIÇÃO DAS TESTAS	74
6.2	BIOMETRIA	75
6.3	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA RELATIVA	76
6.4	ZONAÇÃO PALEOAMBIENTAL	79
7	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A – Dados Abióticos	91
	APÊNDICE B - Dados Bióticos	93
	APÊNDICE C - Lista Taxonômica	112

1 INTRODUÇÃO

Os fundos oceânicos são recobertos por sedimentos marinhos compostos de abundantes carapaças de microrganismos, dentre os quais se destacam os foraminíferos (SEN GUPTA, 1999). Esses protistas são envoltos por uma carapaça, também denominada testa, e ocupam uma ampla distribuição geográfica e temporal. A preservação destas carapaças no sedimento marinho torna estes organismos uma ferramenta importante para compreender as mudanças ambientais na Terra, pois suas associações refletem condições ecológicas específicas (SOUSA et al., 2012). Dessa forma, os foraminíferos são considerados bioindicadores e são utilizados em estudos de sedimentologia, paleoecologia, paleoceanografia, bioestratigrafia, geoquímica, entre outros (VILELA, 2011).

O objetivo da Paleoceanografia é reconstruir as condições dos oceanos passados. Isto significa não apenas reconhecer o ambiente, mas estimar o comportamento de parâmetros, tais como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e produtividade primária superficial (MURRAY, 2006). Mudanças nesses parâmetros se refletem, sobretudo, no tamanho e forma das carapaças; na distribuição vertical das populações ao longo do depósito sedimentar e na composição das associações de espécies de foraminíferos (SOUSA et al., 2012). Além das variáveis ambientais citadas anteriormente, este grupo também indica as zonas batimétricas, o gradiente de energia do meio, condições de eutrofia ou oligotrofia, mudanças de massas d' água e as principais características do substrato, permitindo a reconstituição e caracterização ambiental de uma área ou período geológico (VILELA, 2011; SOUSA et al., 2012).

A produtividade primária realizada pelos organismos fotossintetizantes nos oceanos é responsável pelo sequestro de gás carbônico da atmosfera e, conseqüentemente, pela incorporação do carbono ao longo da cadeia trófica. A densidade de foraminíferos bentônicos, assim como riqueza, diversidade e dominância de espécies oportunistas, tem relação com a produtividade da zona fótica dos oceanos, sendo um dos melhores indicadores de fluxo de carbono no leito marinho utilizados em paleoceanografia (JORISSEN; BARMAWIDJAJA; VAN DER ZWAAN, 1992; ALTENBACH; STRUCK, 2001). A distribuição espacial e composição da fauna desses microrganismos também são influenciadas pelas características das massas d' água, como temperatura, salinidade e nutrientes. Desta forma, as flutuações na

paleoprodutividade fornecem indícios sobre as variações oceanográficas e atmosféricas passadas como, por exemplo, o regime de ventos e os processos de ressurgência (PIVEL, 2009).

Em comparação ao Atlântico Norte, o Atlântico Sul ainda possui poucos estudos; assim como a Bacia de Pelotas também possui menor volume de dados científicos que as bacias produtoras de petróleo do sudeste brasileiro, como as bacias de Campos e Santos.

Ressalta-se ainda que a reconstrução Quaternária da margem continental brasileira, sobretudo das regiões mais profundas, é ainda hoje muito menos estudada que as regiões adjacentes à planície costeira. Justifica-se, desta forma, a importância de trabalhos como o presente, que visam contribuir para o aprofundamento do conhecimento dos processos paleoceanográficos dominantes no talude continental da Bacia de Pelotas durante o Quaternário tardio.

A Bacia de Pelotas apresenta elevada produtividade biológica, e esta possui relação com a evolução do clima da Terra (GARCIA et al., 2004; GONZALÉZ-SILVEIRA; SANTAMARIA-DEL-ANGEL; MILLÁN-NUÑEZ, 2006). O período do Quaternário tardio apresentou mudanças climáticas abruptas e extremas, sendo importante compreender o padrão das mudanças na produtividade. A partir da identificação deste padrão é possível compreender os modos de variação climática, permitindo a previsão do clima futuro.

O presente trabalho está inserido no âmbito do projeto “Paleoprodutividade e mecanismos de fertilização oceânica na margem continental sul brasileira em resposta às mudanças climáticas do Quaternário tardio”, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no âmbito do Programa de Cooperação com IODP - *Integrated Ocean Drilling Program* (Edital IODP/CAPES 38/2014). Integram este projeto a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O objetivo geral do projeto supracitado é compreender o padrão das mudanças da produtividade biológica e dos fluxos de carbono orgânico e carbonato na margem continental sul do Brasil em relação às mudanças climáticas do Quaternário tardio. Para tal fim, têm sido realizadas, nas diferentes universidades, análises sedimentológicas, geoquímicas, isotópicas e micropaleontológicas de testemunhos coletados ao longo do talude continental da Bacia de Pelotas, que permitirão reconstruir aspectos pretéritos, como temperatura, salinidade e produtividade da região estudada. O trabalho micropaleontológico tem contado com análises de palinórfos, cocolitofórfos, ostracóides, diatomáceas, e foraminíferos planctônicos e

bentônicos. Estes últimos estão sendo analisados no Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) da UFSC e são o tema específico desta pesquisa.

1.1 PERGUNTAS DE PESQUISA

- Haverá variações nas associações de espécies bentônicas ao longo dos testemunhos e estas poderão ser associadas aos conhecidos estágios isotópicos marinhos do Atlântico Sul?
- Como os foraminíferos respondem às mudanças ou variações no padrão de distribuição latitudinal das massas d' água, aporte de fitodetritos ou disponibilidade de oxigênio ocorridas ao longo do Quaternário tardio?
- Haverá diferença na composição da assembleia de foraminíferos ao comparar dois testemunhos amostrados em diferentes profundidades no talude continental?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho teve como objetivo inferir a variabilidade dos processos oceanográficos, condições climáticas e produtividade bentônica analisadas pelas mudanças no padrão de distribuição dos foraminíferos bentônicos em dois testemunhos do talude da Bacia de Pelotas, ao longo do Quaternário tardio.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar levantamento taxonômico das espécies de foraminíferos bentônicos ocorrentes no talude continental da Bacia de Pelotas.

2. Correlacionar descritores ecológicos das populações de foraminíferos com dados sedimentológicos e geoquímicos, como análises isotópicas de carbono e oxigênio, para definir *proxies* ecológicos de produtividade bentônica.
3. Comparar o padrão de distribuição faunístico ao longo de dois testemunhos coletados no talude continental, localizados em diferentes profundidades da coluna de água, e avaliar a influência das massas d'água.
4. Inferir variações ou mudanças na paleoprodutividade primária através de índices ecológicos e de espécies de foraminíferos bentônicos indicadores de aporte de carbono no leito marinho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ECOLOGIA DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS

2.1.1 Biologia

Foraminíferos são protistas que se locomovem através de prolongamentos citoplasmáticos ou pseudópodes, chamados de reticulópodes, os quais são envolvidos por uma carapaça (VILELA, 2011). Também denominada como teca ou testa, essa carapaça pode ser composta por minerais de carbonato, aglutinada por partículas sedimentares do ambiente em que vivem ou, mais raramente, orgânicas ou silicosas. Ela é formada por uma ou várias câmaras que se intercomunicam através de uma ou mais aberturas, chamadas de forâmens, que dão origem ao nome do organismo (VILELA, 2011).

O estudo dos foraminíferos baseia-se na identificação das famílias, gêneros e espécies dos indivíduos analisados através de caracteres morfológicos da carapaça (SEN GUPTA, 1999), podendo ser reconhecidas 12 ordens de foraminíferos recentes, segundo atualizações na classificação dos foraminíferos apresentadas no *website* “WoRMS – *World Register of Marine Species*” (WORMS EDITORIAL BOARD, 2018). Para isto são observadas e identificadas nas testas a composição da parede, a forma pela qual se dá o crescimento da testa, o arranjo das câmaras, a posição dos forâmens, o tipo de abertura, a existência de elementos como carena, quilha, aberturas secundárias, entre outros caracteres.

No início da década de 90, o número de espécies existentes era estimado em 10.000 (VICKERMAN, 1992). Após constantes revisões, incluindo estudos moleculares, atualmente são aceitas 8.962 espécies de foraminíferos existentes, segundo o *website* “WoRMS” (WORMS EDITORIAL BOARD, 2018), com 100% das espécies checadas por um editor taxonômico. Dentre estes números, apenas 40-50 são de espécies planctônicas, fazendo dos bentônicos a maioria dos foraminíferos atuais (SEN GUPTA, 1999). Além de apresentarem uma maior diversidade de espécies, os foraminíferos bentônicos também possuem maior representatividade espacial. Enquanto os planctônicos costumam ser mais abundantes em oceano aberto, os foraminíferos bentônicos se distribuem desde as regiões costeiras até as abissais. Isso possibilita, em oceano aberto, o estudo das associações entre foraminíferos

planctônicos e bentônicos, permitindo dessa forma caracterizar o ambiente moderno ou reconstituir tempos pretéritos.

2.1.2 Hábito de vida

Foraminíferos bentônicos podem ser sésseis (incrustantes) ou vágeis (forma livre), com posição de vida epifaunal ou infaunal. As características físicas do ambiente, como a hidrodinâmica do meio no qual as espécies vivem e o tamanho dos grãos de sedimento desse ambiente, determinam o predomínio de determinado hábito de vida, assim como o formato de suas testas. Para descrever a distribuição vertical dos foraminíferos no sedimento, os táxons são classificados segundo seu microhabitat, que é controlado pela interação entre os processos físicos, químicos e biológicos (MELLO, 2013).

De acordo com a classificação de Corliss (1991), os táxons epifaunais são encontrados, consistentemente, no primeiro centímetro de sedimento e têm seções transversais planoconvexa ou biconvexa, ausência de poros dilatados ou localizados em apenas um dos lados da testa e enrolamento trocoespiral ou quinquelocular. Alguns foraminíferos epifaunais são incrustantes, aderindo-se a animais, conchas, rochas e plantas, e costumam possuir formas que são hidrodinamicamente estáveis, como discoidal, plano-convexo, côncavo-convexo, e formas detriticas e irregulares, como o gênero *Cibicides* e outros da mesma ordem (ARMSTRONG; BRASIER, 2005). Desta forma, esses foraminíferos possuem uma maior resistência às turbulências no fundo oceânico (CORLISS, 1991).

Os foraminíferos infaunais são os que vivem dentro do sedimento, a grande maioria nos primeiros poucos centímetros, entre os espaços intersticiais dos grãos de sedimento. Assim como os epifaunais, esses também podem viver de forma livre ou sésil. As testas das espécies infaunais costumam ser finas, delicadas e alongadas, como as dos gêneros *Bolivina* e *Nodosaria* (ARMSTRONG; BRASIER, 2005).

As áreas de plataforma continental, sobretudo a plataforma interna, costumam ter uma alta hidrodinâmica e serem compostas por sedimentos mais grossos (areia-cascalho), restringindo o desenvolvimento de populações abundantes de foraminíferos. Estes tendem a ser incrustantes ou de forma livre com formato lenticular ou globular, possuindo carapaças espessas e altamente ornamentadas (ARMSTRONG; BRASIER, 2005). Já habitats de baixa energia hidrodinâmica, como taludes, são constituídos por sedimentos mais finos (silte-argila) e

costumam ser ricos em detritos orgânicos, possibilitando o desenvolvimento de formas livres e suportando grandes populações, mas distribuídas irregularmente (ARMSTRONG; BRASIER, 2005).

2.1.3 Alimentação

Os padrões de distribuição vertical dos foraminíferos bentônicos no sedimento são controlados pela oferta de alimento no ambiente, sendo esse um fator limitante; assim como o fluxo de oxigênio. De acordo com Schönfeld (2002), a seleção ativa do microhabitat é uma estratégia básica para otimizar a aquisição de alimento. Foraminíferos possuem diferentes hábitos alimentares como, carnívoro, herbívoro, detritívoro, suspensívoro-passivo, entre outros (MURRAY, 2006), sendo que os dois últimos receberão uma atenção especial neste trabalho.

As espécies suspensívoro-passivas, como as dos gêneros *Miliolinella*, *Planulina* e *Cibicidoides*, dependem das correntes de água para que o alimento chegue até elas e, para a captura desse alimento, elas se elevam acima do substrato (MURRAY, 2006). Essas espécies são epifaunais e fixam-se em substratos consolidados ou aderem-se aos grãos nos sedimentos inconsolidados, mantendo a carapaça ereta e com a abertura posicionada acima do substrato para que possam capturar o alimento através dos reticulópodes (SCHÖNFELD, 2002).

Os foraminíferos que se encontram abaixo da zona fótica, como no oceano profundo, se alimentam principalmente de partículas orgânicas em decomposição ou “pastoream” bactérias, sendo denominados detritívoros (ARMSTRONG; BRASIER, 2005). Alguns dos gêneros de foraminíferos conhecidos como detritívoros são *Brizalina*, *Cassidulina*, *Reophax*, *Trochammina* e *Uvigerina* (MURRAY, 2006). Ainda segundo Murray (2006), devido à dificuldade em se estudar os hábitos alimentares desses microrganismos, acredita-se que os seguintes gêneros também sejam detritívoros, mas não exclusivamente: *Bolivina*, *Bulimina*, *Buliminella*, *Cancris*, *Globocassidulina*, *Nonionella*, *Nonionoides*, *Pyrgo*, *Textularia* e *Trifarina*.

Muitas espécies detritívoras são oportunistas e respondem rapidamente a um aumento no fluxo de matéria orgânica, o qual pode ser influenciado por processos sazonais, como os de ressurgência ou maior vazão dos rios devido às chuvas, que aumentam a disponibilidade de alimento para as espécies oportunistas colonizarem a superfície do sedimento. Espécies

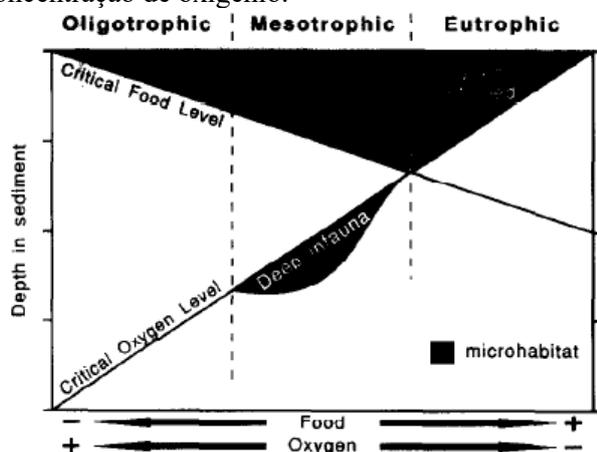
oportunistas, também conhecidas como r-estrategistas, respondem rapidamente a condições favoráveis de curta duração, especialmente pulsos sazonais de matéria orgânica lábil, ao aumentar o número de indivíduos, enquanto as espécies especialistas (k-estrategistas) não respondem dessa maneira (SCOTT; MEDIOLI; SCHAFER, 2001; MURRAY, 2006). Por precisarem atingir a maturidade rapidamente, essas espécies oportunistas tendem a ter um tamanho relativamente pequeno (ARMSTRONG; BRASIER, 2005).

2.1.4 Principais condicionantes físico-químicos da distribuição bentônica

Temperatura, salinidade, teor de oxigênio e disponibilidade de nutrientes são os principais fatores ambientais controladores da distribuição de foraminíferos bentônicos, sendo que temperatura e salinidade são conhecidas como os parâmetros de maior influência na zona costeira, enquanto o teor de oxigênio e fluxo de matéria orgânica são os principais limitantes no mar profundo (BOLTOVSKOY et al., 1980; SCHÖNFELD, 2001; ARMSTRONG; BRASIER, 2005; MURRAY, 2006; SOUSA et al., 2012).

Alguns autores atribuem maior importância à disponibilidade de matéria orgânica, outros à concentração de oxigênio no fundo oceânico e nas águas intersticiais como o principal fator controlador da profundidade de penetração da fauna no sedimento. O modelo conceitual de Jorissen, Stigter e Widmark (1995) demonstra o porquê de isso variar conforme o ambiente (Figura 1).

Figura 1 – Modelo conceitual de Jorissen, Stigter e Widmark (1995) correlacionando a profundidade em que vivem os foraminíferos bentônicos (área preta) em termos de disponibilidade de alimento e concentração de oxigênio.



Fonte: (JORISSEN; STIGTER; WIDMARK, 1995).

Em ambientes oligotróficos profundos, o pouco material orgânico que chega ao fundo do oceano é rapidamente consumido, principalmente por táxons epifaunais. Devido ao rápido consumo da matéria orgânica lábil na superfície do sedimento, pouca matéria orgânica sobra (apenas a refratária) e penetra no sedimento abaixo dessa camada superficial, dessa forma as espécies infaunais não se desenvolvem. Por esta razão, esses ambientes apresentam uma baixa diversidade e densidade de indivíduos, limitada exclusivamente aos estratos superiores do sedimento, sendo a disponibilidade de alimento o fator limitante da distribuição vertical de indivíduos no sedimento.

Em ambientes eutróficos, o fator limitante é a concentração de oxigênio, que diminui devido à degradação da grande quantidade de matéria orgânica pelas bactérias. Grande disponibilidade de alimento e depleção do oxigênio favorecem o desenvolvimento de espécies oportunistas com altas taxas reprodutivas na superfície do sedimento, e nas profundidades do sedimento estão as espécies tolerantes a baixas concentrações de oxigênio que se alimentam da matéria orgânica refratária. Isto gera uma fauna com alta densidade populacional, porém pouco diversa, estando limitada aos primeiros milímetros do sedimento, visto que mesmo os indivíduos infaunais necessitam migrar para regiões mais próximas da superfície do sedimento, ocupando o habitat das espécies especialistas. Se as condições eutróficas permanecerem por longos períodos de tempo, o ambiente pode tornar-se anóxico e a densidade das espécies oportunistas também irá diminuir.

A máxima penetração da infauna no sedimento é encontrada em ambientes mesotróficos, onde a quantidade de material orgânico que chega ao compartimento bentônico é alta, visto que o alimento não é todo consumido pela epifauna e também é transportado por bioturbação, sendo esta bioturbação também responsável pela maior disponibilidade de oxigênio penetrando níveis relativamente profundos do sedimento, assim como a difusão (JORISSEN; STIGTER; WIDMARK, 1995; MELLO, 2013).

Ainda em relação aos fatores limitantes que influenciam nas assembleias de foraminíferos bentônicos do mar profundo, também podem ser citados: geoquímica do sedimento; o poder de corrosão das águas de fundo em relação ao CaCO_3 , a profundidade de compensação dos carbonatos e calcita; e movimentos de massa gerados por correntes de fundo (MURRAY, 2006).

2.2 COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DAS TESTAS

Os elementos químicos biomineralizados pelos seres vivos refletem a composição dos oceanos e atmosfera durante a vida do ser. Dessa forma, a composição isotópica das testas dos foraminíferos exprime a composição isotópica da água do mar durante a precipitação de carbonato; permitindo que isótopos, como oxigênio e carbono, sejam considerados indicadores ambientais e que também proporcionem um meio de determinar a idade dos fósseis (ZERFASS; SÁNCHEZ; CHEMALE, 2011). Ainda segundo estes autores, “a composição isotópica de qualquer substância pode ser dada em termos da variação da razão entre diferentes isótopos em comparação com a razão isotópica de uma substância de composição conhecida [...]” (*op.cit*, p. 7).

2.2.1 Oxigênio

Por meio da razão dos isótopos de oxigênio $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}$) é possível estimar as paleotemperaturas das águas. Os organismos marinhos, como os foraminíferos, incorporam oxigênio durante o processo de construção de suas testas de carbonato de cálcio (Ca^{+2} e CO_3^{-2}) e a proporção dos isótopos leves e pesados de oxigênio é influenciada pela temperatura durante o processo de calcificação e pela composição isotópica da água do mar (WEFER et al., 1999; SUGUIO, 2010).

Durante o processo de evaporação da água do mar, o isótopo de oxigênio que é preferencialmente retirado da água é o mais leve (^{16}O). Dessa forma, durante os períodos glaciais, essa água evaporada forma as geleiras, ricas em ^{16}O , e como consequência os oceanos tornam-se enriquecidos em ^{18}O (WEFER et al., 1999; SUGUIO, 2010; ZERFASS; SÁNCHEZ; CHEMALE, 2011). Nos períodos de maiores temperaturas (interglaciais), a água do degelo é a responsável por diminuir a $\delta^{18}\text{O}$, com o acréscimo dos isótopos ^{16}O . Essas variações são as responsáveis por permitir a diferenciação dos períodos glaciais e interglaciais que ocorreram durante o Quaternário, período de grandes mudanças climáticas.

2.2.2 Carbono

É possível estimar a paleoprodutividade do ambiente através da razão dos isótopos estáveis de carbono: $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$). Segundo Wefer et al. (1999), as águas superficiais costumam ser mais enriquecidas com ^{13}C , em relação às águas mais profundas e frias de subsuperfície, devido à fotossíntese realizada na camada fótica utilizar, preferencialmente, ^{12}C para a produção de matéria orgânica. Por esta forma ser incorporada na produção primária, em períodos de maior produtividade, encontra-se um aumento dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos oceanos.

Como a $\delta^{18}\text{O}$, a $\delta^{13}\text{C}$ também apresenta variações ao longo dos intervalos glaciais e interglaciais. Durante os períodos de glaciação, as águas superficiais apresentam um aumento na $\delta^{13}\text{C}$ devido a uma maior concentração de nutrientes na zona fótica e, conseqüentemente, fotossíntese e produtividade (WEFER et al., 1999).

2.3 ESTÁGIOS ISOTÓPICOS MARINHOS - EIM

Além de fornecer base para inferir as paleotemperaturas de um ambiente passado, valores de $\delta^{18}\text{O}$ também podem fornecer informação sobre o volume das calotas de gelo polares, que podem estar diretamente relacionados às mudanças do nível do mar. Posto que, em períodos de extensas calotas polares, uma maior quantidade de água do mar está armazenada nestes reservatórios, gerando uma diminuição da água em forma líquida nos oceanos e, conseqüentemente, redução do nível do mar (COE; CHURCH, 2003).

Através do estudo das razões dos isótopos de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) de foraminíferos em testemunhos de águas marinhas profundas, Emiliani (1955 apud SUGUIO, 2010, p. 139) estabeleceu fases frias (glaciais) e quentes (interglaciais), representando mudanças no sistema oceano-atmosfera ao longo do tempo. As maiores mudanças observadas foram numeradas por ele em “estágios”, sendo estes conhecidos como EIM - Estágios Isotópicos Marinhos (EMILIANI, 1955 apud SUGUIO, 2010, p. 139; RAILSBACK, 2006; SUGUIO, 2010). No geral, os estágios de número par são referentes a períodos glaciais, períodos conhecidos por apresentarem maior produtividade; enquanto os estágios de número ímpar correspondem a períodos interglaciais, menor produtividade, sendo que o EIM 1 é referente ao período mais atual.

No entanto, durante os períodos glaciais podem ocorrer fases mais quentes ou frias. Os eventos com variações paleoclimáticas significativas que ocorrem nos períodos glaciais são chamados de “estadiais”, quando são mais frios, e “interestadiais” quando são períodos mais quentes (RABASSA; PONCE, 2016). Por este motivo, apesar do EIM 3 ser número ímpar (por convenção designa período interglacial), ele é uma fase mais quente (interestadial) dentro de um longo período glacial.

O EIM 5 é o último período tipicamente interglacial e o EIM 1 é o interglacial atual. Os EIM 4 e 2 são eventos estadiais mais frios de períodos glaciais, sendo que o primeiro corresponde ao início do crescimento das calotas polares, e o último representa o Último Máximo Glacial (UMG - cerca de 24 mil anos A.P.), se estendendo até o final do Pleistoceno (10-14 mil anos A.P.) (RABASSA; PONCE, 2016). Assim, o EIM 3 é uma longa época interestadial que ocorreu entre estes dois períodos estadiais.

2.4 FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS DO ATLÂNTICO SUDOESTE

Em pesquisas feitas próximas à Elevação do Rio Grande com populações de foraminíferos maiores que 0,250 mm, Lohmann (1978) afirma que a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN), rica em oxigênio, é caracterizada por uma fauna diversa, com miliolídeos (gêneros *Pyrgo*, *Nummuloculina* e *Quinqueloculina*), *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Cibicidoides kullenbergi* e *Hoeglundina elegans*. Enquanto Peterson e Lohmann (1982) demonstraram que a Água de Fundo Antártica (AFA) é dominada pela *Epistominella umbonifera*. Outra massa de água atuante na área, a Água Circumpolar Profunda (ACP), é uma massa de água pobre em oxigênio e é caracterizada pela presença de *Uvigerina peregrina* e *Globocassidulina subglobosa*. Com a diminuição da temperatura, foi concluído que aumenta a abundância da *Epistominella umbonifera* e diminui a dos miliolídeos (*Pyrgo*, *Nummuloculina*, *Quinqueloculina*), *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina* e *Planulina (=Cibicidoides) wuellerstorfi* (LOHMANN, 1978).

Chapori et al. (2014) analisou foraminíferos bentônicos do Neogeno de um testemunho coletado a uma profundidade de 3.400 m da Margem Continental Argentina. Este trabalho revelou três assembleias distintas de foraminíferos bentônicos, explicadas pelos três primeiros eixos principais, que representam aproximadamente 85% da variância total. A assembleia que

corresponde a um aumento no fluxo de matéria orgânica é dominada pelas espécies *Alabaminella weddellensis*, *Islandiella inflata*, *Epistominella exigua*, *Trifarina* (= *Angulogerina*) *angulosa*, *Uvigerina peregrina* e *Ioanella tumidula*. Ambientes pobres em oxigênio, são compostos por *Globobulimina ovula* e *Pyrgo depressa*. As espécies que compõem a assembleia que se desenvolve em ambiente com alto teor de oxigênio são *Siphouvigerina proboscidea*, *Globocassidulina subglobosa* e *Siphouvigerina hispida*.

Ainda segundo o trabalho de Lohmann (1978), ao contrário de Chapori et al. (2014), o decaimento do teor de oxigênio causou um aumento na abundância da *Globocassidulina subglobosa*. Uma possível explicação é a malha amostral utilizada que foi diferente em cada trabalho. Lohmann (1978) analisou apenas a fração maior que 0,250 mm, enquanto Chapori et al. (2014) trabalharam com foraminíferos maiores que 0,063 mm. Além da maior abundância de *Globocassidulina subglobosa*, essa diminuição do oxigênio também ocasionou o aumento de *Uvigerina peregrina* e do gênero *Ehrenbergina*, e na menor abundância de miliolídeos e *Cibicidoides wuellerstorfi*, em Lohmann (1978).

Em trabalho realizado no talude continental da Bacia de Santos, a 2.220 m de profundidade, de Almeida et al. (2015) investigaram mudanças na produtividade durante o Pleistoceno, com foraminíferos bentônicos maiores que 0,063 mm. Foram reconhecidas quatro assembleias representadas pelas espécies dominantes: *Bolivina* spp. *Globocassidulina crassa*, *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*. As maiores taxas de acumulação de foraminíferos bentônicos ocorreram durante os períodos glaciais. A esses táxons está associada a dominância da *Bolivina* spp., indicando uma pequena diminuição na concentração de oxigênio e um maior aporte de matéria orgânica ao fundo marinho, que é consequência de uma produtividade superficial mais intensa. Os autores citados acreditam que esse aumento na produtividade superficial esteja relacionado ao aumento da influência da pluma do rio da Prata associado com os níveis de mar mais baixos e um prolongamento da área de atuação da Corrente das Malvinas (CM) em direção ao norte, e também ao fenômeno de ressurgência e a um aumento do aporte de poeira eólica. Já no período interglacial ocorreu a dominância da *Globocassidulina crassa*, indicando um aumento na concentração de oxigênio e uma diminuição no fluxo de matéria orgânica, tornando-se mais similar com o ambiente de baixa produtividade de hoje do Atlântico Sudoeste. A maior abundância de *Epistominella exigua* e

Alabaminella weddellensis indica pulsos sazonais de matéria orgânica e altas concentrações de oxigênio no leito marinho, ocorrendo com mais frequência durante as glaciações.

A partir de foraminíferos bentônicos de um testemunho coletado a 43 metros de profundidade da plataforma interna de Cabo Frio (RJ), foram identificados diferentes regimes de hidrodinâmica e produtividade relacionados a flutuações do nível do mar e/ou mudanças climáticas, durante os últimos 9.400 anos A.P. (NAGAI et al., 2009). As espécies mais abundantes foram *Globocassidulina subglobosa*, *Bulimina marginata* e *Pseudononion atlanticum*. Em sedimentos recentes de Cabo Frio, observam-se *Bolivina* spp., *Brizalina* spp., *Globocassidulina subglobosa* e *Uvigerina peregrina*, e podem ser consideradas como indicadoras de ressurgência.

Nagai et al. (2010) observaram mudanças na produtividade e circulação oceânica na margem continental brasileira nos últimos 27 mil anos. O testemunho foi coletado na quebra da plataforma continental, no Embaiamento de São Paulo, a 223 m de profundidade. Foram feitas análises de foraminíferos bentônicos e planctônicos maiores que 0,125 mm e utilizados os índices BFHP (*Benthic Foraminiferal High Productivity* - Índice de alta produtividade de foraminíferos bentônicos) e BFAR (*Benthic Foraminiferal Accumulation Rate* - Taxa de acumulação de foraminíferos bentônicos) para identificar períodos de maior aporte orgânico. A presença de espécies indicadoras de alta disponibilidade de alimento durante o Último Máximo Glacial (UMG), como *Bulimina marginata*, *Islandiella norcrossi* e *Uvigerina peregrina*, corrobora com os valores mais altos de BFHP e BFAR. Após o UMG, estas espécies foram substituídas por espécies infaunais rasas e epifaunais como *Globocassidulina subglobosa*, *Cassidulina* spp., *Globocassidulina* spp., *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Cibicidoides* spp. e *Planulina ariminensis*. Além disso, as taxas BFHP e BFAR diminuíram após o UMG. Com estes resultados, os autores concluíram que durante o UMG, a paleoprodutividade oceânica e o aporte de sedimentos terrígenos na margem continental brasileira foram mais altos que durante o Holoceno.

Em outro trabalho no Embaiamento de São Paulo, com amostras de sedimento superficial, entre as profundidades de 45 e 1.132 m, Yamashita et al. (2016) conseguiram identificar duas regiões distintas. A região de Ilha Grande foi dominada pelas espécies *Globocassidulina subglobosa*, *Bulimina marginata*, *Cassidulina laevigata/C. carinata*, *Uvigerina peregrina*, *Cassidulina curvata* e *Uvigerina mediterranea*. Com alta concentração de clorofila-a e carbono orgânico total (COT), a região é afetada pelo sistema de ressurgência

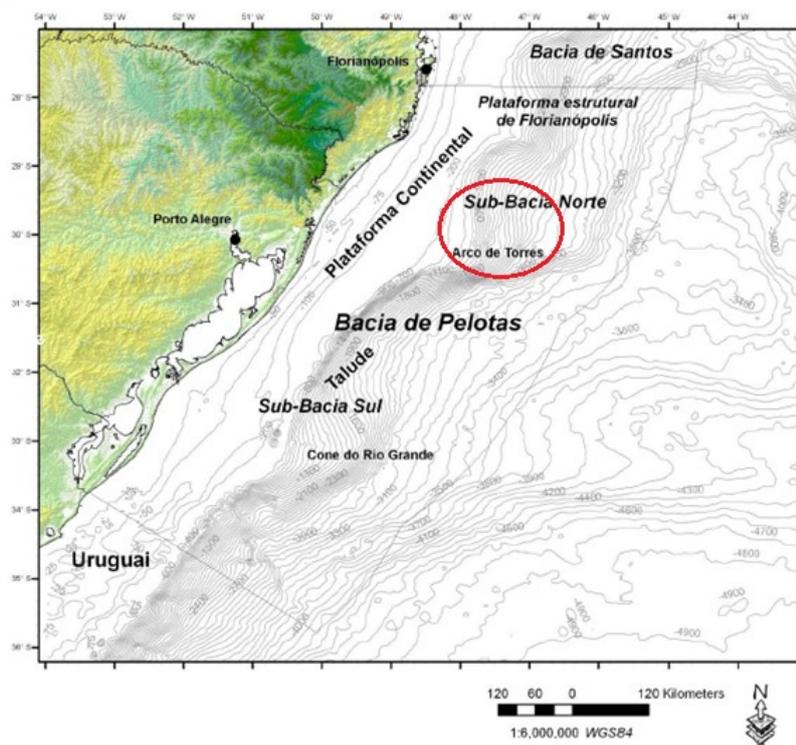
de Cabo Frio, que aumenta a produtividade primária, e conseqüentemente a produtividade bentônica. Apesar da região da Ilha de São Sebastião também ter sido dominada por uvigerinídeos, bolivinídeos, buliminídeos e cassidulinídeos, o número de espécies variou mais que no outro setor. Com maior diversidade e menor dominância de espécies que a região de Ilha Grande, as espécies sugerem que o regime sedimentar seja mais estável e que contenha maior quantidade de matéria orgânica refratária no local, indicando uma menor influência da ressurgência na região de Ilha de São Sebastião.

No talude da Bacia de Campos, Sousa et al. (2006) identificaram como táxons mais abundantes: *Globocassidulina subglobosa*, *Bolivina*, *Cymbaloporeta bradyi*, *Alabaminella weddellensis* e *Cassidulina laevigata*. A distribuição dos foraminíferos bentônicos na Bacia de Campos parece ser determinada principalmente por dois fatores ambientais, ambos controlados principalmente pela Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). O talude intermediário (750 a 1.050 m) foi caracterizado por diferentes espécies do gênero *Bolivina*, *Cassidulina laevigata* e *Globocassidulina subglobosa*, e associadas com espécies oportunistas, como *Epistominella exigua*, indicando uma relação com fluxos sazonais de matéria orgânica, águas de fundo relativamente oxigenadas (óxicas), fortes correntes de fundo e sedimentos arenosos. O talude externo (1.650 a 1.950 m) foi composto por espécies detritívoras epifaunais ou infaunais rasas, como *Bolivina* e *Alabaminella weddellensis* e espécies suspensívoro-passivas que são adaptadas a condições oligotróficas e altos níveis de oxigênio dissolvido nas águas de fundo.

3 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Pelotas está localizada na margem continental sul brasileira, oeste do Oceano Atlântico, entre o Alto de Florianópolis (divisa com a Bacia de Santos), ao norte, e o Alto do Polônio, no Uruguai (divisa com a Bacia de Punta del Este), ao sul, ocupando uma área de cerca de 250.000 km² (MOHRIAK, 2003; COIMBRA; CARRENO; ANJOS-ZERFASS, 2009; PETRÓ, 2018). A plataforma continental é mais estreita no setor norte da bacia, apresentando aproximadamente 110 km de largura próximo ao Cabo de Santa Marta, e 160 km na porção sul, no Porto de Rio Grande (COSTA; MADUREIRA; PINHO, 2013). Ambos os pontos amostrados se localizam próximos ao Arco de Torres (Figura 2), que se situa na altura do paralelo 29°S e é considerado o subdivisor da Bacia de Pelotas (CARDOZO, 2011).

Figura 2 - Mapa da localização da Bacia de Pelotas e a área de estudo (círculo vermelho).



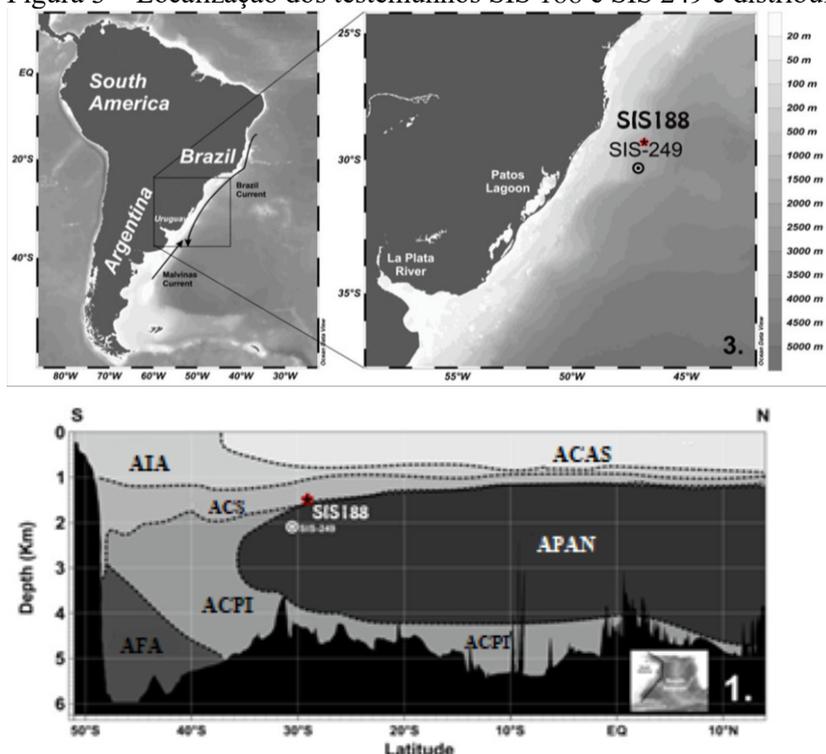
Fonte: Modificado de MACHADO, L. G (2010).

De acordo com Costa, Madureira e Pinho (2013), nesta região, ao longo da plataforma externa e do talude continental superior, as águas tropicais e subtropicais transportadas pela Corrente do Brasil (CB) são as principais massas d' água superficiais (até 600 m de profundidade), destacando-se a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Nas áreas mais profundas, circulam a Água Intermediária Antártica (AIA), a Água Circumpolar Superior (ACS), a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) e a Água Circumpolar Profunda Inferior (ACPI). A APAN é caracterizada por altas concentrações de oxigênio e salinidade, dessa forma tem menor potencial de corrosão (Gerhardt et al., 2000). A ACS e ACPI são caracterizadas por baixas concentrações de oxigênio dissolvido, baixas salinidades, altos níveis de nutrientes dissolvidos (STRAMMA; ENGLAND, 1999; MÉMERY et al., 2000) e altas concentrações de CO₂ (DITTERT et al., 1999), assim sendo, são mais corrosivas.

Na área de estudo, nos dias atuais, os sedimentos superficiais do testemunho SIS 249 sofrem maior influência da APAN, e os do testemunho SIS 188 estão na base da ACS (Figura 3).

Figura 3 – Localização dos testemunhos SIS 188 e SIS 249 e distribuição atual das massas d' água.



Fonte: Figura modificada de Rodrigues et al. 2018, baseada no teor de oxigênio dissolvido de um transecto ao longo do Oceano Atlântico Sudoeste (Electronic Atlas of WOCE Hydrographic: Schlitzer, 2000).

A porção sul da plataforma continental sul brasileira está sob influência da convergência da CB e da Corrente das Malvinas (CM), conhecida como Zona de Convergência Subtropical (ZCST), que está localizada entre 30-50°S e 30-70°W (PROVOST; GARCIA;

GARÇON, 1992; GARCIA et al., 2004). Tipicamente, a confluência destas correntes ocorre entre 37° e 39°S (LEGECKIS; GORDON, 1982; GORDON; GREENGROVE, 1986), mas ela varia tanto na escala sazonal como interanual.

Ao longo dos milênios ocorreram flutuações da posição latitudinal da ZCST e variações na intensidade da Corrente do Brasil (CB). Em Chiessi et al. (2014) é demonstrado, através da análise de foraminíferos planctônicos e na razão de isótopos de oxigênio, flutuações na temperatura da superfície do mar que indicam uma ciclicidade de cerca de 730 anos, sendo sugerido que essa ciclicidade influencia na variabilidade da intensidade da CB associada a mudanças na Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico. Segundo Clauzet et al. (2007), durante o UMG ocorreu uma intensificação do giro subtropical e uma mudança para norte na bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE). Essa mudança na bifurcação da CSE ocorreu devido à mudança para norte da ZCST. Durante o Quaternário, ocorreram oscilações latitudinais nesta zona de confluência (LAPRIDA et al., 2011), sendo possível o deslocamento desta região para mais próximo da área de estudo.

A CM transporta, em direção norte, ao longo da plataforma continental argentina, massas d' água frias sub-antárticas, que possuem baixa salinidade e são ricas em nutrientes (LEGECKIS; GORDON, 1982). A proximidade à Zona de Convergência Subtropical, assim como o grande aporte de nutrientes proveniente do Rio da Prata através de sua pluma permitem que a margem continental sul brasileira apresente alta produtividade biológica (GARCIA et al., 2004; GONZALÉZ- SILVEIRA; SANTAMARIA-DEL-ANGEL; MILLÁN-NUÑEZ, 2006).

O rio da Prata é o segundo maior rio da América do Sul, com 1.300 km de extensão, e a variabilidade sazonal apresentada por sua pluma é controlada pela componente paralela à costa do estressor de vento (PIOLA et al., 2005). A influência da sua descarga continental fica restrita às águas superficiais ao longo da plataforma continental, principalmente no setor sul da bacia, porém a pluma pode se estender ao norte, com ventos favoráveis do quadrante sul. (CAMPOS et al., 1999; PIOLA et al., 2005). Segundo Piola et al. (2000), durante o inverno, a pluma do Rio da Prata alcança o Cabo de Santa Marta (28°S), e durante o verão ela é retraída a 32°S.

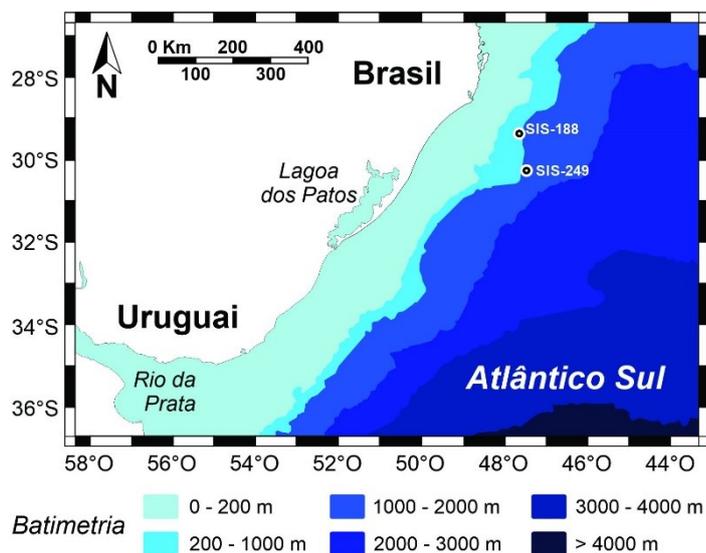
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PLANO AMOSTRAL

O trabalho foi realizado a partir da análise de dois testemunhos coletados no talude da Bacia de Pelotas, na margem continental sul brasileira, durante o verão de 2007 (Figura 4). O testemunho SIS 249 ($30^{\circ}5'06.39''\text{S}$, $47^{\circ}5'35.63''\text{W}$) foi coletado a 2.091 metros de profundidade e teve 1,94 m da coluna sedimentar recuperada, porém foi necessário descartar os primeiros 50 cm devido ao aporte de areia siliciclástica que erodiu e retirou os sedimentos referentes ao Holoceno (PETRÓ; PIVEL, 2016). O testemunho SIS 188 ($29^{\circ}13'16.2''\text{S}$, $47^{\circ}17'1.76''\text{W}$) foi coletado mais ao norte a uma profundidade de 1.514 metros da coluna de água. Deste testemunho foi possível recuperar 3,65 metros de sedimento, tendo iniciado a amostragem a partir dos 21 cm.

Os testemunhos foram amostrados a intervalos de 10 cm, aproximadamente, resultando em 16 amostras do testemunho SIS 249 e 26 amostras do testemunho SIS 188, totalizando 42 amostras.

Figura 4 - Localização dos dois testemunhos no talude continental da Bacia de Pelotas.

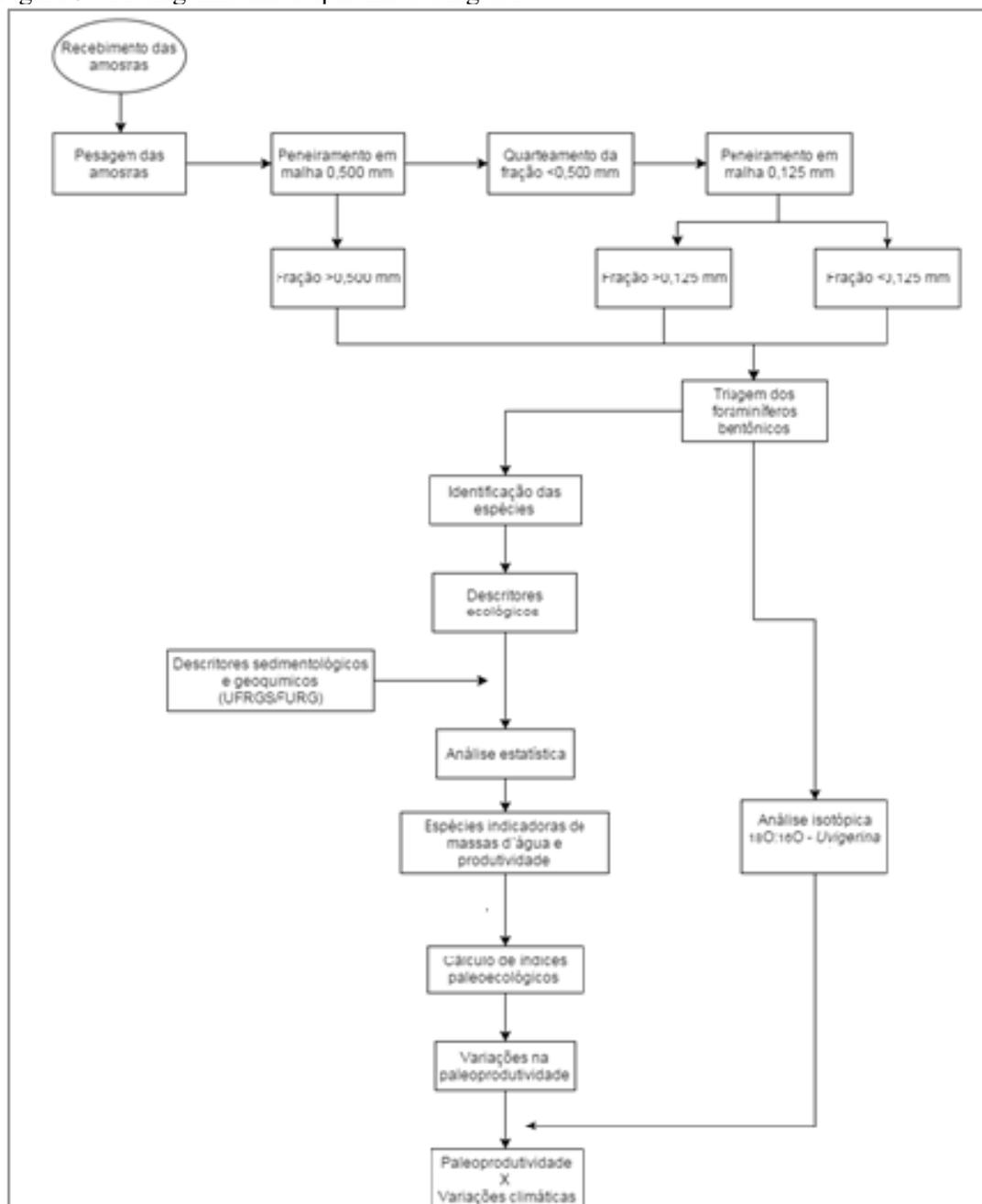


Fonte: Mapa desenvolvido por André Rosch Rodrigues.

4.2 PROCESSAMENTO ANALÍTICO DAS AMOSTRAS

Dado os objetivos propostos pelo presente trabalho, o fluxograma abaixo apresenta a metodologia aplicada para que estes fossem alcançados (Figura 5).

Figura 5 - Fluxograma das etapas metodológicas.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

4.2.1 Eliminação dos finos

O Laboratório de Microfósseis Calcários, da UFRGS, iniciou o pré-processamento das amostras realizando o peneiramento a úmido em malha de 0,063 mm para separação da fração fina (silte e argila) da fração arenosa. Após a realização deste procedimento e da secagem da porção maior que 0,063 mm, estas foram divididas em duas partes iguais. A primeira metade permaneceu com o laboratório da UFRGS, responsável pela análise dos foraminíferos planctônicos, e a outra metade foi enviada ao LOC/UFSC para a realização deste trabalho com foraminíferos bentônicos.

4.2.2 Pré-processamento da fração arenosa

Inicialmente, foi determinado o peso amostral das amostras recebidas pela UFRGS com uma balança analítica (3 casas decimais) para controle interno do LOC.

Espécies oportunistas, que respondem rapidamente ao alto fluxo de matéria orgânica de áreas de alta produtividade biológica, tendem a ter um tamanho relativamente pequeno por precisarem atingir a maturidade rapidamente (ARMSTRONG; BRASIER, 2005). Por esse motivo, foi trabalhado com três diferentes classes de tamanho ($>0,500$ mm; $>0,125$ mm e $>0,063$), através do peneiramento das amostras em diferentes malhas (Figura 6). Devido à pequena quantidade de foraminíferos maiores que 0,500 mm que as amostras continham, o procedimento iniciou-se com o peneiramento da amostra inteira recebida em malha 0,500 mm para manter a representatividade desta classe de tamanho.

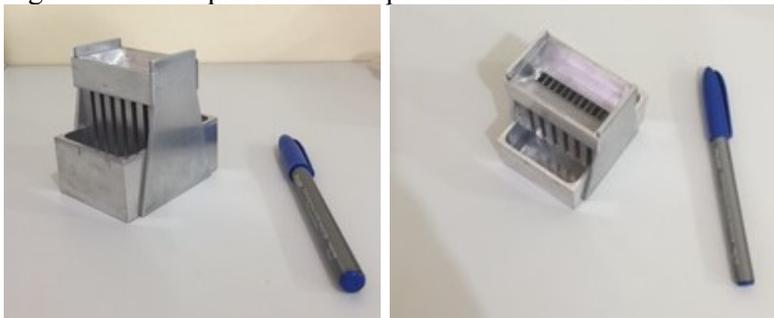
Figura 6 - Peneiras com diâmetro interno de 7,5 cm nas malhas 0,500, 0,125 e 0,063 mm.



Fonte: Fotografia da autora.

De acordo com a metodologia de Patterson e Fishbein (1989), para uma boa representação da riqueza de espécies de uma amostra, em ambientes marinhos, deverão ser triados aproximadamente 300 espécimes de foraminíferos bentônicos. Por este motivo, devido à alta densidade de testas no volume amostral disponível, a fração entre 0,063 – 0,500 mm das amostras foi quarteada utilizando um microquarteador do tipo Johnes (Figura 7)

Figura 7 - Microquarteador do tipo Johnes utilizado na subamostragem das amostras.



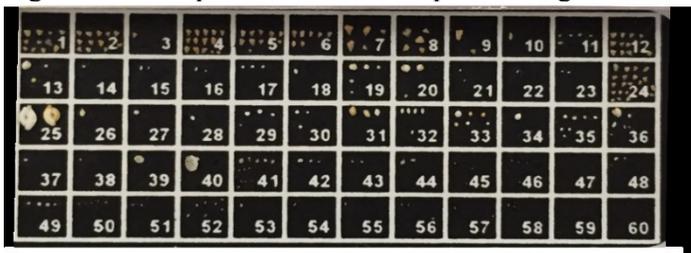
Fonte: Fotografia da autora.

4.2.3 Triagem

Após finalizar a etapa de peneiramento e quarteamento, iniciou-se o processo de triagem. O processo de triagem foi realizado com o uso de um estereomicroscópio (Carl Zeiss, com aumento de até 160x), e um pincel fino (000) umedecido em água filtrada ou destilada. A triagem de cada classe de tamanho foi realizada separadamente e foram devidamente distinguidas umas das outras.

As testas triadas foram armazenadas e organizadas em lâminas próprias para estudos micropaleontológicos (Figura 8). Apenas os organismos bentônicos que se apresentaram inteiros ou os fragmentos maiores que a metade da testa original foram contabilizados e, conseqüentemente, também identificados.

Figura 8 - Exemplo de lâmina micropaleontológica com os foraminíferos organizados e colados.



Fonte: Fotografia da autora.

4.2.4 Identificação

A identificação taxonômica foi realizada com base em bibliografia especializada como, Boltovskoy et al. (1980), Loeblich e Tappan (1988; 1994), Debenay (2012), Milker e Schmiedl (2012), Sousa et al. (2012) e Holbourn, Henderson e Macleod (2013). Foi consultado também o *website* “WoRMS” (WORMS EDITORIAL BOARD, 2018), que na atualidade é amplamente utilizado como uma referência de base de dados para foraminíferos e está em constante atualização.

Testas quebradas e que apresentavam variados graus de dissolução foram comuns ao longo dos testemunhos, assim como a presença de foraminíferos juvenis. Desta forma, alguns indivíduos foram classificados apenas de acordo com o tipo constituinte da testa: aglutinantes, hialinos e porcelanáceos. Alguns outros foram reconhecidos apenas como foraminíferos bentônicos não identificados, quando o grau de preservação da testa impossibilitava até mesmo a identificação do tipo desta.

Após serem identificadas, as testas foram fixadas nas lâminas microplaeontológicas com uma cola a base de gel fixador e vaselina (metodologia adaptada no LOC).

4.2.5 Registro fotográfico dos espécimes

Foram obtidas fotografias através do estereomicroscópio Zeiss Axio Zoom. V16, disponível nas dependências do LOC (Figura 9). Este permite fotografar um mesmo espécime com diferentes distâncias focais, realizando uma sobreposição de imagens para compor um modelo tridimensional.

Também foram realizadas imagens de foraminíferos bentônicos com microscópios eletrônicos de varredura do Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME/UFSC) e do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras (CENPES) com objetivo de manter um registro das espécies presentes na área de estudo, assim como enviar dúvidas taxonômicas para outros grupos de pesquisa.

Figura 9 - Estereomicroscópio Zeiss Axio Zoom. V16 e imagem de uma amostra do testemunho SIS 188, da fração maior que 0,500 mm obtida através dele.



Fonte: Fotografia da autora.

4.3 DESCRITORES ECOLÓGICOS

Na análise dos dados obtidos através dos foraminíferos bentônicos após o processo de identificação, foram avaliados os seguintes descritores bióticos de cada amostra: densidade total (número de testas/g de sedimento), densidade de testas em cada classe de tamanho ($> 0,500$ mm; $0,125 - 0,500$ mm; $0,063 - 0,125$ mm), riqueza de táxons, riqueza de famílias, abundância relativa dos táxons, abundância relativa das famílias, abundância relativa dos tipos constituintes das testas (aglutinante, hialino e porcelanáceo), soma das abundâncias relativas das espécies epifaunais *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*. Para o tratamento dos dados foram utilizados os softwares STATISTICA (DELL INC., 2015), PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001) e PRIMER (CLARKE; WARWICK, 1994).

4.3.1 Densidade total e das classes de tamanho

As densidades das amostras foram estimadas a partir do número de testas de foraminíferos bentônicos por grama de sedimento de cada amostra. Os cálculos foram realizados para cada classe de tamanho separadamente, e em seguida foram somados para o resultado da densidade total de cada amostra.

O número de testas triadas da classe $>0,500$ mm foi multiplicado por dois antes da divisão pelo peso amostral inicial, visto que a equipe do LOC recebeu metade da fração, e por esta ter sido analisada em sua totalidade para a triagem dos indivíduos de maior tamanho. As duas classes de tamanho menores ($0,063 - 0,125$ mm e $0,125 - 0,500$ mm), além da

multiplicação do número de testas por dois, também foram multiplicadas conforme a quantidade de vezes que a amostra foi quarteada.

Após esta estimativa da quantidade de testas de foraminíferos bentônicos presentes na amostra total e em cada classe de tamanho, este valor foi dividido pelo peso amostral inicial (g), gerando os valores de densidades total e de cada classe de tamanho, respectivamente.

4.3.2 Riqueza de táxons e famílias

A riqueza amostral é representada pelo número de táxons (ou seja, menor unidade taxonômica identificável possível, geralmente até o nível de espécie) presente em uma amostra. Da mesma forma, o número total de táxons presentes em todas as amostras representa a riqueza total. Dado que alguns foraminíferos não foram identificados a nível de gênero e nem todos são classificados em subfamílias, foi calculada também a riqueza de famílias, a qual foi utilizada nas análises estatísticas multivariadas. Em ambos os cálculos de riqueza, de táxons e de famílias, foraminíferos bentônicos que foram identificados apenas conforme os tipos constituintes das testas (aglutinante, hialino e porcelanáceo) ou apenas como foraminíferos não identificados foram desconsiderados.

4.3.3 Abundância relativa

Abundância é definida pelo número total de indivíduos de um táxon dentro de uma amostra. Quando esta corresponde ao número de indivíduos encontrados em uma amostra, é denominada de abundância absoluta. Caso represente a porcentagem de indivíduos de um mesmo táxon em relação ao total de indivíduos de todas as espécies encontradas na amostra, esta proporção representa a abundância relativa de determinada espécie. Para as análises e discussão dos resultados deste trabalho, foram utilizados os dados de abundância relativa dos táxons e das famílias.

Para avaliar a importância do grupo composto pelas principais espécies epifaunais *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis* foi realizada a soma das abundâncias relativas de ambas as espécies de cada amostra.

4.3.4 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência de um táxon expressa a relação entre o número de amostras na qual um determinado táxon está presente e o número total de amostras dos testemunhos. Assim sendo, ela representa a frequência que determinado táxon ocorre na área de estudo.

Tal como nos cálculos de riqueza, os grupos não identificados também foram desconsiderados do cálculo das frequências de ocorrência.

4.4 DESCRITORES GEOQUÍMICOS

As análises dos descritores abióticos foram cedidas por parceria com as universidades UFRGS e FURG e as tabelas com os resultados encontram-se no Apêndice A. No testemunho SIS 249 apenas a amostra da profundidade de 100 cm não teve as análises de isótopos de carbono e oxigênio realizadas. No testemunho SIS 188, as análises de teor de carbonato total, porcentagem de finos com a eliminação de carbonato e isótopos de carbono e oxigênio foram realizadas em metade das amostras. As análises de carbono orgânico total foram realizadas apenas nas amostras do testemunho SIS 249. A seguir, apresentam-se as metodologias aplicadas na obtenção destas análises.

4.4.1 Teor de carbonato total

O Laboratório de Microfósseis Calcários da UFRGS realizou a eliminação do carbonato total das amostras através da reação com ácido clorídrico a 10%. O teor de carbonato total que uma amostra apresenta é estimada a partir da diferença de peso do sedimento da amostra antes e após a dissolução por ataque ácido.

4.4.2 Porcentagem de finos com carbonato

As análises de granulometria foram realizadas utilizando analisador de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser Horiba Particle LA-950 do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) do Instituto de Geociências da UFRGS. Os cálculos

foram gerados automaticamente pelo software disponibilizado pela Horiba juntamente com o equipamento.

4.4.3 Porcentagem de finos sem carbonato

As análises de granulometria sem carbonato foram realizadas em algumas das amostras, para tal, foi utilizado o HCl (10%) para eliminar o carbonato de cálcio das amostras. Em seguida, foi utilizado o mesmo equipamento anterior, o analisador de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser Horiba Particle LA-950, do CECO do Instituto de Geociências da UFRGS.

4.4.4 Carbono orgânico total (COT)

As análises de teor de carbono orgânico total do testemunho SIS 249 foram realizadas no Instituto do Petróleo e Recursos Naturais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (IPR – PUCRS) usando um analisador elementar de modelo não dispersivo LECO, TRUSPEC equipado com um detector infravermelho usando uma atmosfera de oxigênio a uma temperatura de 950°C.

4.4.5 Análises isotópicas

As análises de isótopos estáveis de oxigênio e carbono foram realizadas em testas de foraminíferos bentônicos e planctônicos com um espectrômetro de massa MAT 253 Dual Inlet acoplado a Kiel IV Carbonate, no Laboratório de Isótopo Estável (*Stable Isotope Laboratory*) da Universidade da Califórnia, Santa Cruz (SIL – UCSC), nos Estados Unidos. Os resultados das análises isotópicas são apresentados na notação delta (δ), expressos em partes por mil (‰), em relação ao padrão de referência Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB).

Para a análise dos foraminíferos bentônicos foram selecionados, pela equipe do LOC, 5 indivíduos da espécie *Uvigerina* sp. de cada amostra (Figura 10). Os resultados das análises isotópicas foram apresentados na notação delta (δ), expressos em partes por mil (‰), em relação ao padrão de referência Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB).

Figura 10 – Exemplar da espécie *Uvigerina* sp., utilizada para análise de isótopos de oxigênio e carbono.



Fonte: Fotografia da autora.

4.4.6 Datação absoluta por radiocarbono e modelo de idade

A datação absoluta por radiocarbono foi feita por espectrometria de massa com aceleradores (AMS¹⁴C) no Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LAC – UFF), em espécimes do foraminífero planctônico *Globigerinoides ruber*. Foram datadas as amostras a 58 cm (amostra de topo) do testemunho SIS 249 e as amostras 21, 54, 113 e 180 cm do testemunho SIS 188.

As idades de radiocarbono resultantes (Tabela 1) foram calibradas aplicando a curva de calibração Marine13 (Reimer et al. 2013) após correção pelo efeito de reservatório ($\Delta R = 54.0 \pm 42.0$ obtido da base de dados Marine Reservoir Correction Database). Os modelos de idade foram construídos baseados na correlação da curva $\delta^{18}\text{O}$ em *Globigerinoides ruber* e *Uvigerina* sp. com a curva isotópica definida para profundidades intermediárias do Atlântico Sul (*Intermediate South Atlantic - ISA*) por Lisiecki e Stern (2016).

Tabela 1 – Idade convencional de radiocarbono em anos antes do presente (1950) fornecido pelo LAC-UFF para os testemunhos SIS 188 e SIS 249.

Prof (cm)	Idade (anos A.P.)	EIM
SIS 188-21	7.204	1
SIS 188-54	10.812	1
SIS 188-113	25.243	2
SIS 188-180	30.099	3
SIS 249-58	34.472	3

Os modelos de idade gerados a partir desta técnica de correlação, sugerem que o SIS 188 abrange os EIM 1 a 3, enquanto o SIS 249 abrange os EIM de 3 a 5.

4.5 TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

4.5.1 Análise de Tendência da Série Temporal

O teste de Mann-Kendall foi aplicado para os seguintes descritores, utilizando o software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001): densidade total de testas, densidade das classes de tamanho (>0,500 mm; 0,125 – 0,500 mm; 0,063 - 0,125 mm), riqueza de táxons, riqueza de famílias, teor de carbonato total, teor de carbono orgânico total, porcentagem de finos com carbonato, e as razões isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$. Este teste não-paramétrico é utilizado para determinar se uma série de dados apresenta uma tendência temporal estatisticamente significativa. No caso deste trabalho, ele indica se as variações dos descritores ao longo do testemunho ocorrem seguindo uma tendência (crescente ou decrescente) ou não.

4.5.2 Análise de Agrupamento – Modo R

Para identificar as possíveis associações ecológicas entre as famílias de foraminíferos bentônicos encontradas nos dois testemunhos, foi construída uma matriz de dados com as abundâncias relativas das famílias que ocorreram em duas ou mais amostras e apresentaram abundâncias acima de 1%. De modo a diminuir a heterogeneidade das variâncias e minimizar os desvios de ajuste à curva Normal, os valores desta matriz foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Em seguida, esta matriz foi usada para a análise de agrupamento Modo R utilizando o coeficiente de similaridade Bray Curtis e a estratégia UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*), que agrupa pela distância média entre o objeto que se quer incluir num grupo e cada objeto já pertencente a este grupo, utilizando o software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). O coeficiente de Bray Curtis é utilizado comumente em estudos ecológicos e teve como objetivo comparar a distribuição das famílias e identificar as similaridades entre elas. Foi adotado o nível de corte 0,70 no dendrograma para criação das associações de famílias.

4.5.3 Análise de Agrupamento – Modo Q

Foi realizada também uma outra análise de agrupamento, agora para identificar as similaridades entre as amostras (Modo Q). Foi aplicada a matriz de dados com as abundâncias relativas das famílias, a mesma estratégia UPGMA e o mesmo coeficiente de similaridade Bray Curtis, utilizando PRIMER software (CLARKE; WARWICK, 1994). Adotou-se o nível de corte 90 para a individualização dos grupos das amostras.

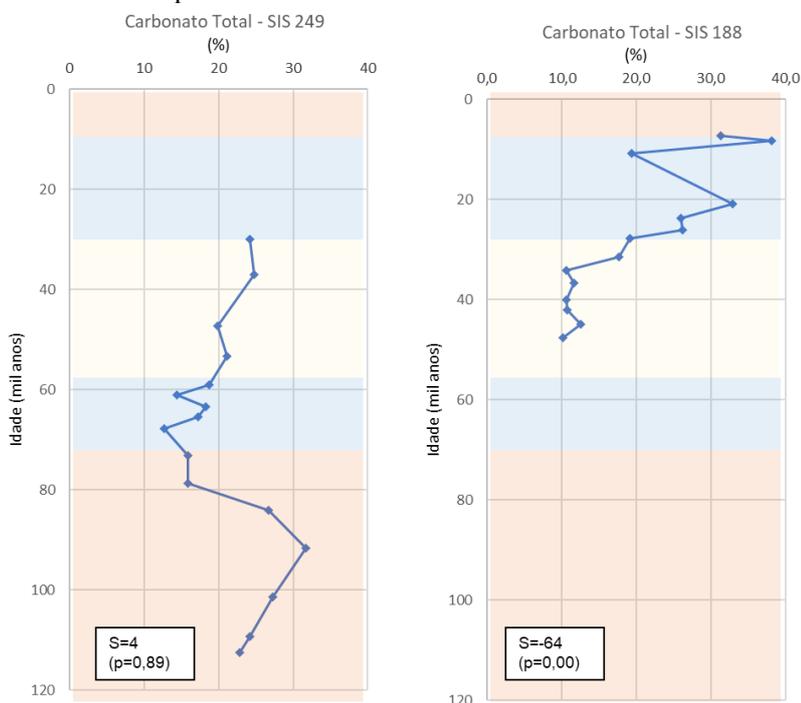
5 RESULTADOS

5.1 DESCRITORES GEOQUÍMICOS

5.1.1 Teor de carbonato total

No testemunho SIS 249, o teor de carbonato total apresentou menor valor (12,7%) na profundidade de 130 cm, e o valor máximo (31,7%) em 170 cm, sem tendência estatisticamente significativa. O outro testemunho, SIS 188, apresentou uma variação maior, com o mínimo de 10,1% de teor carbonato total em 334 cm e o máximo de 38,1% em 30 cm de profundidade. Segundo o teste de Mann-Kendall, o testemunho SIS 188 apresentou uma tendência crescente, e ao analisar a Figura 11, observa-se que, em geral, os maiores teores de carbonato total encontram-se na porção mais recente do testemunho.

Figura 11 - Distribuição do teor de carbonato total ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.

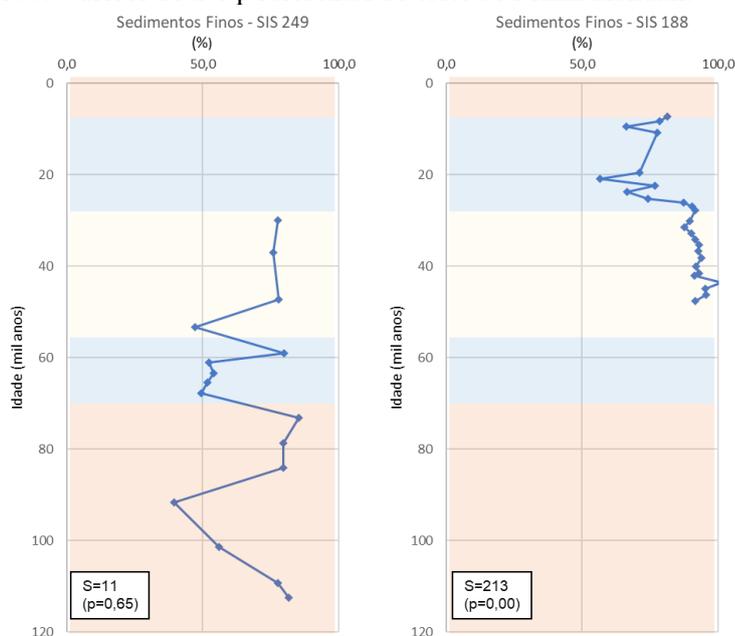


5.1.2 Distribuição dos Sedimentos Finos

A porcentagem de finos (silte e argila, sem eliminação dos carbonatos) apresentou o menor valor na profundidade de 170 cm (39,61% de finos) e a maior proporção, 85,26%, em 140 cm de profundidade, no testemunho SIS 249.

O testemunho SIS 188 variou entre 56,7% e 100% de sedimentos finos, apresentando o valor mínimo na profundidade de 78 cm e o máximo na profundidade 299 cm. Através do teste de tendência de Mann-Kendall, constatou-se que este testemunho apresenta uma tendência decrescente de porcentagem de finos em direção ao seu topo (Figura 12).

Figura 12 - Distribuição do percentual de sedimentos finos ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.

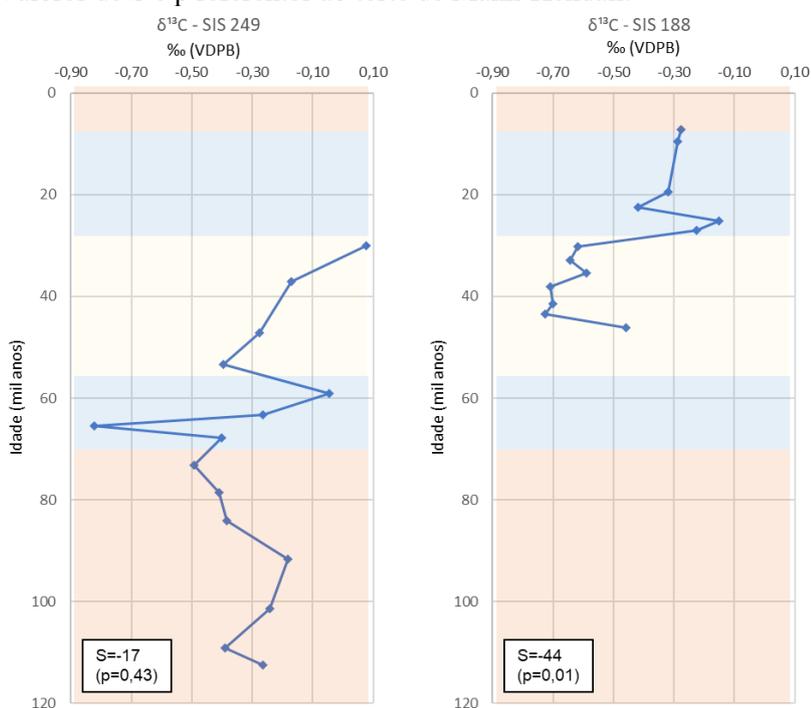


5.1.3 Razão dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$)

No testemunho SIS 249, a maior razão isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$), e a única com valor positivo, foi 0,08 ‰ e ocorreu na profundidade de 50 cm, e a menor foi -0,82 ‰ na profundidade de 120 cm. Não foi identificada tendência na distribuição dos valores ao longo do testemunho.

Enquanto no testemunho SIS 188, o maior valor da razão isotópica de carbono ocorreu na profundidade de 299 cm (-0,15 ‰) e o menor em 114 cm (-0,73 ‰). Apesar das análises isotópicas não terem sido realizadas em todas as amostras, segundo o teste de tendência de Mann-Kendall, o testemunho SIS 188 apresenta uma tendência crescente em direção ao topo (Figura 13); sendo também observado um rápido decréscimo na base do testemunho (299 a 334 cm).

Figura 13 - Distribuição da razão isotópica do carbono ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.

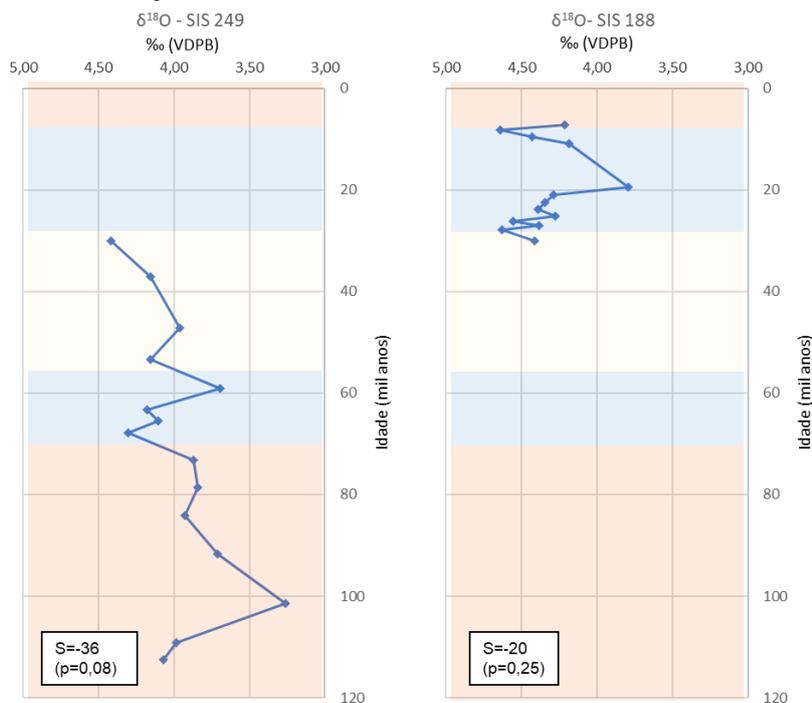


5.1.4 Razão dos isótopos estáveis de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$)

A maior razão isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) no testemunho SIS 249 foi 4,42 ‰, em 50 cm de profundidade, e a menor foi 3,26 ‰, em 180 cm de profundidade. O testemunho SIS 188 registrou a razão máxima de 4,64 ‰ em 42 cm de profundidade, e a mínima de 3,79 ‰ em 114 cm. Essa variável abiótica foi constante ao longo do testemunho SIS 188, apresentando uma queda brusca apenas na amostra mais profunda (334 cm). Desta forma, não apresentou nenhuma

tendência como as outras variáveis abordadas anteriormente, assim como o testemunho SIS 249 também não (Figura 14).

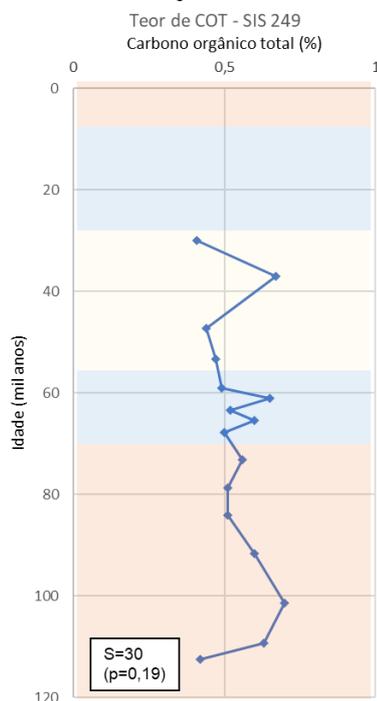
Figura 14 - Distribuição da razão isotópica do oxigênio ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



5.1.5 Teor de carbono orgânico total (COT)

As análises do teor de carbono orgânico total nas amostras do testemunho SIS 249 apresentaram os maiores valores nas profundidades de 60 e 180 cm, com 0,67 e 0,70% respectivamente. Próximos destes picos, estiveram presentes as amostras com menores valores; 0,41% na profundidade de 50 cm e 0,42% em 194 cm. Os valores de teor de COT variaram irregularmente ao longo do testemunho, desta forma não apresentaram uma tendência ao longo do tempo (Figura 15).

Figura 15 - Distribuição dos teores de carbono orgânico total ao longo do testemunho SIS 249. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.

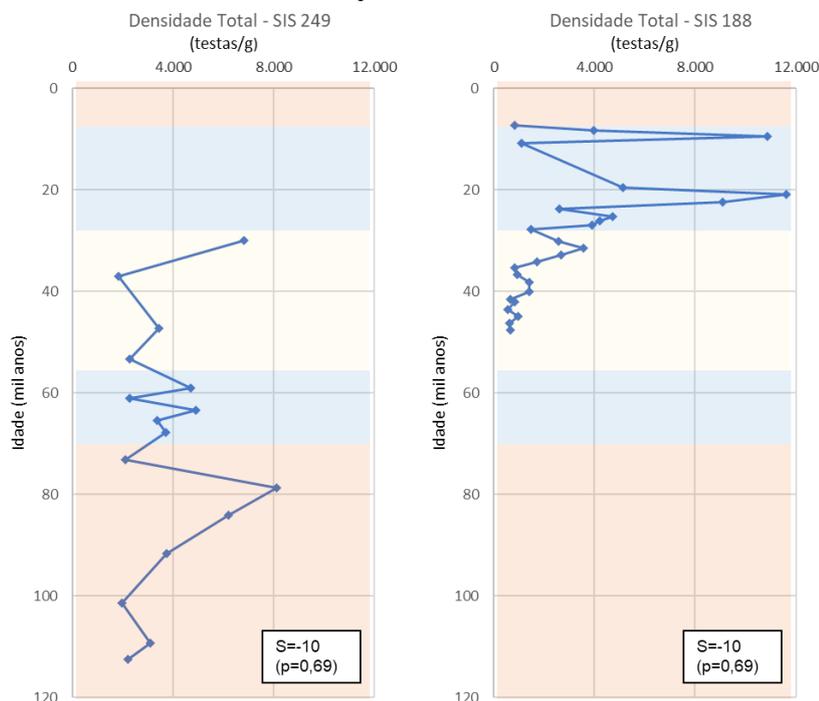


5.2 DENSIDADE DE TESTAS E DISTRIBUIÇÃO BIOMÉTRICA

A densidade total de testas de foraminíferos bentônicos, no testemunho SIS 249, variou entre 1.808 e 8.096 testas/g de sedimento, apresentando estes valores nas profundidades de 150 e 60 cm, respectivamente. No testemunho SIS 188, a variação foi maior, com densidade mínima de 568 (299 cm) e a máxima de 11.606 testas/g de sedimento (78 cm). Apesar desta máxima densidade e dos valores altos de densidade também nas profundidades 42 e 90 cm, com densidades de 10.861 e 9.080 testas/g de sedimento, a média das densidades no testemunho SIS 188 foi menor (3.033) que a do testemunho SIS 249 (3.788). Estes resultados podem ser observados no Apêndice B.

Os gráficos estratigráficos abaixo (Figura 16) representam o padrão de distribuição das densidades totais ao longo de cada testemunho. Associando-se com a análise de tendência de Mann-Kendall observa-se que o testemunho SIS 188 apresenta uma tendência crescente ao longo da coluna sedimentar, enquanto o testemunho SIS 249 não apresenta nenhuma tendência.

Figura 16 - Distribuição da densidade total de foraminíferos bentônicos ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



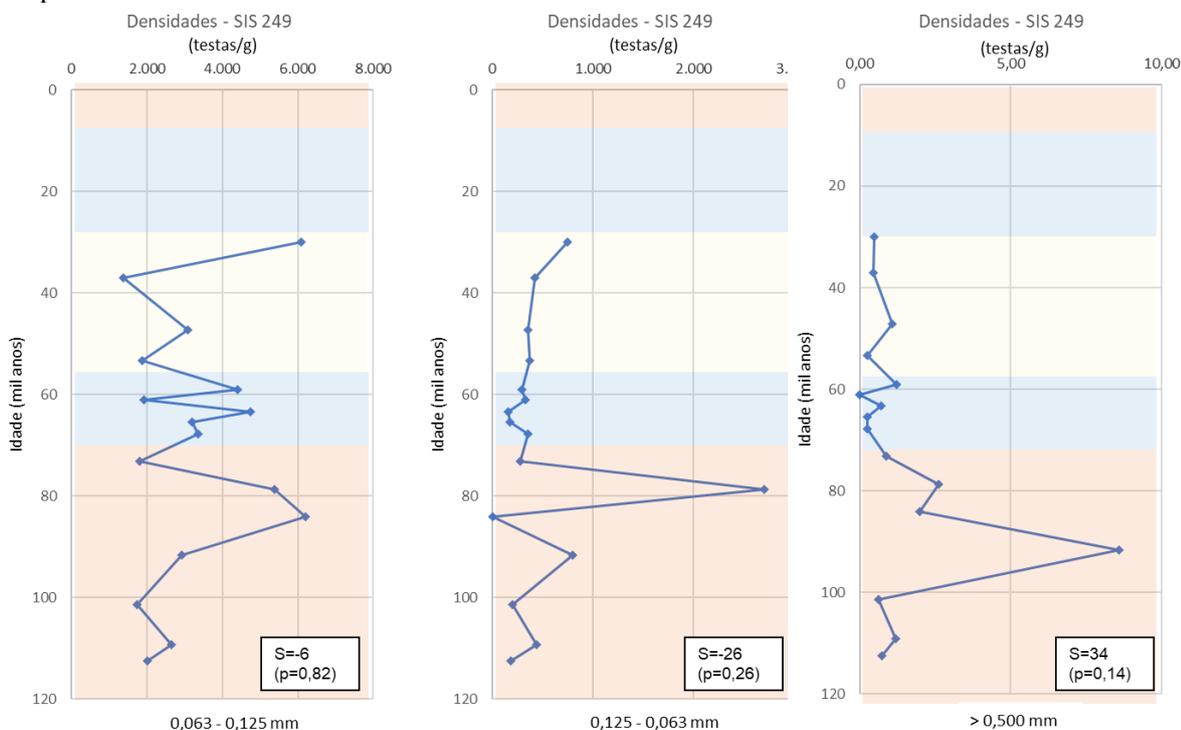
5.2.1 Densidades de testas por classes de tamanho

Além do cálculo de densidade total das amostras, foram estimadas também as densidades de cada classe de tamanho (Apêndice B). No testemunho SIS 249, 87% dos foraminíferos ocorreram associados à classe de menor tamanho, 12,7% à classe intermediária e 0,03% à maior classe de tamanho. No testemunho SIS 188, esses valores foram, respectivamente, 90%, 9,8% e 0,08%.

As distribuições das densidades das classes de tamanho ao longo do testemunho SIS 249 são apresentadas na Figura 17. São observados nas classes de tamanho $>0,500$ mm e $0,125-0,500$ mm valores baixos e constantes, sobretudo na fração intermediária, até a profundidade de 140 cm, e picos de maiores densidades em ambas as classes de tamanho nas amostras mais profundas. Enquanto na classe de menor tamanho, a densidade varia ao longo de todo o testemunho, apresentando um de seus picos de maior densidade (nas amostras 150 e 160 cm) no intervalo próximo aos picos das duas classes de maior tamanho. Essas variações ao longo do testemunho não representaram nenhuma tendência estatisticamente significativa entre as

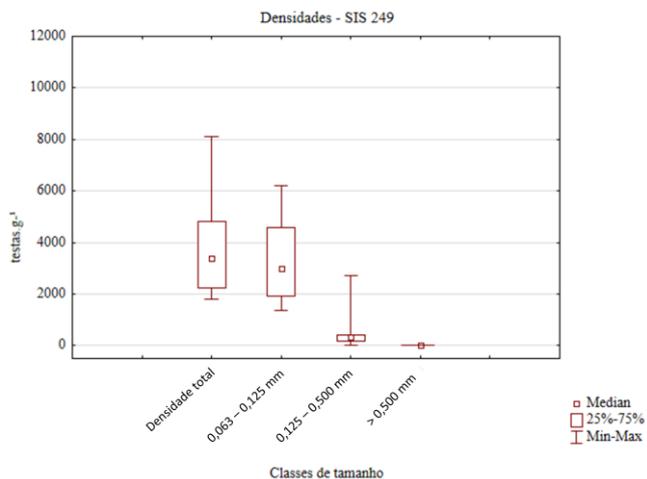
amostras de uma mesma classe de tamanho, segundo o teste não-paramétrico de tendência Mann-Kendall (Figura 17).

Figura 17 - Distribuição das densidades de cada classe de tamanho do testemunho SIS 249. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



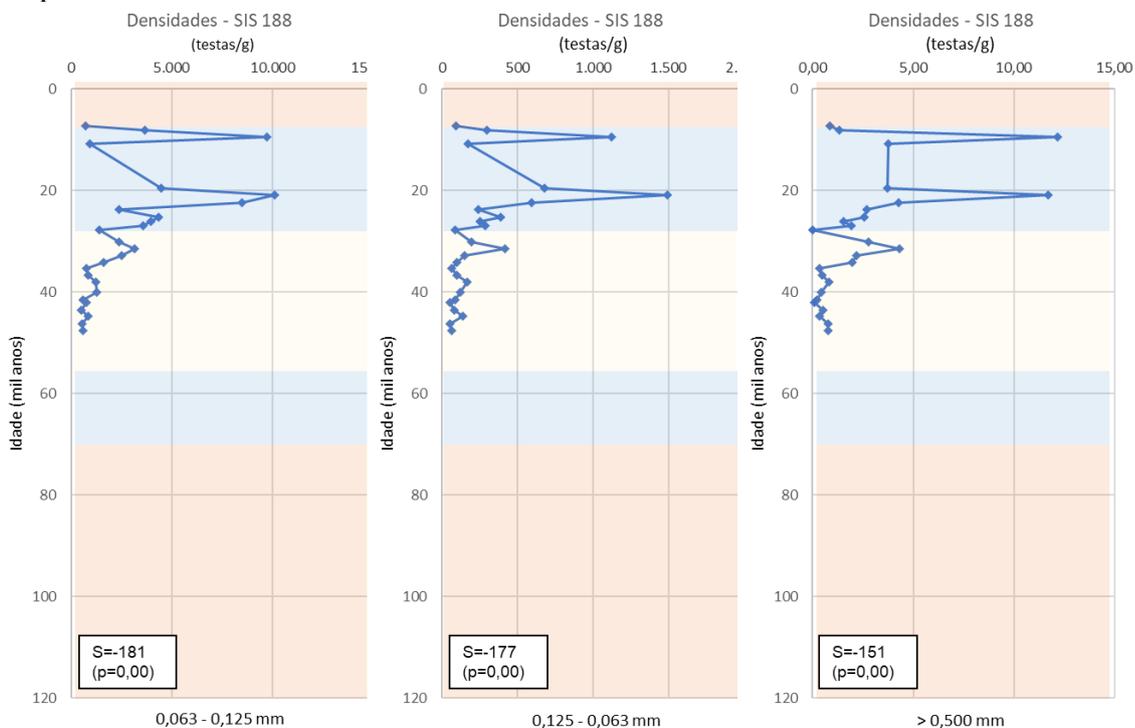
Na Figura 18 é apresentado um diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 249. Observa-se que a classe $>0,500$ mm apresentou valores de densidade muito baixos em todas as amostras. As densidades da classe $0,125 - 0,500$ mm concentraram-se entre os valores de 0 a 800 testas/g de sedimento, com exceção da amostra 150 cm que apresentou 2.703 testas/g de sedimento, representada pela grande amplitude no gráfico. Visto que as amostras são compostas em sua grande maioria por foraminíferos de menor tamanho ($0,063 - 0,125$ mm), a densidade desta classe se assemelha à densidade total (soma das três classes de tamanho - $>0,063$ mm).

Figura 18 - Diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 249.



Observa-se na Figura 19, nas três classes de tamanho do testemunho SIS 188, baixos valores de densidade na profundidade inicial de 21 cm. Estes valores aumentam ao longo da coluna sedimentar, caracterizando a porção superior do testemunho (até 90 cm) com altas densidades, principalmente nas profundidades 42 e 78 cm.

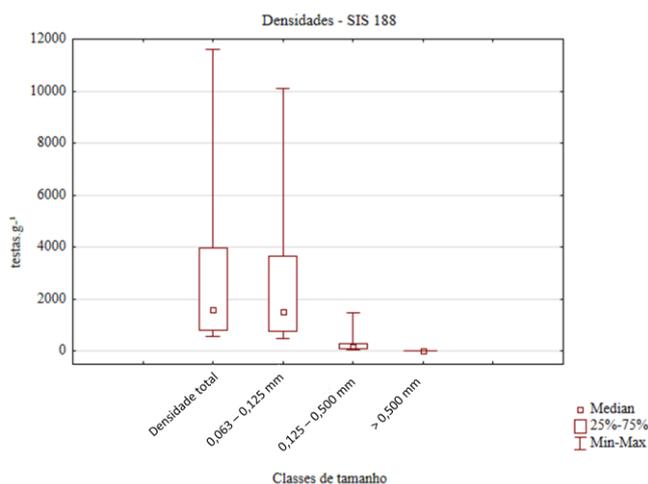
Figura 19 - Distribuição das densidades de cada classe de tamanho do testemunho SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



Essas variações ao longo do testemunho são claramente observadas na Figura 19 devido à tendência crescente estatisticamente significativa entre as amostras nas densidades de todas as classes de tamanho, segundo o teste não-paramétrico de tendência Mann-Kendall. Assim como também é possível observar que as variações de densidade ocorrem, de forma geral, concomitantemente nas três classes de tamanho, o que não foi observado no testemunho SIS 249.

Abaixo é apresentado um diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 188 (Figura 20). Neste testemunho, na classe de tamanho $>0,500$ mm, a densidade mais alta foi 12 testas/g de sedimento e ocorreu nas amostras das profundidades 42 e 78 cm. Na classe 0,125 - 0,500 mm, apesar dos baixos valores na maioria das amostras, novamente as amostras das profundidades 42 e 78 cm apresentaram valores altos, 1.120 e 1.491 testas/g de sedimento, respectivamente. As densidades da classe de menor tamanho, concentraram-se entre os valores de 489 e 1.608 testas/g de sedimento, representando 54% das amostras. Assim como nas outras classes de tamanho, as amostras das profundidades 42 e 78 cm também apresentaram os maiores valores de densidade: 9.729 e 10.103 testas/g de sedimento.

Figura 20 - Diagrama de caixa com resumo estatístico da distribuição dos resultados biométricos no testemunho SIS 188.



Na Tabela 2 são apresentadas as ocorrências dos táxons em relação à classe de tamanho e ao testemunho.

Tabela 2 – Ocorrência dos táxons de acordo com as três classes de tamanho analisadas nos testemunhos SIS 249 e SIS 188.

CLASSES DE TAMANHO	SIS 249			SIS 188		
	> 0,500 mm	0,125 - 0,500 mm	0,063 - 0,125 mm	> 0,500 mm	0,125 - 0,500 mm	0,063 - 0,125 mm
<i>Alabaminella</i> spp.						
<i>Alabaminella weddellensis</i>						
<i>Bolivina</i> spp.						
<i>Bulimina</i> spp.						
<i>Buliminella</i> spp.						
<i>Cancris</i> spp.						
<i>Cassidulina</i> spp.						
Cibicidinae (subfamília)						
<i>Cibicoides wuellerstorfi</i>						
<i>Cornuspira</i> sp.						
<i>Eggerella</i> ? sp.						
Ellipsolagenidae + Lagenidae						
<i>Epistominella exigua</i>						
<i>Epistominella</i> spp.						
<i>Eponides</i> spp.						
<i>Evolvocassidulina</i> spp.						
<i>Fursenkoina</i> spp.						
<i>Glandulina ovula</i>						
<i>Globocassidulina</i> spp.						
<i>Guttulina</i> sp.						
<i>Hoeglundina elegans</i>						
<i>Hoeglundina</i> spp.						
<i>Islandiella</i> spp.						
<i>Karreriella bradyi</i>						
<i>Karreriella</i> ? sp.						
<i>Laticarinina pauperata</i>						
<i>Lenticulina</i> spp.						
<i>Melonis</i> spp.						
<i>Neolenticulina</i> sp.						
Nonioninae (subfamília)						
<i>Oridorsalis</i> spp.						

CLASSES DE TAMANHO	SIS 249			SIS 188		
	> 0,500 mm	0,125 - 0,500 mm	0,063 - 0,125 mm	> 0,500 mm	0,125 - 0,500 mm	0,063 - 0,125 mm
<i>Oridorsalis umbonatus</i>						
<i>Planulina</i> spp.						
<i>Praeulimina</i> spp.						
<i>Pullenia</i> spp.			□			
<i>Pyrgo elongata</i>						
<i>Pyrgo lucernula</i>						
<i>Pyrgo murrhina</i>						
<i>Pyrgo</i> spp.						
<i>Quinqueloculina</i> spp.						
<i>Rectobolivina</i> spp.						
<i>Robertinoides</i> spp.						
<i>Seabrookia pellucida</i>						
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>						
<i>Siphonina reticulata</i>						
<i>Siphotextularia</i> sp.						
<i>Sphaeroidina</i> spp.						
<i>Spiroloculina</i> sp.						
<i>Textularia</i> spp.						
<i>Trifarina angulosa</i>						
<i>Trifarina bradyi</i>						
<i>Trifarina</i> spp.						
<i>Triloculina</i> sp.						
<i>Uvigerina</i> spp.						
Uvigerinidae (família)						

Quanto à relação entre o tamanho das testas e as características abióticas, a amostra a 170 cm de profundidade do testemunho SIS 249, apresentou alto valor de densidade na classe de tamanho >0,500 mm (9 testas/g de sedimento) e também o maior valor de teor de carbonato total (31,7%) do testemunho. O teor de COT nesta amostra esteve entre os mais altos (0,6%), a proporção de finos sem carbonato entre as mais baixas (78%) e a proporção de finos com carbonato apresentou o menor valor (31,7%). O táxon mais abundante na classe >0,500 mm foi

Globocassidulina (0,006%), representando o dobro do segundo mais abundante, *Cibicidoides wuellerstorfi* (0,003%). No testemunho SIS 188, duas amostras apresentaram densidade de 12 testas/g de sedimento para a classe de tamanho $>0,500$ mm, nas profundidades 42 e 78 cm. Ambas apresentaram os menores valores de teor de finos com carbonato (66,2 e 56,7%), assim como ocorreu no testemunho SIS 249. A amostra a 42 cm de profundidade não possui dado de teor de carbonato, mas para a amostra 78 cm, este encontra-se entre os mais altos (33%). Até o momento da conclusão do presente estudo o testemunho SIS 188 não possuía nenhum dado sobre o teor de carbono orgânico total.

5.3 LEVANTAMENTO TAXONÔMICO E COMPOSIÇÃO DAS TESTAS

No total das 42 amostras, foram triados 15.025 espécimes de foraminíferos bentônicos. Tendo sido triados 5.462 nas 16 amostras do testemunho SIS 249, e 9.563 nas 26 amostras do testemunho SIS 188.

Foram identificados 55 táxons nestas amostras, dos quais foram reconhecidas 23 espécies a nível específico, tendo 7 destas permanecido com nomenclatura aberta (ex. *Spiroloculina* sp.); 28 táxons em nível genérico; 2 (dois) em nível de subfamília (Cibicidinae e Nonioninae); 1 (um) em família (Uvigerinidae), e 1 (um) táxon foi designado com o nome das duas famílias das quais os uniloculares identificados pertencem (Ellipsolagenidae e Lagenidae).

Neste trabalho os foraminíferos bentônicos foram identificados em um nível de maior detalhamento com o intuito de registrar a ocorrência das espécies na área de estudo. O registro dessa identificação encontra-se na Lista Taxonômica (Apêndice C).

5.3.1 Proporções dos diferentes tipos constituintes das testas

Em ambos os testemunhos, os foraminíferos bentônicos foram predominantemente do tipo hialino. Do total de 42 amostras analisadas, 19 delas, referente a 45% das amostras, não apresentaram nenhuma testa de foraminífero bentônico do tipo aglutinante ou porcelanáceo em sua composição faunística.

A proporção de foraminíferos bentônicos hialinos no testemunho SIS 249 foi 99,8%, apresentando, conseqüentemente, proporções baixas de aglutinantes (0,1%) e porcelanáceos (0,04%), que somados representaram apenas 0,14% do testemunho. Foraminíferos aglutinantes

e porcelanáceos ocorreram com maior frequência e abundância no testemunho SIS 188, mas continuaram representando um valor baixo em relação ao total, apenas 0,43% do testemunho (Figuras 21 e 22). A maior diferença ocorreu na proporção de porcelanáceos presentes, que foi 0,3% no testemunho SIS 188 e 0,04% no testemunho SIS 249.

A despeito de não serem apresentados os dados da proporção do grupo de foraminíferos não identificados em relação ao tipo constituinte da testa, os cálculos de proporção dos três tipos de testa consideraram a presença desses outros foraminíferos. Estes dados encontram-se no Apêndice B

Figura 21 – Abundância relativa dos foraminíferos aglutinantes e porcelanáceos do testemunho SIS 249.

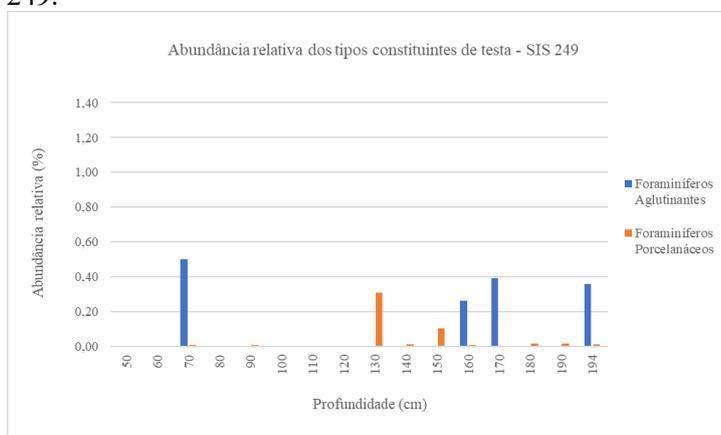
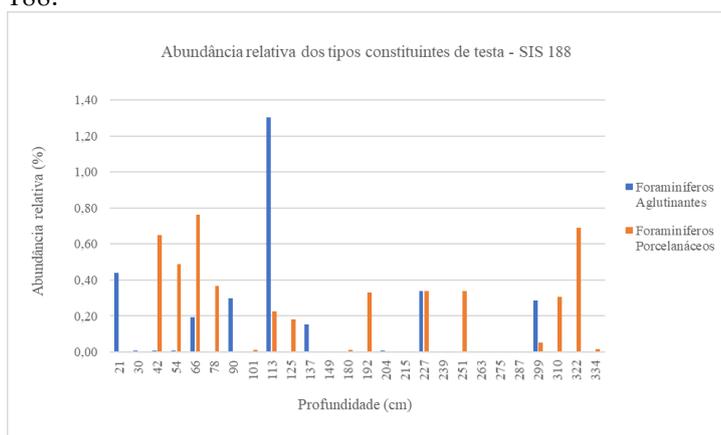


Figura 22 - Abundância relativa dos foraminíferos aglutinantes e porcelanáceos do testemunho SIS 188.



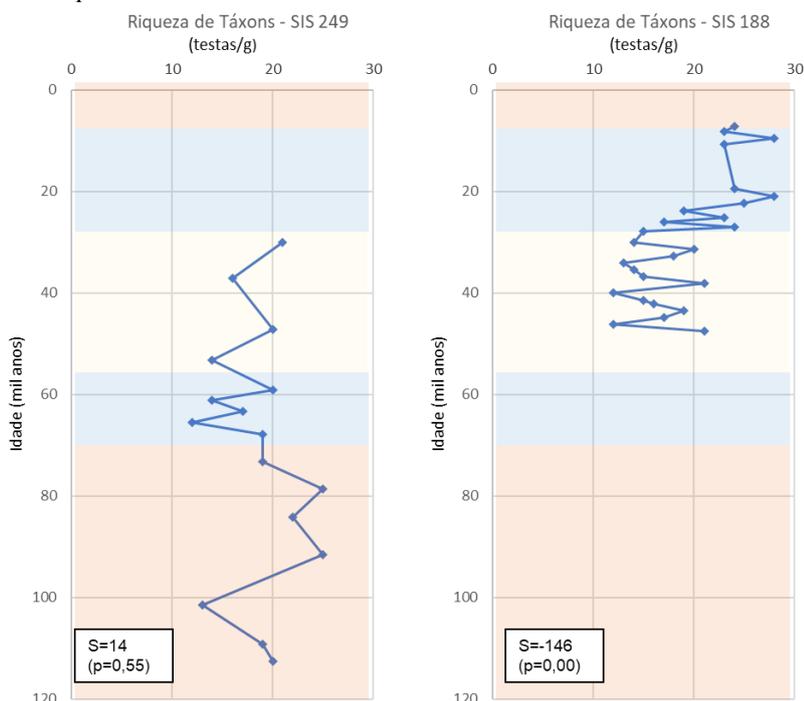
5.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL

5.4.1 Riqueza

O testemunho SIS 188 apresentou riqueza maior que o testemunho SIS 249, tendo sido identificados 28 gêneros e 21 espécies no primeiro e, 24 gêneros e 14 espécies no segundo. Ambos apresentaram os mesmos táxons identificados em nível de subfamília (Cibicidinae e Nonioninae) e família (Uvigerinidae e Ellipsolagenidae e Lagenidae).

Em ambos os testemunhos, a menor riqueza foi de 12 táxons, sendo encontrada na profundidade 120 cm no testemunho SIS 249 e 263 cm no testemunho SIS 188. No testemunho SIS 249, a maior riqueza apresentada foi de 25 táxons (150 e 170 cm), e no testemunho SIS188 foi de 28 (42 e 78 cm) (Figura 23) (Apêndice B).

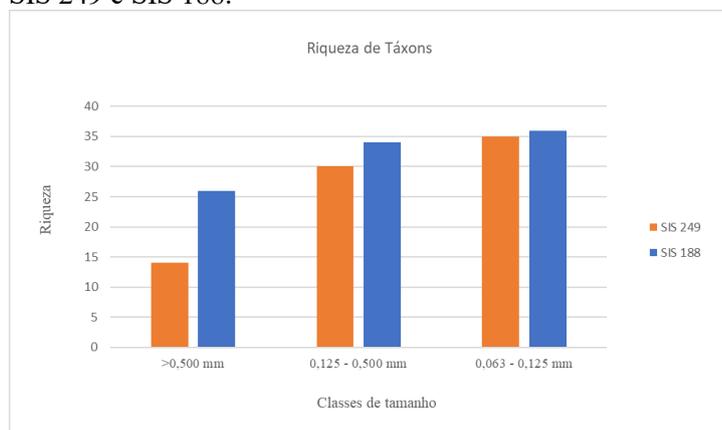
Figura 23 – Distribuição das riquezas de táxons ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



Segundo o teste não-paramétrico de tendência Mann-Kendall, o testemunho SIS 188 apresentou tendência crescente (Figura 23). Em relação à riqueza de táxons apresentada em

cada classe de tamanho, o testemunho SIS 188 apresentou valores mais altos que o testemunho SIS 249, sobretudo na classe $>0,500$ mm (Figura 24).

Figura 24 – Comparação da riqueza de táxons entre as diferentes classes de tamanho nos testemunhos SIS 249 e SIS 188.

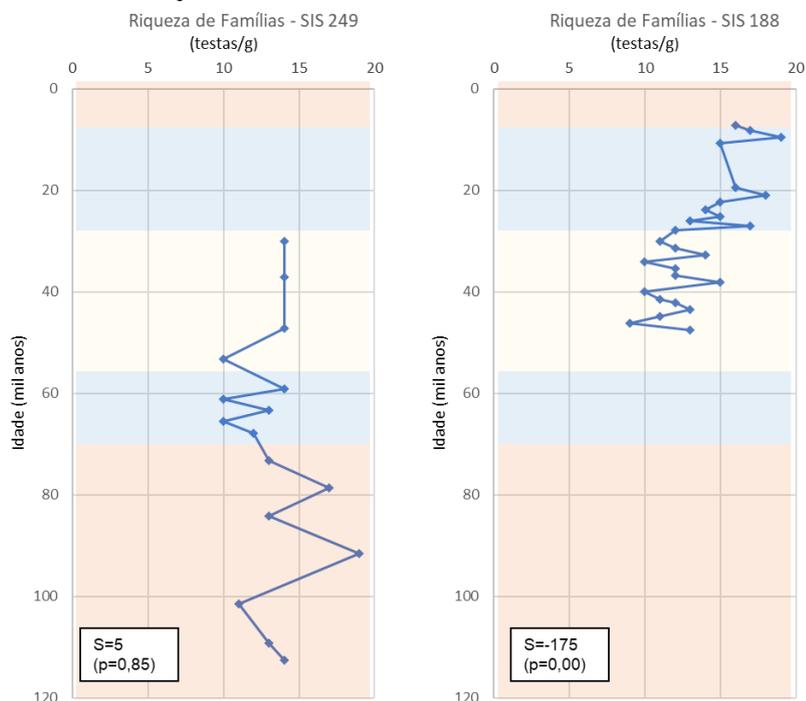


Para as próximas análises estatísticas, os táxons foram agrupados ao nível de família. Embora tenham sido registradas 29 famílias ao todo, foram utilizadas apenas as 14 mais abundantes para os estudos de associação ecológica.

O testemunho SIS 188 apresentou as mesmas 24 famílias presentes no testemunho SIS 249, além de 5 famílias registradas exclusivamente nele: Cornuspiridae, Polymorphinidae, Siphoninidae, Spiroloculinidae e Turrilinidae.

Em ambos os testemunhos, a maior riqueza foi de 19 famílias (na profundidade de 170 cm no testemunho SIS 249, e na de 42 cm no testemunho SIS 188); e as menores riquezas foram de 10 famílias no testemunho SIS 249 (nas profundidades de 80, 100 e 120 cm) e 9 famílias no testemunho SIS 188 (na profundidade de 322 cm) (Figura 25) (Apêndice B). Assim como ocorreu na riqueza de táxons, o teste de Mann-Kendall demonstrou tendência crescente na riqueza de famílias no testemunho SIS 188 (Figura 25).

Figura 25 - Distribuição das riquezas de famílias ao longo dos testemunhos SIS 249 e SIS 188. Valores de S e p referentes ao teste de Mann-Kendall.



Assim como na riqueza dos táxons, foram desconsiderados no cálculo da riqueza das famílias os foraminíferos bentônicos não identificados e outros táxons cuja composição da testa não foi confirmada.

5.4.2 Frequência de ocorrência

Em todas as amostras de ambos os testemunhos ocorreram os gêneros *Bolivina*, *Bulimina*, *Globocassidulina* e *Uvigerina*, e as espécies *Alabaminella weddellensis*, *Epistominella exigua* e *Trifarina angulosa*. No testemunho SIS 188 também ocorreu em todas as amostras, a subfamília Cibicidinae, e no testemunho SIS 249 o gênero *Cassidulina*, tendo este gênero ocorrido em 92% das amostras do outro testemunho.

Com frequência de ocorrência maior que 80% nas amostras, em ambos os testemunhos também foram encontrados representantes das famílias Ellipsolagenidae e Lagenidae e da subfamília Nonioninae. Ocorreram com frequência alta também os táxons *Buliminella* no testemunho SIS 249 e *Hoeglundina elegans* no testemunho SIS 188.

5.4.3 Abundância relativa

A maioria desses táxons que ocorreram com alta frequência ao longo dos testemunhos, tiveram também alta abundância relativa nas amostras. O gênero *Globocassidulina* foi o mais abundante em ambos os testemunhos, representando 22,6% dos foraminíferos bentônicos presentes no testemunho SIS 249 e 36,3% no testemunho SIS188 (Apêndice B). Neste último testemunho, *Globocassidulina* foi o gênero mais abundante em todas as amostras, exceto uma, na profundidade de 149 cm. Nesta amostra, a maior abundância relativa foi da espécie *Trifarina angulosa*, representando 24,2% da amostra, enquanto *Globocassidulina* apresentou o seu menor valor de abundância (6,9%). No testemunho SIS 249, *Globocassidulina* alternou com os gêneros *Bulimina* e *Bolivina* e a espécie *Trifarina angulosa* como os táxons mais abundantes das amostras. Além destes táxons dominantes, apresentaram também abundância relativa acima de 5% as espécies *Alabaminella weddellensis* e *Epistominella exigua*, e os gêneros *Uvigerina* e *Cassidulina*.

5.4.4 Registros exclusivos

Conforme demonstrado anteriormente na Tabela 2, alguns táxons estiveram presentes nas três classes de tamanho de ambos os testemunhos, são eles: a espécie *Oridorsalis umbonatus*, os gêneros *Globocassidulina*, *Sphaeroidina* e *Uvigerina*, e a subfamília Cibicidinae. A espécie *Cibicidoides wuellerstorfi* foi registrada em todas as classes apenas no testemunho SIS 249, visto que o testemunho SIS 188 não registrou nenhum indivíduo desta espécie na classe de menor tamanho (0,063 - 0,125 mm). No testemunho SIS 188 foram identificados em todas as classes de tamanho, além dos táxons em comum com o testemunho SIS 249 já citados, as espécies *Epistominella exigua* e *Sigmoilopsis schlumbergeri*; os gêneros *Bulimina*, *Cassidulina*, *Islandiella* e *Pyrgo*; e o táxon que agrupou os foraminíferos uniloculares (famílias Ellipsolagenidae e Lagenidae).

Foram encontrados, em ambos os testemunhos, exclusivamente na classe de menor tamanho (0,063 - 0,125 mm), apenas táxons pouco representativos como *Cancris*, *Rectobolivina*, *Seabrookia pelucida* (= *S. earlandi*); e indivíduos não identificados ao nível de espécie, e também pouco representativos, dos gêneros *Alabaminella* e *Epistominella*.

Espécimes destes gêneros foram identificados em quantidade significativa como *Alabaminella weddellensis* e *Epistominella exigua* e encontram-se presentes também em outras classes de tamanho. Já nas duas classes de maior de tamanho (>0,500 mm e 0,125 – 0,500 mm) estiveram presentes, em ambos os testemunhos, as espécies *Hoeglundina elegans* e *Laticarinina pauperata*, também pouco representativas.

Os táxons mais abundantes que foram registrados apenas nas classes 0,125 – 0,500 mm e 0,063 – 0,125 mm de ambos os testemunhos foram as espécies *Alabaminella weddellensis* e *Trifarina angulosa* e o gênero *Bolivina*. No testemunho SIS 249, também foram encontrados nestas classes de tamanho os táxons principais: *Epistominella exigua*, *Bulimina*, *Cassidulina* e as famílias Ellipsolagenidae e Lagenidae (agrupando as testas uniloculares). Com exceção do gênero *Buliminella*, que foi registrado apenas na classe de menor tamanho no testemunho SIS 188, todos os outros táxons foram encontrados nas três classes de tamanho deste testemunho, conforme citado anteriormente.

Foi observado que o gênero *Trifarina*, inclusive a espécie abundante *Trifarina angulosa*, não ocorreu na classe de maior tamanho em nenhum dos dois testemunhos. Este gênero foi registrado apenas nas classes 0,125 – 0,500 mm e 0,063 – 0,125 mm. Verifica-se também que no testemunho SIS 249, todos os indivíduos pertencentes ao gênero *Pyrgo* ocorreram apenas na classe de maior tamanho, enquanto no outro testemunho o gênero esteve presente nas três classes. Apesar deste testemunho SIS 188 ter registrado as espécies *Pyrgo lucernula* e *Pyrgo murrhina* apenas na classe >0,500 mm, não se descarta a possível presença destas espécies agrupadas como miliolídeos, visto que alguns espécimes não foram identificados em maior detalhamento devido ao grau de fragmentação da testa.

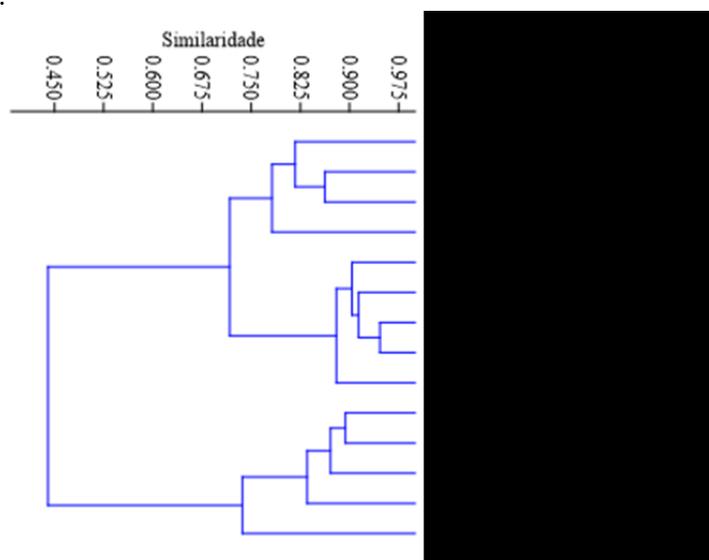
O testemunho SIS 188 apresentou alguns táxons que não ocorreram no outro testemunho, e que foram registrados exclusivamente em uma das classes de tamanho. Dito isto, *Cornuspira* sp., *Glandulina ovula*, *Siphotextularia* sp. e *Triloculina* sp. foram registrados apenas na classe de maior tamanho; *Neolenticulina* sp. e *Spiroloculina* sp. na classe 0,500 – 0,125 mm, e *Guttulina* sp. e *Siphonina reticulata* ocorreram exclusivamente na classe 0,125 – 0,063 mm.

5.5 ASSOCIAÇÕES ECOLÓGICAS E ZONAÇÃO PALEOAMBIENTAL

5.5.1 Associações ecológicas

A análise de agrupamento MODO R gerou o dendrograma apresentado abaixo (Figura 26), que identificou três associações de famílias conforme suas respectivas abundâncias relativas e frequências de ocorrência (Tabelas 3, 4 e 5). Os dados das abundâncias relativas das famílias encontram-se no Apêndice B.

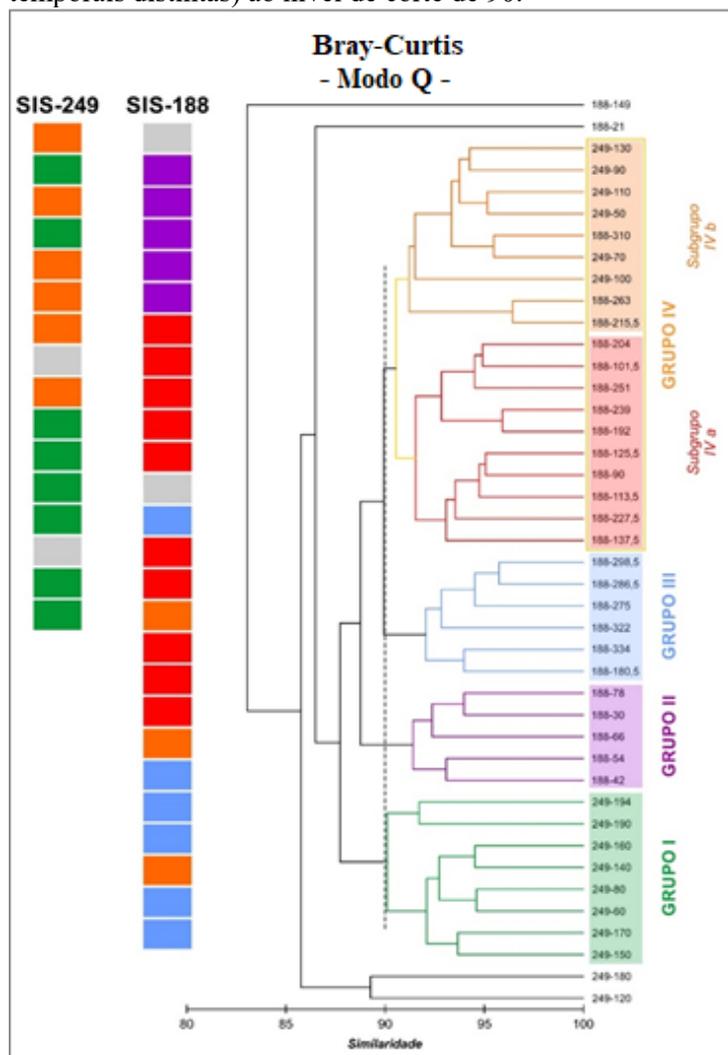
Figura 26 – Dendrograma Modo R com a formação de três associações ecológicas ao nível de corte de 0,70.



5.5.2 Zonação paleoambiental

A análise de agrupamento MODO Q gerou o dendrograma apresentado abaixo (Figura 27), que reuniu as amostras similares entre si em 4 grupos distintos.

Figura 27 – Dendrograma Modo Q com a formação de quatro grupos de amostras (condições temporais distintas) ao nível de corte de 90.



O Grupo I é composto exclusivamente de amostras do testemunho SIS 249, com algumas do topo, 60 e 80 cm, mas a maioria da base do testemunho: 140, 150, 160, 170, 190 e 194 cm. O Grupo II é representado apenas por amostras do topo do testemunho SIS 188: 30, 42, 54, 66 e 78 cm. O Grupo III é constituído, principalmente, por amostras da base, e

exclusivamente do testemunho SIS 188: 180, 275, 286, 298, 322 e 334 cm. O Grupo IV pode ser dividido em dois subgrupos, denominados Subgrupo IV-a e Subgrupo IV-b. O primeiro subgrupo é formado exclusivamente por amostras de profundidade intermediária do testemunho SIS 188, sendo elas: 90 – 137 cm, 192, 204, 227 – 251 cm. Enquanto o Subgrupo IV-b é o único agrupamento que reuniu amostras de ambos os testemunhos. Do testemunho SIS 249, encontram-se principalmente as amostras da parte intermediária dele: 90 – 110 cm e 130 cm; e do topo, as amostras de 50 e 70 cm de profundidade. Do testemunho SIS 188 são apenas 3 amostras da parte intermediária e base do testemunho: 215, 263 e 310 cm.

5.6 RELAÇÕES ECOLÓGICAS E GEOQUÍMICAS AO LONGO DOS TESTEMUNHOS

Na Tabela 6 estão os valores médios dos principais descritores abióticos e bióticos para cada grupo gerado pela análise de agrupamento (Modo Q).

Tabela 6 – Valores médios dos principais descritores abióticos e ecológicos para cada grupo gerado pela análise de agrupamento (Modo Q). Valores em vermelho correspondem à maior média do descritor e valores em verde à menor média.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Sub-grupo IV a	Sub-grupo IV b
Carbonato Total (%)	22,88	30,15	10,41	18,08	20,40	15,76
Sedimentos finos (%)	70,88	70,05	93,78	79,91	85,33	74,48
$\delta^{13}\text{C}$ em Uvigerina	-0,34	-0,30	-0,63	-0,32	-0,46	-0,18
$\delta^{18}\text{O}$ em Uvigerina	3,96	4,54	4,44	4,18	4,25	4,11
Associação ecológica A	7,00	8,82	7,90	6,14	6,19	6,09
Associação ecológica B	1,59	1,29	0,46	0,61	0,76	0,47
Associação ecológica C	78,62	76,36	80,42	84,45	84,20	84,70
Densidade de testas > 0,500 mm (%)	0,06	0,13	0,08	0,05	0,06	0,03
Densidade de testas 0,125 - 0,500 mm (%)	16,27	11,89	9,73	8,86	8,46	9,27
Densidade de testas 0,063 - 0,125 mm (%)	83,67	87,98	90,19	91,09	91,48	90,70

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Sub-grupo IV a	Sub-grupo IV b
Densidade de testas total	3.683	6.534	982	3.357	3.391	3.323
Riqueza (famílias)	14	17	11	13	14	12
Riqueza (táxons)	20	25	16	18	20	17
Alabaminidae	0,38	0,00	0,05	0,03	0,06	0,00
Bolivinitidae	15,32	12,22	6,89	8,50	5,54	11,47
Buliminellidae	0,41	0,18	0,27	0,19	0,18	0,21
Buliminidae	16,28	5,84	13,25	11,51	8,97	14,06
Cassidulinidae	23,95	39,10	33,95	37,35	42,26	32,43
Cibicididae	1,16	3,55	0,62	1,76	1,82	1,69
Ellipsolagenidae + Lagenidae	1,30	1,64	0,80	0,55	0,47	0,63
Epistominidae	0,02	0,66	0,12	0,12	0,21	0,03
Eponididae	5,21	7,39	5,06	10,88	11,61	10,16
Nonionidae	2,24	1,54	1,04	1,36	1,15	1,58
Pseudoparrellidae	2,29	2,09	5,44	2,47	2,75	2,19
Sphaeroidinidae	0,37	0,29	0,01	0,15	0,06	0,23
Uvigerinidae	17,86	11,81	21,28	16,21	15,83	16,59
Vaginulinidae	0,28	0,12	0,00	0,02	0,03	0,00

No Grupo I houve maior representatividade da Associação B de famílias, principalmente das famílias Alabaminidae, Buliminellidae, Sphaeroidinidae e Vaginulinidae. As amostras apresentaram maior densidade média de foraminíferos bentônicos da classe de tamanho 0,125 – 0,500 mm, principalmente de exemplares do gênero *Bulimina*. A razão isotópica de oxigênio apresentou os menores valores médios nesse grupo. Este grupo foi exclusivo do testemunho SIS 249 e caracterizou as amostras da base, pertencentes ao estágio interglacial EIM 5, e tendo ocorrido também em duas amostras do EIM 3. O grupo também apresentou a segunda maior média de teor de carbonato, a segunda menor média de

porcentagem de sedimentos finos com carbonato e a menor média de finos após a eliminação do carbonato.

O Grupo II, representando principalmente o final do período glacial EIM 2 (próximo do UMG) e o início do período interglacial EIM 1 (amostras de topo do testemunho SIS 188), apresentou maior importância da Associação A, principalmente pela abundância das famílias Cibicididae (gênero *Cibicoides wuellerstorfi* e subfamília Cibicidinae) e os uniloculares (Ellipsolagenidae e Lagenidae). Esse grupo também apresentou maiores médias de riqueza de táxons e de famílias, maiores densidades total e da classe >0,500 mm e maiores valores médios de teor de carbonato total, e das razões isotópicas de carbono e oxigênio. A porcentagem média de finos com carbonato nesse grupo foi a menor. Apesar de também ocorrer em um período interglacial, como o Grupo I anteriormente citado, após a eliminação do carbonato, algumas das amostras apresentaram quantidades de sedimentos finos maiores que as do interglacial EIM 5 do testemunho SIS 249.

Grupo III apresentou maior representatividade das famílias Uvigerinidae e Pseudoparrellidae, e maior média de porcentagem de finos com carbonato por amostra. Densidade total e riquezas de táxons e famílias apresentaram as menores médias nesse grupo, assim como teor de carbonato e a razão isotópica de carbono. Este grupo foi exclusivo da base do testemunho SIS 188, que compreende o período glacial EIM 3.

O Grupo IV apresentou valores médios maiores de abundância relativa da Associação C, especialmente com a família Eponididae, e na densidade da menor classe de tamanho. A menor abundância relativa de uniloculares (Ellipsolagenidae e Lagenidae) ocorreu nesse grupo. Ao diferenciar este grande grupo nos dois subgrupos identificados pela análise de agrupamento, dois descritores, antes mais abundantes no Grupo II, foram mais representativos nestes subgrupos separadamente. Desta forma, o Subgrupo IVa apresentou uma média de valores mais alta para a família Cassidulinidae, e o Subgrupo IVb para a razão isotópica de carbono. O Subgrupo IVa (vermelho) foi exclusivo da porção intermediária do testemunho SIS 188, que compreendeu os estágios glaciais EIM 2 e 3. Apesar de apresentar uma média de teor de carbonato relativamente alta e próxima dos valores do EIM 5 (Grupo I); quando as amostras deste grupo são separadas entre as pertencentes do EIM 2 e as do EIM 3 (limite de 29.000 anos, segundo Lisiecki e Raymo, 2005), observa-se que os valores das amostras do EIM 3 são mais baixos, aproximando-se dos valores encontrados do Grupo III, localizado numa porção mais antiga do EIM 3. O grupo contém a segunda maior média de porcentagem de sedimentos finos

com carbonato e também possui valores altos após a eliminação do carbonato de cálcio, tendo maior destaque as amostras do EIM 2, que possuem as maiores proporções de sedimentos finos sem carbonato de ambos os testemunhos, assim como as maiores abundâncias relativas do gênero *Globocassidulina*. O Subgrupo IVb (laranja) ocorreu nos períodos glaciais de ambos os testemunhos, mas principalmente no testemunho SIS 249, onde ele ocorreu nos EIM 3 e 4, e no testemunho SIS 188 ele ocorreu intercalando com amostras do Grupo III, no EIM 3. O grupo demonstrou possuir uma média alta para isótopos de carbono, mas isso se deve, em parte, ao testemunho SIS 249 possuir, em média, valores mais altos desta variável que o outro testemunho. Os valores do EIM 3 foram diferentes e opostos entre os dois testemunhos: no SIS 249 estavam os maiores valores e no testemunho SIS 188 (entre 180 e 299 cm), os menores.

6 DISCUSSÃO

6.1 COMPOSIÇÃO DAS TESTAS

No presente trabalho, realizado no talude da Bacia de Pelotas, os foraminíferos hialinos foram dominantes, representando 99,6% da assembleia faunística, enquanto aglutinantes e porcelanáceos representaram apenas 0,1% cada. Na Bacia de Campos, com amostras em profundidades variando entre 750 e 1950 m, Sousa et al. (2006) também documentaram a predominância de foraminíferos hialinos em todas as estações, no entanto os mesmos representaram 65% das testas, enquanto aglutinantes e porcelanáceos representaram 22,5 e 12,5%, respectivamente.

Faunas do talude continental contêm uma proporção maior de foraminíferos calcários, principalmente rotalídeos e buliminídeos, que em áreas abissais. Em áreas de maior fluxo de matéria orgânica, as faunas do talude são tipicamente dominadas por táxons calcários com hábito preferencialmente infaunal e, em muitos casos, possuem habilidade para tolerar persistentes baixas concentrações de oxigênio, resultado da oxidação da matéria orgânica (GOODAY; RATHBURN, 1999).

Em trabalho realizado no Mar da Arábia, Gooday et al. (2000) identificaram que a fauna de foraminíferos vivos do ponto localizado a 412 m de profundidade, permanentemente disóxico e rico em matéria orgânica, foi dominada por espécimes hialinos (85% da abundância total), enquanto no ponto mais profundo (3.350 m) e bem oxigenado, ocorreram mais foraminíferos aglutinantes e miliolídeos (porcelanáceos).

Muitas espécies hialinas possuem testas com poros bem desenvolvidos, possivelmente facilitando a troca de oxigênio entre a célula e o meio, enquanto miliolídeos (porcelanáceos) não possuem poros em suas testas, e geralmente estão ausentes em ambientes com baixas concentrações de oxigênio (CORLISS, 1985; MOODLEY; HESS, 1992; GOODAY et al., 2000). Os miliolídeos são mais comuns em mares tropicais rasos, sendo mais resistentes a radiação solar e à instabilidade hidrodinâmica dessas áreas (ARMSTRONG; BRASIER, 2005) devido a opacidade e a maior resistência física da testa. Apesar da primeira área de estudo no Mar da Arábia (GOODAY et al., 2000) estar localizada em uma área mais rasa que a deste estudo, ambas apresentam condições eutróficas, e a proporção de hialinos é mais próxima da encontrada no presente trabalho, quando comparado ao trabalho de Sousa et al. (2006).

Acredita-se assim que o predomínio de condições eutróficas no talude do Arco de Torres seja uma das principais razões para o domínio de hialinos.

6.2 BIOMETRIA

A área de estudo tem uma abundância alta de espécies oportunistas. Estas crescem e se reproduzem rapidamente, frequentemente possuem testas pequenas, que ficam retidas na malha de 0,063 mm (SMART et al., 1994). Até o início do século XX, muitos trabalhos não utilizavam essa fração menor em suas análises, fazendo uso da malha 0,125 mm, sendo, portanto, necessária cautela ao comparar os dados com estes trabalhos (DORST; SCHÖNFELD, 2013).

Epistominella exigua e *Alabaminella weddellensis* são duas espécies oportunistas comuns na área de estudo. São beneficiadas pelo aporte de fitodetritos e conhecidas por indicarem fluxos sazonais de matéria orgânica no fundo oceânico. Essas espécies são caracterizadas pelo tamanho pequeno da testa, as paredes lisas e transparentes, e a morfologia da testa (espiral) indicando seu hábito epifaunal (GOODAY; LAMBSHEAD, 1989). Segundo Gooday (1993) e Smart et al. (1994), a *Alabaminella weddellensis* varia de tamanho entre 0,060 e 0,180 mm, e a *Epistominella exigua* costuma ter menos que 0,200 mm de tamanho, apesar de alguns espécimes serem maiores que 0,300 mm. Os resultados obtidos na Bacia de Pelotas corroboram estes estudos.

Em termos gerais, as amostras que apresentaram densidade de testas acima da média na classe de tamanho acima 0,500 mm tiveram também um valor de riqueza mais alto. A alta diversidade sugere que os recursos alimentares foram bem distribuídos entre as espécies, caracterizando ambientes estáveis (ARMSTRONG; BRASIER, 2005). Foraminíferos de maiores tamanhos estão relacionados com um suprimento de alimento ótimo, visto que áreas oligotróficas não sustentariam a grande biomassa destes foraminíferos, assim como ambientes com fortes depleções de oxigênio (BOLTOVSKOY; SCOTT; MEDIOLI, 1991; GOODAY et al., 2000). Os táxons mais abundantes de maior tamanho como, *Globocassidulina*, *Cibicidoides wuellerstorfi* e a subfamília Cibicidinae se desenvolvem em áreas com fortes correntes de fundo, que poderiam ser responsáveis pelo suprimento de matéria orgânica refratária (lateral) para a área, assim como oxigenar o sedimento. Sedimentos com menos teores de finos, como

na amostra 170 cm do testemunho SIS 249, também permitem uma maior oxigenação do sedimento. As altas abundâncias totais da espécie *Trifarina angulosa* e do gênero *Globocassidulina*, que possuem preferência por sedimentos arenosos, nesta amostra corroboram com isto.

6.3 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA RELATIVA

Em todas as amostras analisadas no Arco de Torres ocorreram os gêneros *Bolivina*, *Bulimina*, *Globocassidulina* e *Uvigerina*, e as espécies *Alabaminella weddellensis*, *Epistominella exigua* e *Trifarina angulosa*. Ambos os testemunhos foram dominados por *Globocassidulina*, gênero infaunal conhecido por responder ao fluxo constante de matéria orgânica em ambientes eutróficos. Assim como este gênero, a maioria dos táxons dominantes na área são infaunais e respondem positivamente a ambientes enriquecidos organicamente. Na compilação de dados do Atlântico Nordeste que Dorst e Schönfeld (2013) fizeram, foi concluído que as espécies dominantes na maioria dos pontos amostrais eram designadas como as espécies ocorrendo com mais frequência em uma região específica.

Globocassidulina foi o táxon mais abundante em 11 das 16 amostras do testemunho SIS249, alternando a posição de mais abundante com os gêneros *Bulimina* (2 amostras), *Trifarina* (2 amostras) e *Bolivina* (1 amostra) na base desse testemunho. Essa variação da espécie mais abundante em cada amostra pode ser um indício que na localidade do testemunho SIS 249, durante o EIM 5, houve variações na produtividade primária, e conseqüentemente na produtividade bentônica. Este período do interglacial (EIM 5) apresentou baixas porcentagens de sedimentos finos sem carbonato e altos valores de COT, que estão relacionados a maiores produtividades. O gênero *Globocassidulina* responde bem ao aporte constante de matéria orgânica e, embora considerado pela maioria dos pesquisadores como um gênero infaunal, *Globocassidulina* aparentemente não tolera concentrações de oxigênio tão baixas quanto os outros táxons infaunais que também dominaram este período. Essas mudanças de dominância nas amostras da base do testemunho SIS 249 podem ser indicativas de condições disóxicas no final do EIM 5.

Os altos valores de abundância do gênero *Globocassidulina* na área de estudo (acima de 20%) são semelhantes aos encontrados para a Bacia de Santos por de Almeida et al. (2015). No entanto, a espécie mais abundante relatada por estes autores foi a *Globocassidulina crassa*,

responsável por 22,4% de abundância média, enquanto a espécie *Globocassidulina subglobosa* correspondeu a apenas 1,9%. Acredita-se que no presente trabalho a maioria dos espécimes do gênero *Globocassidulina* sejam pertencentes à espécie *Globocassidulina subglobosa*. Chapori et al. (2014) encontraram na Argentina a espécie *Globocassidulina subglobosa* com abundância de apenas 1,4%.

A principal espécie encontrada na margem continental Argentina por Chapori et al. (2014) foi *Uvigerina peregrina*, com abundância relativa média de 19,5%. No presente trabalho, o gênero *Uvigerina* tem abundância inferior a 6% ao longo de ambos os testemunhos, assim mesmo, considerando todos os espécimes do gênero e não apenas *Uvigerina peregrina*, este não ocorre com a mesma importância encontrada por Chapori et al. (2014). Por outro lado, em de Almeida et al. (2015) a média de abundância da *Uvigerina peregrina* na Bacia de Santos foi 0,7%, o que nos leva a crer que os resultados encontrados na Bacia de Pelotas são intermediários entre as bacias estudadas, sugerindo um gradiente latitudinal na distribuição deste gênero.

Os gêneros infaunais, *Uvigerina* e *Trifarina*, foram mais abundantes no período interglacial EIM 5 no testemunho SIS 249. Enquanto no testemunho SIS 188, ambos os gêneros apresentaram abundância relativa média maior no período glacial EIM 3. Rodrigues et al. (2018) trabalharam exclusivamente com o testemunho SIS 249, e averiguaram que a maior abundância relativa média destas espécies apresentou correlação positiva com o teor de COT e correlação negativa com o teor de sedimentos finos (sem carbonato). O testemunho SIS 188 não possui os dados de teor de COT, e ainda que possua os dados para o teor de sedimentos finos sem carbonato de apenas metade das amostras, observa-se uma quantidade menor de sedimentos finos sem carbonato neste EIM 3, fundamentando a maior abundância neste período. Isto poderia indicar uma forte relação destas espécies com sedimentos menos finos (mais arenosos), e explicar a maior abundância destes gêneros no EIM 5.

Quando consideradas separadamente as abundâncias desses gêneros, *Trifarina* apresentou valores baixos no período interglacial EIM 1, porém é possível observar que o sedimento deste período é mais fino que do outro período interglacial (EIM 5) do testemunho SIS 249; corroborando ainda mais pela preferência do gênero por sedimentos mais arenosos. O gênero *Uvigerina* parece ter uma menor dependência por sedimentos mais arenosos, visto que ele apresentou abundâncias altas em algumas das amostras ricas em sedimentos finos do

período interglacial EIM 1. Em trabalho realizado no Pacífico Sul, Smart et al. (1994) observaram um aumento na abundância da *Uvigerina peregrina* a partir do final do EIM 5 em direção ao Holoceno, culminando em maiores abundâncias nos EIM 1. Neste trabalho, este tipo de análise comparativa não pode ser realizado, visto que as amostras coletadas do testemunho SIS 249 não abrangiram os EIM 2 e 1; todavia, as abundâncias do gênero *Uvigerina* diminuíram com o passar dos milênios.

Duas espécies abundantes no Arco de Torres (entre 2% e 10%) são indicadoras de fluxos sazonais de fitodetrito produzido na camada fótica, *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*, sendo esta última a mais abundante entre as duas neste trabalho. Em Chaporí et al. (2014), estas espécies epifaunais apresentaram abundâncias médias próximas, 7,2, e 8,4%, respectivamente. Em de Almeida et al. (2015) a abundância da *Epistominella exigua* foi mais alta, 15,2%, e a da *Alabaminella weddellensis* foi 7,6%.

As espécies epifaunais oportunistas, *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*, apresentaram abundâncias maiores durante os períodos glaciais (EIM 2, 3 e 4) e as menores abundâncias nos interglaciais, assim como observado por Smart et al. (1994) e Rodrigues et al. (2018). Essas espécies oportunistas foram mais abundantes ao longo de todo o testemunho SIS 188. Quando comparados os períodos interglaciais EIM 1 e 5, elas foram mais abundantes no EIM 1.

Em Rodrigues et al. (2018) foi trabalhada a relação entre essas duas espécies epifaunais e as infaunais *Uvigerina peregrina* e *Angulogerina (=Trifarina) angulosa*. Os autores concluíram que o aumento das espécies epifaunais está correlacionado negativamente com o teor de (COT) e positivamente com a razão isotópica de carbono. A abundância relativa das epifaunais aumentou em direção ao topo do testemunho SIS 249, alcançando um valor médio maior no EIM 3 (29 a 57 mil anos; LISIECKI; RAYMON, 2005). Este estágio compreende um dos períodos glaciais do Quaternário. Durante estes períodos mais frios e secos, o fenômeno da ressurgência pode ser mais frequente e intenso, favorecendo os fluxos sazonais de fitodetritos e, conseqüentemente, o crescimento e reprodução das espécies oportunistas *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*. Enquanto isso as espécies infaunais *Uvigerina peregrina* e *Trifarina angulosa* apresentaram abundância relativa média maior no EIM 5 (73 a 112.500 anos).

6.4 ZONAÇÃO PALEOAMBIENTAL

O final do Pleistoceno e início do Holoceno (EIM 2 para EIM 1) foi diferenciado no topo do testemunho SIS 188 pelo conjunto de amostras reunidas no grupo II da Análise de Agrupamento. Este grupo apresentou a maior média da família Cibicididae (gênero *Cibicidoides wuellerstorfi* e subfamília Cibicidinae), da qual as espécies são conhecidas por suportarem correntes de fundo que costumam ser mais fortes em períodos de degelo (estágios interglaciais), especialmente após o UMG, e que também oxigenam o sedimento (SOUSA et al., 2006). Acredita-se que as espécies dessa família sejam suspensívora-passivas (MURRAY, 2006), que se alimentam das partículas em suspensão na água, e que o maior fluxo de correntes de fundo seja responsável pelo maior aporte de matéria orgânica refratária na área, permitindo o melhor desenvolvimento desta família. A espécie *Hoeglundina elegans* possui a carapaça de aragonita, sendo mais sensível à corrosividade das águas (GONZALES et al., 2017); e o gênero foi mais abundante neste período interglacial, EIM 1. As águas nos períodos interglaciais costumam ser menos corrosivas, dependendo do local e da massa d'água dominante (KIMOTO et al., 2003), o que poderia explicar a maior quantidade de foraminíferos deste gênero. Petró (2018) também relatou um aumento de *Hoeglundina elegans* nos períodos interglaciais de seu trabalho

O fim do EIM 3 e o EIM 2 foram definidos sobretudo pelo grupo IVa, que reuniu as amostras da porção intermediárias do SIS 188. Estas amostras contêm alta porcentagem de sedimentos finos sem carbonato (sedimentos terrígenos), sugerindo maior influência de aporte continental, o que é condizente com uma condição do nível do mar mais baixo durante o UMG. O gênero *Globocassidulina* desenvolve-se melhor em ambientes mais frios e de sedimentos mais finos (MURRAY, 2006); tendo sido observado uma maior média da abundância relativa deste gênero no período glacial EIM 2 (UMG), assim como maiores valores de sedimentos finos sem carbonato. Quando comparado com os outros períodos glaciais, o EIM 2 foi o mais discrepante entre eles. Uma das diferenças foi a maior quantidade de teor de carbonato total, destacando-se que a maior diferença foi entre o EIM 3 do mesmo testemunho (SIS 188). Também apresentou as maiores densidades e riquezas entre os períodos glaciais, e até mesmo alguns dos maiores valores de densidade total entre ambos os períodos, glaciais e interglaciais, de ambos os testemunhos. Em conjunto com o EIM 4, localizado no testemunho SIS 249, eles

contêm as maiores proporções de sedimentos finos sem carbonato, porém os valores do EIM 2 são maiores, com algumas amostras chegando a quase 100% de sedimentos finos.

O EIM 3 foi representado principalmente pelas amostras reunidas no grupo III (base do SIS188) e parte do grupo IVb (topo do SIS 249). Os baixos teores de carbonato total e razão isotópica de carbono que caracterizaram o grupo III sugerem um período com temperaturas mais baixas que as encontradas no topo do testemunho do SIS 188. A relação entre temperatura e estas variáveis é feita por Suguio (2010), que afirma que valores mais altos de teores de carbonato total e razão isotópica de carbono correspondem a temperaturas mais altas. Apesar das quantidades de sedimentos finos sem carbonato serem parecidas entre os EIM 3 dos dois testemunhos, algumas diferenças foram observadas entre eles. A porção do testemunho SIS 249 apresentou valores de razão isotópica de carbono muito maiores que as encontradas na porção do testemunho SIS 188; assim como teor de carbonato mais elevado, sendo que os valores deste último no SIS 188 se aproximaram mais aos dos encontrados no EIM 4. Quando comparadas a densidade total e as riquezas de táxons e famílias do EIM 3, as do testemunho SIS 188 apresentaram valores abaixo das do testemunho SIS 249 e dos outros EIM do glacial, com destaque para a densidade total que foi muito menor. As amostras do EIM 4 e EIM 5 reuniram-se no grupo I, na porção intermediária e base do SIS 249.

Os períodos interglaciais são caracterizados por apresentarem baixos valores de sedimentos finos sem carbonato (mais arenosos), e maiores valores de teores de carbonato total e riquezas de táxons e famílias. Em relação ao tipo de sedimento, neste trabalho, o EIM 1 apresentou sedimentos mais finos com valores próximos do glacial EIM 3; enquanto o sedimento do EIM 5 era composto por sedimentos mais arenosos. Outros pontos observados foram a variação das densidades de testas de foraminíferos ao longo destes períodos, com picos de alta e baixa densidade; e a maior abundância do frágil gênero *Hoeglundina* no EIM 1, corroborando que as águas nos períodos interglaciais são menos corrosivas. No entanto, a baixa significância do gênero no testemunho SIS 249, mesmo durante o EIM 5, poderia ser um indicativo que as massas de água atuantes sobre a região sejam mais corrosivas.

É também característico destes períodos interglaciais uma maior abundância dos gêneros *Uvigerina* e *Trifarina*, sendo este último mais dependente de sedimentos mais arenosos para se desenvolver (MURRAY, 2006). Novamente, observa-se um comportamento diferente do esperado, com uma baixa abundância de ambos os gêneros no EIM 1, mas com maior

destaque para a menor abundância de *Trifarina*. Além do EIM 5, o período glacial EIM 3 apresentou valores bem altos de abundância destes gêneros.

Enquanto os períodos glaciais são conhecidos por apresentarem aumento da produtividade superficial oceânica, fluxo de carbono orgânico, densidade de foraminíferos e porcentagem de sedimentos finos; e também pela diminuição da diversidade (HERGUERA; BERGER, 1991- no Pacífico-; THOMAS; GOODAY, 1996). Neste trabalho foram observadas algumas diferenças entre os estágios isotópicos marinhos dos períodos glaciais.

Períodos glaciais são caracterizados pela maior frequência e intensidade de eventos de ressurgência, resultando em fluxos sazonais de matéria orgânica que propiciam o desenvolvimento de espécies oportunistas, como *Alabaminella weddellensis* e *Epistominella exigua*. Esses períodos glaciais também foram caracterizados por sedimentos mais finos, que não permitem grandes quantidades de oxigênio dissolvido no meio intersticial, sendo que estas espécies oportunistas toleram áreas com baixa concentração de oxigênio, desde que não seja por extensos períodos de tempo (JORISSEN; STIGTER; WIDMARK, 1995).

7 CONCLUSÃO

A presente pesquisa identificou um total de 55 táxons, a maioria deles já registradas previamente nas bacias sedimentares adjacentes (Bacia de Santos e Bacia de Mar del Plata). Observou-se, no entanto, diferenças em relação a abundância relativa das espécies dominantes ao longo do gradiente latitudinal. Em ambos os testemunhos analisados no Arco de Torres, o gênero dominante foi *Globocassidulina*, enquanto dados prévios relatam maior importância de *Uvigerina peregrina* ao sul e dos táxons *Bolivina* (nos períodos glaciais) e *Globocassidulina crassa* (períodos interglaciais) em direção às menores latitudes.

Alguns dos descritores ecológicos analisados responderam às variáveis geoquímicas e corroboraram as variações climáticas inferidas a partir do modelo de idade construído para cada um dos testemunhos. A biometria das testas, por exemplo, revelou um comportamento diferenciado no SIS 188 entre os EIM 2 e EIM 1, juntamente com a razão isotópica do carbono. A densidade de testas bentônicas na fração acima de 0,500 mm aumentou em direção ao final do Pleistoceno, simultaneamente ao aumento dos valores da $\delta^{13}\text{C}$.

Os testemunhos analisados representam períodos de deposição diferentes. O SIS 249 foi depositado entre os EIM 5 e EIM 3, enquanto o SIS188 representa os EIM 3 a EIM 1. Neste sentido, acredita-se que as diferenças encontradas nas associações ecológicas que os caracterizam refletem sobretudo mudanças no padrão latitudinal de distribuição das massas d'água, induzidas pelos ciclos glaciais. Como praticamente não houve sobreposição temporal entre os testemunhos, não foi possível compará-los em relação à influência da profundidade da lâmina d'água sobre os descritores ecológicos.

Variações na produtividade primária superficial entre o final do Pleistoceno e o início do Holoceno (período total abrangido pelos dois testemunhos analisados) foram inferidas a partir de mudanças na importância das espécies epifaunais. Embora a área de estudo tenha se caracterizado pela dominância de táxons infaunais indicadores de condições eutróficas (tais como *Globocassidulina*, *Bulimina*, *Bolivina* e *Uvigerina*), observou-se o aumento da abundância relativa das espécies *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis* durante os períodos mais frios (EIM 2, 3 e 4) e menores abundâncias no final do EIM 5 e início do EIM 1. Períodos glaciais são caracterizados pela maior frequência e intensidade de eventos de ressurgência, resultando em fluxos sazonais de matéria orgânica que propiciam o desenvolvimento destas espécies oportunistas.

REFERÊNCIAS

ALTENBACH, A. V.; STRUCK, U. On the coherence of organic carbon flux and benthic foraminiferal biomass. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 31, n. 2, p. 79-85, abr. 2001.

ARMSTRONG, H. A.; BRASIER, M. D. **Microfossils**. 2. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. p. 142- 187.

BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S.; WRIGHT, R. **Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the Southwest Atlantic**. The Hague. 1980. 147 p.

BOLTOVSKOY, E.; SCOTT, D.; MEDIOLI, F. S. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. **Journal of Paleontology**, v. 65, n. 2, p. 175-185, 1991.

CAMPOS, E. J.; LENTINI, C. A.; MILLER, J. L.; PIOLA, A. R. Interannual variability of the sea surface temperature in the South Brazil Bight. **Geophysical Research Letters**, v. 26, n. 14, p. 2061-2064, 1999.

CARDOZO, T. **Caracterização do arcabouço estrutural da Bacia de Pelotas e da área emersa adjacente**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

CHAPORI, N.G.; LAPRIDA, C.; WATANABE, S.; TOTAH, V.; VIOLANTE, R.A. Mid-Late Pleistocene benthic foraminifera from Southwestern South Atlantic: driven by primary productivity or water mass properties? **Micropaleontology**, v. 60, n. 2, p. 195–210, 2014.

CHIESSI, C. M.; MULITZA, S.; GROENEVELD, J.; SILVA, J. B.; CAMPOS, M. C.; GURGEL, M. H. C. Variability of the Brazil Current during the late Holocene. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 415, p. 28-36, 2014.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M., **Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation**: Natural Environment Research Council, UK, 1994. 144 p.

CLAUZET, G.; WAINER, I.; LAZAR, A.; BRADY, E.; OTTO-BLIESNER, B. A numerical study of the South Atlantic circulation at the Last Glacial Maximum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 253, p. 509-528, 2007.

COE, A. L.; CHURCH, K. D. Sea- level change. In: COE, A. L. (Ed.) **The Sedimentary Record of Sea- Level Change**. Cambridge University Press, 2003. p. 34–55.

COIMBRA, J. C.; CARRENO, A. L.; ANJOS-ZERFASS, G. S. Biostratigraphy and paleoceanographical significance of the Neogene planktonic foraminifera from the Pelotas Basin, southernmost Brazil. **Revue de Micropaléontologie**, v. 52, n. 1, p. 1-14, 2009.

- COSTA, P. L.; MADUREIRA, L. A. S. P.; PINHO, M. P. Seabed acoustic classification in the Pelotas Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, n. 1, p. 13-22, 2013.
- CORLISS, B. H. Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. **Nature**, v. 314, n. 6010, p. 435-438, 1985.
- CORLISS, B. H. Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. **Marine Micropaleontology**, v. 17, p. 195-236, 1991.
- de ALMEIDA, F. K.; de MELLO, R. M.; COSTA, K. B.; TOLEDO, F. A. L. The response of deep-water benthic foraminiferal assemblages to changes in paleoproductivity during the Pleistocene (last 769.2 kyr), western South Atlantic Ocean. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** v. 440, p. 201–212, 2015.
- DEBENAY, J. P. **A Guide to 1,000 Foraminifera from Southwestern Pacific: New Caledonia**. Marseille/Paris: IRD/MNHN. 2012. 378 p.
- DELL INC. (2015). **Dell Statistica (data analysis software system)**, Versão 13. Disponível em: <software.dell.com>.
- DITTELT, N.; BAUMANN, K. H.; BICKERT, T.; HENRICH, R.; HUBER, R.; KINKEL, H.; MEGGERS, H. Carbonate Dissolution in the Deep-Sea: Methods, Quantification and Paleoceanographic Application. In: FISCHER, G.; WEFER, G (eds.). **Use of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic**. Springer-Verlag, p. 255 – 284, 1999.
- DORST, S.; SCHÖNFELD, J. Diversity of benthic foraminifera on the shelf and slope of the NE Atlantic: analysis of datasets. **The Journal of Foraminiferal Research**, v. 43, n. 3, p. 238-254, 2013.
- GARCIA, C. A. E.; SARMA, Y. V. B.; MATA, M. M.; TAVANO GARCIA, M. T. Chlorophyll variability and eddies in the Brazil-Malvinas Confluence Region. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 51, n. 1-3, p. 159-172, jan./fev. 2004.
- GERHARDT, S.; GROTH, H.; RÜHLEMANN, C.; HENRICH, R. Aragonite preservation in late Quaternary sediment cores on the Brazilian Continental Slope: implications for intermediate water circulation. **International Journal of Earth Sciences**, n. 88, v. 4, p. 607-618, 2000.
- GONZALES, M. V.; de ALMEIDA, F. K.; COSTA, K. B.; SANTAROSA, A. C. A.; CAMILLO JR, E.; de QUADROS, J. P.; TOLEDO, F. A. HelP index: *Hoeglundina elegans* preservation index for marine sediments in the western South Atlantic. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 47, n. 1, p. 56-69, 2017.

GONZALEZ-SILVERA, A.; SANTAMARIA-DEL-ANGEL, E.; MILLÁN-NÚÑEZ, R. Spatial and temporal variability of the Brazil-Malvinas Confluence and the La Plata Plume as seen by SeaWiFS and AVHRR imagery. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 111, n. C6, jun., 2006.

GOODAY, A. J. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus: characteristic features and controls on distribution. **Marine Micropaleontology**, v. 22, n. 3, p. 187-205, 1993.

GOODAY, A. J.; BERNHARD, J. M.; LEVIN, L. A.; SUHR, S. B. Foraminifera in the Arabian Sea oxygen minimum zone and other oxygen-deficient settings: taxonomic composition, diversity, and relation to metazoan faunas. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 47, n. 1-2, p. 25-54, 2000.

GOODAY, A. J.; LAMBSHEAD, P. J. D. Influence of seasonally deposited phytodetritus on benthic foraminiferal populations in the bathyal northeast Atlantic: the species response. **Marine Ecology Progress Series**, p. 53-67, 1989.

GOODAY, A. J.; RATHBURN, A. E. Temporal variability in living deep-sea benthic foraminifera: a review. **Earth-Science Reviews**, v. 46, n. 1-4, p. 187-212, 1999.

GORDON, A. L.; GREENGROVE, C. L. Geostrophic circulation of the Brazil-Falkland confluence. **Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers**, v. 33, n. 5, p. 573-585, 1986.

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, p. 9, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>.

HERGUERA, J. C.; BERGER, W. H. Paleoproductivity from benthic foraminifera abundance: Glacial to postglacial change in the west-equatorial Pacific. **Geology**, v. 19, n. 12, p. 1173-1176, 1991.

HOLBOURN, A.; HENDERSON, A. S.; MACLEOD, N. **Atlas of benthic foraminifera**. John Wiley & Sons, 2013. 642 p.

JORISSEN, F. J.; STIGTER, H. C.; WIDMARK, J. G. V. A conceptual model explaining benthic microhabitats. **Marine Micropaleontology**, v. 26, p. 3 - 15, 1995.

JORISSEN, F.J.; BARMAWIDJAJA, D. M.; VAN DER ZWAAN, C. J. Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: The relation with organic flux. **Marine Micropaleontology**, v. 19, p. 131-146, 1992.

KIMOTO, K.; TAKAOKA, H.; ODA, M.; IKEHARA, M.; MATSUOKA, H.; OKADA, M.; OBA, T.; TAIRA, A. Carbonate dissolution and planktonic foraminiferal assemblages

observed in three piston cores collected above the lysocline in the western equatorial Pacific. **Marine Micropaleontology**, v. 47, p. 227 – 251, 2003.

LAPRIDA, C.; CHAPORI, N. G.; CHIESSI, C. M.; VIOLANTE, R. A.; WATANABE, S.; TOTAH, V. Middle Pleistocene sea surface temperature in the Brazil-Malvinas Confluence Zone: Paleooceanographic implications based on planktonic foraminifera. **Micropaleontology**, v. 57, n. 2, p. 183-194, 2011.

LEGECKIS, R.; GORDON, A. L. Satellite observations of the Brazil and Falkland currents – 1975 to 1976 and 1978. **Deep- Sea Research**, v. 29, n. 3A, p. 375-401, 1982.

LISIECKI, L. E.; RAYMO, M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. **Paleoceanography**, v. 20, n. 1, 2005.

LISIECKI, L. E.; STERN, J. V. Regional and global benthic $\delta^{18}\text{O}$ stacks for the last glacial cycle. **Paleoceanography**, v. 31, n. 10, p. 1368-1394, 2016.

LOEBLICH, A. R.; TAPPAN, H. **Foraminiferal genera and their classification**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. v. 1, 970 p.

_____. **Foraminiferal genera and their classification**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988. v. 2, 212 p., 847 plates.

_____. **Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea**. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication, 1994. v. 31, 661 p.

LOHMANN, G. P. Abyssal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 8, n. 1, p. 6–34, jan. 1978.

MACHADO, L. G. **Evolução morfo-tectônica do alto de Florianópolis que segmenta as bacias de Santos e Pelotas, margem Sudeste da costa brasileira**. 2010. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

MELLO, C. **Caracterización ambiental del margen continental uruguayo (170 - 1000 m) utilizando foraminíferos bentónicos vivos y su relación con las condiciones ambientales**. 2013. 163 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay, 2013.

MÉMERY, L.; ARHAN, M.; ALVAREZ-SALGADO, X. A.; MESSIAS, M. J.; MERCIER, H.; CASTRO, C. G.; RIOS, A. F. The water masses along the western boundary of the south and equatorial Atlantic. **Progress in Oceanography**, v. 47, n. 1, p. 69-98, 2000.

MILKER, Y.; SCHMIEDL, G. A taxonomic guide to modern benthic shelf foraminifera of the Western Mediterranean Sea. **Paleontologia Electronica**, v. 15, n. 2; 16A, p. 134, 2012.

MOHRIAK, W. U. Bacias sedimentares da margem continental Brasileira. In: BIZZI, L. A. et al. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003. p. 87-165.

MOODLEY, L.; HESS, C. Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations. **Biological Bulletin**, v. 183, p. 94-98, 1992.

MURRAY, J. **Ecology and Applications of Benthic Foraminifera**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006, p. 426.

NAGAI, R. H.; SOUSA, S. H. M.; BURONE, L. MAHIQUES, M. M. Paleoproductivity changes during the Holocene in the inner shelf of Cabo Frio, southeastern Brazilian continental margin: Benthic foraminifera and sedimentological proxies. **Quaternary International**, v. 206, n. 1-2, p. 62-71, 2009.

NAGAI, R. H., SOUSA, S. H. M., LOURENÇO, R. A., BÍCEGO, M. C., MAHIQUES, M. M. Paleoproductivity changes during the late quaternary in the southeastern Brazilian upper continental margin of the Southwestern Atlantic. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 31-41, 2010.

PATTERSON, R. T.; FISHBEIN, E. Re-examination of the statistical methods used to determine the number of point counts needed for micropaleontological quantitative research. **Journal of Paleontology**, v. 63, n. 2, p. 245–248, mar. 1989.

PETERSON, L. C.; LOHMANN, G. P. Major change in Atlantic deep and bottom waters 700,000 yr ago: Benthonic foraminiferal evidence from the South Atlantic. **Quaternary Research**, v. 17, n. 1, p. 26-38, 1982.

PETRÓ, S. M. **Dissolução de foraminíferos quaternários do Atlântico Sul: da perda de CaCO₃ ao ganho de informação paleoceanográfica**, 2018. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PETRÓ, S.M.; PIVEL, M.A.G. O registro de foraminíferos planctônicos nas oscilações latitudinais da confluência Brasil-Malvinas no Quaternário Tardio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48, 2016, Porto Alegre – RS. **Anais do 48º Congresso Brasileiro de Geologia**. São Paulo – SP: Sociedade Brasileira de Geologia, 2016.
<http://sbg.sitepessoal.com/anais48cbg/st28/ID6812_110319_52_Resumo_48_CBG_Petro_et_al_2016.pdf>.

PIOLA, A. R.; CAMPOS, E. J.; MÖLLER, O. O.; CHARO, M.; MARTINEZ, C. Subtropical shelf front off eastern South America. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 105, n. C3, p. 6565-6578, 2000.

PIOLA, A. R.; MATANO, R. P.; PALMA, E. D.; MÖLLER, O. O.; CAMPOS, E. J. D. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. **Geophysical Research Letters**, v. 32, 2005, L01603, 2005.

PIVEL, M. A. G. **Reconstrução da hidrografia superficial do Atlântico Sul Ocidental desde o Último Máximo Glacial a partir do estudo dos foraminíferos planctônicos**. 2009.

164 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PROVOST, C.; GARCIA, O.; GARÇON, V. Analysis of satellite sea surface temperature time series in the Brazil-Malvinas Current Confluence region: Dominance of the annual and semiannual periods. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 97, n. C11, p. 17841-17858, 1992.

RABASSA, J.; PONCE, J. F. The Heinrich and Dansgaard-Oeschger Climatic Events During Marine Isotopic Stage 3. In: GASPARINI, G. M.; RABASSA, J.; DESCHAMPS, C.; TONNI, E. P. (Ed.). **Marine Isotope Stage 3 in Southern South America, 60 ka B.P.–30 ka B.P.** Suíça: Springer Earth System Sciences, Cham, 2016, p. 7-21.

RAILSBACK, L. B. Some fundamentals of mineralogy and geochemistry. **On-line book, quoted from: www.gly.uga.edu/railsback**, 2006. Disponível em <<http://www.gly.uga.edu/railsback/FundamentalsIndex.html>>. Acessado em 17/02/2018.

REIMER, P.J.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J.W.; BLACKWELL, P.G.; BRONK, C.; RAMSEY, C.; BUCK, C.E.; CHENG, H.; EDWARDS, R.L.; FRIEDRICH, M.; GROOTES, P.M.; GUILDERSON, T.P.; HAFLIDASON, H.; HAJDAS, I.; HATTÉ, C.; HEATON, T.J.; HOFFMAN, D.L.; HOGG, A.G.; HUGHEN, K.A.; KAISER, K.F.; KROMER, B.; MANNING, S.W.; NIU, M.; REIMER, R.W.; RICHARDS, D.A.; SCOTT, E.M.; SOUTHON, J.R.; STAFF, R.A.; TURNEY, C.S.M.; VAN DER PLICHT, J. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. **Radiocarbon**, v. 55, n. 4, p. 1869-1887, 2013.

RODRIGUES, A. R.; PIVEL, M. A. G.; SCHMITT, P.; de ALMEIDA, F. K.; BONETTI, C. Infaunal and epifaunal benthic foraminifera species as proxies of organic matter paleofluxes in the Pelotas Basin, south-western Atlantic Ocean. **Marine Micropaleontology**, v. 144, p. 38-49, 2018.

SCHÖNFELD, J. Benthic foraminifera and pore-water oxygen profiles: a re-assessment of species boundary conditions at the western Iberian Margin. **The Journal of Foraminiferal Research**, v. 31, n. 2, p. 86-107, 2001.

SCHÖNFELD, J. A new benthic foraminiferal proxy for near-bottom current velocities in the Gulf of Cadiz, northeastern Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research I**, v. 49, p. 1853- 1875, 2002.

SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F. S; SCHAFER, C. T. **Monitoring in coastal environments using Foraminifera and Thecamoebian Indicators**. Cambridge University Press, 2001. 177 p.

SEN GUPTA, B. K. Introduction to modern Foraminifera. In: SEN GUPTA, B.K. **Modern Foraminifera**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 3-6.

SMART, C. W.; KING, S. C.; GOODAY, A. J.; MURRAY, J. W.; THOMAS, E. A benthic foraminiferal proxy of pulsed organic matter paleofluxes. **Marine Micropaleontology**, v. 23, n. 2, p. 89-99, 1994.

SOUSA, S. H. D. M.; PASSOS, R. F.; FUKUMOTO, M.; da SILVEIRA, I. C. A.; FIGUEIRA, R. C. L.; KOUTSOUKOS, E. A.; REZENDE, C. E. Mid-lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: Biotopes and controlling ecological factors. **Marine Micropaleontology**, v. 61, n. 1-3, p. 40-57, 2006.

SOUSA, S. H. M.; PASSOS, R. F.; BURONE, L.; BARBOSA, V. P.; MAHIQUES, M.; ALVES, D. P. V.; KOUTSOUKOS, E. A. M. **Foraminíferos Planctônicos e Bentônicos**: da Plataforma e Talude Continental do Atlântico Sudoeste, entre 19° - 33° S. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 165 p.

STRAMMA, L.; ENGLAND, M. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. **Journal of Geophysical Research**, v. 104, n. C9, p. 20.863-20.883, set. 1999.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças climáticas** (p. 408). São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2010. 408 p.

VICKERMAN, K. The diversity and ecological significance of Protozoa. **Biodiversity and Conservation**, v. 1, p. 334-41, 1992.

VILELA, C. G. Foraminíferos. In: CARVALHO, I. S. **Paleontologia**: microfósseis, paleoinvertebrados. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2011. v. 2, p. 53- 69.

WEFER, G., BERGER, W. H., BIJMA, J., FISCHER, G. Clues to ocean history: a brief overview of proxies. In: FISCHER, G.; WEFER, G. **Use of proxies in paleoceanography**: Examples from the South Atlantic. Springer-Verlaß Berlin Heidelberg, 1999, p. 1-68.

WORMS EDITORIAL BOARD. **World Register of Marine Species**, 2018. Disponível em <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Acessado em 02/03/2018. doi:10.14284/170.

YAMASHITA, C.; NAGAI, R. N.; MARTINS, M. V. A.; VICENTE, T. M.; SOUSA, S. H. M.; FRONTALINI, F.; PALÓCZY, A., MAHIQUES, M. M.; GODOI, S. S.; MONTES, I. M.; FIGUEIRA, R. C. L. On the interplay between hydrodynamics, bottom morphology, sedimentary processes and benthic foraminifera assemblages in the São Paulo Bight (Brazil, SW Atlantic). **Journal of Sedimentary Environments**, v. 1, n. 3, p. 334-355, 2016.

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

APÊNDICE A – Dados Abióticos

Planilha 1 - Dados abióticos do testemunho SIS 249.

Prof (cm)	Carbonato total (%)	Sedimentos finos com carbonato (%)	Sedimentos finos sem carbonato (%)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	Carbono orgânico total (%)
50	24,2	77,7	93,3	0,08	4,42	0,41
60	24,7	76,1	91,9	-0,17	4,15	0,67
70	19,8	77,9	93,8	-0,28	3,96	0,44
80	21,1	47,2	93,3	-0,40	4,15	0,47
90	18,7	80,1	97,5	-0,05	3,69	0,49
100	14,4	52,4	97,1			0,65
110	18,3	54,0	96,4	-0,27	4,18	0,52
120	17,2	51,9	94,5	-0,82	4,10	0,6
130	12,7	49,4	96,9	-0,40	4,30	0,5
140	15,9	85,3	93,7	-0,49	3,87	0,56
150	15,9	79,7	97,0	-0,41	3,84	0,51
160	26,7	79,7	83,2	-0,38	3,93	0,51
170	31,7	39,6	78,0	-0,18	3,71	0,6
180	27,3	56,1	71,2	-0,24	3,26	0,7
190	24,2	77,8	91,5	-0,39	3,99	0,63
194	22,8	81,7	74,24	-0,27	4,07	0,42

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 2 – Dados abióticos do testemunho SIS 188.

Prof (cm)	Carbonato total (%)	Sedimentos finos com carbonato (%)	Sedimentos		
			finos sem carbonato (%)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$
21	31,3	81,5	94,63	-0,28	4,21
30	38,1	78,5	76,25		
42		66,2		-0,29	4,64
54	19,3	77,6	96,48		
66		71,2		-0,32	4,43
78	33,0	56,7	96,23		
90		76,8		-0,42	4,19
101	26,0	66,7	98,7		
113		74,3		-0,15	3,79
125	26,2	87,3	99,06		
137		90,4		-0,22	4,29
149	19,1	91,5	99,41		
180		89,5		-0,62	4,34
192	17,7	87,7	97,99		
204		90,2		-0,64	4,39
215	10,6	91,6	96,17		
227		93,1		-0,59	4,28
239	11,7	92,8	92,77		
251		93,9		-0,71	4,55
263	10,6	91,9	96,98		
275		93,2		-0,70	4,38
287	10,7	91,5	89,68		
299		101,4		-0,73	4,63
310	12,5	95,4	96,91		
322		95,7		-0,46	4,41
334	10,1	91,5	91,77		

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

APÊNDICE B - Dados Bióticos

Planilha 3 – Dados de densidades do testemunho SIS 249.

Prof (cm)	Densidade > 0,500 mm	Densidade 0,125 - 0,500 mm	Densidade 0,063 - 0,125 mm	Densidade total (testas.g ⁻¹)
50	0	743	6.081	6.825
60	0	422	1.385	1.808
70	1	355	3.088	3.443
80	0	370	1.884	2.254
90	1	295	4.412	4.708
100	0	329	1.925	2.253
110	1	153	4.741	4.894
120	0	173	3.200	3.373
130	0	354	3.353	3.707
140	1	277	1.803	2.082
150	3	2.704	5.390	8.096
160	2	0	6.209	6.211
170	9	798	2.926	3.732
180	1	198	1.748	1.946
190	1	434	2.653	3.088
194	1	181	2.010	2.192

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 4 – Dados de densidades do testemunho SIS 188.

Prof (cm)	Densidade > 0,500 mm	Densidade 0,125 - 0,500 mm	Densidade 0,063 - 0,125 mm	Densidade total (testas.g⁻¹)
21	1	95	729	825
30	1	296	3.659	3.956
42	12	1.120	9.729	10.861
54	4	172	928	1.104
66	4	679	4.462	5.145
78	12	1.491	10.103	11.606
90	4	594	8.481	9.080
101	3	238	2.363	2.604
113	3	390	4.333	4.726
125	2	250	3.969	4.220
137	2	288	3.598	3.888
149	0	87	1.400	1.487
180	3	196	2.366	2.566
192	4	416	3.148	3.568
204	2	149	2.526	2.678
215	2	96	1.608	1.706
227	0	61	756	818
239	0	100	825	925
251	1	165	1.234	1.400
263	0	121	1.285	1.406
275	0	85	585	669
287	0	52	758	811
299	1	78	489	568
310	0	140	824	964
322	1	49	562	612
334	1	65	599	665

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 5 – Dados bióticos do testemunho SIS 249. A (%), H (%), P são referentes às abundâncias dos foraminíferos constituintes de testa aglutinante, hialina e porcelanácea, respectivamente. EA= somatória das abundâncias de *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*.

Prof (cm)	Riqueza (famílias)	Riqueza (táxons)	A (%)	H (%)	P (%)	Forams não identificados (%)	Associação			EA (%)
							A (%)	B (%)	C (%)	
50	14	21	0,00	100,00	0,00	0,00	4,12	0,89	82,94	9,41
60	14	16	0,00	99,22	0,00	0,78	6,24	3,12	81,30	9,34
70	14	20	0,50	99,49	0,01	0,00	5,78	0,52	79,37	13,06
80	10	14	0,00	100,00	0,00	0,00	5,97	0,38	79,10	7,83
90	14	20	0,00	99,99	0,01	0,00	6,60	0,34	84,47	12,87
100	10	14	0,00	98,61	0,00	1,39	2,78	0,00	85,76	7,64
110	13	17	0,00	100,00	0,00	0,00	2,82	0,94	87,80	12,19
120	10	12	0,00	100,00	0,00	0,00	7,91	2,79	80,47	6,05
130	12	19	0,00	99,69	0,31	0,00	7,08	0,92	79,07	10,46
140	13	19	0,00	99,99	0,01	0,00	6,68	1,78	81,74	6,22
150	17	25	0,00	99,79	0,11	0,10	7,33	1,04	77,00	4,95
160	13	22	0,26	99,73	0,01	0,00	9,21	1,54	79,27	5,62
170	19	25	0,39	99,60	0,01	0,00	6,46	2,89	75,64	7,13
180	11	13	0,00	99,98	0,02	0,00	1,03	1,52	89,82	3,55
190	13	19	0,00	99,98	0,02	0,00	7,64	0,92	76,14	8,87
194	14	20	0,36	99,63	0,01	0,00	6,48	1,08	78,76	8,99

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 6 – Dados bióticos do testemunho SIS 188. A (%), H (%), P são referentes às abundâncias dos foraminíferos constituintes de testa aglutinante, hialina e porcelanácea, respectivamente. EA= somatória das abundâncias de *Epistominella exigua* e *Alabaminella weddellensis*.

Prof (cm)	Riqueza (famílias)	Riqueza (táxons)	A (%)	H (%)	P (%)	Forams não identificados (%)	Associação			EA (%)
							A (%)	B (%)	C (%)	
21	16	24	0,44	99,56	0,00	0,00	9,82	2,60	74,39	16,15
30	17	23	0,01	99,99	0,00	0,00	11,75	1,08	69,02	13,16
42	19	28	0,01	99,34	0,65	0,00	6,80	1,67	70,90	8,70
54	15	23	0,01	99,51	0,49	0,00	6,77	1,76	82,28	6,02
66	16	24	0,19	98,67	0,76	0,38	10,94	0,80	81,83	8,11
78	18	28	0,00	99,63	0,37	0,00	7,86	1,14	77,78	11,42
90	15	25	0,30	99,70	0,01	0,00	6,86	0,61	84,79	14,87
101	14	19	0,00	99,99	0,01	0,00	8,65	0,56	82,16	14,20
113	15	23	1,31	98,47	0,23	0,00	3,06	1,54	82,13	9,34
125	13	17	0,00	99,82	0,18	0,00	6,46	0,54	82,41	14,54
137	17	24	0,15	99,85	0,00	0,00	9,54	0,78	83,47	19,51
149	12	15	0,00	100,00	0,00	0,00	16,49	1,33	80,85	24,73
180	11	14	0,00	99,99	0,01	0,00	6,94	0,43	80,94	9,48
192	12	20	0,00	99,67	0,33	0,00	3,19	1,00	83,50	10,71
204	14	18	0,01	99,99	0,00	0,00	5,59	0,38	85,84	12,12
215	10	13	0,00	100,00	0,00	0,00	8,15	0,35	89,03	15,54
227	12	14	0,34	99,32	0,34	0,00	6,80	1,06	87,38	15,30
239	12	15	0,00	100,00	0,00	0,00	4,31	0,38	85,59	15,82
251	15	21	0,00	99,66	0,34	0,00	7,44	0,69	84,77	15,53
263	10	12	0,00	100,00	0,00	0,00	10,11	0,01	87,87	14,64
275	11	15	0,00	100,00	0,00	0,00	7,80	0,78	78,04	10,78
287	12	16	0,00	100,00	0,00	0,00	5,49	0,65	84,19	8,71
299	13	19	0,29	99,37	0,05	0,29	6,89	0,61	86,13	8,90
310	11	17	0,00	99,69	0,31	0,00	7,37	0,27	86,04	14,48
322	9	12	0,00	95,29	0,69	4,02	6,07	0,02	77,80	9,38
334	13	21	0,00	99,98	0,02	0,00	14,21	0,27	75,43	15,49

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

SIS 249	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	194
<i>Hoeglundina elegans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Islandiella</i> spp.	1,2	0,0	2,8	0,0	2,0	0,0	2,5	0,0	1,8	0,0	1,4	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
<i>Karreriella bradyi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Laticarinina pauperata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lenticulina</i> spp.	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4
<i>Melonis</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0
Miliolídeo não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonioninae (subfamília)	0,3	0,8	1,3	1,1	3,6	0,3	1,2	1,4	4,0	2,7	0,6	1,0	1,4	0,0	0,6	1,4
<i>Oridorsalis</i> spp.	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	1,0	0,0	0,4
<i>Planulina</i> spp.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Pullenia</i> spp.	0,9	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	1,4	0,0	3,4	1,4
<i>Pyrgo</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pyrgo lucernula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pyrgo murrhina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quinqueloculina</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rectobolivina</i> spp.	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,5	0,3	0,7
<i>Robertinoides</i> spp.	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seabrookia pellucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Siphonina reticulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphaeroidina</i> spp.	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia</i> spp.	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trifarina</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

SIS 249	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	194
<i>Trifarina angulosa</i>	13,8	13,6	16,3	11,6	9,6	8,0	13,4	12,6	12,9	14,7	11,9	5,9	17,1	19,8	15,6	21,9
<i>Trifarina bradyi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Uvigerina</i> spp.	1,8	2,3	0,3	2,6	1,3	5,9	0,9	1,4	1,2	0,4	7,5	7,9	2,1	1,5	2,4	4,0
Uvigerinidae (família)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 8 – Abundância relativa (%) dos táxons de foraminíferos bentônicos do testemunho SIS 188 das amostras das profundidades 21 a 180 cm. Táxons assinalados com * estiveram presentes apenas no testemunho SIS 188.

SIS 188	21	30	42	54	66	78	90	101	113	125	137	149	180
Aglutinante não identificado	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	1,3	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Alabaminella</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alabaminella weddellensis</i>	14,5	9,6	7,4	4,5	6,2	9,3	11,9	12,7	7,6	10,6	13,0	14,9	4,7
<i>Bolivina</i> spp.	12,8	8,5	14,5	16,3	10,4	11,4	7,1	7,6	6,3	4,8	9,1	13,0	5,1
<i>Bulimina</i> spp.	3,8	5,0	5,8	6,3	6,8	5,4	7,7	5,1	6,7	7,5	8,3	13,8	12,0
<i>Buliminella</i> spp.	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0
<i>Cancris</i> spp.	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cassidulina</i> spp.	1,3	0,4	0,0	0,4	0,8	0,4	0,9	2,0	2,2	0,2	0,3	0,0	1,8
Cibicidinae (subfamília)	2,2	5,3	1,3	3,4	5,3	2,1	1,5	4,6	0,2	0,4	1,5	3,5	0,4
<i>Cibicoides wuellerstorfi</i>	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,1	0,0
<i>Cornuspira</i> sp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ellipsolagenidae + Lagenidae	1,7	1,4	2,3	0,5	3,0	1,1	0,3	1,0	0,2	0,7	0,5	0,0	1,1
<i>Epistominella</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epistominella exigua</i>	1,7	3,6	1,3	1,6	1,9	2,1	3,0	1,5	1,7	3,9	6,5	9,8	4,7
<i>Eponides</i> spp.	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Evolvocassidulina</i> spp.	0,4	2,5	1,6	2,0	1,9	0,4	0,9	1,0	1,1	0,9	0,2	0,0	0,0
Foraminífero não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fursenkoina</i> spp.	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0
<i>Glandulina ovula</i> *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Globocassidulina</i> spp.	21,7	31,7	30,0	35,0	42,2	38,5	41,1	37,5	45,8	44,3	40,5	6,9	42,3
<i>Guttulina</i> sp. *	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hialino não identificado	11,5	16,0	19,3	8,5	5,3	11,8	7,7	8,1	12,8	9,9	5,7	0,8	11,7

SIS 188	21	30	42	54	66	78	90	101	113	125	137	149	180
<i>Seabrookia pellucida</i>	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Siphonina reticulata</i>	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Siphotextularia</i> sp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphaeroidina</i> spp.	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spiroloculina</i> sp. *	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trifarina</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trifarina angulosa</i>	6,4	6,0	4,2	8,7	6,6	4,6	9,2	11,7	6,5	10,8	7,3	24,2	12,0
<i>Trifarina bradyi</i>	0,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Triloculina</i> spp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Uvigerina</i> spp.	9,8	2,9	3,9	9,1	7,0	4,3	4,5	4,6	4,6	1,8	2,9	7,4	2,9
Uvigerinidae (família)	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 9 – Abundância relativa (%) dos táxons de foraminíferos bentônicos do testemunho SIS 188 das amostras das profundidades 192 a 334 cm. Táxons assinalados com * estiveram presentes apenas no testemunho SIS 188.

SIS 188	192	204	215	227	239	251	263	275	287	299	310	322	334
Aglutinante não identificado	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alabaminella</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alabaminella weddellensis</i>	9,8	11,1	12,4	9,9	14,4	14,5	11,6	5,2	6,1	6,0	10,7	3,4	4,9
<i>Bolivina</i> spp.	3,2	5,6	11,6	3,4	3,2	4,7	8,1	6,7	7,4	8,3	10,1	7,4	5,9
<i>Bulimina</i> spp.	12,3	11,1	17,3	8,5	11,9	10,5	18,2	12,6	13,5	12,9	11,5	12,1	16,3
<i>Buliminella</i> spp.	0,0	0,3	0,4	0,3	0,0	0,3	0,0	0,7	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Cancris</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cassidulina</i> spp.	0,6	3,3	2,5	6,5	2,2	1,4	6,6	3,3	1,9	5,2	8,5	6,0	1,0
Cibicidinae (subfamília)	1,9	3,3	3,9	0,7	1,8	2,0	6,1	0,7	0,3	1,4	1,9	0,0	0,5
<i>Cibicoides wuellerstorfi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Cornuspira</i> sp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ellipsolagenidae + Lagenidae	0,0	0,7	0,4	0,0	0,4	1,0	0,5	0,4	0,6	1,1	0,5	0,0	1,5
<i>Epistominella</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3
<i>Epistominella exigua</i>	0,9	1,0	3,2	5,4	1,4	1,0	3,0	5,6	2,6	2,9	3,8	6,0	10,6
<i>Eponides</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Evolvocassidulina</i> spp.	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Foraminífero não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	0,0
<i>Fursenkoina</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5
<i>Glandulina ovula</i> *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Globocassidulina</i> spp.	35,6	35,4	25,4	40,8	32,0	36,1	20,2	23,8	32,9	28,7	24,0	23,5	30,2

SIS 188	192	204	215	227	239	251	263	275	287	299	310	322	334
<i>Seabrookia pellucida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
<i>Siphonina reticulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Siphotextularia</i> sp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphaeroidina</i> spp.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spiroloculina</i> sp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trifarina</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trifarina angulosa</i>	15,8	15,4	13,8	13,3	16,2	11,1	13,1	16,0	15,2	16,9	12,6	14,7	10,1
<i>Trifarina bradyi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Triloculina</i> spp. *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Uvigerina</i> spp.	4,1	2,3	5,7	5,1	5,1	4,4	10,1	10,0	5,2	7,8	7,9	10,8	4,7
Uvigerinidae (família)	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Planilha 10 – Abundância relativa (%) das famílias de foraminíferos bentônicos do testemunho SIS 249.

SIS 249	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	194
Aglutinante não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,4
Alabaminidae	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,4
Bolivinitidae	7,6	14,0	10,0	19,4	9,9	20,1	14,1	20,9	11,1	17,3	13,9	14,1	12,5	23,3	13,8	17,6
Buliminellidae	0,3	0,8	0,3	0,4	0,3	0,0	0,3	2,8	0,3	0,9	0,1	0,3	0,0	0,5	0,9	0,0
Buliminidae	14,1	16,7	10,3	13,4	12,9	15,6	10,6	12,6	16,0	18,7	17,2	21,5	15,7	11,2	15,9	11,1
Cancrisidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Cassidulinidae	37,4	28,8	31,9	27,2	39,3	29,2	37,5	32,6	28,9	25,3	23,9	27,6	22,9	31,5	19,3	16,5
Cibicididae	1,2	0,4	0,5	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0	0,3	1,8	2,0	1,5	0,4	0,0	2,4	0,7
Discorbinellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eggerellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ellipsolagenidae + Lagenidae	0,3	1,6	1,0	1,9	1,3	0,7	0,3	0,9	0,6	1,3	1,8	1,5	1,4	0,0	0,6	0,4
Epistominidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eponididae	8,2	5,8	10,5	4,9	11,2	6,9	11,2	0,5	8,6	5,3	2,5	2,0	5,3	2,5	8,3	7,6
Foraminífero não identificado	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glandulinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauerinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hialino não identificado	11,5	8,2	13,1	14,6	7,6	9,7	7,8	8,4	12,0	9,8	14,0	10,0	13,6	7,1	14,7	12,6
Melonidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0
Miliolídeo não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonionidae	1,2	0,8	1,8	1,1	3,6	0,3	1,2	1,4	4,0	2,7	1,1	2,6	2,9	0,0	4,0	2,9
Planulinidae	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Pseudoparrellidae	1,5	3,5	2,5	3,0	1,6	0,7	0,9	5,6	2,2	0,9	2,5	3,6	1,8	1,0	0,6	2,5
Robertinidae	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SIS 249	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	194
Siphogenerinoididae	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,5	0,3	0,7
Sphaeroidinidae	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
Textulariidae	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uvigerinidae	15,6	15,9	16,6	14,2	11,2	13,9	14,4	14,0	14,5	15,1	19,5	14,1	19,2	21,3	19,0	25,9
Vaginulinidae	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

SIS 188	21	30	42	54	66	78	90	101	113	125	137	149	180
Pseudoparrellidae	1,7	3,6	1,3	1,6	1,9	2,1	3,0	1,5	1,7	3,9	6,5	9,8	4,7
Robertinidae	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siphogenerinoididae	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0
Siphoninidae *	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sphaeroidinidae	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spiroloculinidae *	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Textulariidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Turrilinidae *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Uvigerinidae	17,0	10,3	8,4	17,8	13,6	8,9	14,6	16,2	11,7	12,6	10,1	31,6	15,0
Vaginulinidae	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

SIS 188	192	204	215	227	239	251	263	275	287	299	310	322	334
Pseudoparrellidae	0,9	1,0	3,2	5,4	1,4	2,0	3,0	5,6	2,6	2,9	4,1	6,0	10,8
Robertinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siphogenerinoididae	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Siphoninidae *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sphaeroidinidae	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spiroloculinidae *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Textulariidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Turrilinidae *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uvigerinidae	19,9	18,0	19,5	18,4	21,2	15,6	23,2	26,4	20,3	24,7	20,5	25,5	15,8
Vaginulinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

APÊNDICE C - Lista Taxonômica

Reino **CHROMISTA**

Subreino **HAROSA**

Infrareino **RHIZARIA**

Filo **FORAMINIFERA**

Classe TUBOTHALAMEA Pawlowski, Holzman e Tyszka, 2013

Ordem MILIOLIDA Lankester 1885

Subordem MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília CORNUSPIROIDEA Schultze, 1854

Família CORNUSPIRIDAE Schultze, 1854

Subfamília CORNUSPIRINAE Schultze, 1854

Gênero **Cornuspira** Schultze, 1854

Cornuspira sp.

Superfamília MILIOLOIDEA Ehrenberg,

Família HAUERINIDAE Schwager, 1876

Subfamília HAUERININAE Schwager, 1876

Gênero **Quinqueloculina** d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina auberiana d'Orbigny, 1839

Quinqueloculina spp.

Subfamília MILIOLINELLINAE Vella, 1957

Gênero **Cribromiliollinella** Saidova, 1981

Cribromiliollinella subvalvularis (Parr, 1950)

Gênero **Pyrgo** DeFrance, 1824

Pyrgo elongata (d'Orbigny, 1826)

Pyrgo lucernula (Schwager, 1866)

Pyrgo murrhina (Schwager, 1866)

Pyrgo spp.

Gênero **Triloculina** d'Orbigny, 1826

Triloculina spp.

Subfamília SIGMOILOPSINAE Vella, 1957

Gênero **Sigmoilopsis** Finlay, 1947

Sigmoilopsis schlumbergeri (Silvestri, 1904)

Família SPIROLOCULINIDAE Wiesner, 1920

Gênero **Spiroloculina** d'Orbigny, 1826

Spiroloculina sp.

Classe GLOBOTHALAMEA Pawlowski, Holzman e Tyszka, 2013

Subclasse TEXTULARIIA Mikhalevich, 1980

Ordem LITUOLIDA

Subordem TROCHAMMININA Saidova, 1981

Superfamília TROCHAMMINOIDEA Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Ordem TEXTULARIIDA

Subordem TEXTULARIINA Delage & Herouard, 1896

Superfamília EGGERELLOIDEA Cushman, 1937

Família EGGERELLIDAE Cushman, 1937

Subfamília EGGERELLINAE Cushman, 1937

Gênero **Karreriella** Cushman, 1933

Karreriella bradyi (Cushman, 1911)

Karreriella spp.

Gênero **Eggerella** Cushman, 1933

Eggerella spp.

Superfamília TEXTULARIOIDEA Ehrenberg, 1838

Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamília SIPHOTEXTULARIINAE Loeblich & Tappan, 1985

Gênero **Siphotextularia** Finlay, 1939

Siphotextularia sp.

Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Gênero **Textularia** DeFrance, 1824

Textularia spp.

Ordem ROBERTINIDA Loeblich e Tappan, 1984

Subordem ROBERTININA Loeblich e Tappan, 1984

Superfamília CERATOBULIMINACEA Cushman, 1927

Família EPISTOMINIDAE Wedekind, 1937

Subfamília EPISTOMININAE Wedekind, 1937

Gênero **Hoeglundina** Brotzen, 1948

Hoeglundina elegans (d'Orbigny, 1826)

Hoeglundina spp.

Superfamília ROBERTINOIDEA Reuss, 1850

Família ROBERTINIDAE Reuss, 1850

Subfamília ROBERTININAE Reuss, 1850

Gênero **Robertinoides** Höglund, 1947

Robertinoides bradyi

Robertinoides spp.

Ordem ROTALIIDA Delage e Hérouard, 1896

Superfamília BULIMINOIDEA Jones, 1875

Família BULIMINELLIDAE Hofker, 1951

Gênero **Buliminella** Cushman, 1911

Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839)

Buliminella spp.

Família BULIMINIDAE Jones, 1875

Gênero **Bulimina** d'Orbigny, 1826*Bulimina aculeata* d'Orbigny, 1826*Bulimina gibba* Fornasini, 1902*Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826*Bulimina mexicana* Cushman, 1922*Bulimina truncana* Gümbel, 1868*Bulimina* spp.

Família SIPHOGENERINOIDIDAE Saidova, 1981

Subfamília SIPHOGENERINOIDINAE Saidova, 1981

Gênero **Rectobolivina** Cushman, 1927*Rectobolivina* spp.

Família UVIGERINIDAE Haeckel, 1894

Subfamília ANGULOGERININAE Galloway, 1933

Gênero **Trifarina** Cushman, 1923*Trifarina angulosa* (Williamson, 1858)*Trifarina bradyi* Cushman, 1923*Trifarina* spp.

Subfamília UVIGERININAE Haeckel, 1894

Gênero **Siphouvigerina** Parr, 1950*Siphouvigerina proboscidea* (Schwager, 1866)Gênero **Uvigerina** d'Orbigny, 1826*Uvigerina auberiana* d'Orbigny, 1839*Uvigerina dirrupta* Todd, 1948*Uvigerina hispido-costata* Cushman & Todd, 1945*Uvigerina mediterranea* Hofker, 1932*Uvigerina peregrina* Cushman, 1923

Uvigerina spp.

Superfamília CHILOSTOMELLOIDEA Brady, 1881

Família ALABAMINIDAE Hofker, 1951

Gênero **Oridorsalis** Andersen, 1961

Oridorsalis umbonatus (Reuss, 1851)

Oridorsalis spp.

Família ANAMOLINIDAE Cushman, 1927

Gênero **Anomalinoides** Brotzen, 1942

Anomalinoides globulosa (Chapman & Parr, 1937)

Anomalinoides incrassata (Fichtel & Moll, 1798)

Família GAVELINELLIDAE Hofker, 1956

Subfamília GAVELINELLINAE Hofker, 1956

Gênero **Gyroidina** d'Orbigny, 1826

Gyroidina altiformis Stewart & Stewart, 1930

Gyroidina neosoldani Brotzen, 1936

Gyroidina soldanii d'Orbigny, 1826

Gyroidina spp.

Superfamília DISCORBINELLOIDEA Sigal, 1952

Família DISCORBINELLIDAE Sigal, 1952

Subfamília DISCORBINELLINAE Sigal, 1952

Gênero **Laticarinina** Galloway & Wissler, 1927

Laticarinina pauperata (Parker & Jones, 1865)

Superfamília DISCORBINELLOIDEA Sigal 1952

Família PSEUDOPARRELLIDAE Voloshinova, 1952

Subfamília PSEUDOPARRELLINAE Voloshinova, 1952

Gênero **Epistominella** Husezima & Maruhasi, 1944

Epistominella exigua (Brady 1884)

Epistominella spp.

Superfamília DISCORBOIDEA Ehrenberg, 1838

Família CANCRISIDAE Chapman, Parr e Collins, 1934

Gênero **Cancris** de Montfort, 1808

Cancris sp.

Superfamília DISCORBOIDEA Ehrenberg, 1838

Família DISCORBIDAE Ehrenberg, 1838

Gênero **Discorbis** Lamarck, 1804

Discorbis spp.

Família EPONIDIDAE Hofker, 1951

Subfamília EPONIDINAE Hofker, 1951

Gênero **Alabaminella** Saidova, 1975

Alabaminella weddellensis (Earland, 1936)

Alabaminella spp.

Gênero **Eponides** de Montfort, 1808

Eponides spp.

Família ROSALINIDAE Reiss, 1963

Superfamília NONIONOIDEA Schultze, 1854

Família MELONIDAE Holzman e Pawlowski, 2017

Gênero **Melonis** de Montfort, 1808

Melonis spp.

Família NONIONIDAE Schultze, 1854

Subfamília NONIONINAE Schulze, 1854

Gênero **Nonion** de Montfort, 1808

Nonion pacificum (Cushman, 1924)

Nonion spp.

Gênero **Nonionella** Cushman, 1926

Nonionella spp.

Gênero **Nonionoides** Saidova, 1975

Nonionoides grateloupii (d'Orbigny, 1839)

Gênero **Pseudononion** Asano, 1936

Pseudononion japonicum Asano, 1936

Subfamília PULLENIINAE Schwager, 1877

Gênero **Pullenia** Parker & Jones, 1862

Pullenia bulloides (d'Orbigny, 1846)

Pullenia quinqueloba (Reuss, 1851)

Pullenia spp.

Superfamília PLANORBULINOIDEA Schwager, 1877

Família CIBICIDIDAE Cushman, 1927

Gênero **Heterolepa** Franzenau, 1884

Heterolepa bradyi (Trauth, 1918)

Subfamília CIBICIDINAE Cushman, 1927

Gênero **Cibicides** de Montfort, 1808

Cibicides spp.

Gênero **Cibicoides** Thalmann, 1939

Cibicoides mundulus (Brady, Parker & Jones, 1888)

Cibicoides wuellerstorfi (Schwager, 1866)

Cibicoides kullenbergi (Parker, 1953)

Cibicoides spp.

Família PLANULINIDAE Bermúdez, 1952

Gênero **Planulina** d'Orbigny, 1826

Planulina spp.

Superfamília SERIOIDEA Holzman e Pawlowski, 2017

Família BOLIVINITIDAE Cushman, 1927

Subfamília BOLIVINITINAE Cushman, 1927

Gênero **Bolivina** d'Orbigny, 1839

Bolivina compacta Sidebottom, 1905

Bolivina doniezi Cushman & Wickenden, 1929

Bolivina fragilis Phleger & Parker, 1951

Bolivina lowmani Phleger & Parker, 1951

Bolivina ordinaria Phleger & Parker, 1952

Bolivina striatula Cushman, 1922

Bolivina subspinescens Cushman, 1922

Bolivina spp.

Subfamília FURSENKOININAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero **Fursenkoina** Loeblich & Tappan, 1961

Fursenkoina complanata (Egger, 1893)

Fursenkoina pontoni (Cushman, 1932)

Fursenkoina spp.

Família CASSIDULINIDAE d'Orbigny, 1839

Subfamília CASSIDULININAE d'Orbigny, 1839

Gênero **Cassidulina** d'Orbigny, 1826

Cassidulina carinata Silvestri, 1896

Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826

Cassidulina spp.

Gênero **Evolvocassidulina** Eade, 1967

Evolvocassidulina eadei Nomura, 1983

Evolvocassidulina spp.

Gênero **Globocassidulina** Voloshinova, 1960

Globocassidulina crassa (d'Orbigny, 1839)

Globocassidulina minuta (Cushman, 1933)

Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)

Globocassidulina spp.

Gênero **Islandiella** Nørvang, 1958

Islandiella spp.

Família SPHAEROIDINIDAE Cushman, 1927

Gênero **Sphaeroidina** d'Orbigny, 1826

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny in Deshayes, 1828

Sphaeroidina bulloides susp. quinqueloba Saidova, 1975

Sphaeroidina spp.

Superfamília SIPHONINOIDEA

Família SIPHONINIDAE Cushman, 1927

Subfamília SIPHONININAE Cushman, 1927

Gênero **Siphonina** Reuss, 1850

Siphonina reticulata (Czjsek, 1848)

Superfamília TURRILINOIDEA Cushman, 1927

Família STAINFORTHIIDAE Reiss, 1963

Gênero **Stainforthia** Hofker, 1956

Stainforthia sp. 1

Família TURRILINIDAE Cushman, 1927

Gênero **Praebulimina** Hofker, 1953

Praebulimina spp.

SEM CLASSE

Ordem LAGENIDA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília NODOSARIOIDEA Ehrenberg, 1838

Família LAGENIDAE Reuss, 1862

Gênero **Lagena** Walker and Jacob, 1798*Lagena longispina* Brady, 1881*Lagena semistriata* Williamson, 1848*Lagena striata* (d'Orbigny, 1839)*Lagena* spp.Gênero **Procerolagena** Puri, 1954*Procerolagena gracilis* (Williamson, 1848)*Procerolagena* spp.

Família NODOSARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamília NODOSARIINAE Ehrenberg, 1838

Gênero **Dentalina** Risso, 182*Dentalina* spp.Gênero **Laevidentalina** Loeblich e Tappan, 1986*Laevidentalina communis* (d'Orbigny, 1826)Gênero **Nodosaria** Lamarck, 1816*Nodosaria* sp.

Família VAGINULINIDAE Reuss, 1860

Subfamília LENTICULININAE Chapman, Parr & Collins, 1934

Gênero **Lenticulina** Lamarck, 1804*Lenticulina convergens* (Bornemann, 1855)*Lenticulina* spp.Gênero **Neolenticulina** McCulloch, 1977*Neolenticulina* spp.

Superfamília POLYMORPHINOIDEA

Família ELLIPSOLAGENIDAE Silvestri, 1923

Subfamília ELLIPSOLAGENINAE Silvestri, 1923

Gênero **Fissurina** Reuss, 1850*Fissurina marginata* (Montagu, 1803)*Fissurina* spp.

Subfamília OOLININAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero **Favulina** Patterson e Richardson, 1988*Favulina hexagona* (Williamson, 1848)*Favulina melo* (d'Orbigny, 1839)Gênero **Cushmanina** Jones, 1984*Cushmanina feildeniana* (Brady, 1878)Gênero **Oolina** d'Orbigny, 1839*Oolina globosa* (Montagu, 1803)*Oolina lineata* (Williamson, 1848)*Oolina* spp.

Subfamília PARAFISSURININAE Jones, 1984

Gênero **Parafissurina** Parr, 1947*Parafissurina caledoniana* McCulloch, 1981*Parafissurina subcarinata* Parr, 1950*Parafissurina* spp.

Família GLANDULINIDAE Reuss, 1860

Subfamília GLANDULININAE Reuss, 1860

Gênero **Glandulina** d'Orbigny, 1839*Glandulina ovula* d'Orbigny, 1846

Subfamília SEABROOKIINAE Cushman, 1927

Gênero **Seabrookia** Brady, 1890

Seabrookia pellucida (Brady, 1890)

Família POLYMORPHINIDAE d'Orbigny, 1839

Subfamília POLYMORPHININAE d'Orbigny, 1839

Gênero **Guttulina** d'Orbigny, 1839

Guttulina spp.

Superfamília STILOSTOMELLOIDEA Finlay, 1947

Família STILOSTOMELLIDAE Finlay, 1947

Gênero **Stilostomella** Guppy, 1894

Stilostomella spp.