

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA TAXOCENOSE DE ASCIDIACEA DA BAÍA DO
ALMIRANTADO, ILHAS SHETLAND DO SUL, ANTÁRTICA.

ANA CAROLINA FORTES BASTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Yocie Yoneshigue Valentin
Co-orientadora: Andrea de Oliveira Ribeiro Junqueira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2013

<=====>

BASTOS, ANA CAROLINA FORTES

Caracterização da taxocenose de Ascidiacea da Baía do Almirantado, Ilhas Shetland do Sul,
Antártica [Rio de Janeiro] 2013

xviii p. 68 p. 29,7 cm (Instituto de Biologia/UFRJ, M.Sc., Ecologia, 2013)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de
Janeiro, PPGE

1. Ascidiacea
 2. Antártica
- I. IB/UFRJ II. Título (série)

*Ó mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal!
Por te cruzarmos, quantas mães choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!*

*Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.*

*Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.*

Fernando Pessoa.

Muito obrigada....

À minha orientadora Dr^a Yocie Yoneshigue Valentin pelos ensinamentos, apoio, carinho, paciência e pela presença sempre em momentos decisivos e valiosos. Muito obrigada principalmente pelo suporte e investimento na minha dissertação e na minha formação acadêmica.

À minha co-orientadora Dr^a Andrea Junqueira, um exemplo de profissional a ser seguido. Sempre incansável em sua função de maior vocação: professora no sentido real e na essência da palavra! Sempre disposta a ajudar, ensinar, incentivar, aconselhar e lapidar o que há de melhor em seus orientandos.

À querida prof^a Dr^a Helena Passeri pelas luminosas idéias e explicações em momentos cruciais. Muito obrigada por todos os momentos da minha dissertação e até mesmo pelos momentos que antecederam o meu ingresso na pós-graduação de ecologia. Saiba que todas as suas ações foram e sempre serão muito apreciadas.

À Dr^a Lucia Campos pelo acompanhamento e presteza em esclarecer dúvidas e disponibilizar todo material analisado neste trabalho, além de informações de suma importância para a dissertação. Agradeço também a equipe do Laboratório de Echinodermata pela ajuda com dúvidas sobre as Operações Antárticas e com a logística de separação do material: Tatiana Morales, Mariane Rodrigues, Thayane Oakes, André Lanna, Carlos Barboza e ao Rafael Moura também por ter cedido fotos e mapas presentes nesta dissertação.

Aos membros do Comitê de Acompanhamento Dr. Paulo Paiva e Dr. Jorge Nissemian pelas críticas e sugestões de melhorias à dissertação. À secretária Márcia Renault e aos professores da Pós-Graduação em Ecologia (PPGE) por todo o auxílio, questionamentos e ensinamentos tão necessários ao bom desenvolvimento deste mestrado.

A todos os colegas do Laboratório de Benthos pela parceria e, principalmente pelos ouvidos atentos todas as vezes que eu teimava em espalhar pelos quatro cantos do laboratório todas as minhas descobertas: Cintia Cordeiro, Laiz Araújo, Cinthia Bianco, Bárbara Calçado, Nazareth Araújo, Maria Cecília, Ana Soares, Ana Paula Valinho, Caroline Galatoli, Juliana Segadilha e Filipe Alonso. Um agradecimento especial às mestras Maria Isabel e Danielle Barboza, membros ativos da comunidade "Dissertação da Carol". Vocês foram demais e incansáveis na missão de me incentivar e ajudar com ideias e sugestões. Dan, muito, muito obrigada pela ajuda no início do meu trabalho com a identificação das espécies de ascídias. Você se demonstrou como

uma grata surpresa no meu mestrado, pois além de ter sido uma amiga sempre disponível, ainda desempenhou o papel de uma cientista muito competente!

Aos Dr^{es} Fabio Ferreira Dias e André Breves Ramos pela ajuda com o programa ArcGis para a determinação do tamanho das pistas das localidades de coleta e ao Dr. Felipe Skinner pelas conversas intermináveis sobre análises exploratórias.

Aos Dr^{es} Tito Lotufo e Rosana Rocha pela ajuda na identificação das espécies de ascídias. Rosana, muito obrigada por me acolher em seu laboratório, por doar o seu tempo e disponibilizar os seus conhecimentos para me ajudar nesta tarefa zoológica. Você foi o meu norte no conhecimento sobre as ascídias. Aos pesquisadores Gustavo Gamba, Tatiane Moreno e Nadia Bonnet. Vocês foram incríveis durante a minha estadia em Curitiba.

Ao Dr. Ricardo Pollery não só pelas análises granulométricas da Operação Antártica XXVII, mas também por toda atenção e explicações sobre a metodologia de tais análises. Ao Dr. Carlos Rezende pelas análises granulométricas da Operação Antártica XXVIII.

À minha querida Tayana Louzada. Chuchu, sem você essa dissertação demoraria muito mais para ser concluída. Muito obrigada por estar sempre ao meu lado, durante a triagem, processamento do material, elaboração das tabelas e análise dos dados. Você foi sensacional!

Àos meus amigos Rômulo Dezonne pela ajuda com a parte genética do meu exame de qualificação. À Carolina Bezamat pela parceria nos estudos para a prova de mestrado. À Raquel Neves por estar sempre ao meu lado quando eu mais preciso. Aos meus vizinhos Renata Barborino e Edmundo Moura, por me socorrem sempre nos momentos mais críticos.

Ao meu marido Vinicius Pereira da Costa pelo carinho e compreensão.

Ao Projeto de Ano Polar Internacional MABIREH (Vida Marinha Antártica: Biodiversidade em Relação à Heterogeneidade Ambiental na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, e Áreas Adjacentes) pelas coletas referentes ao verão de 2008/2009. Ao INCT-APA (processo CNPq n° 574018/2008-5 e FAPERJ n° E-16/170.023/2008) pela coleta realizada no verão de 2009/2010. Aos Grupos-Base (GB) da Marinha das Operações Antárticas XXVII, XXVIII, por todo nestas operações.

À Capes pela bolsa de mestrado cedida.

RESUMO

O grupo Ascidiacea é um dos principais componentes das comunidades bentônicas do Oceano Austral. O estudo de seus padrões ecológicos deve ser incentivado frente a possíveis mudanças provenientes de impactos gerados por atividades antrópicas e alterações climáticas. Os objetivos deste trabalho foram analisar a distribuição espacial e estrutura das taxocenoses de ascídias e padrões de epibiose em relação a diferentes condições de turbulência da água e ao gradiente batimétrico na Baía do Almirantado, Ilha Rei George. As amostras foram obtidas por meio de arrastos com draga do tipo Agassiz em dois verões austrais (2008/2009 and 2009/2010). No primeiro verão, as amostras foram realizadas na profundidade de 60m em 5 localidades com diferentes condições de turbulência de água: Ponta Hennequin (HE), Comandante Ferraz (CF), Ponta Ulmman (PU), Ponta Botany (PB) e Refúgio II (RFII). No segundo verão as amostras foram realizadas nas profundidades de 100, 300 e 500 m. Todas as ascídias, incluindo os epibiontes, foram identificadas, e 17 táxons foram registrados. As espécies solitárias foram dominantes em riqueza e biomassa em todas as localidades. *Ascidia challengerii* foi a espécie dominante em biomassa e *Molgula pedunculata* em abundância. A maior diversidade foi encontrada a 100 m, onde há menor frequência de impactos por gelo quando comparada a profundidade de 60 m. Abaixo desta profundidade a diversidade diminui provavelmente em consequência do ambiente deposicional. As estações rasas apresentaram diferentes taxocenoses segundo as categorias de condições de turbulência de água. As maiores riquezas foram registradas nas localidades com turbulência moderada (PU e CF), estando de acordo com a hipótese do Distúrbio Intermediário. As maiores biomassas de ascídias coloniais também são encontradas nestas localidades. *Caenagnesia bocki*, *Corella eumyota*, *Molgula enodis* e *Molgula pedunculata* foram as espécies indicadoras das localidades com muita turbulência (HE). Todas estas espécies apresentam características morfológicas que lhes permitem viver sob essas condições. Os táxons coloniais *Aplidium* sp., *Synoicum adareanum* e *Tylobranchion speciosum*, foram os indicativos das localidades com turbulência moderada. As maiores frequência e riqueza de epibiontes ocorreram sobre *A. challengerii*. As ascídias coloniais apresentaram baixa frequência de epibiose. *Pyura georgiana* foi a única espécie solitária com alta frequência de ocorrência sem a presença de epibiontes. De forma geral, estes resultados mostram a relevância das ascídias como fonte de substrato para diversas espécies do mesmo grupo e também revelam a importância das diferentes condições de turbulência da água para estruturação das comunidades de Ascidiacea.

ABSTRACT

Ascidiacea is a major component of the benthic communities in the Southern Ocean. The study of their ecological patterns could be used to detect, monitor and compare possible changes of impacts from human activities and climate change, taking into account that they are sessile organisms. This study aims to evaluate the ascidians' distribution, assemblage structure, and patterns of epibiosis in relation to different conditions of water turbulence and a bathymetric gradient at Admiralty Bay, King George Island. Samples were obtained using an Agassiz trawl during two Austral Summers (2008/2009 and 2009/2010). In the first summer, they were collected from 60m at sites subject to different conditions of water turbulence: Hennequin Point (HE), Comandante Ferraz (CF), Ullmann Point (UP), Botany Point (PB), and Refuge II (RFII). In the second summer, they were collected from 100, 300 and 500 m depth. All individuals including epibionts were identified, and seventeen taxa were recorded. Solitary species were dominant in richness and biomass in all locations. *Ascidia challengerii* was dominant in biomass and *Molgula pedunculata* in abundance. The highest diversity was found at 100 m, as this depth might be less subject to ice impacts than 60 m. Below this, the diversity decreases probably as a result of the depositional environment. The shallow stations had different assemblages according to turbulence condition categories. The highest richness was recorded at moderate turbulence (UP and CF), which is consistent with the Connell's Disturbance Intermediate hypothesis. A large biomass of colonial ascidians was also found in these shallowest sites. *Caenagnesia bocki*, *Corella eumyota*, *Molgula enodis* and *Molgula pedunculata* were indicators of high turbulence (HE). All these species have morphological features that allow them to live under these conditions. The colonial species *Aplidium* sp., *Synoicum adareanum* and *Tylobranchion speciosum* were indicators of moderate turbulence. The highest frequency and richness of epibionts occurred on *A. challengerii*. The colonial ascidians showed low frequency of epibiosis. *Pyura georgiana* was the only solitary species with a high frequency of occurrence without epibionts. Overall, these results show the relevance of ascidians as a substrate source for several species of the same group, and also reveal the importance of different turbulence conditions for structuring communities of Ascidiacea.

ÍNDICE

[C1] Comentário: Rever antes de imprimir

1. Introdução.....	1
2. Área de estudo.....	6
3. Material e métodos.....	9
3.1 Trabalho de campo.....	9
3.2 Trabalho de laboratório.....	12
3.3 Análise de dados.....	15
4. Resultados.....	17
4.1 Variáveis ambientais.....	17
4.2 Resultados biológicas.....	21
5. Discussão.....	40
6. Conclusões.....	52
7. Referência.....	54
8. Anexos.....	66

1. Introdução

Os organismos pertencentes à classe Ascidiacea, subfilo Urochordata, são invertebrados marinhos bentônicos, filtradores. Possuem hábito de vida sésil no estágio adulto, podendo ter reprodução assexuada ou **sexuada**. Apresentam desenvolvimento indireto, com larva planctônica lecitotrófica (SVANE & YOUNG, 1989). Em regiões frias as larvas podem durar de poucos minutos até cerca de 15 dias no estágio larval (LAMBERT *et. al.* 1995; CLONEY *et. al.*, 2002; STRATHMANN *et. al.*, 2006). Apresentam curta duração no ambiente planctônico e por isso, possuem baixa dispersão, dependente do tamanho da larva (MARSHALL & KEOUGH, 2003). Esses atributos resultam numa distribuição geográfica restrita das populações e caracterizam as ascídias como um excelente grupo zoológico para estudos sobre os efeitos locais de fatores ambientais e suas alterações sobre a estrutura das taxocenoses (PRIMO & VÁZQUES, 2009).

As ascídias estão presentes em todas as latitudes e são encontradas tanto em águas rasas, quanto em zonas mais profundas (RODRIGUES *et al.*, 1999). Vivem preferencialmente em substratos consolidados e, portanto, a diversidade de ascídias pode variar em função da heterogeneidade destes substratos no ambiente (MONNIOT *et. al.*, 1991). Por outro lado, as ascídias podem dominar em substratos não consolidados (TOURON, 1988), possuindo adaptações para tal. Por exemplo, as ascídias da família Molgulidae conseguem assentar em substratos arenosos ou lamosos devido a presença de pedúnculos ou de protuberâncias da túnica semelhante a rizóides (MONNIOT, 1986). Apresentam indivíduos solitários ou em forma de colônias. As ascídias solitárias apresentam túnica mais resistente. As coloniais são geralmente mais frágeis quando comparadas às solitárias. Em ambientes turbulentos, por exemplo, a movimentação da água pode acarretar problemas na túnica, provenientes da abrasão de sedimentos ressuspensos (CARBALLO & GARCIA-GOMEZ, 1994), além de causar entupimentos nos sifões, que são proporcionalmente menores (BAKUS, 1968).

As variáveis ambientais mais críticas na determinação da distribuição espacial das ascídias podem ser divididas de acordo com a fase de vida destes organismos (MONNIOT *et. al.*, 1991). Durante a fase de larva, a química da água (PAWLIK, 1992), luz (LAMBERT & BRANDT, 1967; FORWARD *et. al.*, 2000; TSUDA *et. al.*, 2003), tipo de substrato (GROPPELLI *et. al.*, 2003) e presença de adultos (OSMAN & WHITLATCH, 1995) estão entre as variáveis mais relevantes nos processos de dispersão larval e de assentamento. Entre os adultos, fatores como grau de

[C2] Comentário: Precisa de referência?? Monniot et al 1991.

movimentação da água (CHIMENZ *et. al.*, 1985), deposição de sedimentos, partículas orgânicas em suspensão, ocorrência e frequência de distúrbios, como o impacto físico do gelo sobre o substrato, podem influenciar não só a riqueza de ascídias, mas também a biomassa das espécies (MONNIOT, *et. al.*, 1991; NARANJO *et. al.*, 1996; SAHADE, *et. al.*, 1998).

As ascídias formam um importante grupo trófico em ecossistemas marinhos, especialmente nos processos de ciclagem de matéria orgânica MONNIOT *et. al.*, (1991). Segundo estes autores, uma única ascídia de poucos centímetros pode filtrar de 3 a 4 litros de água por hora. As ascídias concentram a matéria orgânica em suspensão e a disponibilizam, através de pelotas fecais, para outros organismos como aqueles da alça microbiana ou ainda para organismos depositívoros (GUIDI & DE MORAIS, 1983). Esta alta eficiência de filtração pode acarretar explosões populacionais de espécies de ascídias em regiões com grande aporte de matéria orgânica, sobretudo em ambientes eutrofizados por atividades antrópicas (BAK *et. al.*, 1981; SHENKAR & LOYA, 2008).

Essa alta biomassa pode servir de fonte de energia para predadores, além de aumentar a tridimensionalidade do ambiente ao funcionar como substrato para diferentes organismos epibiontes. Os organismos basebiontes podem funcionar como “bioengenheiros”, atuando principalmente na criação de microhabitats para os epibiontes. Eles causam mudanças nos efeitos provenientes de fatores bióticos e abióticos sobre a comunidade epibionte e influenciam a disponibilidade de recursos para outras espécies (JONES *et. al.*, 1994). Desta forma, também contribuem para o aumento da abundância e riqueza local (GRIBBEN *et. al.*, 2009). A epibiose pode modular não só as interações entre basebiontes e epibiontes, mas também entre organismos basebiontes e o ambiente, muitas vezes minimizando ou amplificando os fatores causadores de estresse bióticos e abióticos (WAHL, 2008).

As ascídias podem desenvolver estratégias que evitem a incrustação de organismos epibiontes e reduzam a predação, como por exemplo, algumas espécies da ordem Phlebobranchia que absorvem vanádio e concentram na túnica. Além desta substância ser nociva às larvas de possíveis epibiontes, o vanádio ainda torna as ascídias impalatáveis para os predadores em potencial (STOECKER, 1980; LEBAR *et. al.*, 2011). Algumas ascídias podem secretar metabólitos secundários citotóxicos que repelem ativamente as larvas para que não haja o assentamento de outros organismos (WAHL & BANAIKS, 1991; NÚÑEZ-PONS *et. al.*, 2010; LÓPEZ-LEGENTIL, 2006). Essas substâncias muitas vezes possuem impacto econômico, ao

servirem como foco de estudos que visa a produção de substâncias anti-incrustantes (RAVEENDRAN & LIMMA MOL, 2009) e de produtos naturais com efeitos biológicos como, por exemplo, o aminoácido didemnin B, com atividade antiviral (DAVIDSON, 1993; BLUNT *et. al.*, 2012) e macrolídeo Palmerolide A, secretada pela espécie antártica *Synoicum adareanum*, que parece atuar sobre melanoma (DIYABALANAGE *et. al.*, 2006).

O grupo Ascidiacea é um dos principais táxons estruturadores das comunidades bentônicas suspensívoras no Oceano Austral (RAMOS-ESPLÁ *et. al.*, 2005). O estudo de padrões ecológicos deste grupo pode contribuir para se detectar, comparar e monitorar as possíveis mudanças provenientes de impactos gerados por atividades antrópicas e alterações no ambiente marinho antártico.

As taxocenoses de ascídias na Antártica são relativamente homogêneas, formadas por espécies endêmicas, com distribuição vertical euribática e circumpolar (PRIMO & VAZQUES, 2009; MONNIOT & MONNIOT, 1983). Estima-se que 44% das espécies de ascídias presentes na Antártica sejam endêmicas (GRIFFTHS *et. al.*, 2009). Em termos numéricos e de biomassa, as ascídias representam um dos grupos bentônicos principais da plataforma continental Antártica (KOTT, 1969; MONNIOT & MONNIOT, 1983; ARNAUD *et. al.*, 1998), desenvolvendo um importante papel na comunidade suspensívora (SAHADE *et.al.*, 1998; KOLWALKE, 1999; GILI *et.al.*, 2001).

Segundo KOWALKE *et. al.* (2001), os aspectos relacionados com a alta taxa de crescimento e o baixo metabolismo basal das ascídias explicam essa dominância. Essas características fazem das ascídias colonizadoras efetivas após eventos destrutivos, comuns no ambiente marinho antártico, como aqueles provenientes da ação do gelo e exposição ao movimento da água em virtude de grandes tempestades e fortes ventos (BARNES & COLAN, 2006).

A ação do gelo sobre o substrato e, conseqüentemente sobre a fauna bentônica, está entre os principais distúrbios sofridos por essas comunidades, como por exemplo, as cicatrizes formadas na topografia de fundo em razão da ação física do atrito de grandes *icebergs*, conhecidas como *ice scour* (GUTT, 2001; CONLAN & KVITEK, 2005). Além disso, o gelo pode impactar as comunidades bentônicas também pela formação de placas de gelo próximo ao substrato, como âncoras, que ao se desprenderem do fundo, levam consigo a fauna bentônica aderida (BARNES & COLAN, 2006). Estas placas de gelo são conhecidas como *anchor ice*, ou gelo âncora, e se formam até a profundidade média de 30m (DAYTON *et.al.*, 1969; 1970).

A movimentação da água próximo ao substrato pode determinar o tipo de comunidade bentônica de uma região (GUTT, 2007). Segundo este autor, as comunidades bentônicas da Antártica podem ser divididas em dois grandes grupos de acordo com o gradiente de movimentação da água. De um lado, os locais mais expostos abrigam comunidades dominadas por animais sésseis suspensívoros. Neste caso, a movimentação da água proporcionaria ao mesmo tempo a sustentação e o alimento necessários para estes organismos. Por outro lado, os locais com menor grau de movimentação da água são dominados por organismos depositívoros, beneficiados pelo fluxo vertical de fitodetritos e pela predominância de sedimentos não consolidados, típicos de regiões mais abrigadas. No entanto, não há estudos que indiquem como a estrutura das comunidades de organismos suspensívoros sésseis, em específico, se comporta em relação ao gradiente de movimentação da água no Oceano Austral.

Diferentes estudos apontam as ascídias como importantes membros das comunidades bentônicas no ambiente marinho antártico (SAHADE *et.al.*, 1998; KOLWALKE, 1999; GILI *et.al.*, 2001; RAMOS-ESPLÁ *et. al.*, 2005; SICINSKI, 2011). A taxonomia e o registro dos locais de ocorrência das espécies de ascídias têm sido documentados desde as primeiras expedições, até em estudos mais recentes (SLUITER, 1906; VAN NAME, 1945; MILLAR, 1960; KOTT, 1969; MONNIOT & MONNIOT, 1994; TATIÁN *et. al.*, 2005, MONNIOT *et. al.*, 2011 entre outros).

Estudos da distribuição das ascídias são considerados como importantes ferramentas para delimitação de zonas biogeográficas marinhas no ambiente antártico (RAMOS-ESPLÁ *et. al.*, 2005; PRIMO & VÁZQUEZ, 2007a, 2009). Investigações sobre bioquímica de ascídias antárticas têm sido utilizadas para a produção de substâncias naturais ou de proteção contra incrustação e predação (MCCLINTOCK *et.al.*, 2004; MIYATA *et.al.*, 2007; NÚÑEZ-PONS *et.al.*, 2010, entre outros). Recentemente, a Antártica tem sido considerada como exportadora de ascídias naturalmente endêmicas, como a espécie *Corella eumyota*, que passam a habitar novos locais, longe de sua área de origem, em decorrência de atividades antrópicas (LAMBERT, 2004; VARELA, *et. al.*, 2008; COLLIN *et. al.*, 2010).

No entanto, apesar da importância deste grupo, ainda é relativamente pequeno o número de trabalhos ecológicos sobre a distribuição das ascídias e a estrutura das taxocenoses em relação a fatores ambientais. Segundo o estudo de GRIFFITHS (2010) sobre os grupos representados na base de dados do SCARMarBIN, o grupo

Ascidiacea ainda apresenta baixa representação, fruto da quantidade proporcional dos estudos direcionados para este grupo no Oceano Austral.

O ecossistema marinho da Baía do Almirantado (Ilha Rei George, Ilhas Shetland do Sul) possui uma das mais completas séries de dados das comunidades bentônicas da Antártica (SICINSKI, et. al., 2011), no entanto, ainda há poucos dados referentes ao grupo Ascidiacea nesta região. Esta baía foi definida como a primeira Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG, ASMA no inglês). Sua criação é justificada por sua alta biodiversidade e importância histórica, devido a presença de sítios arqueológicos. Esta tem como objetivo a prevenção e/ou minimização dos riscos de impactos nos ambientes marinho e terrestre. A área da Baía do Almirantado é densamente ocupada por atividades de pesquisa e logística, além de ser frequentemente visitada por turistas, dadas as facilidades de acesso a essa região da Antártica. Esta AAEG foi definida a partir de uma proposta apresentada pelo Brasil e Polônia, em cooperação com Equador e Peru (ATCM, 2005).

A partir deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo estudar a distribuição espacial das espécies de ascídias da Baía do Almirantado, o principal grupo suspensívoro da megafauna bentônica em biomassa, frente a diferentes condições de turbulência da água e também a um gradiente batimétrico. Pretende-se ainda determinar a estrutura das taxocenoses e verificar a existência de padrões de epibiose de ascídias sobre ascídias e assim responder às seguintes questões:

1) Há taxocenoses distintas em relação às localidades de coleta classificadas de acordo as diferentes condições de turbulência da água?

2) Como a estrutura da comunidade (em termos de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade) está relacionada às diferentes condições de turbulência da água e ao gradiente batimétrico na Baía do Almirantado?

3) Quais são as espécies indicadoras das diferentes condições turbulência?

4) Quais são as principais espécies classificadas como basebiontes de outras ascídias?

5) O peso dos epibiontes varia de acordo com o tamanho (comprimento) das ascídias basebiontes?

6) Há diferença significativa da biomassa e riqueza de epibiontes de acordo com a categorização quanto a condição de turbulência da água?

2. Área de estudo

A Baía do Almirantado encontra-se na Ilha Rei George, a maior de todas as ilhas do arquipélago das Shetland do Sul (Figura 1), a qual situa-se na porção Ocidental da Antártica, ao norte da Pensínsula Antártica. Esta baía é semelhante a um fiorde e está localizada entre as latitudes 62°03'S e 62°12'S e longitudes 52°25'W e 52°22'W.

A Baía do Almirantado apresenta cerca de 122km² (ROBAKIEWICZ & RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1999). Esta baía apresenta três enseadas: Mackellar, Martel e Ezcurra. As Enseadas Mackellar e Martel estão localizadas na porção norte da baía e a Enseada Ezcurra corresponde à porção oeste. Ao sul, a baía abre-se amplamente para o Estreito de Bransfield, através de um canal de aproximadamente 535 m de profundidade, recebendo águas originadas do Mar de Weddell ou do Mar de Bellingshausen, dependendo da circulação de água regional, ventos ou regimes sazonais (GORDON & NOWLIN, 1978).

Devido a sua posição geográfica e hidrológica esta baía está sujeita a uma grande variedade de energias físicas decorrentes de processos: atmosféricos (radiação solar, temperatura, vento, precipitação e pressão atmosférica), hidrológicos (marés, ondas, condições de gelo, circulação local e trocas de água com o Estreito de Bransfield) e terrestres (erosão, influxo de água e gelo e trocas de sais e nutrientes) (RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1989).

A sua hidrodinâmica é essencialmente barotrópica e dependente da circulação que ocorre no Estreito de Bransfield. As águas que entram nesta baía podem ser originadas dos mares de Weddell ou de Bellingshausen (GORDON & NOWLIN, 1978). Segundo CAMPOS *et. al.* (2013), a circulação no canal de fundo é definida por uma alça de retorno causado pelo efeito hidrodinâmico imposto pela redução batimétrica. A velocidade as correntes no centro da baía são mais intensas que as correntes dentro das enseadas. No entanto, as regiões que bordejam a enseada Martel apresentam circulação relativamente mais intensa (estimada em 0,10 m.s⁻¹) devido ao efeito de maré na região mais rasa.

A temperatura e salinidade da água são relativamente uniformes em termos espaciais e batimétricos, permitindo a mistura vertical da água (SZAFRAŃSKI & LIPSKI, 1982). Os efeitos sazonais do degelo afetam prioritariamente as regiões mais rasas, até aproximadamente 35 m (SARUKHANYAN & TOKARCZYK, 1988; SZAFRAŃSKI & LIPSKI, 1982). No entanto, os processos de mistura gerados pela

[C3] Comentário: No artigo do Sicinski tem uma referência (Kruszewski, 2002 *apud* Sicinski, 2011). Sei que usa *apud*, mas como fica no texto e nas referências?

maré e, sobretudo os ventos são responsáveis pela homogeneidade dos parâmetros termohalinos (WEBER & MONTONE, 2006).

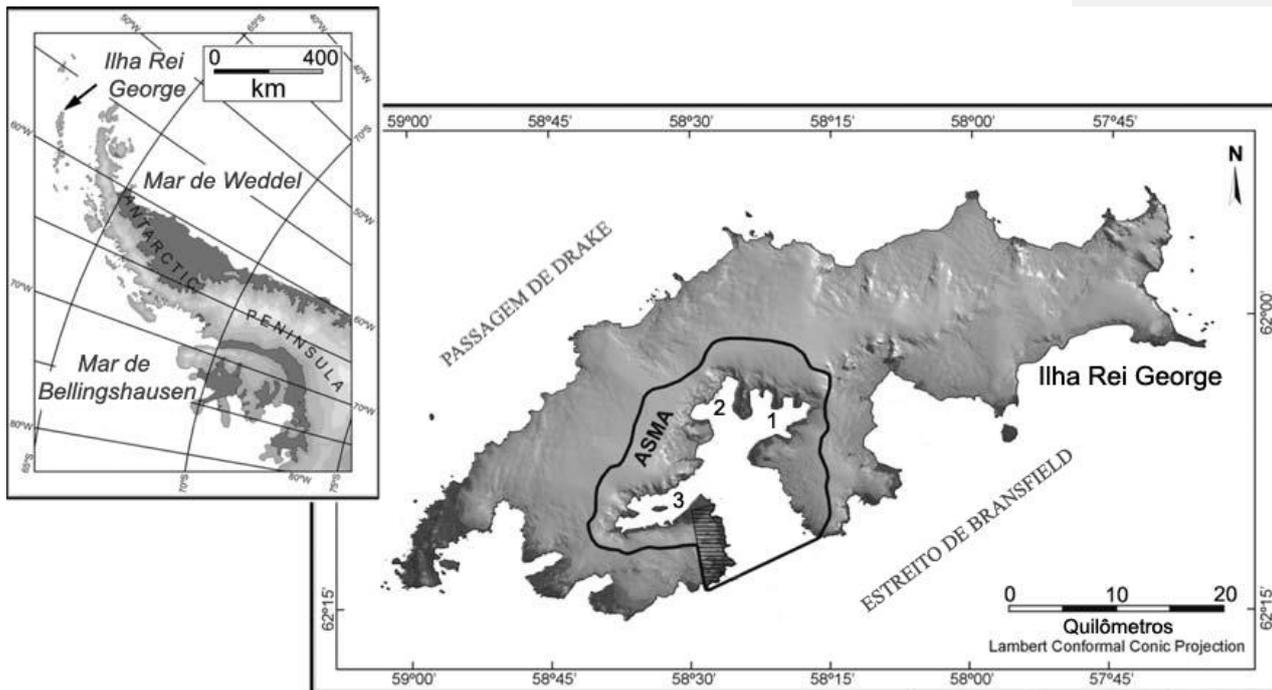


Figura 1: Localização da Baía do Almirantado, mostrando as suas três enseadas: 1) Martel (onde se encontrava a estação brasileira Comandante Ferraz); 2) Mackellar; 3) Ezcurra. A linha preta mostra os limites da primeira Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG, ASMA no inglês). Mapa modificado de ARIGONYNETO *et. al.*(2004).

Se por um lado, os parâmetros da água conferem um caráter homogêneo à Baía do Almirantado, por outro lado a sua morfologia e topografia de fundo conferem a formação de microhabitats altamente heterogêneos para organismos bentônicos, principalmente na zona costeira rasa (PRUSZAK 1980, SICINSKI *et. al.*, 2011). De fato, a sua topografia de fundo é caracterizada como íngreme e irregular, com relevo abrupto a partir da linha de costa. Segundo RODRIGUES *et al.* (2003), a Enseada Martel apresenta grande variedade de feições geomórficas, com um relevo condicionado por rochas vulcânicas, falhas geológicas e processos erosivos glaciais, que formam cicatrizes no substrato.

Somado às feições topográficas, as características do substrato também conferem um elevado grau de diversidade ambiental aos organismos bentônicos, uma vez que os sedimentos da Baía do Almirantado são bastante heterogêneos, compostos de material de várias frações granulométricas oriundas da abrasão costeira (SICINSKI, 2004). Sedimentos grosseiros, como seixos e cascalhos, prevalecem na zona costeira, podendo ocorrer em profundidades superiores a 50m. No entanto, com o aumento da profundidade, há um incremento na parcela de substratos mais finos como silte e argila (JAZDZEWSKI *et al.*, 1986).

Como resultado conjunto da ação do gelo e dos diferentes tipos de substratos há a formação de padrões de zonação vertical da comunidade bentônica na Baía do Almirantado, com um conjunto de organismos bentônicos dominantes em cada faixa batimétrica (BARNES, 1999; SICINSKI *et. al.*, 2011). Segundo NONATO *et.al.* (2000), as áreas mais rasas da baía são habitadas por comunidades formadas por poucas espécies bentônicas, dominadas por organismos vágeis. Em profundidades próximas a 18m, diminui o impacto do gelo, no entanto, há um mosaico de zonas impactadas e não impactadas, o que reflete na distribuição em manchas dos organismos bentônicos. A partir de 30m começa a haver o estabelecimento de uma epifauna mais diversificada, incluindo várias formas sésseis. Portanto, o estudo da megafauna sésseil na Baía do Almirantado deverá abranger profundidades superiores a 30m.

3. Material e métodos

3.1. Trabalho de campo

As coletas foram realizadas na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, durante os verões austrais de 2008/2009 e 2009/2010 (referentes às Operações Antárticas XXVII e XXVIII), através do projeto brasileiro do Ano Polar Internacional (API), conhecido como MABiReH - Vida Marinha Antártica: Biodiversidade em Relação à Heterogeneidade Ambiental na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, e áreas adjacentes, CNPq processo número 52.0293/2006, mais especificamente pelo sub-projeto 1: "Vida Marinha Bentônica na Antártica".

As amostras foram obtidas em 5 pontos distintos na faixa batimétrica de aproximadamente 60 m durante o verão de 2008/2009 (Ponta Hennequin, Ponta Botany, Ponta Ullmann, Comandante Ferraz, e Refúgio II) e em três diferentes profundidades durante o verão de 2009/2010 (isóbatas de 100, 300 e 500 m. Os pontos estão detalhados na figura 2, e relacionados na Tabela I.

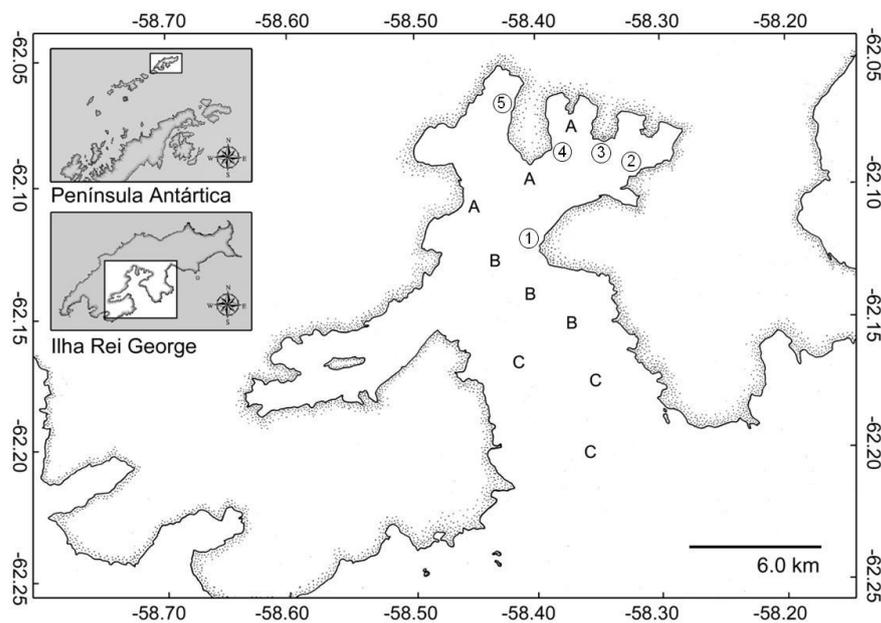


Figura 2: Localização dos pontos de coleta. Verão 2008/2009 (1) Ponta Hennequin, (2) Ponta Botany, (3) Ponta Ullmann, (4) Comandante Ferraz, (5) Refúgio II. Verão 2009/2010: (A) 100 m; (B) 300 m e (C) 500 m. Modificado de MOURA (2009).

Tabela I: Registros dos arrastos realizados nas diferentes localidades da Baía do Almirantado durante os verões 2008/2009 e 2009/ 2010I que foram estudadas neste trabalho.

Data	Estação (#)	Local	Código das estações	Coordenadas (Lat e Long)	Profundidade (m)
20/12/2008	1	Comandante Ferraz	CF1	62°05'12,78"S 58°23'2,58"W	60m
20/12/2008	1	Comandante Ferraz	CF2	62°05'14,64"S 58°23'6,78"W	60m
20/12/2008	1	Comandante Ferraz	CF3	62°05'7,5"S 58°22'40,14"W	60m
24/12/2008	2	Ponta Botany	BP1	62°06'10,26"S 58°21'20,4"W	60m
24/12/2008	2	Ponta Botany	BP2	62°06'12,6"S 58°21'27,9"W	60m
24/12/2008	2	Ponta Botany	BP3	62°06'10,44"S 58°21'27,54"W	60m
29/12/2008	3	Ponta Ullmann	PU1	62°05'7,32"S 58°20'34,32"W	60m
29/12/2008	3	Ponta Ullmann	PU2	62°05'7,08"S 058°20'33,9"W	60m
29/12/2008	3	Ponta Ullmann	PU3	62°05'6,9"S 58°20'32,52"W	60m
02/01/2009	4	Ponta Hennequin	HE1	62°07'7,62"S 58°23'53,88"W	60m
02/01/2009	4	Ponta Hennequin	HE2	62°07'14,94"S 058°24'2,34"W	60m
02/01/2009	4	Ponta Hennequin	HE3	62°07'21,24"S 058°24'5,22"W	60m
05/01/2009	5	Refúgio II	RFII1	62°03'51,54"S 58°25'34,32"W	60m
05/01/2009	5	Refúgio II	RFII2	62°03'52,08"S 58°25'27,96"W	60m
05/01/2009	5	Refúgio II	RFII3	62°03' 55,86"S 58°25'22,56"W	60m
11/12/2009	A	Centro da Baía	100-1	62°05' 26,856"S 58°21'29,112"W	100m
11/12/2009	A	Centro da Baía	100-2	62°06'2,394"S 58°25'55,398"W	100m
11/12/2009	A	Centro da Baía	100-2	62°06'37,866"S 58°27'6,798"W	100m
11/12/2009	B	Centro da Baía	300-1	62°06'44,844"S 58°26'12,636"W	300m
11/12/2009	B	Centro da Baía	300-2	62°07'41,64"S 58°24'37,512"W	300m
11/12/2009	B	Centro da Baía	300-3	62°08'52,632"S 58°23'18,396"W	300m
10/12/2009	C	Centro da Baía	500-1	62°09'31,932"S 58°24'16,608"W	500m
10/12/2009	C	Centro da Baía	500-2	62°10'9,456"S 58°23'22,8"W	500m
10/12/2009	C	Centro da Baía	500-3	62°10'44,844"S 58°23'12,048"W	500m

A lancha “Skua” foi utilizada para a coleta de organismos, na faixa batimétrica aproximada de 60m durante o verão austral de 2008/2009. Para as coletas de profundidade foi utilizado o Navio de Apoio Oceanográfico “Ary Rongel” durante o verão austral de 2009/2010. Todos os arrastos foram realizados com uma draga tipo Agassiz (com dimensões de 60 cm de largura, 40 cm de altura, 60 cm de fundo e malha de 20 mm de abertura). Os arrastos foram padronizados para a distância percorrida de 100 m. Levando em consideração as dimensões da draga utilizada, a área amostral de cada arrasto foi de 60 m². O material foi lavado com água do mar em peneira de 2mm para separação dos organismos. Estes foram triados, separados em grandes grupos taxonômicos, fotografados e posteriormente fixados em formol 10% ou álcool 80% conforme a necessidade e volume de material disponível

3.2. Trabalho em laboratório

Os organismos que estavam fixados em álcool 80% ou formol 4% foram lavados em água corrente, separados em morfotipos e conservados em álcool 70%. A identificação das ascídias foi realizada com base em caracteres morfológicos taxonômicos, sobretudo os caracteres da morfologia interna dos zoóides e das larvas (principalmente para ascídias coloniais), utilizando inicialmente a chave de identificação de gêneros proposta por ROCHA *et. al.* (2012). Para a classificação em nível específico foram utilizadas chaves de identificação de espécies antárticas, encontradas em KOTT (1969), MONNIOT & MONNIOT (1983) e VAN NAME (1945), além dos trabalhos de descrições originais das espécies.

Cabe ressaltar que a correta identificação dos espécimes de ascídias só é possível através da análise da morfologia interna, após uma cuidadosa dissecação do material considerado como “frágil” em virtude da ausência de partes “duras”. Em virtude do volume de material triado, a identificação foi realizada inicialmente através da separação das ascídias em morfotipos. Para cada morfotipo foram dissecados aproximadamente 10 espécimes para a confirmação das espécies.

Devido à semelhança externa entre *Ascidia challengerii* e *Corella eumyota*, principalmente para os indivíduos jovens, todos os espécimes foram dissecados a fim de evitar erros. A localização do sistema digestório foi a principal característica morfológica utilizada para a separação dos indivíduos destas duas espécies, uma vez

que a família Corellidae apresenta o sistema digestório localizado na parte direita do corpo (VAN NAME, 1945; KOTT, 1969)

Os espécimes identificados no menor nível taxonômico foram processados para a obtenção do peso úmido fixado, após ser retirado o excesso do fixador através de força centrífuga com tempo e velocidades controlados. Foram obtidos ainda o comprimento e largura de cada indivíduo ou colônia (uma vez que as ascídias coloniais antárticas apresentam unidades com morfologias bem definidas). Foi estimado o maior comprimento e a maior largura dos espécimes, de forma que essas medidas ficassem transversais entre si. O peso úmido fixado foi mensurado com por meio de balança analítica (precisão de 0,001g) em sala com ar condicionado e com temperaturas constantes. As medidas de largura e comprimento foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).

Cada espécime epibionte foi destacado de seu basebionte e as variáveis: peso, comprimento e largura também foram obtidas para cada epibionte conforme a explicação supracitada. As ascídias basebiontes foram pesadas após a retirada de todos os seus epibiontes.

Foram analisados a porcentagem de cada fração granulométrica, matéria orgânica e carbonato. Para estas análises, o sedimento foi seco e calcinado a 450°C por aproximadamente 12h. As partículas maiores que 2 mm foram separadas por peneiramento e as menores de 2 mm foram analisadas por ultrassom. O sedimento então foi re-hidratado no granulômetro e aplicou-se ultrassom de intensidade 5 por 30 segundos com o aparelho Malvern Hydro 2000S. Para a medição do carbonato foi utilizada uma solução de ácido clorídrico a 10% no material calcinado de acordo com a metodologia proposta por SUGUIO (1973). No entanto, não houve carbonato detectável nas amostras da profundidade de aproximadamente 60 m. A classificação do sedimento foi calculada através do programa Grandistat versão 8.0, desenvolvido por Dr. Simon J. Blott, utilizando a metodologia de FOLK& WARD (1957) de classificação pela média.

Para a estimativa das condições de turbulência em cada localidade amostrada na Baía do Almirantado foi utilizada a metodologia proposta por BURROWS *et al.* (2008), cujo trabalho aponta o “tamanho da pista” como variável suficiente na elaboração de modelos para prever a estruturação de comunidades, independente do uso da variável “direção do vento”. Apesar do trabalho em questão ser direcionado para comunidades marinhas rasas diretamente expostas a ondas, segundo ECHEVERRÍA & PAIVA (2006), fortes ventos, oriundos de grandes tempestades

[C4] Comentário: Melhorar dissertação

poderiam gerar efeitos sobre o substrato até uma profundidade de aproximadamente 90 m.

O método de estimativa de pistas envolve a projeção de linhas radiais em setores angulares a partir do seu ponto de interesse até a costa mais próxima daquele setor, conforme a figura 3. Ao todo são medidas as distâncias de 16 setores de $22,5^\circ$ cada. Ao final é dado um valor correspondente a pista daquela localidade calculando-se a média das pistas em cada um dos 16 setores. As estimativas das pistas foram realizadas através de um mapa georreferenciado com o auxílio do “software” ArcGIS10.

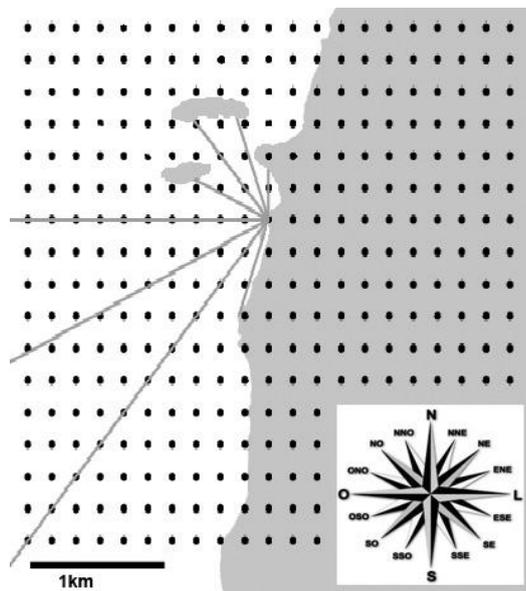


Figura 3: Exemplificação do cálculo das pistas em cada um dos 16 setores angulares. A cor cinza representa as massas de terras. A Rosa dos Ventos mostra todas as direções correspondentes aos setores angulares.

3.3 Análise de dados

As análises de dados seguiram duas vertentes em diferentes níveis de organização: comunidade e população. Inicialmente, foram calculadas a abundância relativa e frequência relativa de ocorrência entre as espécies. O cálculo de abundância relativa foi feito a partir da razão entre a biomassa de cada espécie e a biomassa total de todas as espécies e também em relação ao número de registros de cada espécie em relação ao total. Por sua vez, a frequência relativa de ocorrência foi calculada a partir do número de amostras em diferentes localidades e profundidades com a presença de determinada espécie em relação ao número total de amostras. As espécies foram categorizadas de acordo com a ocorrência conforme GUILLE (1970): raras (< 5 %), esporádicas (5 - 24 %), ocasionais (25 – 49 %), frequentes (50 – 75 %) e muito frequentes (> 75 %).

Ainda para as análises de comunidade, foram medidos os parâmetros: riqueza de espécie, Diversidade de Shannon-Wiener (log na base 10) e Equitabilidade de Pielou a partir de uma planilha biológica, utilizando como descritor a biomassa úmida fixada total das espécies presentes nas amostras para arrastos de 100 m (área amostral de 60 m², de acordo com as dimensões da draga Agassiz). Cabe ressaltar que a biomassa foi escolhida como medida por facilitar a comparação entre todas as espécies de ascídias, independente de serem solitárias ou coloniais ou ainda de tamanhos discrepantes. A diversidade foi calculada somando os resultados das biomassas das espécies encontradas em todas as repetições de cada localidade.

O método de rarefação (HURLBERT, 1971) foi aplicado com o objetivo de comparar a riqueza entre as diferentes localidades na profundidade de aproximadamente 60 metros e entre as amostras das profundidades de 100, 300 e 500 metros. Esse método permite estimar a expectativa de riqueza ($E(S_n)$) de espécies considerando um determinado número de indivíduos (KREBS, 1999), neste caso adaptado para um determinado valor de biomassa.

As análises exploratórias para o estudo das comunidades incluíram inicialmente o cálculo de similaridade entre as amostras de diferentes localidades, utilizando como variáveis descritoras as biomassas de cada espécie em cada arrasto, transformados através da função $\text{Log}(x+1)$. Para esta análise foi utilizado o coeficiente de Bray-Curtis e com a construção de um dendrograma através do método de associação pela média UPGMA, de acordo com SNEATH & SOKAL (1973), com o teste *a posteriori* SIMPROF para verificação da diferença entre os grupos formados pelo dendrograma. A análise de Similaridade ANOSIM, proposta por CLARKE (1993),

foi realizada a fim de testar a diferença entre os grupos formados, levando em consideração as categorias de condições de turbulência da água.

O teste de variância unifatorial Anova (One-way ANOVA) foi realizado pra verificar a diferença de biomassa total das ascídias em cada localidade de acordo com o grau de exposição (ZAR, 1996). A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram analisadas com o teste de Levene e o Teste de Tukey foi aplicado *a posteriori* para a complementação das análises de variância. O programa Statistica v. 8.0. foi utilizado para a realização destes testes. O nível de significância considerado foi de 0,05.

A Análise de Espécies Indicadoras (ISA) foi utilizada de acordo com o método descrito por DUFRENE & LEGENDRE (1997) para evidenciar as espécies indicadoras da Baía do Almirantado em função das condições de turbulência entre as estações de coleta da zona de 60 m de profundidade. Os valores indicadores encontrados, para um determinado grupo, foram testados *a posteriori* através da permutação de Monte Carlo. As espécies indicadoras foram consideradas como aquelas que apresentaram um valor de indicação maior ou superior a 60% e com nível de significância de 0,05. Este valor de indicação é calculado levando em consideração a ocorrência das espécies e abundância entre as estações.

Para avaliar as relações das variáveis ambientais na distribuição dos dados biológicos em cada localidade, foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA). A planilha de dados biológicos foi composta pela biomassa total transformada em Log (x+1) das espécies encontradas em cada amostra, enquanto a planilha das variáveis ambientais foi composta por dados de granulometria (porcentagem das frações granulométricas e assimetria), exposição e matéria orgânica.

As análises de Agrupamento, SIMPROF, ANOSIM, Curva de Rarefação, assim como a estimativa dos parâmetros de diversidade e equitabilidade foram realizadss com o programa PRIMER 6 (CLARKE & GOREY, 2006), enquanto a Análise de Espécies Indicadoras e CCA foram realizadas com o programa PCORD 4 (MCCUNE & MEFFORD, 1999).

As análises populacionais foram utilizadas a fim de avaliar padrões de epibiose. Inicialmente, foram analisadas as principais espécies basebiontes através da frequência de ocorrência de epibiose, considerando a frequência de epibiose em todas as amostras e também a riqueza total de epibiontes sobre cada espécie de ascídias basebiontes.

O teste ANOVA foi aplicado para verificar a influência das condições de turbulência da água sobre a biomassa e riqueza de epibiontes em relação às principais ascídias basebiontes. A análise de correlação de Pearson foi utilizada para testar se o aumento da biomassa de epibiontes possui uma relação positiva com o comprimento dos espécimes basebiontes.

Para a análise do tamanho das ascídias e sua relação com a biomassa de epibiontes, os comprimentos das ascídias basebiontes foram divididos em classes de tamanho, cujos valores e intervalos das classes foram calculados para cada espécie analisada de acordo com o postulado de Sturges (SOKAL & ROLF, 1981), onde o número de classes (k) é calculado através da equação: $k = 1 + 3,222 \times \log(n)$, sendo n o número total de indivíduos medidos para determinada espécie. O intervalo de cada classe (h) é calculado levando em consideração a amplitude do comprimento da espécie (A) e o k, segundo a equação: $h = A/k$.

A primeira réplica de Comandante Ferraz foi excluída de todas as análises por ter sido considerada como amostra perdida.

[C5] Comentário: Recolocar no texto

4. Resultados

4.1 Variáveis ambientais:

Ao analisar as localidades de acordo com as condições de turbulência, é verificado que Ponta Hennequin foi o ponto com maior pista média. Portanto, de acordo com os pressupostos sobre a estimativa das condições de turbulência, esta é a estação com maior exposição a movimentação de água e aos efeitos de ondas geradas por ventos fortes e prolongados, que são refletidas como maior turbulência na zona do infralitoral. A estação Comandante Ferraz é a localidade com a segunda maior pista média, ainda que seu valor seja bem menor que o apresentado em Ponta Hennequin.

Por outro lado Ponta Botany e Refúgio II são as estações com as menores pistas e, por isso, foram classificadas como as mais abrigadas, com as menores condições de turbulência da água. Em ordem decrescente de pista média encontram-se: Ponta Hennequin, Comandante Ferraz, Ponta Ullmann, Ponta Botany e Refúgio II. A tabela com as pistas de cada um dos pontos cardeais das localidades pode ser visto no Anexo I.

A figura 4 ilustra os perfis das pistas de cada localidade considerando os setores angulares. As localidades foram divididas em três categorias de acordo com o as condições de turbulência da água em: 1) ALTA: Ponta Hennequin (HE1, HE2 e HE3); 2) MODERADA: Comandante Ferraz (CF2 e CF3) e Ponta Ullmann (PU1,PU2 e PU3) e BAIXA: Ponta Botany (BP1, BP2 e BP3) e Refúgio II (RFII_1, RFII_2 e RFII_3). Ponta Ullmann foi classificada com estação com moderada condição de turbulência devido a morfologia da costa, apesar de ter apresentado tamanho de pista média relativamente próxima às estações classificadas como abrigadas.

A classificação textural do sedimento segundo a metodologia de FOLK & WARD (1957) definiu as amostras de forma muito semelhante (Tabela II). As amostras de Refúgio II, assim como as amostras profundas foram classificadas como lama, com exceção da segunda réplica de 300 m, classificada como lama arenosa. Já as amostras do raso foram classificadas como lama arenosa, com exceção da segunda réplica de Ponta Hennequin, classificada como areia lamosa.

Embora haja uma homogeneidade nas classificações, as amostras foram, em geral, muito pobremente selecionadas. A Tabela II mostra os parâmetros de selecionamento, assimetria e classificação textural, estimados pelas análises granulométricas de cada amostra. O teste estatístico Anova não demonstrou diferença significativa para o fator assimetria em relação às localidades rasas classificadas de acordo com o seu grau de exposição ($F=2,204$; $p=0,157$).

As análises granulométricas mostram que há o predomínio das frações de silte e argila nas amostras de profundidade (Figura 5).. Não há a presença de cascalho em amostras a partir de 100 m. Entre as estações rasas, Refúgio II destaca-se pelas elevadas porcentagens de silte e argila. As porcentagens de cascalho variaram muito entre as repetições com a maior proporção em Ponta Hennequin e menor em Refúgio II.

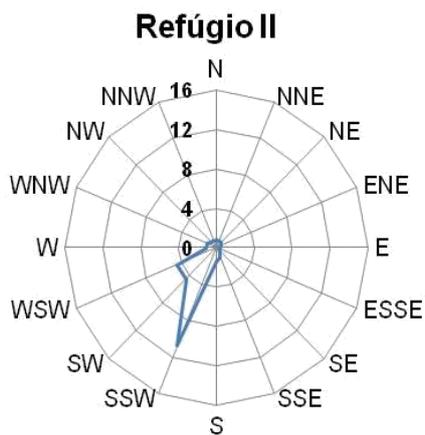
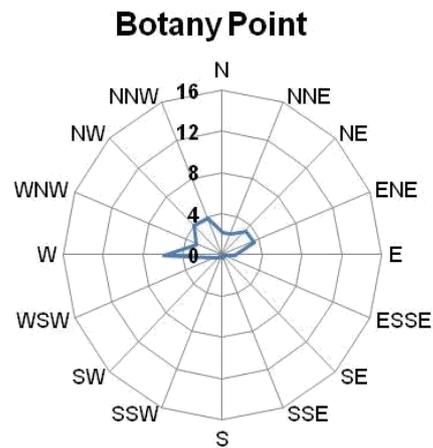
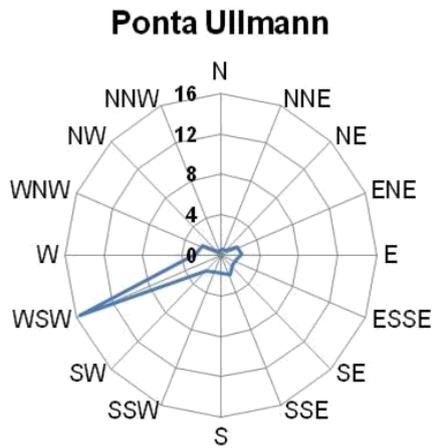
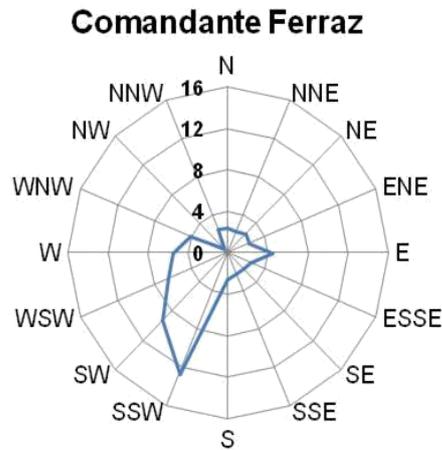
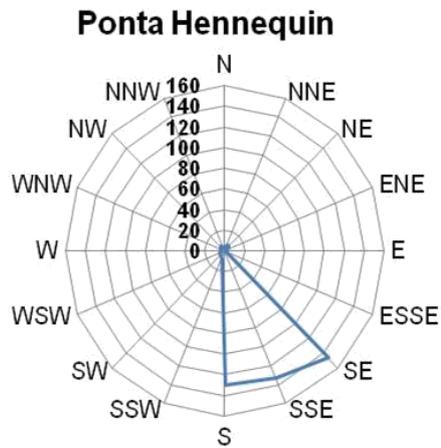


Figura 4: Distância (em km) e direção das pistas nas localidades rasas da Baía do Almirantado. Legenda: **N** - norte; **NNE** – norte-nordeste; **NE** – nordeste; **ENE** – este-nordeste; **E**- leste; **ESSE** – sul-sudeste; **SE** – sudeste; **SSE** – sul-sudeste; **S** – sul; **SSW** – sul-sudoeste; **SW** – sudoeste; **WSW** – oeste-sudoeste; **W** – oeste; **WNW** – oeste-noroeste; **NW** – noroeste; **NNW** – norte-noroeste. Observação: com exceção do gráfico de HE, todos os demais estão na mesma escala de distância.

Tabela II: Análise granulométrica de cada amostra analisada considerando o grau de selecionamento, assimetria, curtose e Classificação textural de FOLK & WARD (1957)

Amostra	Selecionamento	Assimetria	Curtose	Classificação Textural de Folk
HE 1	Muito pobremente selecionado	0,005	Platicúrtica	Lama Arenosa
HE 2	Muito pobremente selecionado	0,310	Muito Platicúrtica	Areia Lamosa
HE 3	Muito pobremente selecionado	0,051	Mesocúrtica	Lama Arenosa
CF 2	Muito pobremente selecionado	0,126	Mesocúrtica	Lama Arenosa
CF 3	Muito pobremente selecionado	-0,138	Mesocúrtica	Lama Arenosa
PU 1	Muito pobremente selecionado	-0,253	Platicúrtica	Lama Arenosa
PU 2	Muito pobremente selecionado	-0,260	Mesocúrtica	Lama Arenosa
PU 3	Muito pobremente selecionado	0,086	Mesocúrtica	Lama Arenosa
BP 1	Muito pobremente selecionado	-0,018	Mesocúrtica	Lama Arenosa
BP 2	Muito pobremente selecionado	0,059	Mesocúrtica	Lama Arenosa
BP 3	Muito pobremente selecionado	-0,097	Mesocúrtica	Lama Arenosa
RF II 1	Pobremente selecionado	0,119	Mesocúrtica	Lama
RF II 2	Pobremente selecionado	0,113	Mesocúrtica	Lama
RF II 3	Pobremente selecionado	0,045	Mesocúrtica	Lama
100-1	Pobremente selecionado	-0,44	Mesocúrtica	Lama
100-2	Pobremente selecionado	-0,45	Platicúrtica	Lama
100-3	Moderadamente selecionado	-0,44	Mesocúrtica	Lama
300-1	Pobremente selecionado	-0,24	Platicúrtica	Lama
300-2	Muito pobremente selecionado	0,21	Muito Platicúrtica	Lama Arenosa
300-3	Pobremente selecionado	-0,28	Muito Platicúrtica	Lama
500-1	Pobremente selecionado	-0,49	Platicúrtica	Lama
500-2	Pobremente selecionado	-0,51	Platicúrtica	Lama
500-3	Pobremente selecionado	-0,56	Platicúrtica	Lama

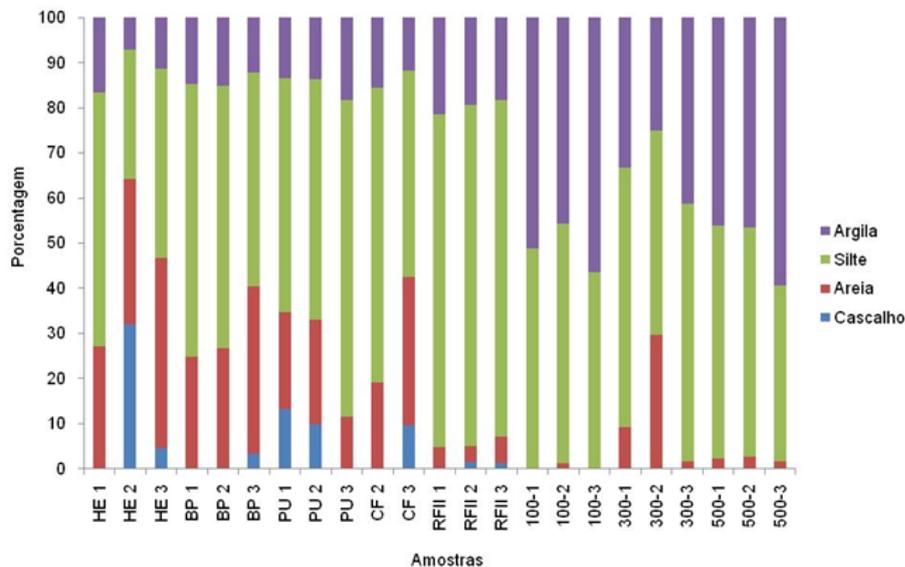


Figura 5: Gráfico acumulativo das porcentagens das frações granulométricas entre as amostras analisadas. Legenda: HE: Ponta Hennequin, BP: Ponta Botany, PU: Ponta Ullmann, CF: Comandante Ferraz; RFII: Refúgio II.

4.2. Resultados biológicos:

Foram contabilizados 5815 registros de ascídias para Baía do Almirantado durante os verões austrais de 2008/2009 e 2009/2010. Os espécimes foram identificados ao menor nível taxonômico possível, resultando 17 táxons, dos quais 16 foram identificados até o nível específico e um até gênero. Dentre os táxons encontrados, 12 são correspondentes a espécies solitárias e cinco coloniais.

Os táxons identificados neste trabalho foram:

FILO CHORDATA

Subfiló Urochordata

Classe Ascidiacea

Ordem Aplousobranchia

FAMÍLIA POLYCLINIDAE

Synoicum adareanum (Herdman, 1902)

Aplidium radiatum (Sluiter, 1906)

Aplidium sp.
FAMÍLIA DIAZONIDAE
Tylobranchion speciosum (Herdman, 1886)
FAMÍLIA DIDEMNIDAE
Polysyncraton trivolutum (Millar, 1960)

Ordem Phleboranchia

FAMÍLIA CORELLIDAE
Corella eumyota (Trastedt, 1882)
FAMÍLIA AGNESIIDAE
Caenagnesia bocki (Ärnäck-Christie-Linde, 1938)
Agnesia biscoei (Monniot & Monniot, 1983)
Caenagnesia schmitti (Kott, 1969)
FAMÍLIA ASCIDIIDAE
Ascidia challengerii (Herdman, 1882)

Ordem Stolidobranchia

FAMÍLIA STYELIDAE
Cnemidocarpa verrucosa (Lesson, 1830)
FAMÍLIA PYURIDAE
Pyura georgiana (Michaelsen, 1898)
Pyura setosa (Sluiter, 1905)
Pyura discoveryi (Herdman, 1910)
Pyura obesa (Hartmeyer, 1919)
FAMÍLIA MOLGULIDAE
Molgula pedunculata (Herdman, 1881)
Molgula enodis (Sluiter, 1912)

Os táxons *A. radiatum*; *Aplidium* sp.; *P. trivolutum*; *S. adareanum* e *T. speciosum* são de ascídias coloniais. Todos os demais são de ascídias solitárias.

Além das ascídias solitárias serem majoritárias em número de espécies, também há o predomínio destas em termos de biomassa, com 87,76% e 5057 registros, comparados a 12,24% de biomassa de ascídias coloniais, com 758 registros. Os táxons mais abundantes da Baía do Almirantado em ordem de dominância de biomassa foram: *A. challengerii*, *C. eumyota*; *M. pedunculata*; *C. verrucosa*; *P. setosa* e *Aplidium* sp (Figura 6). Juntos, estes táxons corresponderam a aproximadamente 90%

da biomassa de ascídias presentes na Baía do Almirantado (Tabela III). Por outro lado, de acordo com a abundância relativa numérica (em termos de registros), *M. pedunculata* foi a espécie dominante, seguida de *A. challengerii* e *C. verrucosa*. *A. challengerii* foi encontrada em aproximadamente 80% das amostras e *M. pedunculata* em 60,87%. A maior parte das espécies ocorreu de forma freqüente ou ocasional. Apenas duas espécies foram classificadas como raras: *P. obesa* e *C. schimitti*.

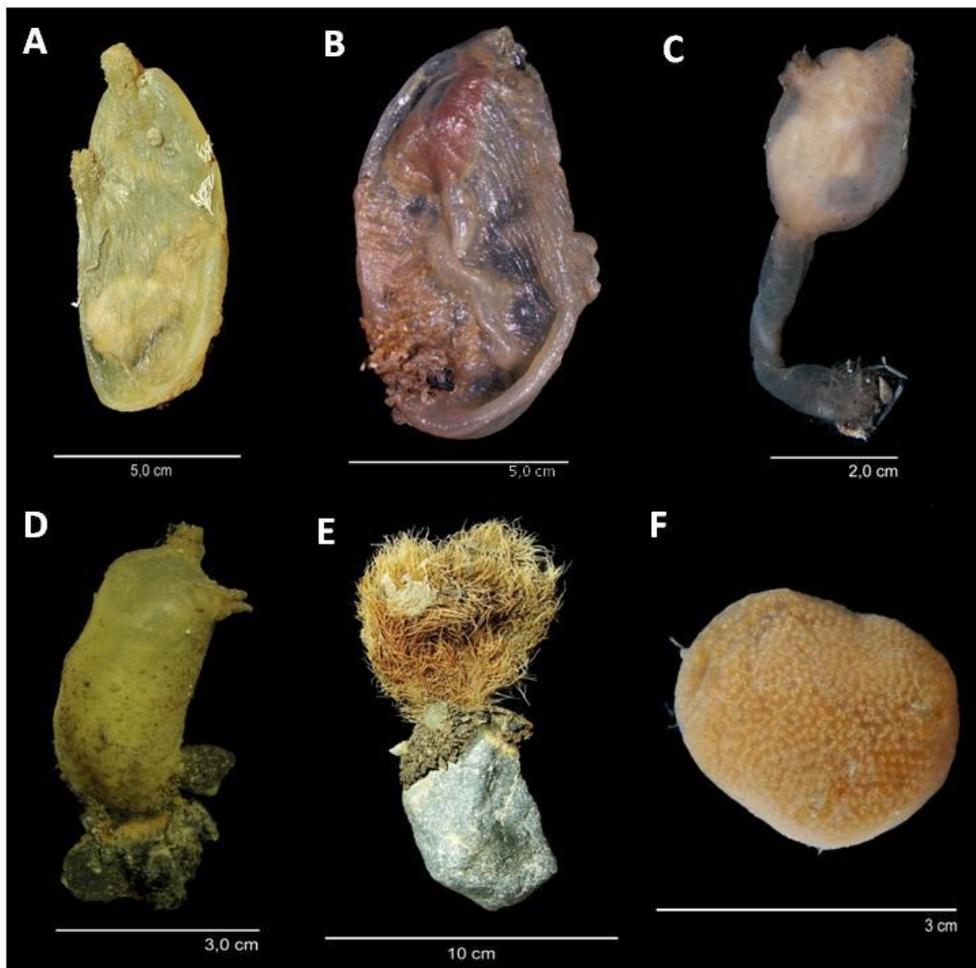


Figura 6: Táxons dominantes na Baía do Almirantado: A) *Ascidia challengerii*, B) *Corella eumyota*; C) *Molgula pedunculata*; D) *Cnemidocarpa verrucosa*; E) *Pyura setosa* e F) *Aplidium* sp. | Fotos A, C-F: Rafael Moura.

Tabela III: Abundância relativa de biomassa e numérica e frequência relativa de ocorrência dos táxons de ascídias da Baía do Almirantado por ordem decrescente de biomassa.

Espécies	Abundancia relativa de biomassa	Abundancia relativa numérica	Frequência de ocorrência	Classificação
<i>Ascidia challengerii</i>	39,32	19,86	78,26	muito frequente
<i>Corella eumyota</i>	17,38	6,81	56,52	frequente
<i>Molgula pedunculata</i>	15,25	37,58	60,87	frequente
<i>Cnemidocarpa verrucosa</i>	7,29	9,20	60,87	frequente
<i>Pyura setosa</i>	5,69	3,62	47,83	ocasional
<i>Aplidium sp</i>	4,83	6,87	34,78	ocasional
<i>Synoicum adareanum</i>	3,92	1,11	34,78	ocasional
<i>Tylobranchion speciosum</i>	3,28	4,26	60,87	frequente
<i>Polysyncraton trivolutum</i>	1,86	1,14	21,74	esporádica
<i>Pyura discovery</i>	0,35	0,49	30,43	ocasional
<i>Pyura georgiana</i>	0,33	1,41	69,57	frequente
<i>Aplidium radiatum</i>	0,17	0,38	30,43	ocasional
<i>Molgula enodis</i>	0,16	6,27	39,13	ocasional
<i>Agnesia biscoei</i>	0,07	0,56	21,74	esporádica
<i>Caenagnesia bocki</i>	0,06	0,40	17,39	esporádica
<i>Pyura obesa</i>	0,02	0,02	4,35	rara
<i>Caenagnesia schimitti</i>	0,01	0,02	4,35	rara

Ao analisar as composições das comunidades de ascídias por estação, é possível perceber que Ponta Hennequinn, 100m e Ponta Ullmann apresentam as maiores riquezas, com 16, 15 e 14 espécies respectivamente. Em Ponta Hennequin as espécies dominantes são *M. pedunculata*, *C. eumyota*, *A. challengerii* e *P. setosa*. Apesar da dominância das ascídias solitárias, todas as espécies coloniais encontradas na Baía do Almirantado estão presentes nestas localidades.

A profundidade de 100 m é a localidade com maior homogeneidade entre as biomassas de todas as espécies presentes, ainda que as espécies *A. challengerii* e *C. eumyota* apresentem os maiores valores de biomassa. Já em Ponta Ulmman, apesar das espécies solitárias *A. challengerii* e *P. setosa* apresentarem os maiores valores de biomassa, os táxons coloniais *T. speciosum*, *S. adareanum* e *A. sp.* também apresentam altos valores de biomassa.

Há 12 espécies registradas em Comandante Ferraz. No entanto, esta localidade apresenta os maiores desvios entre as réplicas e, além disso, esta é a única estação da zona rasa em que a biomassa de *A. challengerii* não está entre as espécies dominantes. Ao contrário das demais localidades, todos os táxons dominantes são coloniais: *Aplidium* sp.; *T. speciosum* e *S. adareanum*.

Ponta Botany e Refúgio II são as localidades no ambiente raso com as menores riquezas, com 8 e 6 espécies respectivamente. Ponta Botany também apresenta grande variação entre as réplicas e somente *Ascidia challengerii* atinge alto valor de biomassa. Esta estação apresenta somente duas espécies de ascídias coloniais com baixa biomassa (*Aplidium radiatum* e *Tylobranchion speciosum*). Apesar da baixa riqueza, Refúgio II apresenta altas biomassas das espécies presentes, sendo *Molgula pedunculata*, *Cnemidocarpa verrucosa*, *Corella eumyota* e *Ascidia challengerii*. Refúgio II apresenta somente uma espécie colonial: *Tylobranchion speciosum*.

A biomassa de ascídias diminui consideravelmente com o aumento da profundidade. Já a espécie solitária *Pyura georgiana* aumenta a sua biomassa relativa em profundidades maiores, sendo a única espécie documentada a 500 m. Foi observado, embora não mensurado diretamente, que o tamanho do pedúnculo desta espécie é relativamente maior *georgiana* nas zonas mais profundas analisadas neste trabalho, chegando a 20 cm nestas amostras. A Figura 7 sintetiza as biomassas de todas as espécies em cada localidade rasa amostrada e a Figura 8 das zonas profundas.

Os valores de Diversidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou, em geral, estiveram muito próximos entre todas as estações de coleta. No entanto, a maior diversidade encontrada foi na profundidade de 100 m. Entre as estações rasas, Ponta Ullmann foi a localidade com maior diversidade, ainda que em Ponta Hennequin tenha ocorrido a maior riqueza. As estações Ponta Botany e Refúgio II foram as estações com menor diversidade. Por outro lado, a profundidade de 300m apresentou a maior equitabilidade, seguida de 100m. Ponta Botany foi a estação com menor equitabilidade. Os valores de riqueza, Diversidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou podem ser visualizados na Tabela IV.

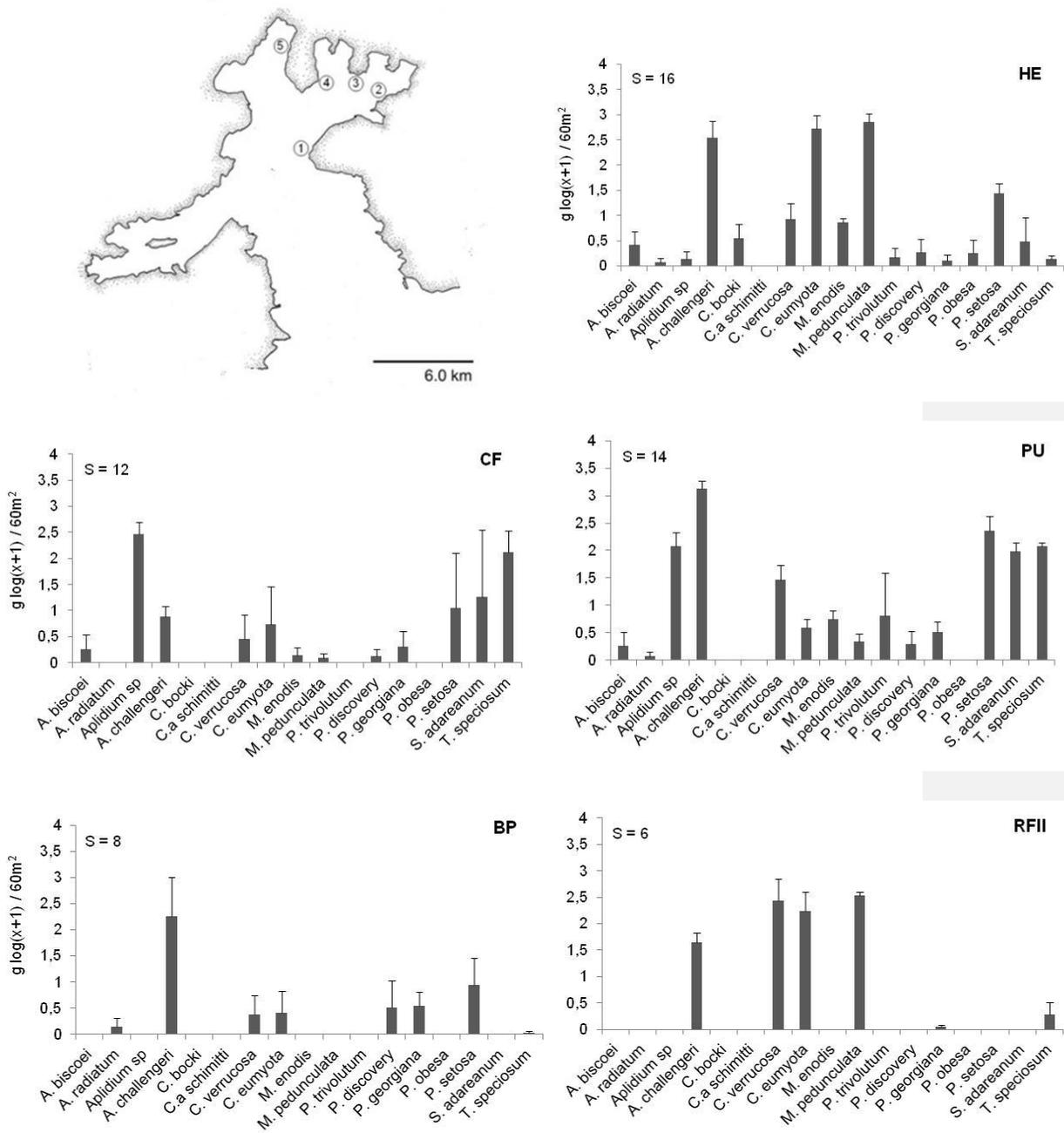


Figura 7: Mapa da Baía do Almirantado e composição e biomassa transformada em $\log(x+1)$ das espécies entre as estações rasas (média + erro padrão). Legenda: S: riqueza, HE (1): Ponta Hennequin, PU (3): Ponta Ullmann, CF (4): Comandante Ferraz; BP (2): Ponta Botany, RFI (5): Refúgio II.

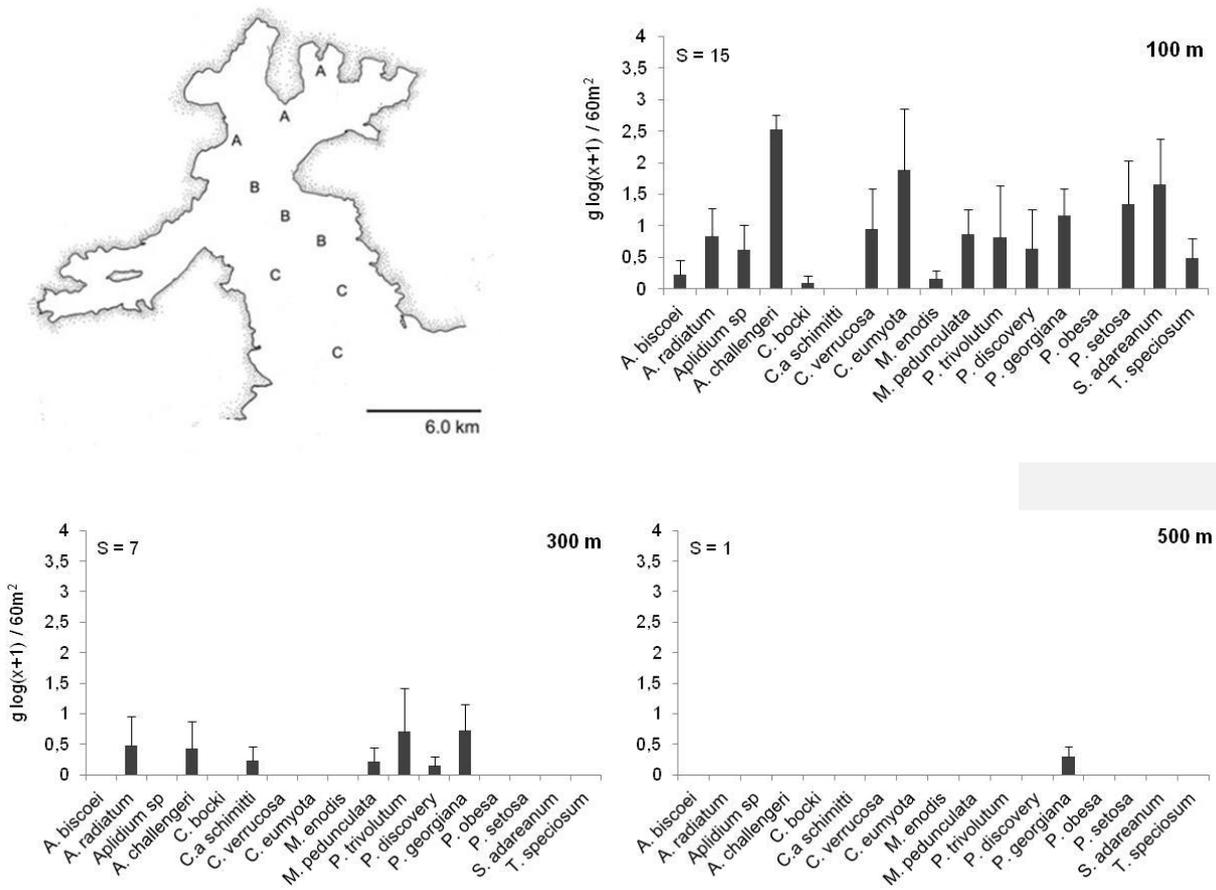


Figura 8: Mapa da Baía do Almirantado e composição e biomassa transformada em $\log(x+1)$ das espécies entre as estações das zonas profundas (média + erro padrão).
 Legenda: S: riqueza; A: 100 m; 300 m; 500 m.

Tabela IV: Valores de riqueza, Diversidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou para das estações de coleta.

Estações de coleta	Riqueza	Diversidade de Shannon-Wiener	Equitabilidade de Pielou
HE	16	0,979129	0,813149
CF	8	0,909689	0,842943
PU	14	1,008644	0,880045
BP	12	0,720848	0,798201
RFII	6	0,648816	0,833792
100m	17	1,052617	0,895013
300m	7	0,767823	0,908561

[C6] Comentário: Muitas casas decimais depois da vírgula!!

Comparando as estações amostradas por meio de curvas de rarefação (Figura 9) verifica-se que para um peso subamostrado de até 100g, a profundidade de 100 m apresentou a maior expectativa do número de espécies entre todas as estações de coleta. Esta expectativa diminui com o aumento da profundidade. Entre as estações rasas, Ponta Ullmann apresentou a maior expectativa do número de espécies, enquanto Refúgio II e Ponta Botany apresentaram as menores expectativas.

A análise de similaridade com o teste *a posteriori* SIMPROF calculada a partir de uma tabela biológica de biomassa das espécies, separou as amostras em 4 grupos com diferença significativa (A-D) (Figura 10). O primeiro grupo A possui similaridade de aproximadamente 80% e é formado apenas por amostras da localidade Refúgio II. O grupo B apresentou similaridade de cerca de 70% e foi formado pelas três amostras de Ponta Hennequin. Os grupos A e B apresentaram 65% de similaridade entre si.

Apesar de Ponta Hennequin apresentar o dobro do número de espécies de Refúgio II. Estas estações apresentam condições de turbulência distintas, mas apresentaram as mesmas espécies dominantes em biomassa. A origem desta semelhança pode ser explicada pela natureza do índice de similaridade Bray Curtis, que atribui grande peso às espécies dominantes. Portanto, estas localidades mostraram alta porcentagem de similaridade, ainda que o teste SIMPROF tenha mostrado diferença significativa entre elas.

O grupo C apresentou similaridade de 85% e foi formado somente por amostras com moderada condição de turbulência. O grupo D foi formado por duas amostras de Ponta Botany, uma localidade com baixa condição de turbulência. Os

grupos C e D apresentaram similaridade de cerca de 55%. E estes dois grupos apresentaram similaridade de 40% com os grupos A e B.

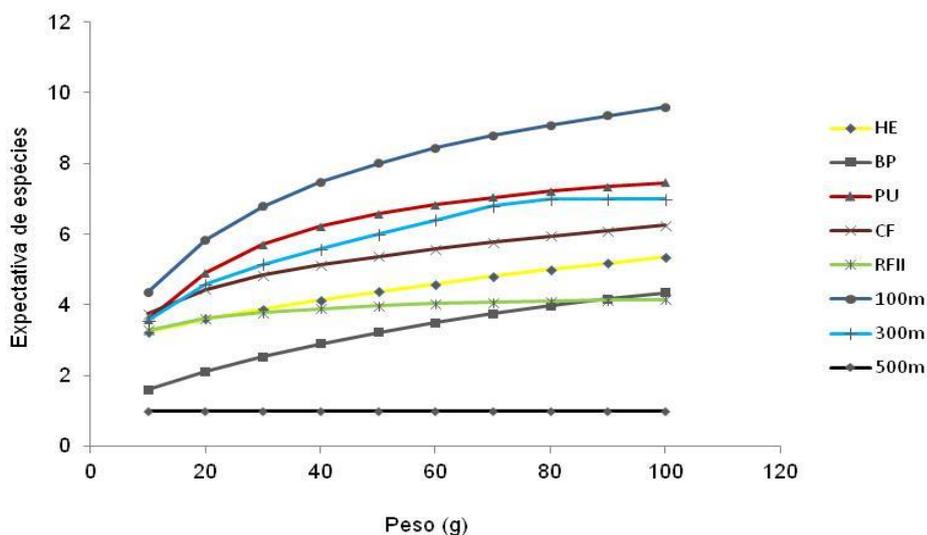


Figura 9: Expectativas do número de espécies calculadas através da curva de rarefação de biomassa nas estações de coleta da Baía do Almirantado durante dos verões austrais de 2008/2009 e 2009/2010. Legenda: HE: Ponta Hennequin; BP: Ponta Botany, PU: Ponta Ullmann, CF: Comandante Ferraz; RFII: Refúgio II.

O teste ANOSIM considerando como fator o “grau de exposição a movimentação da água” apontou diferença significativa entre os grupos, mostrando que há diferença entre as taxocenoses de ascídias em diferentes condições de turbulência ($R_c=0,332$; $p=0,012$). Além disso, quando analisamos a expectativa de espécies pela curva de rarefação de acordo com as localidades dispostas em ordem crescente de exposição a correntes, é possível perceber uma linha de tendência em forma de parábola, com as maiores expectativas de número de espécies em condições intermediárias de turbulência (Figura 11).

A ANOVA apontou diferença significativa das biomassas de ascídias coloniais de acordo com as condições de turbulência ($F= 24,626$; $p<0,0001$). As estações com moderada condição de turbulência apresentaram as maiores proporções de biomassa de ascídias coloniais (Figura 12).

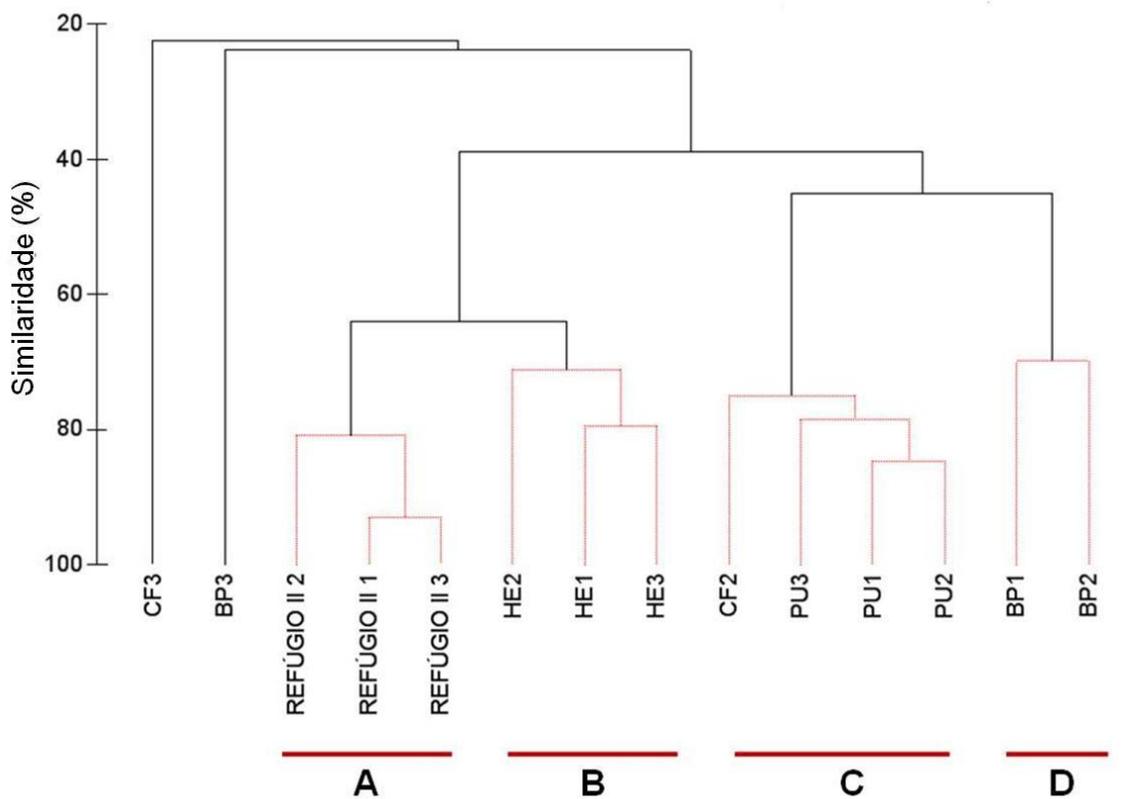


Figura 10: Resultado do dendrograma formado pelo metodo UPGMA e o teste *a posteriori* SIMPROF. Há a formação de quatro grupos significativamente distintos, de acordo com suas similaridades calculadas a partir de uma tabela biológica de biomassa das espécies presentes em cada amostra (Legenda: CF: Comandante Ferraz; BP: Ponta Botany; HE: Ponta Hennequin; PU: Ponta Ullmann).

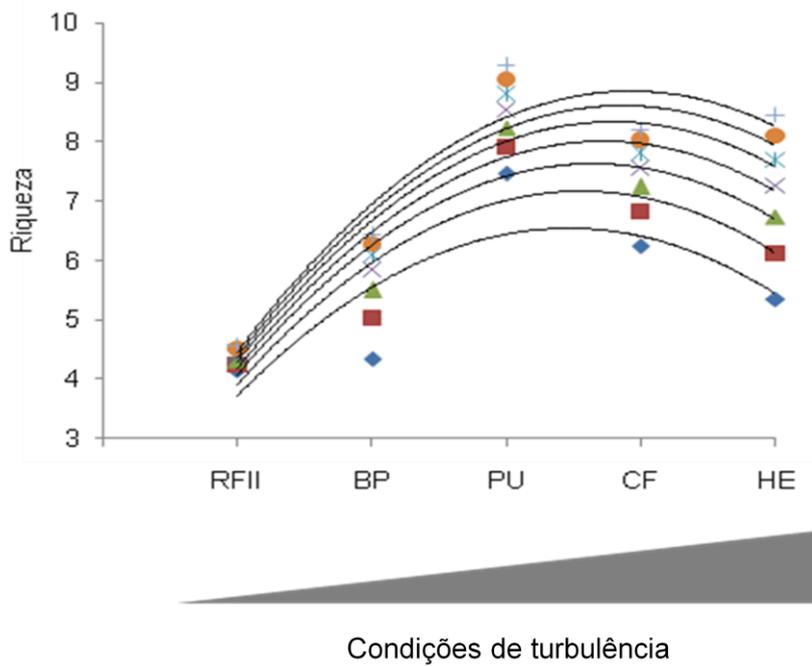


Figura 11: Gráfico de dispersão dos valores calculados de expectativa do número de espécies entre as estações rasas de acordo com diferentes valores de biomassa. Legenda: ◆ 100g; ■ 150g; ▲ 200g; × 250g; ✕ 300g ● 350g; + 400g.

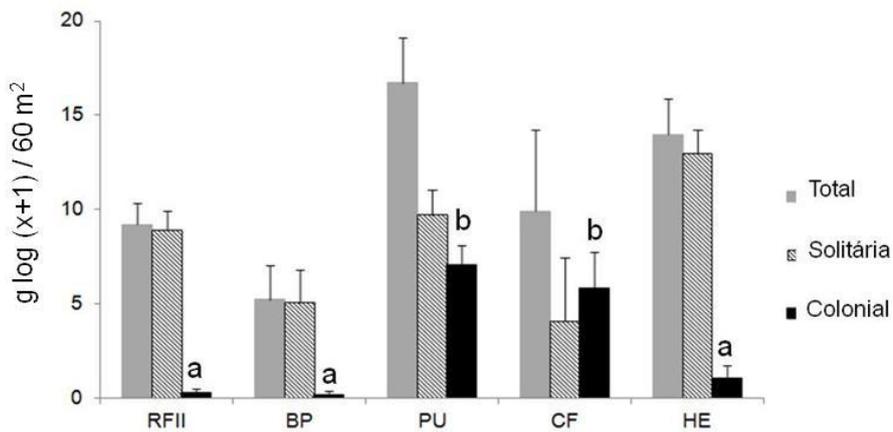


Figura 12: Biomassa total em comparação com as biomassas de ascídias solitárias e coloniais em cada localidade (média + erro padrão). O teste estatístico Anova mostra diferença significativa entre as localidades ($F=24,626$; $p<0,0001$). As letras diferentes indicam diferenças significativas para a proporção das ascídias coloniais.

Também houve diferença significativa em relação a biomassa total de ascídias entre as diferentes condições de turbulência ($F= 3,9856$; $p= 0,04990$ e amostras homocedásticas: $F= 0,7060$; $p=0,5147$). No entanto, devido ao valor de p ter sido muito próximo ao nível de significância considerada (0,05), o teste de Tukey não apontou quais os grupos distintos. As estações com baixa condição de turbulência (Ponta Botany e Refúgio II) apresentaram menor biomassa total de ascídias quando comparadas às demais localidades.

Há diferença significativa quando a biomassa das ascídias por estação é considerada ($F= 3,8496$; $p= 0,0418$), sendo as amostras também homocedásticas ($F= 2,2327$; $p= 0,1457$). Neste caso, o teste de Tukey aponta diferenças entre as estações Ponta Ullmann e Ponta Botany.

Sete espécies são apontadas como indicadoras das diferentes condições de turbulência (Tabela V). Em regiões com maior turbulência, são encontradas 4 espécies indicadoras: *C. bocki*, *C. eumyota*, *M. enodis* e *M. pedunculata*, todas de ascídias solitárias. As duas primeiras espécies são pertencentes a ordem Phlebobranchia, apresentam o corpo achatado dorso lateralmente, e vivem com a maior área do corpo próxima ao substrato. As últimas duas são pertencentes a ordem Stolidobranchia e apresentam o formato do corpo mais esférico. No entanto, a maioria dos indivíduos de *M. enodis* foi encontrada como epibionte de espécies da ordem Phlebobranchia, como *C. eumyota* e *A.a challengerii*, fortemente aderido às suas túnicas (Figura 13). Já a espécie *M. pedunculata*, como o nome sugere, apesar de possuir formato esférico, apresenta um pedúnculo por onde se fixa ao substrato (Figura 6 C).

Tabela V: Espécies indicadoras segundo a análise ISA para os diferentes graus de exposição na Baía do Almirantado.

Indicadoras	Grau de exposição	Valor de indicação (%)	p
<i>Aplidium</i> sp.	Moderado	99,8	0,0008
<i>Caenagnesia bocki</i>	Alto	100,0	0,0033
<i>Corella eumyota</i>	Alto	82,7	0,0319
<i>Molgula enodis</i>	Alto	65,9	0,0468
<i>Molgula pedunculata</i>	Alto	82,4	0,0094
<i>Syonicum adareanum</i>	Moderado	74,9	0,0249
<i>Tylobranchion speciosum</i>	Moderado	99,2	0,0005

Todas as espécies indicadoras de condições moderadas de turbulência são coloniais, da ordem Aplousobranchia. Ou seja, das 5 espécies coloniais encontradas na Baía do Almirantado, quase todas são indicadoras destas condições de exposição. Nenhuma espécie foi indicadora de baixa condição de turbulência.

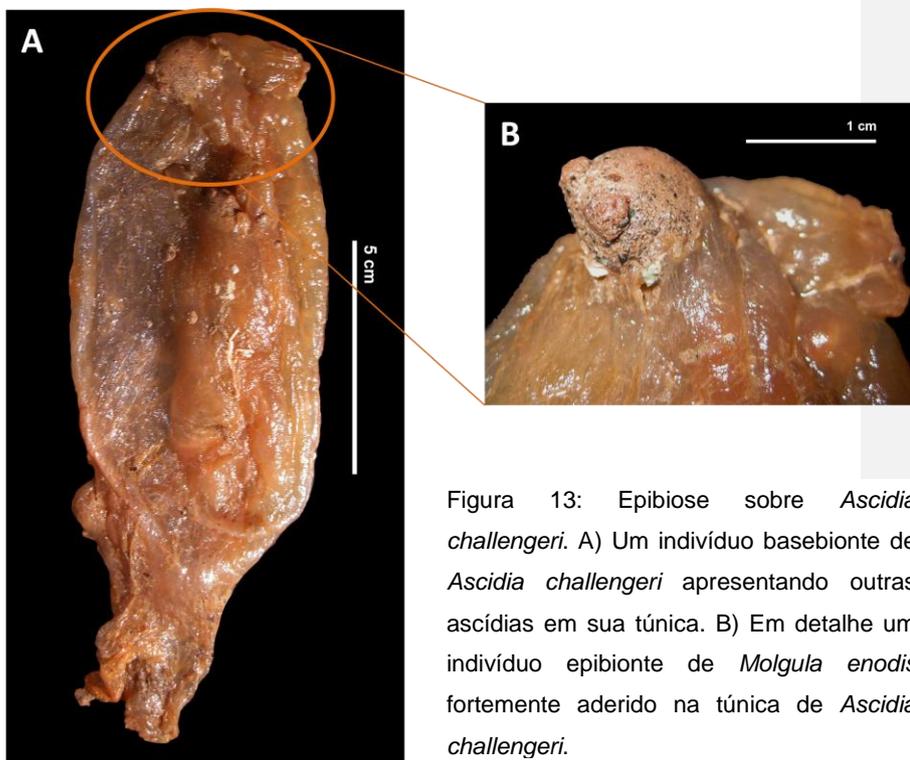


Figura 13: Epibiose sobre *Ascidia challengerii*. A) Um indivíduo basebionte de *Ascidia challengerii* apresentando outras ascídias em sua túnica. B) Em detalhe um indivíduo epibionte de *Molgula enodis* fortemente aderido na túnica de *Ascidia challengerii*.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi aplicada somente para as amostras da estação rasa. As variáveis ambientais introduzidas nas análises foram: as porcentagens de areia, silte e argila, assimetria dos grãos, quantidade de matéria orgânica e tamanho de pista. A variação explicada pelos três eixos da ACC foi de apenas 40,5% (Tabela VI) e estes não foram significativos ($p > 0,05$).

Os resultados indicam uma elevada correlação entre as espécies de ascídias e o ambiente para os eixos I e II (Tabela VI). A figura 14 apresenta os resultados da ordenação das variáveis bióticas (biomassa das espécies) e abióticas supracitadas, além das amostras, no plano I-II, destacando as relações espécies x ambiente pela projeção ortogonal de cada espécie sobre cada vetor ambiental. As contribuições (correlações) das variáveis ambientais à formação dos eixos canônicos I e II estão indicadas na Tabela VII.

Tabela VI: Resultados resumidos da análise CCA. Autovalores dos três primeiros eixos canônicos e a respectiva percentagem explicativa de cada um na variância da matriz biológica

	EIXO I	EIXO II	EIXO III
Autovalor	0,235	0,08	0,052
% de variância	25,8	8,8	5,7
% de variância acumulada	25,8	34,6	40,3
r de Pearson (espécies-ambiente)	0,82	0,77	0,60

Tabela VII: Correlação das variáveis abióticas com os eixos da CCA

Variáveis	Eixo I	Eixo II
Areia	0,053	0,579
Silte	0,045	-0,569
Argila	-0,067	-0,569
Assimetria	-0,513	0,234
Matéria Orgânica	0,279	-0,396
Pista	-0,542	0,436

A ACC separa claramente as amostras das localidades de dentro da Enseada Martel: Ponta Botany, Comandante Ferraz e Ponta Ullmann (coordenadas positivas do eixo I), das amostras das demais localidades: Ponta Hennequin e Refúgio II (coordenadas negativas do eixo I). Os vetores assimetria dos grãos e tamanho da pista são as variáveis ambientais de maior correlação com este eixo, apresentando correlação negativa (Tabela VI). Embora Ponta Hennequin e Refúgio II estejam negativamente correlacionados com o eixo I, é possível perceber uma separação entre estas duas localidades. Ponta Hennequin está mais correlacionada aos vetores tamanho de pista e assimetria, confirmando esta localidade como a estação mais com maior condição de turbulência.

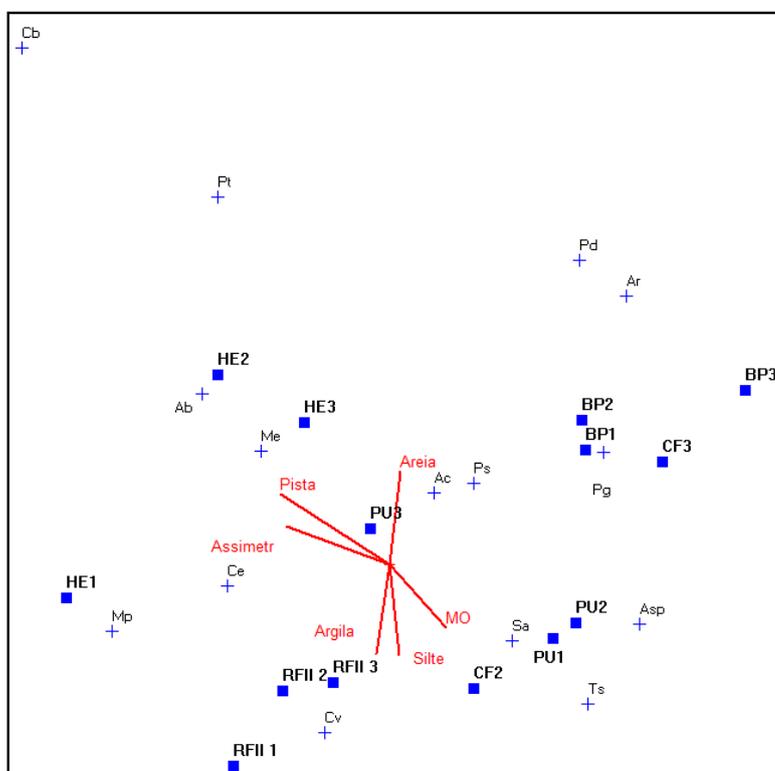


Figura 14: Análise de Correspondência Canônica, indicando a relação entre variáveis ambientais com as espécies e amostras. Legenda: Ab: *Agnesia biscoei*; Ar: *Aplidium radiatum*; Asp: *Aplidium sp.*; Ac: *Ascidia challengerii*; Cb: *Caenagnesia bocki*; Cv: *Cnemidocarpa verrucosa*; Ce: *Corella eumyota*; Me: *Molgula enodis*; Mp: *Molgula pedunculata*; Pd: *Pyura Discovery*; Pg: *Pyura georgiana*; Ps: *Pyura setosa*; Pt: *Polysyncraton trivolutum*; Sa: *Synoiicum adareanum*; Ts: *Tylobranchion speciosum*.

Com exceção da espécie *P. trivolutum*, todas as demais espécies que apresentaram projeção negativa com o eixo I são solitárias. *C. verrucosa* apresenta maior relação com Refúgio II, enquanto *C. bocki*, *P. trivolutum*, *A. biscoei*, *M. enodis*, *C. eumyota* e *M. pedunculata* estão mais relacionadas com as amostras de Ponta Hennequin e também com o vetor pista e assimetria. Por outro lado, 4 das 5 espécies coloniais que existem na Baía do Almirantado apresentaram projeção positiva no eixo I, estando mais relacionadas às estações com condições moderadas de turbulência: Ponta Ullmann e Comandante Ferraz.

As variáveis ambientais mais correlacionadas com o eixo II foram areia (correlação positiva) e silte e argila (correlação negativa) (Tabela VII). Este fato confirma o antagonismo das condições ambientais frente às diferentes condições de turbulência, pois as condições de maior turbulência, representadas pelo vetor areia se contrapuseram com as condições de baixa turbulência, representadas pelos vetores silte e argila. Neste caso, há a separação clara entre as amostras das estações em extremos opostos de condições de turbulência: Ponta Hennequin e Refúgio II.

A epibiose possuiu grande importância para a estruturação das comunidades de ascídias da Baía do Almirantado, pois 26,50% das ocorrências totais foram de ascídias classificadas como epibiontes (com 1541 registros), ainda que a biomassa de epibiontes tenha sido de apenas 3,97% da biomassa total. Cabe ressaltar que estes registros só levaram em consideração a epibiose de ascídias por ascídias, ainda que outros grupos também tenham sido encontrados como epibiontes das ascídias analisadas.

As espécies basebiontes com maior frequência de epibiose entre as suas localidades de ocorrência foram as ascídias: *A. challengerii* (70,59%), *C. eumyota* (61,53%), *P. setosa* (63,64%); *M. pedunculata* (53,85%) e *C. verrucosa* (50%), todas espécies solitárias. Os táxons *A. radiatum*, *P. obesa* e *P. georgiana* não apresentaram nenhuma ocorrência de epibiose. A espécie *M. enodis* apresentou baixa frequência de epibiose em todas as amostras (22,22%). No entanto, como explicado anteriormente, a maioria dos indivíduos desta espécie foram registrados como epibiontes das espécies *A. challengerii* e *C. eumyota*.

De acordo com os resultados apresentados neste trabalho, *P. georgiana* é a espécie solitária mais indicada para futuros estudos que pesquise a razão desta ausência de epibiontes, uma vez o número de registros de *P. georgiana* é consideravelmente maior que o registro das outras duas espécies que não apresentaram epibiontes. Portanto, é menor a probabilidade da ausência de epibiose

sobre esta espécie ter sido ao acaso.

As espécies coloniais apresentam baixa frequência de epibiose, no entanto, em Comandante Ferraz, somente as ascídias coloniais apresentaram epibiose. Não foi observado epibiose em espécimes coletados a 300 e 500m. A tabela VIII apresenta um quadro geral da distribuição dos táxons nas estações de coleta e a ocorrência de epibiose.

A riqueza de epibiontes sobre cada espécie também foi analisada (Figura 15). *A. challengerii* foi a espécie que serviu como substrato para um maior número de outras espécies de ascídias, chegando a 10 espécies epibiontes nas localidades de Ponta Hennequin e Ponta Ullmann. Embora *M. pedunculata* apresente uma grande frequência de ocorrência de epibiose (53,85% das amostras), esta espécie apresentou a menor riqueza de ascídias epibiontes entre as espécies analisadas, considerando todas as localidades, com exceção de Ponta Hennequin. A maior parte dos epibiontes de *M. pedunculata* é formada por indivíduos da mesma espécie.

Portanto, ao associar os resultados de frequência de epibiose e de riqueza de epibiontes, é possível afirmar que *A. challengerii* é a principal espécie basebionte da Baía do Almirantado e que a sua presença ajuda a aumentar a tridimensionalidade do ambiente, aumentando a quantidade de microhabitats. De fato, há espécies de ascídias, como *M. enodis* que apresentam a sua maior frequência como epibionte de *A. challengerii*. Exatamente por esses resultados, a espécie *A. challengerii* foi escolhida para as análises complementares dos padrões de epibiose na Baía do Almirantado.

Não foi encontrada diferença significativa entre as estações classificadas de acordo com as diferentes condições de turbulência levando em consideração a razão entre as biomassas totais de epibiontes e de *A. challengerii* ($F = 0,3546$; $p = 0,7082$) (Anexo II). Tampouco houve diferença entre as riquezas de espécies de epibiontes sobre *A. challengerii* para as estações agrupadas de acordo com as condições de turbulência ($F = 1,0171$; $p = 0,3933$) (Figura 14). No entanto, o teste ANOVA apontou diferença significativa quando as estações foram consideradas, independente de grupos ($F = 4,6710$; $p = 0,02571$), com dados homocedásticos ($F = 1,7575$; $p = 0,2214$). O teste de Tukey apontou diferença entre Ponta Ullmann e Comandante Ferraz, e Ponta Ullmann e Refúgio II.

Não houve correlação entre o comprimento dos indivíduos de *A. challengerii* e a biomassa de epibiontes ($r = 0,0727$) (Figura 15). Além disso, não houve diferença significativa em relação a biomassa de epibiontes entre as diferentes classes de

tamanho de *A. challengei* ($F=1,099$; $p=0,366$), ou seja, não há nenhuma classe de tamanho preferencial para a ocorrência de epibiose.

Tabela VIII : Matriz de presença-ausência dupla, apresentando inicialmente as espécies presentes em cada amostra. Para as espécies classificadas como presentes (1) há outra classificação para a presença e ausência de ascídias epibiontes sobre estas espécies. Assim sendo, o status 1/1 significa que a espécie está presente naquela amostra e possui ascídias epibiontes sobre ela. Ao final de cada linha há a indicação no número de amostras em que a espécie está presente, seguido do número de locais em que ela apresenta epibiose e o valor correspondente em porcentagem. Ao final de cada coluna há o número de espécies presentes em no total de amostras, seguido do número de espécies que apresentam epibiose e o valor correspondente em porcentagem.

Espécies	Amostras																	Total	%
	HE1	HE2	HE3	BP1	BP2	BP3	PU1	PU2	PU3	CF2	CF3	RF II 1	RF II 2	RF II 3	100-1	100-2	100-3		
<i>A. biscoei</i>	1/0	1/0	0	0	0	0	0	0	1/1	1/0	0	0	0	0	0	1/0	0	5/1	20,00
<i>A. radiatum</i>	0	0	1/0	1/0	0	0	1/0	0	0	0	0	0	0	0	1/0	1/0	1/0	6/0	0,00
<i>Aplidium sp</i>	0	1/0	0	0	0	0	1/0	1/0	1/0	1/1	1/0	0	0	0	1/0	1/0	0	8/1	12,50
<i>A. challengerii</i>	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/1	1/1	1/0	1/1	1/1	1/0	17/12	70,59
<i>C. bocki</i>	1/0	1/1	1/0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/0	0	4/1	25,00
<i>C. verrucosa</i>	1/0	1/0	1/1	1/0	1/0	0	1/1	1/1	1/1	1/0	0	1/1	1/0	1/1	1/0	1/1	0	14/7	50,00
<i>C. eumyota</i>	1/1	1/1	1/1	0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0	1/1	1/1	1/1	0	1/1	1/1	13/8	61,53
<i>M. enodis</i>	1/0	1/1	1/1	0	0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	0	0	0	0	1/0	1/0	0	9/2	22,22
<i>M. pedunculata</i>	1/1	1/1	1/1	0	0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	0	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/1	13/7	53,85
<i>P. trivolutum</i>	0	1/0	0	0	0	0	1/0	0	1/0	0	0	0	0	0	0	1/1	0	4/1	25,00
<i>P. discovery</i>	0	1/0	0	0	1/0	0	0	1/1	1/0	1/0	0	0	0	0	0	1/0	0	6/1	16,67
<i>P. georgiana</i>	0	0	1/0	1/0	1/0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	0	1/0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	12/0	0,00
<i>P. obesa</i>	0	0	1/0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/0	0,00
<i>P. setosa</i>	1/1	1/0	1/1	1/0	1/0	0	1/1	1/1	1/1	1/0	0	0	0	0	1/1	1/1	0	11/7	63,64
<i>S. adareanum</i>	0	1/1	0	0	0	0	1/0	1/1	1/0	1/0	0	0	0	0	1/0	1/0	1/0	8/2	25,00
<i>T. speciosum</i>	1/0	1/0	1/0	1/0	0	0	1/0	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0	14/3	21,43
Total	9/4	13/6	11/6	6/1	5/1	2/0	12/3	11/6	13/5	12/2	3/0	6/4	5/3	6/3	10/1	15/5	6/2		
%	44,44	46,15	54,55	16,67	20,00	0,00	25,00	54,55	38,46	16,67	0,00	66,67	60,00	50,00	10,00	33,33	33,33		

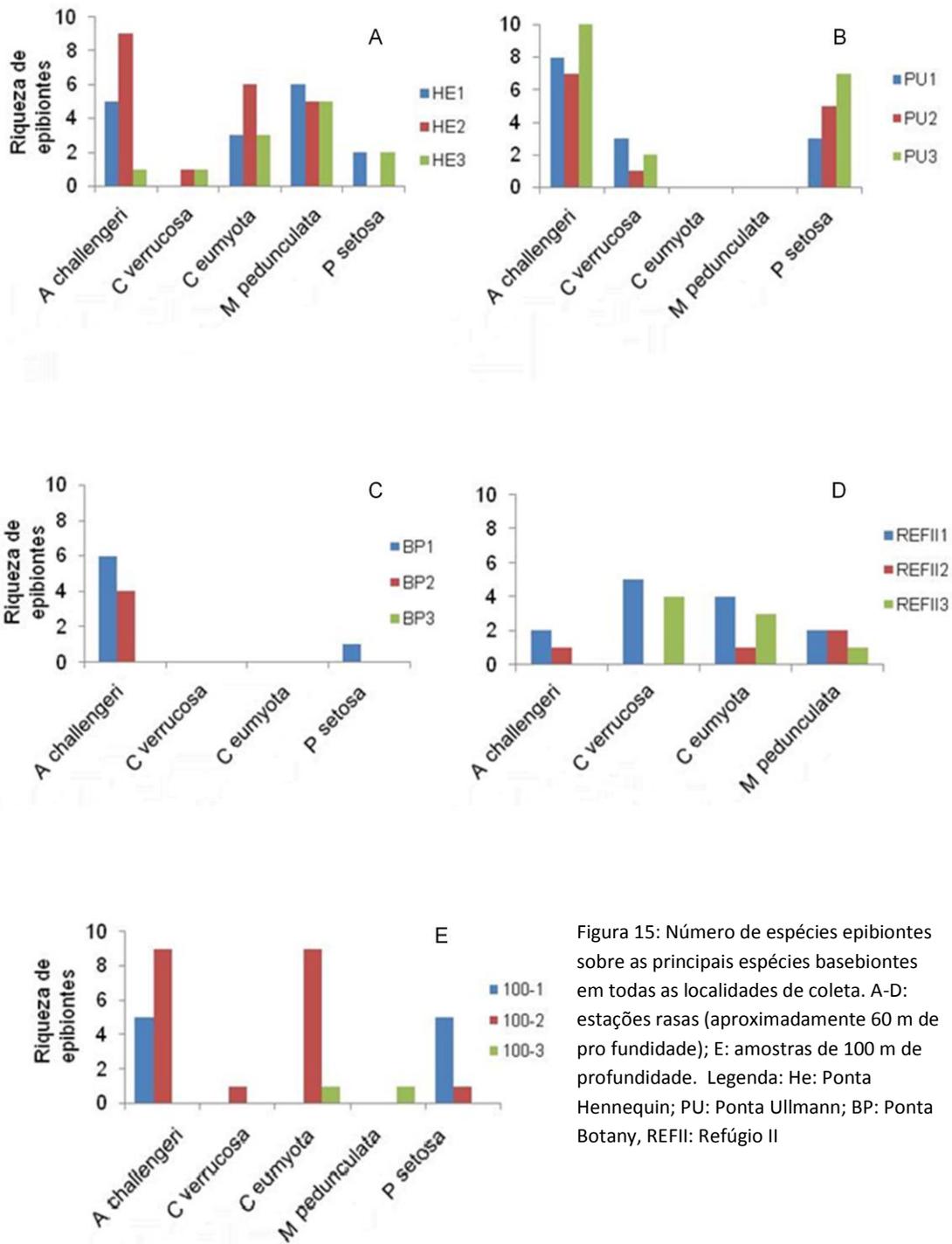


Figura 15: Número de espécies epibiontes sobre as principais espécies basebiontes em todas as localidades de coleta. A-D: estações rasas (aproximadamente 60 m de profundidade); E: amostras de 100 m de profundidade. Legenda: He: Ponta Hennequin; PU: Ponta Ullmann; BP: Ponta Botany, REFII: Refúgio II

5. Discussão

O trabalho de biogeografia das ascídias antárticas de PRIMO & VAZQUEZ (2009) aponta a existência de 107 espécies de ascídias para todos os domínios antárticos até a profundidade de 1000 m. Em contrapartida, na baía do Almirantado há 16 táxons registrados até o momento (OLIVEIRA *et. al.*, 2009; SICINSKI *et. al.*, 2011). Nesta dissertação foram identificados 17 táxons de Ascidiacea. Quando confrontadas o inventário de espécies desta dissertação com o inventário já existente para esta baía, apenas 12 táxons coincidem.

Apesar da Antártica como um todo possuir 44% de espécies endêmicas para este grupo (PRIMO & VÁZQUEZ, 2007a), o número de espécies endêmicas em cada setor biogeográfico antártico considerado é menor que 10%. Portanto, o grupo Ascidiacea pode ser considerado como bastante homogêneo. As razões levantadas para esta homogeneidade são o isolamento geográfico causado pela Convergência Antártica, a relativa constância das condições físicas da região antártica (CLARKE, 1996), somada a ação da corrente Circumpolar Antártica, que atua na dispersão das larvas ao redor da Antártica (BARNES & GRIFFITHS, 2008).

Entre os setores biogeográficos antárticos considerados por PRIMO & VAZQUEZ (2009), a Península Antártica registra uma das maiores riquezas de ascídias, com a presença de 70 espécies. O esforço amostral concentrado nesta região é apontado como uma das razões principais desta elevada riqueza (PRIMO & VÁZQUEZ, 2007b). No entanto, o número de espécies detectadas na Baía do Almirantado equivale a 14% do número do número de espécies registradas em todo o Oceano Austral. De acordo com SICINSKI *et. al.* (2011), outros grupos, como Pycnogonida, Ostracoda, Cumacea e Bryozoa também apresentam proporções semelhantes de espécies registradas na nesta baía.

O trabalho de SAHADE *et. al.*, (1998) também aponta baixa riqueza de ascídias na Baía de Potter Cove, localizada na mesma ilha, onde foram encontradas 17 espécies. Cabe ressaltar que o trabalho de PRIMO & VAZQUEZ (2009) apresenta um inventário de espécies com elevado número de espécies morfologicamente muito semelhantes, com caracteres diagnósticos muitas vezes presentes em larvas, onde, por exemplo, somente o gênero *Aplidium* apresenta 26 espécies. Portanto, é provável que o número de espécies aumente com a ampliação de estudos direcionados para o grupo Ascidiacea neste local.

Embora a riqueza geral da Baía do Almirantado seja relativamente pequena, a maior parte das espécies foi classificada como frequentes ou ocasionais. Por isso, optou-se por realizar as análises exploratórias utilizando como variáveis descritoras as biomassas de cada espécie, uma vez que a matriz de presença e ausência não iria refletir as variações existentes. Isso significa dizer que as variações são explicadas pelas diferenças de biomassa de cada espécie e não pela composição das espécies.

Os resultados levantados neste trabalho reafirmaram a importância da classe Ascidiacea para a fauna bentônica da Baía do Almirantado devido aos elevados valores de biomassa encontrados nos arrastos realizados durante as operações antárticas analisadas. Há estimativas que apontam que o peso úmido médio de zoobentos na Baía do Almirantado varia entre 500 e 900 g m⁻² (JÁZDZEWSKI *et. al.*, 1986). No entanto, como as ascídias apresentam distribuição majoritariamente gregária (OSMAN & WHITLATCH, 1995), nos locais de maior abundância de ascídias e de colônias de briozoários, esse valor pode ultrapassar 7 kg m⁻² (SICINSKI *et. al.*, 2011).

As ascídias com maior biomassa foram *Ascidia challengerii*, *Corella eumyota*, *Molgula pedunculata*, *Cnemidocarpa verrucosa* e *Pyura setosa*. Estas mesmas espécies foram também as mais frequentes entre as amostras. Os altos valores de biomassa podem ser explicados devido a aspectos de crescimento e respiração destas espécies. As ascídias antárticas apresentam altas taxas de crescimento, pois utilizam menos oxigênio para a manutenção de seu metabolismo basal. Isso faz com que elas sejam ótimas colonizadoras em eventos pós-distúrbio, estando presente até mesmo em estágios iniciais de sucessão (TEIXIDÓ *et. al.*, 2007; BARNES & COLAN, 2006).

Além disso, segundo KOWALKE *et. al.* (2001), as ascídias antárticas parecem não ser presas atrativas, pois apesar da alta biomassa, apresentam baixo valor energético e só foram encontradas no conteúdo estomacal do peixe *Notothenia neglecta* (BARRERA-ORO & CASAUX, 1990) e do ofiuróide *Ophionotus victoriae* (DAHM, 1995). Esta constatação indica a importância das ascídias para as cadeias tróficas não diretamente como presas, mas como organismos capazes de concentrar matéria orgânica em suspensão e disponibilizar para outros organismos através de suas fezes (GUIDI & DE MORAIS, 1983; MARTIN *et. al.*, 1991).

As ascídias dominantes da Baía do Almirantado foram *A. challengerii* em biomassa e *M. pedunculata* em número. Essa contraposição pode ser explicada, em partes, pela fisiologia e ecologia dessas espécies. *A. challengerii*, assim como *C.*

[C7] Comentário: Não achei pertinente colocar a tabela de comparação da minha biomassa por metro quadrado. O maior valor de biomassa média ocorreu em Ponta Ullmann (38,65). Se eu colocasse isso estaria me contradizendo ao afirmar que existe elevados valores de biomassa.

eumyota, apresentam taxas de filtração menores quando comparadas a *M. pedunculata* (KOWALKE, 1999). Ambas possuem achatamento dorsoventral e sífões muito próximos ao substrato. Como consequência, as taxas de filtração destas ascídias são relativamente menores, uma vez que elas filtram mais sedimento, por estarem mais próximo ao substrato, muitas vezes inconsolidado. Com isso, a taxa de crescimento destas espécies é menor e o metabolismo mais lento, quando comparado a *M. pedunculata*. Por outro lado, elas apresentam maior longevidade (KOWALKE *et al.*, 2001), atingindo maiores comprimentos, e assim, uma biomassa maior. De fato, os maiores comprimentos registrados neste trabalho pertencem a estas duas espécies, com indivíduos de até 25 cm.

Já a espécie *M. pedunculata* apresenta longevidade menor e taxas de crescimento maiores (KOWALKE, 2001). Com isso os indivíduos desta espécie atingem o amadurecimento sexual mais cedo (YAMAGUCHI, 1975). Essa característica, associadas à ovoviviparidade apresentada por esta espécie aumenta o seu sucesso reprodutivo e explica a sua dominância numérica.

Enquanto a maioria das espécies de ascídias requer a presença de substrato consolidado para que o assentamento ocorra, *M. pedunculata* consegue assentar no substrato inconsolidado devido a presença de pedúnculo e de protruções na túnica que ajudam a se fixar no substrato (MONNIOT, 1986). TATIÁN *et al.* (1998) apontam ainda que *M. pedunculata* apresenta adaptações distintas para o desenvolvimento do pedúnculo de acordo com o tipo de substrato, onde o máximo desenvolvimento ocorre em substratos inconsolidados. Como a maior parte das amostras foi classificada como lama arenosa, conclui-se que *M. pedunculata* apresenta vantagem ao conseguir se fixar neste tipo de substrato. Além disso, o pedúnculo desta ascídia poderia conferir vantagem adicional na ocorrência em locais de maior turbulência, por conferir maior flexibilidade para a ascídia em relação ao movimento da água.

As duas variáveis ambientais analisadas em função da distribuição das taxocenoses de ascídias da Baía do Almirantado foram condições de turbulência da água e granulometria, que foram escolhidas pela maior possibilidade de influência direta sobre a comunidade bentônica e também pela maior acessibilidade aos dados.

De acordo com os resultados, todas as amostras foram classificadas segundo a metodologia de Folk & Ward de forma muito parecida, ainda que as amostras tenham sido muito pobremente selecionadas. No entanto, há diferentes estudos que apontam o fundo da baía como heterogêneo e com a presença de cascalhos e matacões (SICINSKI, 2004; WEBER & MONTONE, 2006; SICINSKI *et al.* 2011)

formados principalmente através do atrito do gelo com a costa. No entanto, essa heterogeneidade não se refletiu na classificação textural.

Não houve diferença significativa para o fator assimetria entre os locais estudados. Em regiões mais abrigadas, com baixa condição de turbulência, era esperada assimetria positiva, indicativa de ambiente deposicional (PAIVA, 2001), em virtude da menor movimentação da água. Por outro lado, em regiões com maior condição de turbulência, era esperada assimetria negativa, indicativa de ambiente erosivo. No entanto, não houve esta diferenciação clara. Esses resultados podem decorrer em virtude do número de réplicas da coleta de sedimento em cada localidade. O ideal poderia ser a coleta de pequenas quantidades e um número maior de repetições para que a heterogeneidade de cada localidade fosse eficientemente amostrada.

As condições extremas do ambiente antártico dificultam o processamento de delineamentos ideais. Neste caso, entra em cena o bom senso e a observação do pesquisador. Mesmo sob a ótica de descrições qualitativas, foi possível perceber a presença de pequenos seixos em meio às amostras onde se fixavam numerosas ascídias, comprovando a heterogeneidade do sedimento. Além disso, essa heterogeneidade foi traduzida até mesmo através das próprias ascídias, uma vez que foram encontradas seixos de até 1 cm de diâmetro dentro dos zoóides de alguns indivíduos da espécie *C. eumyota*. Este fato revela tanto a heterogeneidade do ambiente em termos de substrato, quanto a energia do ambiente. Outra possibilidade para a presença destes seixos pode ser atribuída a formação do gelo na zona rasa, que engloba fragmentos de rochas. Quando o gelo derrete no verão, pode liberar estes fragmentos, chamados *drop stones*, que causam distúrbio aos animais bentônicos, mas que também providenciam uma importante fonte de substrato consolidado para a colonização (DAYTON, 1990; BARNES, 1999).

Embora o tipo de sedimento tenha sido tradicionalmente considerado como importante fator ambiental na distribuição da fauna bentônica antártica (KIRKWOOD & BURTON, 1988; TATIÁN *et. al.*, 1998; BARNES, 1995a; SICINSKI *et. al.*, 2011), trabalhos mais recentes indicam que o distúrbio provocado pela exposição ao movimento da água pode ser uma variável decisiva para a estruturação das comunidades bentônicas (GUTT, 2007; CAMPOS *et. al.*, 2013), sobretudo em profundidades superiores a 30 m, onde é menor a frequência e intensidade dos distúrbios provocados pela ação física do gelo (NONATO *et.al.*, 2000).

[C8] Comentário: Ficou repetido ambiente ambiente. Como melhorar?

A metodologia de classificação das pistas como fator indicativo das condições de turbulência da água válida por traduzir a turbulência em números, que reduzem o grau de subjetividade na análise (BURROWS, 2008). No entanto, ao classificarmos as estações como sendo possuindo alta, moderada ou baixa condições de turbulência de água, não eliminamos por completo esse grau de subjetividade, embora a análise ANOSIM tenha mostrado diferença significativa das taxocenoses de ascídias da Baía do Almirantado entre as localidades classificadas de acordo com este critério.

Devido ao fenômeno de refração das ondas na costa, existem pontos de concentração e dissipação de energia da onda. A área em frente a ponta do continente é mais rasa do que as reentrâncias dos lados da ponta.. Assim sendo, em frente às enseadas a crista avança com maior velocidade, produzindo curvaturas. Nestes locais há a dissipação de energia da onda, enquanto as áreas em frente à ponta concentram energia (THURMAN, 1994).

O diferencial da proposta do cálculo de pistas é a comparação entre as localidades de acordo com uma escala numérica. Isso é importante porque a tradução das condições de turbulência em variáveis categóricas pode gerar conclusões distintas de quando a turbulência é considerada como uma variável contínua (LINDEGARTH & GAMFELDT, 2005). Ou seja, foi possível ranquear as localidades em ordem crescente de turbulência e analisar as abundâncias relativas de cada espécie, assim como a riqueza esperada, independente da definição em classes categóricas.

CAMPOS *et. al.*(2013) também abordaram a turbulência como variável importante na estruturação das comunidades bentônicas da Baía do Almirantado. No entanto, os autores utilizaram uma abordagem distinta para a caracterização das localidades de acordo com as condições de turbulência. Estes autores calcularam o grau de turbulência através do cálculo da potência da onda levando em consideração os parâmetros altura e período. Estes parâmetros foram estimados através de filmagens padronizadas e concomitantes em diferentes pontos da baía em dois dias distintos, com intervalo de aproximadamente um mês entre as filmagens.

O trabalho em questão apontou algumas diferenças das encontradas nesta dissertação, como por exemplo, as localidades Ponta Botany e Refúgio II, que apresentaram potência da onda maior (e, portanto, maior turbulência) quando comparadas à localidade Comandante Ferraz. O estudo encontrou, entretanto, diferenças algumas vezes consideráveis, entre os dois dias de filmagem, como no caso de Ponta Plaza.

Optou-se por realizar a proposta de BURROWS *et. al.* (2008) nesta dissertação, devido à praticidade e força de interpolação, a fim de desenvolver estimativas que detectem a significância das variações em tempos e escalas que vão além da duração da observação. Além disso, durante as observações podem ocorrer variações no potencial das ondas, o que significa que a média entre observações esparsas pode não ser representativa para caracterizar aquela área e até mesmo retratar eventos importantes, ainda que raros (DENNY *et. al.* 2004).

Segundo a metodologia de BURROWS *et. al.* (2008), embora seja importante usar dados de direção e frequência dos ventos, a presença destas variáveis na classificação quanto às condições de turbulência não é imprescindível. No entanto, é possível que esta afirmação não seja irrefutável para estudos no ambiente antártico, devido aos fortes ventos presenciados nesta região. É provável que os dados de ventos sejam necessários para uma classificação mais precisa.

A Análise de Correspondência Canônica mostrou que os fatores ambientais utilizados na análise não foram suficientes para explicar a maior parte da variância encontrada. Isso significa dizer que outros fatores abióticos e até mesmo bióticos, que não foram contemplados neste trabalho, são também importantes para explicar a estruturação das comunidades, como por exemplo, a distribuição de organismos predadores ou até mesmo a presença de bancos de macroalgas, cuja movimentação pode prevenir o recrutamento das larvas de ascídias em substratos consolidados (TATIAN *et. al.*, 1998).

No entanto, esta análise indicou alta correlação entre as espécies e as variáveis ambientais. Entre as espécies mais relacionadas positivamente com o fator pista e, portanto, com maior condição de turbulência, *Caenagnesia bocki*, *Polysyncraton trivolutum*, *Agnesia biscoei* e *C. eumyota* apresentam achatamento dorso-ventral, enquanto *M. pedunculata* apresenta pedúnculo, que fixa os indivíduos desta espécie ao substrato e confere flexibilidade a esta espécie frente a movimentação da água, como explicado anteriormente. Portanto, todas estas espécies apresentam adaptações que lhes permitem viver em um ambiente mais exposto. *Molgula enodis*, por sua vez, está fortemente aderido a túnicas de outras espécies, como *A. challengerii* e *C. eumyota*. Como consequência, as espécies *C. bocki*, *C. eumyota*, *M. pedunculata* e *M. pedunculata* foram as espécies indicadoras da região com maior condição de turbulência.

As ascídias coloniais são competidoras eficientes em substrato consolidado, em relação às ascídias solitárias, devido a sua capacidade de se reproduzir mais

rapidamente de forma assexuada, o que lhes confere alta taxa de colonização destes substratos (Rocha, 1988). No entanto, o tipo de substrato predominante na Baía do Almirantado, especialmente nas profundidades amostradas, é não consolidado. Este fato pode estar influenciando a maior biomassa de ascídias solitárias encontradas neste trabalho.

A biomassa de ascídias coloniais foi significativamente maior nas estações com moderada condição de turbulência. De acordo com MONNIOT *et. al* (1991) as ascídias coloniais possuem túnica mais frágil quando comparado às ascídias solitárias e o distúrbio causado pela alta turbulência da água, nas localidades mais expostas, pode influir como uma força física direta sobre às ascídias coloniais, ou ainda indiretamente pelo atrito do substrato mais grosseiro revolido pela força da água. Por outro lado, em áreas mais abrigadas, a deposição de sedimento sobre a colônia pode causar entupimento nas brânquias devido ao pequeno tamanho dos zoóides (BAKUS, 1968). Como a biomassa das ascídias coloniais está concentrada nas localidades moderadamente condição de turbulência, todas as espécies indicadoras destas regiões foram coloniais.

Não houve a presença de espécies indicadoras em regiões com baixa turbulência. Essas localidades apresentaram as menores riquezas de ascídias. Este fato reforça a teoria de que o zoobentos antártico poderia ser dividido em duas grandes comunidades distintas de acordo a turbulência. Em locais com maior movimentação de água, a comunidade bentônica seria composta basicamente por organismos suspensívoros, com baixa riqueza e diversidade de organismos depositívoros. Nos locais mais abrigados ocorreria o inverso: comunidade formada basicamente por organismos depositívoros e baixa riqueza e diversidade de suspensívoros (GUTT, 2007).

O trabalho de CAMPOS *et. al.*, (2013) achou resultados muito semelhantes para a Baía do Almirantado. Em estações com baixa condição de turbulência, a fauna dominante foi composta por organismos depositívoros e onívoros, como poliquetas, enquanto as comunidades das estações com maior turbulência foram compostas basicamente por organismos suspensívoros, como esponjas e ascídias.

Ao considerarmos a turbulência da água como um distúrbio para os organismos bentônicos antárticos (BARNES & COLAN, 2006) foi possível perceber, através da curva de rarefação de biomassa, que as maiores expectativas do número de espécies estão correlacionadas às localidades com condição de turbulência moderada. Por outro lado, as localidades com maior e menor turbulência apresentam

relativamente as menores expectativas de espécies. Embora as diversidades tenham sido muito próximas, também seguiram padrão semelhante. Ou seja, a linha de tendência a partir das expectativas de espécies das estações ordenadas por um gradiente de turbulência é caracterizada por uma parábola, onde a estação com moderada turbulência apresenta maior riqueza, em uma alusão à clássica teohipótese do Distúrbio Intermediário de Connel (1978).

Segundo essa hipótese, a diversidade pode variar em relação à intensidade, frequência e área do distúrbio. Em linhas gerais, quanto maior o distúrbio, menor a riqueza de espécies, pois um número menor de espécies estaria apta a viver em um ambiente mais estressante. Por outro lado, quando o distúrbio é baixo, as espécies com maior poder competitivo, dadas determinadas circunstâncias ambientais, poderiam dominar e eliminar outras espécies. O grau de exposição pode ser visto então, como um distúrbio, cuja intensidade explicaria a riqueza esperada entre as localidades da mesma faixa batimétrica.

Portanto, entre as estações rasas, as espécies com adaptações a viverem em ambientes com maior movimentação de água seriam mais indicativas das áreas de maior turbulência. Os resultados da análise de espécies indicadoras apoiam esta hipótese. Apesar das áreas mais abrigadas apresentarem menor grau de movimentação da água, outra questão deve ser levantada: o aporte de sedimentação, mais intenso nas áreas abrigadas, também não pode ser encarado como um distúrbio para as espécies de ascídias? Neste caso, as áreas com baixa condição de turbulência sofreriam um maior distúrbio provocado pela maior taxa de sedimentação, acarretando assim uma menor riqueza estimada, como observado em Ponta Botany, que está localizada próxima a uma área de degelo do glaciar Wanda. Além disso, estas áreas apresentaram menor biomassa total de ascídias. Segundo GUTT (2007), as áreas com maiores taxas de deposição seriam dominadas por organismos depositívoros e não por suspensívoros.

As ascídias, como organismos filtradores, não são capazes de distinguir as partículas orgânicas e as inorgânicas (ROBBINS, 1984) e, como consequência, apresentam menores taxas de filtração em locais com maior aporte de partículas inorgânicas em suspensão (KOWALKE, 1999). No entanto, as taxas de sedimentação não foram consideradas no escopo deste trabalho.

Já em relação às diferentes profundidades, o gelo âncora e as cicatrizes formadas pelo atrito do gelo com o assoalho marinho podem ser encarados também como distúrbio, especialmente dentro de baías e enseadas (GUTT, 2001), cuja

frequência influencia a estrutura das comunidades dos zoobentos, que apresentam maior diversidade em locais com frequências intermediárias (COLAN & KVITEK, 2005). Os impactos causados pelo gelo, como icebergs e *growlers* são comumente observados na Baía do Almirantado (ECHEVERRÍA & PAIVA, 2006). O estudo sobre a distribuição vertical da macrofauna da Baía do Almirantado nas profundidades de 20, 30 e 60 metros de profundidade realizado por FILGUEIRAS *et. al* (2007) apontou a possibilidade de ocorrência de *icescours* na profundidade máxima analisada. Em outras áreas como o leste da Groelândia haja registros de ocorrência até 500 metros de profundidade (referencia).

A maior frequência de impactos causados pela ação do gelo em profundidades mais rasas parece explicar a maior diversidade e expectativa do número de espécies encontrada na profundidade de 100 m em comparação com as amostras da profundidade de 60 m. Em profundidades superiores a 100 m a diversidade cai, assim como a biomassa, em decorrência da menor disposição de partículas orgânicas em suspensão e também pela diminuição da movimentação da água, essencial para organismos suspensívoros.

Entretanto, não há zonação marcada para as espécies da megafauna bentônica em relação a profundidade, embora este trabalho aponte o aumento da biomassa proporcional da espécie *Pyura georgiana*, com o aumento da profundidade. Outro fato observado, embora não mensurado diretamente, foi o tamanho relativamente maior do pedúnculo de *P. georgiana* nas amostras de profundidade, chegando a 20 cm nestas amostras. Como a proporção de silte e argila aumentam nestas profundidades, o pedúnculo maior poderia servir para distanciar a ascídia do substrato lamoso. CAMPOS *et. al*. (2013) demonstraram que não houve zonação para os grandes grupos da megafauna bentônica, tampouco para as densidades da meiofauna e dos principais grupos da macrofauna a partir de Ponta Plaza.

Os resultados levantados neste trabalho, associado a outros da literatura, destacam o papel das ascídias antárticas como fonte de substrato para a colonização de diversas espécies (TATIAN *et al*. 1998; GUTT & SCHICKAN, 1998; KOPLOVITZ *et. al.*, 2011, entre outros). Além da epibiose de ascídias sobre ascídias, foi possível perceber a presença de outros grupos do zoobentos marinho como epibiontes das espécies de ascídias analisadas, como poliquetas, briozoários, bivalves e esponjas, mas estes não entraram nas análises deste trabalho, que teve como foco somente a epibiose de ascídias sobre ascídias.

Os resultados da granulometria demonstram que, embora haja a presença de seixos, as áreas amostradas são compostas principalmente por substrato não consolidado. Segundo MONNIOT *et. al.* (1991); TÁTIAN *et. al.* (1998), a grande biomassa de ascídias acarreta o aumento da tridimensionalidade do ambiente ao adicionar variabilidade de microhabitats, funcionando como substrato consolidado para outros organismos. Como consequência, a estrutura das comunidades bentônicas na Antártica pode ser afetada por estas espécies.

Segundo GUTT (1998), as comunidades bentônicas suspensívoras na Antártica apresentam os maiores números de relações de epibiose em todo mundo. Isso ajudaria a explicar a elevada riqueza do macrobentos do Oceano Austral. Neste contexto, Ascidiacea é um dos principais grupos envolvidos na epibiose. Muitos grupos de organismos marinhos, de protistas a vertebrados, estão representados entre os epibiontes sobre ascídias (MONNIOT *et. al.*, 1991).

A rugosidade e consistência da túnica (WHAL, 1989; TÁTIAN *et. al.*, 1998), a orientação da ascídia junto ao substrato e os altos valores de biomassa podem estar entre as possíveis causas da alta frequência e biomassa de organismos epibiontes. *A. challengerii* foi apontada como a principal espécie basebionte pela sua presença em todas as localidades e a sua alta frequência e riqueza de epibiontes.

Os resultados apresentados por este trabalho revelam que não há diferença significativa da biomassa e da riqueza de epibiontes sobre *A. challengerii* entre as estações classificadas de acordo com as condições de turbulência da água, indicando que a ascídia basebionte, ao funcionar como substrato, possa estar atuando sobre o ambiente vivenciado pela comunidade epibionte, atenuando as variações.

Não foi encontrada correlação entre o comprimento dos indivíduos de *Ascidia challengerii* e a biomassa de epibiontes. Isto significa que ascídias menores podem abrigar uma comunidade de organismos epibiontes com biomassa relativamente alta mesmo em diferentes condições de exposição. Devido a sua orientação junto ao substrato, o peso dos epibiontes não parece influenciar a aptidão dos indivíduos desta espécie.

O estudo de TÁTIAN *et. al.* (1998) apontou as ascídias da ordem Stolidobranchia: *M. pedunculata*, *P. setosa* e *C. verrucosa* como as principais ascídias basebiontes na enseada Potter Cove da Baía Maxwell. Segundo estes autores, as espécies da ordem Phlebobranchia: *C. eumyota* e *A. challengerii* apresentaram poucos epibiontes. Ainda segundo OLIVEIRA (2001), *M. pedunculata* foi apontada como a

principal espécie basebionte. Os resultados desta dissertação indicaram que a *M. pedunculata* teve uma alta frequência de epibiose nas estações de coleta. No entanto, a riqueza de espécies epibiontes foi baixa, com exceção da localidade Ponta Hennequin. A maior parte dos epibiontes de *M. pedunculata* foram outros indivíduos da mesma espécie.

As relações de epibiose raramente são espécie-específicas, pelo contrário, muitos organismos sésseis podem viver como basebionte ou como epibionte, ou ainda simultaneamente como basebionte e epibionte (WAHL, 1997). No entanto, a espécie *Molgula enodis* foi encontrada principalmente como epibionte de *A. challengerii*, assim como no trabalho de OLIVEIRA (2001), apontando a presença de relação preferencial de epibiose. Foi observado até mesmo diferença na textura da túnica dos indivíduos de *M. enodis*, que na parte incrustada na *A. challengerii* era mais frágil do que na parte da túnica em contato com o ambiente.

A maior diversidade de organismos epibiontes ocorre sobre a superfície de ascídias solitárias (TÁTIAN *et. al.*, 1998). As ascídias com menor frequência de epibiose foram as coloniais, devido a diversos mecanismos mecânicos, físicos e químicos, que evitam a epibiose sobre elas, tais como a intensa produção de muco, diminuição da rugosidade da superfície e produção de substâncias antiincrustantes (WAHL, 1989). Isso ocorre porque a presença de epibiontes sobre as ascídias coloniais poderia alterar as condições de filtração pela obstrução física dos sífões e a consequente redução do volume filtrado e também pela alteração dos padrões de circulação da colônia (WHAL & BANAIKS, 1991). Exatamente por isso, as espécies coloniais são as principais espécies de ascídias utilizadas para estudos sobre substâncias antiincrustantes (MCCLINTOCK *et.al.*, 2004; MIYATA *et.al.*, 2007; NÚÑEZ-PONS *et.al.*, 2010, entre outros).

As ascídias coloniais da Baía do Almirantado apresentaram as menores frequências de ocorrência de epibiose entre todas as espécies analisadas. No entanto, na localidade de Comandante Ferraz as únicas espécies de ascídias com epibiontes foram os táxons coloniais *Synoicum adareanum* e *Aplidium* sp. Esta foi a única localidade em que a espécie *A. challengerii* está presente sem epibiontes. Apesar de não ter havido relação entre o comprimento das ascídias basebiontes e a biomassa de epibiontes, especula-se que a ausência de epibiontes sobre *A. challengerii* esteja correlacionada a estrutura de tamanho da população desta espécie em Comandante Ferraz, uma vez que todos os indivíduos desta tratam-se de organismos juvenis, com

pequeno tamanho. Neste caso, o fator tempo foi provavelmente o responsável pela ausência de epibiontes.

Entre as espécies solitárias, *P. georgiana* foi única com alta frequência de ocorrência nas estações, mas sem nenhum registro de epibionte sobre sua túnica. Portanto, entre as ascídias solitárias, esta espécie pode ser alvo para estudos sobre possíveis substâncias antiincrustantes. No entanto, cabe ressaltar que outros mecanismos, como rugosidade, acúmulo de substâncias tóxicas, e pH da túnica também deverão ser analisados (KOPLOVITZ *et. al.* 2009).

O estudo de KOPLOVITZ *et. al.* (2011) analisou o extrato lipofílico e hidrofílico de diferentes espécies de ascídias antárticas coloniais e solitárias, incluindo *P. georgiana*. Os extratos de todas as ascídias analisadas causaram mortalidade significativa de diatomáceas, sugerindo a existência de metabólitos secundários que evitam a incrustação. No entanto, os autores chamam a atenção que o extrato das principais ascídias basebiontes também causou a mortalidade de diatomáceas. Portanto, mais estudos são necessários para comprovar a existência de substâncias secundárias antiincrustantes nestas ascídias.

A epibiose tem consequências positivas e negativas para os organismos basebiontes, enquanto a maioria dos organismos epibiontes é beneficiada por essas relações. Para os epibiontes, a túnica das ascídias fornece, por exemplo, substrato onde diferentes grupos de animais podem depositar seus ovos, ou em que larvas podem assentar e assim se manter distantes do fundo e em um ambiente com constante circulação de água (MONNIOT *et. al.*, 1991). Por outro lado, os basebiontes podem ser afetados ou não pela epibiose.

A epibiose para as ascídias basebiontes pode causar efeitos negativos, como dano físico a túnica, aumento do peso e atrito com a água que pode acarretar o deslocamento do basebionte do substrato, redução da flexibilidade da túnica e a obstrução dos sífões (LAMBERT, 1968; STOECKER, 1978; MONNIOT, *et. al.*, 1991; WHAL, 1997). Todos esses efeitos causam custos energéticos ao basebionte e reduzem o sua aptidão, comprometendo a sua capacidade de defesa e competição (WHAL, 2008). Por outro lado, os basebiontes podem ser beneficiados em sua relação com o ambiente devido a presença de epibiontes, que atuam na camuflagem e palatabilidade contra a predação (WHAL, 2008).

Colocar expectativas futuras. Andrea dê sugestões.

6. Conclusões

As condições de turbulência da água, traduzidas em tamanho de pista, foram as principais a variáveis ambientais explicativas da estrutura das comunidades estudadas na Baía do Almirantado neste trabalho. Houve diferença significativa das taxocenoses de ascídias entre as localidades classificadas de acordo com a turbulência. Como a maioria das ascídias foi classificada como frequentes ou ocasionais, a diferença entre as taxocenoses ocorreu devido a diferença de biomassa das espécies e não diretamente da composição de espécies.

As maiores expectativas do número de espécies foram encontradas em localidades com moderada condição de turbulência, reforçando a hipótese do Distúrbio Intermediário de Connel (1978) para a intensidade deste distúrbio. A menor frequência de impactos de gelo na profundidade de 100 m em comparação com as estações de 60 m de profundidade parece acarretar a maior diversidade e riqueza estimada a 100 m entre todas as amostras coletadas. A diversidade e cai em profundidades maiores, provavelmente em razão de ambientes essencialmente deposicionais não favorecem as comunidades de organismos suspensívoros.

Caenagnesia bocki, *Corella eumyota*, *Molgula enodis* e *Molgula pedunculata* foram as espécies indicadoras das amostras classificadas com alta condição de turbulência. Todas essas espécies apresentam características morfológicas que lhes permitem viver sob essas condições, como o achatamento dorso-lateral, como posicionamento rente ao substrato, ou a presença de pedúnculo. Por outro lado, os táxons coloniais *Aplidium* sp., *Synoicum adareanum* e *Tylobranchion speciosum* foram indicativos de localidades de moderada condição de turbulência. Se por um lado a alta turbulência pode causar danos físicos às ascídias coloniais, por outro, a baixa movimentação de água pode causar entupimento dos sifões devido a maior taxa de deposição típica destas localidades. Portanto, as maiores biomassas de ascídias coloniais são encontradas em condições intermediárias turbulência.

A epibiose foi caracterizada como um importante fenômeno das taxocenoses de ascídias, indicando a relevância destes organismos como fonte de substrato consolidado para a colonização de diversas espécies, principalmente na predominância de substrato não consolidado no ambiente.

A maior diversidade de organismos epibiontes ocorreu sobre a superfície de ascídias solitárias. De forma geral, as ascídias coloniais apresentam diversos mecanismos que evitam a epibiose, uma vez que esse fenômeno pode alterar

condições de filtração destes organismos. Entre as espécies solitárias, *Pyura georgiana* foi a única espécie com alta frequência de ocorrência, porém sem nenhum registro de epibiose. Portanto, esta deve ser uma espécie alvo para futuros estudos sobre estratégias que evitem a epibiose, e até mesmo para a pesquisa de possíveis substâncias antiincrustantes.

A espécie *Ascidia challengerii* foi classificada como a principal espécie basebionte da Baía do Almirantado devido às altas frequências de epibiose entre as amostras e também pelas altas riquezas de espécies basebiontes encontradas sobre sua túnica. A biomassa e riqueza dos epibiontes desta espécie não variam em função das diferentes condições de turbulência. Este fato indica que a relação com o substrato (neste caso os indivíduos da espécie *A. challengerii*) parece prevalecer em relação às variações ambientais encontradas nestes ambientes.

[C9] Comentário: Ficou estranho

No entanto, na localidade Comandante Ferraz não foi registrado epibiontes sobre esta espécie. A presença de indivíduos com tamanhos muito reduzidos parece indicar que o tempo tenha sido o fator responsável por esta ausência, uma vez que os resultados não apontaram correlação entre o comprimento de basebiontes de *A. challengerii* e a biomassa de epibiontes.

7. Referências

- ARIGONY-NETO, J.; SIMÕES, J.C. & BREMER, U.F. 2004. Implementation of the Admiralty Bay Geographic Information System, King George Island, Antarctica. *Pesquisa Antártica Brasileira* 4: 187-190.
- ARNAUD, P.; LÓPEZ, C.M.; OLASO, I.; RAMIL, F.; RAMOS-ESPLÁ, A.A. & RAMOS, A. 1998. Semi-quantitative study of macrobenthic fauna in the region of the South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 19: 160-166.
- ATCM XXVIII. 2005. Review of the Admiralty Bay Antarctic Specially Managed Area Management Plan (ASMA No. 1). ATCM XXVIII, Stockholm, pp. 1–31.
- BAK, R.P.M.; SYBESMA, J. & VAN DUYL, F.C. 1981. The ecology of the tropical compound ascidian *Trididemnum solidum*. II. Abundance, growth and survival. *Marine Ecology Progress Series*, 6:43–52.
- BAKUS, G.J. 1968. Sedimentation and benthic invertebrates of Fanning Island, Central Pacific. *Marine Geology*, 6: 45-51.
- BARNES, D.K.A. 1995. Sublittoral epifaunal communities at Signy Island, Antarctica. I. The ice-foot zone. *Marine Biology*, 121: 555–563.
- BARNES, D.K.A. 1999. The influence of ice on polar nearshore benthos. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 401-407.
- BARNES, K.A. & COLAN, K.E. 2006. Disturbance, colonization and development of Antarctic benthic communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362: 11-38.
- BARNES, D.K.A. & GRIFFITHS, H.J. 2008. Biodiversity and biogeography of southern temperate and polar bryozoans. *Global Ecology and Biogeography*, 17: 84–99.
- BARRERA-ORO, E. & CASAUX, R. 1990. Feeding selectivity in *Notothenia neglecta*, Nybelin, from Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*, 2: 207-213.
- BLUNT, J.W.; COPP, B.R.; KEYZERS, R.A.; MUNRO, M.H.G. & PRINSEP, M.R. Marine natural products. 2012. *Natural Product Reports*, 29: 144–222.

- BURROWS, M.T.; HARVEY, R. & ROBB, L. 2008. Wave exposure indices from digital coastlines and the prediction of rocky shores community structure. *Marine Ecology Progress Series*, 353: 1-12
- CAMPOS, S.C.; BARBOZA, C.A.M; BASSOI, M.; BERNARDES, M.; BROMBERG, S.; CORBISIER, T.N.; FONTES, R.C.F.; GHELLER, P.F.; HAJDU, E.; KAWAL, H.G.; LANGE, P.K.; LANNA, A.M.; LAVRADO, H.P.; MONTEIRO, G.C.S.; MONTONE, R.C.; MORALES, T.; MOURA, R.B.; NAKAYAMA, C.R.; OACKES, T.; PARANHOS, R.; PASSOS, F.D.; PETTI, M.A.V.; PELLIZARI, V.H.; REZENDE, C.E.; RODRIGUES, M.; ROSA, L.H.; SECCHI, E.; TENENBAUM, D.R. & YONESHIGUE-VALENTIN, Y. 2013. "Environmental Processes, Biodiversity and Changes in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica". In: *Adaptation and Evolution in Marine Environments*, v. 2, *Environmental Processes, Biodiversity and Changes in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 127-156.
- CARBALLO J.L. & GARCIA-GOMEZ, J.C. 1994. The northeastern Atlantic species *Mycale micracanthoxea* Buiser, Van Soest, 1977 (Porifera. Poecilosclerida) in the Strait of Gibraltar (southern Spain). *Beaufortia*, 44(2):11-16.
- CHIMENZ, C.; FRESI, E. & BRUNETTI, R. 1985. Ricerche sui popolamenti bentonici del substrato duro del porto d'tschia: Ascidiacei. *Cahiers de Biologie Marine*, 26: 15-33.
- CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18 (1):117-143.
- CLARKE, A. 1996. Marine benthic populations in Antarctica: patterns and processes. *Antarctic Research Series*, 70: 373–388.
- CLARKE, K.R. & GOREY, R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- CLONEY R.A.; YOUNG C.M. & SVANE, I. 2002. Phylum Chordata: Urochordata. In C.M. Young et al. (eds.): *Atlas of marine invertebrates larvae*. Pp. 565–593. London:Academic Press.
- COLLIN, S.B.; OAKLEY, J.A.; SEWELL, J. & BISHOP, J.D.D. 2010. Widespread occurrence of the non-indigenous ascidian *Corella eumyota* Traustedt, 1882 on the shores of Plymouth Sound and Estuaries Special Area of Conservation, UK. *Aquatic Invasions*, 5 (2): 175-179.

- CONNEL, J.H. 1978. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199 (4335): 1302-1310.
- CONLAN, K.E. & KVITEK, R.G. 2005. Recolonization of ice scours on an exposed Arctic coast. *Marine Ecology Progress Series*, 286: 21–42.
- DAHLM, C. 1995. Ökologie antarktischer Ophiuriden. *Ber Polarforsch*, 194: 1-289.
- DAVIDSON, B.S. 1993. Ascidiars: Producers of amino acid derived metabolites. *Chemical Reviews*, 93: 1771–1791.
- DAYTON, P.K., 1990. Polar benthos. In *Polar oceanography*, London: Academic Press., pp. 631-685.
- DAYTON, P.K.; ROBILLIARD, G.A. & DEVRIES, A.L. 1969. Anchor ice formation in McMurdo Sound, Antarctica, and its biological effects. *Science*, 163: 273–274.
- DAYTON, P.K.; ROBILLIARD, G.A. & PAINE, R.T. 1970. Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. *Antarctic Ecology*, 1: 244–258.
- DENNY, M.W.; HELMUTH, B.; LEONARD, G.H.; HARLEY, C.D.G.; HUNT, L.J.H. & NELSON, E.K. 2004. Quantifying scale in ecology: lessons from a wave swept shore. *Ecological Monographs*, 74:513–532
- DIYABALANAGE, T.; AMSLER, C.D.; MCCLINTOCK, J.B & BAKER, B.J. 2006. Palmerolide A, a Cytotoxic Macrolide from the Antarctic Tunicate *Synoicum adareanum*. *Journal of the American Chemical Society*, 128 (17): 5630–5631.
- DOWDESWELL, J.A.; VILLINGER, H.; WHITTINGTON, R.J. & MARIENFELD, P. 1993 Iceberg scouring in Scoresby Sund and on the East Greenland continental shelf. *Marine Geology*, 111: 37–53.
- DUFRENE, M. & P. LEGENDRE. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- ECHEVERRÍA, C.A.; PAIVA, P.C. 2006. Macrofaunal shallow benthic communities along a discontinuous annual cycle at Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 29:263–269.

- FILGUERAS, V.L.; CAMPOS, L.S.; LAVRADO, H.P.; FRENSEL, R. & POLLERY, R.C.G. 2007. Vertical distribution of macrobenthic infauna from the shallow sublittoral zone of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 30: 1439-1447.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4: 101–121.
- FORWARD, R.B.J.; WELCH, J.M. & YOUNG, C.M. 2000. Light induced larval release of a colonial ascidian. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 248: 225–238.
- GILI, J.M.; COMA, R.; OREJAS, C.; LÓPEZ-GONZÁLES, J. & ZABALA, M. 2001. Are Antarctic suspension-feeding communities different from those elsewhere in the world? *Polar Biology*, 24: 473-485.
- GORDON, A.L. & NOWLIN, W.D.J. 1978. The basin waters of the Bransfield Strait. *Journal of Physical Oceanography*, 8: 258–264.
- GRIBBEN, P.E.; BYERS, J.E.; CLEMENTS, M.; MCKENZIE, L.A.; STEINBERG, P.D & WRIGH, J.T. 2009. Behavioural interactions between ecosystem engineers control community species richness. *Ecology Letters*, 12: 1127–1136.
- GRIFFITHS, H.J. 2010. Antarctic Marine Biodiversity – What Do We Know About the Distribution of Life in the Southern Ocean? *Plos One*, 5(8): 1-11.
- GRIFFITHS, H.J.; Barnes, D.K.A & Linse, K. 2009. Towards a generalized biogeography of the Southern Ocean benthos. *Journal of Biogeography*, 36: 162–177.
- GROPPELLI, S.; PENNATI, R.; SCARI, G.; SOTGIA, C. & BERNARDI, F.D. 2003. Observations on the settlement of phallusia mammillata larvae: Effects of different lithological substrata. *Italian Journal of Zoology*, 70 (4): 321-326.
- GUIDI, L.D. & DE MORAIS, A.T. 1983. Ascidian faecal pellets and their utilization by an epibenthic amphipod. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 71: 289–298.
- GUILLE, A. 1970. "Benthic bionomy of continental shelf of the french catalane coast. II. Benthic communities of the macrofauna". *Vie et Milieu*, 21, (8): 149-280.

- GUTT, J. 2001. On the direct impact of ice on marine benthic communities, a review. *Polar Biology*, 24: 553–564.
- GUTT, J. 2007. Antarctic macro-zoobenthic communities: a review and an ecological classification. *Antarctic Science*, 19 (2): 165–182.
- GUTT, J. & SCHICKAN, T. 1998. Epibiotic relationships in the Antarctic benthos. *Antarctic Science*, 10 (4): 398-405.
- HURLBERT, S.H. 1871. Nonconcept of species Diversity - critique and alternative parameters. *Ecology*, 52 (4): 577-585.
- JAZDZEWSKI K.; JURASZ, W.; KITTEL, W.; PRESLER, E.; PRESLER, P. & SICINSKI J. 1986 Abundance and biomass estimates of the benthic fauna in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*, 6: 5-16.
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373–386.
- KIRKWOOD, J.M. & BURTON, H.R. 1988. Macrobenthic species assemblages in Ellis Fjord, Vestfold Hills, Antarctica. *Marine Biology*, 97: 445–457.
- KOPOVITZ, G.; MCCLINTOCK, J.B; AMSLER, C.D. & BAKER, B.J. 2009. Palatability and chemical anti-predatory defenses in common ascidians from the Antarctic Peninsula. *Aquatic Biology*, 7(1–2):81–92.
- KOPOVITZ, G.; MCCLINTOCK, J.B; AMSLER, C.D. & BAKER, B.J. 2011. A comprehensive evaluation of the potential chemical defenses of antarctic ascidians against sympatric fouling microorganisms. *Marine Biology*, 158: 2661-2671.
- KOTT, P. 1969. Antarctic Ascidiacea. A monographic account of the known species based on specimens collected under US government auspices 1947 to 1963. Antarctic Research Series, 13: xv, 239 pp.
- KOWALKE, J. 1999. Filtration in Antarctic ascidians – striking a balance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 242: 233-244.
- KOWALKE, J.; TATIÁN, M.; SAHADE, R. & ARNTZ, W. 2001. Production and respiration of Antarctic ascidians. *Polar Biology*, 24 (9): 663-669.

- KREBS, C.J. 1999. Ecological methodology. 2. ed. Menlo Park, California: Addison Wesley Longman.
- LAMBERT, G. 1968. The general ecology and growth of a solitary ascidian, *Corella willmeriana*. *The Biological Bulletin*, 135(2):296–307.
- LAMBERT, G. 2004. The south temperate and Antarctic ascidian *Corella eumyota* reported in two harbours in north-west France. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 84: 239-241.
- LAMBERT, C.C. & BRANDT, C.L. 1967. The effect of light on the spawning of *Ciona intestinalis*. *The Biological Bulletin*, 132: 222-228.
- LAMBERT, C.; LAMBERT, I.M. & LAMBERT, G. 1995. Brooding strategies in solitary ascidians: *Corella* species from north and south temperate waters. *Canadian Journal of Zoology*, 7: 1666-1671.
- LEBAR, M.D.; LUTTENTON, L.; MCCLINTOCK, B.; AMSLER, C.D. & BAKER, B. 2011. Accumulation of vanadium, manganese, and nickel in Antarctic tunicates. *Polar Biology*, 34: 587–590.
- LINDEGARTH, M. & GAMFELDT, L. 2005. Comparing categorical and continuous ecological analyses: effects of 'wave exposure' on rocky shores. *Ecology*, 86:1346–1357.
- LÓPEZ-LEGENTIL, S.; TURÓN, X. & SCHUPP, P. 2006. Chemical and physical defenses against predators in *Cystodytes* (Ascidiacea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 332: 27–36.
- MARSHALL, D.J. & KEOUGH, M.J. 2003. Variation in the dispersal potential of non-feeding invertebrate larvae: the desperate larva hypothesis and larval size. *Marine Ecology Progress Series*, 255: 145–153.
- MARTIN, J.L.; SORNIN, J.M. & MARCHAND, M. 1991. The significance of oyster biodeposition in concentrating organic matter and contaminants in the sediment. *European Aquaculture Society, Special Publication*, 14, 207.
- MCCLINTOCK, J.B.; AMSLER, M.O.; AMSLER, C.D.; SOUTHWORTH, K.J.; PETRIE, C. & BAKER, B.J. 2004. Biochemical composition, energy content and chemical antifeedant and antifoulant defenses of the colonial Antarctic ascidian *Distaplia cylindrica*. *Marine Biology*, 145: 885–894.

- MCCUNE, B. & M.J. MEFFORD. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.0, MjM software design. Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MILLAR, R.H. 1960. *Ascidacea. Discovery reports. Vol. 30.* London: Cambridge University Press.
- MIYATA, Y.; DIYABALANAGE, T.; AMSLER, C.D.; MCCLINTOCK, J.B.; VALERIOTE, F.A. & BAKER, B.J. 2007. Ecdysteroids from the antarctic tunicate *Synoicum adareanum*. *Journal of Natural Products*, 70: 1859–1864.
- MONNIOT, F. 1986. Urochordata — Tunicata: les ascidies interstitielles. *In Stygofauna mundi: a faunistic, distributional, and ecological synthesis of the world fauna inhabiting subterranean waters (including the marine interstitial). Edited by L. Botosaneanu.* Brill and Backhuys, Leiden, the Netherlands. pp. 705–708.
- MONNIOT, C. & MONNIOT, F. 1983. Ascidies Antarctiques et Subantarctiques: Morphologie et Biogéographie. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*, 125 : 1–168.
- MONNIOT, C.; MONNIOT, F. & LABOUE, P. 1991. Coral reef ascidians of New Caledonia. Orstom, Paris. 246p.
- MONNIOT, C. & MONNIOT, F. 1994. Ascidians collected in the Weddell Sea by the RV "Polarstern" (EPOS cruise leg 3). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*, 16: 13–37.
- MONNIOT, F.; DETTAL, A.; ELEAUME, M.; CRUAUD, C & MEZIANE, N. 2011. Antarctic Ascidians (Tunicata) of the French-Australian survey CEAMARC in Terre Adélie. *Zootaxa*, 2817: 1–54.
- MOURA, R.B. 2009. *Estudo taxonômico dos Holothuroidea (Echinodermata) das Ilhas Shetland do Sul e do Estreito de Bransfield, Antártica.* Dissertação de mestrado, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 111p.
- NARANJO, S.A.; CARBALLO, J.L. & GARCÍA-GÓMEZ, J.C. 1996. Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators? *Marine Ecology Progress Series*, 144: 119-131.
- NONATO, E.F.; BRITO, T.A.S.; PAIVA, P.C.D.; PETTI, M.A.V. & CORBISIER, T.N. 2000. Benthic megafauna of the nearshore zone of Martel Inlet (King George

- Island, South Shetland Islands, Antarctica): depth zonation and underwater observations. *Polar Biology*, 23: 580-588.
- NÚÑEZ-PONS, L.; FORESTIERI, R.; NIETO, R.M.; VARELA, M.; NAPPO, M.; RODRÍGUEZ, J.; JIMÉNEZ, C.; CASTELLUCCIO, F.; CARBONE, M.; RAMOS-ESPLÁ, A.; *et al.* 2010. Chemical defenses of tunicates of the genus *Aplidium* from the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology*, 33: 1319–1329.
- OLIVEIRA, M.C. 2001. *Ascidiacea da Baía do Almirantado, Ilha Rei George Antártica*. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico/USP, São Paulo, SP. Brasil.
- OLIVEIRA, E.C.; ABSHER, T.M.; PELLIZZARI, F.M. & OLIVEIRA, M.C., 2009. The seaweed flora of Admiralty Bay, King George Island, Antarctic. *Polar Biology*, 32: 1639-1647.
- OSMAN, R.W. & WHITLATCH, R.B. 1995. The influence of resident adults on larval settlement: experiments with four species of ascidians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 190 (2): 199-220.
- PAIVA, P.C. 2001. Spatial and Temporal Variation of a Nearshore Benthic Community in Southern Brazil: Implications for the Design of Monitoring Programs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 423-433.
- PAWLIK, J.R. 1992. Chemical ecology os the settlement of benthic mrin envertebrates. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, 30: 273-335.
- PRIMO, C. & VÁZQUEZ, E. 2007a. Zoogeography of the Antarctic ascidian fauna in relation to the sub-Antarctic and South America. *Antarctic Science*, 19: 321–336.
- PRIMO C. & VÁZQUEZ E. 2007b. Ascidiens collected during the Antarctic Spanish Expedition CIEMAR 99/00 in the Bransfield and Gerlache straits. *Journal of Natural History*, 41: 1775–1810.
- PRIMO, C. & VÁZQUES, E. 2009. Antarctic ascidians: an isolated and homogeneous fauna. *Polar research*, 28: 403-414.
- PRUSZAK, Z. 1980. Currents circulation in the waters of Admiralty Bay (region of Arctowski Station on King George Island). *Polish Polar Research*, 1: 55-74.

- RAKUSA- SUSZCZEWSKI, S. 1989. Environmental conditions and the functioning of Admiralty (South Shetland Islands) as part of the near shore Antarctic ecosystem. *Polish Polar Research*, 1(1):11-27.
- RAMOS-ESPLÁ, A.A.; CÁRCEL, J.A. & VARELA, M. 2005. Zoogeographical relationships of the littoral ascidiofauna around the Antarctic Peninsula, in the Scotia Arc and in the Magellan region. *Scientia Marina*, 69: 215-223.
- RAVEENDRAN, T.V. & LIMMA MOL, V.P. 2009. Natural product antifoulants. *Current Science*, 97 (4): 508-520.
- ROBAKIEWICZ, M. & RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. 1999. Application of 3D circulation model to Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polish Polar Research*, 20 (1): 43-58.
- ROBBINS, I.J. 1984. The regulation of ingestion rate, at high suspended particulate concentrations, by some phleobranchiate ascidians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 82: 1-10.
- ROCHA, R.M. 1988. *Ascídias coloniais do canal de São Sebastião, SP: aspectos ecológicos*. Dissertação de mestrado, Instituto de Biologia/UNICAMP, Campinas, SP. Brasil.
- ROCHA, M.R.; ZANATA, T.B. & MORENO, T.R. 2012. Keys for the identification of families and genera of Atlantic shallow water ascidians. *Biota Neotropica*, 12(1): 1-35.
- RODRIGUES, M.; MAHIQUES, M.M; SOUZA, L.A.P.; FARIA, E.O. & TOLENTINO, C.V. 2003. Caracterização da superfície de fundo da Enseada Martel (Ilha Rei George, Antártica) por meio do Sonar de Varredura Lateral. In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica – SBGf, 8. Rio de Janeiro, RJ, 14 a 18 de setembro de 2003. Boletim de Resumos Expandidos. CD-ROM.
- RODRIGUES, S.A.; LOTUFO, T. & ROCHA, R.M. 1999. Ascidiacea In: Migotto, A.E. & Tiago, C.G. (Eds), Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 3: invertebrados marinhos, 287-292. FAPESP, São Paulo.
- SAHADE, R.; TATIÁN, M.; KOWALKE, J.; KÜHNE, S. & ESNAL, G.B. 1998. Benthic faunal associations on soft substrates at Potter Cove, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 19: 85-91.

[C10] Comentário: Tá assim no artigo é só olhar. Também achei estranho. Tudo bem que antes estava com somente a primeira letra maiúscula, mas agora eu coloquei todas.
http://www.currentscience.ac.in/Downloads/article_id_097_04_0508_0520_0.pdf

- SARUKHANYAN E.J. & TOKARCZYK R. 1988. Coarse-scale hydrological conditions in Admiralty Bay, King George Island, West Antarctica, summer 1982. *Polish Polar Research*, 9 (1): 121–132.
- SHENKAR, N. & LOYA, Y. 2008. Population dynamics of a coral reef ascidian in a deteriorating environment. *Marine Ecology Progress Series*, 367:163-171.
- SLUITER, C.P. 1906. *Tuniciers. (Tunicates.) Expédition Antarctique Française (1903–1905). Vol. 6.* Paris: Masson.
- SICINSKI, J. 2004. POLYCHAETES of Antarctic sublittoral in the proglacial zone (King George Island, South Shetlands Islands). *Polish Polar Research*: 25 (1): 67-96.
- SICINSKI, J.; JAZDZEWSKI, K.; DE BROYER, C.; PRESLER, P.; LIGOWSKI, R.; NONATO, E.F.; CORBISIER, T.N.; PETTI, M.A.V.; BRITO, T.A.S.; LAVRADO, H.P.; BLAZEWICZ-PASZKOWYCZ, M.; PABIS. K.; JAZDZEWSKA, A. & CAMPOS, L.S. 2011. Admiralty Bay Benthos Diversity – a census of a complex polar ecosystem. *Deep-Sea Research II*, 58: 30-48.
- SNEATH, P.H.A & SOKAL. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, J.E. 1981. *Biometry*. Freeman, San Francisco.
- STOECKER, D. 1978. Resistance of a tunicate to fouling. *The Biological Bulletin*, 155 (3):615–626.
- STOECKER, D. 1980. Relationships between chemical defense and ecology in benthic ascidians. *Marine Ecology Progress Series*, 3: 257–265.
- STRATHMANN R.R., KENDALL R.L. & MARSH A.G. 2006. Embryonic and larval development of a cold adapted Antarctic ascidian. *Polar Biology* 29, 495–501.
- SUGUIO, K., 1973, *Introdução a Sedimentologia*. Ed.Edgard Blucher, EDUSP, São Paulo, 317p.
- SVANE, I., & YOUNG, C.M. 1989. The ecology and behaviour of ascidian larvae. *Oceanogr. Marine Biology Annual Reviews*, 27: 45–90.
- SZAFRAŃSKI, Z. & LIPSKI, M. 1982. Characteristics of water temperature and salinity at Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic) during the austral summer 1978/1979. *Polish Polar Research*, 3 (1–2): 7–24.

- TATIAN, M.; SAHADE, R.J.; DOUCET, M.E. & ESNAL, G.B. 1998. Ascidians (Tunicata, Ascidiacea) of Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*, 10 (2): 147-152.
- TATIÁN, M.; ANTACLI, J.C. & SAHADE, R. 2005. Ascidians (Tunicata, Ascidiacea): species distribution along the Scotia Arc. *Scientia Marina*, 69: 205–214.
- TEIXIDÓ, N.; GARRAMBOU, J.; GUTT, J & ARNTZ, W.E. 2007. Iceberg Disturbance and Successional Spatial Patterns: The Case of the Shelf Antarctic Benthic Communities. *Ecosystems*, 10: 142-157.
- THURMAN, H.V. 1994. Waves. *In: Introduction Oceanography*. 7th ed. Macmillan, New York, pp.226-249.
- TOURON, X. 1988. Distribución ecológica de las ascidias em las costas de Cataluña e Islas Baleares (Mediterráneo Occidental). *Miscellania Zoologica*, 12: 219-236.
- TSUDA, M.; KAWAKAMI, I. & SHIRAISHI, S. 2003. Sensitization and habituation of the swimming behavior in ascidian larvae to light. *Zoological Science*, 20: 13–22.
- VAN NAME, W. G. 1945. *The north and south American ascidians*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 84: 1-475.
- VARELA, M.M.; MATOS-PITA, S.S. & RAMOS-ESPLÁ, A.A. 2008. New report of the Antarctic ascidian *Corella eumyota* (Tunicata: Ascidiacea) on the Galician coast (north-west Spain). *Marine Biodiversity Records*, 1: 1-3.
- WAHL, M., 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*, 58: 175-189.
- WAHL, M. 1997. *Living attached: aufwuchs, fouling, epibiosis*. Fouling organisms of the Indian Ocean: biology and control technology. Oxford & IBH Publ. Co. Put Ltd., New Delhi, pp. 31-83.
- WAHL, M. 2008. Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment. *Biofouling*, 24: 427-438.
- WAHL, M. & BANAIKS, B. 1991. Marine epibiosis. III. Possible antifouling defense adaptations in *Polysyncraton lacazei* (Giard) (Didemnidae, Ascidiacea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 145 (1): 49-63.

WEBER, R.R & MONTONE, R.C. (Coord). 2006. Rede 2: Gerenciamento ambiental na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Antártica. 259 pp.

YAMAGUCHI, M. 1975. Growth and Reproductive Cycles of the Marine Fouling Ascidians *Ciona intestinalis*, *Styela plicata*, *Botrylloides violaceus*, and *Leptoclinum mitsukurii* at Aburatsubo-Moroiso Inlet (Central Japan). *Marine Biology* 29: 253-259.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3a Edição. Prentice Hall. New Jersey. 602pp.

8. Anexos

Anexo I: Distância das pistas para cada um dos 16 setores angulares de todas as estações rasas analisadas. Ao final está apresentado o valor das pistas médias, que representam o grau de exposição ao movimento da água destas localidades. Legenda: **N** - norte; **NNE** – norte-nordeste; **NE** – nordeste; **ENE** – este-nordeste; **E** - leste; **ESSE** – sul-sudeste; **SE** – sudeste; **SSE** – sul-sudeste; **S** – sul; **SSW** – sul-sudoeste; **SW** – sudoeste; **WSW** – oeste-sudoeste; **W** – oeste; **WNW** – oeste-noroeste; **NW** – noroeste; **NNW** – norte-noroeste.

Pontos cardeais	Distância das pistas (em km)				
	Ponta Hennequin	EACF	Ponta Ullmann	Ponta Botany	Refúgio II
N	3,48	2,37	0,43	2,23	0,78
NNE	6,02	2,22	0,49	2,21	0,77
NE	5,14	2,61	0,58	3,32	0,72
ENE	0,31	2,29	1,75	3,37	0,57
E	0,18	4,51	2,04	1,22	0,37
ESSE	0,21	2,51	1,52	0,14	0,37
SE	146,55	2,25	1,55	0,17	0,45
SSE	134,03	2,23	2,14	0,19	1,04
S	130,43	2,65	1,92	0,18	1,40
SSW	8,69	12,69	1,87	0,18	10,67
SW	6,42	9,28	2,36	0,20	4,46
WSW	5,68	6,41	15,71	0,49	4,48
W	4,22	5,54	2,65	5,90	1,05
WNW	4,88	4,02	2,20	2,86	0,99
NW	5,94	0,60	0,41	4,15	0,85
NNW	3,72	2,49	0,42	3,89	0,78
Média	29,12	4,04	2,38	1,92	1,86

Anexo II: Relação entre as biomassas de ascídias da espécie *Ascidia challengerii* como basebiontes e seus epibiontes.

Amostras	Biomassa basebionte (g)	Biomassa epibionte (g)	Epibionte/ Basebionte
HE1	252,51	45,15	0,18
HE2	54,25	10,25	0,19
HE3	61,80	1,49	0,02
CF2	8,84	0,00	0,00
CF3	1,90	0,00	0,00
PU1	910,42	71,05	0,08
PU2	595,96	17,73	0,03
PU3	1201,79	89,76	0,07
BP1	1068,31	19,88	0,02
BP2	382,00	1,54	0,00
BP3	4,06	0,00	0,00
RFII_1	68,57	0,53	0,01
RFII_2	14,21	8,51	0,60
RFII_3	46,34	0,00	0,00