

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
BIOLÓGICA

**ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NOS CENÁRIOS
MORFODINÂMICOS DE PRAIAS ARENOSAS NÃO
URBANIZADAS DO EXTREMO SUL DO BRASIL**

EDWIN JESÚS LAINAS ARAUJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: Prof. Dr. Leonir André Colling

RIO GRANDE
2020

AGRADECIMENTOS

No primeiro lugar agradecer a Deus, a meus pais Laura Araujo Morales e José Lainas Larraín, a meu irmão Winston Lainas Araujo, e a Angelica C. Guevara, pelo constante apoio emocional, conselhos e fortaleza, já que com eles do meu lado, esta experiência foi muito mais amena.

Ao Dr. Leonir André Colling, quem considero como um pai, já que foi a pessoa que contribuiu de maneira incalculável no meu crescimento pessoal e profissional o tempo todo. Agradeço infinitamente pela sua orientação paciente e bom humor, ao longo da escrita do projeto, apresentações dos trabalhos no COLACMAR, as saídas de campo e finalmente na escrita da dissertação e o primeiro artigo.

Ao PPGOB e aos professores, em especial ao professor Dr. Juliano Marangoni e Dr. Mauricio Camargo pela ajuda e ter motivado meu interesse no estudo da Estatística durante as aulas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento dos estudos de pós-graduação através da concessão de uma bolsa, e à Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) que deu suporte financeiro para as apresentações dos trabalhos no COLACMAR, e outras atividades acadêmicas.

Gostaria de agradecer também a Dairana Misturini, Christian Torres, Jhoe Reyes, Fernando Batistella, Wagner Costa, Davi De Vasconcellos Machado, Luís Roberto Bueno, Talles Lisboa e Fatima, pela grande amizade, agradáveis momentos e ajuda nas diferentes aprendizagens.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos pela parceria e as suas críticas, do mesmo modo à Pró-reitoria de Assuntos Estudantis pela ajuda constante.

Aos membros da banca, Dra. Ilana Zalmon, Dr. Alexandre Garcia e Dr. Raphael Mathias Pinotti, quem com as suas sugestões e críticas contribuíram ao aprimoramento desta dissertação.

Finalmente, tenho que agradecer a todas as pessoas que conheci ao longo desta experiência, amigos e colegas, que contribuíram ao meu crescimento acadêmico, pessoal e espiritual.

ÍNDICE

Conteúdo

RESUMO.....	1
ABSTRACT:	2
1. INTRODUÇÃO:.....	3
2. METODOLOGIA.....	8
2.1. Área de Estudo:.....	8
2.2. Amostragem Biológica:	10
2.3. Parâmetros Ambientais	12
2.4. Análise de Dados.....	12
2.4.1. Análises Univariadas	13
2.4.2. Análises Multivariadas	14
3. RESULTADOS:.....	15
3.1. Variáveis Ambientais:.....	15
3.2. Macrofauna:	20
3.3. Guildas Tróficas	25
3.4. Análises Multivariadas:.....	29
3.5. Tamanhos Corporais	35
4. DISCUSSÃO:.....	39
5. CONCLUSÃO:.....	48
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	49
LISTA DE TABELAS.....	59
LISTA DE FIGURAS.....	60

RESUMO

Praias arenosas oceânicas são modeladas pela energia das ondas, regime de marés e propriedades do sedimento. A sinergia destes fatores determina cenários morfodinâmicos desde o extremo refletivo com granulometria grossa e ondas que liberam sua energia sobre um perfil praiial íngreme, até os dissipativos, compostos por grãos de menor tamanho e ondas que dissipam sua energia sobre um perfil praiial plano. Diferentes estudos evidenciam que a diversidade e a densidade da macrofauna bentônica, assim como as abundâncias dos suspensívoros e detritívoros aumentam de cenários refletivos aos dissipativos. No entanto, o tamanho corporal não apresenta padrões muito claros. Neste contexto, as praias não urbanizadas do Taim (A1) e Concheiros (A2) foram analisadas através da coleta de 36 amostras biológicas para cada praia, divididas em 18 por setor e 9 por ponto cada uma, durante a Primavera I - 2018, Verão I - 2019, Verão II - 2019, Outono I - 2019 e Outono II - 2019. Foi utilizado um amostrador cilíndrico de PVC de 20 cm de diâmetro aprofundado 30 cm no sedimento para a coleta biológica. As amostras foram peneiradas em malhas de 0,5 mm e conservadas em formol 10%. Amostras para análises granulométricas (50g) foram coletadas seguindo o mesmo plano amostral das amostragens biológicas, para as estações da Primavera I - 2018 e Outono II - 2019. As análises granulométricas permitiram caracterizar a praia do Taim como dissipativa e a praia dos Concheiros como refletiva. Foi registrado um total de 21 *taxa*, com maiores densidades, diversidade e percentuais de organismos suspensívoros e detritívoros para a praia do Taim, quando comparada à praia dos Concheiros, que mostrou ser habitada principalmente por predadores. Em relação aos tamanhos corporais, os resultados não mostraram evidências claras para estabelecer tendências entre praias; no entanto o poliqueta *Hemipodia* sp. mostrou maiores tamanhos para o cenário refletivo, e menores no cenário dissipativo. Foram observadas diferenças sazonais com maiores densidades para estações quentes (primavera-verão) e menores para as frias (outono). Além disso, foi observado que as espécies *Amarilladesma mactroides* (Bivalvia), *Donax hanleyanus* (Bivalvia), *Emerita brasiliensis* (Malacostraca) e *Scolecopsis gaucha* (Polychaeta) foram as responsáveis destas diferenças.

Palavras chave: perfis morfodinâmicos, clima do espraiamento, macrofauna bentônica.

ABSTRACT:

Oceanic sandy beaches are structured by wave energy, tidal regime and sediment properties. The synergy of these factors determines a gradient of morphodynamic scenarios, the reflective with coarse sediments and waves that release their energy over a steep beach profile, and the dissipative, composed of smaller sediments and waves that dissipate their energy over a flat beach profile. Different studies show that the diversity and density of benthic macrofauna, as well as the abundance of suspension and detritus feeders increase from reflective to dissipative scenarios. However, body size does not present clear patterns. In this context, the non-urbanized beaches of Taim (A1) and Concheiros (A2) were analyzed by collecting 36 biological samples for each beach, divided into 18 per sector and 9 per point each, during Spring I - 2018, Summer I - 2019, Summer II - 2019, Fall I - 2019 and Fall II - 2019. It was used a PVC core with 20 cm diameter, applied 30 cm depth in the sediment for the biological samplings. The samples were sieved in 0.5 mm mesh and conserved in 10% formalin. Samples for granulometric analysis (50g) were collected following the same sampling plan for the biological samplings, for the seasons of Spring I - 2018 and Autumn II - 2019. The granulometric analysis characterized Taim Beach as dissipative and Concheiros Beach as reflective. A total of 21 *taxa* were recorded, with higher densities, diversity and percentages of suspension and detritus feeders for Taim Beach, when compared to Concheiros Beach, which was inhabited mainly by predators. Regarding body sizes, the results showed no clear evidence to establish trends among beaches. However, the polychaete *Hemipodia* sp. showed larger sizes for the reflective scenario, and smaller sizes for the dissipative scenario. Seasonal differences were observed with higher densities during warmer seasons (Spring - Summer) and smaller for cold seasons (Autumn). The species *Amarilladesma mactroides* (Bivalvia), *Donax hanleyanus* (Bivalvia), *Emerita brasiliensis* (Malacostraca) and *Scolelepis gaucha* (Polychaeta) were responsible for these differences.

Key Words: morphodynamic profiles, swash climate, benthic macrofauna.

1. INTRODUÇÃO:

As praias arenosas são ecossistemas que *a priori* podem lembrar desertos, devido às grandes deposições de areia e a ausência de vida aparente na sua superfície sedimentar. Porém, estes ambientes costeiros, localizados na transição entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, apresentam uma grande abundância de organismos e ampla variabilidade espaço-temporal na sua estrutura e composição específica, o que os torna dinâmicos e complexos. Estes ambientes estão amplamente distribuídos pelo planeta em diferentes latitudes e ocupam entre 60% e 67 % das costas livres de gelo (Bird 1996, McLachlan & Defeo 2017).

Estes ecossistemas apresentam uma grande amplitude de tamanhos, graus de morfodinamismo, características granulométricas e condições oceanográficas (Davies 1973, Rodil & Lastra 2004). Além disso, proporcionam importantes serviços ecológicos (McLachlan et al. 1985, McLachlan 1989) como a reciclagem de matéria orgânica (Kotwicki et al. 2005), áreas de desenvolvimento de importantes tramas tróficas costeiras e distintos habitats para uma importante diversidade biológica, formando assembleias e comunidades que podem incluir bactérias, protozoários, invertebrados bentônicos, peixes, aves, répteis e mamíferos. Apesar de não apresentar uma vegetação fixa, a produção primária é importante e essencial, desenvolvida principalmente por microalgas planctônicas da Classe Bacillariophyceae e diatomáceas na zona de surfe (Schlacher et al. 2014, McLachlan & Defeo 2017).

As praias arenosas, de modo geral, são caracterizadas e definidas fisicamente pela atuação sinérgica de três fatores ambientais muito importantes: a energia das ondas, o regime das marés e o material sedimentar não consolidado (McLachlan 2001, McLachlan & Dorvlo 2005). A intensidade da ação energética das ondas, que condiciona o tamanho dos grãos de areia depositados e o perfil praiial esculpido, determina seis cenários morfodinamicamente distintos: um cenário refletivo, com uma curta zona de surfe, ondas curtos períodos que liberam sua energia diretamente sobre um perfil praiial íngreme, permitindo somente a deposição de sedimentos grossos, retenção de água quase nula e alta penetrabilidade do substrato; um cenário dissipativo, caracterizado pela dissipação progressiva e lenta da energia

das ondas em um perfil praiar mais plano e com uma zona de surfe mais ampla, onde as areias finas ou muito finas são depositadas, há uma maior retenção de água e baixa penetrabilidade do substrato; e quatro cenários intermediários, os quais resultam da transição entre os estados morfodinâmicos dissipativo e refletivo, apresentando propriedades de ambos extremos (Short & Wright 1983, Calliari et al. 2003).

O zoobentos de praias arenosas depende intimamente do sedimento e suas propriedades, apresentam formas e tamanhos corporais muito variáveis, e estão altamente adaptados para estes ambientes. Um dos componentes zoobentônicos que tem recebido maior atenção pelos ecólogos é a macrofauna de invertebrados bentônicos, organismos que apresentam um tamanho corporal capaz de ser retido em uma malha de 0,5 mm de abertura de poro, sendo formada principalmente pelos grupos taxonômicos Crustacea, Mollusca e Polychaeta (McLachlan & Defeo 2017). A macrofauna bentônica residente de praias arenosas é diversa e abundante (Brown & McLachlan 1990), e exibe variações espaciais (James & Fairweather 1996, Neves et al. 2007) e temporais (Baron & Clavier 1994, Silva et al. 2008) significativas em seus descritores ecológicos e populacionais (abundância, diversidade, densidade e tamanho corporal) causadas pelas condições impostas pelos diferentes cenários morfodinâmicos (Ortega et al. 2011).

De forma geral, os descritores ecológicos, abundância (McLachlan & Dorvlo 2007, Defeo & McLachlan 2011) e diversidade (Brazeiro 2001, Bergamino et al. 2011) apresentam valores mais baixos em cenários refletivos. Estas tendências são atribuídas ao rigoroso controle exercido pela energia das ondas que causa a ressuspensão e transporte sedimentar dos grãos finos e leves, deixando depositados os grãos mais grossos e pesados (Brazeiro 1999, Defeo & McLachlan 2013). Estudos de macroescala das assembleias de macroinvertebrados bentônicos de praias arenosas mostram que a riqueza específica decresce com o incremento do tamanho médio dos grãos de sedimento (McLachlan & Dorvlo 2005, Barboza & Defeo 2015). Ao contrário, em praias dissipativas onde a ação hidrodinâmica e transporte sedimentar são menores, o predomínio de areias finas e muito finas permite um aumento da abundância e diversidade do macrozoobentos (McLachlan & Dorvlo 2005, Barboza & Defeo 2015), onde crescem em importância as interações ecológicas (Defeo & McLachlan 2005).

O movimento turbulento gerado pelo *swash* e *backwash* sobre a face praial, quando a onda perturba e pode transportar os grãos é denominado espraçamento, e o rigor com que este se apresenta nos diferentes cenários praias determina o clima de espraçamento (Junior & Pereira 2017). Este é um componente que condiciona de maneira muito importante a macrofauna bentônica de praias arenosas (McArdle & McLachlan 1991), atuando como estruturador espacial das assembleias de macroinvertebrados bentônicos (Covazzi et al. 2001). A hipótese que tenta explicar como é realizado o controle da macrofauna bentônica imposto pelo clima do espraçamento nas praias arenosas é a *Hipótese de Exclusão do Espraçamento* (McLachlan et al. 1993). Ela tem sido amplamente testada e propõe que a diversidade, abundância e biomassa da macrofauna bentônica aumenta gradualmente desde os cenários refletivos aos cenários dissipativos (McLachlan & Brown 2006).

Algumas espécies que compõem as assembleias de macroinvertebrados bentônicos parecem (ou sugerem) não ser afetadas ou impedidas de se estabelecer e prosperar em ambientes com um rigoroso clima do espraçamento, como os crustáceos *Atlantorchestoidea brasiliensis* (Dana, 1853) (Gómez & Defeo 1999), *Emerita brasiliensis* Schmitt, 1935 (Defeo et al. 2001), *Excirolana armata* (Dana, 1853) (Cirolanidae) (Defeo et al. 1997) e *Excirolana brasiliensis* Richardson, 1912 (Defeo & Martinez 2003), que apresentam maior abundância, biomassa e baixa mortalidade natural na zona entremarés de praias refletivas. Em um estudo de 11 praias da costa noroeste da Península Ibérica, evidenciou-se que praias com perfis íngremes e zona de espraçamento severos (refletivas) apresentam uma alta densidade e diversidade de crustáceos escavadores (Incera et al. 2006). No mesmo contexto, em praias do Rio de Janeiro, o poliqueta *Hemipodia californiensis* (Hartman, 1938) apresentou uma alta frequência em condições refletivas (Cardoso & Veloso 1997, Machado 2016) e altos valores de abundância em praias com granulometria grossa (Andrade et al. 2016) e intenso hidrodinamismo (Costa et al. 2019). Estes resultados sugerem que algumas espécies escavadoras ágeis como os crustáceos (Brazeiro 2001) e poliquetas com enormes faringes equipadas com 4 dentes (Fauchald & Jumars 1979), apresentam uma maior resiliência e resistência ao morfodinamismo imposto nestes ambientes (McLachlan & Defeo 2017, Costa et al. 2019).

O desenvolvimento corporal (tamanho do corpo) de algumas das espécies que compõem as assembleias de macroinvertebrados bentônicos parece responder às condições impostas pelo morfodinamismo (Defeo & Cardoso 2004). E este é um dos parâmetros biológicos que tem sido explorados em trabalhos de ecologia de praias arenosas, no entanto ainda pouco compreendido (McLachlan & Dorvlo 2007). De modo geral, o tamanho corporal decresce gradualmente desde os cenários refletivos aos dissipativos (McLachlan 1990, McLachlan & Dorvlo 2007), sendo resultado da exclusão gerada pela turbulência e dinâmica sedimentar sobre os tamanhos corporais menores nas praias refletivas (McLachlan & Defeo 2017). Estas tendências foram observadas para os crustáceos *Excireolana hirsuticauda* Menzies, 1962 em praias intermediárias com tendências refletivas da costa centro-sul do Chile (Jaramillo & McLachlan 1993) e para *E. braziliensis* na praia refletiva Arachania, no Uruguai (Defeo & Martinez 2003). Por outro lado, *Emerita brasiliensis* não mostrou respostas muito claras quando considerado o fator sexo: as fêmeas apresentam maior tamanho corporal em praias dissipativas e os machos comprimentos máximos em praias refletivas, em praias do sudoeste brasileiro (Defeo & Cardoso 2004). Porém, bivalves como *Donax hanleyanus* Philippi, 1847 (McLachlan et al. 1995, Defeo & McLachlan 2011) e *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854) (Manta et al. 2016), apresentam uma tendência inversa, sendo encontrados os maiores tamanhos nas praias dissipativas do Uruguai (McLachlan et al. 1993), além de maior massa corporal e menor mortalidade nestas condições (Defeo et al. 2001).

É indicado que os modos de alimentação (guildas tróficas) da macrofauna bentônica estabelecidos em praias arenosas, são estruturados pelo morfodinamismo nos diferentes cenários. Trabalhos já realizados mostram que praias que fornecem grandes quantidades de matéria orgânica e detrito exibem numerosas guildas tróficas onde os suspensívoros / filtradores e detritívoros / depositívoros compõe a dieta dos predadores / catadores (McLachlan & Defeo 2017). Além disso, Defeo & McLachlan (2011) através de um estudo na costa Atlântica, desde o sul brasileiro até o Uruguai, reportam um maior número de espécies predadoras e suspensívoras em praias morfodinamicamente refletivas.

A extensa planície costeira do extremo sul do Brasil exhibe um perfil praias heterogêneo ao longo de 220 km, compreendido entre os molhes da praia do Cassino e os

molhes da Barra do Chuí (Calliari & Klein 1993). Esta região encontra-se dominada por cenários dissipativos / intermediários, sedimentos finos e influenciada pelo regime de micromarés (Calliari & Klein 1993, Pereira et al. 2010). Porém, apresenta ao sul uma faixa de aproximadamente 30 km de extensão denominada “Praia dos Concheiros”, caracterizada pela presença de sedimentos bimodais (areias finas quartzosas e cascalho biodetrítico), qualificada como intermediária com tendências refletivas (Calliari & Klein 1993, Barros et al. 1994). A praia dos Concheiros foi investigada quanto à composição das assembleias da macrofauna bentônica em uma situação de inverno (Barros et al. 1994) e sua variabilidade sazonal (Minasi 2013), sendo *H. californiensis*, *D. hanleyanus*, *E. brasiliensis*, *Scolecipis gaucha* (Orensanz & Gianuca, 1974) e *E. armata* as principais espécies componentes desta praia (Barros et al. 1994, Minasi 2013).

Mais ao norte está localizada a Estação Ecológica do Taim, reconhecida como *hot spot* de aves migratórias, que mostra não estar influenciada significativamente pelo impacto antrópico causado pelo turismo (Villanueva et al. 2000, Motta Marques et al. 2002). Numerosos trabalhos sobre ecologia de macroinvertebrados bentônicos têm sido desenvolvidos nas porções dissipativas da praia do Cassino (ao norte das praias do Taim e Concheiros), em temas relacionados à zonação (Neves et al. 2007), variação sazonal (Silva et al. 2008) e quanto à influência de impacto antrópico do trânsito de carros e pedestres sobre as populações de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Girão 2009) e *Thoracophelia furcifera* Ehlers, 1897 (Viana 2008, Bom & Colling 2020). Também tem sido abordados estudos relacionados à biomassa das espécies dominantes *A. mactroides*, *D. hanleyanus* e *S. gaucha* (Queiroz 2008), as tramas tróficas, a influência dos sangradouros, das cúspides e embancamentos (Pinotti 2014), efeitos da deposição de lama na praia (Gerundo et al. 2019) e estudos da ecologia trófica através de isótopos estáveis (Garcia et al. 2019) das assembleias de macroinvertebrados bentônicos. Entretanto, tem sido pouco investigadas as comparações entre áreas dissipativas e refletivas sem impacto antrópico relativas à composição específica, as variações em relação aos tamanhos corporais dos organismos e sua relação com estes cenários morfodinâmicos.

Considerando a grande variabilidade espacial nas características morfodinâmicas encontradas nas praias arenosas do extremo sul do Brasil, é de se esperar que a estrutura

ecológica das assembleias e a estrutura de tamanhos dos espécimes do macrozoobentos respondam espacialmente ao morfodinamismo. Em ambientes de praias dissipativas não urbanizadas (Praia do Taim), espera-se altos valores de densidade, diversidade e número de guildas tróficas de macrofauna bentônica, devido à menor pressão de origem antrópica se comparada às praias próximas aos centros urbanos, assim como praias não urbanizadas e com morfodinamismo mais severos (Praia dos Concheiros). Por outro lado, espera-se que os tamanhos corporais mostrem máximos valores para a praia dos Concheiros quando comparada à praia do Taim. A presente dissertação tem por objetivo principal analisar a estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos através de seus principais descritores ecológicos como densidade, diversidade e tamanho médio dos organismos, em relação aos cenários morfodinâmicos encontrados nas praias arenosas não urbanizadas do Extremo sul do Brasil. Desta maneira, entende-se que seja um instrumento essencial para futuras abordagens sobre eventuais respostas às perturbações, quando comparadas a ambientes impactados.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo:

O estudo foi desenvolvido em duas áreas morfodinamicamente distintas localizadas no extremo sul do Brasil. A primeira área se encontra na Praia do Taim, situada a aproximadamente 63 km ao sul dos molhes da Barra de Rio Grande, adjacente à Estação Ecológica do Taim (Unidade de Conservação Federal com uma área de aproximadamente 2,254 km²) (Motta Marques et al. 2002), onde não são registrados os impactos antrópicos que ocorrem ao norte (Praia do Cassino). Este é um trecho de praias classificado como intermediária com tendências dissipativas, esculpindo um perfil plano (<3,2°) composto por areias finas (Pereira et al. 2010) (Fig. 1). A segunda área se localiza entre os quilômetros 175 e 205 ao sul dos molhes da Barra de Rio Grande, uma faixa de aproximadamente 30 Km de extensão denominada praia dos Concheiros. Ela apresenta uma declividade íngreme (>5°) modelada pela forte energia das ondas, e uma composição sedimentar bimodal formada predominantemente por areias medias quartzosas e fragmentos de conchas, o que a

caracteriza como uma praia intermediária com tendências refletivas (Calliari & Klein 1993, Barros et al. 1994) (Fig. 2).



Figura 1. Imagens da praia do Taim (intermediária com tendência dissipativa), composta por areias finas, adjacente à Estação Ecológica do Taim.

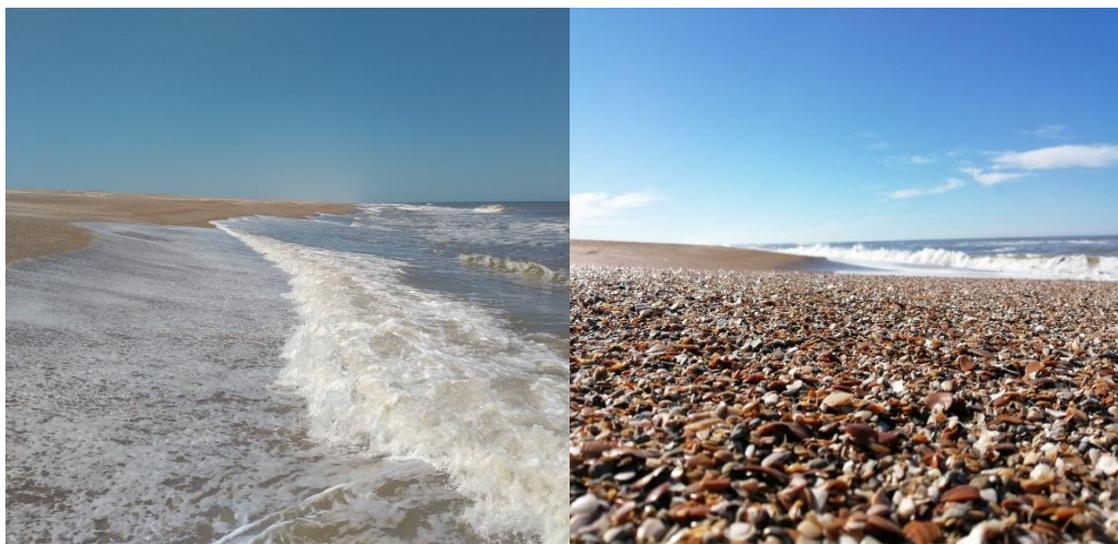


Figura 2. Imagens da praia dos Concheiros (Intermediária com tendências refletivas), caracterizada pela presença de perfis íngremes e composta pelo acúmulo de sedimentos biodetríticos.

2.2. Amostragem Biológica:

As amostragens foram realizadas em duas áreas sem impacto antrópico evidente: a primeira área (A1) situada na praia do Taim com tendências dissipativas. No desenho amostral ela foi representada por dois setores: S1 (32° 37' 51,0" S - 52° 25' 25,2" W) e S2 (32° 38' 34,4" S - 52° 25' 37,2" W). A segunda área (A2), localizada na praia dos Concheiros, um cenário intermediário com tendências refletivas. Esta foi representada pelos setores: S3 (33° 19' 46,6" S - 52° 50' 04,6" W) e S4 (33° 31' 54,1" S - 53° 05' 15,9" W). As coordenadas geográficas foram marcadas com um GPS (Garmin etrex). Cada setor das duas áreas foi representado por dois pontos (P1 e P2) distantes 100 m entre si, cada um com três transectos perpendiculares à linha de praia separados por 3 metros, amostrados em três níveis na zona do varrido: Superior do Varrido (SV), Médio do Varrido (MV) e Inferior o Varrido (IV) separados por 5 m um do outro (Fig. 3 a, b). Com relação à temporalidade, foram realizadas coletas com intervalos de 45 dias de acordo com as sazesões: Primavera I - 2018, Verão I - 2019, Verão II - 2019, Outono I - 2019 e Outono II - 2019, totalizando 36 amostras por praia, para cada período de amostragem.

As coletas foram feitas com auxílio de um tubo de PVC cilíndrico de 20 cm de diâmetro (0,03 m²) aplicado a 30 cm no interior do substrato (McLachlan & Defeo 2017). Cada amostra foi peneirada em malha de nylon com abertura de poro de 0,5 mm para retenção da macrofauna (Holme & McIntyre 1984). O conteúdo retido na malha foi armazenado em sacos plásticos e fixado com formalina 10% no campo e transportado no mesmo dia ao Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos (IO-FURG). No Laboratório os macroinvertebrados foram quantificados e identificados até o menor nível taxonômico possível. Foram obtidos dados morfométricos (comprimento da carapaça de crustáceos hipídeos, da concha de bivalves e do comprimento total de poliquetas) com a ajuda de uma placa Petri marcada com papel milimetrado e um microscópio estereoscópico. Posteriormente o material biológico foi preservado em etanol 70%. Os tamanhos corporais obtidos foram classificados como recrutas (< 10,0 mm), juvenis (10,0 mm - 42,9 mm) e adultos (> 43,0 mm) para o bivalve *Amarilladesma mactroides* e para *Donax hanleyanus*, recrutas (< 0,5 mm), juvenis (5,1 mm - 14,9 mm) e adultos (> 15,0 mm) (Defeo 1998). No

caso do crustáceo *Emerita brasiliensis* foram considerados os grupos recrutas (< 5,0 mm) e juvenis / adultos (> 0,5 mm) (Delgado & Defeo & 2006). Já no caso do poliqueta *Hemipodia* sp. foram considerados recrutas (< 12 mm), juvenis (12 mm - 53 mm) e adultos (> 53 mm) (Orensanz & Gianuca 1974, Rizzo et al. 2007).

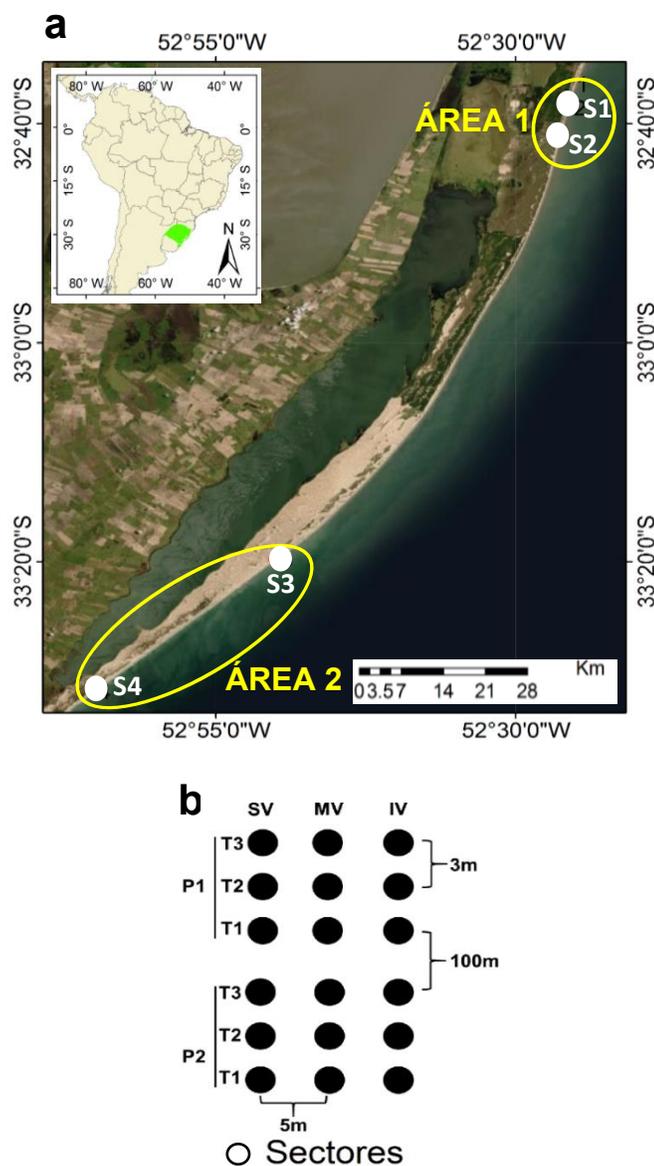


Figura 3. (a) Mapa da costa do extremo Sul do Brasil mostrando as áreas em estudo: Área 1 (A1 - Praia do Taim) e Área 2 (A2 - Praia dos Concheiros) e seus Setores respectivamente (S1, S2, S3 e S4) em pontos brancos. (b) Desenho amostral representando os Pontos (P1 e P2), os Transectos T1, T2 e T3 e os Níveis (SV = Superior do Varrido, MV= Médio do Varrido e IV= Inferior do Varrido) amostrados.

2.3. Parâmetros Ambientais

Foram registrados os dados de temperatura da água (em °C) através de um termômetro (INCOTERM L) e a salinidade através de um refratômetro portátil (MULTITHERM). Para as análises de composição granulométrica, se seguiu o mesmo plano amostral da coleta biológica, nas estações de Primavera I - 2018 e Outono II - 2019, compreendendo o início e o final das amostragens do trabalho. Foram coletadas amostras compostas por 50 g de sedimento, as quais foram guardadas em frascos plásticos etiquetados. No mesmo dia das coletas, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos da FURG e congeladas para posterior processamento. As análises foram realizadas no Centro Integrado de Laboratórios Oceanográficos de Rio Grande do sul (CEILORS), através do método de peneiramento proposto por Suguio (1973), o qual consiste na seleção dos grãos de sedimento de acordo com o tamanho da partícula (milímetros), através de peneiras, dispostas verticalmente de maior a menor abertura de poro.

A compactação do sedimento foi medida *in situ* em cada saída através do penetrômetro de subsolagem (SOLOTEST), seguindo o mesmo princípio para o estudo de solos agrícolas. Este aparelho mede a resistência do sedimento para a penetração, sendo expressado o resultado em termos de força de penetração por unidade de área (Birl & Morrison 2018). Para a caracterização geomorfológica das áreas analisadas foi utilizada a classificação das regiões de praias arenosas da costa do Rio Grande do sul conforme Pereira et al. (2010).

2.4. Análise de Dados

Foram criadas planilhas com os dados bióticos dos *taxa* e suas respectivas abundâncias totais para cada um dos setores que compõem as praias ao longo das estações. Para cada setor que compõe as áreas foram obtidos os índices de Margalef (d) para estimar a riqueza de espécies (Margalef 1977), de Pielou (J') para avaliar a equitatividade (Pielou 1969) e de Shannon-Wiener (H') para avaliar a diversidade (Shannon & Weaver 1964). O índice que foi considerado para a Análise de Variância, foi o Índice de diversidade de Shannon-Wiener, baseando seus cálculos no número das espécies e as abundâncias relativas para cada uma destas espécies que formam a assembléia. Optou-se por este índice pela

importância dada à riqueza de espécies nas amostras, e importância intermediária às espécies raras (Melo 2008). Todos estes índices foram calculados através do software PRIMER-E® 5 (Clarke & Gorley 2006). Além disso, foram representados em gráficos os percentuais dos grupos taxonômicos registrados, assim como os percentuais das abundâncias das guildas tróficas para cada setor nas diferentes estações do ano. Cada táxon foi classificado numa guilda trófica, considerando seus hábitos alimentares (Tab. 3). Também foram mostradas em gráficos as abundâncias dos tamanhos corporais (mm) das espécies dominantes para cada área.

Foram gerados gráficos da variação sazonal com os dados de temperatura e salinidade, e de forma similar com os dados de penetrabilidade dos setores para cada estação amostrada. Em relação à granulometria, com as planilhas pré-elaboradas a partir do peso de cada fração granulométrica das amostras obtidas através do método de peneiramento, estas foram analisadas através dos programas SYSGRAN e GRADISTAT. Obtendo assim o valor médio do tamanho do grão em valores de ϕ ("phi" = $-\log_2$ diâmetro mm), as propriedades sedimentares, o grau de seleção e Diagramas de Shepard (Suguio 1973).

2.4.1. Análises Univariadas

Para os dados das variáveis temperatura e salinidade foram realizadas análises de variância (ANOVA, $\alpha = 0,05$), para evidenciar as possíveis diferenças significativas entre as sazões. Análises de significância (ANOVA, $\alpha = 0,05$) foram realizadas para avaliar as possíveis diferenças de penetrabilidade para cada setor (S1, S2, S3 e S4) em cada uma das sazões. Para as granulometrias de cada setor (S1, S2, S3 e S4) foram analisadas as possíveis diferenças significativas (ANOVA, $\alpha = 0,05$) nas estações Primavera I - 2018 e Outono II - 2019.

Os valores das médias da diversidade de Shannon-Wiener e densidade dos setores S1, S2, S3 e S4, foram comparados através de testes de significância (ANOVA, $\alpha = 0,05$) para identificar possíveis diferenças significativas entre as áreas.

Previamente a todas as ANOVAs foram avaliados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade (Levene 1960, Shapiro & Wilk 1965, Conover et al. 1981), seguido do teste *post hoc* de Tukey HSD fornecido pelo programa (Abdi & Williams 2010). Para os casos nos quais não foram alcançados os pressupostos dos testes, os dados foram transformados através da função $\log(x)$. Assim como para os casos nos quais os pressupostos e as transformações não permitiram realizar as análises, testes não paramétricos de Kruskal-Wallis foram aplicados (Kruskal 1952). Os softwares estatísticos utilizados para os testes foram o PRIMER-E® 5 (Clarke & Gorley 2006) e BioEstat 3.1 (Ayres et al. 2010).

2.4.2. Análises Multivariadas

Com as abundâncias totais das espécies para cada amostra que compõe os setores, foi construída uma matriz de similaridade através do cálculo do índice de Bray-Curtis, a partir dos dados amostrais transformados pela função raiz quadrada. Esta transformação permite balancear a heterogeneidade causada pela presença de *taxa* raros e numericamente dominantes (Clarke & Warwick 2001). A visualização gráfica do conjunto de dados e seus possíveis agrupamentos foi obtida através da análise de Escalonamento Multidimensional não métrica (nMDS). O valor de estresse menor de 0,2 em um gráfico 2D foi considerado estatisticamente robusto (Clarke & Warwick 2001). As possíveis diferenças significativas entre setores e áreas foram avaliadas através da análise de similaridade (ANOSIM, $p < 0,05$), que compara as permutações das similaridades entre as amostras ranqueadas. Os valores de R mais próximos de 0 representam grupos de amostras pouco robustos, ou ausência de agrupamentos, e valores mais próximos a +1 indicam a formação de grupos robustos de amostras (Clarke & Warwick 2001). Análises de percentual de similaridade (SIMPER) foram realizadas para avaliar mudanças nos padrões de dominância das assembleias de macroinvertebrados bentônicos (Clarke & Warwick 2001).

Análises de ordenamento linear em componentes principais (PCA), foram aplicados com a finalidade de observar as tendências e diminuir a dimensionalidade nas variações das variáveis ambientais e descritores ecológicos para todas as sazões (Jongman et al. 1987)

Para explorar as relações entre os descritores ecológicos (densidade, diversidade, riqueza e número de espécies) e a granulometria, foram aplicadas análises de regressão (Jongman et al. 1987).

Para estas análises foi utilizado o software PRIMER-E® 5 (Clarke & Gorley 2006).

3. RESULTADOS:

3.1. Variáveis Ambientais:

A temperatura da água ao longo do trabalho variou de acordo com as estações do ano. A temperatura mais elevada foi de 26,3 °C no início do Verão (Verão I - 2019), diminuindo gradualmente até o mínimo de 12,3 °C no final do outono (Outono II - 2019). A salinidade apresentou uma média de 32,0, um valor máximo de 34,0 no Outono II - 2019 e um mínimo na Primavera I - 2019 de 30,3 (Fig. 4).

Valores de temperaturas significativamente maiores foram registradas para as sações quentes ($F_{(4,115)} = 677,47$; $p = 0,00$), e as salinidades foram significativamente maiores nas sações frias ($F_{(4,115)} = 15,67$; $p = 0,00$).

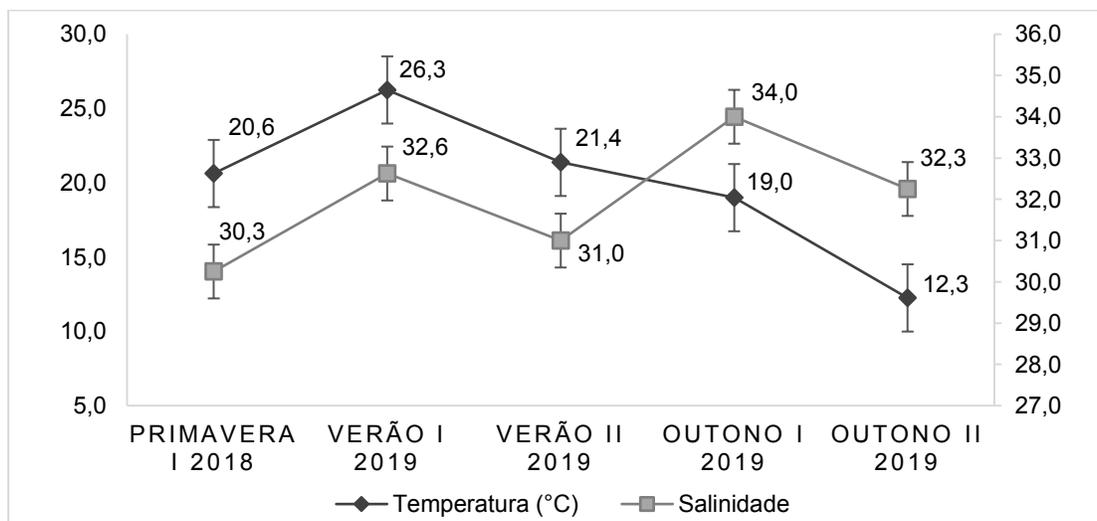


Figura 4. Variação dos valores médios e desvio padrão da Temperatura (°C) e Salinidade durante a Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019, nas praias em estudo no extremo sul do Brasil.

Os valores médios da penetrabilidade do substrato durante a Primavera I - 2018 ($H_{(1,24)} = 14,3$; $p < 0,00$) (Fig. 5A) e Verão I - 2019 ($H_{(1,24)} = 16,5$; $p < 0,00$) (Fig. 5B) se

mostraram significativamente maiores na praia do Taim (A1: S1 e S2), quando comparada à praia dos Concheiros. No Verão II - 2019, não foram evidenciadas diferenças significativas entre as praias do Taim e dos Concheiros ($H_{(1,24)} = 0,24$; $p < 0,62$) (Fig. 5C). Na sazão de Outono I - 2019, foram observadas diferenças significativas, com menores valores médios de penetrabilidade para a praia do Taim em relação à praia dos Concheiros ($H_{(1,24)} = 8,42$; $p < 0,00$) (Fig. 5D). Por fim, no Outono II - 2019, não foram evidenciadas diferenças significativas entre os valores médios de penetrabilidade entre a praia do Taim e a praia dos Concheiros ($H_{(1,24)} = 0,01$; $p < 0,90$) (Fig. 5E).

Através do Diagrama de Sheppard observa-se que a composição sedimentar variou desde areias finas bem selecionadas até areias muito grossas e muito pobremente selecionadas. As amostras coletadas durante a estação da Primavera I - 2018 mostraram que a praia do Taim (A1: S1 e S2) foi composta por areias finas (97%) e areias médias (3%). Com relação ao grau de seleção dos sedimentos, estes foram 36% bem selecionados e 64% moderadamente selecionados. Por outro lado, as amostras da praia dos Concheiros (A2: S3 e S4) foram compostas por 58% de areias grossas, 19% de areias muito grossas, 17% de areias médias e 6% por grânulos. A seleção do grão evidenciou que 92% das amostras foram pobremente selecionadas, 6% moderadamente selecionadas e 3% muito pobremente selecionadas (Fig. 6). Com relação à estação de Outono II - 2019, as amostras de sedimento na praia do Taim foram compostas em sua totalidade (100%) por areias finas, o sedimento foi classificado como moderadamente selecionado (67%) a bem selecionado (33%). A praia dos Concheiros foi composta por 53% de areias grossas, 22% de areias médias, 17% de areias muito grossas e 8% de grânulos. O sedimento foi classificado como pobremente selecionado (92%) e uma menor contribuição de sedimentos moderadamente selecionados (8%) (Fig. 7). Os tamanhos médios de grão de areia foram de $2,3 \Phi$ (S1), $2,2 \Phi$ (S2), $0,7 \Phi$ (S3) e $0,05 \Phi$ (S4) durante a Primavera I - 2018, e $2,3 \Phi$ (S1), $2,3 \Phi$ (S2), $0,6 \Phi$ (S3) e $0,1 \Phi$ (S4) durante o Outono II - 2019. Foram encontrados tamanhos médios do grão significativamente menores na praia do Taim (A1: S1 e S2), quando comparados aos valores dos Concheiros (A2: S3 e S4), tanto nas amostragens de Primavera I - 2018 ($F_{(3,68)} = 119,5$; $p = 0,00$) quanto nas de Outono II - 2019 ($F_{(3,68)} = 72,6$; $p = 0,00$) (Fig. 8).

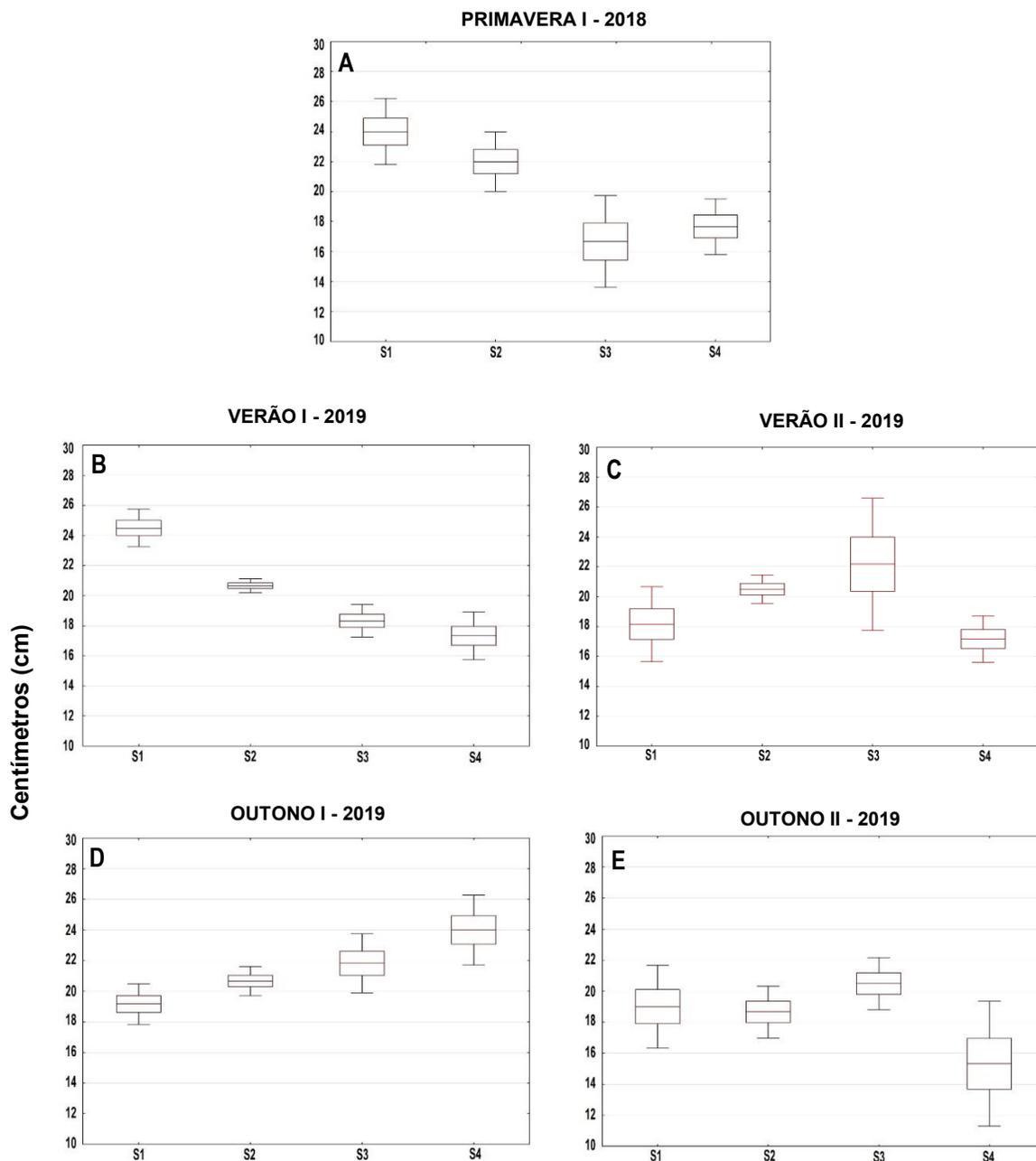


Figura 5. Penetrabilidade do substrato para cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

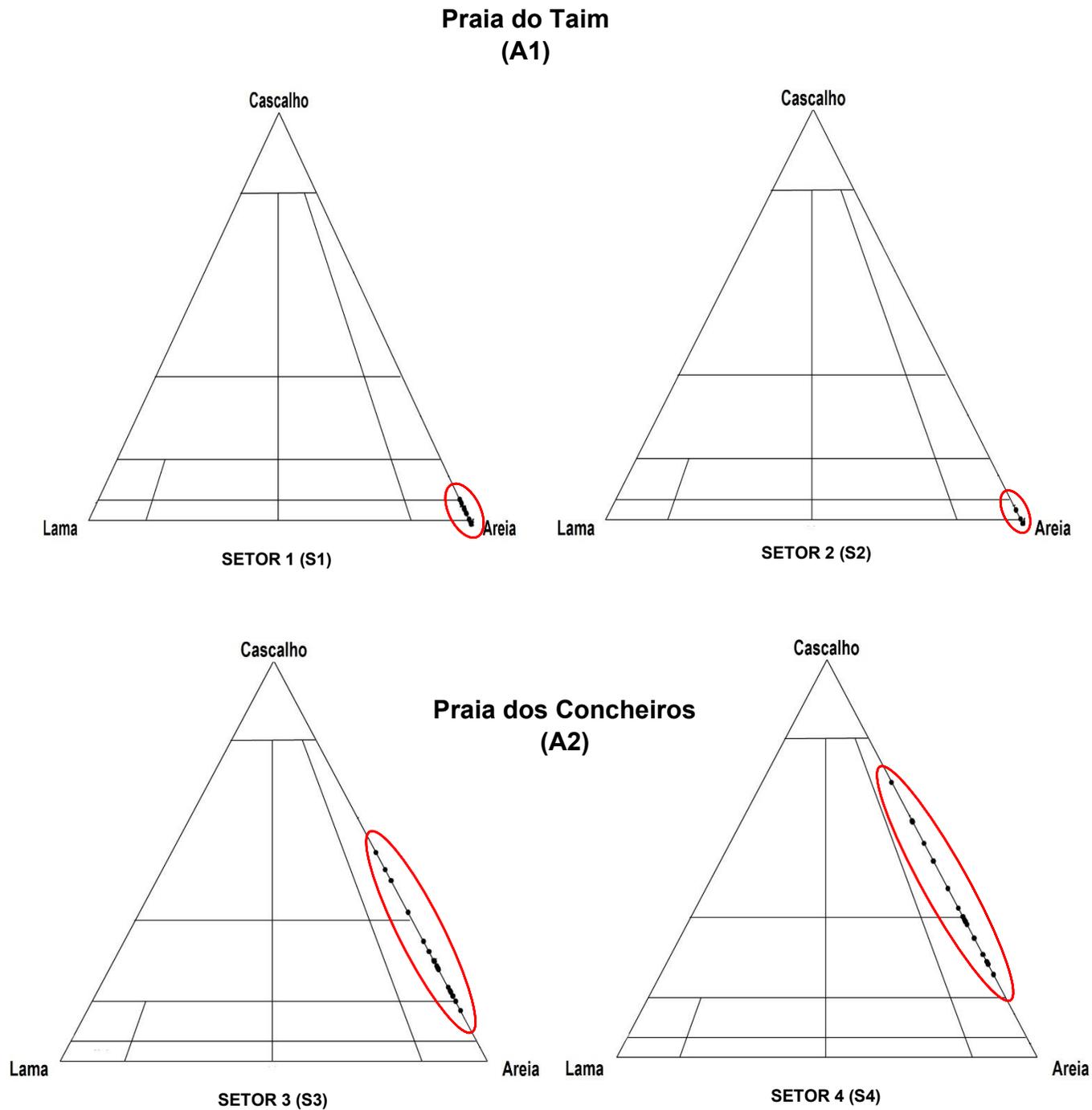


Figura 6. Diagramas de Sheppard mostrando a composição sedimentar em cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018.

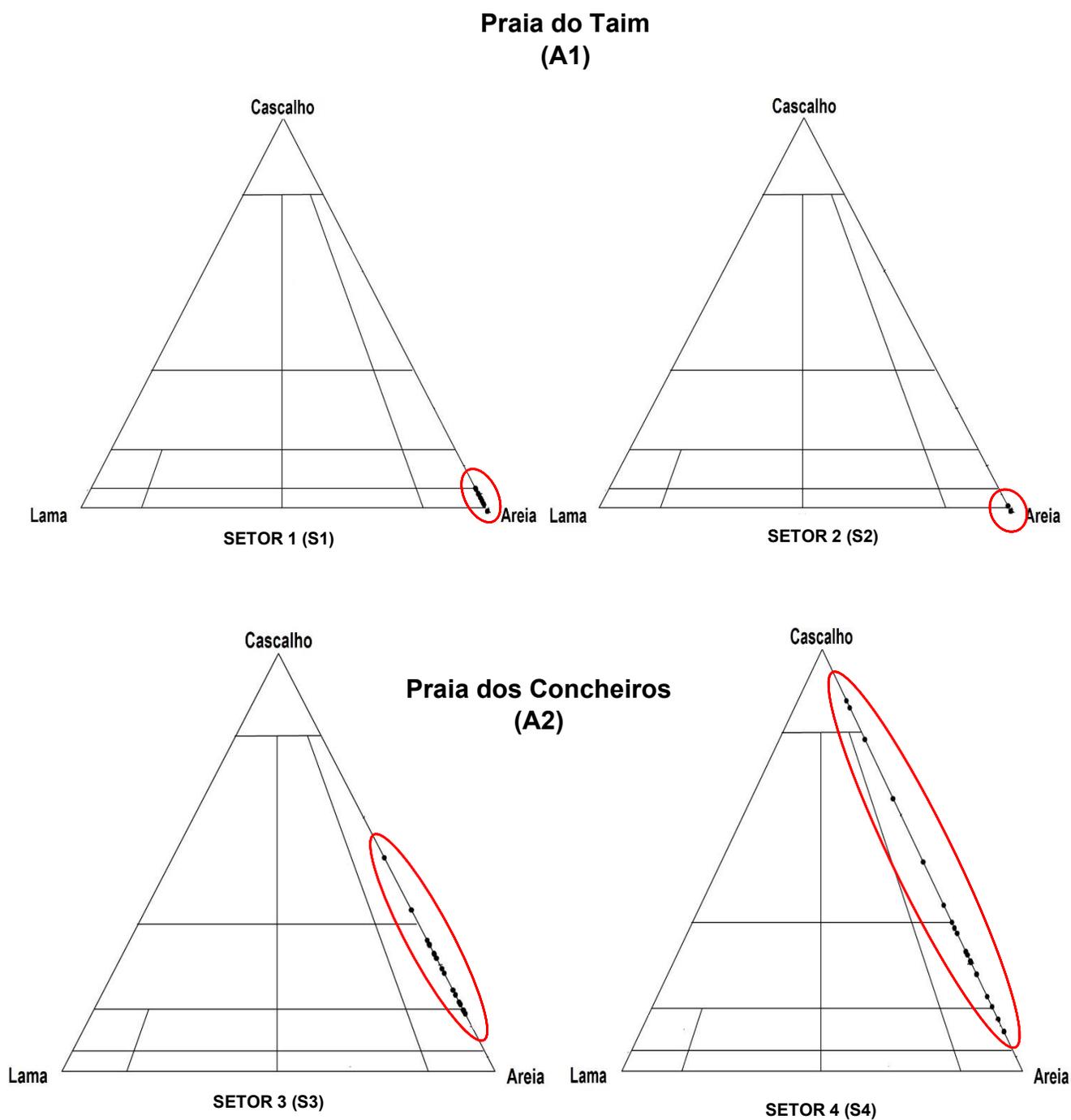


Figura 7. Diagramas de Sheppard mostrando a composição sedimentar em cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), no Outono II – 2019

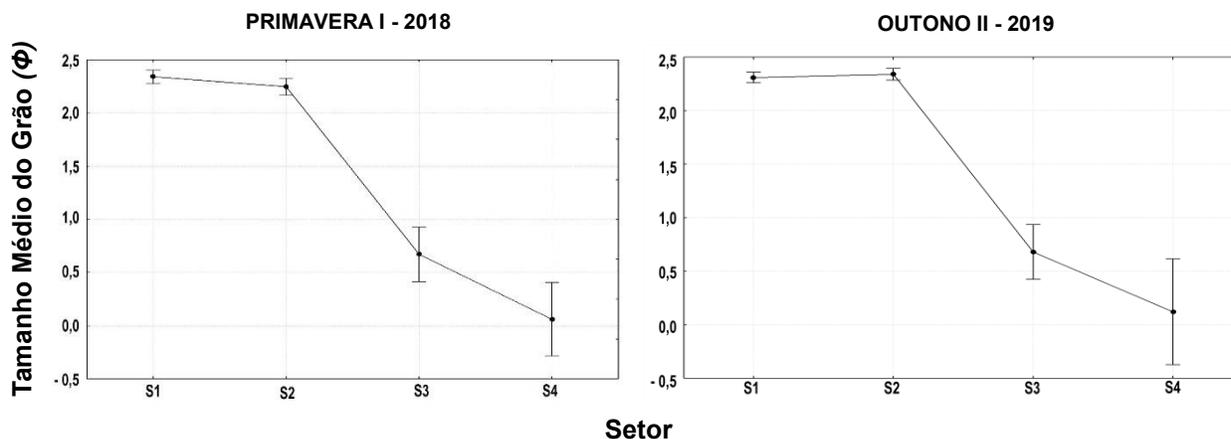


Figura 8. Tamanhos médio do grão (Φ) para as praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4), no extremo sul do Brasil, nas estações de Primavera I - 2018 e Outono II - 2019.

3.2. Macrofauna:

Foram coletados um total de 22.143 organismos pertencentes a 21 *taxa*, sendo 8 de Crustacea, 7 de Polychaeta, 4 de Mollusca, 1 Oligochaeta, e 1 Nemertea. Os percentuais de abundância de invertebrados bentônicos entre os grupos foram: Polychaeta (48%), Crustacea (29%), Mollusca (21%), Nemertea (2%) e Oligochaeta (<1%) (Fig. 9). Entre os Polychaeta, as espécies mais abundantes foram *Scolelepis gaucha* (8.872 indivíduos) e *Hemipodia* sp. (977 ind.); dos Crustacea, o decapoda *Emerita brasiliensis* (2.497 ind.) e anfípodes da família Phoxocephalopsidae (2.412 ind.); e dos Mollusca, os bivalves *Amarilladesma mactroides* (3.352 ind.) e *Donax hanleyanus* (1.267 ind.) (Tab. 1).

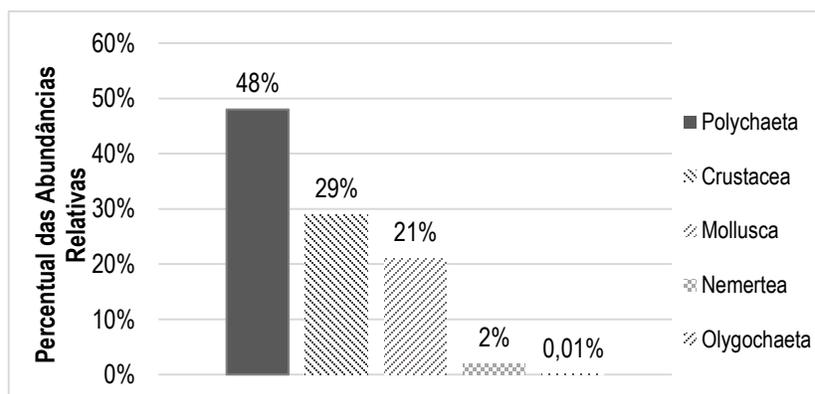


Figura 9. Percentuais das Abundâncias Relativas dos grupos que compõem as assembleias de macroinvertebrados bentônicos nas praias arenosas em estudo.

Tabela 1. Lista dos taxa encontrados durante o estudo, apresentando os valores de abundância e densidade (ind.m⁻²) para as áreas e setores: Taim (A1: S1 e S2) e Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

TAXA	PRIMAVERA I - 2018				VERÃO I - 2019				VERÃO II - 2019				OUTONO I - 2019				OUTONO II - 2019				Abundância
	Taim		Concheiros		Taim		Concheiros		Taim		Concheiros		Taim		Concheiros		Taim		Concheiros		
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Filo Arthropoda																					
Subfilo Crustacea																					
Ordem Decapoda																					
<i>Arenaeus cribrarius</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Emerita brasiliensis</i>	82	700	0	1	458	660	219	183	2	4	8	28	133	6	0	0	10	1	0	2	2497
<i>Pinnixa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ordem Isopoda																					
<i>Chiriscus</i> sp.	22	36	0	0	27	30	0	0	1	5	0	0	34	14	0	0	8	9	0	0	186
<i>Excirolana armata</i>	0	20	2	0	133	30	1	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	197
Ordem Amphipoda																					
<i>Bathyporeiapus</i> sp.	44	167	0	0	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234
Familia Phoxocephalopsidae	26	278	0	0	600	83	0	0	89	50	1	0	331	454	0	0	245	255	0	0	2412
Familia Platyschnopidae	83	311	0	1	137	291	0	0	31	59	1	0	1	0	0	0	1	52	1	0	969
Phyllum Annelida																					
Classe Polychaeta																					
<i>Hemipodia</i> sp.	1	4	203	49	0	6	96	214	2	1	127	120	16	12	50	3	7	11	9	46	977
Familia Nephtyidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Familia Nereididae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Paraprionospio</i> sp.	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Scolelepis gaucha</i>	18	610	0	0	498	17	3	48	5	7	9	334	4	5820	3	0	17	357	1112	10	8872
<i>Sigalion cirrifer</i>	8	3	0	0	0	2	0	0	1	4	0	0	5	7	0	0	6	0	0	0	36
<i>Thoracophelia furcifera</i>	0	0	0	0	17	0	3	0	104	152	0	0	0	0	0	0	3	424	2	0	705
Subclasse Oligochaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Filo Nemertea	7	5	122	114	19	5	3	71	2	2	17	4	0	4	1	5	0	7	5	28	421
Filo Mollusca																					
Classe Gastropoda																					
<i>Buccinanops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	0	0	7
Classe Bivalvia																					
<i>Amarilladesma mactroides</i>	2689	364	0	0	143	97	0	0	10	16	0	0	3	0	0	0	2	27	1	0	3352
<i>Donax hanleyanus</i>	299	171	0	0	66	34	2	0	29	23	2	0	551	80	0	0	2	8	0	0	1267
<i>Maetra isabelleana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Abundância Total	3279	2672	327	166	2114	1263	327	517	277	333	165	486	1078	6398	54	8	305	1158	1130	86	22143
Densidade (ind. m⁻²)	5801	4728	579	294	3740	2235	579	915	490	589	292	860	1907	11320	96	14	540	2049	1999	152	

As estações do ano com as maiores densidades foram a Primavera I - 2018 e Outono I - 2019. Nas amostragens de Primavera I - 2018, as densidades médias da macrofauna total na área 1 (Taim) foram de $5.801 \pm 1.112 \text{ ind.m}^{-2}$ (S1) e $4.728 \pm 2.924 \text{ ind.m}^{-2}$ (S2). Na área 2 (Concheiros), foram registrados $579 \pm 192 \text{ ind.m}^{-2}$ (S3) e $294 \pm 123 \text{ ind.m}^{-2}$ (S4). No entanto para o Outono I - 2019, foram registrados na praia do Taim $1.907 \pm 1.757 \text{ ind.m}^{-2}$ (S1) e $11.320 \pm 10.945 \text{ ind.m}^{-2}$ (S2), e para a praia dos Concheiros $96 \pm 83 \text{ ind.m}^{-2}$ (S3) e $14 \pm 14 \text{ ind.m}^{-2}$ (S4). As densidades medias de cada setor (A1: S1 e S2, A2: S3 e S4) encontram-se na Tabela 1.

As densidades médias foram significativamente maiores para a praia do Taim (S1 e S2) durante a Primavera I - 2018 ($F_{(1,22)} = 58,14$; $p = 0,000$), Verão I - 2019 ($F_{(1,22)} = 22,7$; $p = 0,000$), Outono I - 2019 ($F_{(1,22)} = 6,44$; $p = 0,018$), e Outono II - 2019 ($F_{(1,22)} = 9,74$; $p = 0,004$). Para o Verão II - 2019, não foram encontradas diferenças significativas entre as áreas 1 e 2 ($F_{(1,22)} = 1,84$; $p = 0,18$) (Fig.10).

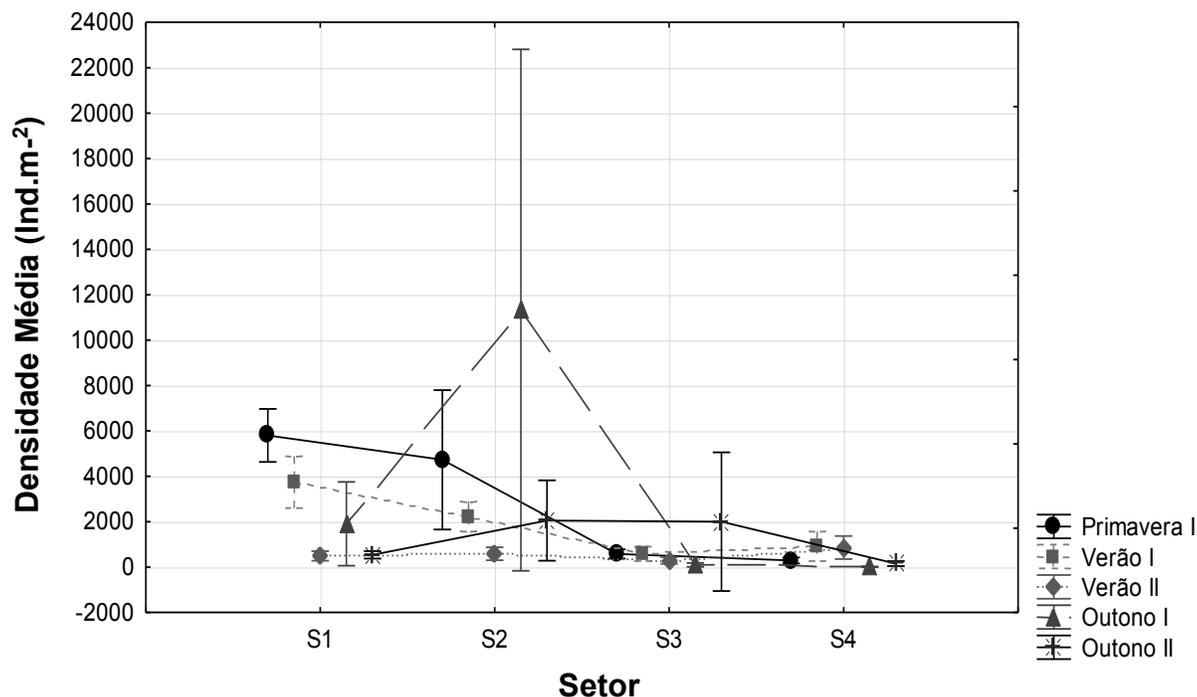


Figura 10. Variação espaço-temporal dos valores médios e desvio padrão da densidade (indivíduos.m⁻²) da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

As maiores densidades médias de *A. mactroides* ocorreram na praia do Taim (A1: S1 e S2) na Primavera I - 2018 (S1: $4.758 \pm 328 \text{ ind.m}^{-2}$ e S2: $644 \pm 385 \text{ ind.m}^{-2}$) e no Verão I - 2019 (S1: $253 \pm 88 \text{ ind.m}^{-2}$ e S2: $172 \pm 108 \text{ ind.m}^{-2}$). As maiores densidades de *D. hanleyanus* ocorreram na praia do Taim durante a Primavera I - 2018 (S1: $529 \pm 373 \text{ ind.m}^{-2}$ e S2: $303 \pm 378 \text{ ind.m}^{-2}$) e Outono I - 2019 (S1: $975 \pm 1379 \text{ ind.m}^{-2}$ e S2: $142 \pm 75 \text{ ind.m}^{-2}$). As maiores densidades de *E. brasiliensis* ocorreram na praia do Taim, durante a Primavera I ($1.125 \pm 295 \text{ ind.m}^{-2}$, S2), no Verão I - 2019 ($810 \pm 305 \text{ ind.m}^{-2}$, S1; e $1.180 \pm 493 \text{ ind.m}^{-2}$, S2). As maiores densidades médias de anfípodes Phoxocephalopsidae ocorreram no Verão I - 2019 ($1.062 \pm 25 \text{ ind.m}^{-2}$, S1) e o Outono I - 2019 ($803 \pm 736 \text{ ind.m}^{-2}$, S2). As maiores densidades do poliqueta *S. gaucha* ocorreram na praia de Taim no Outono I - 2019 ($10.297 \pm 12.901 \text{ ind.m}^{-2}$, S2), e na praia dos Concheiros durante o Outono II - 2019 ($1.967 \pm 2.777 \text{ ind.m}^{-2}$, S3). Por sua vez, o poliqueta *Hemipodia* sp. ocorreu em maiores densidades na Primavera I - 2018 ($359 \pm 68 \text{ ind.m}^{-2}$, S3) e no Verão I - 2019 ($379 \pm 310 \text{ ind.m}^{-2}$, S4) (Fig. 11).

A Riqueza de Margalef (d) sempre mostrou maiores valores na praia do Taim, independente da estação do ano. Os maiores e menores valores de riqueza ocorreram durante o Verão II - 2019, e Outono I - 2019 respectivamente. A Diversidade de Shannon (H'), acompanhando as mesmas tendências da Riqueza, apresentou sempre os maiores valores na praia do Taim. A maior e menor valor de Diversidade ocorreram durante o Verão I - 2019 e Outono I - 2019, respectivamente. A Equitatividade de Pielou (J') apresentou maiores valores na praia dos Concheiros durante a Primavera I - 2018 (0,76) e na praia do Taim durante o Verão II - 2019 (0,75). Por outro lado, as menores equitatividades foram observadas em ambas as praias durante o Outono I - 2019. (Tab. 2).

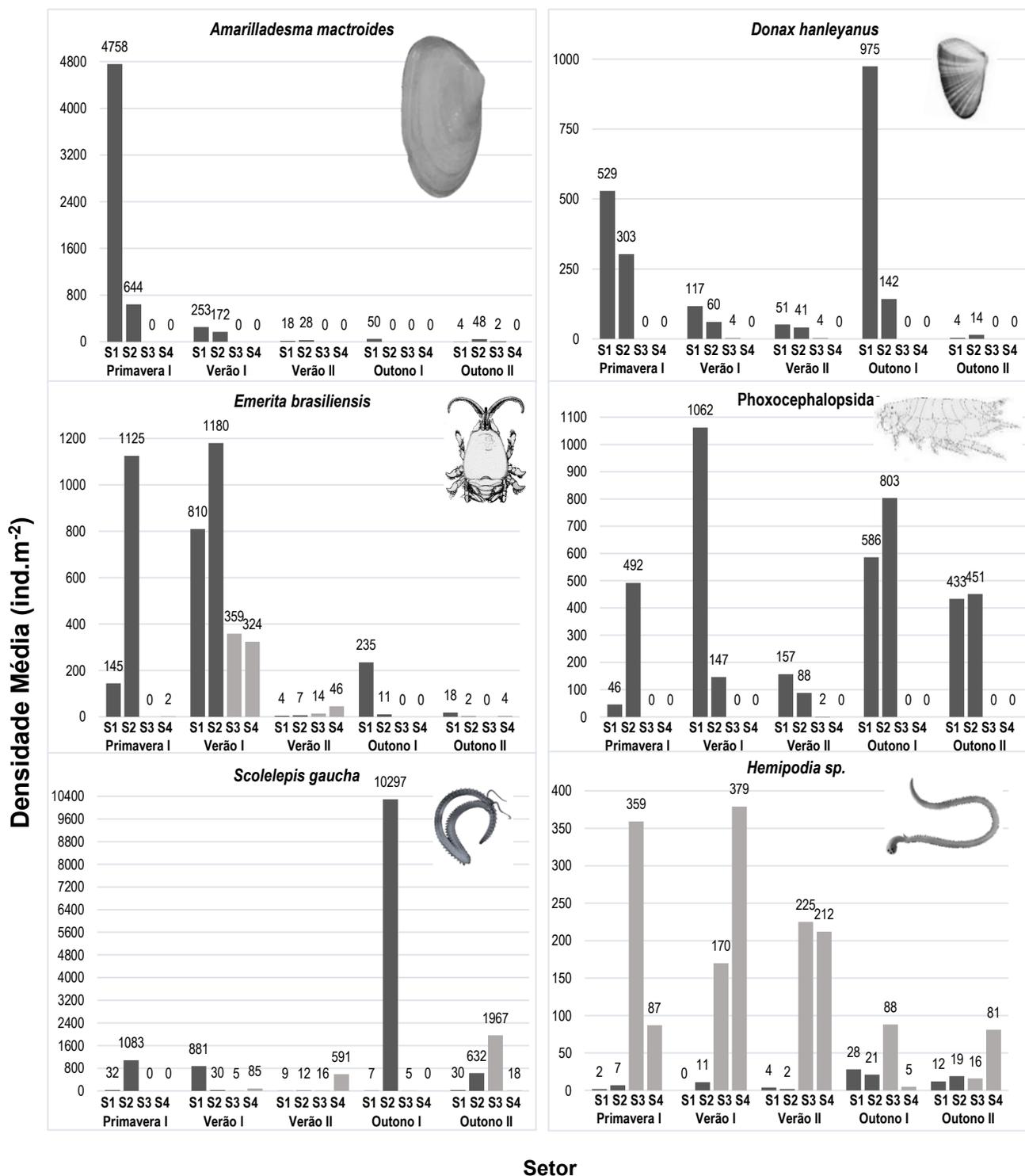


Figura 11. Densidades médias das espécies mais abundantes nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019. No “eixo Y” são mostradas as densidades em diferentes escalas.

Tabela 2. Número de Espécies (S), Número de Indivíduos (N), Riqueza (Margalef, d), Equitatividade (Pielou, J') e Diversidade (Shannon-Wiener, H') para as praias do Taim e Concheiros durante a Primavera I - 2018, Verão I e II e 2019 e Outono I e II - 2019.

		Número de Espécies	Número de Indivíduos	Riqueza Específica (Margalef)	Equitatividade (Pielou)	Diversidade (Shannon-Wiener)
		S	N	d	J'	H'
Primavera I 2018	Praia Taim	11	1984	1,65	0,53	1,17
	Praia Concheiros	4	164	0,59	0,76	0,62
Verão I 2019	Praia Taim	11	1126	2,09	0,68	1,58
	Praia Concheiros	5	281	1,02	0,72	0,98
Verão II 2019	Praia Taim	11	203	2,36	0,75	1,47
	Praia Concheiros	7	207	1,21	0,62	0,81
Outono I 2019	Praia Taim	8	2492	1,33	0,46	0,80
	Praia Concheiros	2	21	0,34	0,26	0,18
Outono II 2019	Praia Taim	12	488	2,10	0,52	1,08
	Praia Concheiros	4	405	1,21	0,61	0,61

3.3. Guildas Tróficas

Os organismos encontrados foram classificados em três guildas tróficas (suspensívoros, detritívoros e predadores) para todas as estações do ano amostradas no trabalho (Tab. 3). Durante a Primavera I - 2018, os suspensívoros apresentaram maior frequência de ocorrência na área 1 (S1: 94 %). Na área 2, os predadores corresponderam a 100 % dos indivíduos no S3. Durante o Verão I - 2019, os suspensívoros foram os mais representativos na área 1 (S2: 64 %). Na área 2, tanto os suspensívoros quanto os predadores foram os dominantes (S3: 69 % e S4: 55 %). No Verão II - 2019 os detritívoros apresentaram uma clara dominância na área 1 (S1: 81 %). Já na área 2, os predadores dominaram (S3: 87 %). Durante o Outono I - 2019, os suspensívoros apresentaram maior frequência de ocorrência na área 1 (S2: 92 %). Na área 2, ocorreram somente predadores (S4: 100 %). Por fim, no Outono II - 2019 os detritívoros apresentaram maiores percentuais de abundância na área 1 (S1: 82 %). Na área 2, os suspensívoros e predadores foram os mais frequentes (S3: 98 % e S4: 85 %) (Fig. 12).

Tabela 3. Guildas tróficas dos taxa encontrados nas praias arenosas em estudo no extremo sul do Brasil durante na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

<i>TAXA</i>	<i>Guilda Trófica</i>	<i>Fonte Bibliográfica</i>
Subfilo Crustacea		
Ordem Decapoda		
<i>Arenaeus cribrarius</i> (Lamarck, 1818)	Predador	Carmona-Suárez & Conde, 2005
<i>Emerita brasiliensis</i> Schmitt, 1935	Suspensívoro	Garcia & Gianuca, 1997
<i>Pinnixa</i> sp. White, 1846	Suspensívoro	Takeda et al, 1997
Ordem Isopoda		
<i>Chiriscus</i> sp. Richardson, 1911	Predador	McDermott, 2005
<i>Exciorolana armata</i> (Dana, 1853)	Predador	Gianuca, 1997
Ordem Amphipoda		
<i>Bathyporeiapus</i> sp. Schellenberg, 1931	Detritívoro	Escofet, 1973
Familia Phoxocephalopsidae Barnard & Drummond, 1982	Detritívoro	Escofet, 1973
Familia Platyschnopidae Barnard & Drummond, 1979	Detritívoro	Escofet, 1973
Phyllum Annelida		
Classe Polychaeta		
<i>Hemipodia</i> sp. Kinberg, 1865	Predador	Barros et al., 1994
Familia Nephtyidae Grube, 1850	Predador	Fauchald & Jumars, 1979
Familia Nereididae Blainville, 1818	Predador	Fauchald & Jumars, 1979
<i>Paraprionospio</i> sp. Caullery, 1914	Suspensívoro	Pardo & Amaral, 2004
<i>Scoletepis gaucha</i> (Orensanz & Gianuca, 1974)	Suspensívoro	Pardo & Amaral, 2004
<i>Sigalion cirrifer</i> Orensanz & Gianuca, 1974	Predador	Fauchald & Jumars, 1979
<i>Thoracophelia furcifera</i> Ehlers, 1897	Detritívoro	Fauchald & Jumars, 1979
Subclasse Oligochaeta Grube, 1850	Detritívoro	Giere, 2005
Phyllum Nemertea	Predador	McDermott & Roe, 1985
Phyllum Mollusca		
Classe Gastropoda		
<i>Buccinanops</i> sp. d'Orbigny, 1841	Predador	Borzzone & Gianuca, 1990
Classe Bivalvia		
<i>Amarilladesma mactroides</i> (Reeve, 1854)	Suspensívoro	Garcia & Gianuca, 1997
<i>Donax hanleyanus</i> Philippi, 1847	Suspensívoro	Garcia & Gianuca, 1997
<i>Maetra isabelleana</i> d'Orbigny, 1846	Suspensívoro	Garcia & Gianuca, 1997

Percentual das Abundâncias das Guildas Tróficas

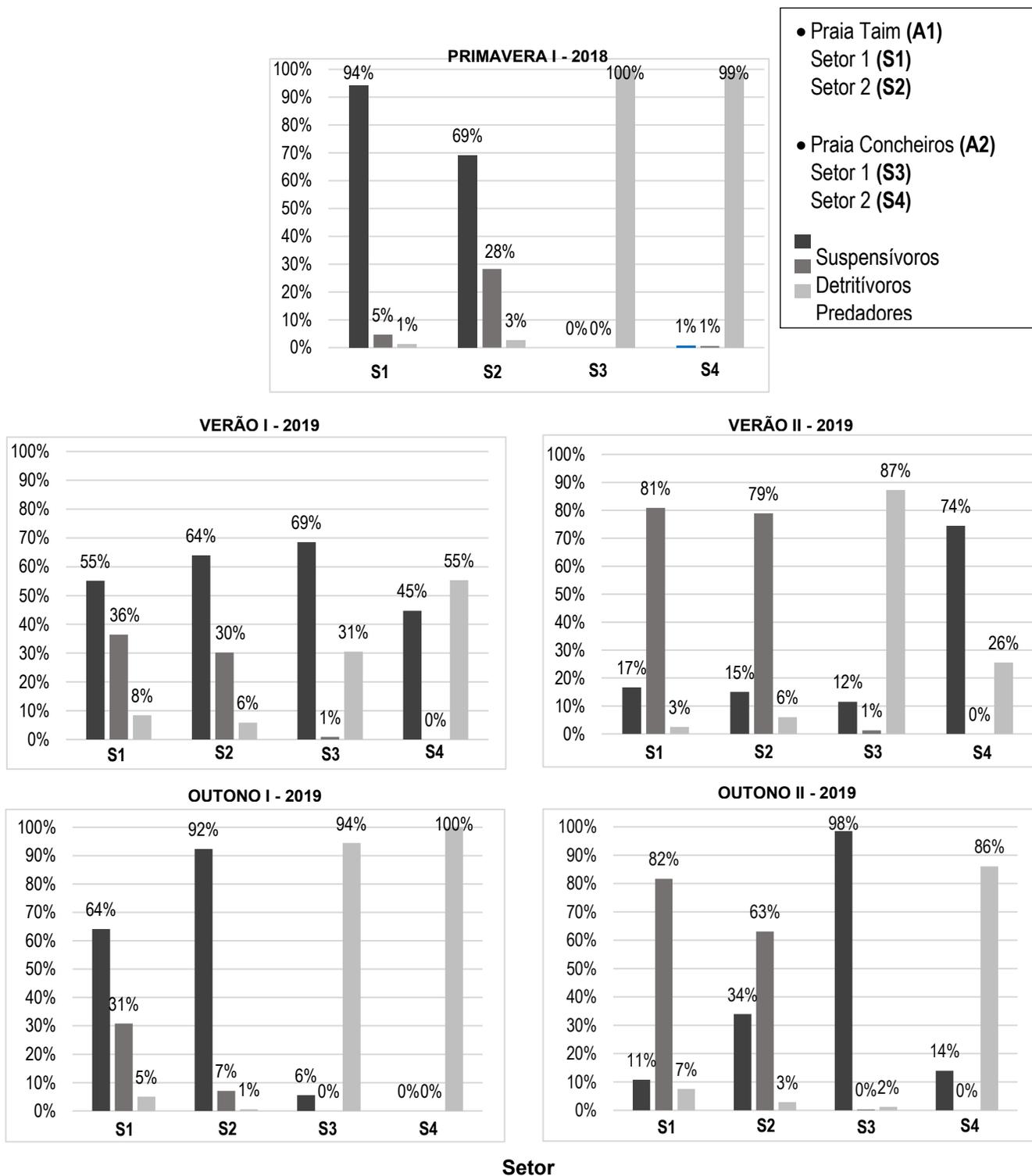


Figura 12. Percentuais das abundâncias das guildas tróficas que compõem as assembleias da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

Foram evidenciadas diferenças espaciais significativas entre as praias, com valores de Diversidade (H') significativamente maiores para a praia do Taim (S1 e S2) na Primavera I - 2018 ($F_{(1,22)} = 9,33$; $p = 0,005$), Verão I - 2019 ($F_{(1,22)} = 22,8$; $p = 0,000$), Verão II - 2019 ($F_{(1,22)} = 11,8$; $p = 0,002$), Outono I - 2019 ($F_{(1,22)} = 24,3$; $p = 0,000$), e Outono II - 2019 ($F_{(1,22)} = 4,67$; $p = 0,04$) (Fig. 13).

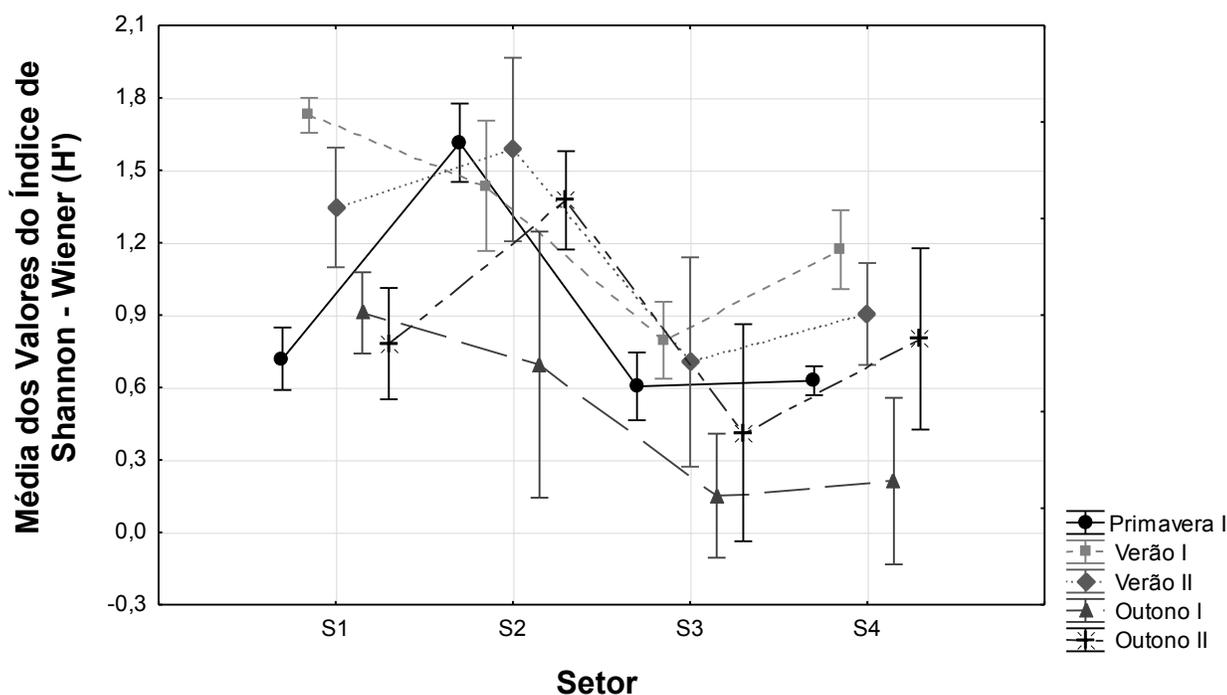


Figura 13. Variação espaço-temporal dos valores médios e desvio padrão do Índice de Diversidade de Shannon - Wiener (H') da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.

3.4. Análises Multivariadas:

A estrutura das assembleias da macrofauna mostrou diferenças significativas entre as áreas, com a formação de grupos de amostras claramente definidos para a praia do Taim (A1: S1 e S2) e para a praia dos Concheiros (A2: S3 e S4) (ANOSIM: $p = 0,001$; $R = 0,83$) (Fig. 14 A, B). Os taxa Phoxocephalopsidae (19,44%) e *S. gaucha* (17,41%) foram os que apresentaram as maiores porcentagens de contribuição à média da dissimilaridade (SIMPER) espacial para a separação dos grupos de amostras do Taim e dos Concheiros (Tab. 4). Comparando somente as amostras das praias de forma separada, foram encontradas diferenças significativas entre os setores S1 e S2, mas com uma formação de grupos pouco clara ($p = 0,034$; $R = 0,057$) (Fig. 14 C); e não foram encontradas diferenças significativas entre os setores S3 e S4, com ausência de formação de grupos definidos ($p = 0,2$; $R = 0,017$) (Fig. 14 D).

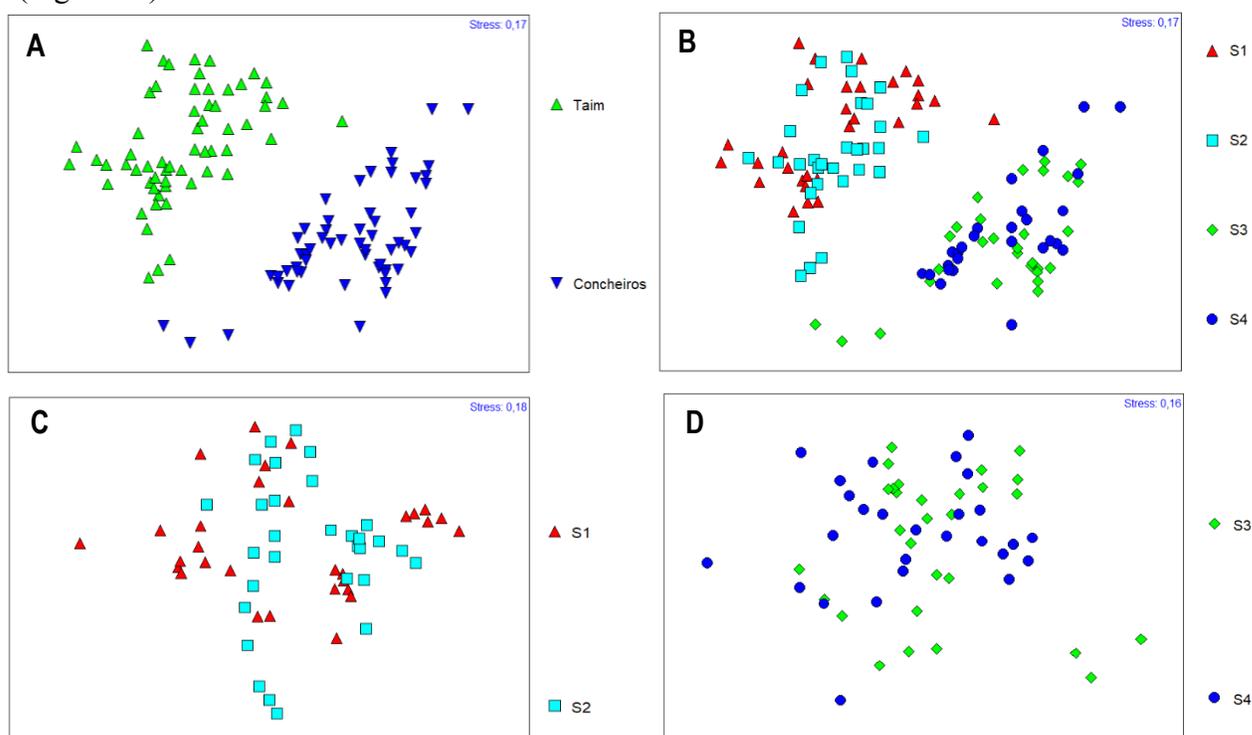


Figura 14. Diagrama do Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (nMDS) da estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, evidenciando as diferenças entre o total de amostras para as praias (A) e setores (B) em estudo. De forma similar se mostram as diferenças entre os grupos de amostras para a praia do Taim (S1 e S2) (C) e a praia dos Concheiros (S3 e S4) (D).

Tabela 4. Análise do Percentual de Similaridade (SIMPER) entre os grupos descritos no ANOSIM, amostrando os taxa que mais contribuíram para as dissimilaridades observadas entre as duas praias arenosas no extremo sul do Brasil.

Taxa	Praia do Taim	Praia dos Concheiros	Dissimilaridade Média	Dissimilaridade Desvio Padrão	Contribuição %	Contribuição Acumulada%
	Abundância Média	Abundância Média				
Phoxocephalopsidae	40,18	0,02	18,42	1,05	19,44	19,44
<i>S. gaucha</i>	122,55	26,19	16,50	0,64	17,41	36,85
<i>E. brasiliensis</i>	34,27	7,60	11,88	0,75	12,54	49,39
<i>A. mactroides</i>	55,85	0,02	11,24	0,51	11,86	61,25
<i>Hemipodia</i> sp	1,00	15,81	8,76	0,82	9,24	70,49
<i>T. furcifera</i>	11,67	0,09	6,85	0,48	7,23	77,72
<i>D. hanleyanus</i>	21,05	0,07	6,64	0,55	7,00	84,73
Platyishnopiae	16,10	0,05	6,36	0,79	6,71	91,43

Foram observadas diferenças significativas na estrutura das assembleias entre estações do ano para cada área: Taim (ANOSIM: $R = 0,68$; $p = 0,001$) e Concheiros (ANOSIM: $p = 0,001$; $R = 0,50$) (Fig. 15 A, B).

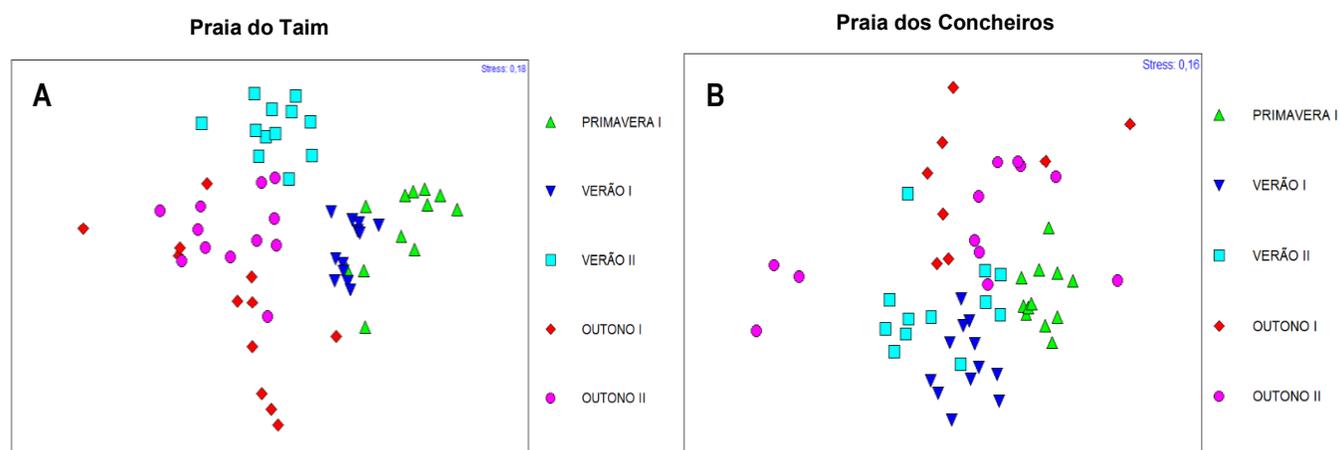


Figura 15. Diagrama do Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (nMDS) da estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, evidenciando a sazonalidade nas praias do Taim (A) e dos Concheiros (B).

A Análise de Componentes Principais (PCA) evidenciou que para a Primavera I - 2018, o primeiro Componente (CP1) apresentou um percentual da variância de 49,2% e mostrou estar positivamente correlacionado (Correlação de Pearson) com o tamanho do grão (Phi) (0,92), Densidade Total (ind.m⁻²) (0,89). Por outro lado, as densidades de *Hemipodia* sp. apresentaram correlação negativa aos demais parâmetros nesta componente (- 0,77). Com relação à segunda Componente (CP2), esta apresentou um percentual de variância de 23,3%, sendo positivamente correlacionada os anfípodes Phoxocephalopsidae (0,74) e negativamente com os bivalves *A. mactroides* (- 0,71) (Fig. 17A). No Verão I - 2019, o CP1 explicou 55,9 % a variância dos dados e foi evidenciada uma correlação positiva com a Densidade Total (0,91), Penetrabilidade (0,90) e *A. mactroides* (0,89), enquanto *Hemipodia* sp. apresentou correlação negativa (- 0,64). A CP2 (15,9 %) apresentou correlação positiva com a Equitatividade (J') (0,93) e uma correlação negativa com as densidades de *E. brasiliensis* (- 0,73) (Fig. 17B). Para o Verão II - 2019, o CP1 explicou 44,8% da variância e foi positivamente correlacionada com a Diversidade (H') (0,88), Riqueza (d) (0,83), mas mostrou correlação negativa com *Hemipodia* sp. (- 0,84); o CP2 apresentou uma variância de 19,2%, e foi positivamente correlacionado com a Densidade Total (0,77) e negativamente com a Penetrabilidade (- 0,69) (Fig.17C). No caso do Outono I - 2019, a componente Principal explicou o 28,9% da variância, se correlacionando positivamente com a densidade de Phoxocephalopsidae (0,76), e densidade de *D. hanleyanus* (0,73), e negativamente com a Penetrabilidade (- 0,58) a CP2 explicou 25,3% da variabilidade, esteve positivamente correlacionada com a Densidade de *S. gaucha* (0,86), porém foi negativamente correlacionada com a Equitatividade de Pielou (J') (- 0,65) (Fig.17D). Por fim, no Outono II - 2019, a maior variância (29%) foi explicada pela CP1, apresentando correlação positiva com a Diversidade (H') (0,89), porém se observou correlação negativa com a Densidade de *S. gaucha* (- 0,66). Para a CP2, a variância foi 23,95% e foi evidenciada uma correlação positiva com a Densidade Total (0,75) e o Tamanho do Grão (Phi) (0,66), porém foi observada uma relação negativa com a Equitatividade de Pielou (J') (- 0,67) (Fig. 17E).

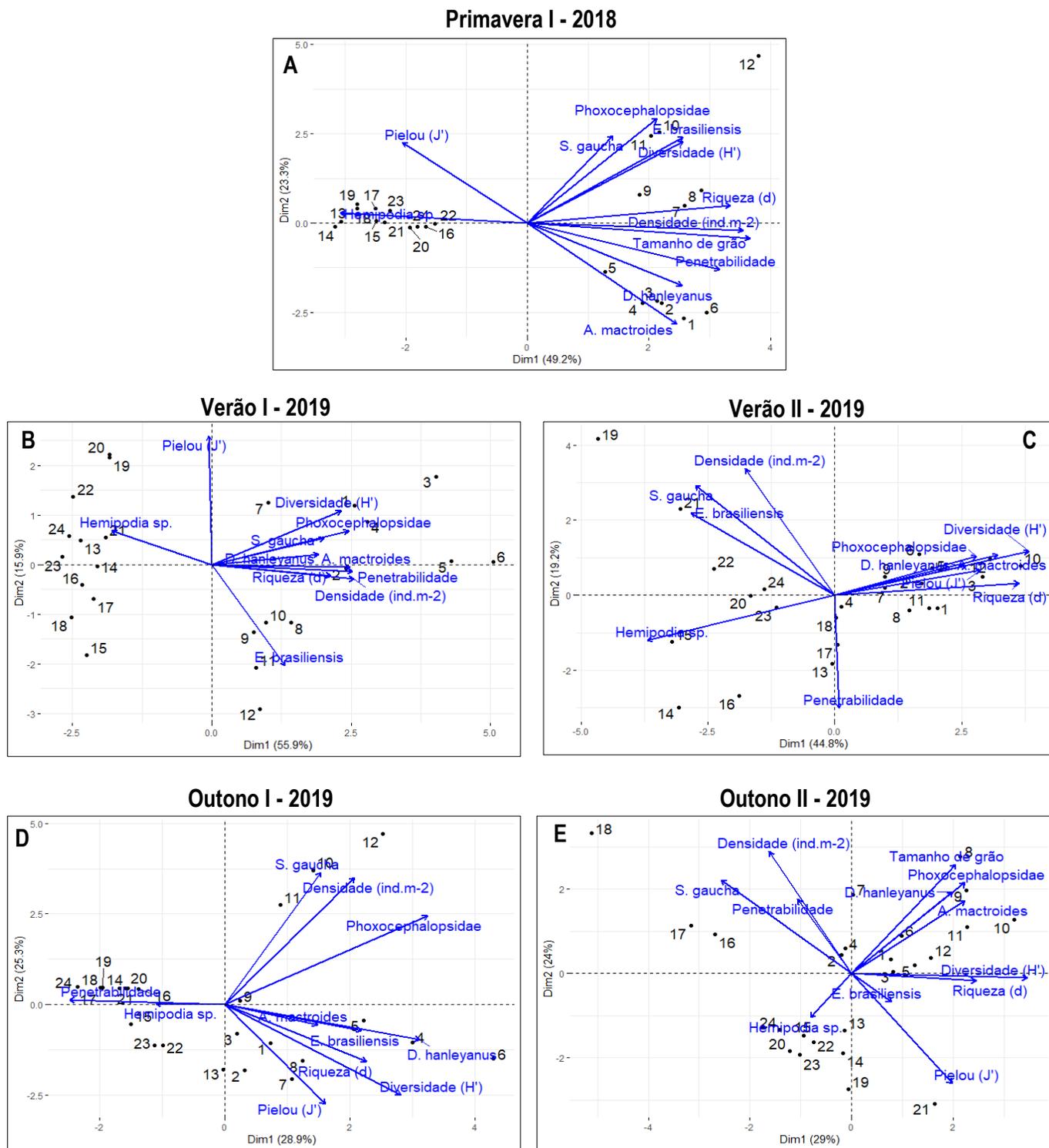
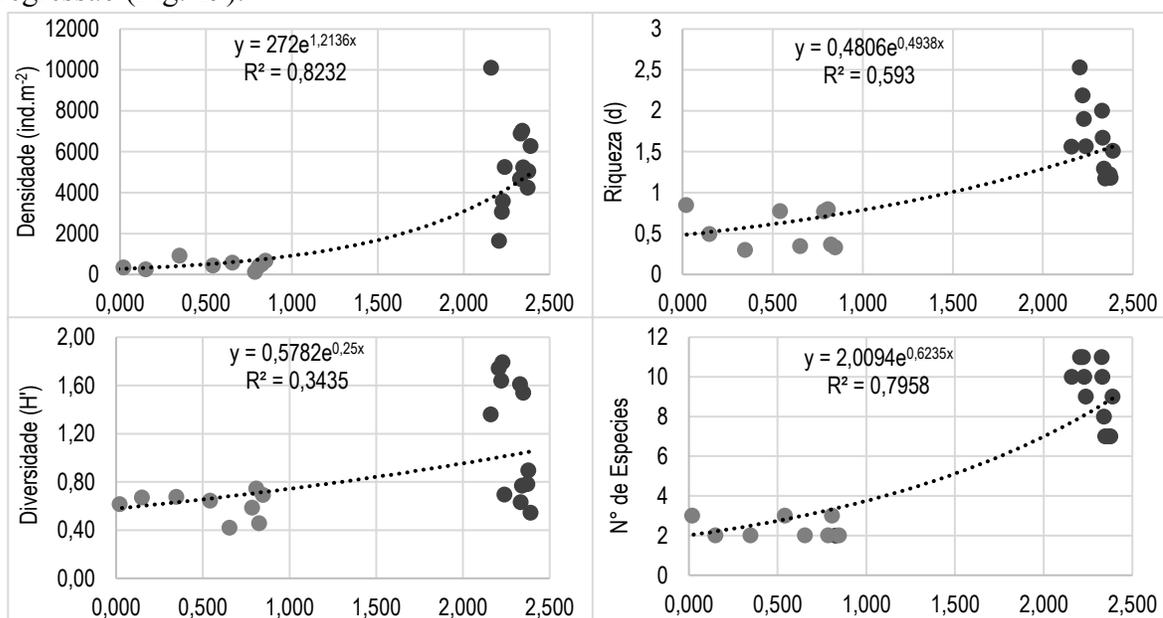


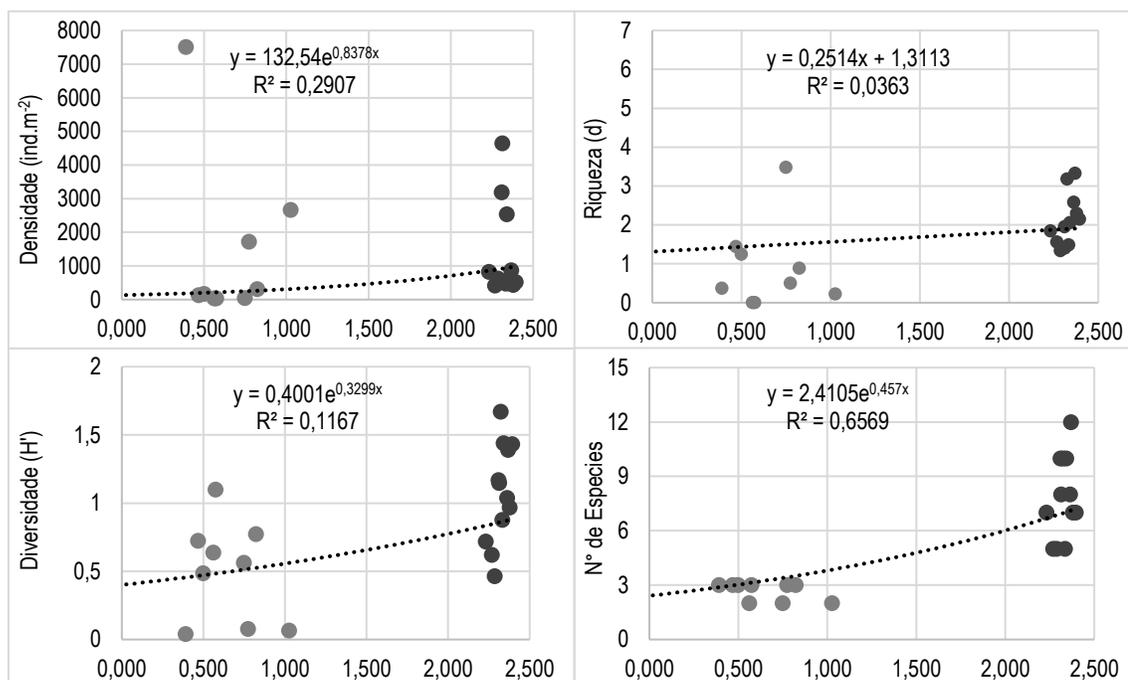
Figura 17. Diagrama Biplot do Análises de Componentes Principais (Biplot - PCA) mostrando a correlação das principais variáveis ambientais, parâmetros biológicos, densidades das principais espécies e grupos das amostras formados nas praias do Taim (S1: 1-6; S2: 7-12) e dos Concheiros (S3: 13-18; S4: 19-24).

Para a Primavera I - 2018, as análises de regressão entre os valores de Phi (ϕ) em relação às variáveis densidade ($R^2 = 0,82$), riqueza (d) ($R^2 = 0,59$) e número de espécies ($R^2 = 0,79$) mostraram um bom ajuste, observando-se um aumento exponencial com o incremento do valor das variáveis comparadas. Porém, a diversidade (H') não mostrou um bom ajuste ($R^2 = 0,34$) (Fig. 18). No Outono II - 2019, o número de espécies se mostrou muito correlacionado aos valores de phi (ϕ) ($R^2 = 0,65$), incrementando exponencialmente com o aumento dos valores de Phi. No entanto, as demais variáveis - densidade ($R^2 = 0,29$), riqueza (d) ($R^2 = 0,03$) e diversidade (H') ($R^2 = 0,11$) - não mostraram um bom ajuste na regressão (Fig. 19).



Tamanho Médio do Grão de Areia (ϕ)

Figura 18. Gráficos da relação entre o tamanho médio do grão de areia (ϕ) e a Densidade Total (ind. m⁻²), Riqueza (d), Diversidade (H') e Número de Espécies nas praias do Taim (bolas pretas) e dos Concheiros (bolas cinzas) na Primavera I - 2018.



Tamanho Médio do Grão de Areia (φ)

Figura 19. Gráficos da relação entre o tamanho médio do grão de areia (φ) e a Densidade Total (ind. m⁻²), Riqueza (d), Diversidade (H') e Número de Espécies nas praias do Taim (bolas pretas) e dos Concheiros (bolas cinzas) no Outono II - 2018.

3.5. Tamanhos Corporais

O bivalve *Amarilladesma mactroides* apresentou na praia Taim uma grande abundância de recrutas com classes de tamanho de 2 mm com até 1.509 indivíduos, e uma abundância menor de juvenis e adultos com mínimos de 1 e máximos de 4 indivíduos por classe (Fig. 20). O bivalve *Donax hanleyanus* apresentou uma distribuição de frequências de classes de tamanho similar a *A. mactroides*, com elevadas abundâncias de recrutas entre 16 e 627 indivíduos por classe para a praia do Taim (Fig. 21). O crustáceo *Emerita brasiliensis* apresentou para as praias Taim e Concheiros uma estrutura populacional composta por diferentes classes de tamanho (recrutas, juvenis e adultos), com abundâncias máximas de indivíduos juvenis (425 ind.) e adultos (79 ind.) para a praia do Taim e dos Concheiros respectivamente. (Fig. 22). O poliqueta *Hemipodia* sp. apresentou uma tendência totalmente

diferente das espécies anteriores, com elevadas abundâncias máximas de recrutas (68 ind.) e juvenis (47 ind.) na praia do Concheiros. Os adultos observados na praia dos Concheiros, apesar de apresentarem abundâncias de um indivíduo por cada classe de tamanho, são os tamanhos máximos observados para a espécie (90 - 173 mm). Na praia Taim somente foram registradas abundâncias máximas de 11 indivíduos de recrutas e juvenis, não tendo sido observados organismos adultos (Fig. 23).

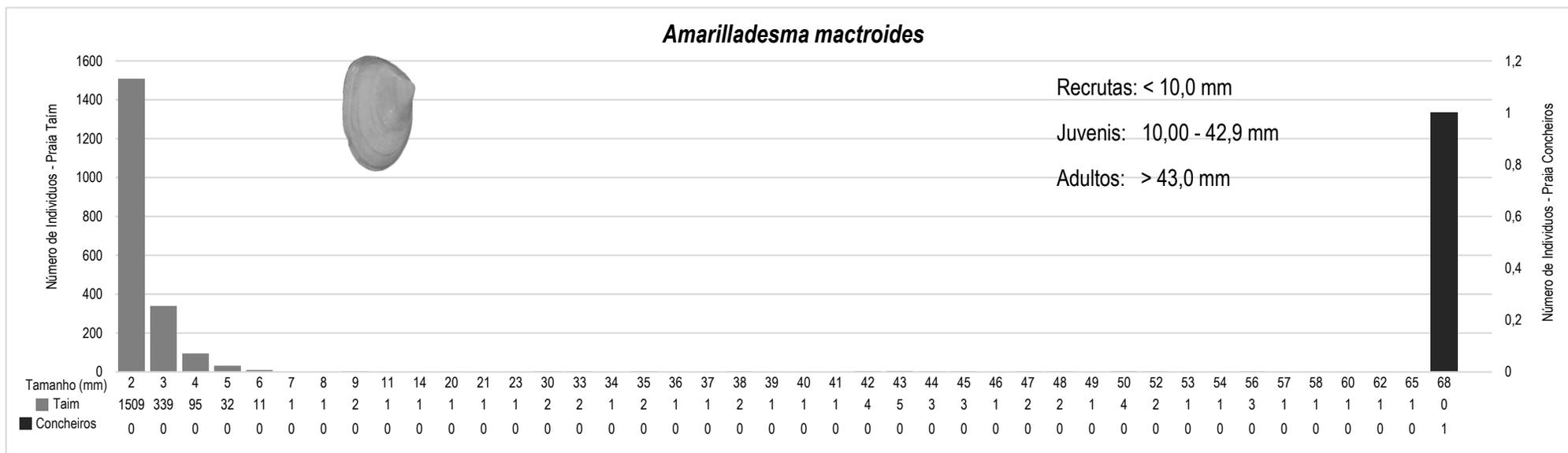


Figura 20. Tamanhos corporais de *Amarilladesma mactroides* e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.

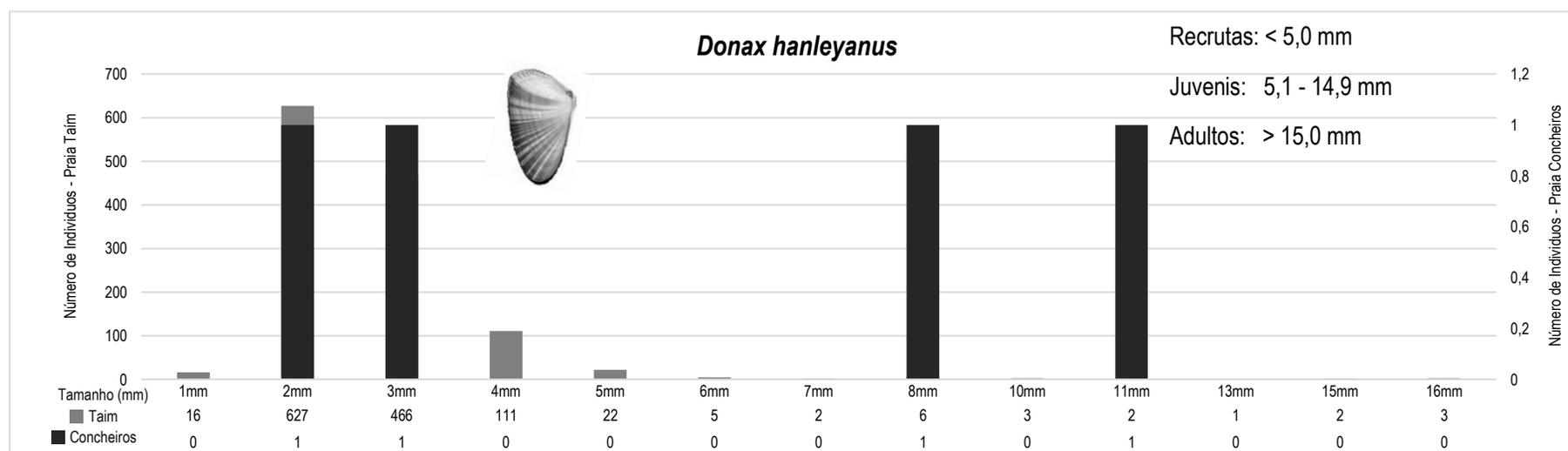


Figura 21. Tamanhos corporais de *Donax hanleyanus* e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.

4. DISCUSSÃO:

Foram evidenciadas claras diferenças entre os parâmetros físicos, como a penetrabilidade e composição sedimentar (granulometria), os descritores ecológicos densidade, diversidade, riqueza de espécies e guildas tróficas da macrofauna bentônica, entre praias dissipativa e refletiva no extremo sul do Brasil. O tamanho corporal de quatro espécies numericamente dominantes também apresentou respostas aos perfis morfodinâmicos das praias arenosas não urbanizadas do Taim e dos Concheiros. Por fim, as diferenças geomorfológicas entre praias foram evidenciadas na escala espacial e tendem a se manter na escala temporal analisada.

As praias do Taim e dos Concheiros evidenciaram ser espacialmente distintas com relação às propriedades morfológicas analisadas, concordando com a robusta classificação previa desta região costeira do sul do Brasil (Pereira et al. 2010). A praia do Taim, um cenário dissipativo, composta por areias finas muito bem selecionadas. Contrariamente, a praia dos Concheiros se caracterizou como intermediária com tendências refletivas, pela sua composição granulométrica grossa e pobremente selecionada. Estes diferentes cenários espaciais concordam com o observado previamente por Calliari & Klein (1993), que identificaram diferenças morfodinâmicas entre estas áreas da planície costeira do extremo sul do Brasil. Quando considerada toda a costa arenosa do Rio Grande do Sul, as praias do Taim e dos Concheiros pertencem a dois cenários morfodinamicamente distintos: o primeiro de características dissipativas a intermediárias, e o segundo de intermediárias com tendências refletivas. Através de amostragens granulométricas (Barros et al. 1994, Minasi 2013) e imageamento por GPR - *Ground Penetrating Radar* (Damião 2015), a praia dos Concheiros foi caracterizada como intermediária com tendências refletivas, composta por sedimento bimodal (areias finas e cascalho biodetrítico, com perfis muito íngremes e forte energia de ondas). Os resultados deste estudo, concordam com trabalhos desenvolvidos inicialmente por Wright & Short (1984), quem destacam o importante papel do regime das ondas, na estruturação geomorfológica e composição das praias arenosas.

Os grupos taxonômicos de macroinvertebrados bentônicos mais frequentes e que mais contribuíram na composição das assembleias das praias arenosas em estudo foram, em ordem decrescente, a Classe Polychaeta, Subfilo Crustacea e Filo Mollusca. Estes três grupos foram dominantes e constantemente encontrados na praia dissipativa do Taim. Silva (2006), avaliando a dinâmica espacial do macrozoobentos na praia dissipativa do Cassino, encontrou os mesmos grupos como os dominantes. No entanto, os grupos Polychaeta e Mollusca foram os de maior contribuição em relação ao grupo Crustacea. Já na praia refletiva dos Concheiros, Minasi (2013) registrou os grupos Polychaeta e Mollusca como os mais importantes e frequentes contribuintes

na composição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos. De forma similar, Jaramillo & McLachlan (1993), analisando a macrofauna bentônica de 3 praias arenosas refletivas no Chile (5 intermediárias e 2 dissipativas, incluindo parte da zona Supralitoral), evidenciaram a dominância de Crustacea, Polychaeta, Insecta e Mollusca como grupos de maior contribuição, destacando a presença e dominância dos crustáceos nas praias refletivas. De modo geral, os grupos que se apresentam de maneira comum em praias arenosas desde os extremos dissipativos aos refletivos, são as poliquetas, crustáceos e moluscos, variando sua dominância em função das estratégias desenvolvidas por cada uma das espécies representadas por cada grupo (Incera et al. 2006, McLachlan & Defeo 2017).

As praias arenosas da planície costeira do extremo sul do Brasil exibem uma variação espacial da macrofauna bentônica muito marcada, considerando os cenários dissipativos (praia do Altair) (Queiroz 2008), dissipativos/intermediários (Pinotti 2014) e os refletivos (praia dos Concheiros) (Barros et al. 1994, Minasi 2013), das praias arenosas não urbanizadas. Os resultados do presente trabalho concordam com os trabalhos anteriormente citados, se observando diferenças espaciais muito bem caracterizadas entre as duas praias, com maiores valores de riqueza de espécies, diversidade e densidade para a praia do Taim (dissipativa) quando comparada com a praia dos Concheiros (refletiva).

Estas diferenças estruturais determinadas pelo morfodinamismo, além de observadas em nível de assembléia, também foram observadas a nível de espécie. O poliqueta suspensívoro e depositívoro *Scolelepis gaucha* (Pardo & Amaral 2004) foi uma das espécies mais abundantes neste estudo, alcançando por vezes densidades maiores de 14.000 ind. m⁻². Elevadas densidades desta espécie também foram reportadas por outros autores para a região dissipativa da praia do Cassino, os quais apontaram densidades superiores a 10.000 ind. m⁻² (Neves & Bemvenuti 2006, Queiroz 2008, Pinotti 2014). O poliqueta *S. gaucha* é um dos principais contribuintes da biomassa de praias arenosas do extremo sul do Brasil (Santos 1994). Além disso, *S. gaucha* é notadamente associada a areias finas (Souza 2003), o que corresponde ao encontrado para a praia do Taim (areias finas a médias), mesmo que suas densidades tenham sido elevadas somente nas amostragens de Outono (10.297 ind. m⁻²).

Um estudo desenvolvido em 12 praias morfodinamicamente distintas na Espanha mostrou que *Scolelepis* foi o gênero de maior densidade em relação aos outros gêneros, apresentando uma preferência por ambientes de granulometria fina (Reyes-Martinez et al. 2015). O gênero *Scolelepis* apresenta uma ampla distribuição geográfica e tem a capacidade de habitar praias com gradientes granulométricos variáveis, apresentando-se recorrentemente em cenários de areias finas aproveitando estes grãos para a construção de tubos que fornecem proteção (Hartmann-Schroder

1996, Souza & Borzone 2000, Van Hoey et al. 2004). Entretanto, no presente trabalho foram também registradas densidades importantes (1.967 ind.m^{-2}) na praia dos Concheiros, que superaram inclusive os valores encontrados na praia do Taim. Estas elevadas densidades para uma praia refletiva poderiam estar associadas à sua alta fecundidade, e o padrão bianual de recrutamento, além das condições oceanográficas, as quais apresentam uma alta variabilidade ao longo do ano, permitindo a dispersão das larvas com maior efetividade pela região costeira (Gianuca 1985, Santos 1994).

O poliqueta *Hemipodia* sp., um predador ágil, ocorreu em ambas as praias, com as maiores densidades na praia dos Concheiros quando comparada à praia do Taim. Porém, apesar de terem sido registradas menores densidades desta espécie para a praia do Taim, foi um gênero presente durante todas as estações do ano neste cenário dissipativo. Os resultados obtidos por Defeo et al. (1992) em um estudo desenvolvido no Uruguai, mostraram que *Hemipodia californiensis* consegue habitar cenários com características granulométricas tanto de areias finas (Barra Chuy) quanto de areias grossas (Arachania). Em Cabo Polonio (Uruguai), foi observado que esta espécie tem uma ampla distribuição nos diferentes cenários morfodinâmicos (Giménez & Yannicelli 1997). Do mesmo modo, nas praias Manguinhos (dissipativa) e Grussaí (intermediária) no Rio de Janeiro, as perturbações naturais (tempestades) evidenciaram a capacidade de *H. californiensis* para habitar praias com variações de areias finas a grossas (Costa et al. 2019). Desta maneira, esta espécie de poliqueta parece muito bem adaptada ao intenso e frequente clima do espriamento imposto pelas feições intermediárias e refletivas, como é observado de forma contundente na praia do Concheiros. Além disso, ao experimentar mudanças muito intensas nos diferentes cenários morfodinâmicos, aparentemente só as populações desta espécie que ocorrem em praias com granulometrias grossas mostram rápida recuperação (Costa et al. 2019). Algumas destas adaptações incluem o rápido enterramento auxiliado pelo musculoso corpo (McLachlan & Defeo 2017) e uma robusta probóscide (Quatrefages 1866, Veloso & Neves 2009). Por outro lado, alguns autores mencionam que a intensa predação da avifauna (Aarif 2009, Lercari et al. 2010, Aarif & Prasad 2016), seria a explicação para as baixas densidades registradas em praias dissipativas, que são zonas de alimentação de aves; concordando com Pinotti et al. (2014) que explicam que as altas densidades de *Hemipodia* sp. em cenários refletivos, estariam relacionadas à ausência virtual de aves praieiras e peixes, que são os seus principais predadores na planície costeira do sul do Brasil. Deste modo, as baixas densidades reportadas para o poliqueta *Hemipodia* sp. na praia dissipativa do Taim, estariam associadas ao intenso controle biológico causado pela predação da avifauna e peixes. As praias arenosas em zonas de reserva ecológica, como a praia do Taim, sustentam complexas e diversas assembleias de macroinvertebrados bentônicos que servem de

alimento para uma ampla diversidade de aves costeiras, peixes e megafauna bentônica (Leber 1982, Vooren 1997). Estas aves costeiras, como as espécies *Larus dominicanus*, *Haematopus palliatus* e dos gêneros *Calidris*, *Pluvialis* e *Charadrius*, são observadas tipicamente nestes ecossistemas, assim como também espécies de outros grupos de vertebrados, entre eles mamíferos (*Conepathus chinga*, *Dusicyon gymnocercus*) e peixes (*Paralichthys orbignyanus*), que além de utilizar estes ambientes como zonas de alimentação, algumas destas espécies aproveitam a região de dunas como zonas refúgio e zonas de aninhamento (Gianuca 1997, Pinotti et al. 2014). Tem sido reportado que os poliquetas são o principal item alimentar das aves costeiras, devido principalmente às grandes quantidades de proteínas que estes aportam para o desenvolvimento corporal das crias, e de carboidratos para a produção de energia para as migrações (Aarif & Prasad 2016).

As espécies de crustáceos que apresentaram as maiores densidades nas assembleias de macroinvertebrados bentônicos, foram o decápode suspensívoro *Emerita brasiliensis*, seguido do anfípode detritívoro Phoxocephalopsidae. Ao longo do presente trabalho, anfípodas Phoxocephalopsidae foram observados em maiores densidades na praia do Taim, e em ínfimas densidades para a praia dos Concheiros. Estes padrões são coerentes com os resultados obtidos em trabalhos prévios para praias arenosas dissipativas (Silva et al. 2008, Queiroz 2008) e refletivas (Barros et al. 1994, Minasi 2013) do extremo sul do Brasil. A estrutura espacial para esta família na região não só seria resposta ao morfodinamismo, senão que também à disponibilidade de recurso alimentar (detrito e depósito de matéria orgânica) na ampla zona de surf disponibilizada nas praias dissipativas (Pinotti 2014). Com relação a *E. brasiliensis*, esta espécie suspensívora é reconhecida como um importante componente e contribuinte das elevadas densidades das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, sendo um dos três tradicionais migradores mareais juntamente com os moluscos filtradores *A. mactroides* e *D. hanleyanus* (McLachlan & Defeo 2017). Durante o estudo, a tatuíra *E. brasiliensis* foi registrada de maneira constante nas duas áreas analisadas, porém as maiores densidades foram sempre registradas para a praia do Taim (dissipativa). Trabalhos anteriores desenvolvidos na praia dos Concheiros reportam densidades de 19 ind. m² (Barros et al. 1994) e 1,76 ind. m² (Minasi 2013), muito inferiores às encontradas no presente trabalho. As baixas densidades nas praias refletivas sugerem que haja uma imposição de severos desafios ao desenvolvimento desta espécie, uma vez que somente alguns exemplares conseguem suportar as condições extremas do cenário refletivo. Por exemplo, Neves & Bemvenuti (2009) em uma avaliação da macrofauna bentônica de 4 praias dissipativas do litoral norte do Rio Grande do sul encontraram densidades médias de 262 ind. m⁻². Já na praia do Cassino, em um trabalho avaliando a variabilidade sazonal, foram encontradas densidades médias de 41 ind. m⁻²

(Neves et al. 2012), e em uma avaliação da biomassa do macrozoobentos as densidades foram de 42 ind. m⁻² (Queiroz 2008). Os trabalhos citados anteriormente, que consideraram uma praia arenosa impactada ao norte (Cassino) das avaliadas no presente estudo (Taim e Concheiros), registraram densidades baixas de *E. brasiliensis*, o que poderia ser o resultado de uma sobreposição de fatores: o impacto do trânsito (Bom & Colling 2020) e o controle biológico gerado pela predação de importantes vertebrados que residem nestas praias (Pinotti et al. 2014).

Os bivalves suspensívoros *Amarilladesma mactroides* e *Donax hanleyanus* contribuíram significativamente às diferenças espaciais encontradas entre as assembleias das duas praias arenosas em estudo. Esta espécie do gênero *Donax* apresenta maior flexibilidade para ocupar diferentes cenários morfodinâmicos, desde as feições dissipativas às refletivas, o que seria possibilitado pela maior velocidade de enterramento em comparação com o bivalve migrador mareal da região, *Amarilladesma mactroides* (Barros et al. 1994). McLachlan et al. (1995) avaliaram as adaptações de 12 espécies de bivalves em praias arenosas de 4 continentes, considerando as espécies dos gêneros *Donax* (*D. faba*, *D. angusta*, *D. serra* e *D. hanleyanus*) e *Amarilladesma* (*A. mactroides* e *M. donacium*). Foi destacado que o gênero *Donax* requer menor tempo para o enterramento quando comparado ao gênero *Amarilladesma*, tendo assim maior eficiência na rápida ocupação do interior do substrato. Neves & Bemvenuti (2006), avaliando três praias dissipativas ao norte de Rio Grande do sul, reportaram altas densidades para *A. mactroides*, em relação às densidades de *D. hanleyanus*. Um estudo das assembleias de macroinvertebrados bentônicos de praias dissipativas no extremo sul do Brasil, mostrou as mesmas tendências observadas no presente estudo, altas densidades dos moluscos *A. mactroides* e *D. hanleyanus*, porém superadas pelo poliqueta *S. gaucha* (Silva et al. 2008).

A. mactroides apresenta maiores densidades nas feições compostas por areias finas (McLachlan et al. 1995, Fiori & Defeo 2006), o que foi também evidenciado no presente trabalho. Apesar da grande capacidade de *A. mactroides* por habitar praias dissipativas, trabalhos prévios desenvolvidos na praia dos Concheiros mostram que esta espécie pode ocorrer em praias de sedimentos grossos da mesma maneira que a espécie *D. hanleyanus* (Minasi 2013), apesar de que neste estudo só foi reportado um indivíduo adulto. Os bivalves *A. mactroides* e *D. hanleyanus* apresentam uma sobreposição de nichos tróficos, o que gera uma forte competição pelos recursos disponíveis em praias dissipativas (Pinotti 2014), se observando uma variação antagônica das densidades de uma espécie em relação à outra (Dadon 2005).

Os resultados no presente estudo evidenciam que praias dissipativas como Taim, compostas por areias finas e localizadas em áreas protegidas, fornecem condições muito mais estáveis para o desenvolvimento de uma maior diversidade de macrofauna bentônica. Por outro

lado, em praias refletivas turbulentas como a praia dos Concheiros, o morfodinamismo (granulometria grossa e o clima do espraiamento) se torna o principal fator que determina a estrutura e composição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos.

As abundâncias e densidades das espécies, assim como seus distintos modos de alimentação, permitem uma melhor compreensão da dinâmica das assembleias de macroinvertebrados bentônicos e como estas são estruturadas em cada cenário morfodinâmico (McLachlan & Defeo 2017). Maiores percentuais de abundância de suspensívoros / filtradores (*E. brasiliensis*, *S. gaucha*, *A. mactroides* e *D. hanleyanus*) e detritívoros / depositívoros (*Thoracophelia furcifera*, anfípodes Phoxocephalopsidae e Platyischnopidae) foram observados na praia composta por areia fina (Taim), assim como predadores (*Hemipodia* sp. e Nemertea) para a praia composta por sedimentos bimodais (Concheiros). Defeo & McLachlan (2011) observaram maiores valores de abundâncias para *E. brasiliensis* e *D. hanleyanus*, assim como maiores densidades para o necrófago *Excirolana armata*, em cenários compostos por areias finas, diminuindo para cenários de areia grossa. Um estudo desenvolvido em duas praias arenosas do Uruguai, Arachania (refletiva) e Barra do Chuy (dissipativa), obteve resultados similares aos encontrados no presente trabalho, evidenciando que praias com granulometrias finas mostraram um maior número de níveis e guildas tróficas, com a dominância dos detritívoros e suspensívoros. Além disso, a praia de sedimentos grossos (Arachania) mostrou menor diversificação das guildas tróficas e o poliqueta *Hemipodia olivieri* como destacado predador (Lercari et al. 2010).

O presente estudo avaliou o tamanho corporal de 4 espécies mais abundantes nas assembleias de macroinvertebrados bentônicos das praias arenosas do sul do Brasil. O tamanho corporal é um dos parâmetros biológicos também abordados por ecólogos de praias arenosas e que mostra estar condicionado pelo clima do espraiamento, porém as suas tendências são ainda pouco compreendidas (McLachlan & Defeo 2017). Os resultados de McLachlan & Dorvlo (2007), evidenciam que tamanhos corporais menores e mais frágeis seriam muito mais exitosos em cenários dissipativos. Além disso, cenários compostos por sedimento fino bem selecionado, fornecem um substrato muito mais estável com maior disponibilidade de recursos alimentares, possibilitando o desenvolvimento de grandes populações e diferentes frequências de tamanhos corporais (Dugan et al. 1994). O tamanho corporal do macrozoobentos apresenta característicos aumentos dos cenários refletivos aos dissipativos, como observado para os bivalves *D. hanleyanus* (Defeo & McLachlan 2011) e *A. mactroides* (Manta et al. 2016). No presente trabalho foi observado que estas espécies apresentam um maior número de indivíduos para todos os grupos etários (recrutas, juvenis e adultos) em praias com climas do espraiamento suave e sedimento fino, em comparação com as praias com um maior morfodinamismo. O maior tamanho corporal de *A.*

mactroides (68 mm) e os juvenis de *D. hanleyanus* encontrados na praia dos Concheiros, poderiam estar associados à bi-sazonalidade desta praia, relacionada aos perfis praias erosivos / deposicionais (Damião 2015) e à alta produtividade primária ao longo da costa do extremo sul do Brasil, gerada principalmente pelas diatomáceas *Asterionellopsis glacialis* (Pinotti et al. 2014), cujas vantagens podem ser aproveitadas por alguns dos indivíduos da população mais ágeis para o enterramento.

A relação entre o tamanho corporal de *Emerita analoga* e as características morfodinâmicas de praias arenosas tem sido avaliada no Chile, sem a evidência de padrões ou tendências aparentes (Jaramillo & McLachlan 1993). Porém, McLachlan & Defeo (2017) mencionam que *Emerita brasiliensis*, outra espécie com ampla distribuição, é exitosa nos diferentes cenários praias e bem adaptada às condições de granulometria grossa, perfis praias íngremes e forte energia de ondas. Os resultados obtidos no presente estudo mostram a presença de indivíduos *E. brasiliensis* de diferentes grupos etários e elevadas frequências na praia dissipativa do Taim. Já no cenário refletivo (praia dos Concheiros), estes grupos etários são mantidos, mas em menor frequência, além de terem sido observados os maiores tamanhos corporais. Este estudo evidencia que populações de *E. brasiliensis* são claramente mais exitosas em praias dissipativas, apresentando altas densidades para cada um dos diferentes grupos etários. Porém, em praias refletivas as populações menos densas desta espécie conseguem habitar tais cenários extremos, atingindo tamanhos maiores em tais condições. Uma avaliação da influência do clima do espraiamento sobre *E. brasiliensis* em duas praias arenosas no Uruguai evidenciou que uma maior frequência de distintos grupos etários, maiores tamanhos corporais e menor mortalidade são observados em cenários dissipativos. Já nos cenários refletivos, a rigorosidade do clima do espraiamento geraria grandes mortalidades determinando baixas frequências dos distintos grupos etários, sendo mais frequentes os recrutas e juvenis. No entanto, são observados indivíduos adultos de grande tamanho em quantidades ínfimas nestes cenários refletivos (Defeo et al. 2001).

Apesar de diversos trabalhos citarem os crustáceos como colonizadores de praias arenosas refletivas (Gómez & Defeo 1999, Defeo et al. 2001, Defeo et al. 1997), neste estudo o poliqueta *Hemipodia* sp. mostrou-se bem adaptado a ocupar tais cenários morfodinâmicos. As maiores frequências de recrutas e juvenis desse poliqueta, assim como os máximos tamanhos corporais foram registrados para praia dos Concheiros. Os trabalhos de Defeo et al. (1992), Giménez & Yannicelli (1997) e Costa et al. (2019) reportam o poliqueta *Hemipodia* sp. como frequente em ambientes com intensos climas do espraiamento, porém não são reportados seus tamanhos corporais. Desta forma, este trabalho se torna o primeiro que fornece informações sobre o tamanho

corporal de poliquetas que compõem as assembleias de macroinvertebrados bentônicos de praias arenosas no sul do Brasil e como este parâmetro é influenciado pelo morfodinamismo.

As variações da macrofauna bentônica não somente foram observadas no espaço, mas mostraram também diferenças muito bem marcadas ao longo das estações, sendo a temperatura o principal fator controlador destas variações, similarmente ao observado por Silva et al. (2008). Diferentes trabalhos desenvolvidos em praias arenosas de regiões temperadas no mundo evidenciam que a sazonalidade atua de forma muito importante na estruturação e composição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, implicando em marcantes variações populacionais das espécies dominantes (Holland & Polgar 1976, Dexter 1984, Jaramillo et al. 1996).

As análises univariadas e multivariadas aplicadas neste estudo, além de evidenciar variações espaciais da macrofauna bentônica, mostraram também padrões sazonais, com maiores densidades, para as sazões quentes (primavera e verão) e menores densidades para o Outono. Estas variações sazonais têm sido relacionadas sobretudo às tendências nas densidades das populações das espécies dominantes. As espécies suspensívoras *A. mactroides*, *D. hanleyanus*, *E. brasiliensis* e *S. gaucha*, e detritívoros da família Phoxocephalopsidae são observadas para a área de praias dissipativas (Taim) em altas densidades na Primavera e Verão. Resultados muito similares aos obtidos em um estudo desenvolvido na praia dissipativa do Cassino, ao norte (Silva et al. 2008). Por outro lado, mesmo que o predador *Hemipodia* sp. tenha sido observado na praia do Taim durante as sazões quentes, as suas maiores densidades nestas sazões foram registradas para a praia dos Concheiros. Resultados semelhantes foram encontrados por Minasi (2013) avaliando a composição do macrozoobentos na mesma praia dos Concheiros. No presente estudo, no final do verão ambas praias experimentaram uma queda considerável das densidades da macrofauna bentônica, se relacionando à queda da temperatura, o que é também reportado em outros trabalhos desenvolvidos para esta região temperada (Defeo et al. 2001, Queiroz 2008, Carcedo et al. 2015). Porém, incrementos nas densidades da macrofauna foram observados no início do Outono para a praia do Taim, associados aos aumentos populacionais de *S. gaucha*. Estes resultados são diferentes dos reportados por Silva et al. (2008), que observou menores densidades de macrofauna para estações frias na praia dissipativa do Cassino. No final do Outono, foi observada um segundo aumento populacional de *S. gaucha* para a praia dos Concheiros, semelhante ao registrado por Minasi (2013) para a mesma praia. Trabalhos anteriores mostram que a alta frequência de ventos durante e no final do outono dispersariam as larvas de *S. gaucha* ao longo do extremo sul do Brasil (Santos 1990, 1994), o que explicaria estes picos nas densidades das populações da macrofauna bentônica influenciados pelos recrutamentos de *S. gaucha* para os cenários mais dissipativos (praia do Taim). No entanto, nos cenários refletivos (praia dos Concheiros) a influência de maior energia

de ondas e a erosão nesta sazão do ano, impõem condições ainda mais adversas ao assentamento e recrutamento das espécies e, portanto, menores densidades.

A macrofauna bentônica que habita praias arenosas de regiões temperadas está sujeita a fortes variações no tempo nos seus principais descritores ecológicos (densidade, abundância e riqueza de espécies) quando comparada à macrofauna de praias arenosas de regiões tropicais (Dexter 1979, Haynes & Quinn 1995, Defeo 1996, Barboza & Defeo 2015). Além disso, as espécies *S. gaucha*, Phoxocephalopsidae e *A. mactroides* são os principais contribuintes para as diferenças estruturais das assembleias de macrofauna bentônica no tempo.

Os descritores ecológicos diversidade e densidade variam amplamente e são fortemente influenciados pela dinâmica populacional das espécies dominantes (Dexter 1979, Defeo 1996). A diversidade da macrofauna em praias arenosas pode apresentar variações não muito claras, ou indiretas de acordo com o aumento da temperatura dos meses quentes. Gonçalves et al. (2009) apesar de não ter evidenciado tendência sazonal significativa na diversidade do macrozoobentos, destacou que algumas espécies preferem ocupar algumas zonas da praia dependendo da sazão. Por exemplo, anfípodes e isópodes são observados durante as sações quentes na zona intermareal, e nas frias passam a ocupar a zona supralitoral. Por sua vez, Carcedo et al. (2015), observou uma maior diversidade durante o Outono e menores na Primavera e Verão em praias arenosas da Argentina. Jaramillo et al. (2001) estudando as praias arenosas da costa chilena, não observaram tendências ou padrões na diversidade com relação à sazonalidade, uma vez que algumas praias mostram maior número de espécies no inverno e menor no verão. A falta de padrões sazonais do macrozoobentos para este estudo, estaria associado à presença de espécies dominantes e muito bem adaptadas aos diferentes cenários morfodinâmicos e sações. Estas espécies dominantes apresentam estratégias como robustos recrutamentos (muito densos) ao longo do ano, altas taxas de fecundidade e baixa mortalidade, se tornando importantes controladoras da composição e estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos de praias arenosas (Santos 1994, Veloso et al. 1997, Silva et al. 2008).

O presente trabalho, que avaliou as praias arenosas do extremo sul do Brasil (Taim e Concheiros), tornou claras as tendências já conhecidas entre cenários dissipativos e refletivos para outras regiões do planeta. As assembleias de macroinvertebrados bentônicos apresentaram, de fato, maiores valores de Riqueza, Abundância, Biomassa e Densidade em cenários praias formados por areias finas e climas do espriamento suaves, quando comparados aos cenários compostos por sedimentos grossos, controlados fortemente pelo intenso clima do espriamento (McLachlan & Dorvlo 2005, 2007). Além disso, considerando as guildas tróficas e os tamanhos corporais, os resultados concordam com Defeo & McLachlan (2011), que registraram maior número de guildas

tróficas e mais frequentes em praias com menor morfodinamismo, em relação àquelas que apresentam clima de espraiamento mais intenso e maior dinâmica sedimentar. Com relação aos tamanhos corporais, este estudo observou os maiores organismos em praias refletivas, e os menores tamanhos com representação muito mais numerosa nas praias dissipativas, semelhante ao observado por McLachlan & Dorvlo (2007). No entanto, não podemos concluir que a tendência é a mesma em relação aos cenários de outras praias do planeta, uma vez que o número de indivíduos encontrados não é significativo para uma afirmação consistente.

Os resultados da análise dos descritores ecológicos abordados neste estudo são similares, aos resultados de estudos prévios das assembleias de macroinvertebrados bentônicos que abordam a composição específica, estrutura e dinâmica espaço-temporal em cenários morfodinâmicos distintos em praias subtropicais no extremo sul do Brasil não urbanizadas. Por isso, é um importante marco para futuras abordagens que avaliem cenários prístinos na região, habilitando um conhecimento até então pouco compreendido para as análises de cenários futuros associados a impactos tanto naturais quanto antrópicos.

5. CONCLUSÃO:

Os resultados deste estudo fornecem informação sobre a estrutura e composição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos da zona do varrido da região costeira do extremo sul do Brasil, nas praias do Taim e dos Concheiros, que diferem amplamente tanto na composição sedimentar como na estrutura e composição da macrofauna bentônica que nelas habita. Através do presente estudo foi corroborada a caracterização previa fornecida para as praias do Taim e dos Concheiros como dissipativa e refletiva. A praia do Taim, além de estar situada em uma área de conservação, apresentou condições granulométricas favoráveis para o desenvolvimento de uma maior diversidade e densidade da macrofauna bentônica para a grande maioria das espécies, assim como para modos de alimentação predominantemente suspensívoros e detritívoros. No entanto, organismos com modo de alimentação predatório foram observados abundantemente na praia dos Concheiros. O poliqueta *Hemipodia* sp. foi evidenciado como uma espécie importante na composição da praia dos Concheiros, apresentando-se em maiores densidades e tamanhos corporais, o que sugere sua alta adaptabilidade ou resiliência para estes ambientes. Este trabalho permite incrementar o conhecimento ecológico das praias arenosas de áreas sem impacto significativo no extremo sul do Brasil.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Aarif KM (2009) Some Aspects of Feeding Ecology of the Lesser Sand Plover in three different zones in the Kadalundi Estuary, Kerala, South India. *Podoces*. 4 (2): 100 - 107.
- Aarif KM, Prasadán PK (2016) Silent Shores - Population Trend of Migrant Shorebirds & Conservation Issues of Habitat. 5 - 62 pp.
- Abdi H, Williams LJ (2010) Tukey's Honestly significant difference (HSD) test. *Encyclopedia of Research Design*. 583 - 585 pp.
- Andrade FC, Massud-Ribeiro RJ, Veloso VG (2016) Macrofauna composition of two beaches with distinct morphodynamism degrees in the beach arc barra de São João - Ponta do Pai Vitorio Promontory - RJ. *Braz J Aquat Sci Technol*. 20(1): 69 - 78.
- Ayres M, Ayres-Junior M, Ayres DL, Santos AAS (2010) *Bioestatística: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas. Versão 5.3*. Belém, Pará: Sociedade Civil Mamirauá, MCTCNPq. 364 p.
- Barboza F, Defeo O (2015) Global diversity patterns in sandy beach macrofauna: a biogeographic analysis. *Sci Rep*. 5(1): 1 - 9.
- Baron J, Clavier J (1994) Structure and Seasonal Variations of a Sandy Beach Macrofauna on the South-West Coast of New Caledonia (SW Pacific Ocean). *Asian Mar Biol*. 11(1): 1 - 7.
- Barros FCR, Calliari LJ, Gianuca NM (1994) Estudo preliminar da macrofauna bentônica da Praia dos Concheiros, RS. *Notas Técnicas*. 7(1): 33 - 37.
- Bergamino L, Lercari D, Defeo O (2011) Food web structure of sandy beaches: Temporal and spatial variation using stable isotope analysis. *Estuar Coast Shelf Sci*. 91(4): 536 - 543.
- Bird ECF (1996) *Beach Management*. Wiley, Chichester, UK. 292 p.
- Birl L, Morrison JEr (2018) Soil Penetrometers and Penetrability. In *Methods of Soil Analysis* (eds J.H. Dane and G. Clarke Topp). 363 - 388 pp.
- Bom FC, Colling LA (2020) Impact of vehicles on benthic macrofauna on a subtropical sandy beach. *Mar Ecol*. 41: 1 - 9.
- Borzone CA, Gianuca NM (1990) A zonação Infralitoral em praias arenosas expostas. *Public. ACIESP*. 71(3): 280 - 293.
- Brazeiro A (1999) Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, distribution and abundance of species. *Rev Chil Hist Nat*. 72: 93 - 105.
- Brazeiro A (2001) Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: what are the underlying factors? *Mar Ecol Prog Ser*. 224: 35 - 44.

- Brown AC, McLachlan A (1990) *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam. 328 p.
- Calliari LJ, Klein AHF (1993) Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, 20(1): 48 - 56.
- Calliari LJ, Muehc D, Hoefel FG, ToldoJR E (2003) Morfodinâmica praial: uma breve revisão. *Rev Bras Oceanogr*. 5(1): 63 - 78.
- Carcedo MC, Fiori SM, Piccolo MC, López Abbate MC, Bremec CS (2015) Variations in macrobenthic community structure in relation to changing environmental conditions in sandy beaches of Argentina. *Estuar Coast Shelf Sci*. 166: 56 - 64.
- Cardoso RS, Veloso VG (1997) Estratégia amostral para caracterização da macrofauna da região entremarés em três praias arenosas expostas do estado do Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*. 3: 171 - 182.
- Carmona-Suárez C, Conde J (2005) The natural diet Of *Arenaeus Cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on two arid beaches in western Venezuela. *Crustaceana*. 78: 525 - 541.
- Clarke KR, Gorley RN (2006) *PRIMER V6: User Manual/Tutorial*. Primer-E, Plymouth. 190 p.
- Clarke KR, Warwick RM (2001) *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2ed. Plymouth Marine Laboratory. 176 p.
- Conover WJ, Johnson ME, Johnson MM (1981) A comparative study of tests for homogeneity of variances with applications to the outer continental shelf bidding data. *Technometrics*. 23: 351 - 361.
- Costa LL, Machado PM, Zalmon IR (2019) Do natural disturbances have significant effects on sandy beach macrofauna of Southeastern Brazil. *Zoologia*. 36: 1 - 10.
- Covazzi A, Pusceddu A, Della Croce N, Danovaro R (2001) Spatial and temporal changes in beach meiofaunal communities of the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Rev Biol Mar Oceanogr*. 35(1): 57 - 64.
- Dadon JR (2005) Changes in the intertidal community structure after a mass mortality event in sandy beaches of Argentina. *Contrib Zool*. 74(1-2): 27 - 39.
- Damião ALA (2015) Contribuições ao estudo das variações morfossedimentares superficiais e estratigráficas da Praia dos Concheiros, RS. *Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica, Universidade Federal de Rio Grande - FURG - Brazil*. 71p.
- Davies JL (1973) *Geographical variation in coastal development*. Hafner Publishing Company, New York. 204 p.

- Defeo O (1996) Recruitment variability in sandy beach macroinfauna: much to learn yet. *Rev Chil Hist Nat.* 69: 615 - 630.
- Defeo O (1998) Testing hypotheses on recruitment, growth, and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *Can J Fish Aquat Sci.* 125: 257 - 264.
- Defeo O, Brazeiro A, Alava A, Riestra G (1997) Is sandy beach macroinfauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuar Coast Shelf Sci.* 45: 453 - 462.
- Defeo O, Cardoso RS (2004) Latitudinal patterns in abundance and life-history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* on South American sandy beaches. *Divers Distrib.* 10(2): 89 - 98.
- Defeo O, Gómez J, Lercari D (2001) Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Mar Ecol Prog Ser*, 212: 159 - 170.
- Defeo O, Jaramillo E, Lyonnet A (1992) Community Structure and Intertidal Zonation of the Macroinfauna on the Atlantic Coast of Uruguay. *J Coast Res*, 8(4): 830 - 39.
- Defeo O, Martínez G (2003) The habitat harshness hypothesis revisited: Life history of the isopod *Excirrolana brasiliensis* in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *J Mar Biolog Assoc UK.* 83(2): 331 - 340.
- Defeo O, McLachlan A (2005) Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar Ecol Prog Ser.* 295: 1 - 20.
- Defeo O, McLachlan A (2011) Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. *Mar Ecol Prog Ser.* 433: 29 - 41.
- Defeo O, McLachlan A (2013) Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology.* 199: 106 - 114.
- Delgado E, Defeo O (2006) A complex sexual cycle in sandy beaches: the reproductive strategy of *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Anomura). *J. Mar Biolog Assoc UK.* 86: 361 - 368.
- Dexter DM (1979) Community structure and seasonal variation in intertidal Panamanian sandy beaches. *Estuar Coast Mar Sci.* 9(5): 543 - 558.
- Dexter DM (1984) Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna of four sandy beaches in south-eastern New South Wales. *Mar Freshw Res.* 35: 663 - 672.
- Dugan JE, Hubbard DM, Wenner AM (1994) Geographic variation in life history of the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson) on the California coast: Relationships to environmental variables. *J Exp Mar Biol Ecol.* 181(2): 255 - 278.

- Escofet A (1973) Observaciones sobre alimentación y hábitos cavadores en *Bathyporeiapus ruffoi* y *Bathyporeiapus bisetosus* (Amphipoda: Oedicerotidae). *Physis*. 32(84): 95 - 103
- Fauchald K, Jumars PA (1979) The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar Biol Ann Rev* 17: 193-284.
- Fiori SM, Defeo O (2006) Biogeographic Patterns in Life-History Traits of the Yellow Clam, *Mesodesma mactroides*, in Sandy Beaches of South America; Coastal Education & Research Foundation; *J Coast Res*. 22(4): 872 - 880.
- Garcia AM, Oliveira MCLM, Odebrecht C, Colling JLA, Vieira JP, Rodrigues FL, Bastos RF (2019). Allochthonous versus autochthonous organic matter sustaining macroconsumers in a subtropical sandy beach revealed by stable isotopes. *Mar Biol Res*. 1(18): 241 - 258.
- Garcia VMT, Gianuca NM (1997) The Beach and Surf Zone. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. 166 - 170 pp.
- Gerundo J, Misturini D, Bueno JV, Lainas E, Pinotti R, Colling A (2019) A influência de uma deposição de lama sobre o macrozoobentos em uma praia arenosa subtropical. XVIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar-COLACMAR 201. Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar-ALICMAR 4-8 Noviembre, Mar del Plata, Argentina.
- Gianuca NM (1985) The ecology of sandy beach in Southern Brasil. PhD Tese. Universidade de Southampton, Inglaterra. 330 p.
- Gianuca NM (1997) Benthic Beach Invertebrates. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. 114 - 117 pp.
- Giere O (2005) Ecology and Biology of Marine Oligochaeta - an Inventory Rather than another Review. *Hydrobiologia*, 564: 103 -116.
- Giménez L, Yannicelli B (1997) Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Mar Ecol Prog Ser*. 160: 197 - 207.
- Girão MML (2009) Variação espaço-temporal de *Ocypode quadrata* sob a influência de um gradiente antrópico na praia do Cassino, Rio Grande do sul - Brasil. Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Rio Grande – FURG - Brazil. 76 p.

- Gómez J, Defeo O (1999) Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in Sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Mar Ecol Prog Sci.* 182: 209 - 220.
- Gonçalves SC, Anastácio PM, Pardal MA, Cardoso PG, Ferreira SM, Marques JC (2009) Sandy beach macrofaunal communities on the western coast of Portugal - Is there a steady structure under similar exposed conditions? *Estuar Coast Shelf Sci.* 81(4): 555 - 568.
- Hartmann-Schroder G (1996) Annelida. Borstenwurmer, Polychaeta e Tierwelt Deutschlands Teil 58. Gustav Fischer Verlag, Jena. 648 pp.
- Haynes D, Quinn GP (1995) Temporal and spatial variability in community structure of a sandy intertidal beach, Cape Paterson, Victoria, Australia. *Mar Freshw Res.* 46: 931 - 942.
- Holland AF, Polgar TT (1976) Seasonal changes in the structure of an intertidal community. *Mar Biol.* 37: 341 - 348.
- Holme NA, McIntyre AD (1984) *Methods for the Study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publications. 2Ed. New York. 399 p.
- Incera M, Lastra M, Lopez J (2006) Effect of swash climate and food availability on sandy beach macrofauna along the NW coast of the Iberian Peninsula. *Mar Ecol Prog Ser.* 315: 25 - 33.
- James RJ, Fairweather PG (1996) Spatial Variation of Intertidal Macrofauna on a Sandy Ocean Beach in Australia, *Estuar Coast Shelf Sci.* 43(1): 81 - 107.
- Jaramillo E, Contreras H, Duarte C, Quijón P (2001) Relationships Between Community Structure of the Intertidal Macroinfauna and Sandy Beach Characteristics Along the Chilean Coast. *Mar Ecol.* 22: 323 - 342.
- Jaramillo E, Contreras H, Quijón PA (1996) Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Rev Chil Hist Nat.* 69: 655 - 663.
- Jaramillo E, McLachlan A (1993) Community and Population Responses of the Macroinfauna to Physical Factors over a Range of Exposed Sandy Beaches in South-central Chile. *Estuar Coast Shelf Sci.* 37(6): 615 - 624.
- Jongman RH, Braakter CJF, Tongeren van OFR (1987) Data Analysis in Community and Landscape Ecology. *J. Anim Sci.* 299 p.
- Junior C, Pereira P (2017) Aspectos sobre o estado da arte de estudos da zona de espraiamento. *Rev Bras Geomorfol.* 18(1): 1120.
- Kotwicki L, Weslawski JM, Szaltynis A, Stasiak A, Kupiec A (2005) Fine organic particles in a sandy beach system (Puck Bay, Baltic Sea). *Oceanologia.* 47: 165 - 180.

- Kruskal WH (1952) A Nonparametric Test for the Several Sample Problem. *Ann Inst Stat Math.* 23(4): 525 - 540.
- Leber KM (1982) Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave energy sandy beach. *Bull Mar Sci.* 32(1): 86 - 98.
- Lercari D, Bergamino L, Defeo O (2010) Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamics: Comparing ecosystem structure and biomass flow. *Ecol Model.* 221(23): 2751 - 2759.
- Levene H (1960) Robust tests for equality of variances. En: Olkin I. (ed.) *Contributions to probability and statistics.* Stanford University Press. 278 - 292 pp.
- Machado PM (2016) Biodiversidade e Influências Climáticas e Antrópicas na Macrofauna Bêntica do Entremarés de Praias Arenosas na Costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do norte Fluminense Darcy Ribeiro Campos dos Goytacazes - RJ. 133 p.
- Manta G, Barreiro M, Ortega L, Defeo O (2016) The effect of climate variability on the abundance of the sandy beach Clam (*Mesodesma mactroides*) in the Southwestern Atlantic. *J Coast Res.* 333: 531 - 536.
- Margalef R (1977) *Ecología.* Ediciones Omega, Barcelona. 951 p.
- McArdle S, McLachlan A (1991) Dynamics of the swash zone and effluent line on sandy beaches. *Mar Ecol Prog Ser,* 76: 91 - 99.
- McDermott JJ (2005) Food habits of the surf-zone isopod *Chiridotea caeca* (Say, 1818) (Chaetiliidae) along the coast of New Jersey, U.S.A. *Proc Biol Soc Wash.* 118(1): 63 - 73.
- McDermott JJ, Roe P (1985) Food, feeding behavior and feeding ecology of nemertean. 25: 113 - 125.
- McLachlan A (1989) Water filtration by dissipative beaches. *Limnol Oceanogr.* 34: 774 - 780.
- McLachlan A (1990) Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. 57 – 71 pp.
- McLachlan A (2001) Journal search results - Cite this for me. *The Encyclopedia of Biodiversity,* 1: 741-751.
- McLachlan A, Brown AC (2006) *The Ecology of Sandy Shores.* 2° Edition. New York: Academic Press. 392 p.
- McLachlan A, Defeo O (2017) *The ecology of sandy shores.* 3° Edition. New York: Academic Press. 560 p.

- McLachlan A, Dorvlo A (2005) Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *J Coast Res*, 214: 674 - 687.
- McLachlan A, Dorvlo A (2007) Global patterns in sandy beach macrobenthic communities: biological factors. *J Coast Res*, 235: 1081 - 1087.
- McLachlan A, Eliot IG, Clarke DJ (1985) Water filtration through reflective microtidal beaches and shallow sublittoral sands and its implications for an inshore ecosystem in Western Australia. *Estuar Coast Mar Sci*, 21: 91 - 104.
- McLachlan A, Jaramillo E, Donn TE, Wessels F (1993) Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison: a geographical comparison. *J Coast Res*, 15: 27 - 38.
- McLachlan A, Jaramillo E, Defeo O, Dugan J, de Ruyck A, Coetzee P (1995) Adaptations of bivalves to different beach types. *J. Exp Mar Biol Ecol*, 187(2):147 - 160.
- Melo, AS (2008) O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop*. 8(3): 21 – 27.
- Minasi DM (2013) Composição e variabilidade sazonal da macrofauna bentônica da Praia dos Concheiros, extremo Sul do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Oceanologia. Universidade Federal de Rio Grande - FURG - Brazil. 30 p.
- Motta Marques DML, Tucci C, Calazans D, Callegaro VLM, Villanueva (2002) O sistema hidrológico do Taim Site 7. In: Seeliger, U., Cordazzo, C. & Barbosa, F. (eds.) Os sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. O Lutador, Belo Horizonte. 127-144 pp.
- Neves FM, Bemvenuti CE (2006) The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biol. Conserv*, 133: 431 - 435.
- Neves FM, Bemvenuti CE (2009) Variabilidade diária da zonação da macrofauna bentônica em praias arenosas do litoral norte do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Sér. Zool*. 99 (1): 71-81
- Neves LP, Silva PSR, Bemvenuti CE (2007) Zonation of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. *Braz J Oceanogr*, 55(4): 293 - 307.
- Neves LP, Silva PSR, Bemvenuti CE (2012) Distribuição horizontal da macrofauna bentônica na praia do Cassino, extremo sul do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool, Porto Alegre*, 102(3): 245 - 253.
- Orensanz JM, Gianuca NM (1974) Contribuição ao conhecimento dos anelídeos poliquetas do Rio Grande do Sul, Brazil. I. Lista sistemática preliminar e descrição de três novas espécies. *Com. Mus. Ci. PUCRGS* 4: 1-37.

- Ortega CK, Smit AJ, Laudien J, Schoeman DS (2011) Complex, dynamic combination of physical, chemical and nutritional variables controls spatio-temporal variation of sandy beach community structure. *PLoS One*, 6(8): 1 - 3.
- Pardo EV, Amaral ACZ (2004) Feeding behavior of *Scolelepis* sp. (Polychaeta: Spionidae). *Braz J Oceanogr.* 52(1): 75 - 79.
- Pereira PS, Calliari LJ, Barletta RC (2010) Heterogeneity and homogeneity of southern Brazilian beaches: a morphodynamic and statistical approach. *Continental Shelf Research*, 30: 270 - 280.
- Pielou EC (1969) An introduction to mathematical ecology. *An introduction to mathematical ecology*. 13: 219 - 220.
- Pinotti RM (2014) A estrutura do macrozoobentos em uma praia arenosa no extremo sul do Brasil: a influência da morfodinâmica, de feições geomorfológicas e de eventos meteorológicos. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Rio Grande - FURG - Brazil. 155 p.
- Pinotti RM, Minasi DM, Colling LA, Bemvenuti CE (2014) A review on macrobenthic trophic relationships along subtropical sandy shores in southernmost Brazil. *Biota Neotrop*, 14(3): 1 - 12.
- Quatrefages A (1866) Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. *Annélides et Géphyriens*. Volume 2. Première partie. 336 p.
- Queiroz LR (2008) Variação espaço-temporal da biomassa macrofaunal bentônica da zona de varrido da praia do Cassino - RS, Brasil. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Rio Grande - FURG - Brazil. 73 p.
- Reyes-Martínez MJ, Ruiz-Delgado C, Sánchez-Moyano J, García FJ (2015) Biodiversity and distribution of macroinfauna assemblages on sandy beaches along the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Sci Mar*. 79(3): 367 - 377.
- Rizzo AE, Steiner TM, Amaral ACZ (2007) Glyceridae Grube 1850 (Annelida: Polychaeta) from Southern and Southeastern Brazil, including a new species of *Glycera*. *Biota Neotrop*. 7(3): 41 - 59.
- Rodil I, Lastra M (2004) Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estuar Coast Shelf Sci*. 61(1): 37 - 44.
- Santos PJP (1990) Ecologia de *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) nas praias arenosas do Rio Grande do Sul: uma abordagem dinâmica da interação população-ambiente. Dissertação de Mestrado. Universidade de Rio Grande. 167 p.

- Santos PJP (1994) Population dynamics and production of *Scoelelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on sandy beaches of Southern Brazil. *Mar Ecol Prog Ser.* 110: 159 - 165.
- Schlacher TA, Jones AR, Dugan J, Weston MA, Harris LL, Schoeman DS, Hubbard D, Scapini, F, Nel R, Lastra M, Ian A, Peterson CH (2014) Open-coast sandy beaches and coastal dunes (Chapter 5). In: Lockwood, J.L., Maslo, B. (Eds.), *Coast Conserv*, Cambridge University Press, Cambridge. 37 - 94 pp.
- Shannon CE, Weaver W (1964) *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 132 p.
- Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52: 591 - 611.
- Short AD, Wright LD (1983) Physical Variability of Sandy Beaches. In *Sandy Beaches as Ecosystems*. Springer Dordrecht. *Developments in Hydrobiology.* (19): 133 - 144.
- Silva PSR (2006) *Estrutura e Dinâmica da Comunidade Bentônica na Zona Entremarés em Dois Locais sob Distintas Condições Ambientais, Praia do Cassino (RS, Brasil)*. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal do Rio Grande, RS. 115 p.
- Silva PSR, Neves LP, Bemvenuti CE (2008) Temporal variation of sandy beach macrofauna at two sites with distinct environmental conditions on Cassino beach, extreme southern Brazil. *Braz J Oceanogr.* 56(4): 257 - 270.
- Souza GN (2003) *Distribuição espaço-temporal de Scoelelepis cf. squamata (Muller, 1808) (Polychaeta: Spionidae) como ferramenta para estudos da dinâmica sedimentar costeira*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 59 p.
- Souza JRB, Borzone C (2000) Population dynamics and secondary production of *Scoelelepis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an exposed sandy beach of Southern Brazil. *Bull Mar Sci.* 67: 221 - 233.
- Sugio K (1973) *Introdução à sedimentologia*. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo. 317p.
- Takeda S, Tamura S, Washio M (1997) Relationship between the pea crab *Pinnixa tumida* and its endobenthic holothurian host *Paracaudina chilensis*. *Mar Ecol Progr Ser.* 149: 143 - 154.
- Van Hoey G, Degraer S, Vincx M (2004) Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuar Coast Shelf Sci.* 59: 599 - 613.

- Veloso VG, Neves G (2009) Praias Arenosas. In: Soares-Gomes A. *Biologia Marinha*. 2º edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 339 - 359 pp.
- Veloso VG, Cardoso RS, Fonseca DB (1997) Spatio-temporal characterization of intertidal macrofauna at Prainha beach (Rio de Janeiro State). 213 - 225 pp.
- Viana MG (2008) Avaliação de efeitos antrópicos sobre a distribuição do poliqueta *Euzonus furciferus* (Eulhers, 1897) na Praia do Cassino - RS, Brasil. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Rio Grande - FURG - Brazil. 109 p.
- Villanueva A, Motta Marques D, Tucci C (2000) The Taim Wetland Conflict: A Compromise Between Environment Conservation and Irrigation. *Water Int.* 25: 610 - 616.
- Vooren CM (1997) Sea and Shore Birds. In: Seeliger, U., Odebrecht C, Castello JP (Eds.). *Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. 154 - 159 pp.
- Wright LD, Short AD (1984) Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Mar Geol.* 48: 259 - 284.

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Lista dos <i>taxa</i> encontrados durante o estudo, apresentando os valores de abundância e densidade (ind.m ⁻²) para as áreas e setores: Taim (A1: S1 e S2) e Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	21
2. Número de Espécies (S), Número de Indivíduos (N), Riqueza (Margalef, d), Equitatividade (Pielou, J') e Diversidade (Shannon-Wiener, H') para as praias do Taim e dos Concheiros durante a Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019	24
3. Guildas tróficas dos <i>taxa</i> encontrados nas praias arenosas em estudo no extremo sul do Brasil durante na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	26
4. Análise do Porcentual de Similaridade (SIMPER) entre os grupos descritos no ANOSIM, amostrando os <i>taxa</i> que mais contribuíram para as dissimilaridades observadas entre as duas praias arenosas no extremo sul do Brasil.	30

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Imagens da praia do Taim (intermediária com tendência dissipativa), composta por areias finas, adjacente à Estação Ecológica do Taim.	9
2. Imagens da praia dos Concheiros (Intermediária com tendências refletivas), caracterizada pela presença de perfis íngremes e composta pelo acúmulo de sedimentos biodetríticos.....	9
3. (a) Mapa da costa do extremo Sul do Brasil mostrando as Áreas em estudo: Área 1 (A1 - Praia do Taim) e Área 2 (A2 - Praia dos Concheiros) e seus Setores respectivamente (S1, S2, S3 e S4) em pontos brancos. (b) Desenho amostral representando os Pontos (P1 e P2), os Transectos T1, T2 e T3) e os Níveis (SV = Superior do Varrido, MV= Médio do Varrido e IV= Inferior do Varrido) amostrados.....	11
4. Variação dos valores médios e desvio padrão da Temperatura (°C) e Salinidade durante a Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019, nas praias em estudo no extremo sul do Brasil.....	15
5. Penetrabilidade do substrato para cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	17
6. Diagramas de Sheppard mostrando a composição sedimentar em cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018.	18
7. Diagramas de Sheppard mostrando a composição sedimentar em cada área e setor: praia do Taim (A1: S1 e S2) e praia dos Concheiros (A2: S3 e S4), no Outono II - 2019.	19
8. Tamanhos médio do grão (Φ) para as praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4), no extremo sul do Brasil, nas estações de Primavera I - 2018 e Outono II - 2019.....	20
9. Percentuais das Abundâncias Relativas dos grupos que compõem as assembleias de macroinvertebrados bentônicos nas praias arenosas em estudo.....	20
10. Variação espaço-temporal dos valores médios e desvio padrão da densidade (indivíduos.m ⁻²) da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	22
11. Densidades médias das espécies mais abundantes nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4), na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019. No “eixo Y” são mostradas as densidades em diferentes escalas.	24
12. Percentuais das abundâncias das guildas tróficas que compõem as assembleias da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	27

13. Variação espaço-temporal dos valores médios e desvio padrão do Índice Diversidade de Shannon - Wiener (H') da macrofauna bentônica nas praias do Taim (A1: S1 e S2) e dos Concheiros (A2: S3 e S4) na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019.	28
14. Diagrama do Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (nMDS) da estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, evidenciando as diferenças entre o total de amostras para as praias (A) e setores (B) em estudo. De forma similar se mostram as diferenças entre os grupos de amostras para a praia do Taim (S1 e S2) (C) e da praia dos Concheiros (S3 e S4) (D).....	29
15. Diagrama do Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (nMDS) da estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, evidenciando a sazonalidade nas praias do Taim (A) e dos Concheiros (B).	30
16. Diagrama do Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (nMDS) da estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos na Primavera I - 2018, Verão I e II - 2019 e Outono I e II - 2019 nas praias do Taim e dos Concheiros.	31
17. Diagrama Biplot do Análises de Componentes Principais (Biplot - PCA) mostrando a correlação das principais variáveis ambientais, parâmetros biológicos, densidades das principais espécies e grupos das amostras formados nas praias do Taim (S1: 1-6; S2: 7-12) e dos Concheiros (S3: 13-18; S4: 19-24).....	33
18. Gráficos da relação entre o tamanho médio do grão de areia (ϕ) e a Densidade Total (ind. m ⁻²), Riqueza (d), Diversidade (H') e Número de Espécies nas praias do Taim (bolas pretas) e dos Concheiros (bolas cinzas) na Primavera I - 2018.....	34
19. Gráficos da relação entre o tamanho médio do grão de areia (ϕ) e a Densidade Total (ind. m ⁻²), Riqueza (d), Diversidade (H') e Número de Espécies nas praias do Taim (bolas pretas) e dos Concheiros (bolas cinzas) no Outono II - 2018.....	35
20. Tamanhos corporais de <i>Amarilladesma mactroides</i> e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.	37
21. Tamanhos corporais de <i>Donax hanleyanus</i> e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.	37
22. Tamanhos corporais de <i>Emerita brasiliensis</i> e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.	38

23. Tamanhos corporais de <i>Hemipodia</i> sp. e suas abundâncias (embaixo) nas praias do Taim (barra cinza por trás) e dos Concheiros (barra preta na frente) ao longo do estudo, as escalas para o “eixo Y” são diferentes.	38
--	----