

Marie-Laurence Paquette

**ANÁLISE ESPACIAL DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS  
APLICADA A COMPREENSÃO DE PROCESSOS  
OCEANOGRÁFICOS ASSOCIADOS A RESERVA BIOLÓGICA DO  
ARVOREDO E SEU ENTORNO  
(SC, BRASIL)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-  
Graduação em Geografia da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção do  
grau de Mestre em Geografia.  
Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Carla Bonetti

Florianópolis  
2014

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

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor  
Maiores informações em:  
<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Marie-Laurence Paquette

**ANÁLISE ESPACIAL DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS  
APLICADA A COMPREENSÃO DE PROCESSOS  
OCEANOGRÁFICOS ASSOCIADOS A RESERVA BIOLÓGICA DO  
ARVOREDO E SEU ENTORNO  
(SC, BRASIL)**

Este (a) Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Geografia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Florianópolis, 26 de junho de 2014.

---

Prof. Márcio Rogério Silveira, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Bonetti  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Ricardo Meireles  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Eichler  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leticia Burone  
Universidad de la República



Este trabalho é dedicado a minha família no  
Canadá. Et à toi mon maître jardinier.



## **AGRADECIMENTOS**



Você não pode mudar o vento, mas  
pode ajustar as velas do barco para  
chegar onde quer.

(Confúcio, ~500 a.C.)



## RESUMO

A distribuição espacial das populações de foraminíferos bentônicos foi estudada em um trecho da plataforma continental interna do estado de Santa Catarina (Brasil) que abrange a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo). A área inclui um conjunto de quatro ilhas (Arvoredo, Galé, Deserta e Calhau de São Pedro) e o entorno marinho destas e estende-se da costa até o mar aberto, representando um gradiente continente-oceano. Localmente, a influência das descargas continentais e os processos oceanográficos criam variações na estrutura das massas d'água. Dados sedimentológicos e microfaunísticos obtidos a partir de 36 amostras foram usados para caracterizar a variabilidade espacial das condições ambientais na área de estudo e para estimar os setores com maior produtividade bentônica. Os teores de matéria orgânica total (MOT) atingiram 20% na parte interna da baía de Tijucas e até 15% nas áreas mais profundas, sempre relacionando-se com sedimentos lamosos. Os sedimentos arenosos, localizados na desembocadura da Baía Norte, mostraram valores de MOT abaixo de 5%. O valor mais alto de carbonato biodetrítico (38%) ocorreu ao nordeste da REBIO. A densidade total de foraminíferos variou entre 143 e 77,577 testas em 50 cm<sup>3</sup> de sedimentos úmidos, representados por 83 taxa e distribuídos seguindo um gradiente costeiro com valores mais altos no setor norte. As espécies indicadoras de produtividade, tais como *Uvigerina peregrina* e *Bulimina marginata*, foram mais abundantes a partir da isóbata de 25m, provavelmente associadas com áreas sob maior influência da Água Central do Atlântico Sul. Indicadores de influências continentais no compartimento de fundo, tal como *Elphidium poeyanum*, sugerem que a face sudoeste da REBIO está sob condições ambientais similares às da desembocadura da Baía Norte e de Tijucas, merecendo maior atenção nos planos de monitoramento. Esta pesquisa contribuiu para compreensão da estrutura biosedimentológica da REBIO Arvoredo e o seu entorno. A identificação de áreas com maior produtividade nos ambientes mais profundos sugere que há uma contribuição marinha no enriquecimento orgânico do compartimento bentônico. Avanços no estudo da relação entre a distribuição de espécies bentônicas e a produtividade, associados a caracterização abiótica da camada de fundo, podem ajudar na discussão crescente sobre a conservação ou a ampliação desta reserva marinha.

**Palavras-chave:** Foraminífero. Áreas marinhas protegidas. Bioindicador oceanográfico. Gradiente continente-oceano. Produtividade bentônica.



## ABSTRACT

In order to understand the spatial distribution of benthic foraminifera populations, a sector of the inner continental shelf of the Santa Catarina State (Brazil), which encompasses the “Arvoredo Biological Marine Reserve” (Arvoredo REBIO), was studied. The area comprises a small archipelago formed by Arvoredo, Galé, Deserta, and Calhau de São Pedro islands and their adjoining marine domain. The study site includes the Marine Protected Area (MPA) and also its surrounding, extending to sectors representative of a coast to open sea gradient. Locally, the influence of continental discharges and oceanographic processes create variations in the structure of the water masses. Sedimentological and microfaunistic data obtained from 36 samples were used to characterize the spatial variability of the environmental conditions in the study area and to estimate the sectors with higher benthic productivity. The distribution of total organic matter content reached 20% in the inner of the baía de Tijucas and up to 15% in the deepest sites, always related to muddy sediments. The sandy sediments located at the mouth of the Baía Norte, presented organic values lower than 5%. The highest value of biotrititic carbonate (38%) occurred northeast of REBIO. Total density of foraminifera varied between 143 and 77,577 tests in 50cm<sup>3</sup> of wet sediment, represented by 83 taxa and distributed through coastal gradient with higher values in the northern sector. Productivity indicator species, such as *Uvigerina peregrina* and *Bulimina marginata*, were more abundant from the isobath of 25m, probably associated to areas under a larger influence of South Atlantic Central Water. Indicators of continental influences on the bottom compartment, such as *Elphidium poeyanum*, suggest that the southwestern face of REBIO is under similar environmental conditions to the mouths of the Baía Norte and Tijucas, so it deserves more attention on monitoring plans. This research contributed to understand the biosedimentological structure of Arvoredo MPA and the adjoining area. Higher productivity zones identified towards the deeper areas suggest the contribution of marine sources to the organic enrichment of the benthic compartment. Advances in the study of the relationships between the distribution of benthic species and productivity, associated to the abiotic characterization of the bottom layer, may support the growing discussion about the maintenance or enlargement of this Marine Protected Area.

**Keywords:** Foraminifera. Marine Protected Areas. Oceanographic bioindicators. Continent-ocean gradient. Benthic productivity.



## RÉSUMÉ

Pour comprendre la distribution spatiale des populations de foraminifères benthiques, une partie de la plateforme continentale interne de l'état de Santa Catarina (Brésil), dans laquelle s'insère la Réserve Biologique Marine Arvoredo (REBIO Arvoredo), a été étudiée. La région inclut un ensemble de quatre îles (Arvoredo, Galé, Deserta et Calhau de São Pedro) et les bordures marines de celles-ci. L'aire d'étude, composée de la réserve et d'une portion marine environnante, s'étend de la côte jusqu'à la haute mer, couvrant un gradient continent-océan. Localement, l'influence des décharges continentales et des processus océanographiques créent des variations dans la structure des masses d'eau. Des données sédimentologiques et microfaunistiques obtenues à partir de 36 échantillons ont été utilisées afin de caractériser la variabilité spatiale des conditions environnementales dans l'aire d'étude et d'estimer quels sont les secteurs présentant une meilleure productivité benthique. La distribution de matière organique totale (MOT) a atteint 20% dans la partie interne de la baie de Tijucas et jusqu'à 15% dans les régions profondes, toujours en relation avec les sédiments silteux-argileux. Les sédiments sablonneux, localisés à la sortie de la Baía Norte (Baie Nord), présentent des valeurs de MOT inférieures à 5%. Le résultat le plus élevé de carbone biodétritique (38%) se trouve au nord-est de la REBIO. La densité totale de foraminifères varie entre 143 et 77 577 tests dans 50 cm<sup>3</sup> de sédiments humides, représentée par 83 taxa et distribuée selon un gradient continental présentant des valeurs plus élevées au nord. Les espèces indicatrices de productivité, telles que *Uvigerina peregrina* et *Bulimina marginata*, ont été plus abondantes à partir de l'isobare de 25m, probablement associées à des secteurs ayant une plus grande influence de l'Eau Centrale de l'Atlantique Sud. Les indicateurs d'influences continentales sur le compartiment de fond, tel que *Elphidium poeyanum*, suggère que la face sud-ouest de la REBIO se trouve affectée par des conditions similaires à celles de la sortie de la Baía Norte et de Tijucas, nécessitant une attention particulière dans les plans de surveillance. L'identification de secteurs plus productifs dans les régions plus profondes suggère qu'une contribution de haute mer puisse avoir lieu en plus de l'enrichissement organique. Les avancements dans l'étude de la relation entre la distribution d'espèces benthiques et la productivité, associés aux données abiotiques de la couche de fond, peut aider dans la discussion croissante de la conservation ou l'agrandissement de cette réserve.

**Mots-clés:** Foraminifère. Aires marines protégées. Bioindicateurs océanographiques. Gradient continent-océan. Productivité benthique.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação das espécies de foraminíferos bentônicos dominantes e suas relações com a distribuição (ou origem) das massas d'água do fundo no verão (*summer*) e no inverno (*winter*). Espécies indicadoras de aporte continental (águas costeiras): 1. *Pseudonion atlanticum*; 2. *Hanzawaia boueana*; 3. *Bulimina marginata*; 4. *Bolivina striatula*; 5. *Elphidium poeyanum*. Espécies relacionadas à Água Subtropical de Plataforma (ASTP/STSW): 6. *Globocassidulina subglobosa*. Espécies relacionadas à Água Central do Atlântica Sul (ACAS/SACW): 7. *Uvigerina peregrina*. Espécies de origem da Água Subantártica de plataforma (ASAP/SASW): 8. *Uvigerina peregrina*; 9. *Buccella peruviana*; 10. *Cibicides refulgens*.

Figura 2.2 – Abundância relativa de *Bulimina marginata* no verão (a) e no inverno (b) entre o Mar del Plata e Itajaí.

Figura 3.1 – Localização da área de estudo.

Figura 3.2 – Superfície interpolada utilizando a nomenclatura adaptada de Flemming (2000) (BITENCOURT, 2013).

Figura 3.4 – Massas d'água da costa sudeste brasileira.

Figura 3.5 – Valores de salinidade de superfície (a) e de fundo (b) e temperatura de superfície (c) e de fundo (d) da coluna de água da área de estudo.

Figura 4.1 – Fluxograma das atividades realizadas neste trabalho de mestrado.

Figura 4.2 – Malha Amostral da área de estudo, abrangendo a REBIO Marinha do Arvoredo e entorno, Santa Catarina, com 36 pontos de coleta.

Figura 5.1 – Distribuição dos resultados de densidade estimada em 50 cm<sup>3</sup> de sedimento superficial na área de estudo.

Figura 5.2 – Distribuição das espécies mais abundantes na área de estudo (valores expressos em abundância relativa).



Figura 5.3 – Gráfico das 10 famílias com maiores abundâncias relativas.

Figura 5.4 – Representação gráfica dos resultados de testas piritizadas na área de estudo.

Figura 5.5 – Distribuição espacial da abundância relativa das testas hialinas, porcelanáceas e aglutinantes.

Figura 5.6 – Representação gráfica das espécies com mais de 30% de ocorrência na área de estudo.

Figura 5.7 – Distribuição dos resultados de riqueza na área de estudo.

Figura 5.8 – a. Diversidade de Shannon e b. Dominância de Simpson.

Figura 5.9 – Distribuição espacial dos resultados do índice de produtividade (BFHP).

Figura 5.10 – a. Resultado do MDS b. Distribuição espacial da dimensão 1 do MDS.

Figura 5.11 – Resultados do PCA.



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 4.1 – Datas das campanhas de coleta e nome das 36 amostras de sedimentos superficiais.

---

Tabela 5.1 – Resultados dos descritores ecológicos por estação.

Tabela 5.2 – Abundâncias relativas dos taxa encontrados em cada estação. Os tracinhos (-) indicam abundâncias entre 0 e 1% .

Tabela 5.3 – Coeficientes de Correlação de Spearman entre descritores bióticos e variáveis sedimentológicas (MOT = teor de matéria orgânica total; diâmetro médio dos grãos; teor de carbonato biodetrítico). Valores significativos para  $\alpha = 5\%$  estão assinalados em vermelho.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAS/STSW – Água Central do Atlântico Sul  
AC – Água Costeira  
ArcGIS – Programa da ESRI de SIG  
ASAP/SACW – Água Subantártica de Plataforma  
ASTP/SASW – Água Subtropical de Plataforma  
AT – Água Tropical  
BFHP – Benthic Foraminifera High Productivity  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
LCME – Laboratório Central de Microscopia Eletrônica  
LOC – Laboratório de Oceanografia Costeira  
MDS – Escalonamento Multidimensional  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MOT – Matéria Orgânica Total  
PCA – Análise de Componentes Principais  
PCI – Plataforma Continental Interna  
PCSE – Plataforma Continental Sudeste  
REBIO – Reserva Biológica (Categoria de Unidade de Conservação brasileira)  
RJ – Rio de Janeiro  
SC – Estado de Santa Catarina, localizado no sul do Brasil  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso  
UC – Unidade de Conservação  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1	OBJETIVOS .....	4
<b>2</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO</b> .....	5
2.1	FORAMINÍFEROS: ASPECTOS BIOLÓGICOS E APLICAÇÕES COMO INDICADORES OCEANOGRÁFICOS .....	5
2.2	FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO BRASIL .....	8
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	13
3.1	LOCALIZAÇÃO E UNIDADE DE CONSERVAÇÃO .....	13
3.2	BATIMETRIA .....	14
3.3	GEOMORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA .....	15
3.4	CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS D'ÁGUA .....	16
3.5	OUTROS ESTUDOS .....	20
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	21
4.1	PLANO AMOSTRAL .....	23
4.2	TRATAMENTO ANALÍTICO .....	24
4.3	PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	26
<b>4.3.1</b>	<b>Descritores ecológicos</b> .....	26
4.3.1.1	Densidade .....	26
4.3.1.2	Abundância relativa de espécie .....	26
4.3.1.3	Frequência de ocorrência de espécie .....	27
4.3.1.4	Riqueza .....	27
4.3.1.5	Dominância .....	27
4.3.1.6	Diversidade .....	27
4.3.1.7	Índice de produtividade (BFHP) .....	28
<b>4.3.2</b>	<b>Estatística multivariada</b> .....	28
<b>4.3.3</b>	<b>Sistema de Informação Geográfica (SIG)</b> .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	31
5.1	DESCRITORES ECOLÓGICOS .....	31
<b>5.1.1</b>	<b>Densidade</b> .....	31
<b>5.1.2</b>	<b>Abundância relativa de espécie</b> .....	33
<b>5.1.3</b>	<b>Frequência de ocorrência</b> .....	44
<b>5.1.4</b>	<b>Riqueza</b> .....	47
<b>5.1.5</b>	<b>Índices de dominância e diversidade (Simpson e Shannon)</b> ..	47
<b>5.1.6</b>	<b>Índice de produtividade (BFHP)</b> .....	49
5.2	RELAÇÕES COM O MEIO .....	50

<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	55
6.1	COMPREENSÃO DO MEIO FUNDAMENTADA NA COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DE FORAMINÍFEROS .....	55
6.2	ANÁLISE COMPARATIVA DA RESERVA DO ARVOREDO.	58
6.3	PADRÕES ESPACIAIS ASSOCIADOS A DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS.....	59
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	61
7.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
	<b>APÊNDICE A – Conversão dos nomes das amostras</b> .....	79
	<b>APÊNDICE B – Dados abióticos utilizados neste trabalho</b> ..	80
	<b>APÊNDICE C – Resultados de abundância absoluta</b> .....	82
	<b>APÊNDICE D – Lista taxonômica</b> .....	85
	<b>APÊNDICE E – Pranchas de fotografias I-V</b> .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

As zonas costeiras, espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, segundo a lei de instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil (1988), representam um importante conjunto de recursos para a população que vive junto à costa. Um gerenciamento apropriado para estes recursos costeiros se faz necessário dado, entre outros motivos, o rápido crescimento demográfico dos municípios litorâneos brasileiros. A população de Florianópolis aumentou em 16 vezes entre 1872 e 2010, passando de uma população de residentes de 25.709 habitantes para 421.203 habitantes, sendo que quase 50% deste aumento ocorreu nos últimos vinte anos (população em 1991: 255.390 habitantes) (IBGE, 1872; IBGE, 1991; IBGE, 2010).

A Reserva Biológica (REBIO) Marinha do Arvoredo, localizada no litoral central do estado de Santa Catarina, tem como objetivo principal “*a preservação integral da biota e demais atributos naturais, sem interferência humana direta ou modificações ambientais*” (ICMBIO, 2011). Um melhor entendimento da interação entre as características oceanográficas pode ajudar a manter este objetivo efetivo assim como “[...] *melhorar a qualidade de vida das comunidades humanas que dependem dos recursos costeiros, levando em consideração a manutenção da diversidade biológica e a produtividade dos ecossistemas costeiros*” (GESAMP, 1996 *apud* POLETTE *et al.*, 1997), desafio definido pelo gerenciamento costeiro integrado.

Em 2004, data da redação do Plano de Manejo da Unidade de Conservação (UC), ainda eram poucas as informações disponíveis em relação às características oceanográficas da área da REBIO do Arvoredo. No entanto, a sua importância foi mencionada no mesmo: “*A caracterização de variáveis oceanográficas que proporcionem o conhecimento sobre os mecanismos de transporte de matéria para o interior da Reserva do Arvoredo, a partir de áreas amplamente ocupadas em seu entorno, apresenta, portanto, uma particular relevância na determinação da dinâmica desta Unidade de Conservação.*” (IBAMA, 2004).

O gerenciamento costeiro pode ter como base duas principais percepções: a importância do entendimento dos recursos marinhos e de sua conservação, assim como as consequências do crescimento das atividades humanas no ambiente costeiro (POLETTE *et al.*, *op. cit.*). Várias abordagens podem ajudar a obter estes entendimentos. Uma delas é o maior conhecimento das interações que se estabelecem entre as características oceanográficas e a distribuição dos recursos vivos, que refletem a produtividade marinha e a vulnerabilidade às intervenções antrópicas.

O estudo dos componentes biológicos de um ecossistema visando compreender melhor a sua dinâmica ambiental é aplicado mundialmente por diversos cientistas (SCOTT *et al.*, 2001). Para o estudo dos ambientes marinhos, os foraminíferos representam uma ferramenta importante que adquire mais confiança da comunidade científica a cada ano (SCOTT *et al.*, 2001). A ampla distribuição geográfica desses organismos (em todas as profundidades e em todos os oceanos) e a sensibilidade deste grupo às diferentes características oceanográficas lhes conferiu a propriedade de bioindicadores (SCOTT *et al.*, 2001). Os foraminíferos, tanto planctônicos como bentônicos, uma vez mortos, acumulam-se nos fundos marinhos e suas testas passam a atuar como partículas sedimentares indicadoras ou paleoindicadoras das condições ambientais dominantes durante sua deposição (DEBENAY *et al.*, 1996).

Muitos destes estudos apoiam-se na utilização de espécies ou associações ecológicas indicadoras das condições ambientais dominantes (HAYWARD *et al.*, 1996; BONETTI, 2000; DEBENAY *et al.*, 2001; MENDES *et al.*, 2004; LAUT, 2007; PARIZOTTO, 2009; CHATELÊT & DEBENAY, 2009; TEODORO *et al.*, 2010; FRONTALINI, 2011; BOUCHET *et al.*, 2012; MAGNO *et al.*, 2012; DONNICI *et al.*, 2012; DENOYELLE *et al.*, 2012; MARTINS *et al.*, 2013; MELLO NICOLA, 2013; DISARÓ, 2014). Entre as aplicações mais exploradas nos estudos desenvolvidos com foraminíferos bentônicos nas plataformas continentais, ressaltam-se as inferências sobre produtividade primária (SCHMIEDL *et al.* 1997; MARTINS *et al.*, 2007; TOEFY & GIBBONS, 2014; NAGAI *et al.*, 2009; GOINEAU *et al.*, 2011), o aporte de sedimentos e material orgânico oriundos do continente (CHATELÊT *et al.*, 2009; MENDES *et al.*, 2004; MOJTAHID *et al.*, 2009; DONNICI & SERANDREI-BARBERO, 2002; SOUZA *et al.*, 2010; BUHL-MORTENSEN *et al.*, 2012; MAGNO *et al.*, 2012), poluição marinha (DEBENAY *et al.* 2001; DONNICI & SERANDREI-BARBERO, 2002; DONNICI *et al.*, 2012; BERGAMIN *et al.*, 2009; CHATELÊT & DEBENAY, 2004; ROMANO *et al.*, 2009) e as condições hidrodinâmicas junto ao compartimento de fundo (EICHLER *et al.*, 2008; MARTINS *et al.*, 2007; MORIGI *et al.*, 2005; BRUNO & ARAUJO, 2012; SCHMIEDL *et al.*, 1997).

Este projeto foi construído a partir destes enfoques e sua relevância pode ser resumida por buscar contribuir com a caracterização dos processos oceanográfico-sedimentares determinantes no estabelecimento de habitats bentônicos neste setor da costa catarinense, utilizando as populações de foraminíferos como indicadores biossedimentológicos. Neste sentido, os resultados do presente trabalho contribuirão para a validação de outros resultados obtidos pelo projeto intitulado “*Caracterização da paisagem*

*marinha do compartimento de fundo da Reserva do Arvoredo - SC com base em técnicas de análise espacial”* sob a coordenação do Professor Jarbas Bonetti. Os trabalhos de conclusão de curso (TCC) de Bitencourt (2013) e Amorim (2013) oferecem um conjunto de resultados abióticos que serão usados como apoio neste estudo.

Pressupõe-se que o reconhecimento dos padrões de distribuição espacial dos foraminíferos bentônicos, estudados juntamente com os dados abióticos disponíveis, contribua para a identificação de zonas bentônicas sujeitas a diferentes processos oceanográficos, entre estes a interação das massas d'água que ocorrem na área de estudo. Acredita-se, assim, que a integração de diferentes descritores do meio leve ao maior entendimento dos fatores ambientais que controlam a diversidade e produtividade biológica da REBIO Arvoredo, conhecimento indispensável para a efetividade dos planos de conservação da mesma.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é investigar a composição e os padrões de distribuição espacial das populações de foraminíferos bentônicos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e área de entorno, buscando relacionar tais resultados com as características sedimentológicas e oceanográficas dominantes, contribuindo assim para o maior conhecimento do compartimento de fundo da área.

Em termos específicos, este projeto de pesquisa propõe-se a:

1. Determinar composição específica de foraminíferos bentônicos na área de estudo.
2. Buscar identificar padrões de distribuição espacial para os principais descritores ecológicos deste grupo biológico (densidade total, abundância relativa das espécies, diversidade, riqueza, dominância).
3. Estudar as relações de dependência das espécies mais abundantes com as características sedimentológicas e batimétricas.
4. Discutir o padrão de distribuição de espécies ou associações indicadoras de produtividade e da influência de diferentes massas d'água.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FORAMINÍFEROS: ASPECTOS BIOLÓGICOS E APLICAÇÕES COMO INDICADORES OCEANOGRÁFICOS

Segundo revisão taxonômica de Sen Gupta (2003), os foraminíferos pertencem ao Reino PROTOCTISTO, Filo GRANULORETICULOSA e Classe FORAMINIFERA. É interessante ressaltar que a taxonomia dos foraminíferos está em constante estruturação, com novas propostas aparecendo continuamente pelo mundo (SEN GUPTA, *op. cit.*).

Os foraminíferos são organismos unicelulares, encontrados na coluna d'água (planctônicos) e nos sedimentos marinhos (bentônicos), podendo representar mais de 50% da biomassa de diversos ecossistemas marinhos do planeta (DEBENAY *et al.*, 1996; ARMSTRONG & BRASIER, 2005). As diversas espécies existentes são geralmente descritas e reconhecidas a partir composição mineral e estrutura da testa, do arranjo das câmaras, do local e formato da abertura (MURRAY, 2006). Complementando, a testa do foraminífero pode ser definida como uma carapaça que separa o seu interior do meio, a composição da testa pode ser orgânica (não mineralizada), aglutinante, de carbonato de cálcio (carbonática) ou de silicato, sendo que este último tipo é extremamente raro (SEN GUPTA, 2003). A testa orgânica é uma membrana flexível transparente que serve de proteção para a célula, enquanto os dois outros tipos mais comuns, aglutinante e carbonática, apresentam uma segunda camada de composição mineral acima da orgânica. As testas de tipo aglutinante são compostas de grãos de sedimentos cimentados pela secreção da própria célula e as carbonáticas são compostas predominantemente por calcita (DEBENAY *et al.*, 1996). Pode também ser lembrada a dominância dos foraminíferos carbonáticos na totalidade das espécies conhecidas até hoje (SEN GUPTA, 2003; ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Por fim, os foraminíferos carbonáticos são também subdivididos em dois grandes grupos: os hialinos e os porcelanáceos. Eles se diferenciam pelo arranjo dos cristais de calcita e pela porosidade das testas, resultando numa aparência transparente no caso dos hialinos e opaca no caso dos porcelanáceos (DEBENAY *et al.*, 1996).

Os primeiros estudos associados aos foraminíferos datam do século XIX e desde então vem sendo estudadas as associações entre os habitats e as espécies identificadas. A aplicação científica mais conhecida dos foraminíferos inicialmente foi na indústria petrolífera, permitindo a identificação de fácies bioestratigráficas associadas à reservas naturais de combustíveis fósseis. (SCOTT *et al.*, 2001). Tais estudos incentivaram também o avanço do conhecimento sobre a ecologia recente das espécies que compõem este grupo,

sendo este hoje também amplamente utilizado no diagnóstico e monitoramento ambiental. Sendo assim, os foraminíferos são geralmente mais estudados por serem bons indicadores do meio no qual vivem do que pelas características biológicas que os descrevem (MURRAY, 2006). Conseqüentemente, o conhecimento já existente permite obter uma descrição ecossistêmica relativamente bem detalhada a partir da análise do padrão de distribuição espacial dos foraminíferos.

A grande aplicabilidade dos foraminíferos é principalmente devida à possibilidade da testa se tornar um fóssil após a morte da célula (MURRAY, 2006). Sendo tal aspecto do grupo responsável pela alta taxa de acumulação de testas nos sedimentos antigos e recentes, acarretando no reconhecimento destes microfósseis como indicadores sedimentológicos pela comunidade científica. Ao longo dos processos tafonômicos, as testas sofrem diferentes modificações em resposta as características do depósito. Uma destas respostas é chamada de piritização, caracterizada pela incrustação de minerais de ferro (associados sobretudo a pirita -  $\text{FeS}_2$ ) e que induzem o surgimento de manchas escuras na testa. Este fenômeno é comum em ambientes redutores, com baixos teores em oxigênio, associados a áreas poluídas ou anaeróbicas (SEN GUPTA, 2003). Alguns estudos apresentam resultados incluindo informações sobre testas piritizadas, visando reconhecer estes ambientes (MARTINS *et al.*, 2007; RUDORFF, 2008; MELLO NICOLA, 2013). Foraminíferos piritizados podem também ser encontrados em áreas de alta hidrodinâmica pela remobilização de sedimentos superficiais e exposição de testas em diferentes estágios tafonômicos.

Além da volumosa deposição das testas após a morte dos foraminíferos, o seu tamanho microscópico permite encontrar altas concentrações das mesmas em pequenas amostras de sedimento marinho (SCOTT *et al.*, 2001), podendo atingir mais de 50.000 testas em  $50\text{cm}^3$  (CHATELÊT & DEBENAY, 2004). Esta característica se traduz, também, em um custo relativamente baixo para a coleta de amostras, pois pouca quantidade de sedimento é necessária para obtenção de resultados estatisticamente significativos (SCOTT *et al.*, 2001).

A curta duração da vida dos foraminíferos representa também uma vantagem para os estudos associados a uma escala temporal relativamente precisa, já que eles vivem entre algumas semanas até alguns anos (MURRAY, 2006). Seu ciclo de vida é caracterizado pela alternância de reproduções assexuadas e sexuadas entre as gerações, chamado ciclo heterofásico. A reprodução ainda não é bem conhecida pela comunidade científica e é considerada muito complexa (DEBENAY *et al.*, 1996).

Segundo Boltovskoy (1980), os principais fatores ambientais que afetam a distribuição espacial dos foraminíferos são a salinidade, a temperatura, a

profundidade e as massas d'água presentes. Numerosos estudos posteriores acrescentaram prováveis associações entre teor de oxigênio, substrato do fundo, nutrientes, poluentes, influência de marés, composição florística, fluxo de matéria orgânica, por exemplo (VAN DER ZWAAN *et al.*, 1990; JORISSEN *et al.*, 1992; HAYWARD *et al.*, 1996; DEBENAY *et al.*, 2001; MENDES *et al.*, 2004; MURRAY, 2006; EICHLER *et al.*, 2008; MOJTAHID *et al.*, 2009; NARAYAN & PANDOLFI, 2010; FERRARO *et al.*, 2012). Estas relações entre o bioindicador e as suas principais influências continuam sendo discutidas e estudos frequentemente apontam resultados contraditórios, principalmente em áreas de plataforma costeira (ALVE, 1995; VAN DER ZWAAN *et al.*, 1999; CHATELÊT *et al.*, 2009; TEODORO *et al.*, 2010).

Van der Zwaan *et al.* (*op. cit.*) apontam o caráter limitante do oxigênio, que na maioria dos estudos domina sobre os teores de matéria orgânica total (MOT), que são também muito influentes. Concentrações elevadas de MOT são geralmente encontradas em sedimentos lamosos, o que pode induzir correlações importantes com a granulometria. Considerando que os teores de oxigênio e de MOT variam com a profundidade, e acompanham a hidrodinâmica das massas d'água, correlações podem mais uma vez ser vistas entre estes parâmetros. Os nutrientes também são associados as massas d'água (EICHLER *et al.*, 2008). Uma cadeia de relações pode então ser responsável pela distribuição dos foraminíferos, lembrando que todos os fatores influentes atuam de maneira interligada.

A dinâmica das zonas costeiras amplia esta complexidade, frequentemente acrescentada das influências antrópicas (CHATELÊT *et al.*, *op. cit.*; TEODORO *et al.*, *op. cit.*). Diferentes interpretações podem surgir diante destas relações. Por exemplo, Murray (2001) recomenda observar o parâmetro com maior variação na área para entender a distribuição espacial de foraminíferos.

Alguns conhecimentos gerais já estão bem estabelecidos em relação à distribuição espacial das diferentes espécies de foraminíferos em todos os oceanos. Por exemplo, Sen Gupta (2003) aponta a relação importante que existe com a batimetria, lembrando que há variações entre a plataforma interna, média, externa, o talude continental e a planície abissal. Segundo este mesmo autor, uma compartimentação latitudinal também existe, principalmente ao longo das diferentes plataformas continentais, o que foi estudado no Brasil por Eichler *et al.* (2012). Espécies endêmicas são muito frequentes, dando assim oportunidade para uma associação espacial ainda mais definida (SEN GUPTA, *op. cit.*).

Qualquer uma destas abordagens pode se enquadrar também em estudos de paleoecologia (ou paleoceanografia), tais como as pesquisas referentes às

variações do nível do mar (NAGAI *et al.*, 2009; ROSSI *et al.*, 2011; LEORRI *et al.*, 2011; KEMP *et al.*, 2012).

Alguns parâmetros influenciam também a presença de certos tipos de testas. Por exemplo, em grandes profundidades (>3000m) onde o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) se dissolve ou em ambientes com baixas salinidades, como lagunas, testas aglutinantes dominam (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). As testas carbonáticas podem dominar em ambientes de diversos tipos, tais como plataforma continental, manguezais, ambientes profundos, áreas com alta hidrodinâmica ou ambientes poluídos, etc., precisando de uma análise a nível específico, em alguns casos, para estabelecer relações com o meio (SCOTT *et al.*, 2001).

Contudo, é importante ressaltar que apesar da identificação das espécies de foraminíferos colaborar com a melhor compreensão dos ambientes marinhos, a classificação taxonômica deste grupo nem sempre é consenso entre os trabalhos publicados. A referência taxonômica atual reconhecida pelos foraminiferólogos é a classificação de Loeblich e Tappan de 1987 (SEN GUPTA, 2003), que pode ser complementada por outras publicações tal como o Atlas de Boltovskoy (1980) ou o catálogo de Ellis & Messina (1940). Porém, novos resultados podem ser integrados para obtenção de identificações mais atualizadas (MURRAY, 2006). Esta agregação de informações se traduz em alguns problemas de padronização na determinação da nomenclatura das espécies.

Apesar das dúvidas decorrentes da constante atualização do conhecimento sobre foraminíferos, a sua utilidade nos estudos ambientais está comprovada. A diversidade das espécies, derivada da adaptação a diferentes fatores ambientais assim como suas distribuições cosmopolitas representam para os pesquisadores uma grande vantagem, permitindo a criação de referências ecossistêmicas que podem ser compartilhadas internacionalmente. O simpósio internacional FORAMS ocorre a cada quatro anos para apresentar os diversos avanços sobre este tema especificamente.

## 2.2 FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO BRASIL

Os estudos sobre os foraminíferos bentônicos recentes no Brasil se dividem entre diferentes ecossistemas, entre eles estuários (BONETTI & EICHLER, 1997; GESLIN *et al.* 2002; DULEBA & DEBENAY, 2003; ANJOS-ZERFASS, 2006; TEODORO *et al.*, 2010; LAUT *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010), lagunas (DEBENAY *et al.*, 1998; BOMFIM *et al.*, 2010; VILELA *et al.*, 2011), recifes de corais (KELMO & HALLOCK, 2003; BARBOSA *et al.*, 2012), manguezais (SEMENSATTO-JR *et al.*, 2009;

BONETTI, 2000), arquipélago (LEVY *et al.*, 1995) e baías (VILELA *et al.*, 2004; BURONE & PIRES-VANIN, 2006; RUDORFF, 2008; PARIZOTTO *et al.*, 2006; DONNICI *et al.*, 2012). Demais pesquisas disponibilizam resultados sobre a plataforma e o talude da Bahia (MACHADO *et al.*, 2012; ARAUJO & MACHADO, 2008; BRÖNNIMANN, 1980), da Bacia de Campos (DISARÓ, 2014; YAMASHITA, 2011; BARBOSA, 2010; OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2005; BRÖNNIMANN, *op. cit.*; ), da Bacia de Santos e da Bacia de Pelotas (LEÃO *et al.*, 2009). Eichler *et al.* (2008), Eichler *et al.* (2012) e Eichler *et al.* (2013) estudaram a plataforma e o talude continental entre a desembocadura do Rio Mar del Plata e Itajaí (Figura 2.2). Os trabalhos sobre a plataforma uruguaia são também relevantes para o estudo da plataforma sul brasileira, com destaque para os resultados recentes de Mello Nicola (2013) e Piñeiro (2014). Os trabalhos de maior abrangência espacial de Boltovskoy (1976, 1980) ainda oferecem muita informação sobre a plataforma brasileira.

Dentro destes, somente seis estudos analisam a plataforma continental siliciclástica da costa brasileira, sem se limitar a áreas abrigadas; estes apontam algumas tendências pertinentes para este trabalho de dissertação. Disaró (*op. cit.*) mostra ocorrências marcadas de espécies incrustantes, associadas a plataforma interna e maior hidrodinâmica no fundo, assim como de espécies dos gêneros *Ammonia*, *Textularia* e *Quinqueloculina* em áreas mais rasas (<40m) e com maior influência de águas costeiras. Destacam-se também as *Globocassidulina crassa* e *subglobosa*, associadas a forte hidrodinamismo e áreas de ressurgências, de *Bulimina marginata*, *Bolivina ordinaria*, *Bolivina fragilis*, *Bolivinellina translucens*, *Fursenkoina pontoni*, espécies que, entre outras, podem também ajudar na delimitação das zonas de ressurgências. A distribuição das *Globocassidulina* indica que a Bacia de Campos está sujeita a variações espaciais das ressurgências, resultado apoiado pela comparação sazonal da composição de fundo que mostra um avanço das espécies indicadoras no período chuvoso. *Uvigerina peregrina* apresenta maior ocorrência em maiores profundidades (>75m). Foi também observada uma resposta das associações ao gradiente batimétrico na Bacia de Campos.

Boltovskoy (1976; 1980) determinou províncias ao longo da costa sudoeste da América do Sul pela distribuição dos foraminíferos. Segundo este estudo, os foraminíferos associados à província Indiana Oeste, a qual abrange a REBIO do Arvoredo, são predominantemente de águas quentes em relação à província localizada ao sul, a província Argentina.

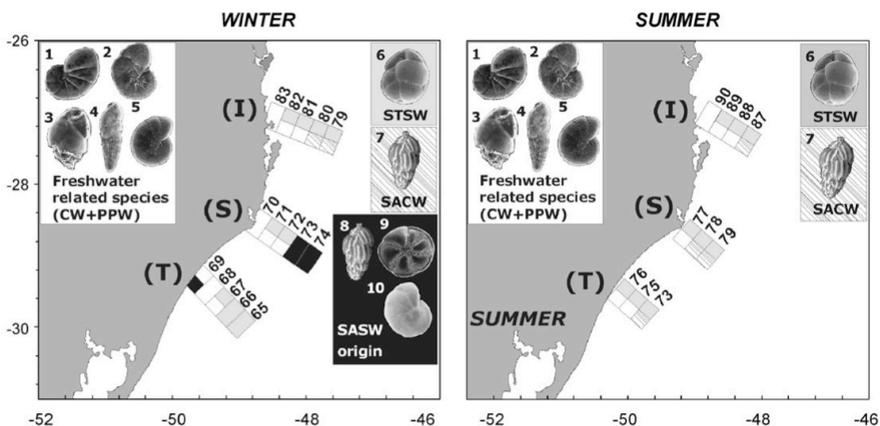
Existem poucos estudos mais específicos a plataforma sul brasileira. A distribuição de foraminíferos bentônicos recentes nesta região foi discutida nos estudos de Eichler *et al.* (2008), Eichler *et al.* (2012) e Eichler *et al.* (2013). Notam-se principalmente fatores influentes a composição e distribuição de

foraminíferos, entre outros as variáveis de temperatura, nutrientes e profundidade, dados que podem estar relacionados à dinâmica fluvial e oceanográfica, assim como a produtividade primária. Entre os resultados obtidos, ressalta-se o reconhecimento de gradientes de diversidade associados à batimetria e padrões de distribuição de espécies associados à circulação de massas d'água.

Segundo Eichler *et al.* (2012), na plataforma continental sul brasileira, as espécies *Globocassidulina crassa* e a *Bucella peruviana* são associadas a águas frias, *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina* e *Hanzawaia boueana* correspondem à águas mais quentes da Plataforma Subtropical e das Águas Tropicais e à profundidades menores que 55m, assim como *Pseudononion atlanticum*, *Bolivina striatula*, *Buliminella elegantissima*, *Bulimina elongata*, *Elphidium excavatum*, *E. poeyanum*, *Ammobaculites exiguus*, *Arenoparrella mexicana*, *Gaudryina exillis*, *Textularia earlandi* são relacionadas aos aportes continentais.

O estudo realizado em 2008 por Eichler *et al.* buscou entender a relação sazonal da distribuição das espécies de foraminíferos em relação ao comportamento das massas d'água. Uma diferença foi observada entre o verão e o inverno (Figura 2.1), mostrando o impacto que ocorre referente ao aporte d'águas fluviais, ou marinhas profundas (através das ressurgências, por exemplo). Em contrapartida, Scott (2001) afirma que a mistura pela turbulência e a bioturbação permite a homogeneização da camada superficial dos sedimentos de fundo de uma maneira suficientemente importante para que coletas de amostras possam ser feitas sem considerar as estações, no caso de estudos mais gerais dos ecossistemas.

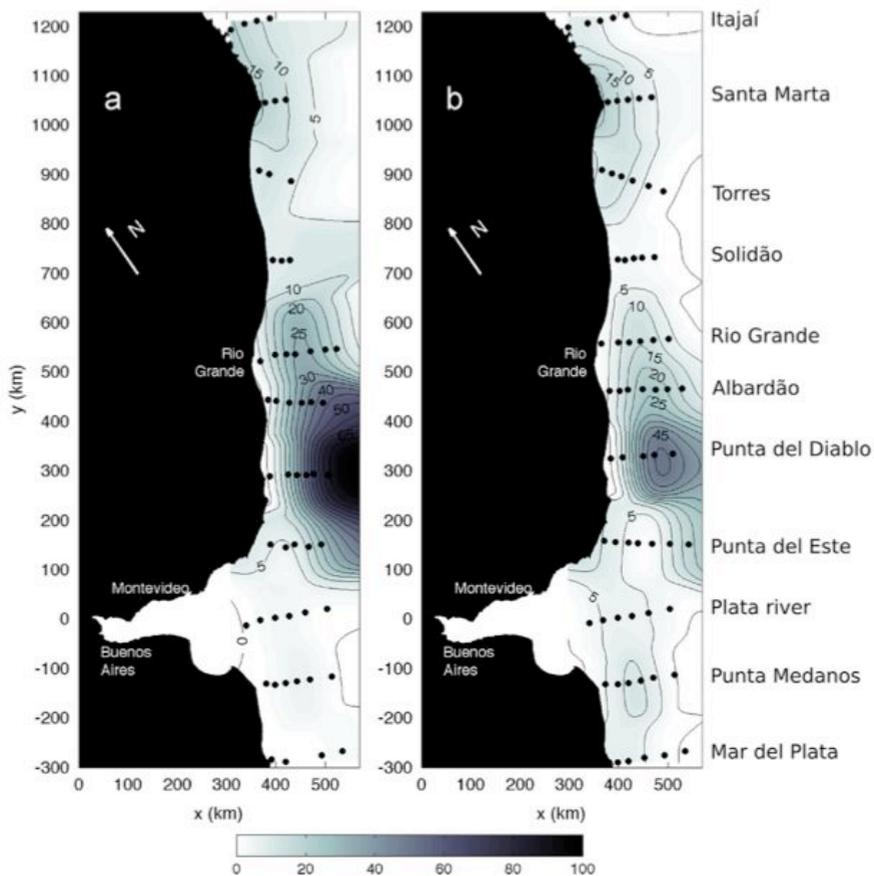
Figura 2.1 – Representação das espécies de foraminíferos bentônicos dominantes e suas relações com a distribuição (ou origem) das massas d'água do fundo no verão (*summer*) e no inverno (*winter*). Espécies indicadoras de aporte continental (águas costeiras): 1. *Pseudononion atlanticum*; 2. *Hanzawaia boueana*; 3. *Bulimina marginata*; 4. *Bolivina striatula*; 5. *Elphidium poeyanum*. Espécies relacionadas à Água Subtropical de Plataforma (ASTP/STSW): 6. *Globocassidulina subglobosa*. Espécies relacionadas à Água Central do Atlântico Sul (ACAS/SACW): 7. *Uvigerina peregrina*. Espécies de origem da Água Subantártica de Plataforma (ASAP/SASW): 8. *Uvigerina peregrina*; 9. *Buccella peruviana*; 10. *Cibicides refulgens*.



Fonte: EICHLER *et al.*, 2008.

Outro trabalho de Eichler *et al.* (2013) discute as relações que podem ser feitas entre a espécie *Bulimina marginata* e as massas d'água localizadas entre o Rio da Prata e Itajaí (Figura 2.2). A espécie seria associada a maiores profundidades (500m), assim como a estratificação nas características físicas (temperatura e salinidade) e nos aportes em nutrientes, ocasionadas pelo encontro de massas d'água. Esta relação entre a espécie e a presença de nutrientes faz ela se tornar um bom indicador de produtividade primária (PHLEGER & SOUTAR, 1973; LUTZE & COULBOURN, 1984). O aporte em nutriente está associada a ACAS, massa de água que ocorre principalmente pelas ressurgências na área (MÖLLER *et al.*, 2008). Os resultados mostram abundâncias relativas desta espécie variando em torno de 5-15% entre o cabo de Santa Marta e Itajaí, com as maiores ocorrências em teores de matéria orgânica de 5% até 10%, temperatura entre 7°C e 20°C e salinidades entre 29 e 36 PSU.

Figura 2.2 – Abundância relativa de *Bulimina marginata* no verão (a) e no inverno (b) entre o Mar del Plata e Itajaí.



Fonte: Eichler *et al.* (2013)

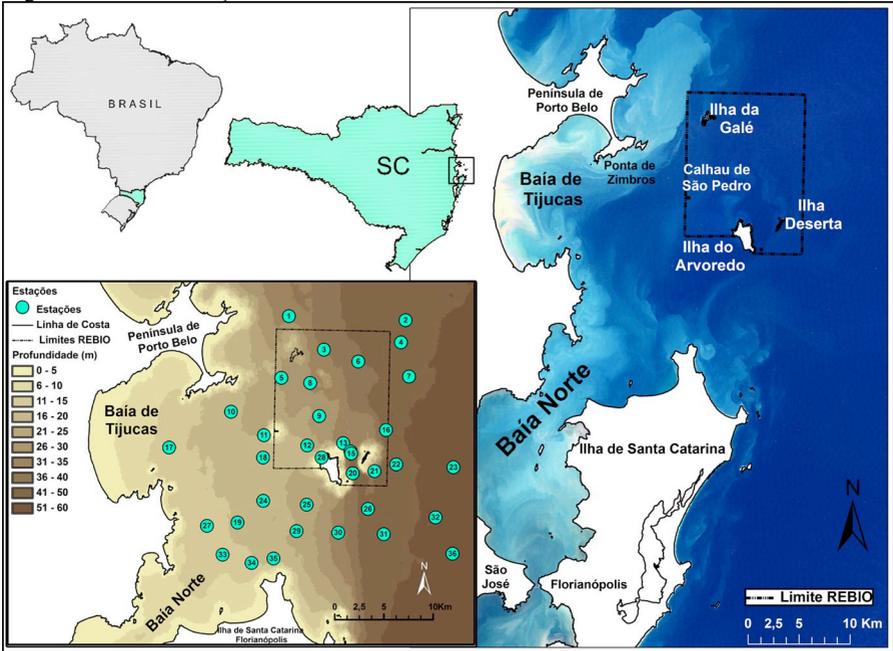
### 3 ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

A área de estudo (Figura 3.1) escolhida para este projeto encontra-se na região sul do Brasil, na plataforma continental em frente ao litoral central do estado de Santa Catarina. A compartimentação da Plataforma Continental Brasileira apresentada por Castro *et al.* (1990 *apud* Carvalho, 1998) define a região na qual se insere a área de estudo como Plataforma Continental Sudeste (PCSE), que se estende entre o Cabo Frio no estado do Rio de Janeiro (RJ) e o cabo de Santa Marta no estado de Santa Catarina (SC). Castro Filho (1996) descreve também esta área como Plataforma Continental Interna (PCI) na divisão da plataforma entre interna, média, e externa. Este setor caracteriza-se por uma linha de costa recortada e pela presença de diversas ilhas, tais como a ilha de Santa Catarina, onde se encontra o município de Florianópolis, e a ilha do Arvoredo, parte integrante de uma reserva com o maior nível de proteção existente no Brasil. Ressalta-se também a proximidade do município de Balneário-Camboriú, localizado a aproximadamente trinta quilômetros ao noroeste da Reserva. Fica evidente assim que existe uma possível influência das atividades decorrentes da ocupação urbana sobre a área de estudo. Esta área também está sob influência das águas fluviais e sedimentos transportados em suspensão a partir do Rio Tijucas (na baía de Tijucas) e da Baía Norte (Florianópolis). Este aporte tende a formar uma pluma a partir da desembocadura do rio Tijucas, com um desenvolvimento em direção ao norte (IBAMA, 2004).

A Reserva, criada em 1990, é uma Unidade de Conservação (UC) conhecida como Reserva Biológica (REBIO) Marinha do Arvoredo e administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão federal brasileiro do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Localiza-se ao norte da ilha de Santa Catarina (11 km) e a leste do continente (7 km) (IBAMA, 2004). A superfície de água e terra protegida é de 17.600 ha, incluindo quatro ilhas: Ilha do Arvoredo, Ilha da Galé, Ilha Deserta e Calhau de São Pedro. Somente a face sudoeste da Ilha do Arvoredo encontra-se fora da reserva, oferecendo acesso às atividades turísticas.

Figura 3.1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Desenvolvido pelo autor; batimetria por Bitencourt (2013)

### 3.2 BATIMETRIA

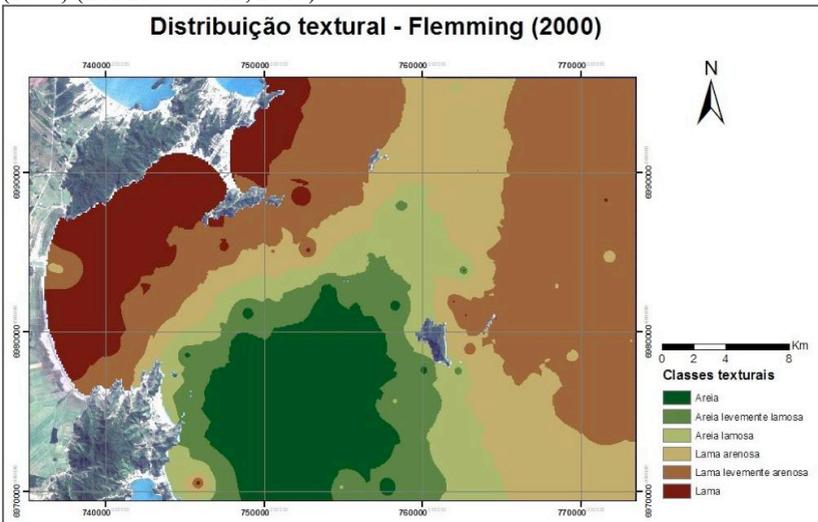
A profundidade da área amostral varia entre cinco e sessenta metros de profundidade. O mapa da área de estudo com o gradiente batimétrico apresentado pela figura 3.1 permite uma visualização mais clara da espacialização das isóbatas, mostrando também que a ilha do Arvoredo parece ser um ponto de referência para o aumento da declividade em direção leste. De fato, a parte oeste da ilha é caracterizada por profundidades entre 0 e 25 metros, com declividade menor, e a parte a leste por profundidades entre 25 e 60 metros e maior declividade. Os promontórios localizados a cada extremidade da baía de Tijucas delimitam uma área de menor profundidade, atingindo máximos de 15m (BITENCOURT, 2013).

### 3.3 GEOMORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA

Segundo Horn Filho (2003), a REBIO Arvoredo e o seu entorno fazem parte do setor central da Província Costeira do estado de Santa Catarina, caracterizada pelo embasamento de predominância granítica e mais especificamente, de “litotipos cristalinos e sedimentares do Escudo Catarinense”. A plataforma continental insere-se nas bacias de Pelotas e Santos, com embasamento de origem pré-cenozóica onde predominam depósitos superficiais de origem pleistocênica, retrabalhados pelas variações do nível do mar ao longo do Holoceno (HORN FILHO, 2003). Os sedimentos são predominantemente terrígenos e de composição inorgânica, distribuídos entre fácies arenosas e lamosas Abreu (1998).

O recente trabalho de Bitencourt (2013), parte integrante do mesmo projeto deste estudo, apresenta mais resultados de granulometria para área de estudo, mostrando os sedimentos de tamanho areia para lama (classificação de Flemming, 2000) a partir da Baía Norte de Florianópolis até a Baía de Tijucas e em direção ao talude continental (Figura 3.2). Esta análise foi complementada por outros resultados associados à composição do fundo, tais como o diâmetro médio, os teores de matéria orgânica e de carbonato biodetrítico discutidos pelo autor citado acima.

Figura 3.2 – Superfície interpolada utilizando a nomenclatura adaptada de Flemming (2000) (BITENCOURT, 2013).



Fonte: Bitencourt, 2013

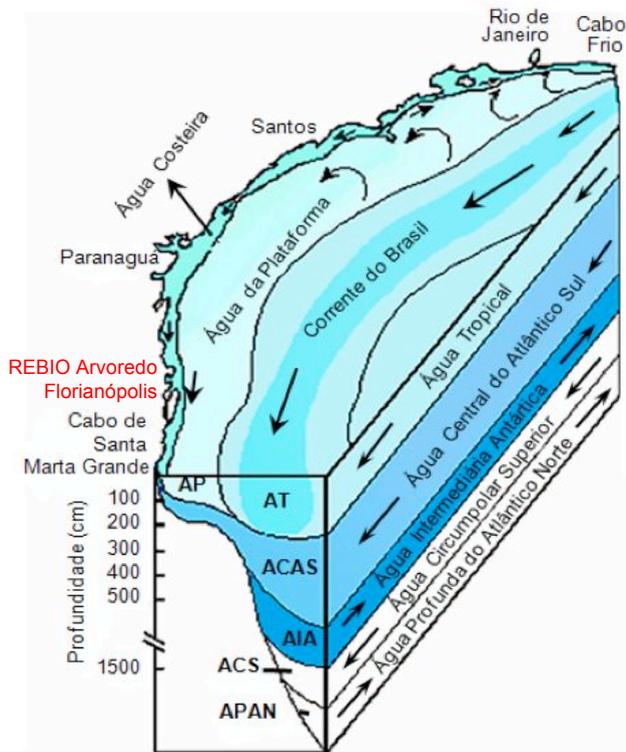
### 3.4 CARACTERÍSTICAS DAS MASSAS D'ÁGUA

A Plataforma Continental Sudeste (PCSE) apresenta massas d'água de diversas origens, o que cria um ambiente contrastante em relação aos aportes de nutrientes. A complexidade dos ambientes sob estas influências oferece uma dinâmica favorável a alta produtividade (NETTO JR, 2008).

Mais especificamente, a PCI desta região está caracterizada pela mistura das Águas Tropicais (AT) mais quentes e salgadas ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 36,4$ ) com as águas mais frias e menos salgadas ( $T < 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 36,4$ ) da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e da Água Costeira (AC), influenciada pelos aportes das águas fluviais (CARVALHO *et al.*, 1998). Por sua vez, a parte externa da plataforma recebe as correntes das Malvinas e do Brasil, as quais influenciam de maneira importante as massas d'água sazonais circulando na plataforma (Figura 3.4). Uma mistura importante entre as Águas Subantártica de Plataforma (ASAP), as Águas Costeiras (AC) e as águas fluviais da pluma do Rio del Plata ocorre ao sul da área de estudo. Segundo Eichler *et al.* (2008), esta fica ao sul dos  $32^{\circ}\text{S}$  de latitude. Estas misturas possibilitam uma produtividade elevada, a qual diminui em direção ao norte.

Segundo Boltovskoy, (1970b *apud* BOLTOVSKOY, 1980), a área de estudo deste trabalho se encontra próxima ao limite da zona de convergência das correntes do Brasil e das Malvinas, como descrito por Carvalho *et al.* (1998) e Eichler *et al.* (2008), mostrando a maior influência da corrente do Brasil para a REBIO Arvoredo. Carvalho (*op. cit.*) aponta também a presença de ressurgências da ACAS na área de estudo.

Figura 3.4 – Massas d’água da costa sudeste brasileira.



Fonte : Matsuura (1986 *apud* Silva, 2013)

Analisando a área a partir de uma escala menor, outras massas d’água localizadas entre a linha de costa e a corrente do Brasil devem ser consideradas. Elas tem uma circulação pouco definida e conhecida na área de estudo mas seguem as estações, direcionando-se para o sul-sudoeste no verão e para o norte-nordeste no inverno (BOLTOVSKOY, 1980).

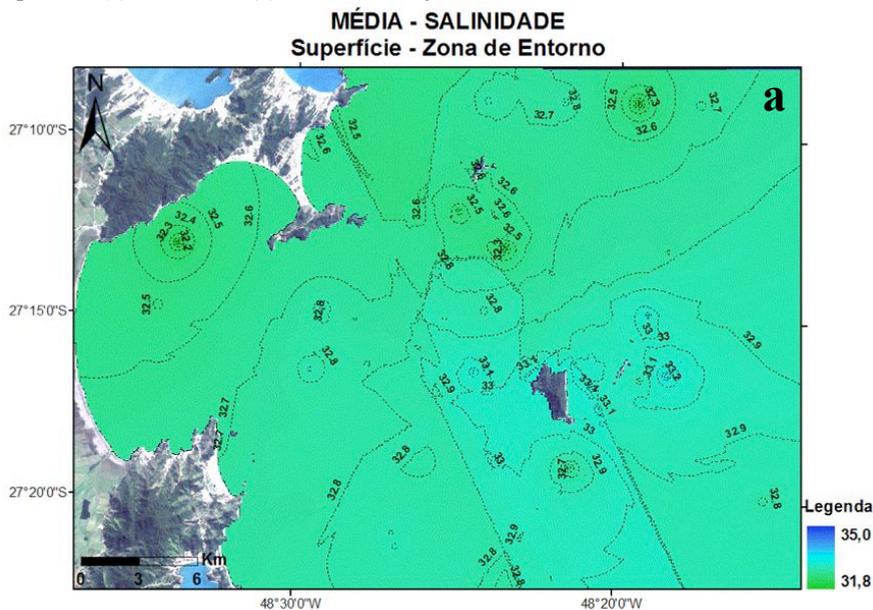
Dados sobre as características físico-químicas das águas superficiais desta região foram apresentadas por Chludinski (2002), tais como salinidade, temperatura, transparência, clorofila, carbono orgânico particulado, pH, oxigênio dissolvido e turbidez. Os resultados de salinidade e temperatura foram complementados pelo trabalho mais recente de Amorim (2013) com dados de superfície e de fundo.

Gradientes de temperatura e salinidade foram observados em ambos os trabalhos citados acima, seguindo o sentido linha de costa – plataforma.

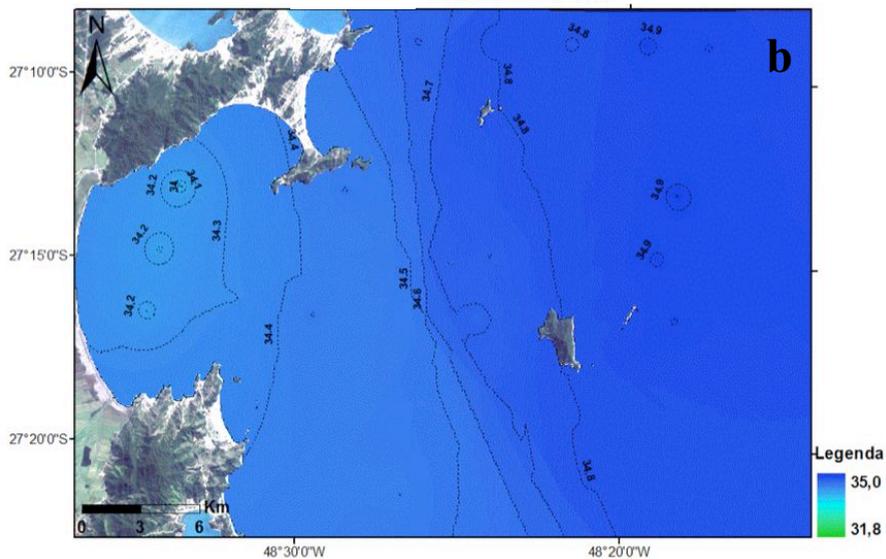
A salinidade superficial variou de 29 até 35 (Figura 3.5a), apresentando os valores mais baixos próximo à desembocadura do rio Tijucas e mais altos em direção ao mar aberto. Os valores de fundo (Figura 3.5b) mostram resultados com muito pouca variação e mais altos, ou seja, representam águas mais salgadas (34,2 - 34,9) (AMORIM, 2013).

As temperaturas médias medidas por Amorim (2013) variam pouco na superfície ( $<1^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 3.5c) e ficam entre  $19^{\circ}\text{C}$  e  $22^{\circ}\text{C}$  no fundo (Figura 3.5d) com um gradiente parecido ao de salinidade, apresentando as águas mais quentes mais próximo à costa e mais frias em direção ao mar aberto.

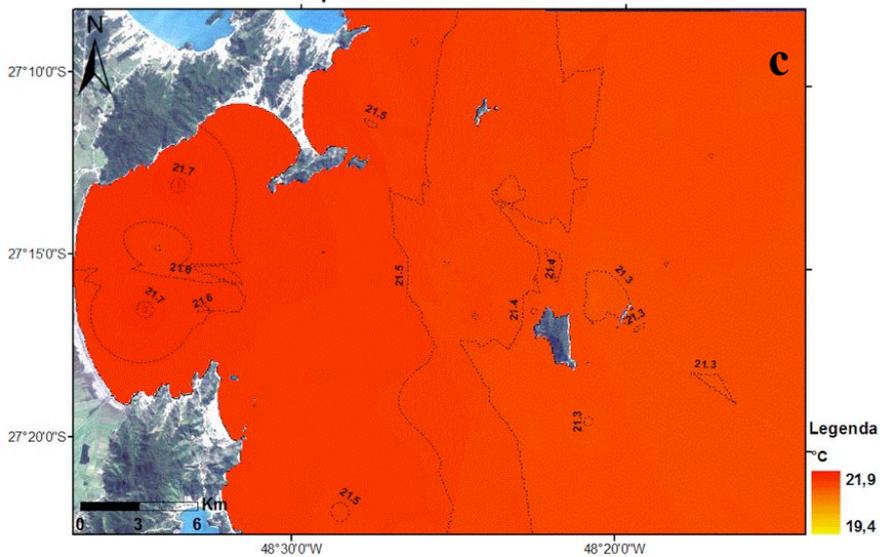
Figura 3.5 – Valores de salinidade de superfície (a) e de fundo (b) e temperatura de superfície (c) e de fundo (d) da coluna d'água da área de estudo.

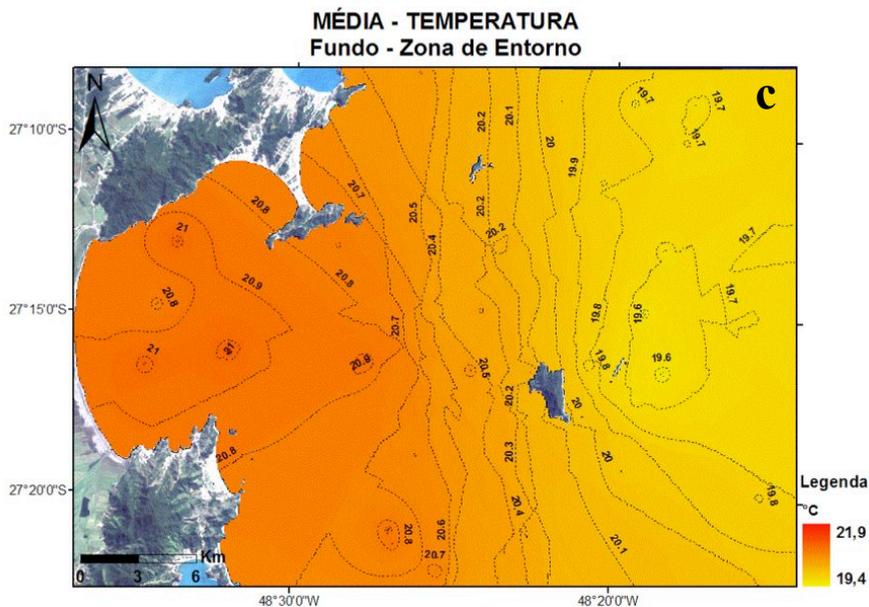


**MÉDIA - SALINIDADE**  
**Fundo - Zona de Entorno**



**MÉDIA - TEMPERATURA**  
**Superfície - Zona de Entorno**





Fonte: Amorim (2013)

### 3.5 OUTROS ESTUDOS

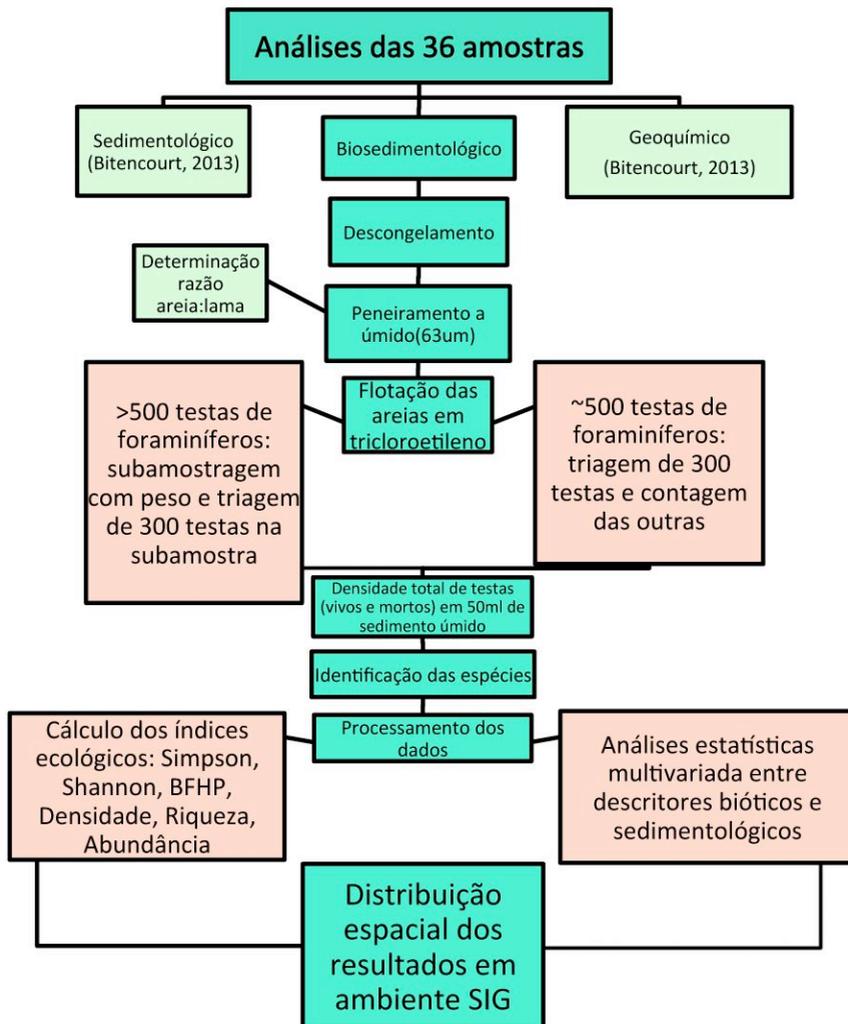
A REBIO Arvoredo foi objeto de diversos estudos depois da sua criação. Os estudos sobre os impactos antrópicos e a proposta de monitoramento ambiental apresentada por Strenzel (1997) fornecem informações sobre a relação entre o uso e a preservação da Reserva nos primeiros anos de sua implantação. Posteriormente, Vivacqua (2005) complementa essas informações com um trabalho de mestrado com enfoque mais socioambiental, apresentando um estudo de caso sobre os conflitos. Por fim, Costa (2006) sugere uma perspectiva para uma gestão efetiva da Reserva em 2006.

Alguns outros trabalhos disponibilizam informações mais específicas sobre aspectos biológicos da Reserva, tais como bivalves (MANZONI, 1994), fitobentos (HORTA *et al.*, 2008; CABRAL, 2009; VARELA, 2010), corais (CAPEL, 2012), macrofauna não consolidada (MARQUES, 2007), algas calcárias/rodolitos (GHERARDI, 2004), crustáceos (KARAM, 2008), peixes (PINHEIRO & CASTELLO, 2010; DINSLAKEN, 2012; BATISTA, 2012), ou ainda sobre assuntos associados a pesca (WAHRLICH, 1999; MEDEIROS, 2009; MARTINS, 2012) na área de estudo.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

Como parte inicial da pesquisa foi selecionado um conjunto de referências que subsidiaram o desenvolvimento das diferentes etapas e temas deste estudo. O principal tema deste trabalho relaciona-se aos foraminíferos. Referências que abordam critérios taxonômicos foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois elas representam uma base reconhecida pela comunidade científica para identificação das testas de foraminíferos presentes nas amostras estudadas. Outras obras da literatura sobre a biologia e a ecologia dos foraminíferos, assim como sobre as associações conhecidas e seus respectivos habitats, permitiram um estudo aprofundado sobre as vantagens que eles apresentam para um estudo de caracterização oceanográfica. Trabalhos pioneiros na região próxima à área de estudo analisada, como os de Eichler *et al.* (2008; 2012; 2013) ajudaram também na compreensão dos resultados encontrados em relação a dinâmica das massas d'água atuando na PCSE. O segundo tema relevante deste estudo está associado a caracterização ambiental da REBIO Arvoredo. Por este motivo, o Plano de manejo da REBIO do Arvoredo (IBAMA, 2004) representou uma referência básica sobre a área de estudo. Por fim, o terceiro tema relaciona-se ao referencial bibliográfico de apoio ao processamento de dados, que pode ser subdividido entre os procedimentos de coleta de amostras e de tratamento em laboratório, as análises estatísticas simples e multivariadas e as análises espaciais. A figura 4.1 apresenta um resumo do processo metodológico aplicado neste trabalho de mestrado.

Figura 4.1– Fluxograma das atividades realizadas neste trabalho de mestrado.



Fonte: Desenvolvida pela autora

#### 4.1 PLANO AMOSTRAL

As amostras reunidas para a realização deste estudo têm uma distribuição que inclui a área delimitada pela Unidade de Conservação (UC) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, assim como uma área no entorno dos limites da reserva de aproximadamente 7km ao sul, 3km ao norte, 16km a oeste e 6km a leste (Figura 4.2). Compreendem um conjunto de 36 amostras, provenientes de 36 estações, distribuídas entre as isóbatas de 5 e 60m conforme apresentado na Figura 4.2. A malha amostral é o resultado de diversos cruzeiros e por isso não possui padrão espacial regular. Os promontórios de cada lado baía de Tijucas delimitam uma área com profundidades de até 15m, na qual se insere a estação 17. As estações 19, 24, 27, 33, 34 e 35, localizadas na saída da Baía Norte, encontram-se em profundidades entre as isóbatas de 10m e 20m. Treze amostras encontram-se dentro dos limites da REBIO (3, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 28), com profundidades entre 5m e 49m. Nesta área existe um canal entre as ilhas do Arvoredo e Deserta representado por quatro estações (13, 14, 15, 20) com profundidades de 38 até 43m. As demais estações dividem-se da seguinte forma: cinco estações encontram-se entre a ilha de Santa Catarina e o limite sul da reserva (25, 26, 29, 30, 31) entre 23 e 45 m; sete estações ficam mais afastadas da costa, ao leste da reserva (2, 4, 7, 16, 22, 23, 32, 36) com profundidades entre 45 e 56 m e uma estação (1) localiza-se ao norte da área de estudo, mais próxima à ponta de Zimbros (profundidade de 32m).

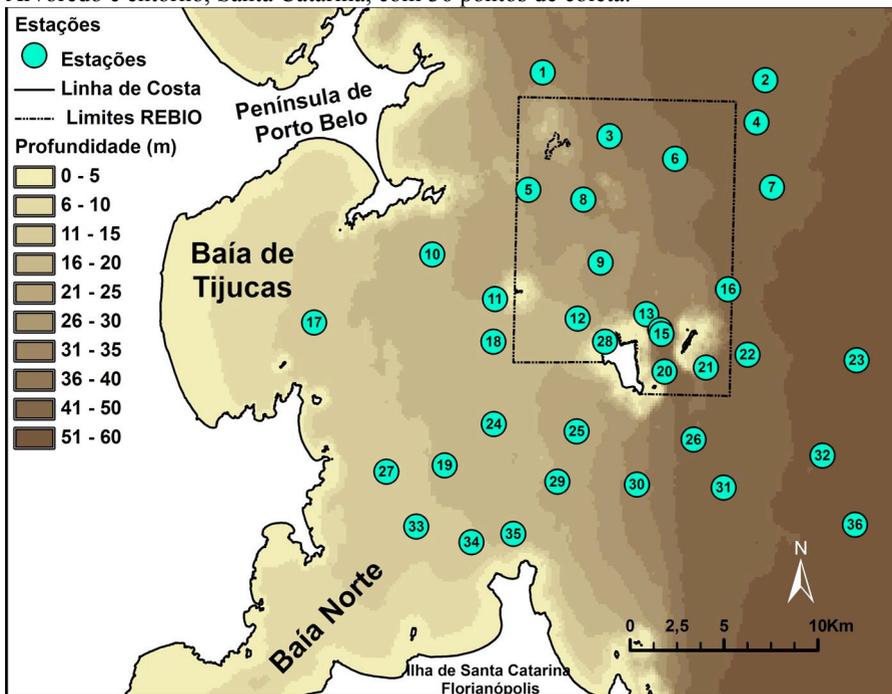
Todas as amostras foram coletadas na camada sedimentar superficial do fundo marinho, utilizando um pegador de mandíbula tipo Van-Veen, e destinadas aos estudos sedimentológicos e biológicos. Para obtenção destes dados foram realizadas cinco campanhas entre dezembro de 2009 e maio de 2011 (Quadro 4.1), com apoio do navio de Pesquisa *Soloncy Moura (IBAMA/CEPSUL)*.

Quadro 4.1 – Datas das campanhas de coleta e nome das 36 amostras de sedimentos superficiais.

Campanha	Data	Identificação	Total de amostras
ARV I	Dezembro 2009	13,15	2
ARV III	Setembro 2010	1, 2, 11, 14, 20, 34	6
ARV IV	Dezembro 2010	6, 8, 12, 19, 21, 22, 25, 28, 29, 30, 31	11
ARV V	Fevereiro 2011	4, 5, 9, 16, 17, 24, 26, 32, 35	9
ARV VI	Maio 2011	3, 7, 10, 18, 23, 27, 33, 36	8

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 4.2 – Malha Amostral da área de estudo, abrangendo a REBIO Marinha do Arvoredo e entorno, Santa Catarina, com 36 pontos de coleta.



Fonte: desenvolvido pelo autor

## 4.2 TRATAMENTO ANALÍTICO

Os sedimentos amostrados foram mantidos congelados até o início de seu processamento em laboratório, buscando assim manter suas características químicas e biológicas preservadas. O processamento inicial das amostras incluiu uma divisão em três partes para permitir as seguintes análises: granulométrica (BITENCOURT, 2013), geoquímica (BITENCOURT, 2013) e biossedimentológica.

As análises do teor de matéria orgânica total, feitas por oxidação com peróxido de hidrogênio, e de carbonato biodetrítico, feitas por dissolução com ácido clorídrico, foram realizadas usando a metodologia de Gross (1971) e a determinação das classes granulométricas foi realizada por peneiramento (em intervalos de  $\frac{1}{2}$  phi) e pipetagem (a cada 1 phi), conforme a metodologia de Suguio (1973) e Dias (2004). Estes resultados foram processados e apresentados por

Bitencourt (2013) e serão utilizados nesta pesquisa para análises de correlação com os dados bioossedimentológicos.

O estudo bioossedimentológico compreendeu os procedimentos de triagem e identificação das populações de foraminíferos seguindo a metodologia de Boltovskoy (1965). O tratamento foi iniciado pelo descongelamento das amostras. Para cada amostra, a lavagem à úmido e o peneiramento em malha de 63µm foram feitos para separação da areia e lama, posteriormente à medição de 50cm<sup>3</sup> de sedimentos decantados. Após a secagem dos sedimentos a 60°C para a fração lamosa (decantada em becquers) e 40°C (retida em filtros de papel), ambas as frações foram pesadas para o cálculo das proporções areia/lama. A porção arenosa foi flotada com tricloroetileno (adaptação sugerida por Debenay *et al.*, 1996). Este procedimento permite a separação por densidade das testas de foraminíferos (menos densas) dos grãos de quartzo e demais componentes maiores da amostra. A parte sobrenadante composta das partículas mais leves foi recolhida em um filtro, seca e transferida para uma placa de petri para análise microscópica do conteúdo.

A triagem e identificação foram realizadas com estereomicroscópio Carl Zeiss com magnificação de até 160x e quando necessário com fotomicrografias em microscópio eletrônico de varredura (LCME/UFSC). Baseiam-se na proposta geral de Loeblich & Tappan (1988), Ellis & Messina (1940) e em trabalhos específicos (BOLTOVSKOY, 1980; EICHLER *et al.*, 2008; EICHLER *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2012; MELLO NICOLA, 2013; DISARÓ, 2014). Quando o material do sobrenadante continha um número muito grande de testas (acima de 300), sub-amostras foram feitas pela pesagem de uma porção da amostra com uma balança analítica com resolução de 0,0001.

O número mínimo de testas triadas e identificadas por estação foi de 300 (MENDES *et al.*, 2004; NAGAI *et al.*, 2009; TOEFY & GIBBONS, 2014). Estes dados foram usados para o cálculo da abundância relativa das espécies. A estimativa da densidade total de testas em cada amostra foi obtida através da multiplicação da abundância absoluta de testas triadas pela razão peso total da amostra correspondente a 50 cm<sup>3</sup>: peso da sub-amostra triada. Amostras com densidade total inferior a 500 testas foram triadas em sua íntegra. Não foi feita a distinção entre testas coradas, assim todos os resultados apresentados referem-se às populações totais (mortos e vivos).

## 4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS

O ambiente marinho pode ser analisado de diversas maneiras para compreender melhor a sua dinâmica. As análises estatísticas descritivas ou multivariadas representam ferramentas que permitem sintetizar e comparar os valores dos descritores e índices ecológicos analisados (VALENTIN, 2000).

### 4.3.1 Descritores ecológicos

Podem ser calculados vários descritores ecológicos a partir de dados de foraminíferos, tendo sido selecionados os seguintes: densidade total de testas, abundância relativa das espécies, frequência de ocorrência, riqueza, diversidade e dominância. Existem diversos índices para representar a diversidade e a dominância. Este estudo optou por trabalhar com o índice de Shannon ( $H'$ ) para a diversidade e o de Simpson para a dominância.

#### 4.3.1.1 Densidade

Quando a abundância total de indivíduos for calculada para uma área ou um volume, este valor se torna a densidade de população (TINOCO, 1989). O valor total de testas de foraminíferos em uma amostra de  $50\text{cm}^3$  de sedimentos úmidos representa a densidade de testas na área do ponto amostral  $x$ . Por exemplo, pode-se dizer que a densidade da amostra  $x$  é de 500 testas/ $50\text{cm}^3$ . Os valores de densidade deste trabalho foram estimados a partir da relação entre o número de testas triadas e o peso seco da amostra obtido previamente, para volumes de  $50\text{cm}^3$ .

#### 4.3.1.2 Abundância relativa de espécie

A abundância é definida pelo número de indivíduos total de uma espécie, foraminíferos no caso deste estudo, dentro de uma amostra. Por exemplo, uma amostra de sedimentos pode ter abundância total de 500 testas e a espécie *Globocassidulina crassa* uma abundância de 70 testas dentro desta amostra. É possível apresentar o valor de abundância absoluta com o número exato (como o exemplo descrito anteriormente) de indivíduos encontrados ou então o valor de abundância relativa que representa a porcentagem de indivíduos em relação ao total das outras espécies em uma mesma amostra: 14% de *Globocassidulina crassa* na amostra  $x$ .

#### 4.3.1.3 Frequência de ocorrência da espécie

A frequência de ocorrência de uma espécie refere-se a percentagem (%) de estações em que a mesma ocorre na área de estudo.

#### 4.3.1.4 Riqueza

A riqueza de uma amostra é representada pelo número de espécies encontradas nesta. Quanto maior o número de espécies, maior a riqueza da amostra (MAGURRAN, 1988).

#### 4.3.1.5 Dominância

O índice de dominância de Simpson ( $D'$ ) permite calcular a maior importância de uma espécie, em termos de número de indivíduos, em relação a outras espécies dentro da amostra a qual ela pertence aplicando a formula 1.

$$D' = 1 - \left( \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right) \quad (1)$$

Onde  $n_i$  é o número de indivíduos da espécie  $i$  e o  $N$  o número total de indivíduos na amostra (MAGURRAN, 1988).

#### 4.3.1.6 Diversidade

A diversidade é representada pelo índice de diversidade, que pode ser calculado de diversas maneiras. Este descritor permite comparar a riqueza das amostras considerando não somente o número de espécies, mas também a importância que elas tem na amostra. No caso deste estudo, o índice de Shannon,  $H'$ , com log de base  $e$  ( $\ln$ ) é utilizado:

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i) \quad (2)$$

Onde  $p_i$  é igual a importância da espécie  $i$  na amostra, representando a proporção ( $n_i/N$ ) de testas encontradas para cada espécie  $i$  em uma amostra. O índice de Shannon tem como característica de valorizar as espécies com menor abundância (MAGURRAN, 1988).

#### 4.3.1.7 Índice de produtividade (BFHP)

O índice de produtividade BFHP (Benthic Foraminifera High Productivity) foi calculado segundo a metodologia de Martins *et al.* (2007). Foram utilizados os gêneros *Bolivina*, *Bulimina*, *Buliminella*, *Uvigerina*, *Nonionella* e *Fursenkoina*.

#### 4.3.2 Estatística multivariada

O processamento estatístico dos dados envolveu análises de correlação entre variáveis bióticas e abióticas, principalmente sedimentológicas e batimétricas, através de técnicas multivariadas (Análise de Componentes Principais (PCA) e Escalonamento Multidimensional (MDS)). Uma análise de agrupamento Modo R foi feita com objetivo de identificar associações ecológicas e seus potenciais como indicadoras de subambientes.

Foi utilizada a técnica estatística de Escalonamento Multidimensional (MDS) para identificar o principal gradiente de distribuição das populações na área de estudo. Para tal foi calculada a matriz de distância Euclidiana a partir dos valores de abundância relativa de 40 taxa (foram excluídos os gêneros que apresentaram abundância total inferior a 1%). A extração das duas primeiras dimensões foi obtida com um stress de 0,12.

Para o PCA, o primeiro fator explicou 49,96% dos resultados e o segundo explica 17,87%. As variáveis utilizadas foram os teores de MOT(%), de lama (%) e de carbonato biodetrítico no sedimento assim como o diâmetro médio dos grãos, a profundidade, os índices de Shannon e de produtividade (BFHP), a riqueza e a densidade por estação, os resultados da primeira dimensão do MDS e a importância de aglutinantes e de porcelanáceos por estação. As análises multivariadas foram feitas usando preferencialmente os programas Statistica 7.0 e MVSP.

#### 4.3.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O uso de uma ferramenta de SIG ajuda na visualização da distribuição espacial de um conjunto de variáveis. Tendo como objetivo compreender as relações entre diversos fatores em uma determinada área de estudo, o SIG representou uma ferramenta de análise importante. Foram criados mapas de distribuição dos resultados, representando a densidade estimada, a abundância relativa das espécies principais, da composição das testas, assim como os índices ecológicos de riqueza, de produtividade (BFHP), de diversidade e de dominância. Estes resultados expressando os descritores bióticos e

sedimentológicos foram espacializados e analisados com o apoio do programa ArcGIS 9.3.



## 5 RESULTADOS

Foram encontradas 83 espécies de foraminíferos no conjunto de 36 pontos amostrais analisados, referentes a um total de 11187 testas de foraminíferos identificadas. A partir destes dados foram geradas uma série de análises estatísticas descritivas, índices ecológicos, estatísticas multivariadas (pelo uso de técnicas de estatística que consideram mais de um fator), e espaciais, pelo uso de sistemas de informação geográfica (SIG).

### 5.1 DESCRITORES ECOLÓGICOS

Os valores de abundância absoluta resultantes da triagem e das identificações dos foraminíferos permitem a aplicação de análises estatísticas simples para obtenção de descritores ecológicos. São apresentados, sob forma de gráficos e mapas de distribuição, os resultados de densidade, abundância relativa, riqueza, frequência de ocorrência, diversidade ( $H'$ ), dominância ( $D$ ) e produtividade (BFHP).

#### 5.1.1 Densidade

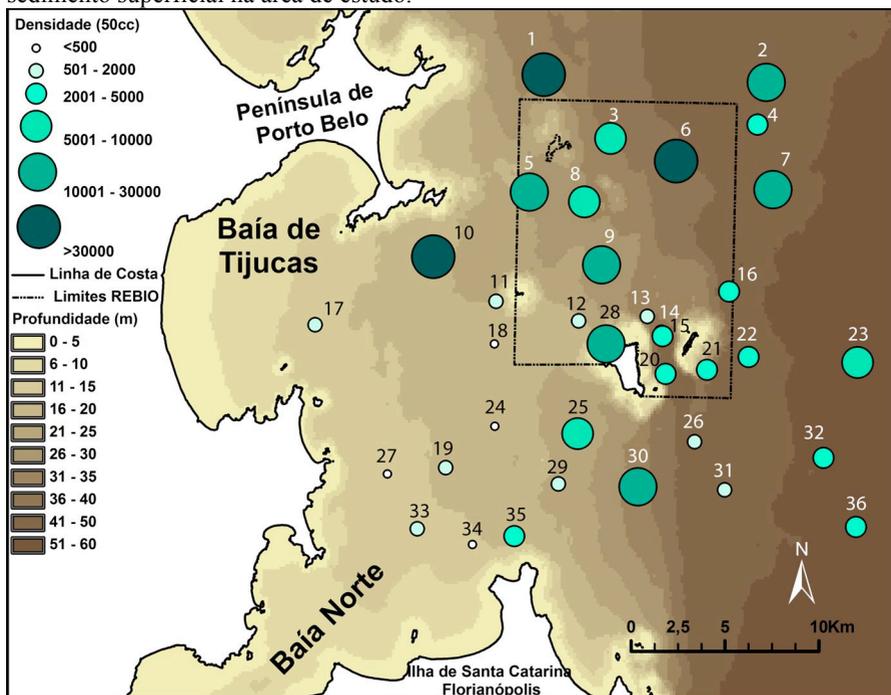
Das 36 amostras analisadas, apenas quatro (18, 24, 27 e 34) apresentaram densidades inferiores à 300 testas em  $50\text{ cm}^3$  de sedimento. A menor densidade foi observada na estação 18 (143 testas), enquanto o maior valor foi de 79.128 testas na estação 10 (Tabela 5.1). Estas cinco estações encontram-se fora dos limites da REBIO Arvoredo (Figura 5.1). Densidades elevadas também foram encontradas ao norte da Reserva, nas estações 6 e 1, com 59.035 e 52.938 testas  $50\text{ cm}^3$ , respectivamente. As outras estações apresentam valores oscilando entre 500 e 30.000 testas/ $50\text{ cm}^3$ . A Figura 5.1 mostra a relação das densidades estimadas entre as estações: uma ampla variação pode ser observada. De modo geral, densidades inferiores a 2.000 testas ocorreram nas estações mais próximas a saída da Baía Norte de Florianópolis (19, 24, 27, 29, 33, 34, 35), assim como na baía de Tijucas (17). Esta mesma figura mostra que encontram-se muito mais foraminíferos ( $>5000$ ) nas estações próximas à ilha da Galé (estações 1, 3, 5 e 8) e entre esta e a ilha do Arvoredo (9 e 28), à península de Porto Belo (10), ao norte da área de estudo (2, 6 e 7) e ao sul da ilha do Arvoredo (25 e 30).

Tabela 5.1 – Resultados dos descritores ecológicos por estação.

Estação	BFHP	Dim1	Densidade	Riqueza	Shannon	Simpson	Aglutinantes	Porcelanáceos
1	39	-1,09137	52938	25	2,294	0,18		
2	48	-0,63775	14978	22	2,291	0,132		
3	44	-0,18754	7685	31	2,738	0,096	1	1
4	47	-0,70612	3024	29	2,407	0,122		
5	46	-0,09526	13018	33	2,837	0,08		
6	47	-0,39111	59035	31	2,756	0,095		
7	52	-0,86497	11138	25	2,423	0,129		
8	39	0,10142	5563	39	3,024	0,068	2	4
9	40	-0,03537	14630	38	2,926	0,074	1	4
10	43	-0,11688	79128	29	2,838	0,084	5	5
11	24	0,36295	1024	33	2,898	0,075	6	9
12	16	0,95252	1692	32	2,808	0,087	4	23
13	40	-0,78392	1162	24	2,251	0,163		
14	35	-0,92457	1130	21	2,072	0,187		
15	27	-0,16762	3694	31	2,676	0,108		4
16	39	-0,21667	2107	26	2,502	0,116	1	
17	3	1,12105	1189	20	1,77	0,281	7	3
18	16	0,89139	143	28	2,692	0,125	4	11
19	12	1,11125	939	28	2,66	0,118	12	15
20	44	-0,61736	3702	18	2,276	0,148		
21	51	-0,26361	3953	30	2,75	0,083	1	
22	47	-0,57793	4996	35	2,673	0,111		1
23	44	-0,69549	7258	30	2,426	0,134		
24	10	1,01971	300	33	2,807	0,097	8	20
25	53	0,20338	6156	33	2,868	0,083	1	1
26	56	-0,50163	1685	22	2,339	0,148		
27	24	0,85539	308	32	2,862	0,082	24	11
28	29	1,02127	17123	30	2,639	0,112		11
29	23	0,45354	830	27	2,869	0,075	5	14
30	36	-0,64911	10039	29	2,468	0,147	1	1
31	41	-0,64318	1317	22	2,297	0,143		
32	49	-1,12747	3185	14	1,895	0,182		
33	20	1,25328	676	26	2,669	0,102	7	25
34	8	1,96387	309	17	2,013	0,197	3	27
35	25	0,81373	2781	27	2,451	0,14	1	1
36	42	-0,82983	4491	27	2,352	0,15		

Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 5.1 – Distribuição dos resultados de densidades estimada em 50 cm<sup>3</sup> de sedimento superficial na área de estudo.



Fonte: Desenvolvido pela autora

### 5.1.2 Abundância relativa

Foram encontrados 48 gêneros e 83 espécies de foraminíferos bentônicos (Tabela 5.2). As espécies mais importantes na área são *Globocassidulina spp.* (16%), *Nonionoides grateloupii* (9%), *Bulimina marginata* (8%), *Buliminella elegantissima* (8%), *Elphidium poeyanum* (7%), *Ammonia rolshauseni* (6%), *Bulimina pseudoaffinis* (6%) e *Uvigerina peregrina* (5%) totalizando 65% da abundância total. Outras espécies importantes são *Hanzawaia concentrica* (4%) e *Bolivinellina translucens* (3%). Estes dez espécies/taxa representam então 72% da abundância total de espécimes encontrados na área de estudo. A distribuição espacial das espécies mais abundantes está apresentada na figura 5.2, permitindo associá-las as características oceanográficas específicas da área de estudo. Por exemplo, o gênero *Globocassidulina spp.* tem uma distribuição mais homogênea que a espécie *Ammonia rolshauseni* pois mais pontos amostrais apresentam presença

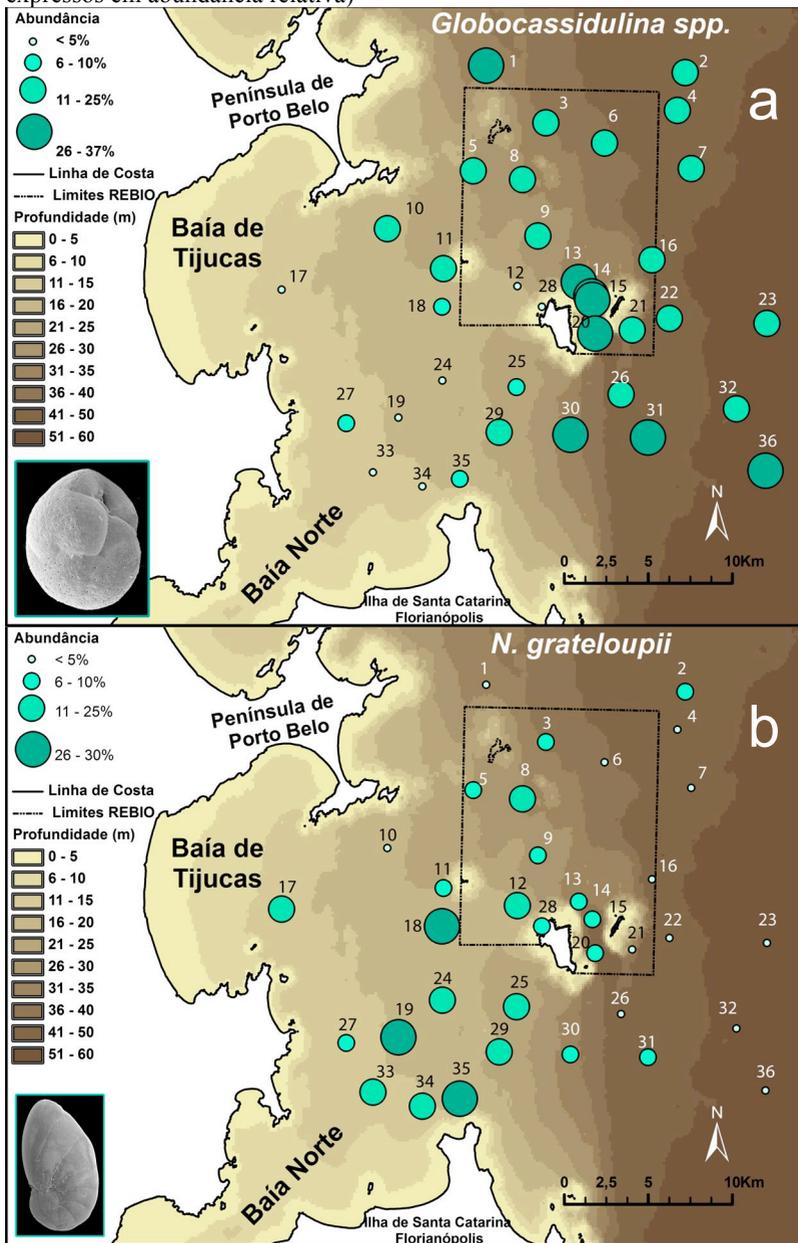
da espécie com valores percentuais semelhantes. A *A. rolshauseni* concentra-se próximo a baía de Tijucas e nos arredores lestes da Reserva. As espécies *Elphidium poeyanum* e *Buliminella elegantissima* caracterizam se por uma distribuição importante na área, porém concentrada em alguns setores. As áreas próximas da costa têm menos ocorrência da *Buliminella elegantissima* enquanto as mais afastadas da costa têm menos ocorrência do *Elphidium poeyanum*.

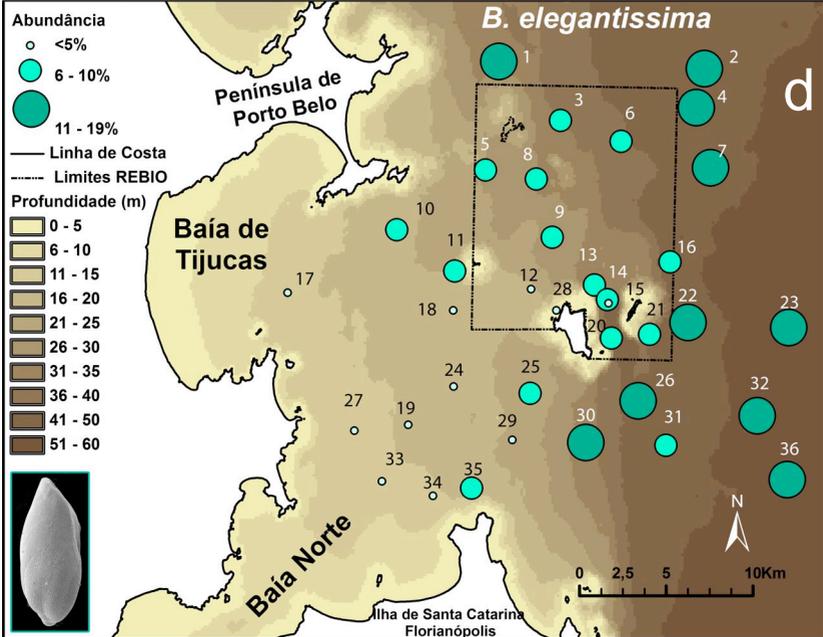
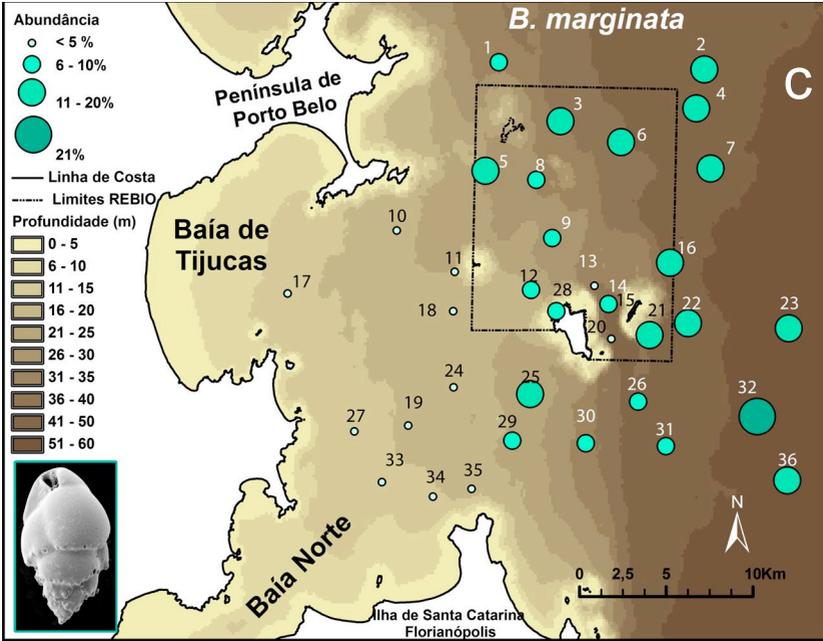


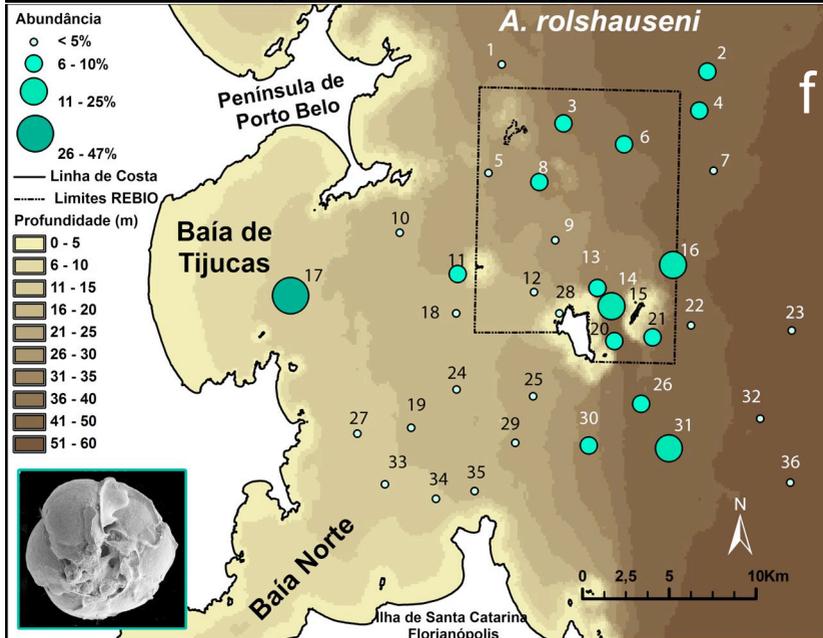
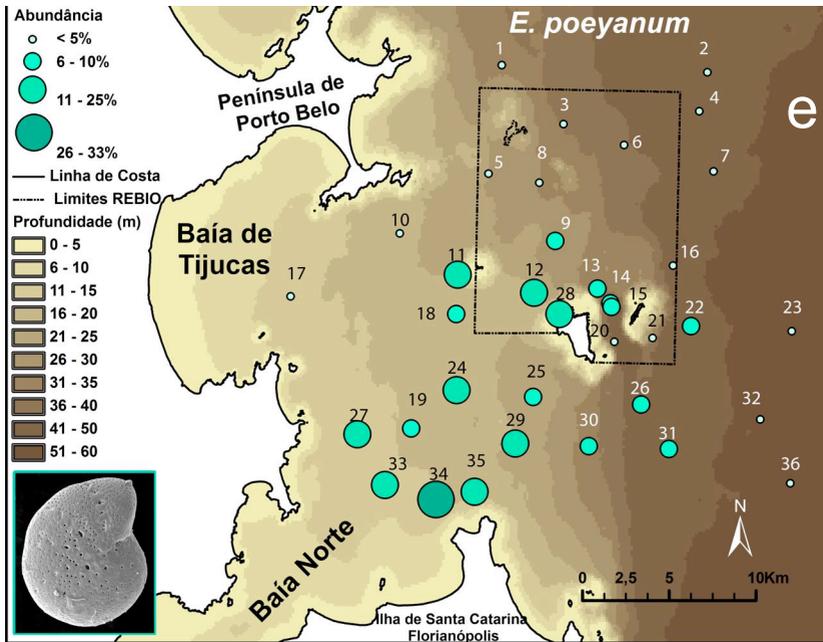


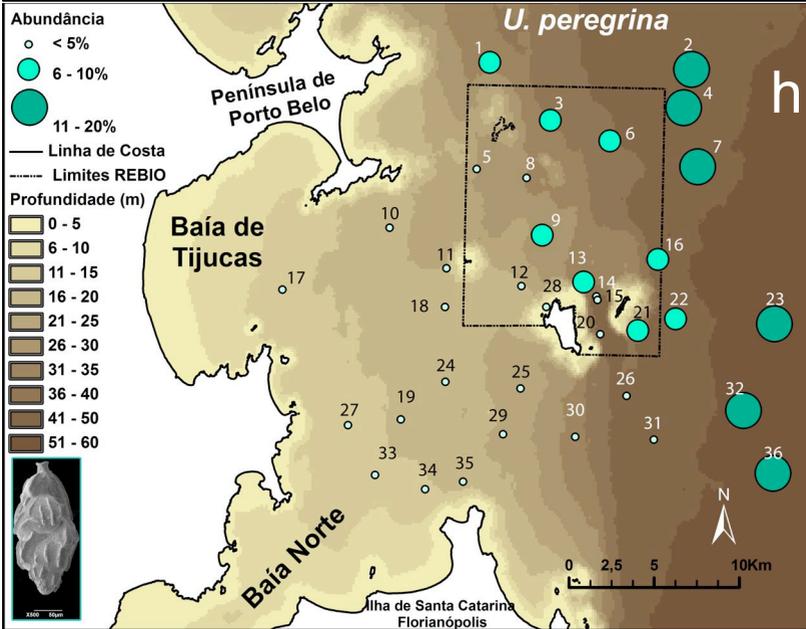
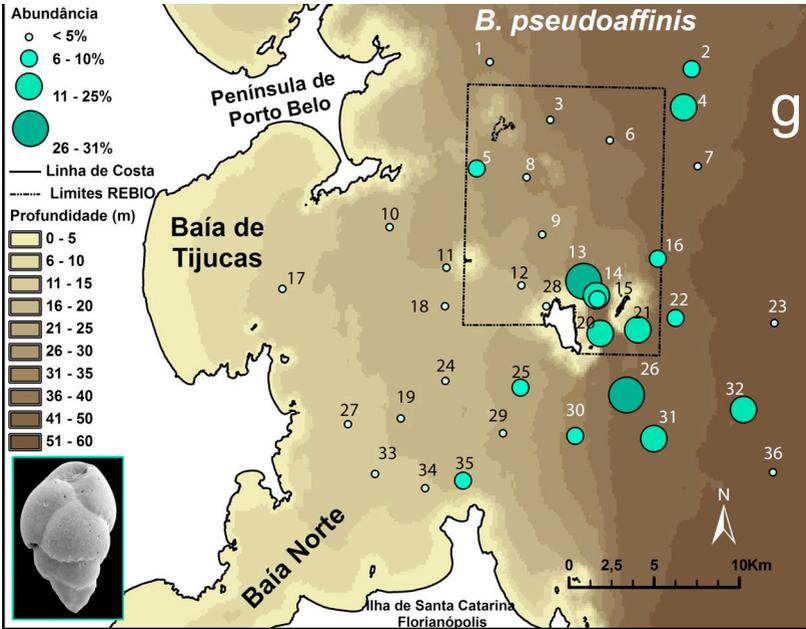


Figura 5.2 – Distribuição das espécies mais abundantes na área de estudo (valores expressos em abundância relativa)







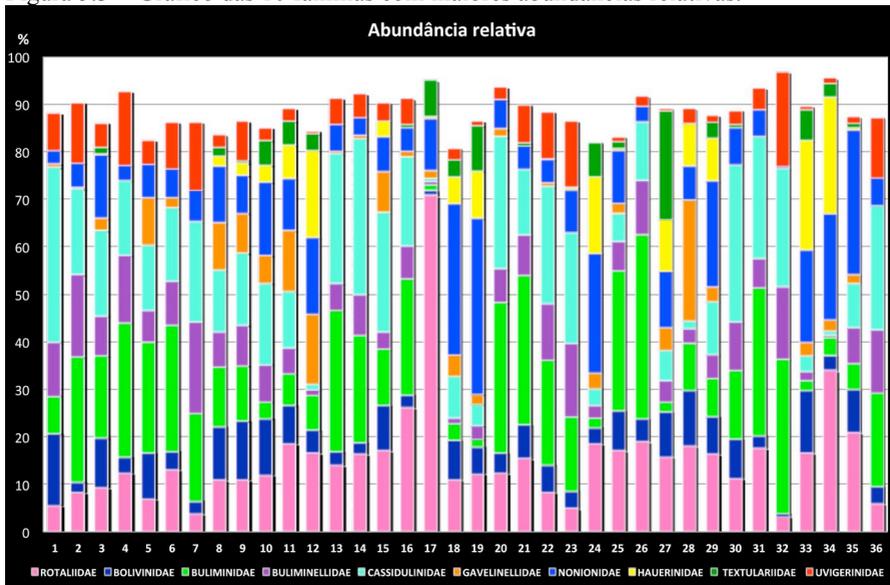


Fonte: Desenvolvido pela autora

A análise exploratória da tabela 5.2 aponta 23 taxa mais abundantes considerando as espécies aparecendo no mínimo uma vez com uma abundância de mais de 5% na amostra. Esta análise apontou os seguintes taxa: *Nonion spp.*, *Hanzawaia concentrica*, *Ammonia tepida*, *Ammonia rolshauseni*, *Elphidium poyeanum*, *Quinqueloculina seminula*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Buliminella elegantissima*, *Bulimina marginata*, *Bulimina patagonica*, *Bulimina pseudoaffinis*, *Uvigerina peregrina*, *Bolivinellina translucens*, *Bolivina ordinaria*, *Brizalina fragilis*, *Textularia agglutinans*, *Textularia sp.2*, *Textularia spp.*, *Pyrgo subsphaerica*., *Globocassidulina spp.*, *Nonionella atlantica*, *Nonion grateloupi*, *Pararotalia spp.*

A Figura 5.3 apresenta o conjunto destes 23 taxa classificados em 10 famílias.

Figura 5.3 – Gráfico das 10 famílias com maiores abundâncias relativas.



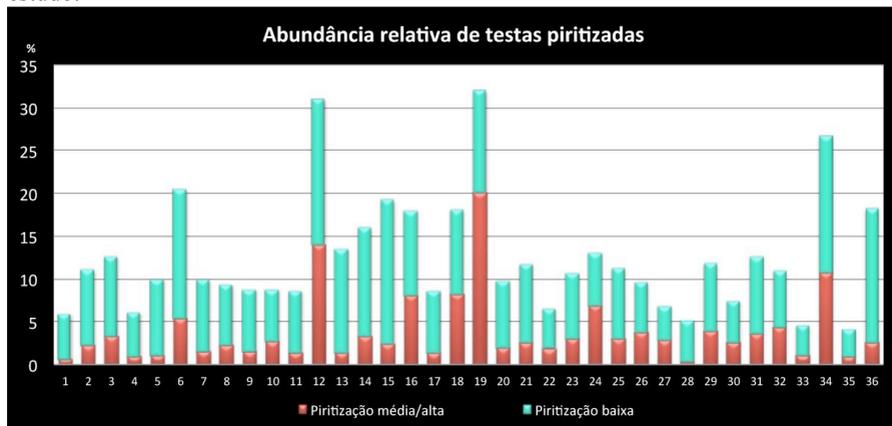
Fonte: Desenvolvido pela autora

As famílias Buliminidae e Cassidulinidae predominam na maioria das amostras, com exceção das estações 11, 12, 17, 18, 19, 24, 27, 28, 29, 33, 34 e 35. Estas estações encontram-se na região sudoeste da área de estudo, em direção à Baía Norte e baía de Tijucas. A estação 17 compõe-se por aproximadamente 70% de Rotalidae, diferenciando-se, por isso, de todas as outras estações. Esta estação é a que encontra-se mais próxima do rio Tijucas

na área de estudo, assim como muito próxima da costa. É interessante ressaltar que a família dos rotalídeos não predomina com tanto destaque em nenhuma das outras estações. A família Textulariidae predomina em uma só estação (27) localizada próxima ao continente na saída da Baía Norte. Pode também ser observado que o conjunto dos 23 taxa que se encontram com valores acima de 5% de abundância totalizam sempre mais de 81% da amostra, podendo atingir uma presença de até 97%, no caso da estação 32.

O levantamento da abundância de testas piritizadas nas estações revelaram valores altos, mas padrões espaciais de difícil interpretação. No entanto, pode ser ressaltada a maior presença (>15%) destas em estações entre as isóbatas de 16 e 20m de profundidade (12, 18, 19, 24 e 34), localizadas na porção mais central da área de estudo. Outras estações com a mesma importância encontram-se no canal entre a ilha Deserta e a ilha do Arvoredo (14, 15), assim como em três estações isoladas (6, 16 e 36). Os gêneros *Quinqueloculina*, *Bulimina* e *Globocassidulina* e as espécies *Nonionoides grateloupii* e *Hanzawaia concentrica* foram os que apresentaram maiores ocorrências de testas piritizadas.

Figura 5.4 – Representação gráfica dos resultados de testas piritizadas na área de estudo.

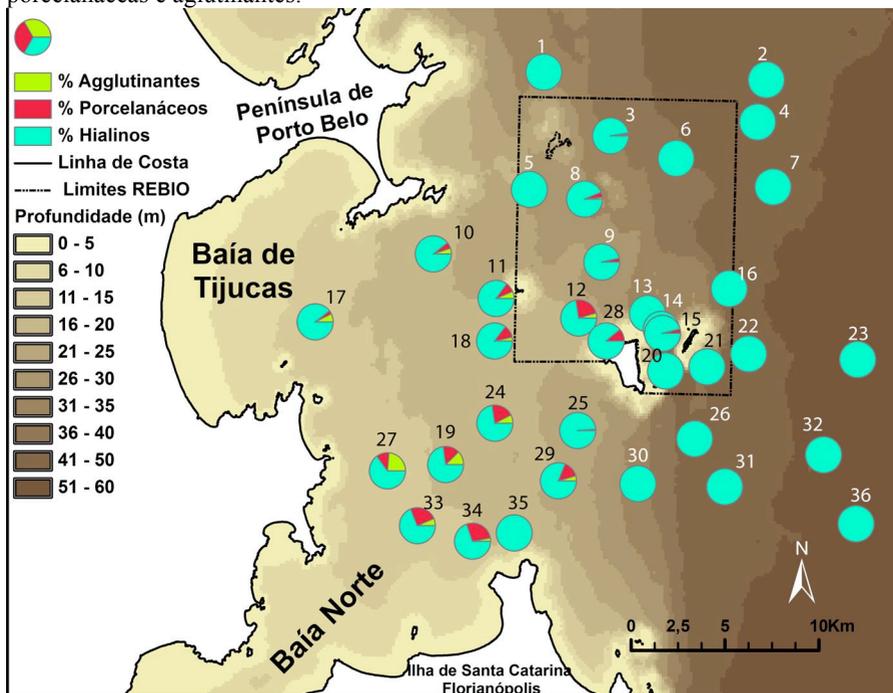


Fonte: Desenvolvido pela autora

A Figura 5.5 apresenta a espacialização dos resultados de abundância relativa das testas aglutinantes, hialinas e porcelanáceas na área. A maior parte das testas possui composição carbonática hialina, sendo este grupo dominante em todas as amostras e exclusivo nas áreas mais profundas. Testas porcelanáceas e aglutinantes somaram até 35% de abundância nas estações

próximas a desembocadura da Baía Norte e da baía de Tijucas. Entre os porcelanáceos, *Quinqueloculina seminula* apresentou distribuição preferencial associada a Baía Norte, enquanto *Q. lamarckiana* foi mais importante nas estações ao norte da Ilha do Arvoredo, próximo ao banco de algas calcárias. *Textularia* foi o gênero mais importante entre as testas aglutinantes.

Figura 5.5 – Distribuição espacial da abundância relativa das testas hialinas, porcelanáceas e aglutinantes.

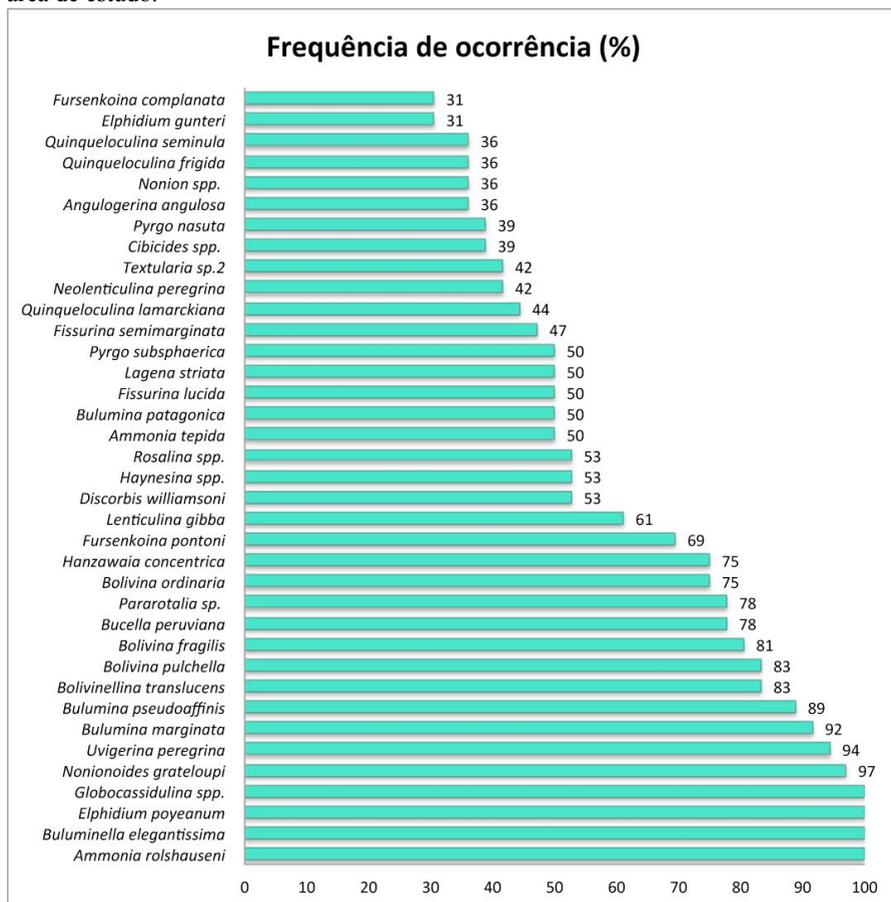


Fonte: Desenvolvido pela autora

### 5.1.3 Frequência de ocorrência

Cinco espécies ocorreram em todas as estações: *Ammonia rolshauseni*, *Elphidium poeyanum*, *Buliminella elegantissima* e *Globocassidulina* spp. Apenas 37 espécies ocorreram em mais de 30% das estações, ou seja, 45 espécies possuem baixa frequência de ocorrência (Figura 5.6).

Figura 5.6 – Representação gráfica das espécies com mais de 30% de ocorrência na área de estudo.



Fonte: Desenvolvido pela autora

*Globocassidulina spp.*, *Bulimina marginata*, *Buliminella elegantissima* e *Uvigerina peregrina* possuem distribuição espacial associada preferencialmente a ambientes mais afastados da costa e mais profundos. Entre estas, *Bulimina pseudoaffinis* e *Uvigerina peregrina* se destacam por ocorrerem com maior importância nas estações com profundidades acima de 25m (Figura 5.2 g, h). *B. pseudoaffinis* também foi a espécie que melhor indicou a presença do canal entre a ilha Deserta e a ilha do Arvoredo. Foram obtidos valores de correlação de Spearman positivos entre abundância relativa

destas espécies e as profundidades das amostras (Tabela 5.3). *Ammonia rolshauseni* ocorreu em menor abundância nas áreas arenosas (Figura 5.2f), apresentando correlação positiva significativa com os teores de lama ( $r = 0,4$ ) e MOT ( $r=0,5$ ). Sua importância foi maior na baía de Tijucas, representando 47% do total de testas na estação 17. *Elphidium poeyanum* apresentou maiores valores de abundância na saída da Baía Norte correlacionando-se negativamente com os sedimentos finos e com maiores teores de matéria orgânica total. Embora *Hanzawaia concentrica* não tenha sido uma espécie importante na maioria das estações, merece destaque sua alta abundância relativa na estação 28, a mais próxima do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo.

Tabela 5.3 – Coeficientes de Correlação de Spearman entre descritores bióticos e variáveis sedimentológicas (MOT = teor de matéria orgânica total; diâmetro médio dos grãos; teor de carbonato biodetrítico). Valores significativos para  $\alpha = 5\%$  estão assinalados em vermelho.

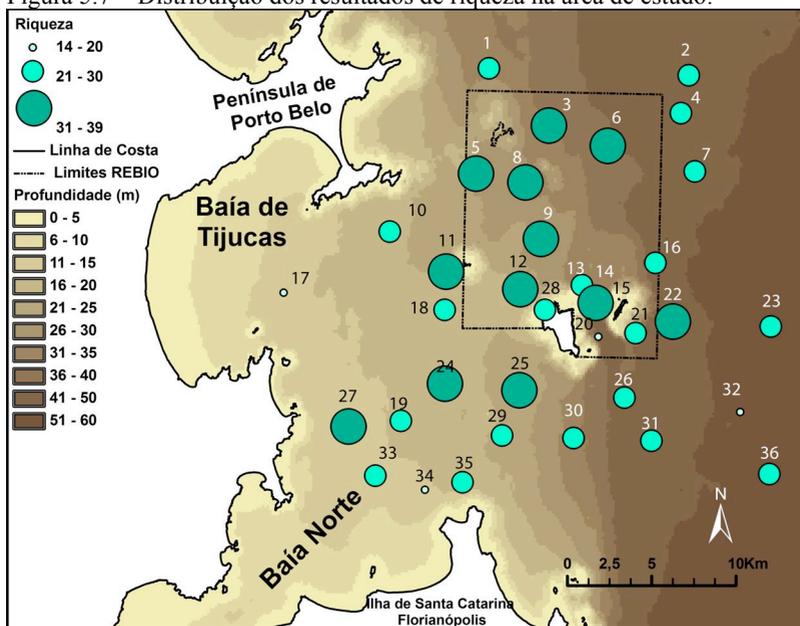
	Profundidade	MOT	Diametro	Lama	Carbonato
Índice BFHP	<b>0,66</b>	<b>0,42</b>	<b>0,61</b>	<b>0,49</b>	<b>0,43</b>
Dimensão 1 (MDS)	<b>-0,86</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,61</b>	-0,22
Densidade	<b>0,35</b>	0,13	0,50	0,37	<b>0,57</b>
Riqueza	-0,23	-0,13	-0,24	-0,13	0,23
Índice de Shannon	<b>-0,37</b>	-0,30	<b>-0,39</b>	-0,29	0,15
Índice de Simpson	0,31	0,23	0,29	0,19	-0,24
<i>Globocassidulina spp.</i>	<b>0,78</b>	<b>0,42</b>	<b>0,75</b>	<b>0,55</b>	0,28
<i>Bulimina marginata</i>	<b>0,61</b>	0,20	0,31	0,30	<b>0,34</b>
<i>Buliminella elegantissima</i>	<b>0,80</b>	<b>0,33</b>	<b>0,59</b>	<b>0,50</b>	<b>0,33</b>
<i>Uvigerina peregrina</i>	<b>0,79</b>	<b>0,45</b>	<b>0,66</b>	<b>0,65</b>	<b>0,37</b>
<i>Ammonia rolshauseni</i>	0,18	<b>0,51</b>	<b>0,33</b>	<b>0,40</b>	0,18
<i>Nonionoides grateloupii</i>	<b>-0,76</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,64</b>	-0,22
<i>Bulimina pseudoaffinis</i>	<b>0,42</b>	<b>0,60</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	0,10
<i>Elphidium poeyanum</i>	<b>-0,63</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,58</b>
Agglutinantes	<b>-0,72</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,73</b>	<b>-0,59</b>	-0,30
Porcelanáceos	<b>-0,80</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,77</b>	<b>-0,64</b>	-0,24

Fonte: Desenvolvido pela autora

### 5.1.4 Riqueza

A riqueza na área de estudo varia entre 14 e 39 espécies, sendo que mais da metade das amostras (19) mostra resultados variando entre 21 e 30 espécies. As quatro estações com  $<20$  espécies são 17, 20, 32, 34 e as três estações com  $>35$  espécies são 8, 9 e 22 (Figura 5.7). Maior número de estações (7) dentro dos limites da reserva apresenta riquezas altas ( $>30$ ) do que fora desta (5), sendo que duas (11 e 22) destas localizam-se muito próximas ao limite. As três outras (24, 25 e 27) encontram-se entre a Baía Norte e a REBIO.

Figura 5.7 – Distribuição dos resultados de riqueza na área de estudo.

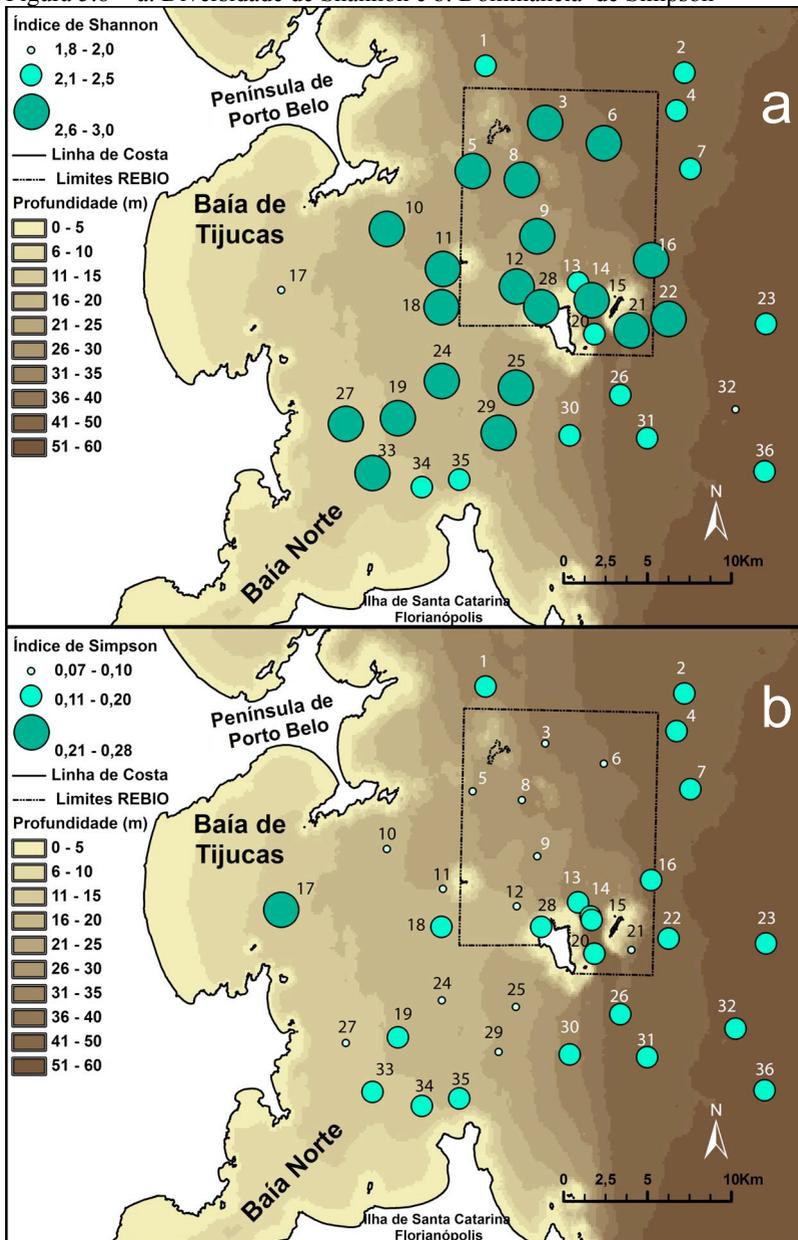


Fonte: Desenvolvido pela autora

### 5.1.5 Índices de diversidade (Simpson e Shannon)

A distribuição dos índices de dominância de Simpson (valores entre 0,07-0,28 na escala de 0 a 1) (Figura 5.8a) e de diversidade de Shannon (valores entre 1,8-3,0) (Figura 5.8b) não parece ter respondido a um padrão espacial associado claramente a batimetria e ou textura dos sedimentos, embora, em termos gerais, nota-se um aumento da diversidade e redução da dominância no eixo sudoeste-nordeste da área de estudo.

Figura 5.8 – a. Diversidade de Shannon e b. Dominância de Simpson



Fonte: Desenvolvido pela autora

Entre os valores de diversidade (Shannon,  $H'$ ), a estação 8 apresenta o valor mais elevado, com 3,0, enquanto a estação 17 tem a menor diversidade, com valor de 1,8. Pouco menos da metade das estações (1, 2, 4, 7, 13, 17, 20, 23, 26, 30, 31, 32, 34, 35 e 36) apresenta índices de diversidade inferiores a 2,5 (Figura 5.9a).

Os baixos valores de dominância (D de Simpson) (Figura 5.8b) indicam uma alta diversidade associada a alta equitatividade, ou seja, uma baixa heterogeneidade nos valores de abundância entre as espécies em todas as estações localizadas dentro dos limites da REBIO Arvoredo. Esta tendência muda levemente na parte sudoeste da reserva, próximo a ilha do Arvoredo e ao canal que a separa da ilha Deserta (estações 13, 14, 15, 16, 20 e 28). Seis estações fora dos limites da REBIO (10, 11, 24, 25, 27 e 29) caracterizam-se por índices de dominância baixos ( $<0,1$ ), indicando também uma maior diversidade de espécies (Figura 5.8b). Mais uma vez, a estação com o menor índice de dominância (0,07) é a 8, localizada dentro dos limites da UC, ao sul da ilha da Galé. A estação 17, na desembocadura da baía Tijucas, se destaca pelo valor mais elevado de dominância (0,28), associada a grande abundância da espécie *Ammonia rolshauseni*.

As espacializações de descritores de riqueza (Figura 5.7) e de diversidade ( $H'$  de Shannon) (Figura 5.8a) se parecem e revelam a predominância de valores mais altos dentro da REBIO do Arvoredo. No entanto, os valores de diversidade mostram uma homogeneidade maior que os resultados associados a riqueza. Considerando que o índice de Shannon ( $H'$ ) não altera tanto os valores baixos de abundância, pode se dizer que a área de estudo tem uma diversidade elevada nas estações centrais, localizadas dentro da Reserva, assim como na região localizada entre a mesma e a Baía Norte.

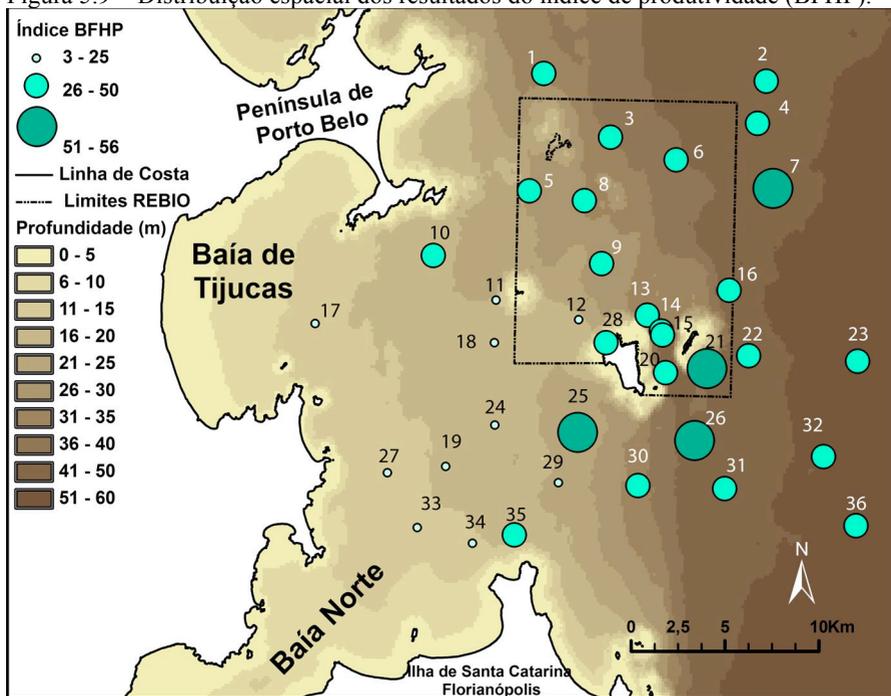
### 5.1.6 Índices de produtividade (BFHP)

Os valores do índice de produtividade bentônica calculados a partir de foraminíferos (BFHP-Benthic Foraminifera High Productivity) variaram entre 3% e 56% e indicam uma maior produtividade na parte leste da área de estudo, sobretudo na porção ao sul e leste das ilhas do Arvoredo e Deserta (Figura 5.9). Valores de BFHP acima de 50% foram obtidos nas estações 7, 21, 25, 26. Os menores valores foram encontrados na saída da Baía Norte e na Baía de Tijucas (entre 3% e 25%). Em geral, as estações com maiores valores do índice de produtividade correspondem espacialmente às áreas com sedimentos lamosos e maiores teores de matéria orgânica depositada nos sedimentos (entre 5 e 10%). Porém, esta relação não foi bem definida para o setor norte da área

de estudo, onde o índice apresenta valores entre 25% e 50%, independentemente dos teores de matéria orgânica.

A Tabela 5.3 apresenta os valores do coeficiente de correlação calculado entre BFHP e os teores de matéria orgânica total, carbonato, lama e profundidade. Todas as correlações foram positivas e significativas, mostrando a importância de diversos fatores nas condições de produtividade.

Figura 5.9 – Distribuição espacial dos resultados do índice de produtividade (BFHP).



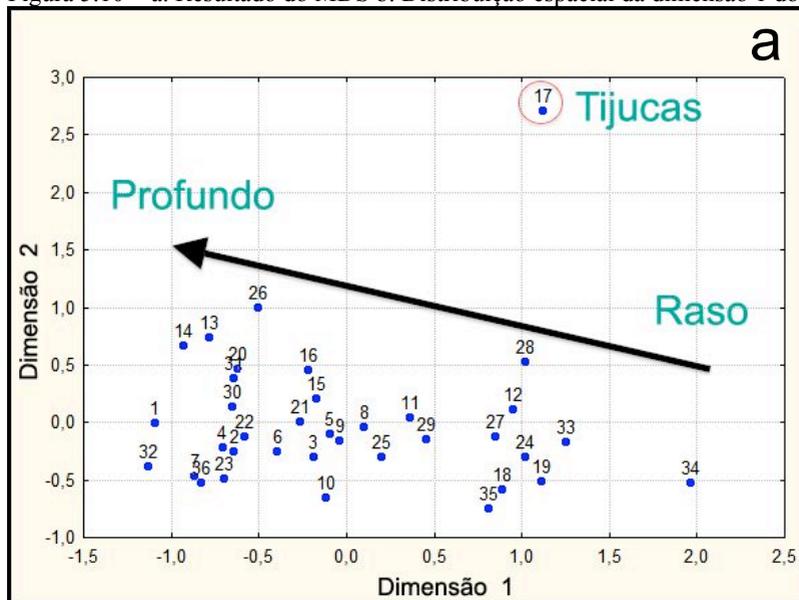
Fonte: Desenvolvido pela autora

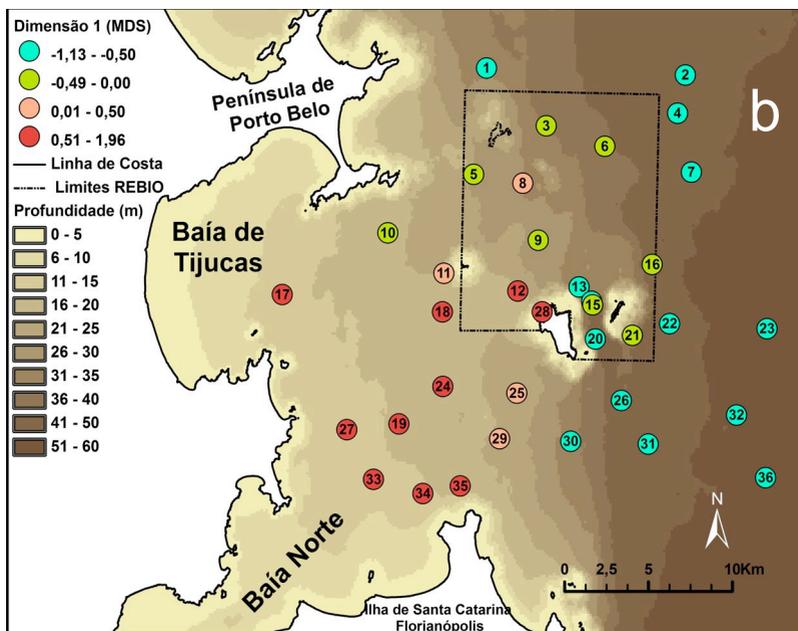
## 5.2 RELAÇÕES COM O MEIO

Foram feitas diversas análises estatísticas multivariadas com as espécies de foraminíferos dominantes na área de estudo e os dados abióticos disponíveis. Os dendrogramas obtidos a partir dos agrupamentos em modo R e Q não permitiram definir claramente associações ecológicas de espécies, nem reconhecer grupos de estações (subambientes) espacialmente bem delimitados na área de estudo.

A Figura 5.10 apresenta os resultados da análise de MDS e a espacialização dos valores da primeira dimensão. Embora as estações não tenham se individualizado em grupos bem definidos, com exceção da estação 17, localizada na baía de Tijucas, estas podem ser discutidas em termos de 4 classes definidas em função dos valores da primeira dimensão extraída da análise de escalonamento multidimensional. Estas classes se distribuem segundo um gradiente sudoeste-nordeste. Os valores mais altos (0,51 a 1,96) estão associados a desembocadura da Baía Norte e o limite sul da REBIO do Arvoredo, enquanto os valores mais baixos (-1,13 a -0,5) estão dispostos a leste, junto as maiores profundidades. Estes valores correlacionaram-se negativamente com os sedimentos arenosos ( $r = -0,75$ ) e com a profundidade ( $r = -0,86$ ; Tabela 5.3). A estação 10, próxima à península de Porto Belo, se diferencia das demais estações localizadas a oeste da REBIO (sob maior influência da Baía de Tijucas) em relação a posição na primeira dimensão do MDS. Esta também apresenta a maior densidade da área e uma alta diversidade, com uma das maiores riquezas (38). É a estação mais próxima à costa onde *Globocassidulina spp.* é dominante (17%) e com BFHP maior que 25%.

Figura 5.10 – a. Resultado do MDS b. Distribuição espacial da dimensão 1 do MDS

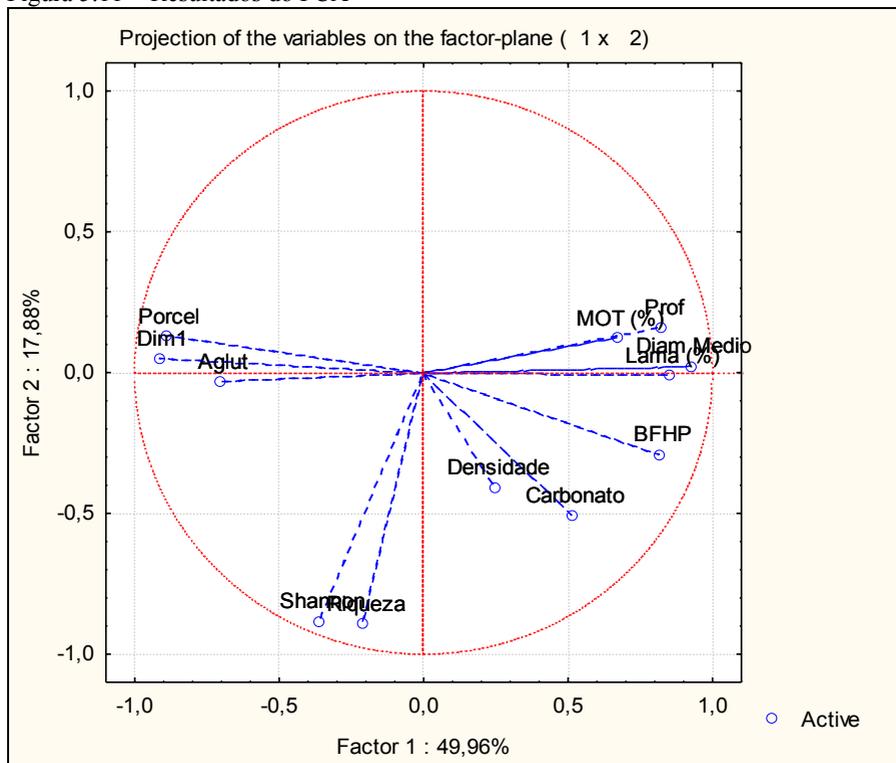




Fonte: Desenvolvido pela autora

A análise de componentes principais integrando fatores abióticos (profundidade, teores de MOT, carbonato biodetrítico, lama e diâmetro médio) e bióticos (índices de Shannon, BFHP, primeira dimensão do MDS, riqueza, densidade e abundância de porcelanáceos e aglutinantes) expressa a relação que ocorre entre eles na área de estudo (Figura 5.11). As características granulométricas e os teores orgânicos explicam bem a distribuição das testas porcelanáceas e aglutinantes, assim como o BFHP, mas se correlacionam apenas fracamente com a densidade de testas. A riqueza e a diversidade de Shannon não foram explicadas por nenhum dos descritores abióticos analisados.

Figura 5.11 – Resultados do PCA



Fonte: Desenvolvido pela autora



## 6 DISCUSSÃO

Para entender melhor a dinâmica oceanográfica é necessário lembrar que os ambientes marinhos são o resultado de diversas influências e que não se pode procurar uma explicação isolada para compreendê-los. Porém, é possível buscar os fatores que mais o influenciam, ou seja, aqueles dominantes dentro de uma área definida. Como descrito anteriormente, os foraminíferos respondem qualitativa e quantitativamente aos fatores que condicionam a distribuição sedimentológica e suas populações podem, portanto, ser utilizadas como “proxies” das condições oceanográficas médias.

### 6.1 COMPREENSÃO DO MEIO FUNDAMENTADA NA COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DE FORAMINÍFEROS

O gênero mais importante na área de estudo, *Globocassidulina*, é descrito por Murray (2006) como de hábito infaunal, detritívoro e ocorrência preferencial em substrato lamoso, com distribuição desde a plataforma continental até grandes profundidades. Todavia, trabalhos mais específicos têm demonstrado que algumas destas características variam de acordo com a espécie. Embora nesta pesquisa não tenha sido feita a diferenciação entre as abundâncias relativas das espécies pertencentes a este gênero, ocorreram na área de estudo *G. crassa* e *G. subglobosa*. De acordo com a descrição das preferências ecológicas destas espécies apresentada por Eichler *et al.* (2012) para o sul do Brasil, acredita-se que a espécie dominante na área é a *G. subglobosa*, pois ocorre em profundidades menores que *G. crassa*. Segundo Martins *et al.* (2007) e Schmiedl *et al.* (2007), esta espécie está associada a sedimentos arenosos, sob maiores velocidades de corrente de fundo e condições óxicas.

Alguns estudos têm encontrado uma associação ecológica entre *Globocassidulina subglobosa* e *Bulimina marginata* (MORIGI *et al.*, 2005; EICHLER *et al.*, 2008; FERRARO *et al.*, 2012). Morigi *et al.* (*op. cit.*) concluíram que estas espécies possuem maior ocorrência entre 40 e 60m. Embora ambos os taxa tenham sido importantes na área de estudo e apresentado maiores abundâncias a partir da isóbata de 20 m, a distribuição de *Globocassidulina* diferenciou-se significativamente no canal entre a Ilha do Arvoredo e a Ilha Deserta. Este setor da área de estudo é provavelmente o que está sob maior influência de correntes de fundo e de massas de água mais frias, como a ACAS. Outra espécie que apresentou distribuição espacial associada preferencialmente a este canal foi *Bulimina pseudoaffinis*.

*Bulimina marginata* ocorreu tanto em sedimentos lamosos como arenosos, não sendo verificada preferência pela textura dos sedimentos ou pelos teores de matéria orgânica. Os resultados obtidos, portanto, não corroboraram trabalhos realizados em outras regiões e que apresentam uma correlação positiva desta espécie com sedimentos siltosos e com aumento dos teores orgânicos, tais como Donnici & Serandrei-Barbero (2002) no mar Adriático (Itália) e Magno *et al.* (2012) em ambientes poluídos do mar Tyrrheniano (Itália). Segundo Jorissen *et al.* (1992), *B. marginata* é uma espécie oportunista, que pode mudar o seu microhabitat de infaunal para epifaunal se necessário e que encontra-se associada a ambientes mais calmos e menos oxigenados. O recém trabalho de Eichler *et al.* (2013) sobre a distribuição desta espécie aponta sua relação com a Frente Subtropical de Plataforma (FSTP), localizada ao sul da área de estudo (32°S). Os resultados encontrados no presente estudo são concordantes com os valores de abundância relativa entre 5-15%, descritos também pelos autores acima para região localizada entre o cabo de Santa Marta e Itajaí, onde encontra-se a REBIO do Arvoredo.

Outra espécie infaunal igualmente importante na área de estudo foi *Buliminella elegantissima*. Assim como *Globocassidulina*, esta também apresentou distribuição espacial associada às áreas mais profundas, com preferência por sedimentos lamosos e com maiores teores de matéria orgânica. A preferência desta espécie por tais características dos sedimentos já tem sido mencionada por diversos autores, entre eles Donnici & Serandrei-Barbero (2002); Murray (2006); Burone & Pires-Vanin (2010). Chama atenção, no entanto, sua abundância relativa na área de estudo aumentar em direção a plataforma média (profundidades acima de 40 m), sugerindo uma fonte de origem predominantemente marinha de enriquecimento orgânico. Este setor é justamente o que encontra-se sob maior influência da ACAS, quando ocorrem as ressurgências (CARVALHO, 1998).

A ocorrência de águas marinhas com alta produtividade associada às maiores profundidades também é corroborada pela distribuição de *Uvigerina peregrina* na área de estudo. De acordo com Schmeidl *et al.* (1997), Gooday, (2001); Martins *et al.* (2007); Eichler *et al.* (2008) esta espécie infaunal está associada à águas frias e geralmente predomina em áreas enriquecidas organicamente, podendo também ser indicadora de áreas com ressurgência. Eichler *et al.* (2012), estudando a plataforma continental entre Mar del Plata (Argentina) e Itajaí (SC), encontraram maior correlação entre a distribuição espacial de *U. peregrina* e a presença das massas d'água ACAS (<20°C) e Água Subtropical de Plataforma (ASTP: >12°C). Em relação às preferências de

substrato, Mendes *et al.* (2004) apontam a relação entre esta espécie e sedimentos finos (silte-argila), conforme também observado na área de estudo.

Ao contrário das espécies descritas acima, *Nonionoides grateloupianus* (identificada em trabalhos prévios como *Pseudononion atlanticum*) e *Elphidium poyeanum* destacaram-se nas áreas mais rasas, arenosas e sob maior influência de aportes continentais provenientes da Baía Norte. Eichler *et al.* (2012) encontraram relação entre estas espécies e sedimentos com altas concentrações de silicato, corroborando a influência continental. O setor sob influência da desembocadura da Baía Norte diferenciou-se nesta pesquisa pela ocorrência destas espécies em associação com textulariídeos e quinqueloculídeos (sobretudo *Q. seminula*). Estes taxa delimitam o setor sudoeste da REBIO Arvoredo como um setor ainda sob influência do aporte continental e, portanto, sob risco de contaminação por aportes antrópicos provenientes dos municípios costeiros.

Na estação localizada na desembocadura da baía de Tijucas a espécie mais importante foi *Ammonia rolshauseni*. Esta é pouco descrita na literatura e ocorre no Brasil normalmente em abundâncias inferiores a *A. tepida* e *A. parkinsoniana*. Embora este gênero seja característico de ambientes rasos, com grandes variações de salinidade, temperatura e oxigênio (Sen Gupta, 2003), a distribuição espacial de *A. rolshauseni* na área de estudo não evidenciou tal correlação, pois a mesma foi importante também nas áreas mais afastadas da costa.

Tornou-se interessante a análise dos resultados de testas piritizadas pois supõe-se que uma hidrodinâmica mais ativa ou uma influência maior de arrasto de pesca possa estar atuando entre as isóbatas de 16 e 20m, remobilizando os sedimentos superficiais e expondo testas que já encontravam-se soterradas e sob influencia de processos tafonômicos. A piritização em testas recentes é mais frequentemente associada à sedimentos lamosos e à um aporte orgânico mais intenso, promovendo condições de hipóxia nos sedimentos superficiais (SEN GUPTA, 2003). No entanto, não aparenta ser esta a explicação das testas piritizadas encontradas na área de estudo, devido a composição de fundo arenosa e aos baixos teores de MOT. Existe também a possibilidade das amostras não terem sido coletadas na camada mais superficial dos sedimentos de fundo (nos primeiros 5 centímetros superficiais, uma vez que não houve este controle em campo), ocasionando uma mistura das camadas de deposição. O fato de encontrar a piritização em um número restrito de taxa permite supor que a falta de oxigênio não afeta os foraminíferos de um mesmo ambiente igualmente. Todas estas explicações são hipotéticas, podendo haver uma mistura de influências em diferentes partes da área de estudo.

Assim, será necessária uma pesquisa mais aprofundada (com maior controle amostral) para a compreensão da relação entre as testas piritizadas e o meio.

## 6.2 ANÁLISE COMPARATIVA DA RESERVA DO ARVOREDO

Apesar da grande variação dos valores de densidade encontrados na área de estudo, chama a atenção a presença de estações com densidades muito altas, sobretudo quando comparadas com o trabalho de Burone & Pires-Vanin (2006) na Baía de Ubatuba (SP), de Vilela *et al.* (2004) na Baía de Guanabara (RJ) ou de Eichler *et al.* (2008), ao longo da plataforma continental sul.

A riqueza da área de estudo foi menor que de regiões protegidas do Brasil, tal como o parque nacional de Fernando de Noronha, onde 150 espécies foram encontradas (aproximadamente o dobro) (LEVY *et al.*, 1995). Nota-se também a grande importância dos porcelanáceos, em Fernando de Noronha, com 74 espécies, contrastando os presentes resultados com maior importância dos hialinos. Outro estudo feito por Barbosa *et al.* (2012) encontrou 98 gêneros em Fernando de Noronha e 57 gêneros no parque nacional de Abrolhos. Gêneros tais como *Quinqueloculina* e *Elphidium* foram também importantes nestes ambientes. Esta diferença em termos de riqueza deve-se provavelmente aos processos deposicionais dominantes em áreas típicas de ambientes recifais (caracterizados por massas d'água quentes e baixa turbidez). O trabalho de Kelmo & Hallock (2013) nos recifes de corais do nordeste do Brasil encontrou 284 espécies, também com a maior dominância atribuída ao gênero *Quinqueloculina* e com presença importante de *Elphidium* e *Textularia*. Em ambientes de plataforma continental, Brönnimann (1980) estudou e descreveu duas famílias de aglutinantes como representantes importantes da população de foraminíferos na Bacia de Campos entre 0 e 50m de profundidade. Entre os estudos na plataforma continental brasileira que mostram riqueza total similar ao presente resultado podem ser citados Anjos-Zerfass *et al.* (2006) e Oliveira-Silva *et al.* (2005). Este último trabalho cita *Pyrgo* e Machado *et al.* (2012) citam *Quinqueloculina* como os gêneros mais importantes entre os porcelanáceos, assim como observado na REBIO Arvoredo. Os resultados de riqueza encontrados em algumas estações também foram mais altos que os encontrados em áreas da plataforma continental brasileira com profundidades semelhantes (BURONE & PIRES-VANIN, 2006; EICHLER *et al.*, 2008; SEMENSATTO-JR *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010; EICHLER *et al.*, 2012).

Os valores do índice de diversidade de Shannon na área de estudo, quando comparados com os de Eichler *et al.* (2008), foram mais altos, com 20 estações acima de 2,5 contra somente duas nas 15 estações analisadas pelos referidos autores na plataforma de sul brasileira. Neste mesmo trabalho, os

resultados de dominância de Simpson foram similares aos encontrados aqui. O estudo de Schmeild *et al.* (1997), em profundidades muito maiores (entre 167m e 5684m) ao longo da costa africana, apresenta diversidades ( $H'$ ) muito mais altas (43 estações entre 60 analisadas acima de 3.0). Vilela *et al.* (2004) apresenta resultados similares na média na Baía de Guanabara, RJ ( $H'=2,68$ ).

Quanto a produtividade, o índice BFHP ainda não foi utilizado em muitos trabalhos publicados no Brasil, mas é interessante ressaltar que os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados por Martins *et al.* (2007) na plataforma continental ibérica (Espanha/Portugal), com valores máximos de 56%.

### 6.3 PADRÕES ESPACIAIS ASSOCIADOS A DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS

Embora as espécies não tenham se reunido em associações ecológicas estatisticamente significativas, foi possível identificar, através dos resultados da espacialização da primeira dimensão do MDS, um gradiente espacial de substituição das espécies mais importantes em função da profundidade e também ao longo do eixo sudoeste (Baía Norte) – nordeste, ocorrendo uma zona transicional entre a Reserva do Arvoredo e a península de Porto Belo.

Contrariamente ao observado por Alve (1995) foi observada correlação negativa entre a abundância de testas aglutinantes e porcelanáceas e os teores de matéria orgânica total nos sedimentos. Correlações negativas entre descritores granulométricas (teor de lama e diâmetro médio do grão em phi) foram observadas também nos resultados de Donnici & Serandrei-Barbero (2002), indicando a preferência para sedimentos menos lamosos da espécie *Textularia agglutinans* (aglutinante) e de duas espécies do gênero *Quinqueloculina* (porcelanaceo). Os autores acima apontam também a relação entre estes gêneros e os ambientes pobres em nutrientes, corroborado nesta pesquisa pela relação negativa da abundância destes taxa e o índice de produtividade (BFHP). A correlação positiva entre os teores de carbonato e a densidade de testas era esperada, evidenciando a relação entre a importância maior de testas carbonáticas na área de estudo. Jorissen (1987) lembra que a variação da profundidade pode não ser o fator mais influente na distribuição dos foraminíferos, principalmente quando abaixo de 100m. Certamente outros condicionantes ambientais devem ser investigados para explicar alguns dos padrões espaciais encontrados na área de estudo, como por exemplo a abundância relativa da espécie *Ammonia rolshauseni* e os valores de riqueza.



## 7 CONCLUSÕES

A distribuição espacial das populações de foraminíferos respondeu, em termos gerais, ao gradiente batimétrico e sedimentológico que se expressa com orientação continente – oceano. Foi identificado um setor transicional entre as desembocaduras da Baía Norte e de Tijucas e o norte da Reserva Biológica do Arvoredo, junto à península de Porto Belo. Os indicadores microfaunísticos que melhor delimitaram a influência de aportes continentais na área de estudo foram a menor densidade de testas; maior abundância das espécies aglutinantes e porcelanáceas e a distribuição de *Elphidium poyeanum*.

A região próxima ao banco de algas calcárias, ecossistema sensível à poluição, apresentou composição microfaunística semelhante a que ocorre na desembocadura da Baía Norte e da Baía de Tijucas, sugerindo que todo este setor encontra-se sob influência dos mesmos tensores ambientais. Assim, medidas de preservação da qualidade das águas costeiras são importantes também para a conservação da biodiversidade deste ecossistema.

Indicadores de maior produtividade bentônica foram encontrados a partir da isóbata de 20 m, sugerindo áreas sob maior influência de massas d'água enriquecidas em nutrientes (ACAS e Água Subtropical de Plataforma). O índice de produtividade bentônica a partir de foraminíferos (proposto por Martins *et al.* (2007)) não diferenciou as áreas dentro e no entorno da reserva, indicando que os limites da REBIO não abrangem algumas das áreas mais propícias a produção primária. Baseado na ocorrência ou maior abundância relativa de taxa indicadores de produtividade, tais como *Globocassidulina*, *Uvigerina peregrina* e *Bulimina marginata*, sugere-se ampliar os limites da Reserva para sul, até a latitude 27°20'59" S (referente as estações 29, 30 e 31), assegurando assim a proteção de uma área com alto potencial produtivo.

### 7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo distingue-se pela alta complexidade sedimentológica e intensa dinâmica oceanográfica, o que dificulta a compreensão dos processos dominantes apenas com base nas amostras disponíveis para esta pesquisa. Recomenda-se o para continuidade deste estudo o tratamento analítico diferenciando as espécies vivas e mortas, assim como o adensamento e maior regularidade na malha amostral. Assim poderia ser feito um detalhamento das influências exercidas pelas massas d'água sob o compartimento de fundo, que aparentam ser importantes na determinação das áreas mais produtivas.

Os limites da REBIO Marinha do Arvoredo não indicam uma área sem ação antrópica e com proteção integral da biota que ali se encontra. Este

paradoxo em relação a descrição da categoria pelo ICMBIO merece uma atenção especial no manejo, que poderia melhorar esta situação. A influência continental identificada dentro da REBIO do Arvoredo permite supor que possíveis impactos antrópicos afetam a reserva. Estes podem prejudicar o equilíbrio dos ecossistemas que deveriam ser mantidos protegidos pela Unidade de Conservação. Maior atenção às ações de manejo deveria ser investida na parte oeste da REBIO, com ênfase no banco de algas calcárias.

Por causa destes diversos resultados, os limites ao redor da reserva, estabelecidos pelo Plano de Manejo da Unidade de Conservação, não devem ser associados a uma área com preservação integral. Estudos posteriores sobre a fauna viva de foraminíferos nas áreas mais relevantes (próximo a ilha do Arvoredo e ao sul desta) poderão corroborar os primeiros resultados disponibilizados por este trabalho de mestrado.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. G. N. **Contribuição à sedimentologia da plataforma continental interna de Santa Catarina entre a foz dos rios Tijucas e Itapocu**. 1998. 67f. Dissertação (Mestrado em Geologia Marinha) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil. 1998.
- ALVE, E. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution; a review. 1995. *The Journal of Foraminiferal Research*, v. 25, n. 3, p. 190-203, 1995.
- AMORIM, F. L. L. **Hidrodinâmica e propriedades físicas das águas adjacentes à Reserva Biológica Marinha do Arvoredo – SC**. 2013. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013
- ANJOS-ZERFASS, Foraminíferos Bentônicos do Estuário de Cacha-Prego Ilha de Itaparica, Bahia, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 33, n. 2, p. 43-54, 2006.
- ARAÚJO, T. M. F.; MACHADO, A. J. Foraminíferos da subsuperfície do talude continental superior do norte da Bahia, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 21, n. 1, p. 49-77, 2008.
- ARMSTRONG, H.; BRASIER, M. **Microfossils**. Second Edition. Cornwall, UK: Blackwell Publishing, 2005. 296p.
- BARBOSA, V. Foraminíferos bentônicos como indicadores bioestratigráficos no Quaternário superior da bacia de Campos. **Revista Brasileira De Paleontologia**, v. 13, n. 2, p. 129-142, 2010.
- BARBOSA, Cátia F.; FERREIRA, Beatrice P.; SEOANE, José Carlos; OLIVEIRA-SILVA, Patricia; GASPAR, Ana Lidia B.; CORDEIRO, Renato C.; SOARES-GOMES, Abilio. Foraminifer-based coral reef health assessment for southwestern atlantic offshore archipelagos, Brazil. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 42, n.2, p. 169-183, 2012.

- BATISTA, Anderson Antônio. **Estrutura populacional de Epinephelidae e Serranidae na Reserva Marinha do Arvoredo e duas outras ilhas próximas à costa da Ilha de Santa Catarina.** 2012. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012.
- BERGAMIN, L. ; ROMANO, E. ; FINOIA, M. G. ; VENTI, F. ; BIANCHI, J. ; COLASANTI, A. ; AUSILI, A. Benthic foraminifera from the coastal zone of Baia (Naples, Italy): Assemblage distribution and modification as tools for environmental characterisation. **Marine Pollution Bulletin**, v. 59 p. 234–244, 2009.
- BITENCOURT, V. J. B. **Caracterização sedimentar da reserva biológica marinha do arvoredo (sc) e áreas adjacentes.** 2013. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013
- BOLTOVSKOY, E. **Foraminiferos recientes.** Buenos Aires: Editorial Universitaria, 1965. 510 p.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R. **Recent Foraminifera.** The Hague: W. Junk Publishers, 1976. 515 p.
- BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S. & WRIGHT, R. **Atlas of benthic shelf foraminifera of southwest Atlantic.** Netherlands: Dr. W. Junk, 1980. 147p.
- BOMFIM, Silva; VILELA, Claudia Gutierrez ; GUEDES, Daniel Coré. Foraminíferos Bentônicos em Sedimentos de Fundo da Lagoa de Maricá , Estado do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, v. 33, p. 9-19, 2010.
- BONETTI, C.; EICHLER, B. B. Benthic foraminifera and thecamoebians as indicators of river-sea gradients in the estuarine zone of Itapitangui River - Cananéia/SP, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 69, p. 545 – 563, 1997

- BONETTI, C. **Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos - São Vicente (SP, Brasil)**. 229p. 2000. Tese de Doutorado. Instituto oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. UFR Sciences, Université d'Angers, Angers, France. 2000
- BOUCHET, Vincent M.P.; ALVE, Elisabeth; RYGG, Brage; TELFORD, Richard J. Benthic foraminifera provide a promising tool for ecological quality assessment of marine waters. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 66-75, 2012.
- BRASIL lei nº7.661, 16 de maio de 1988. Art. 2º. Instituição do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil. Presidência da Republica, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm)>. Acesso em: março de 2014
- BRÖNNIMANN, P. Recent benthonic foraminifera from Brasil Morphology and ecology Part V : Primitive agglutinated foraminifera from the Campos and Bahia shelf. **Paläont. Z.**, Stuttgart, v. 54, n. 1/2, p. 67-89, 1980.
- BRUNO, R. L. M.; ARAUJO, T. M. F. Distribuição dos Foraminíferos na Plataforma de Transição Carbonato-Siliciclasto, Região de Ilhéus, Bahia. **Gravel**, v. 10 n. 1, p. 23-33, 2012.
- BUHL-MORTENSEN, L. ; BUHL-MORTENSEN, P. ; DOLAN, M. F. J. ; DANNHEIM, J. ; BELLEC, V. ; HOLTE, B. Habitat complexity and bottom fauna composition at different scales on the continental shelf and slope of northern Norway. **Hydrobiologia**, v. 685 p. 191–219, 2012.
- BURONE, L.; PIRES-VANIN, A. N. A. M. S. Foraminiferal assemblages in Ubatuba Bay , south-eastern Brazilian coast. **Scientia Marina**, v. 70, n. 2, p. 1–15, 2006.

- CABRAL, Débora Queiroz. **Avaliação da efetividade de uma unidade de conservação marinha a partir da análise da comunidade fitobêntica** : um estudo de caso no sudoeste do Atlântico. 2009. 39p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2009.
- CAPEL, Kátia Cristina Cruz. **Scleractinia (Cnidaria : Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico**. 2012. 111p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012.
- CARVALHO, J. L. B.; SCHETTINI, C. A. F.; RIBAS, T. M. Estrutura Termohalina do Litoral Centro-Norte Catarinense. **Notas Técnicas Facimar, Universidade do Vale do Itajaí**, Itajaí, v.2, p. 181-197. 1998.
- CASTRO FILHO, B. M. **Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo**. 1996. 248 p. Tese de Livre Docência em Oceanografia – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1996.
- CHÂTELET, E. A.; DEBENAY, J.-P.; SOULARD, R. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. **Environmental Pollution**, v. 127, n. 1, p. 27–40, jan. 2004.
- CHÂTELET, É. A. ; DEBENAY, J.-P. The anthropogenic impact on the western French coasts as revealed by foraminifera: A review. **Revue de micropaléontologie**, v. 53 p. 129–137, 2009.
- CHÂTELET, E. A. ; BOUT-ROUMAZEILLES, V. ; RIBOULLEAU, A. ; TRENTESAUX, A. Sediment (grain size and clay mineralogy) and organic matter quality control on living benthic foraminifera. **Revue de micropaléontologie**, v. 52, p 75–84, 2009.

- CHLUDINSKI, A. P. **Integração de Dados Oceanográficos e de Sensoriamento Remoto na Análise Espacial de Águas Costeiras Visando a Setorização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Baía de Tijucas, SC.** 2002. 147p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2002.
- COSTA, Rafael Goidanich. **Gestão compartilhada : uma perspectiva para a efetiva implementação da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo-SC.** 2006. 113p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2006.
- DEBENAY, J-P.; PAWLOWSKI, J.; DECROUEZ, D. **Les Foraminifères Actuels.** Paris : Masson. 1996. 329p.
- DEBENAY, J.-P.; EICHLER, B. B.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; EICHLER-COELHO, P. Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. **Marine Micropaleontology**, v. 35, n. 1-2, p. 67–89, nov. 1998.
- DEBENAY, J.-P. ; TSAKIRIDIS, E. ; SOULARD, R. ; GROSSEL, H. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. **Marine Micropaleontology**, v. 43, p. 75-118, 2001.
- DENOYELLE, M.; GESLIN, E.; JORISSEN, F. J.; CAZES, L.; GALGANI, F. Innovative use of foraminifera in ecotoxicology: A marine chronic bioassay for testing potential toxicity of drilling muds. **Ecological Indicators**, v. 12, n. 1, p. 17–25, jan. 2012.
- DIAS, J. M. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (uma introdução à Oceanografia Geológica).** Portugal : Universidade de Algarve, 2004. 84p. Disponível em: [http://w3.ualg.pt/~jldias/JAD/eb\\_Sediment.html](http://w3.ualg.pt/~jldias/JAD/eb_Sediment.html). Acesso em: maio 2014.

- DINSLAKEN, Daniel Fernandes. **Estrutura das comunidades de peixes de costão rochosos em ilhas costeiras do estado de Santa Catarina**. 2012. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012.
- DISARÓ, S. T. **Caracterização da plataforma continental da Bacia de Campos (Brasil, SE) fundamentada em foraminíferos bentônicos recentes**. 2014. 163p. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2014.
- DONNICI, S.; SERANDREI-BARBERO, R. The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. **Marine Micropaleontology**, v. 44, p. 93-123, 2002.
- DONNICI, S. ; SERANDREI-BARBERO, R. ; BONARDI, M. ; SPERLE, M. Benthic foraminifera as proxies of pollution: The case of Guanabara Bay (Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 2015–2028, 2012.
- EICHLER, PPB. ; SEN GUPTA, B. K.; EICHLER, BB. BRAGA, ES. ; CAMPOS, E. J. D. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil: Relationship to water masses and nutrient distributions. **Continental Shelf Research**, vol. 28, p. 1674-1686. 2008.
- EICHLER, PPB. ; RODRIGUES, A. R.; EICHLER, B. B. ; BRAGA, E.S. ; CAMPOS, E. J. D. Tracing latitudinal gradient, river discharge and water masses along the Subtropical South American Coast using benthic Foraminifera assemblages. **Braz. J. Biol.**, vol. 72, no. 3 (suppl.), p. 723-759. 2012.
- EICHLER, P. P. B.; PIMENTA, F. M.; EICHLER, B. B.; VITAL, H. Living *Bulimina marginata* in the SW Atlantic continental margin: Effect of the Subtropical Shelf Front and South Atlantic Central Water. **Continental Shelf Research**, p. 1–5, out. 2013.
- ELLIS, B. F.; MESSINA, A. R. **Catalogue of foraminifera**. New York: The American Museum of Natural History. 1940.

- FERRARO, L. ; ALBERICO, I. ; LIRER, F. ; VALLEFUOCO, M. Distribution of benthic foraminifera from the southern Tyrrhenian continental shelf (South Italy). **Rend. Fis. Acc. Lincei: Land Sea Interaction In Campania (Italy)**, v. 23, p. 103–119, 2012.
- FLEMMING, B. W. A Revised Textural Classification of Gravel-Free Muddy Sedimentation the Basis of Ternary Diagrams. **Continental Shelf Research**, v. 20, p. 1125-1137, 2000.
- FRONTALINI, F.; COCCIONI, R. Benthic foraminifera as bioindicators of pollution: A review of Italian research over the last three decades. **Revue de Micropaléontologie**, v. 54, n. 2, p. 115–127, abr. 2011.
- GESLIN, E.; DEBENAY, J.-P.; DULEBA, W.; BONETTI, C. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments: comparison between polluted and non-polluted areas. **Marine Micropaleontology**, v. 45, n. 2, p. 151–168, jun. 2002.
- GHERARDI, D. F. M. Community structure and carbonate production of temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52 (3/4), p. 207-224, 2004.
- GOINEAU, A. ; FONTANIER, C. ; JORISSEN, F.J. ; LANSARD, B. ; BUSCAIL, R. ; MOURET, A. ; KERHERVE, P. ; ZARAGOSI, S. ; ERNOULT, E. ; ARTERO, C. ; ANSCHUTZ, P. ; METZGER, E. ; RABOUILLE, C. Live (stained) benthic foraminifera from the Rhône prodelta (Gulf of Lion, NW Mediterranean): Environmental controls on a river-dominated shelf. **Journal of Sea Research**, v. 65, p. 58–75, 2011.
- GOODAY, A. J. **Encyclopedia of Ocean Sciences: Benthic Foraminifera**. Southampton, UK : Academic Press. 2001. p. 274-286
- GROSS, M.G. **Carbon Determination**. Carver, R.E (Ed) Procedures in Sedimentary Petrology. New York : Wiley Interscience, 1971.
- HAYWARD, B. W. ; BUZAS, M. A. ; BUZAS-STEPHENS, P. ; HOLZMANN, M. The lost types of *Rotalia beccarii* var. *tepid* Cushman 1926. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 33 : n. 4, p. 352–354, 2003.

- HORN FILHO, N. O. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Geosul**, Florianópolis, v.18, n.35, p.71-98. Jan./jun. 2003
- HORTA, P. A. ; SALLES, J. P. ; BOUZON, J. ; SCHERNER, F. ; CABRAL, D. ; BOUZON, Zenilda L ; ZANETTI, G. ; ALENCAR, J. R. . Composição e Estrutura do Fitobentos do Infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil: Implicações Para a Conservação. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, p. 51-57, 2008.
- IBAMA. **Plano de Manejo – Reserva Biológica Marinha do Arvoredo**. Brasília: Brasil, 2004. Encarte 1-2-3-4.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População por município 1872 / 1991 / 2010: - Florianópolis. Disponível em : <[ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao\\_territorial/divisao\\_territorial/evolucao\\_da\\_divisao\\_territorial\\_do\\_brasil\\_1872\\_2010/evolucao\\_da\\_populacao\\_segundo\\_os\\_municipios.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_territorial/divisao_territorial/evolucao_da_divisao_territorial_do_brasil_1872_2010/evolucao_da_populacao_segundo_os_municipios.pdf)> Acesso em : março de 2013
- ICMBIO. Unidade de Conservação: Categorias: Reserva Biológica. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/categorias.html>> Acesso em: março 2013.
- JORISSEN, J. J. The Distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea. **Marine Micropaleontology**, v.12, p. 21-48, 1987.
- JORISSEN, F.J. ; BARMAWIDJAJAB, D.M. ; PUSKARICCAND, S. ; VAN DER ZWAAN, G.J. Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: The relation with the organic flux. **Marine Micropaleontology**, v. 19, p. 131 – 146, 1992.
- KARAM, Heloísa da Silva. **Distribuição espacial de crustáceos decápodos e estomatópodos durante o verão no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo**. 2008. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2008.
- KELMO, F.; HALLOCK, P. Responses of foraminiferal assemblages to ENSO climate patterns on bank reefs of northern Bahia, Brazil: A 17-year record. **Ecological Indicators**, v. 30, p. 148–157, jul. 2013.

- KEMP, A. ; HORTON, B. P. ; VANN, D. R. ; ENGELHART, S. E. ; GRAND PRE, C. A. ; VANE, C. H. ; NIKITINA, D. ANISFELD, S. C. Quantitative vertical zonation of salt-marsh foraminifera for reconstructing former sea level; an example from New Jersey, USA. **Quaternary Science Reviews**, v. 54 p. 26-39, 2012.
- LAUT, L. L. M. **Foraminíferos e tecamebas como indicadores ambientais em estuários tropicais – Brasil**. 2007. 322p. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Departamento de Geologia – LAGEMAR, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. 2007.
- LAUT, L. L. M.; FERREIRA, D. E. DA S.; SANTOS, V. F.; FIGUEIREDO JR, A. G.; CARVALHO, M. D. A.; MACHADO, O. F. Foraminifera , Thecamoebians and Palynomorphs as Hydrodynamic Indicators in Araguari Estuary , Amazonian Coast , Amapá State – Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 33, n. 2, p. 52–65, 2010.
- LEÃO, C. J.; LEIPNITZ, I. I.; FERREIRA, F; AGUIAR, E. S.; WILBERGER, PORFIRIO, T. **Foraminíferos recuperados em sedimentos quaternários da plataforma e talude superior da porção norte da bacia de pelotas, estado de Santa Catarina, Brasil**. In: IV Congresso Argentino do Cuaternário y Geomorfologia XII - Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - II Reunión sobre el Cuaternário de América del Sur . **Anais**. Argentina. 2009. p.55-59.
- LEORRI, E. ; FATELA, F ; CEARRETA, A. ; MORENO, J. ; ANTUNES, C. ; DRAGO, T. **Assessing the performance of a foraminifera-based transfer function to estimate sea-level changes in northern Portugal**. *Quaternary Research*, v. 75, p. 278–287, 2011.
- LEVY, A.; MATHIEUB; R., POIGNANT, A.; ROSSET-MOULINIARD, M.; AMBROISE, D. Benthic foraminifera from the Fernando de Noronha h Archipelago (northern Brazil). **Marine Micropaleontology**, v. 26, p. 89–97, 1995.
- LOEBLICH, A.R., JR.; TAPPAN H. **Foraminiferal genera and their classifications**. N.Y.: Van Nosstrand Reinhold. 1988. 970 p., 847 p.

- LUTZE, G.F. ; COULBOURN, W.T. Recent benthic foraminifera from the continental margin off Northwest Africa: community structure and distribution. **Mar. Micropaleontol.** v. 8, p. 361–401, 1984.
- MACHADO, A. DE J.; ARAÚJO, T. M. F.; ARAÚJO, H. A. B. de; FIGUEIREDO, S. M. C. Análise batimétrica e tafonômica da microfauna de foraminíferos da plataforma e talude continentais do município de Conde, Bahia. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 2, p. 157–172, 2012.
- MAGNO, M. C. ; BERGAMIN, L. ; FINOIA, M. G. ; PIERFRANCESCHI, G. ; VENTI, F. ; ROMANO, E. Correlation between textural characteristics of marine sediments and benthic foraminifera in highly anthropogenically-altered coastal areas. **Marine Geology**, v. 315–318 p. 143–161, 2012.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MANZONI, G.C. **Aspectos da biologia de nodipecten nodosus. (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia), nos arredores da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina-Brasil) com vistas a utilização na aquicultura.** 1994. 97p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 1994.
- MARQUES, R. S. S. **Variabilidade espacial da macrofauna bentônica de fundo não consolidado da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina - Brasil.** 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2007.
- MARTINS, V., DUBERT J., JOUANNEAU J. M., WEBER O., DA SILVA E. F., PATINHA C., ALVERINHO DIAS J. M., ROCHA F. A multiproxy approach of the Holocene evolution of shelf slope circulation on the northwestern Iberian Continental Shelf. **Marine Geology**, v. 239, p. 1-18, 2007.

- MARTINS, I. M. **Conhecimento ecológico de pescadores artesanais sobre peixes de interesse comercial** : contribuições para o manejo e conservação na Baía de Tijucas, SC. 2012. 116 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012.
- MARTINS, V. A.; Frontalini, F.; Tramonte, K. M.; Figueira, R. C. L.; Miranda, P.; Sequeira, C.; Rocha, F. Assessment of the health quality of Ria de Aveiro ( Portugal ): Heavy metals and benthic foraminifera. **Marine Pollution Bulletin**, v. 70, p. 18–33, 2013.
- MEDEIROS, R. P. **Possibilidades e obstáculos à co-gestão adaptativa de sistemas pesqueiros artesanais** : estudo de caso na área da baía de Tijucas, litoral centro-norte do estado de Santa Catarina, no período de 2004 a 2008. 2009. 337 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Sociologia Política, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2009.
- MELLO NICOLA, C. **Caracterización ambiental del margen continental uruguayo (170 - 1000 m) utilizando foraminíferos bentónicos vivos y su relación con las condiciones ambientales**. 2013. 163p. Tese (Mestrado) – PEDECIBA – Geociencias, Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay. 2013.
- MENDES, I. ; GONZALEZ, R. ; DIAS, J.M.A. ; LOBO, F. ; MARTINS, V. Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). **Marine Micropaleontology**, v. 51 p. 171–192, 2004.
- MOJTAHID, M.; JORISSEN, F.; LANSARD, B. ; FONTANIER, C. ; BOMBLED, B. ; RABOUILLE, C. Spatial distribution of live benthic foraminifera in the Rhône prodelta: Faunal response to a continental–marine organic matter gradient. **Marine Micropaleontology**, v. 70, p. 177–200, 2009.
- MÖLLER JR., O.O. ; PIOLA, A.R. ; FREITAS, A.C. ; CAMPOS, E.J.D. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off Southeastern South America. **Continental Shelf Research**, v. 28, p. 1607-1624, 2008.

- MORIGI, C.; JORISSEN, F.J.; FRATICELLI, S.; HORTON, B. P.; PRINCIPI, M.; SABBATINI, A.; CAPOTONDI, L.; CURZI, P. V.; NEGRI, A. Benthic foraminiferal evidence for the formation of the Holocene mud-belt and bathymetrical evolution in the central Adriatic Sea. **Marine Micropaleontology**, v. 57 p. 25–49, 2005.
- MURRAY, J. W. **Ecology and applications of benthic foraminifera**. Cambridge: Cambridge University Press. 2006. 426p.
- 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, p. 62–71, 2009.
- NARAYAN, Y. R.; PANDOLFI, J. M. Benthic foraminiferal assemblages from Moreton Bay , South-East Queensland , Australia : Applications in monitoring water and substrate quality in subtropical estuarine environments. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 2062–2078, 2010.
- NETTO JR, J. P. B. **Hidrografia e massas de água da plataforma continental sudeste brasileira em 26° 45”S**. 2008. 132p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Departamento de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, Brasil. 2008.
- OLIVEIRA-SILVA, P.; BARBOSA, C. F.; SOARES-GOMES, A. Distribution of macrobenthic foraminifera on brazilian continental margin between 18°S – 23°S. **Revista Brasileira De Geociências**, v. 35, n. 2, p. 209–216, 2005.
- PARIZOTTO, B. A. D. M.; BONETTI, C.; BONETTI, J. WOLFF, R. A. Spatial evaluation of fluvial influence inferred from foraminifera distribution and organic geochemistry. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.29, n.1, Rio de Janeiro, 2006.

- PARIZOTTO, B. A. D. M. **Qualidade da água e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das baías norte e sul da ilha de Santa Catarina (Brasil)**. 2009. 244p. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2009.
- PHLEGER, F.B. ; SOUTAR, A. Production of benthic foraminifera in three east Pacific oxygen minima. **Micropalaeontology** v. 19, n.1, p. 110–115, 1973.
- PINHEIRO, N. L. **Determinação do grau da influência terrestre versus marinha ao longo da transição Rio de La Plata - Oceano Atlântico Sul através de proxies bióticos e abióticos**. 2014. 223p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Instituto de Oceanografia USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2014.
- PINHEIRO, I. E. G.; CASTELLO, J. P. Caracterização e comparação da abundância e diversidade de peixes recifais em diferentes enseadas da ilha do arvoredo: considerações sobre a “reserva biológica marinha (rebiomar) do arvoredo”. Rio Grande : Atlântica, v. 32(2), p. 127-140, 2010.
- POLETTE, M.; DIEHL, F. L.; DIEHL, F.P.; SPERB, R. M.; SCHETTINI, C. A. F.; KLEIN, A. H. F. **Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio, Parte 4: Gestão de Bacias e Gestão de Zonas Costeiras**. Brasil: Desafios da Lei de Águas de 1997, 1997. p. 221-2532.
- ROMANO, E. ; BERGAMIN, L. ; AUSILI, A. ; PIERFRANCESCHI, G. ; MAGGI, C. ; SESTA, G. ; GABELLINI, M. The impact of the Bagnoli industrial site (Naples, Italy) on sea-bottom environment. Chemical and textural features of sediments and the related response of benthic foraminifera. **Marine Pollution Bulletin**, v. 59, p. 245–256, 2009.
- ROSSI, V. ; HORTON, B. P.; CORBETT, D. R. ; LEORRI, E. ; PEREZ-BELMONTE, LUCIA ; DOUGLAS, B. C. The application of foraminifera to reconstruct the rate of 20th century sea level rise, Morbihan Golfe, Brittany, France. **Quaternary Research**, v. 75, p. 24–35, 2011.

- RUDORFF, N. M. **Comparação biossedimentológica entre sítios de cultivo de moluscos marinhos sob influência de diferentes condições hidrodinâmicas: estudo aplicado à Baía Sul, Ilha de Santa Catarina (SC).** 2008. 202f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2008.
- SCHMIEDL, G.; MACKENSEN, A.; MILLER, P.J. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: Dependence on food supply and water masses. **Marine Micropaleontology**, v. 32, p. 239-287, 1997.
- SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F. S.; SCHAFER, C. T. **Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators.** , New York: Cambridge University Press, 2001. 178p.
- SEMENSATTO-JR, D. L.; FUNO, H. R. F.; DIAS-BRITO, D.; COELHO-JR, C. Foraminiferal ecological zonation along a Brazilian mangrove transect : Diversity , morphotypes and the influence of subaerial exposure time. **Revue de Micropaléontologie**, v. 52, p. 67–74, 2009.
- SEN GUPTA. B. K. **Modern Foraminifera.** Louisiana State University, USA : Kluwer Academic Publishers, 2002. 371p.
- SEN GUPTA, B. K. ; SMITH, L. E., Foraminifera of petroleum platforms, Louisiana shelf, Gulf of Mexico. **Marine Micropaleontology**, v. 101, p.161–179, 2013.
- SILVA, J. B. **Reconstituição paleoambiental de ambientes marinhos nas regiões sudeste e sul brasileiras (SP, RS) baseada em análises microfaunísticas e geoquímicas de sedimentos.** 2013. 231p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geoquímica dos Processos Exógenos, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2013.

- SOUSA, S. H. M.; PASSOS, R. F.; BURONE, L.; BARBOSA, V. P.; MICHAELOVITCH, M.; ALVES, D. P. V.; KOUTSOUKOS, E. A. M. **Foraminíferos Planctônicos e Bentônicos da Plataforma e Talude Continental do Atlântico Sudoeste, entre 19°00' e 33°00' Latitude Sul**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 168 p.
- SOUZA, V. M. ; LAUT, L. L. M.; SILVA, F. S.; FIGUEIREDO JR., A. G.; VITAL, H. ; FRAZÃO, E. Benthic Foraminifera and Bacterial Activity as a Proxy for Environmental Characterization in Potengi Estuary, Rio Grande do Norte, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 33 – 1, p. 20-34, 2010.
- STRENZEL, G. M. R. **Programa de Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil** :uma Proposta Metodologica. 1997. 113p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 1997.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher, 1973. 317p.
- TEODORO A.C.; DULEBA, W.; GUBITOSO, S.; PRADA, S.M.; LAMPARELLI, C.C.; BEVILACQUA, J.E. Analysis of foraminifera assemblages and sediment geochemical properties to characterise the environment near Araçá and Saco da Capela domestic sewage submarine outfalls of São Sebastião Channel, São Paulo State, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 536–553, 2010.
- TINOCO, I. **Introdução ao Estudo dos Componentes Bióticos dos Sedimentos Marinhos Recentes**. Recife, Pernambuco, Brasil: Editora Universitária UFPE, PROED. 1989. 220p.
- TOEFY, R.; GIBBONS, M. J. Regional generalisations about the relationships between the environment and foraminifera along the SW Cape coast, South Africa. **Marine Pollution Bulletin**, v. 80, p. 330–337, 2014.
- VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro, Brasil : Interciência, 2000. 117p.

- VAN DER ZWAAN, G. J.; JORISSEN, F. J.; STIGTER, H. C. DE. The depth dependency of planktonic / benthic foraminiferal ratios : Constraints and applications. **Marine Geology**, v. 95, p. 1–16, 1990.
- VAN DER ZWAAN, G. J.; DUIJNSTEE, I. A. P.; DULK, M. DEN, ERNST, S. R.; JANNINK, N. T.; KOUWENHOVEN, T. J. Benthic foraminifers : proxies or problems ? A review of paleoecological concepts. **Earth-Sciences Reviews**, v. 46, p. 213–236, 1999.
- VARELA, A. R. D. **Flora macrofitobêntica da Reserva Biológica do Arvoredo e ilhas circunvizinhas**. 2010. 44p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2010.
- VILELA, C. G.; BATISTA, D. S.; BAPTISTA-NETO, J. A. ; CRAPEZ, M.; MCALLISTER, J. J. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor ( Guanabara Bay ), Rio de Janeiro , Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, p. 161–171, 2004.
- VILELA, C. G.; BATISTA, D. S.; BAPTISTA-NETO, J. A.; GHISELLI JR, R. O. Benthic foraminifera distribution in a tourist lagoon in Rio de Janeiro, Brazil : A response to anthropogenic impacts. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 10, p. 2055–2074, 2011.
- VIVACQUA, M. **Conflitos socioambientais no litoral de Santa Catarina : o caso da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo**. 2005. 109p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2005.
- WAHRLICH, R. A **Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC) e a atividade pesqueira regional**. 1999. 160p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 1999.
- YAMASHITA, C. **Distribuição dos foraminíferos bentônicos vivos no talude continental e Platô de São Paulo, Bacia de Campos (23° 12'-24° 30' e 39° 59'-41° 20')**: fatores ambientais condicionantes. 2011. 114p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2011.

## APÊNDICE A - Conversão dos nomes das amostras

Os números foram atribuídos segundo um gradiente oeste-leste, começando ao norte e terminando ao sul.

Campanha	Antigo Nome	Novo nome
ARV I	7	15
	11	13
ARV III	2	11
	4	1
	6	2
	7	14
	8	20
	9	34
ARV IV	UFSC 1	12
	2-1	31
	3	30
	4	29
	ARM5	19
	5CTD1	28
	ARM7	6
	8	25
	ARM8	8
	ARM9	21
	LANCE 13	22
ARV V	A1	4
	A2	16
	A3	32
	A4	26
	A5	35
	A6	24
	A7	17
	A8	9
	A9	5
ARV VI	1	27
	2	33
	3	36
	4	23
	5	7
	6	3
	7	10
	8	18

## APÊNDICE B

Dados abióticos utilizados neste trabalho.

Estação	Campanha	Latitude	Longitude	Prof (m)	Silte (%)	Argila (%)	Média (phi)	Classificação Textural	Carbonato Total (%)	MOT (%)
1	III	-27,14647	-48,41227	-32	47,89	18,86	5,52	Silte médio	8,12	5,73
2	III	-27,14788	-48,29280	-48	62,98	26,17	5,67	Silte médio	11,31	2,49
3	VI	-27,17630	-48,37578	-34	35,88	18,57	5,28	Silte médio	11,14	1,44
4	V	-27,16815	-48,29697	-48	61,82	9,672	5,30	Silte médio	8,58	6,65
5	V	-27,20277	-48,41878	-26	74,25	9,679	5,60	Silte médio	11,90	4,53
6	IV	-27,18647	-48,34033	-40	52,61	14,49	5,58	Silte médio	10,40	6,05
7	VI	-27,19910	-48,28792	-49	54,08	17,79	5,75	Silte médio	11,35	2,84
8	IV	-27,20690	-48,38905	-27	9,414	5,33	3,25	Areia muito fina	16,87	2,66
9	V	-27,23685	-48,37908	-29	32,92	7,437	4,37	Silte grosso	10,29	4,03
10	VI	-27,23462	-48,46965	-20	53,68	14,53	5,36	Silte médio	10,78	2,26
11	III	-27,25530	-48,43542	-21	54,22	16,49	2,36	Areia fina	8,55	3,82
12	IV	-27,26385	-48,39080	-18	0	0	2,44	Areia fina	7,67	5,53
13	I	-27,26103	-48,35395	-38	63,75	26,46	6,37	Silte fino	10,19	8,15
14	III	-27,26852	-48,34633	-43	57,06	26,35	6,27	Silte fino	1,10	7,70
15	I	-27,27038	-48,34555	-43	56,95	26,47	6,21	Silte fino	14,11	7,26
16	V	-27,24832	-48,31033	-49	63,29	10,8	5,43	Silte médio	7,73	5,72
17	V	-27,26832	-48,5324	-13	59,39	8,619	5,06	Silte médio	7,05	4,68
18	VI	-27,27577	-48,43580	-16	0	0	2,09	Areia fina	1,43	0,27

Estação	Campanha	Latitude	Longitude	Prof (m)	Silte (%)	Argila (%)	Média (phi)	Classificação	Carbonato Total (%)	MOT (%)
								Textural		
19	IV	-27,33538	-48,4608	-18	0	0	2,74	Areia fina	11,70	1,23
20	III	-27,28833	-48,34352	-42	0	0	6,14	Silte fino	13,29	1,13
21	IV	-27,28598	-48,32133	-20	53,9	13,74	5,66	Silte médio	10,22	6,05
22	IV	-27,27935	-48,29912	-45	59,09	10,4	5,40	Silte médio	9,88	6,63
23	VI	-27,28087	-48,24040	-54	49,16	16,21	5,52	Silte médio	9,81	2,29
24	V	-27,31515	-48,43472	-19	0	0	2,56	Areia fina	0,75	0,48
25	IV	-27,31782	-48,39012	-23	25,67	14,54	4,68	Silte grosso	8,18	3,98
26	V	-27,32057	-48,32718	-43	46,85	7,619	4,79	Silte grosso	6,06	5,78
27	VI	-27,33898	-48,49197	-14	0	0	2,78	Areia fina	0,89	0,39
28	IV	-27,27458	-48,37587	-5	24,12	11,3	3,96	Areia muito fina	2,08	0,22
29	IV	-27,34210	-48,39992	-23	0	0	2,73	Areia fina	1,72	0,21
30	IV	-27,34262	-48,35713	-32	39,17	9,645	4,80	Silte grosso	1,58	0,29
31	IV	-27,34322	-48,31043	-45	55,22	10,67	5,13	Silte médio	4,54	9,48
32	V	-27,32687	-48,25768	-53	59,53	9,795	5,17	Silte médio	6,16	7,33
33	VI	-27,36497	-48,47527	-13	0	0	2,54	Areia fina	1,35	0,37
34	III	-27,37185	-48,44542	-18,4	0	0	2,19	Areia fina	1,24	0,72
35	V	-27,36752	-48,42308	-20	33,03	8,429	4,34	Silte grosso	10,58	4,55
36	VI	-27,35957	-48,23938	-56	47,02	17,75	5,53	Silte médio	9,53	2,16







## APÊNDICE D

### LISTA TAXONÔMICA

Reino **PROTOCTISTA**  
 Filo **GRANULORETICULOSA**  
 Classe **FORAMINIFERA** d'Orbigny, 1826

#### **Ordem LITUOLIDA 9 Lankester, 1885**

Subordem TROCHAMMININA Saidova, 1981  
 Superfamília TROCHAMMINACEA Schwager, 1877  
 Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877  
 Subfamília POLYSTOMAMMININAE Brönnimann & Beurlen, 1977  
 Gênero **Deuterammina** Brönnimann, 1976  
*Deuterammina* sp. (PRANCHA I)

#### **Ordem TEXTULARIIDA Delage & Herouard, 1896**

Subordem TEXTULARIINA Delage & Herouard, 1896  
 Superfamília TEXTULARIACEA Ehrenberg, 1838  
 Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838  
 Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838  
 Gênero **Textularia** DeFrance, 1824  
*Textularia agglutinans* d'Orbigny, 1839 (PRANCHA I)  
*Textularia* sp. 1 (PRANCHA I)  
*Textularia* sp. 2 (PRANCHA I)

#### **Ordem MILIOLIDA Lankester 1885**

Subordem MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896  
 Superfamília MILIOLACEA Ehrenberg, 1839  
 Família SPIROLOCULINIDAE Wiesner, 1920  
 Gênero **Spiroloculina** d'Orbigny, 1826  
*Spiroloculina* sp. (PRANCHA I)

Família HAUERINIDAE Schwager, 1876  
 Subfamília HAUERININAE Schwager, 1876  
 Gênero **Quinqueloculina** d'Orbigny, 1826  
*Quinqueloculina frigida* Parker, 1952 (PRANCHA I)  
*Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, 1839 (PRANCHA I)  
*Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758) (PRANCHA I)  
*Quinqueloculina* sp. 1 (PRANCHA I)  
*Quinqueloculina* sp. 2 (PRANCHA I)

Subfamília MILIOLINELLINAE Vella, 1957  
 Gênero **Miliolinella** Wiesner, 1931

*Miliolinella subrotunda* (Montagu, 1803) (PRANCHA I)  
*Miliolinella* sp.

Gênero **Pyrgo** DeFrance, 1824

*Pyrgo nasuta* Cushman, 1935 (PRANCHA I)

*Pyrgo subsphaerica* (d'Orbigny, 1839) (PRANCHA I)

*Pyrgo* sp.

Gênero **Triloculina** d'Orbigny, 1826

*Triloculina* spp.

### **Ordem LAGENIDA Lankester 1885**

Subordem LAGENINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília NODOSARIACEA Ehrenberg, 1838

Família VAGINULINIDAE Reuss, 1860

Subfamília LENTICULININAE Chapman, Parr & Collins, 1934

Gênero **Lenticulina** Lamarck, 1804

*Lenticulina gibba* (d'Orbigny, 1826) (PRANCHA II)

Gênero **Neolenticulina** McCulloch, 1977

*Neolenticulina peregrina* (Schwager, 1866) (PRANCHA II)

*Neolenticulina variabilis* (Reuss, 1850) (PRANCHA II)

Subfamília MARGINULININAE Wedekind, 1937

Gênero **Amphicoryna** Schumberger, 1881

*Amphicoryna scalaris* (Batsch, 1791) (PRANCHA II)

*Amphicoryna proxima* (Silvestri, 1872)

Família LAGENIDAE Reuss, 1862

Gênero **Lagena** Walker and Jacob, 1798

*Lagena laevis* (Cushman & Gray, 1846) (PRANCHA II)

*Lagena striata* (d'Orbigny, 1839) (PRANCHA II)

*Lagena sulcata* (Walker & Jacob, 1798) (PRANCHA II)

*Lagena multilatera* (McCulloch, 1977) (PRANCHA II)

*Lagena* sp. (PRANCHA II)

Gênero **Procerolagena** Puri, 1954

*Procerolagena gracilis* (Williamson, 1848)

Gênero **Reusoolina** Colom, 1956

*Reusoolina strangeri* Loeblich & Tappan, 1994 (PRANCHA II)

Gênero **Pygmaeoseistron** Patterson & Richardson, 1987

*Pygmaeoseistron nebulosum* Cushman, 1913 (PRANCHA II)

Família NODOSARIIDAE Ehrenerg, 1838

Subfamília NODOSARIINAE Ehrenerg, 1838

Gênero **Dentalina** d'Orbigny, 1826

*Dentalina sp.1* (PRANCHA II)

*Dentalina sp.2* (PRANCHA II)

Gênero **Nodosaria** Lamarck, 1816

*Nodosaria laevigata* (d'Orbigny, 1826) (PRANCHA II)

Família ELLIPSOLAGENIDAE Silvestri, 1923

Subfamília OOLININAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero **Favulina** Pattersone Richardson, 1987

*Favulina hexagona* (Williamson, 1848) (PRANCHA II)

*Favulina melo* d'Orbigny, 1839 (PRANCHA II)

*Favulina sp.*

Subfamília ELLIPSOLAGENINAE Silvestri, 1923

Gênero **Fissurina** Reuss, 1850

*Fissurina lucida* (Williamson, 1848) (PRANCHA II)

*Fissurina semimarginata* (Reuss, 1870) (PRANCHA II)

## Ordem BULIMINIDA Fursenko, 1958

Superfamília BOLIVINACEA Glaessner, 1937

Família BOLIVINIDAE Glaessner, 1937

Gênero **Bolivina** d'Orbigny, 1839

*Bolivina fragilis* Phleger & Parker, 1951 (PRANCHA III)

*Bolivina ordinaria* Phleger and Parker, 1952 (PRANCHA III)

*Bolivina pulchella* (d'Orbigny, 1839) (PRANCHA III)

*Bolivina spp.*

Gênero **Bolivinellina** Saidova, 1975

*Bolivinellina translucens* (Phleger&Parker,1951)(PRANCHA III)

Superfamília CASSIDULINACEA d'Orbigny, 1839

Família CASSIDULINIDAE d'Orbigny, 1839

Subfamília CASSIDULININAE d'Orbigny, 1839

Gênero **Cassidulina** d'Orbigny, 1826

*Cassidulina curvata* Phleger & Parker, 1951

Gênero **Globocassidulina** Voloshinova, 1960

*Globocassidulina spp.* (PRANCHA III)

Superfamília TURRILINACEA Cushman, 1927

Família STAINFORTHIIDAE Reiss, 1963

Gênero **Hopkinsina** Howe & Wallace, 1932

*Hopkinsina pacifica* Cushman, 1933 (PRANCHA III)

Superfamília BULIMINACEA Jones in Griffith & Henfrey, 1875

Família BULIMINIDAE Jones, 1875

Gênero **Bulimina** d'Orbigny, 1826

*Bulimina elongata* d'Orbigny, 1826 (PRANCHA III)

*Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826 (PRANCHA III)

*Bulimina patagonica* d'Orbigny, 1839 (PRANCHA III)

*Bulimina pseudoaffinis* (Kleinpell, 1938) (PRANCHA III)

Família BULIMINELLIDAE Hofker, 1951

Gênero **Buliminella** Cushman, 1911

*Buliminella elegantissima* d'Orbigny, 1839 (PRANCHA III)

Família UVIGERINIDAE Haeckel, 1894

Subfamília UVIGERININAE Haeckel, 1894

*Uvigerina peregrina* Cushman, 1923 (PRANCHA III)

Subfamília ANGULOGERININAE Galloway, 1933

Gênero **Angulogerina** Cushman, 1927

*Angulogerina angulosa* (Williamson, 1858) (PRANCHA III)

Família PAPPINIDAE Haunold, 1990

Gênero **Pappina** Haunold, 1990

*Pappina compressa* (Cushman, 1925) (PRANCHA III)

Superfamília FURSENKOINACEA Loeblich & Tappan, 1961

Família FURSENKOINIDAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero **Fursenkoina** Loeblich & Tappan, 1961

*Fursenkoina pontoni* (Cushman, 1932) (PRANCHA III)

*Fursenkoina complanata* (Egger, 1883) (PRANCHA III)

## Ordem ROTALIIDA Lankester 1885

Superfamília DISCORBACEA Ehrenberg, 1838

Família BAGGINIDAE Cushman, 1927

Subfamília BAGGININAE Cushman, 1927

Gênero **Cancris** de Montfort, 1808

*Cancris auriculus* (Fichtel & Moll, 1798) (PRANCHA IV)

Família EPONIDIDAE Hofker, 1951

Subfamília EPONIDINAE Hofker, 1951

Gênero **Poroeponides** Cushman, 1944

*Poroeponides lateralis* (Terquem, 1878) (PRANCHA IV)

Família DISCORBIDAE Ehrenberg, 1838

Gênero **Discorbis** Lamarck, 1804

*Discorbis williamsoni* Chapman & Parr, 1932 (PRANCHA IV)

Gênero **Gavelinopsis** Hofker, 1951

*Gavelinopsis* sp.

Família ROSALINIDAE Reiss, 1963

Gênero **Rosalina** d'Orbigny, 1826

*Rosalina* spp. (PRANCHA IV)

Superfamília ASTERIGERINOICEA d'Orbigny, 1839

Família ASTERIGERINOIDEA Reiss, 1963

Gênero **Asterigerinata** Bermúdez, 1949

*Asterigerinata* sp.

Superfamília PLANORBULINACEA Schwager, 1877

Família PLANULINIDAE Bermúdez, 1952

Gênero **Planulina** d'Orbigny, 1826

*Planulina* canimarenses

Família CIBICIDIDAE Cushman, 1927

Subfamília CIBICIDINAE Cuahman, 1927

Gênero **Cibicides** de Montfort, 1808

*Cibicides* spp. (PRANCHA IV)

Gênero **Lobatula** Fleming, 1828

*Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798)

Superfamília NONIONACEA Schultze, 1854

Família NONIONIDAE Schultze, 1854

Subfamília NONIONINAE Schulze, 1854

Gênero **Haynesina** Banner and Culver, 1978

*Haynesina* sp. (PRANCHA IV)

Gênero **Nonion** de Montfort, 1808

*Nonion* spp. (PRANCHA IV)

Gênero **Nonionella** Cushman, 1926

*Nonionella atlantica* Cushman, 1947 (PRANCHA IV)

*Nonionella* spp. (PRANCHA IV)

Gênero **Nonionoides** Saidova, 1975  
*Nonionoides grateloupii* (d'Orbigny, 1839) (PRANCHA IV)

Superfamília CHILOSTOMELLACEA Brady, 1881

Família SVRATKINIDAE Burgrova, 1989

Gênero **Svratkina** Pokorny, 1956

*Svratkina tuberculata* (Balkwill & Wright, 1885) (PRANCHA IV)

Família GAVELINELLIDAE Hofker, 1956

Subfamília GAVELINELLINAE Hofker, 1956

Gênero **Hanzawaia** Asano, 1944

*Hanzawaia concentrica* (Cushman, 1918) (PRANCHA IV)

Família TRICHOHYALIDAE Saidova, 1981

Gênero **Buccella** Andersen, 1952

*Buccella peruviana* (Boltovskoy, 1954) (PRANCHA IV)

Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839

Família ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

Subfamília PARAROTALIINAE Reiss, 1963

Gênero **Pararotalia** Le Calvez 1949

*Pararotalia sp.* (PRANCHA IV)

Subfamília AMMONIINAE Saidova, 1981

Gênero **Ammonia** Brünnich, 1772

*Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839)

*Ammonia tepida* (Cushman, 1926) (PRANCHA IV)

*Ammonia rolshauseni* (Cushman & Bermúdez, 1946)  
 (PRANCHA IV)

Subfamília ELPHIDIINAE Galloway, 1933

Gênero **Elphidium** de Montfort, 1808

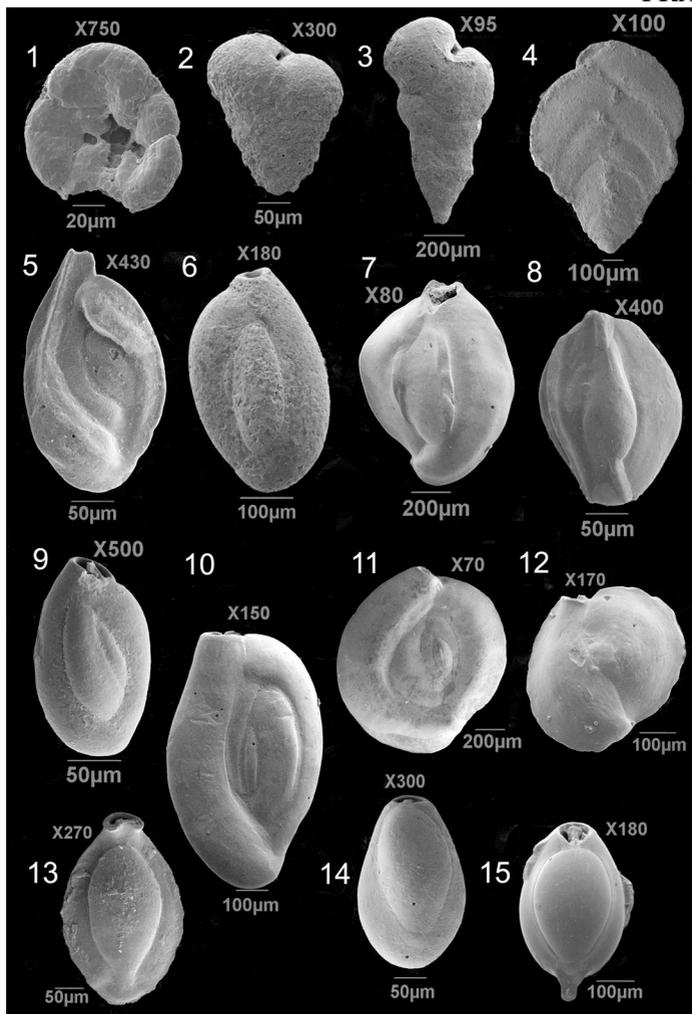
*Elphidium excavatum* (Terquem, 1875)

*Elphidium gunteri* Cole, 1931 (PRANCHA IV)

*Elphidium poeyanum* (d'Orbigny, 1826) (PRANCHA IV)

## APÊNDICE E

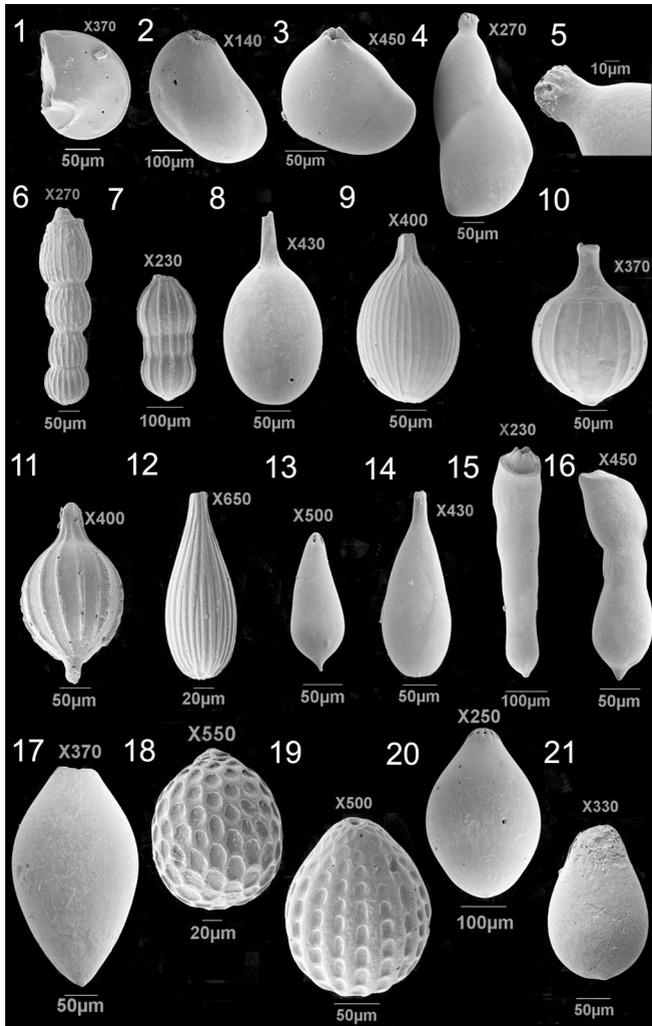
## PRANCHA I



Fonte: desenvolvido pelo autor

1. *Deuterammina* sp. ; 2. *Textularia agglutinans*; 3. *Textularia* sp.1; 4. *Textularia* sp.2;  
 5. *Spiroloculina* sp.; 6. *Quinqueloculina frigida*; 7-8. *Quinqueloculina lamarckiana*;  
 9. *Quinqueloculina seminula*; 10. *Quinqueloculina* sp. 1; *Quinqueloculina* sp. 2;  
 12. *Milliolinella sobrotunda*; 13. *Pyrgo nasuta*; 14. *Pyrgo subsphaerica*; 15. *Pyrgo* sp.

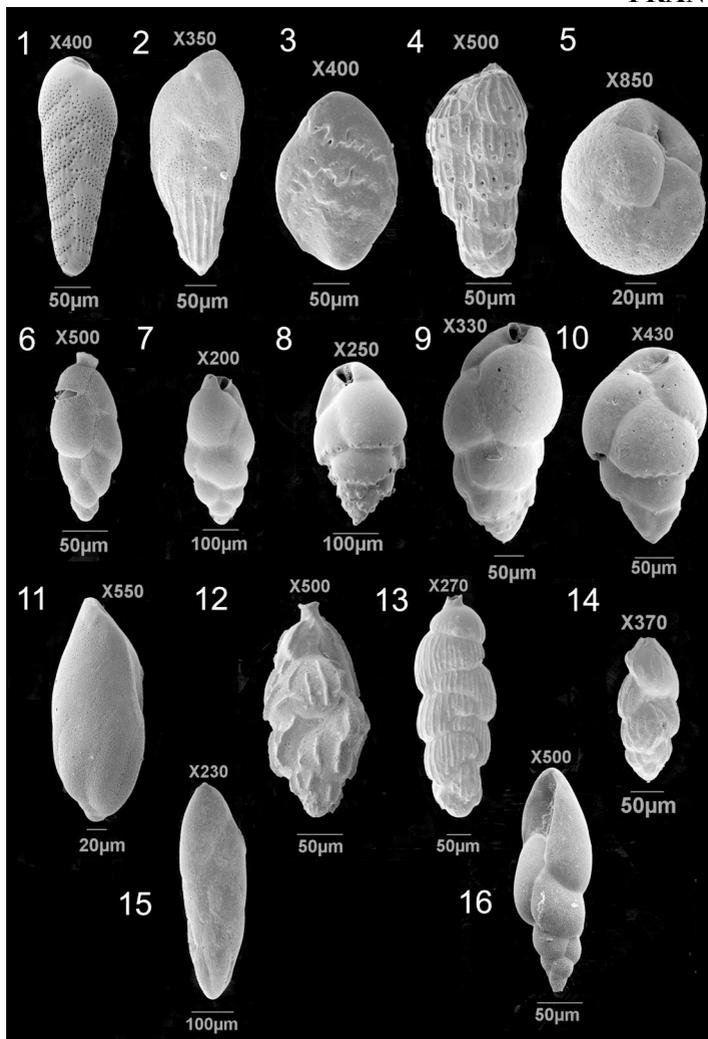
## PRANCHA II



Fonte: desenvolvido pelo autor

1. *Lenticulina gibba*; 2-3. *Neolenticulina peregrina*; 4. *Neolenticulina variabilis*; 5. *Neolenticulina variabilis* abertura; 6-7. *Amphycorina scalaris*; 8. *Lagena laevis*; 9. *Lagena striata*; 10. *Lagena multilatera* 12. *Lagena sp.*; 13. *Reusoolina stangeri*; 14. *Pygmaeoseistron nebulosum*; 15. *Dentalina sp. 1*; 16. *Dentalina sp. 2*; 17. *Nodosaria laevigata*; 18. *Favulina hexagona*; 19. *Favulina melo*; 20. *Fissurina lucida*; 21. *Fissurina semimarginata*

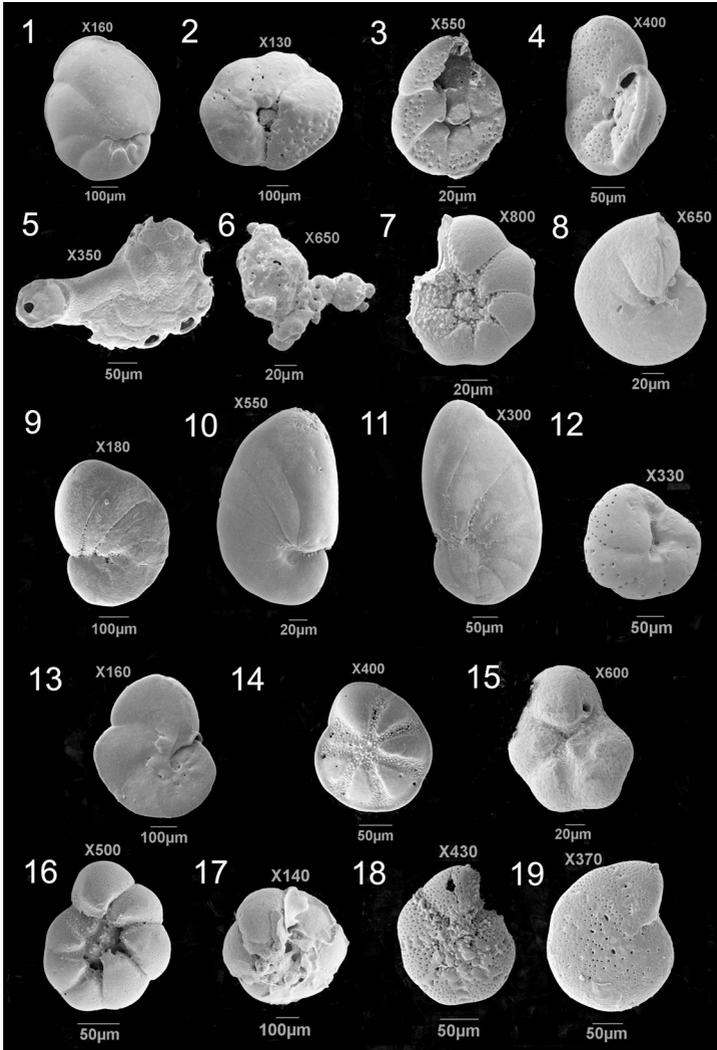
## PRANCHA III



Fonte: desenvolvido pelo autor

1. *Bolivinellina translucens*; 2. *Bolivina fragilis*; 3. *Bolivina ordinaria*; 4. *Bolivina pulchella*; 5. *Globocassidulina* sp.; 6. *Hopkinsina pacifica*; 7. *Bulimina elongata*; 8. *Bulimina marginata*; 9. *Bulimina patagonica*; 10. *Bulimina pseudoaffinis*; 11. *Buliminella elegantissima*; 12. *Uvigerina peregrina*; 13. *Pappina compressa*; 14. *Angulogerina angulosa*; 15. *Fursenkoina pontoni*; 16. *Fursenkoina complanata*

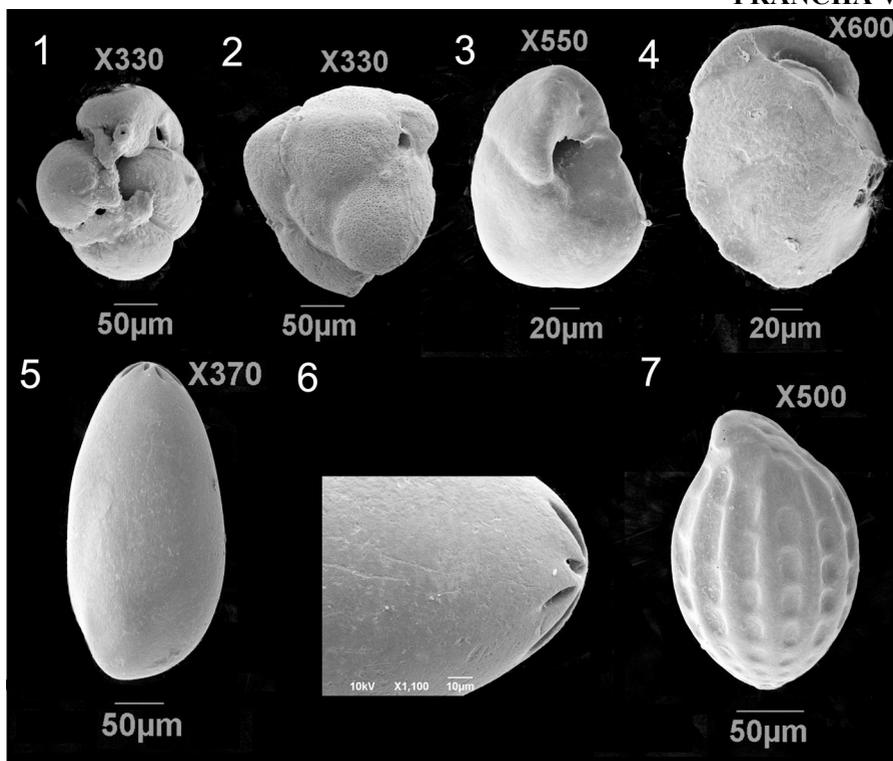
## PRANCHA IV



Fonte: desenvolvido pelo autor

1. *Cancris auriculis*; 2. *Poroeponides lateralis*; 3. *Discorbis williamsoni*; 4. *Rosalina* sp.;
- 5-6. *Cibicides* sp. 7. *Haynesina* sp.; 8. *Nonion* sp.; 9. *Nonionella atlantica*;
10. *Nonionella* sp.; 11. *Nonionoides grateloupii*; 12. *Svratkina tuberculata*; 13. *Hanzawaia concentrica*;
14. *Buccella peruviana*; 15. *Pararotalia* sp.; 16. *Ammonia tepida*;
17. *Ammonia rolshauseni*; 18. *Elphidium gunteri*; 19. *Elphidium poeyanum*

## PRANCHA V



Fonte: desenvolvido pelo autor

1-2. *Espécie indeterminada 1*; 3. *Espécie indeterminada 2*; 4. *Espécie indeterminada 3*;  
5. *Espécie indeterminada 5*; 6. *Espécie indeterminada 6*

ovam