

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAIO LOPES MELLO

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO GÊNERO
ABERRANTE *FRANCISCIDERES* (*KINORHYNCHA*) EM PRAIAS
ARENOSAS NO SUL DO BRASIL**

PONTAL DO PARANÁ

2017

CAIO LOPES MELLO

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO GÊNERO
ABERRANTE *FRANCISCIDERES (KINORHYNCHA)* EM PRAIAS
ARENOSAS NO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Oceanografia
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Maikon Di Domenico

PONTAL DO PARANÁ

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

Caio Lopes Mello

"PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO GÊNERO ABERRANTE *FRANCISCIDERES (KINORHYNCHA)* EM PRAIAS ARENOSAS NO SUL DO BRASIL"

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela
Comissão formada pelos professores:



Prof. Dr. Leonardo Sandrini Neto (CEM/UFPR)



Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone (CEM/UFPR)



Prof. Dr. Maikon Di Domenico (CEM/UFPR)
Presidente

Pontal do Paraná, 27/11/2017

À minha família, que me deu não só os principais instrumentos para chegar aonde estou e ser quem sou, mas, acima de tudo, sempre acreditou em mim...

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por me dar a base necessária para me tornar não só uma pessoa crítica, responsável e com caráter, mas, acima de tudo, por me ensinar, por meio de valores, o que realmente significa ser humano; por ter possibilitado, em termos práticos, que eu pudesse aproveitar o privilégio de uma educação de nível superior de qualidade. Agradeço à minha mãe, Cristina Paixão Lopes, e meu pai, Marcos Levi Gonçalves Mello, por terem me concedido a dádiva da vida e por terem abdicado, conscientemente, de boa parte do seu tempo e de suas experiências de vida em nível pessoal para que eu pudesse vir a este – apesar de doente – maravilhoso mundo que habitamos.

Ao meu irmão, Bruno, que tanto me ajudou em momentos de dificuldade (e ainda o faz efusivamente sempre que necessário) e a quem muito admiro. Não poderia estar mais feliz não só pelos momentos que vem vivendo profissional e pessoalmente, mas em especial pelo estágio em que nosso relacionamento pessoal se encontra. Eu te amo demais!

Agradeço aos meus avós, Maria Inês Paixão Lopes, Sérgio Marcus Pinto Lopes e Zeni de Lima Soares, por todos os carinhos e amor dedicados. Vocês são meu alicerce mais fundamental.

Às minhas queridas tias, Suzana Paixão Lopes e Priscila Paixão Lopes, por todas as conversas, conselhos e, acima de tudo, pela ajuda incondicional que me propiciaram em um dos momentos mais decisivos dessa caminhada.

À minha querida bisavó, Carmem Pinto Lopes, que, apesar de já não se encontrar mais entre nós, além de não sair nunca de meus pensamentos, de certa forma foi uma das principais responsáveis pelo começo disso tudo.

Vocês todos são responsáveis pela construção do que é amor verdadeiro para mim.

Agradeço a Marina Bettim por ser essa companheira incondicional, que vem sendo peça fundamental na tradução dos momentos mais alegres dos últimos tempos e porto seguro, em quem encontro conforto e carinho nos momentos difíceis. Você foi e é fundamental para eu ter chegado até aqui. Obrigado por estar aqui. Eu TE AMO demais.

Agradeço ao meu orientador e amigo, Dr. Maikon Di Domenico, por ter acreditado em mim e no meu potencial desde o início, mesmo sem me

conhecer. Creio que a sociedade atual precisa de mais exemplos como esse, de confiança verdadeira, se realmente almejarmos construir um mundo melhor.

Agradeço à minha colega de curso, de laboratório e, acima de tudo, amiga, Laíza Cabral, por ter, de certa forma, direcionado os ventos para que eles me trouxessem até esta oportunidade.

Agradeço a Letícia Baldoni, que em um pequeno espaço de tempo não só contribuiu de forma intensa para a concretização desse trabalho, ajudando-me no processo de triagem das amostras, mas, por meio de conversas motivacionais fundamentais, me auxiliou a conseguir lidar com as tantas inseguranças que surgem e nos permeiam em tantos momentos durante a graduação e a vida acadêmica como um todo.

A Danae Teixeira Erdosi, pela ajuda nos gráficos e pelas conversas sempre tão intensas e interessantes.

Agradeço também ao meu ex-orientador, Dr. Paulo da Cunha Lana, que me abriu as portas e possibilitou uma parceria e que, mesmo por meio de duros conselhos e uma relação inconstante, de certa forma até turbulenta, também permitiu que eu, enfim, pudesse chegar até aqui.

Por fim, agradeço àqueles que conheci e fizeram parte de minha vida nesse período de graduação.

Todos vocês, de uma forma ou de outra, me ajudaram a me tornar quem sou hoje.

“A primeira condição para mudar a realidade consiste em conhecê-la.”

Eduardo Galeano

RESUMO

Os quinorrincos são organismos meiofaunais, exclusivamente marinhos, de vida livre e têm seus hábitos de vida restritos ao sedimento durante todos os estágios de desenvolvimento. Apesar de apresentar uma linha de costa extensa, surpreendentemente pouco se conhece dos quinorrincos no Brasil. Apenas recentemente o gênero *Franciscideres* foi descrito em sedimentos arenosos praias. Apesar de existirem alguns padrões de distribuição da meiofauna descritos para praias arenosas, pouco se sabe sobre esse novo gênero. Esses locais apresentam feições e zonas distintas em termos de morfodinâmica e hidrodinâmica e tais aspectos podem apresentar relação com o padrão de distribuição espacial desse organismo. O objetivo deste trabalho foi descrever como e quais fatores abióticos regulam a abundância e distribuição do gênero *Franciscideres*. As amostras foram coletadas em duas praias do sul do Brasil, Nereidas (PR) e Navegantes (SC). Foram delimitados seis transectos (em cada praia), divididos em dois perfis distintos (Bancos de areia e Correntes de retorno). Três nos bancos de areia e três nas correntes de retorno. Os transectos foram divididos em três zonas hidrodinâmicas (Zona do Pós-Surf, Zona de Surf e Zona de Espreadimento). De cada zona hidrodinâmica foram retiradas três amostras aleatórias, uma amostra para granulometria e quantificação de matéria orgânica. O teste foi fundamentado na seleção de modelos nulos de modelos aditivos (GAM), em que os fatores com maior poder preditivo serão usados para a explicação que determina a ocorrência do gênero. Após a seleção dos melhores modelos, as análises das relações entre as variáveis respostas e preditoras foram interpretadas graficamente. Foram encontrados 6.209 indivíduos do gênero *Franciscideres*. A Praia de Nereidas apresentou as maiores abundâncias, com 5.642 indivíduos. Em Navegantes foram 567 indivíduos. Em ambas as praias analisadas, o nível que apresentou as maiores abundâncias foi a zona de surfe. Em Guaratuba, dos organismos encontrados na zona de surfe (zona de arrebentação), 22,1% (792 indivíduos) estavam presentes nos bancos de areia e 77,9% (2.794 indivíduos), nas correntes de retorno. Já em Navegantes, dos organismos encontrados na zona de surfe, 69,5% (221 indivíduos) estavam presentes nos bancos de areia e 30,5% (97 indivíduos), nas correntes de retorno. Os modelos mostram que os agrupamentos desses animais estão mais presentes em locais com características de areia fina. Os valores de grau de seleção de grãos variaram de “muito bem selecionado” a “moderadamente selecionado”. Os valores de porcentagem de matéria orgânica mostraram-se baixos, variando de 0% a 1,5%, provavelmente em função do mau armazenamento das amostras de matéria orgânica coletadas. Já os valores de porcentagem de carbonatos variaram de 0% a 3%, com valores preferenciais de 0,8% a 2,8%. A presença desse organismo ocorreu em forma de manchas, variando de local quando as duas praias são comparadas em termos de zonas hidrodinâmicas, mas sempre

preferindo a zona de surfe. Desta forma, observou-se a existência de uma relação de dependência entre esses organismos e as variações hidrodinâmicas diárias que ocorrem em praias intermediárias/dissipativas.

Palavras-chave: Kinorhyncha. Distribuição espacial. Morfodinâmica. Praias intermediário-dissipativas.

ABSTRACT

Kinorhynchs are exclusively marine free life meiofaunal organisms and their life habits are restricted to the sediment during all the stages of development. Despite Brazil's extensive coastline, Kinorhynchs are surprisingly little known in the country. Only recently the genus *Franciscideres* was described in sandy beach sediments. Although there are some meiofauna distribution patterns described for sandy beaches, little is known about this new genus. These sites have distinct features and zones in terms of morphodynamics and hydrodynamics and these aspects may be related to the spatial distribution pattern of this organism. The objective of this work was to describe how and what abiotic factors regulate the abundance and distribution of *Franciscideres*. The samples were collected on two beaches in southern Brazil: Nereidas (state of Paraná) and Navegantes (state of Santa Catarina). Six transects (on each beach) were delimited, divided into two distinct profiles (Sand Banks and Rip Currents). Three on the sand banks and three on the rip currents. The transects were divided into three hydrodynamic zones (Post-Surf Zone, Surf Zone and Swash Zone). Three samples were collected from each hydrodynamic zone as well as one sample for granulometry and quantification of organic matter. The test was based on the selection of null models of additive models (GAM), in which the factors with greater predictive power were used for the explanation that determines the occurrence of the genus. After the selection of the best models, the analyses of the relations between the response and predictor variables were graphically interpreted. There were 6,209 individuals representing the genus *Franciscideres*. The Nereidas Beach presented the highest abundances, with 5,642 individuals. In Navegantes there were 567 individuals. In both beaches, the level that presented the greatest abundances was the surf zone. In Guaratuba, from the organisms found in the surf zone, 22.1% (792 individuals) were in the sandbanks and 77.9% (2,794 individuals) were in the return currents. In Navegantes, from the organisms found in the surf zone, 69.5% (221 individuals) were in the sandbanks and 30.5% (97 individuals) were in the return currents. The models show that the clusters of these animals are more present in places with fine sand characteristics. Grain selection grade values ranged from "very well selected" to "moderately selected". The percentage values of organic matter showed to be low, varying from 0 to 1.5%, probably due to poor storage of collected organic matter samples. The percentage values of carbonates ranged from 0 to 3%, with preferred values ranging from 0.8 to 2.8%. The presence of this organism occurred in the form of spots, with a change in sites when the two beaches are compared in terms of hydrodynamic zones, but always preferring the surf zone. Thus, it was observed that there is a dependence relationship between these organisms and the daily hydrodynamic variations occurring in intermediate/dissipative beaches.

Keywords: Kinorhyncha. Spatial distribution. Morphodynamics.
Intermediate/dissipative beaches.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DO LITORAL DO PARANÁ E SANTA CATARINA, COM A LOCALIZAÇÃO DAS DUAS PRAIAS.....	18
FIGURA 2: DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTRATÉGIA AMOSTRAL UTILIZADA EM AMBAS AS PRAIAS.....	21
FIGURA 3: ABUNDÂNCIA DE <i>FRANCISCIDERES</i> ENCONTRADA EM AMBAS AS PRAIAS (A: POR NÍVEL; B: POR ZONA).....	23
FIGURA 4: DISTRIBUIÇÃO DE ABUNDÂNCIA DE ORGANISMOS EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS.	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – SELEÇÃO DE MODELOS GAM PARA ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FATORES ABIÓTICOS ORDENADOS PELOS VALORES DE EXPLICAÇÃO DE PORCENTAGEM DE DEVIÂNCIA.....	26
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. ÁREA DE ESTUDO.....	17
3.1. NEREIDAS.....	18
3.2. NAVEGANTES.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1. AMOSTRAGEM	19
4.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	19
4.3. DESENHO AMOSTRAL.....	20
4.4. ANÁLISE DOS DADOS	21
5. RESULTADOS	23
5.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	23
5.2. RESPOSTA ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	24
6. DISCUSSÃO	26
7. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	30

INTRODUÇÃO

A meiofauna é constituída por organismos bênticos, presentes em água doce, salobra e/ou salgada, com tamanhos entre 42 μm e 1000 μm (HIGGINS; THIEL, 1992). Esses organismos são alvo do interesse da científica desde o século XVIII, no entanto só recentemente sua morfologia, os processos ecológicos, evolução e padrões de diversidade de suas associações são estudados como um compartimento bêntico específico, frequentemente associado ao habitat intersticial. São extremamente numerosos e podem conter milhares de indivíduos, centenas de espécies e dezenas de filos em uma pequena porção de sedimento (GIERE, 2009).

Em ambientes praias, estudos com a meiofauna mostram um ótimo ambiental em termos de diversidade e abundância entre os extremos de energia hidrodinâmica e de matéria orgânica (MCLACHLAN; BROWN, 2006). Os grupos taxonômicos mais frequentemente reportados na meiofauna em geral são os nematódeos, copépodes, tardígrados, ostrácodos, gastrótricos, foraminíferos e os quinorrrincos (MCLACHLAN; BROWN, 2006).

Os quinorrrincos, filo Kinorhyncha, são exclusivamente marinhos de vida livre e têm seus hábitos de vida restritos ao sedimento durante todos os seus estágios de desenvolvimento. Seu tamanho pode variar de 0,13 mm a 1,04 mm (NEUHAUS, 2013). Seu corpo é constituído pela cabeça, a qual possui uma boca cônica projetável, pescoço formado por pequenas placas e tronco com onze segmentos constituídos por placas ou anéis cuticulares (SØRENSEN; PARDOS, 2008). Sua morfologia foi descrita pela primeira vez por Karl Zelinka (1907, 1913, 1928), mas a primeira espécie desses organismos foi descoberta em 1841 e descrita na literatura em 1851 pelo naturalista francês Felix Dujardin (1851). Hoje, são conhecidas 222 espécies, divididas entre 23 gêneros (SØRENSEN *et al.*, 2015).

Em razão de sua presença estar mais associada a sedimentos lamosos, eles são conhecidos como “dragões de lama”. Podem constituir a epifauna ou a infauna, associando-se a diversos tipos de sedimentos. Por apresentarem características de escavadores, sua presença normalmente é excluída de ambientes praias compostos por areias médias e grossas (NEUHAUS, 2013). Podem estar associados a diversos habitats, como praias arenosas calcárias e

quartzosas, algas coralinas ou em caules de florestas de kelps (MOORE, 1973; HIGGINS, 1983, 1986a; HIGGINS; KRISTENSEN, 1988; BAUER-NEBELSICK, 1995; SØRENSEN, 2006, 2007; SØRENSEN; HEINER; ZIEMER, 2005), o que sugere que provavelmente ocorram em todos os habitats. A elevada plasticidade de habitats ocupados pelos quinorríncos também se manifesta em termos de profundidade, ocorrendo desde zonas entre-marés à profundidades abissais. O registro mais profundo de ocorrência de Kinorhyncha foi a 7.800 m, na fossa do Atacama (DANOVARO; GAMBI; DELLA CROCE, 2002).

Apesar de apresentar uma linha de costa extremamente extensa, surpreendentemente muito pouco é conhecido (e estudado) dos quinorríncos no Brasil, seja em termos de diversidade, ecologia ou até mesmo taxonomia. Entretanto, um gênero recentemente descrito no Brasil, *Franciscideres* foi encontrado em sedimentos arenosos de ambientes praias (DAL ZOTTO *et al.*, 2013). A ocorrência de quinorríncos em vários locais da costa brasileira foi confirmada em diversas contribuições (e.g., GOMES *et al.*, 2002; VASCONCELOS; SANTOS; TRINDADE, 2004; DE PAULA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2009; SØRENSEN, 2011), mas a maioria desses estudos apresenta um enfoque ecológico, e qualquer identificação além do nível de filo é rara, sendo a única exceção os trabalhos pioneiros de Higgins (1968), Sørensen (2013) e Dal Zotto *et al.* (2013).

Este gênero aberrante, descrito em praias intermediárias do Sul e Sudeste do Brasil, difere muito dos outros quinorríncos previamente descritos, já que sua morfologia geral e sua ornamentação cuticular não se assemelham a praticamente nenhum outro organismo do mesmo filo, lembrando vermes alongados e anelados, como os anelídeos (DAL ZOTTO *et al.*, 2013).

O estado morfodinâmico de praia normalmente reflete a relação entre o tamanho das partículas de sedimento, a ação das ondas e as marés (SHORT, 1999; DEFEO; MCLACHLAN, 2005; MCLACHLAN; BROWN, 2006). A relação entre esses fatores pode produzir uma grande variedade de tipos de praia em função do estado morfodinâmico, abrangendo um *continuum* (continuidade) de sistemas praias que vão desde características dissipativas até as refletivas (SHORT, 1999). No geral, as zonas de quebra de ondas refletivas são gradualmente mais energéticas que as das dissipativas (SHORT, 1999; MCLACHLAN; BROWN, 2006), e essas diferenças em termos energéticos

estão diretamente relacionadas à exposição de ondas. Portanto, o estado morfodinâmico de qualquer praia depende, primariamente, não só da origem geológica dos sedimentos (JACKSON; COOPER; DEL RIO, 2005), mas também das condições oceanográficas (SHORT, 1999).

Praias largas e planas (sistemas dissipativos) normalmente são protegidas por bancos de areia submersos, os quais oferecem zonas de quebra mais amplas em termos de área, o que auxilia numa maior dissipação da energia das ondas. Nestes mesmos sistemas, as zonas de quebra de ondas são divididas em duas, zona de surfe e espraiamento (HOEFEL; ELGAR, 2003). Inversamente, em praias estreitas e íngremes (sistemas refletivos), as ondas quebram diretamente na face da praia, desta forma transferindo alta energia para a zona de espraiamento e levando a praia a estados refletivos (SHORT; HESP, 1999). Entre estes dois extremos surgem as praias intermediárias, locais de ótimos ambientais para os organismos meiofaunais (MCLACHLAN; BROWN, 2006). Variações temporárias ou sazonais nessas condições muitas vezes mudam o estado morfodinâmico de determinado local. Isso pode ocorrer em função das ondas, que, por sua vez, podem ficar maiores durante eventos de tempestade, ondulação e ressaca (KOMAR, 1998). Quando estas condições estão presentes, as praias tornam-se mais dinâmicas e, desta forma, passíveis de variação (MASSELINK; PULEO, 2006; BUTT; RUSSEL; TURNER, 2001).

Apesar de existirem alguns padrões de distribuição da meiofauna descritos para praias arenosas, pouco se sabe sobre o gênero *Franciscideres*. Sua presença em sedimentos arenosos e em praias expostas a distintos regimes de ondas pode explicar sua morfologia funcional, semelhante a vermes alongados e anelados, e talvez até fornecer outras pistas acerca dos seus hábitos de vida. A enorme variação nas condições morfodinâmicas das praias pode desempenhar um importante papel na regulação dos padrões de distribuição espacial dos quinorríncos. Portanto, saber em que local das praias intermediárias os *Franciscideres* se distribuem com maior frequência é importante para predizer aspectos do seu ciclo de vida e sua morfologia funcional.

Sendo assim, a partir da caracterização da distribuição espacial e dos fatores abióticos que determinam a ocorrência do *Franciscideres*, este trabalho

tem como objetivo descrever como esse gênero se distribui e qual o seu ótimo dentro destas feições e zonas, além de fornecer pistas sobre as relações ecológicas e evolutivas. Apesar de estarmos tratando de um único gênero – *Franciscideres* –, sua morfologia aberrante pode permitir que nossos resultados avancem no entendimento do filo *Kinorhyncha*.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Determinar fatores espaciais e abióticos que regulam a abundância e distribuição de *Franciscideres* em duas praias do litoral sul do Brasil.

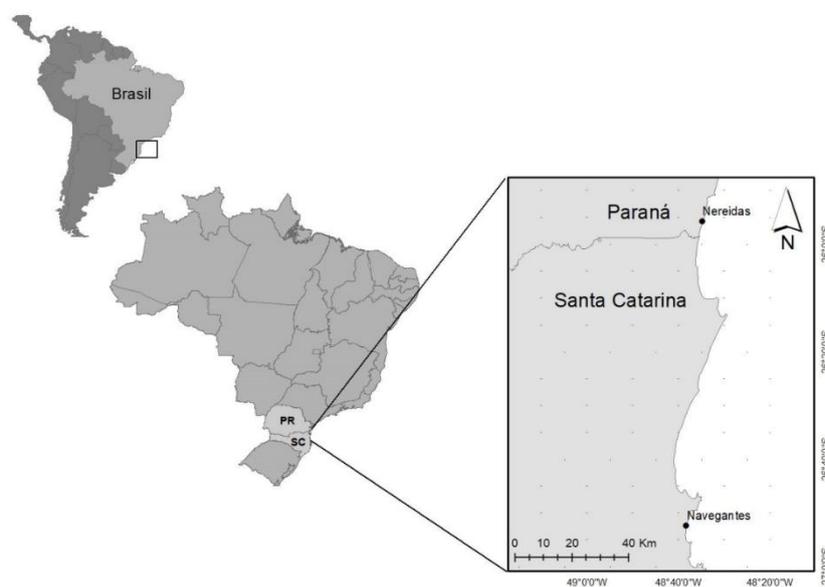
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever como as feições praias determinam a presença de *Franciscideres*
- Descrever como e quais fatores abióticos determinam a distribuição de *Franciscideres*

3. ÁREA DE ESTUDO

As amostras foram coletadas em duas praias, Nereidas (Guaratuba-PR) e Navegantes (Navegantes-SC) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – MAPA DO LITORAL DO PARANÁ E SANTA CATARINA, COM A LOCALIZAÇÃO DAS DUAS PRAIAS.



3.1. NEREIDAS

O balneário Nereidas está localizado na cidade de Guaratuba ($25^{\circ}55'47''\text{S}$; $48^{\circ}34'50''\text{W}$), ao sul da Baía de Guaratuba, importante corredor de ligação entre as cidades de Matinhos e Guaratuba, no estado do Paraná.

Em 2012 foram identificados indivíduos do novo gênero de Kinorhyncha, *Franciscideres*, nesta mesma praia (DAL ZOTTO *et al.*, 2013).

3.2. NAVEGANTES

A praia de Navegantes encontra-se no litoral centro-norte de Santa Catarina ($26^{\circ}52'28''\text{S}$; $48^{\circ}38'18''\text{W}$).

Ambas as praias são intermediárias, expostas e podem atingir estados dissipativos (BARROS, BORZONE, ROSSO, 2001; DI DOMENICO *et al.*, 2009; KLEIN; MENEZES, 2001). Além de apresentarem uma zona de surf bem desenvolvida e composta de sedimentos finos bem selecionados, também possuem baixa condutividade hidráulica em uma ampla zona de espraiamento de baixa declividade (DI DOMENICO; LANA; GARRAFONI, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. AMOSTRAGEM

Foi realizada uma coleta em Navegantes-SC (Praia de Navegantes) no dia 12 de janeiro de 2016 e uma coleta na cidade de Guaratuba-PR (Praia de Nereidas) no dia 13 de janeiro de 2016. Foram delimitados seis transectos (em cada praia), divididos em dois perfis distintos (Bancos de areia e Correntes de retorno). Três nos bancos de areia e três nas correntes de retorno. Os transectos foram divididos em três zonas hidrodinâmicas (Zona do Pós-Surf, Zona de Surf e Zona de Espraimento). De cada zona hidrodinâmica foram retiradas três amostras aleatórias com um cilindro de PVC de 4,7 cm de diâmetro, enterrado 10 cm no sedimento. As amostras foram fixadas ainda em campo com formol salino 4%. Também foi retirada uma amostra de cada local para granulometria e quantificação de matéria orgânica. A distância entre os transectos variou de acordo com as distâncias entre os bancos de areia e as correntes de retorno, as quais foram aleatorizadas no momento da coleta. As distâncias entre os pontos amostrais dentro de cada perfil foram determinadas sistematicamente de acordo com a extensão da zona de surfe de cada praia.

4.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

O método utilizado para extração dos organismos do sedimento foi o de agitação manual, proposto por Higgins e Thiel (1992). Foi adicionada água a cada uma das amostras de sedimento; em seguida, estas foram agitadas manualmente para introduzir pequenas bolhas de ar à mistura. Em razão de sua cutícula hidrofóbica, os Kinorhyncha aderem na tensão superficial da camada de água, podendo, assim, ser retidos em peneira de 63 μm (SØRENSEN; PARDOS, 2008).

Depois de extraídos do sedimento, adicionou-se de 1 ml a 2 ml de rosa de bengala para cada uma das amostras, a fim de facilitar a identificação dos organismos para a subsequente contagem na lupa.

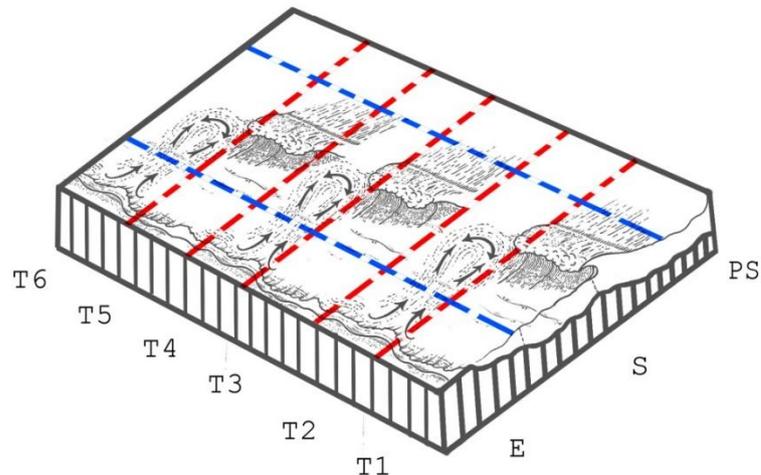
As amostras para determinação do teor de matéria orgânica foram expostas a peróxido de hidrogênio (H_2O_2), e os carbonatos foram atacados com ácido clorídrico (HCL 10%). As amostras de carbonato e matéria orgânica foram lavadas e peneiradas após um período de 24 e 48 horas, respectivamente. Na sequência, foram levadas à estufa por um período de 24 horas. Uma vez secas, cada uma das amostras foi pesada em uma balança de precisão (0,0001 g). Os dados de pesos iniciais, dos filtros e dos filtros com as amostras já secas e atacadas, para posterior determinação do percentual de carbonatos e matéria orgânica presentes em cada amostra.

A granulometria e a textura do sedimento foram avaliadas por meio de análises conduzidas pelo granulômetro laser Microtrac Bluewave S54000, o qual utiliza refração de luz em sua tecnologia. Os parâmetros granulométricos foram calculados com o auxílio do *software* Microtrac FLEX 10.6.2, seguindo o método de momentos (TANNER, 1995). Já a classificação textural dos sedimentos baseou-se nas tabelas de Wentworth (1922).

4.3. DESENHO AMOSTRAL

Ambas as praias apresentam uma zona de surfe bem desenvolvida e uma baixa condutividade hidráulica em uma ampla zona de espraiamento de baixa declividade (DI DOMENICO; LANA; GARRAFONI, 2009), fator que pode ser determinante para a distribuição e assentamento desses organismos em função da presença de bancos de areia e correntes de retorno (FIGURA 2).

FIGURA 2 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTRATÉGIA AMOSTRAL UTILIZADA EM AMBAS AS PRAIAS. AS LETRAS (E, S e PS) SÃO AS ZONAS HIDRODINÂMICAS (ZONA DE ESPRAIAMENTO, SURF E PÓS-SURF) CONTIDAS EM CADA UM DOS TRANSECTOS (T1 A T6) AS LINHAS PONTILHADAS AZUIS DELIMITAM AONDE COMEÇA E TERMINA CADA UMA DAS ZONAS HIDRODINÂMICAS E AS VERMELHAS OS LIMITES ENTRE CADA TRANSECTO. TRANSECTOS 1,3 E 5 ESTÃO INSERIDOS NO PERFIL BANCOS DE AREIA. TRANSECTOS 2,4 E 6 ESTÃO INSERIDOS NO PERFIL CORRENTES DE RETORNO.



4.4. ANÁLISE DOS DADOS

Esse trabalho tem como intuito propor modelos explicativos, em que a abundância de *Franciscideres* será a variável resposta predita pelos fatores: feições da praias (2 níveis, fixos: correntes de retorno e bancos de areia), hidrodinâmica praias (3 níveis, fixos: zona de espreamento, zona de surf e zona de pós-surf) e transectos (6 níveis, aleatórios, hierárquicos a praias, feição e zona). Fatores abióticos associados à granulometria (carbonatos, curtose, assimetria, grau de seleção, matéria orgânica e diâmetro médio de grãos) também foram utilizados como covariáveis predictoras. O teste será fundamentado na seleção de modelos nulos, em que os fatores de maior poder preditivo serão usados para a explicação que determina a ocorrência do gênero.

A abundância de organismos foi caracterizada como variável resposta, e as variáveis ambientais (granulometria, matéria orgânica, carbonatos e dinâmica de ondas), como predictoras. Para investigar a relação entre fauna e ambiente foram utilizados os Modelos Aditivos Generalizados (GAM), que podem fornecer informações acerca da relação entre os dados de abundância e as variáveis ambientais. Seis (6) variáveis foram utilizadas para prever a relação entre abundância e a distribuição espacial: presença de matéria orgânica, carbonatos, diâmetro médio de grãos, grau de seleção de sedimentos, assimetria e curtose. As praias foram consideradas fatores fixos com três (3) zonas (Zona de Espraçamento, Zona de Surf e Zona de Pós-surf) e dois (2) perfis (Bancos de areia e Correntes de retorno) em função das variações de estado morfodinâmico e zonas hidrodinâmicas. Como a variável resposta apresentou uma alta frequência de valores zero (0), a distribuição negativo-binomial foi aplicada para os modelos candidatos (ZUUR *et al.*, 2009). Para selecionar os melhores modelos possíveis para a predição da distribuição espacial de organismos em função da relação entre as variáveis predictoras, utilizaram-se princípios baseados em uma abordagem teórico-informacional (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Primeiramente os modelos foram rodados incluindo todas as possíveis combinações predictoras (sem levar em consideração as interações), totalizando todos os possíveis modelos candidatos. Após isso, diversos modelos foram comparados de acordo com os valores do critério de informação de Akaike corrigido (AICc), de Delta (Δ AICc) e do peso de Akaike (AICw). O peso de Akaike mede a probabilidade relativa de um modelo específico ser o melhor possível para os dados em questão. Tais dados são normalizados para somar até o valor de um (1) e são interpretados como probabilidades (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Esse tipo de estratégia pode levar a modelos sobrecarregados, ou seja, com muitas informações, podendo levar a interpretações erradas, por isso uma estratégia primária de construção de modelos é mais indicada quando se trabalha com estudos de ecologia numérica. No entanto, pode ser considerada uma eficiente ferramenta em investigações exploratórias caso a análise de dados seja feita sempre com precaução (BURNHAM; ANDERSON, 2002; GRUEBER *et al.*, 2011). Após a seleção dos melhores modelos, as análises das relações entre as variáveis respostas e predictoras foram feitas pelos gráficos gerados pelo GAM. Todos os

modelos com valores de Delta ($\Delta AICc$) superiores a 3 (>3) foram excluídos. Todas as análises foram desenvolvidas no ambiente R (R, 2015) utilizando os pacotes mgcv (WOOD, 2012), MuMIn (BARTON; BARTON, 2015).

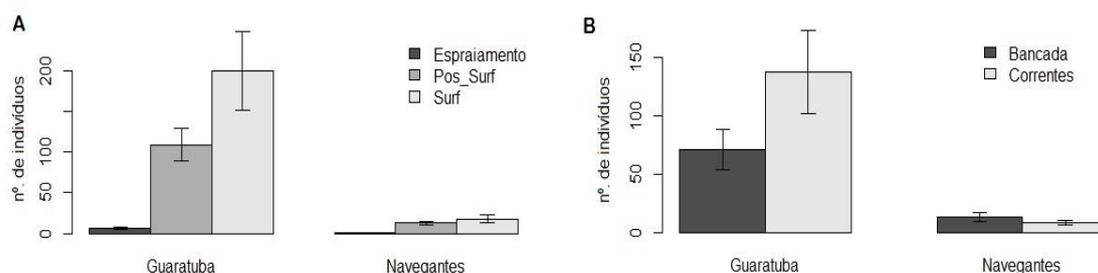
5. RESULTADOS

5.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Foram encontrados 6.209 indivíduos representantes do gênero *Frasciscideres*. A praia de Nereidas apresentou as maiores abundâncias com 5.642 indivíduos. A praia de Navegantes apresentou 567 indivíduos. Em ambas as praias analisadas, a zona que apresentou as maiores abundâncias foi a de surfe. A média do número de indivíduos encontrados na praia de Nereidas foi de 199,2 ($\pm 204,06$, desvio padrão). Já na praia de Navegantes, a média do número de indivíduos encontrados na zona de surfe foi de 17,7 ($\pm 21,35$).

No entanto, os valores para abundância mostraram-se diferentes entre as duas praias dentro dos perfis morfodinâmicos, bancada e corrente de retorno. Na praia de Nereidas, dos organismos encontrados na zona de surfe, 22,1% (792 indivíduos) estavam presentes nos bancos de areia e 77,9% (2.794 indivíduos) nas correntes de retorno. Já na praia de Navegantes, dos organismos encontrados na zona de surfe, 69,5% (221 indivíduos) estavam presentes nos bancos de areia e 30,5% (97 indivíduos) nas correntes de retorno (FIGURA 3).

FIGURA 3 – ABUNDÂNCIA DE *FRANCISCIDERES* ENCONTRADA EM AMBAS AS PRAIAS (A: POR NÍVEL; B: POR ZONA).



5.2. RESPOSTA ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A análise de abundância de organismos em função da interação com as variáveis ambientais mostrou uma visível variação na quantidade de organismos de acordo com os parâmetros granulométricos. Os modelos mostraram que os *Franciscideres* apresentaram valores preferenciais de abundância em relação ao diâmetro de grãos (Mz) em locais com valores entre 150 e 250 μm , o que mostra que os agrupamentos desses animais estão mais presentes em locais com características de areia fina. Para as curvas de assimetria (Sk), os valores preferidos pelos organismos em questão estão entre -0,3 e 0,0. Tais valores mostram uma curva de distribuição com característica simétrica. A curtose (kg) variou de 0,7 e 1,2, com valores preferenciais próximos de 1,0, o que implica uma curva de característica mesocúrtica. Os valores de grau de seleção de grãos variaram de 0,25 a aproximadamente 0,60, com valores preferenciais mais próximos de 0,50, variando de “muito bem selecionado” a “moderadamente selecionado”. No entanto, os valores preferenciais mostraram uma maior tendência, de acordo com a abundância de organismos (FIGURA 4C), de maiores agrupamentos de indivíduos estarem presentes onde os sedimentos são “bem selecionados”. Os valores de porcentagem de matéria orgânica mostraram-se baixos, variando de 0 a 1,5%. Já os valores de porcentagem de carbonatos variaram de 0 a 3%, com valores preferenciais de 0,8% a 2,8%.

Em relação à distribuição espacial, as Zonas de Surf e Pós-Surf, em ambas as praias, foram as que tiveram os valores mais significativos para abundância relativa de organismos. As zonas de Surf e Pós-Surf apresentaram p-valores de 0,00441 e 0,00153, respectivamente. Todos os valores de importância relativa para as componentes dos modelos aditivos generalizados (GAM) gerados, nas análises estatísticas, mostraram-se equivalentes a um (TABELA 1).

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DE ABUNDÂNCIA DE ORGANISMOS EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS.

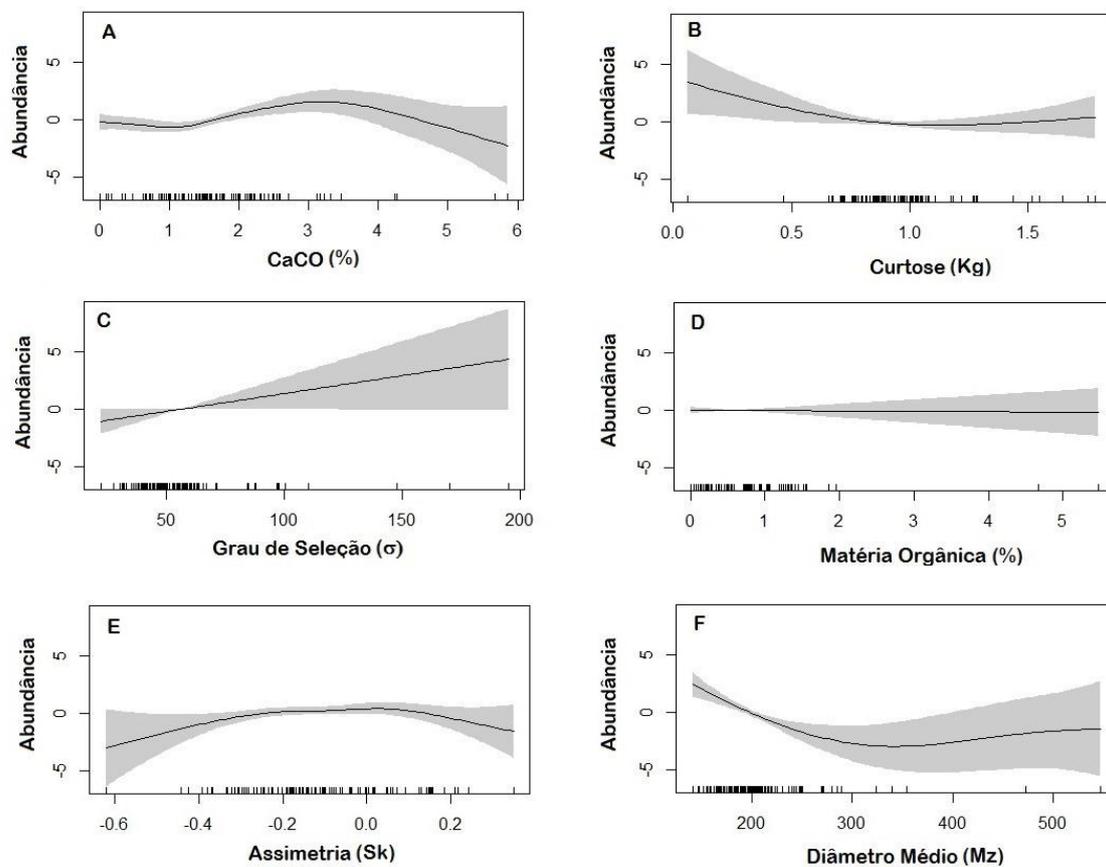


TABELA 1 – SELEÇÃO DE MODELOS GAM PARA ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FATORES ABIÓTICOS ORDENADOS PELOS VALORES DE EXPLICAÇÃO DE PORCENTAGEM DE DEVIÂNCIA.

Tipo de Modelo	Modelos	df	logLik	AICc	Δ	weight	Dev.Explained
Completo	[Abundância -Praia + Zona + s(MO) + s(CaCO) + s(TM) + s(GS) + s(Ct) + s(Sk) Praia x Zona]	58	-562.109	1388.6	0.00	0.981	95,60%
Distribuição espacial	[Abundância -Praia + Zona + Nivel + Nivel x Zona + Nivel x Praia + Praia x Zona + Praia x Nivel x Zona]	11	-2.346.243	4719.8	0.00	1	71,30%
Abióticos	43 -> [Abundância -s(MO) + s(TM) + s(Ct)]	13	-457.901	946.6	0	0.156	43,70%
	36 -> [Abundância -s(CaCO) + s(TM) + s(Ct)]	13	-458.393	947.0	0.40	0.128	43,70%
	*** 38 -> [Abundância -s(CaCO) + s(TM) + s(GS)] ***	13	-457.917	947.	0.6	0.114	43,70%
	34 -> [Abundância -s(CaCO) + s(TM)]	11	-461.018	947.7	1.07	0.092	43,70%
	52 -> [Abundância -s(CaCO) + s(TM) + s(Ct) + s(Sk)]	14	-457.382	948.3	1.68	0.067	43,70%
	40 -> [Abundância -s(CaCO) + s(TM) + s(GS) + s(Ct)]	15	-456.616	948.5	1.84	0.062	43,70%
	47 -> [Abundância -s(MO) + s(TM) + s(GS) + s(Ct)]	14	-457.834	949.2	2.57	0.043	43,70%
	46 -> [Abundância -s(MO) + s(CaCO) + s(TM) + s(GS)]	14	-457.573	949.4	2.76	0.039	43,70%
	42 -> [Abundância -s(MO) + s(CaCO) + s(TM)]	12	-460.505	949.5	2.92	0.036	43,70%

6. DISCUSSÃO

Os quinorrincos são frequentemente reportados associados a sedimentos lamosos na região entremarés. Em praias arenosas, até o momento, a presença de quinorrincos ainda é pouco conhecida (DAL ZOTTO *et al.* 2013). Até o presente momento, estudos descrevendo os padrões de

distribuição espacial desse filo em praias arenosas são escassos. Na maioria das vezes estes estudos têm objetivos taxonômicos. Isso se deve ao fato de que a associação entre as espécies desse filo e os ambientes praias é rara (MOORE, 1973; HIGGINS, 1983; 1986b). Sendo assim, o diferencial do presente estudo é descrever pela primeira vez os padrões de distribuição de *Franciscideres* em praias arenosas intermediárias/dissipativas.

A ocorrência e distribuição espacial dos *Franciscideres* dependeram da interação entre zonas hidrodinâmicas, feições, praias, assim como de diversas variáveis ambientais. De acordo com os modelos gerados pelo GAM (Tabela 1), observamos que as interações entre zonas e praias, assim como as variáveis ambientais, mostram-se importantes quando o assunto é um local com grande potencial habitável para os quinorrrincos. O diâmetro médio de grãos foi a única variável, porém que se mostrou importante em todos os possíveis modelos gerados dos quais as variáveis ambientais faziam parte (modelo principal e modelos ambientais). Mesmo as três zonas (espraiamento, surf e pós-surf) tendo apresentado indivíduos, a diferença entre as zonas mais energéticas (surf e pós-surf) e a zona menos energética (espraiamento) em termos de números de indivíduos foi considerável. Existem evidências de que a zonation em ambientes marinhos costeiros é determinada, na região do mesolitoral, pelos fatores físicos (CONNELL, 1961; McLachlan, 1983). Segundo Fleischack e Freitas (1989), as características físicas da zona de surfe (por exemplo, a profundidade) são fundamentais para o estabelecimento de padrões de zonation para animais bênticos. Ambas as praias são intermediárias, expostas e dissipativas. No entanto, é notável a diferença em termos de abundância de organismos não só entre os níveis dentro das praias e as praias entre si, mas também entre as zonas nas duas praias.

Por serem organismos intersticiais (que vivem associados ao sedimento por toda a sua vida), não possuem adaptações morfológicas visíveis para ambientes altamente energéticos e hostis de praias expostas. Essa característica de alta turbulência muitas vezes é uma ameaça à vida desses pequenos animais (< 1,04mm) ao ressuspendê-los à coluna d'água, onde estes podem ser varridos para áreas indesejadas ou serem alvos de predação (PALMER, 1988; RODRIGUEZ, 2004). A maioria dos organismos meiofaunais que compõem a fauna intersticial evita esse tipo de risco simplesmente ao

habitar camadas mais profundas de sedimento (MEINEKE; WESTHEIDE, 1979; FOY; THISTLE, 1991). No caso dos quinorrincos, esse risco pode ser ainda maior em função da presença de sua cutícula hidrofóbica, a qual pode facilmente fazer com que eles fiquem presos na superfície da coluna d'água ao entrar em contato com bolhas de ar (NEUHAUS, 2013).

No entanto, para outros grupos da meiofauna, sabe-se, por exemplo, que alguns gêneros de anelídeos intersticiais têm a capacidade de, ao serem ressuspensos pela alta hidrodinâmica local, voltar, mesmo diante de tamanha turbulência, para o sedimento pela adesão a grãos de areia relativamente pesados após curtos períodos de tempo suspensos (BOADEN, 1968; DI DOMENICO *et al.*, 2014). Este comportamento de deriva entre a interface sedimento-coluna d'água (primeiramente descrito em organismos macrofaunais), o qual leva o nome de *surfing* (MCLACHLAN; BROWN, 2006) e é feito em sincronia com a oscilação da maré (MCLACHLAN; BROWN, 2006; VANAGT; VINCX; DEGRAER, 2008), também pode ser visto como vantagem, já que os organismos dispostos a transpor essas “barreiras” têm maiores acessos a recursos disponíveis tanto nas camadas superficiais dos sedimentos quanto na coluna d'água (JUMARS; SELF, 1986; KIHSLINGER; WOODIN, 2000). Já que o comportamento de surfar, também conhecido como *surfing*, na zona de espraiamento depende da ressuspensão de sedimentos pela ação de ondas, o predomínio dessa característica em espécies meiofaunais pode estar relacionado ao estado morfodinâmico das praias e às zonas hidrodinâmicas (DI DOMENICO *et al.*, 2014; RODRÍGUEZ; INCERA, LÓPEZ, 2008). Com experimentos em laboratório e a medição direta da ‘molhabilidade’ da superfície corporal de quinorrincos, mostrou-se que esses organismos, apesar de apresentarem características hidrofóbicas na parte anterior de sua superfície corporal, podem produzir um muco hidrofílico, capaz de fazer com que eles tenham a capacidade de voltar ao sedimento (ISHII *et al.*, 2016). Este mecanismo sugere que possivelmente os quinorrincos estejam adaptados evolutivamente para saírem de ambientes lamosos e conquistarem os ambientes praias, entretanto habitam preferencialmente a zona de surf, com maior efeito de turbulência.

Assim como os anelídeos intersticiais apresentam diferentes hábitos alimentares (WESTHEIDE, 1984), que são determinantes para sua ocorrência

em diferentes tipos de praia, provavelmente ocorra o mesmo com os quinorrincos. Estudos pretéritos mostraram que a zonação de anelídeos intersticiais varia dentro de transectos e níveis em função do equilíbrio dinâmico e da variação sazonal da morfologia praial (DI DOMENICO *et al.*, 2009). Da mesma forma, assim como os resultados mostraram, provavelmente também o é para o *Franciscideres*. Como pôde-se observar por meio dos gráficos de abundância (Figura 3) tanto a Zona de Surf quanto a Zona de Pós-surf apresentaram um número de indivíduos significativos, variando de uma praia para a outra.

No entanto, os ambientes praias, dentro da perspectiva da história geológica do planeta, podem ser considerados depósitos sedimentares recentes, datados apenas do Holoceno. Enquanto isso, registros fósseis de organismos do grupo Scalidophora, os quais possivelmente deram origem ao filo Kinorhyncha (baseados em evidências taxonômicas), datam do início do Cambriano (~535 m.a) (ZHANG *et al.*, 2015). Considerando que a filogenia mais recente dos Kinorhyncha suportada por morfologia e os genes 18S rRNA e 28S rRNA posicionou o gênero *Franciscideres* como um ramo mais derivado dentro deste filo (SØRENSEN *et al.* 2015), podemos inferir que os ambientes praias intermediários/dissipativos podem ter sido conquistados por esses organismos há relativamente pouco tempo.

Desta forma, é possível que em um futuro recente, com o avanço da ciência por meio de novas tecnologias e técnicas analíticas, possamos reconstruir com maior robustez os cenários evolutivos não só desse filo, mas dos organismos meiofaunais (associados a distintos depósitos sedimentares) como um todo.

7. CONCLUSÃO

Após todos os modelos gerados (total, espacial e abiótico), ficou explícito que a abundância dos organismos não pode ser discutida com base em apenas um modelo ou por uma variável ambiental específica (ou até mesmo duas), já que, de acordo com os gráficos gerados, os *Franciscideres* mostraram distribuir-se em manchas, sendo estas em todos os locais da praia, havendo apenas uma variação (às vezes, significativa) na quantidade de

indivíduos de zona para zona. Uma das vantagens, e talvez desvantagens, de se trabalhar com modelos de efeitos mistos é a vasta gama de interações que são feitas e as importâncias relativas extraídas de cada uma dessas variáveis contidas nessa infindável possibilidade de modelos. Ainda por meio da visualização gráfica dos dados coletados, eles mostraram possuir uma preferência por certas feições, por exemplo, a área dos bancos de areia e as correntes de retorno (diferindo de uma praia para a outra). Porém, além de responder às feições da praia, também respondem a parâmetros granulométricos. Desta forma, acreditamos que a história de vida do *Franciscideres* esteja intimamente ligada não só à dinâmica existente em ambientes transicionais de praias intermediárias/dissipativas, mas também à sua história evolutiva.

Portanto, para melhor responder às questões levantadas no atual estudo, é possível que um maior número de variáveis analisadas e uma escala temporal analítica mais extensa possam mostrar de forma mais completa como esses organismos se distribuem durante todo o ano, em função das variações morfológicas que os ambientes transicionais sofrem em detrimento da grande energia que os sistemas oceânicos descarregam neles, além de poder auxiliar na compreensão de como essa espécie – e muitos outros organismos meiofaunais – sincroniza sua história de vida e desenvolvimento com o equilíbrio morfodinâmico praias.

REFERÊNCIAS

BARROS, F., BORZONE, C. A.; ROSSO, S. Macroinfauna of six beaches near Guaratuba bay, Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 4, p. 351–364, 2001.

BARTON, K. **MuMIn: Multi-Model Inference**. R package version 1.15.6. 2006.

BAUER-NEBELSICK, M. *Zelinkaderes klepali* sp. n., from shallow water sands of the Red Sea (Kinorhyncha: Cyclorhagida: Zelinkaderidae). **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie B Botanik und Zoologie**, v. 97 B: p. 57–74, 1995.

BOADEN, P. J. S. Water movement – a dominant factor in interstitial ecology. **Sarsia**, v. 34, n. 1, p. 125–136, 1968.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference**. 2. ed. New York, NY: Springer-Verlag, 2002.

BUTT, T.; RUSSELL, P.; TURNER, I. L. The influence of swash infiltration–exfiltration on beach face sediment transport: onshore or offshore? **Coastal Engineering**, v. 42, n. 1, p. 35–52, 2001.

CONNELL, J. H. The influence of intra-specific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. **Ecology**, v. 42, n. 4, p. 710–723, 1961.

DAL ZOTTO, M. *et al.* *Franciscideres* gen. nov. – a new, highly aberrant kinorhynch genus from Brazil, with an analysis of its phylogenetic position. **Systematics and Biodiversity**, v. 11, n. 3, p. 1-19, 2013.

DANOVARO, R., GAMBI, C.; DELLA CROCE, N. Meiofauna hotspot in the Atacama Trench, eastern South Pacific Ocean. **Deep-Sea Research**, n. 49, n. 5, p. 843–857, 2002.

DE PAULA, J. H. C. *et al.* A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no Estuário de Curuçá (PA). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 19, p. 61–72, 2006.

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna. **Marine Ecology Progress Series**, v. 295, p. 1–20, 2005.

DI DOMENICO, M. *et al.* Saccocirridae (Annelida) from the southern and southeastern Brazilian coasts. **Marine Biodiversity**, v. 4, n. 3, p. 313-325, set. 2014.

DI DOMENICO, M.; LANA, P. C.; GARRAFONI, A. R. Distribution patterns of interstitial polychaetes in sandy beaches of southern Brazil. **Marine Ecology**, v. 30, n. 1, p. 47–62, 2009.

DUJARDIN, F. Sur un petit animal marin, l'Echinodère, formant un type intermédiaire entre les Crustacés et les Vers. Ann Sci naturelles (3). **Zoologie**, v. 15, p. 158–173, 1851.

FLEISCHACK, P. C.; FREITAS, A. J. Physical parameters influencing the zonation of surf zone benthos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 28, n. 5, p. 517–530, 1989.

FOY, M. S.; THISTLE, D. On vertical distribution of a benthic harpacticoid copepod: field, laboratory, and flume results. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 153, p. 153–164, 1991.

GIERE, O. **Meiobenthology**: the microscopic motile fauna of aquatic sediments. 2. ed. Berlin/Heidelberg: Springer, 2009.

GOMES, C. A. A. *et al.* Variação temporal da meiofauna em área de manguezal em Itamaracá – Pernambuco. **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, n. 2, p. 89–96, 2002.

GRUEBER, C. E. Multimodel inference in ecology and evolution: challenges and solutions. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 24, n. 4, p. 699-711, 2011.

HIGGINS, R. P. Taxonomy and postembryonic development of the Cryptorhagae, a new suborder for the mesopsammic kinorhynch genus Cateria. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 87, n. 1, p. 21–39, 1968.

HIGGINS, R. P. The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, II: Kinorhyncha. **Smithsonian Contributions to the Marine Sciences**, v. 18, p. 1–131, 1983.

HIGGINS, R. P. A new species of Echinoderes (Kinorhyncha: Cyclorhagida) from a coarse-sand California beach. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 105, p. 266–273, 1986a.

HIGGINS, R. P. Kinorhyncha. In: BOTOSANEANU, L. (Ed.). **Stygofauna mundi**. A faunistic, distributional, and ecological synthesis of the world fauna inhabiting subterranean waters (including the marine interstitial). Leiden: E.J. Brill / Dr. W. Backhuys, 1986b. p. 110–118.

HIGGINS, R. P.; KRISTENSEN, R. M. Kinorhyncha from Disko Island, West Greenland. **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 458, p. 1–56, 1988.

HIGGINS, R. P.; THIEL, H. **Introduction to the study of meiofauna**. 2. ed. Washington, D.C./London: Smithsonian Institution Press, 1992.

HOEFEL, F. G.; ELGAR, S. Wave-induced sediment transport and sandbar migration. **Science**, v. 299, n. 5614, p. 1.885–1.887, 2003.

ISHII, D. *et al.* Does the kinorhynch have a hydrophobic body surface? Measurement of the wettability of a meiobenthic metazoan. **Royal Society Open Science**, v. 3, 160512, 19 out. 2016.

JACKSON, D. W. T.; COOPER, J. A. G.; DEL RIO, L. Geological control of beach morphodynamic state. **Marine Geology**, v. 216, n. 4, p. 297–314, 2005.

JUMARS, P. A.; SELF, R. F. L. Gut-marker and gut-fullness methods for estimating field and laboratory effects of sediment transport on ingestion rates of deposit feeders. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 98, p. 293–310, 1986.

KLEIN, A. H. F.; MENEZES, J. T. Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. **Journal of Coastal Research**, v. 17, n. 4, p. 812-835, 2001.

KIHSLINGER, R. L.; WOODIN, S. A. Food patches and a surface deposit feeding spionid polychaete. **Marine Ecology Progress Series**, v. 201, p. 233–239, 2000.

KOMAR, P. D. **Beach processes and sedimentation**. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1998.

MCLACHLAN, A. Sandy beach ecology: a review. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk publishers, 1983. p. 321-381.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. **The ecology of sandy shores**. Amsterdam: Elsevier, 2006.

MASSELINK, G.; PULEO, J. A. Swash zone morphodynamics. **Continental Shelf Research**, v. 26, p. 661–680, 2006.

MEINEKE, T.; WESTHEIDE, W. Gezeitenabhängige Wanderungen der Interstitialfauna in einem Sandstrand der Insel Sylt (Nordsee). **Mikro Meeres**, v. 75, p. 1–36, 1979.

MOORE, P. G. *Campyloderes macquariae* Johnston, 1938 (Kinorhyncha: Cyclorhagida) from the Northern hemisphere. **Journal of Natural History**, v. 7, p. 341–354, 1973.

NEUHAUS, B. Kinorhyncha (= Echinodera). In: SCHMIDT-RHAESA, A. (Ed.). **Handbook of Zoology: Nematomorpha, Priapulida, Kinorhyncha, Loricifera**. Berlin: Walter de Gruyter, 2013.

PALMER, M. A. Dispersal of marine meiofauna: a review and conceptual model explaining passive transport and active emergence with implications for recruitment. **Marine Ecology Progress Series**, v. 48, p. 81–91, 1988.

R, 2015 - R Development Core Team, 2013. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>.

RODRIGUEZ, J. M. Intertidal water column meiofauna in relation to wave intensity on an exposed beach. **Scientia Marina**, v. 68, n. 1, p. 181–187, 2004.

RODRIGUEZ, J. G.; INCERA, M; LÓPEZ, J. Ecophysiological response of meiofauna to physicochemical gradients in intertidal sandy sediments. **Marine Ecology**, v. 29, p. 60-69, 2008.

SANTOS, P. J. P. *et al.* Response of estuarine meiofauna assemblage to effects of fertilizer enrichment used in the sugar. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 1, p. 43-55, 2009.

SHORT, A. D. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. London: John Wiley and Sons, 1999. 379 p.

SHORT, A. D.; HESP, P. A. Beach ecology. In: SHORT, A. D. (Ed.). **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. London: John Wiley and Sons, 1999. p. 271–278.

SØRENSEN, M. V. New kinorhynchs from Panama, with a discussion of some phylogenetically significant cuticular structures. **Meiofauna Marina**, v. 15, p. 51–77, 2006.

SØRENSEN, M. V. A new species of *Antygomonas* (Kinorhyncha: Cyclorhagida) from the Atlantic coast of Florida, USA. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 48, p. 155–168, 2007.

SØRENSEN, M. V. Kinorhyncha. In: AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. (Orgs.). Marine benthic biodiversity and ecosystems from the Northern coast of the state of São Paulo, Southeastern Brazil. Campinas: Instituto de Biologia da Unicamp, 2011. p. 106–110.

SØRENSEN, M. V. Phylum Kinorhyncha. **Zootaxa**, v. 3703, n. 1, p. 63–66, 2013.

SØRENSEN, M. V. *et al.* Phylogeny of Kinorhyncha based on morphology and two molecular loci. **Plos One**, v. 10, n. 7, 22 jul. 2015.

SØRENSEN, M. V.; HEINER, I.; ZIEMER, O. A new species of *Echinoderes* from Florida (Kinorhyncha: Cyclorhagida). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 118, n. 3, p. 499–508, 2005.

SØRENSEN, M. V.; PARDOS, F. Kinorhynch systematics and biology – an introduction to the study of kinorhynchs, inclusive identification keys to the genera. **Meiofauna Marina**, v. 16, p. 21-73, 2008.

TANNER, W. F. Granulometria clástica ambiental. **Florida Geological Survey**, Publicação especial 40. 142 p. 1995.

VANAGT, T.; VINCX, M.; DEGRAER, S. Is the burrowing performance of a sandy beach surfing gastropod limiting for its macroscale distribution? **Marine Biology**, v. 155, p. 387–397, 2008.

VASCONCELOS, D. M.; SANTOS, P. J. P.; TRINDADE, R. L. Distribuição espacial da meiofauna no Estuário de Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 26, p. 45–54, 2004.

WENTWORTH, C. K. Uma escala de termos de classe e grau para sedimentos clásticos. **Journal of Geology**, v. 30, p. 377–392, 1922.

WESTHEIDE W. The concept of reproduction in polychaetes with small body size: adaptation in interstitial species. **Fortschritte der Zoologie**, v. 29, p. 265–287, 1984.

WOOD, S. N. **MGCV: mixed GAM computation vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation**. R Package Version 1.7-22. University of Bath, Bath. 2012.

ZELINKA, C. Zur Kenntnis der Echinoderen. **Zoologischer Anzeiger**, v. 32, n. 5, p. 130–136, 1907.

ZELINKA, C. Die Echinoderen der Deutschen Südpolar Expedition 1901–1903. Deutsche Südpolar Expedition XIV. **Zoologie VI**, pl. XXXIX, p. 419–437, 1913.

ZELINKA, K. **Monographie der Echinodera**. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1928. 396 p.

ZHANG, H. *et al.* Armored kinorhynch-like scalidophoran animals from the early Cambrian. **Scientific Reports**, v. 5, 16521, 2015.

ZUUR, A. F. *et al.* **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. New York, NY: Springer, 2009.