

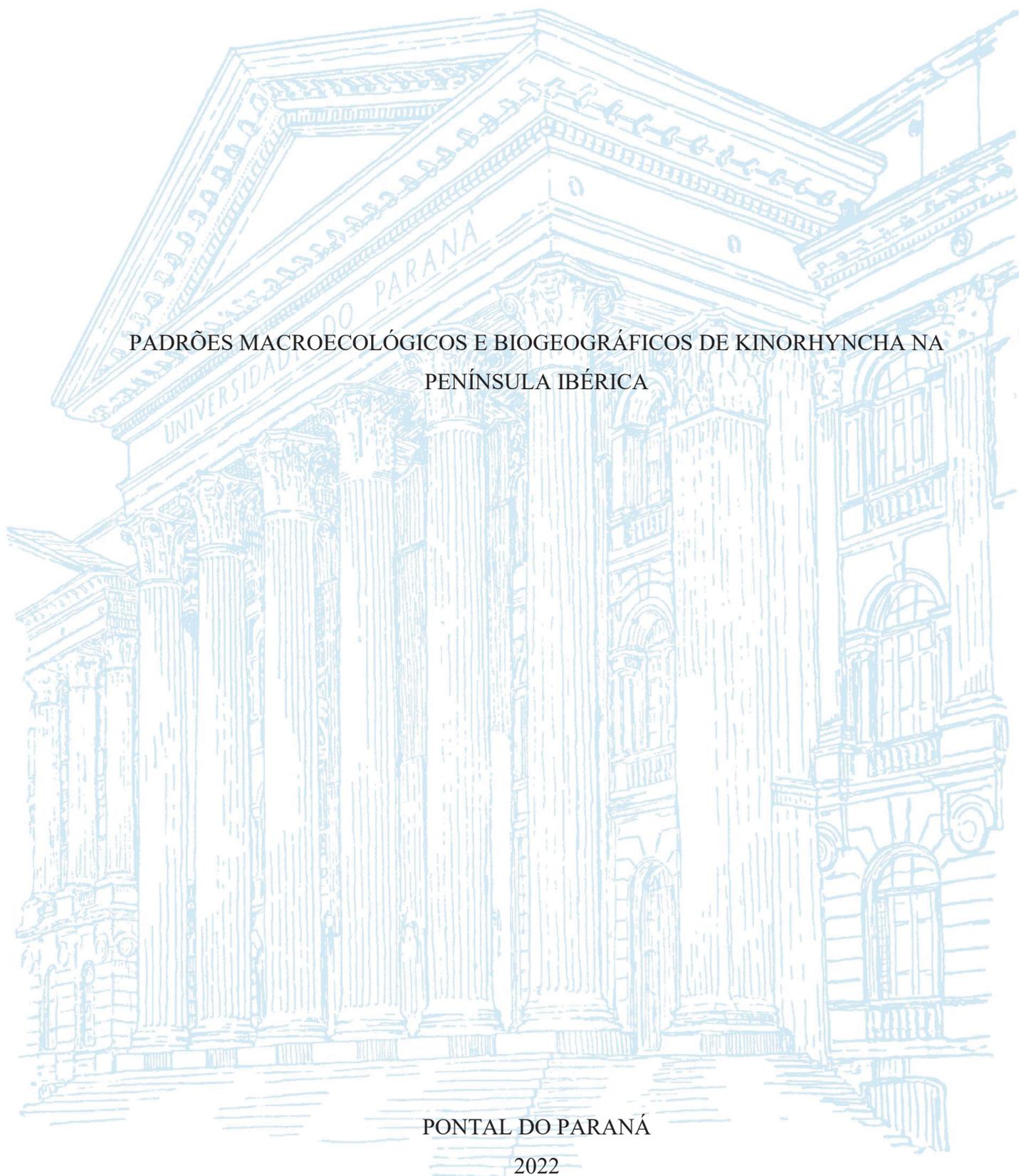
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANE APARECIDA GUIMARÃES FEITOZA

PADRÕES MACROECOLÓGICOS E BIOGEOGRÁFICOS DE KINORHYNCHA NA  
PENÍNSULA IBÉRICA

PONTAL DO PARANÁ

2022



LUCIANE APARECIDA GUIMARÃES FEITOZA

PADRÕES MACROECOLÓGICOS E BIOGEOGRÁFICOS DE KINORHYNCHA NA  
PENÍNSULA IBÉRICA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos.

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico  
Coorientador: Prof. Dr. Pablo Damian Borges Guilherme

PONTAL DO PARANÁ

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS

F311p Feitoza, Luciane Aparecida Guimarães  
Padrões macroecológicos e biogeográficos de Kinorhyncha na Península Ibérica  
[recurso eletrônico] / Luciane Aparecida Guimarães Feitoza. – Pontal do Paraná, 2022.  
1 arquivo [47 f.] : PDF.

Requisitos do Sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: Word Wide Web

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Damian Borges Guilherme

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal do Paraná,  
Centro de Estudos do Mar, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e  
Oceânicos.

1. Fauna marinha. I. Di Domenico, Maikon. II. Guilherme, Pablo Damian Borges. III.  
Título. IV. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em  
Sistemas Costeiros e Oceânicos.

CDD - 593



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
REITORIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO SISTEMAS COSTEIRO  
S E OCEÂNICOS - 40001016054P6

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação SISTEMAS COSTEIRO S E OCEÂNICOS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUCIANE APARECIDA GUIMARÃES FEITOZA** intitulada: **PADRÕES MACROECOLÓGICOS E BIOGEOGRÁFICOS DE KINORHYNCHA NA PENÍNSULA IBÉRICA**, sob orientação do Prof. Dr. MAIKON DI DOMENICO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Pontal do Paraná, 18 de Novembro de 2021.

Assinatura Eletrônica  
23/11/2021 08:29:26.0  
MAIKON DI DOMENICO  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
23/11/2021 04:34:25.0  
MARCO COLOSSI BRUSTOLIN  
Avaliador Externo (HAVFORSKNINGSINSTITUTTET. )

Assinatura Eletrônica  
25/11/2021 07:57:54.0  
RAFAEL METRI  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
23/11/2021 07:38:00.0  
PABLO DAMIAN BORGES GUILHERME  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ )

Dedico este trabalho aos meus pais João Batista (*in memoriam*) e Roseni. E de maneira especial, com muito amor e carinho, aos meus filhos Bruno e Lucas (minha fortaleza) e ao meu esposo Rodrigo que sempre acreditou em mim.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por propiciar tantas oportunidades, por ter me dado uma família tão especial e por colocar em meu caminho tantas pessoas preciosas, que me incentivaram a buscar meu crescimento pessoal, a dar o meu melhor e não desistir.

Ao meu orientador prof. Dr. Maikon Di Domenico, pelos ensinamentos, por ser paciente e solícito e por todo o apoio durante o mestrado. Agradeço principalmente pelo incentivo durante o meu período de gestação de gêmeos e compreensão nesses primeiros anos da minha maternidade, o que foi fundamental para que eu não desanimasse, obrigada por não desistir de me orientar, mesmo com as diversas alterações no projeto.

Ao meu coorientador prof. Dr. Pablo Damian Borges Guilherme, pela grande parceria na organização e análise dos dados, resultados e saídas gráficas. Por disponibilizar suas aulas de análises estatísticas, aprendi muito com elas. Obrigada pela paciência em responder até as dúvidas mais triviais, sempre com simpatia e descontração. A sua ajuda foi muito importante.

Aos coautores desse trabalho, Dr.<sup>a</sup> Nuria Sanchez, Dr.<sup>a</sup> Maria Herranz, Dr. Diego Cepeda, Dr. Ricardo Cardoso Neves e Dr. Fernando Pardos, pela disponibilização dos dados desse estudo e auxílio na atualização das informações e nomenclatura taxonômica.

Aos membros da banca examinadora, que gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação. Prof. Dr. Rafael Metri, que sempre me encantou com suas aulas de ecologia na graduação, Dr. Marco Colossi Brustolin, pelas suas considerações nos resultados parciais e prof. Dr. Leonardo Sandrini Neto, pelos ensinamentos nas disciplinas do mestrado.

Aos funcionários do Centro de Estudos do Mar/UFPR e aos colegas e professores do PGSISCO, pelo carinho, acolhimento e preocupação durante a minha gestação. É gratificante estudar numa instituição que apoia e incentiva às mães pesquisadoras.

Aos meus professores e amigos da UNESPAR/Paranaguá, pelo incentivo, em especial, à equipe do Laboratório de Biologia Marinha, que vibraram comigo quando ingressei no mestrado, saudades das longas horas de laboratório, conversas, descontrações e amizade. E à Isabela B. Olsemann, pelos desabafos, apoio e amizade.

Ao VII CVZoo, Curso de Verão em Zoologia do Programa de Pós-Graduação em Zoologia do IB/USP, foi a partir dessa experiência que o sonho de seguir carreira acadêmica foi iniciado, agradeço pelo estímulo e aprendizado, em especial, à doutoranda Natália Ranauro.

A CAPES pelo apoio financeiro durante a realização deste trabalho.

Por fim, a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Gostaria que você soubesse que existe dentro de si uma força capaz de mudar sua vida. Basta que lute e aguarde um novo amanhecer.

(Margaret Thatcher)

## RESUMO

Compreender as causas dos padrões de distribuição das espécies é uma questão fundamental na macroecologia e biogeografia, na busca em descrever e explicar a diversidade e distribuição das espécies em grandes escalas. Grande parte dos padrões macroecológicos e biogeográficos dos animais marinhos são descritos para associações de peixes e outros organismos bênticos maiores que 1mm. Para organismos de pequeno porte pertencentes a meiofauna, dimensões entre 0,045mm a 0,5mm e hábitos intersticiais, esses padrões ainda são pouco conhecidos e explorados. No presente estudo utilizamos dados de ocorrência de espécies do filo Kinorhyncha, grupo meiofaunal com baixo potencial de dispersão, coletados na Península Ibérica, em diversas campanhas de coleta no período de 1990 a 2015, para compreender os padrões biogeográficos e macroecológicos nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo. Para isso, foram utilizados modelos lineares generalizados (GLMs) e modelos aditivos generalizados (GAMs), a fim de testar se a riqueza de espécies está relacionada com a província, ecorregião, sedimento, profundidade, latitude e longitude. A composição das espécies foi correlacionada à localização geográfica e às variáveis ambientais selecionadas por meio de análises multivariadas permutacionais de variância (PERMANOVA) e escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS). Assumimos que as variáveis profundidade e localização geográfica de menor escala atuam como forças motrizes condicionantes na estruturação de Kinorhyncha. O Mar Mediterrâneo apresentou maior riqueza de espécies exclusivas e a ocorrência de um número expressivo de espécies foi registrado em ambas as províncias. A coexistência de espécies Atlânticas e Mediterrâneas demonstram uma forte afinidade biogeográfica para Kinorhyncha entre as duas províncias, embora as associações de espécies não sejam fortemente evidenciadas nessa escala, neste sentido, sugere-se uma subdivisão das ecorregiões em menores escalas espaciais, para representar a distribuição de espécies da fauna Kinorhyncha e provavelmente de outros organismos meiofaunais. Embora esse seja o caso para o filo, esperamos que esses padrões sejam repetidos para outros organismos meiofaunais de baixa mobilidade e capacidade de dispersão.

Palavras-chave: Ecorregião, província, Lusitana, Mar Mediterrâneo, meiofauna, variáveis ambientais.

## ABSTRACT

Understanding the causes of distribution patterns of life is a fundamental issue in macroecology and biogeography, in the quest to describe and explain the diversity and distribution of species at large scales. Most of the macroecological and biogeographic patterns of marine animals are described for associations of fish and other benthic organisms larger than 1 mm. For small organisms belonging to meiofauna (size range: 0.045mm-0.5mm and interstitial habits), these patterns are still little explored. In the present study, we used data on the occurrence of species from the Kinorhyncha phylum, a meiofaunal group with low dispersal potential, collected in the Iberian Peninsula, in several collection campaigns from 1990 to 2015, to understand the biogeographic and macroecological patterns in the Lusitanian and Mediterranean Sea biogeographic provinces. Generalized linear models (GLMs) and generalized additive models (GAMs) were used to test whether species richness is related to province, ecoregion, sediment, depth, latitude, and longitude. Species composition was correlated to geographic location and selected environmental variables through permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) and non-metric multidimensional scaling (nMDS). We assume that the variables depth and smaller geographic location act as driving forces in the structuring of Kinorhyncha. The Mediterranean Sea showed greater richness of exclusive species and species and the occurrence of an expressive number of species was registered in both provinces. The coexistence of Atlantic and Mediterranean species demonstrates a strong biogeographic affinity for Kinorhyncha between the two provinces, although species associations are not strongly evidenced at this scale, in this sense, a subdivision of ecoregions into smaller spatial scales is suggested to represent the distribution from species of the Kinorhyncha fauna and probably from other meiofaunal organisms. Although this is the case for the phylum, we expect these patterns to be repeated for other meiofaunal organisms of low mobility and dispersal capacity.

Keywords: Ecoregion, environmental variables, Lusitanian, Mediterranean Sea, meiofauna, province.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Áreas amostradas ao longo da costa da Península Ibérica nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo. Google Maps, <a href="https://cloud.google.com/maps-platform">https://cloud.google.com/maps-platform</a> .....	18
FIGURA 2 – Curvas de rarefação e número médio estimado da riqueza de espécies (Jack 2, Jack 1, Chao e Bootstrap) em função do número de amostras de Kinorhyncha na Península Ibérica.....	29
FIGURA 3 – Riqueza de espécies de Kinorhyncha e sua interação com a profundidade nas províncias Lusitana e Mar Mediterrâneo.....	30
FIGURA 4 – Resultado da análise de escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS) da composição de espécies de Kinorhyncha nas províncias Lusitana e Mar Mediterrâneo.....	33
FIGURA 5 – Resultado da análise de escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS) da composição de espécies de Kinorhyncha nas regiões <i>Mediterranean</i> , <i>North Atlantic</i> , <i>South Atlantic</i> e <i>West Atlantic</i> , categorizado por áreas.....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Estações amostrais referidas neste estudo. Abreviações: AS, <i>Alboran Sea</i> ; SEAS, <i>South European Atlantic Shelf</i> ; WM, <i>Western Mediterranean</i> (WM); S. <i>Atlantic</i> , Atlântico Sul; W. <i>Atlantic</i> , Atlântico Oeste; N. <i>Atlantic</i> , Atlântico Norte; <i>Coarse_sand</i> , areia grossa; <i>Mud</i> , lama; <i>Fine_sand</i> , areia fina; <i>Sandy_mud</i> , lama arenosa; <i>muddy sand</i> , areia lamacenta; <i>Maerl</i> , composição carbonática; <i>shell gravel</i> , cascalho e N/A, não disponível.....	21
TABELA 2 - Diversidade e distribuição de Kinorhyncha nas áreas amostradas ao longo da costa da Península Ibérica nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo.....	28
TABELA 3 - Variáveis preditoras selecionadas por modelos lineares generalizados (GLM) e modelos aditivos generalizados (GAM) ordenados por valores de AICc para explicação da variação da riqueza de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica. Abreviações: Prov., província, Ecor., ecorregião; Prof., profundidade; Sed., sedimento; Lat., latitude; Long., longitude; <i>Df</i> , grau de liberdade; <i>Dev</i> , deviância; <i>Dev res</i> , resíduos da deviância; <i>Df res</i> , resíduos do grau de liberdade.....	30
TABELA 4 - Resultados da análise de variância multivariada permutacional nas distâncias de Raup-Crick entre a composição de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica e variáveis ambientais.....	31
TABELA 5 - Espécies de Kinorhyncha que mais contribuem (60% de corte) para a dissimilaridade entre comunidades com base na análise SIMPER realizada em dados de presença / ausência nas províncias Mar Mediterrâneo e Lusitana.....	32
TABELA S1 - Variáveis preditoras selecionadas por modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição Poisson, Quasipoisson e distribuição Binomial na explicação da variação da riqueza de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica Abreviações: <i>Df</i> , grau de liberdade; <i>Dev res</i> , resíduos da deviância; <i>Df res</i> , resíduos do grau de liberdade.....	45
TABELA S2 - Resultados da análise de variância multivariada permutacional nas distâncias de Mountford entre a composição de espécies de Kinorhyncha e variáveis ambientais.....	45
Tabela S3. Lista da contribuição das espécies de Kinorhyncha para a dissimilaridade entre comunidades com base na análise SIMPER nas províncias Mar Mediterrâneo e Lusitana. Abreviações: Con., contribuição; Dis., dissimilaridade; Cum., cumulativo.....	46
TABELA S4 - Resultado da análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) da contribuição das principais espécies na composição da comunidade de Kinorhyncha nas ecorregiões <i>Alboran</i>	

*Sea* (AS) *South European Atlantic Shelf* (SEAS) e *Western Mediterranean* (WM). Con:  
contribuição; Dis: dissimilaridade; Cum: cumulativo.....47

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	16
<b>Materiais e métodos</b> .....	18
<i>Área de estudo</i> .....	18
<i>Amostragem e procedimentos laboratoriais</i> .....	20
<i>Análise de dados</i> .....	26
<b>Resultados</b> .....	27
<b>Discussão</b> .....	34
<b>Conclusões</b> .....	37
<b>Referências</b> .....	38
<b>Apêndice</b> .....	45

1 **Padrões macroecológicos e biogeográficos de Kinorhyncha na Península Ibérica**

2  
3 Macroecological and biogeographic patterns of Kinorhyncha in the Iberian Peninsula

4  
5  
6 Revista pretendida: Global Ecology and Biogeography, ISSN (1466-8238), fator de impacto  
7 (7.14), Qualis CAPES (evento de classificação: 2013-2016 e 2019, área de avaliação:  
8 Biodiversidade): Estrato A1.

9  
10 Luciane A. Guimarães Feitoza<sup>1</sup>, Pablo Damian Borges Guilherme<sup>2</sup>, Nuria Sanchez<sup>3</sup>, Maria  
11 Herranz<sup>4</sup>, Diego Cepeda<sup>3</sup>, Fernando Pardos<sup>3</sup>, Ricardo Cardoso Neves<sup>4</sup>

12  
13 1Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, PR, Brasil.

14 2Laboratório de Biologia Marinha, Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, PR, Brasil.

15 3Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas,  
16 Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain.

17 4Department of Biology, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.

18  
19 Informação de financiamento:

20 CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

21  
22 Autor correspondente:

23 Luciane A. Guimarães Feitoza, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná,  
24 Pontal do Paraná, PR, Brasil.

25 E-mail: lucianeguimaraesf@gmail.com

26  
27 **Palavras-chave:** Ecorregião, província, Lusitana, Mar Mediterrâneo, meiofauna, variáveis  
28 ambientais.

29  
30 **Keywords:** Ecoregion, environmental variables, Lusitanian, Mediterranean Sea, meiofauna,  
31 province.

## 32 **Padrões macroecológicos e biogeográficos de Kinorhyncha na Península Ibérica**

33

### 34 **Resumo**

#### 35 **Objetivo (Aim)**

36 Compreender as causas dos padrões de distribuição das espécies é uma questão fundamental na  
37 macroecologia e biogeografia, na busca em descrever e explicar a diversidade e distribuição  
38 das espécies em grandes escalas. Grande parte dos padrões macroecológicos e biogeográficos  
39 de animais marinhos são descritos para associações de peixes e outros organismos bênticos  
40 maiores que 1mm. Para organismos de pequeno porte pertencentes a meiofauna, dimensões  
41 entre 0,045mm a 0,5mm e hábitos intersticiais, esses padrões ainda são pouco conhecidos e  
42 explorados. No presente estudo utilizamos dados de ocorrência de espécies do filo Kinorhyncha  
43 o filo Kinorhyncha, grupo meiofaunal com baixo potencial de dispersão, para compreender os  
44 padrões biogeográficos e macroecológicos nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar  
45 Mediterrâneo.

46

#### 47 **Localização (Location)**

48 Na região costeira, até a profundidade de 300 metros da Península Ibérica.

49

#### 50 **Período de tempo (Time period)**

51 Diversas campanhas de coleta no período de 1990 a 2015.

52

#### 53 **Principais táxons estudados (Major taxa studied)**

54 Kinorhyncha.

55

#### 56 **Métodos (Methods)**

57 Foram utilizados modelos lineares generalizados (GLMs) e modelos aditivos generalizados  
58 (GAMs), a fim de testar se a riqueza de espécies está relacionada com a província, ecorregião,  
59 sedimento, profundidade, latitude e longitude. A composição das espécies foi correlacionada à  
60 localização geográfica e às variáveis ambientais selecionadas por meio de análises  
61 multivariadas permutacionais de variância (PERMANOVA) e escalonamento não paramétrico  
62 multidimensional (nMDS).

63

#### 64 **Resultados (Results)**

65 Assumimos que as variáveis profundidade e localização geográfica de menor escala atuam  
66 como forças motrizes condicionantes na estruturação de Kinorhyncha. O Mar Mediterrâneo  
67 apresentou maior riqueza de espécies exclusivas e a ocorrência de um número expressivo de  
68 espécies foi registrado em ambas as províncias.

69

#### 70 **Conclusão principal (Main Conclusion)**

71 A coexistência de espécies Atlânticas e Mediterrâneas demonstram uma forte afinidade  
72 biogeográfica para Kinorhyncha entre as duas províncias, embora as associações de espécies  
73 não sejam fortemente evidenciadas nessa escala, neste sentido, sugere-se uma subdivisão das  
74 ecorregiões em menores escalas espaciais, para representar a distribuição de espécies da fauna  
75 Kinorhyncha e provavelmente de outros organismos meiofaunais. Embora esse seja o caso para  
76 o filo, esperamos que esses padrões sejam repetidos para outros organismos meiofaunais de  
77 baixa mobilidade e capacidade de dispersão.

## 78 **Introdução**

79           Compreender como as espécies estão distribuídas em grandes escalas espaciais (local,  
80 regional, continental e global), temporais e taxonômicas é uma questão fundamental na  
81 macroecologia e biogeografia (Brown, 1995; Gaston & Blackburn, 2007). Em geral, espera-se  
82 que diferentes grupos de espécies tenham padrões de distribuições distintos, que refletem suas  
83 origens evolutivas e adaptações ambientais (Briggs & Bowen, 2012; Costello et al., 2017). Essa  
84 distinção pode gerar padrões biogeográficos, como o delineamento de regiões biogeográficas e  
85 centros de endemismo, amplamente utilizados em investigações macroecológicas para indicar  
86 como fatores históricos e evolutivos causaram os padrões de distribuição das espécies marinhas  
87 atuais (Costello et al., 2017; Kreft & Jetz, 2010). Além disso, as classificações biogeográficas  
88 podem ser consideradas ferramentas críticas para o planejamento da conservação marinha  
89 (Spalding et al., 2007).

90           Os ambientes marinhos geralmente são ricos em biodiversidade (Garraffoni et al.,  
91 2021), entretanto, o conhecimento atual dos padrões biogeográficos da maioria das espécies é  
92 amplamente incompleto (Menegotto & Rangel, 2018). Dentre as dificuldades na avaliação da  
93 diversidade e distribuição das espécies, destacam-se a falta de informações e o viés de  
94 amostragem, para organismos grandes e pequenos (mega e macrofauna) (Costello &  
95 Chaudhary, 2017; Menegotto & Rangel, 2018). Para organismos microscópicos, além dos  
96 esforços de amostragens e descrições de espécies limitados (Azovsky et al., 2020; Fontaneto et  
97 al., 2006), os padrões biogeográficos permanecem obscuros, devido a sua distinta biogeografia  
98 e história de vida, com ampla distribuição, baixo grau de endemismo e possibilidade de  
99 dispersão a longa distância, em comparação com táxons maiores, fenômeno que se refere a  
100 hipótese de “tudo está em todos os lugares” (“*everything and everywhere*”, Fenchel & Finlay,  
101 2004; “*everything small everywhere*”, Fontaneto, 2011) e ao “paradoxo da meiofauna”  
102 (“*meiofauna paradox*”, Giere, 2009).

103           Dentre todas as espécies marinhas, 25% são táxons microscópicos (<1 mm), 74%  
104 macroscópicos e 1% animais grandes (> 10 cm) (Costello & Chaudhary, 2017), sendo que a  
105 maior parte da fauna conhecida pertence ao plâncton e nécton, enquanto a diversidade de  
106 organismos bênticos ainda é menos explorada (Costello et al., 2017), em particular, organismos  
107 de pequeno porte pertencentes a meiofauna, metazoários de dimensões reduzidas (0,045mm a  
108 0,5mm) e hábitos intersticiais (Giere, 2009). Apesar de ser pouco conhecida, a meiofauna é  
109 representada por uma variedade de filos com ampla diversidade taxonômica e biológica, que  
110 diferem em tamanho corporal, morfologia e estratégias de história de vida (G. Fonseca et al.,  
111 2018; V. G. Fonseca et al., 2014; Garraffoni et al., 2021; Giere, 2009).

112 O filo ecdysozoário Kinorhyncha compreende animais exclusivos da meiofauna que  
113 apresentam tamanho menor que 1 mm, de vida livre e desenvolvimento direto com mobilidade  
114 muito limitada, o que sugere baixo potencial de dispersão. Conhecidos como dragões de lama,  
115 os quinorrincos são encontrados principalmente na camada superior de sedimentos marinhos  
116 ou estuarinos e regiões abissais ou interstícios entre organismos sésseis (Artois et al., 2011;  
117 Neuhaus, 2013; Neuhaus & Higgins, 2002; Sørensen & Pardos, 2008) e apresentam ampla  
118 distribuição em todo o mundo (Neuhaus, 2013; Sørensen & Pardos, 2008), mesmo que não haja  
119 informações conclusivas sobre quaisquer mecanismos de dispersão (Artois et al., 2011), apenas  
120 diferentes hipóteses (Herranz & Leander, 2016), como possível dispersão por transporte em  
121 suspensão ou *rafting* (Yamasaki et al., 2014). Atualmente já foram identificadas cerca de 271  
122 espécies válidas, pertencentes a 31 gêneros e 13 famílias (Herranz et al., 2020; Jeeva et al.,  
123 2020). E embora a fauna Kinorhyncha seja fascinante e apresente grande potencial para estudos  
124 na área de Zoologia, ainda são poucos os grupos de pesquisa que dedicam-se a esse filo e pouco  
125 se sabe sobre seus padrões macroecológicos e biogeográficos, estudos com enfoque na resposta  
126 desses animais a variáveis ambientais parecem ser raros (Dal Zotto et al., 2016; Grzelak &  
127 Sørensen, 2019b; Yamasaki et al., 2018). Até o momento, a literatura sobre o grupo se concentra  
128 na ultraestrutura, evolução e principalmente taxonomia, que recebeu maior atenção dos  
129 pesquisadores nas últimas duas décadas (por exemplo, Neuhaus & Higgins, 2002; Sánchez et  
130 al., 2012; Sørensen et al., 2015; Grzelak & Sørensen, 2019b).

131 Os objetivos deste estudo foram determinar padrões de distribuição, riqueza e  
132 composição de espécies de Kinorhyncha em escalas locais e regionais e identificar associações  
133 de espécies nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo (Spalding et al., 2007),  
134 explicada por variáveis ambientais e espaciais, associada a processos locais e de dispersão.  
135 Esperamos que se o desenvolvimento direto com mobilidade muito limitada de Kinorhyncha  
136 seja determinante na estruturação de suas assembleias, então encontraremos um menor  
137 compartilhamento de espécies na fronteira geográfica Estreito de Gibraltar, localizada entre o  
138 Atlântico e Mar Mediterrâneo nas ecorregiões *South European Atlantic Shelf* e *Alboran Sea*,  
139 considerado um limite de diferenciação genética e barreira ecológica para diversas espécies  
140 marinhas (El Ayari et al., 2019; Guerra-García et al., 2009). Abordamos essa tarefa ao analisar  
141 um compilado de dados inéditos de Kinorhyncha ao longo de toda a costa Ibérica, onde um  
142 grupo de especialistas do filo reuniu duas décadas e meia de coletas sucessivas, tentando  
143 sintetizar as informações taxonômicas com aspectos macroecológicos e biogeográficos do filo.

144  
145

146 **Materiais e métodos**147 **Área de estudo**

148 O presente estudo reúne um compilado de dados composto por espécies de Kinorhyncha  
 149 coletadas na Península Ibérica, situada no extremo sudoeste da Europa, limitada pelo Oceano  
 150 Atlântico e Mar Mediterrâneo, a qual inclui os territórios continentais da Espanha e Portugal  
 151 (Antunes et al., 2016, Figura 1). Os dados de presença / ausência abrangem duas províncias  
 152 biogeográficas: Lusitana e Mar Mediterrâneo e três ecorregiões - *South European Atlantic Shelf*  
 153 (*SEAS*), *Western Mediterranean (WM)* e *Alboran Sea (AS)* (Spalding et al., 2007).

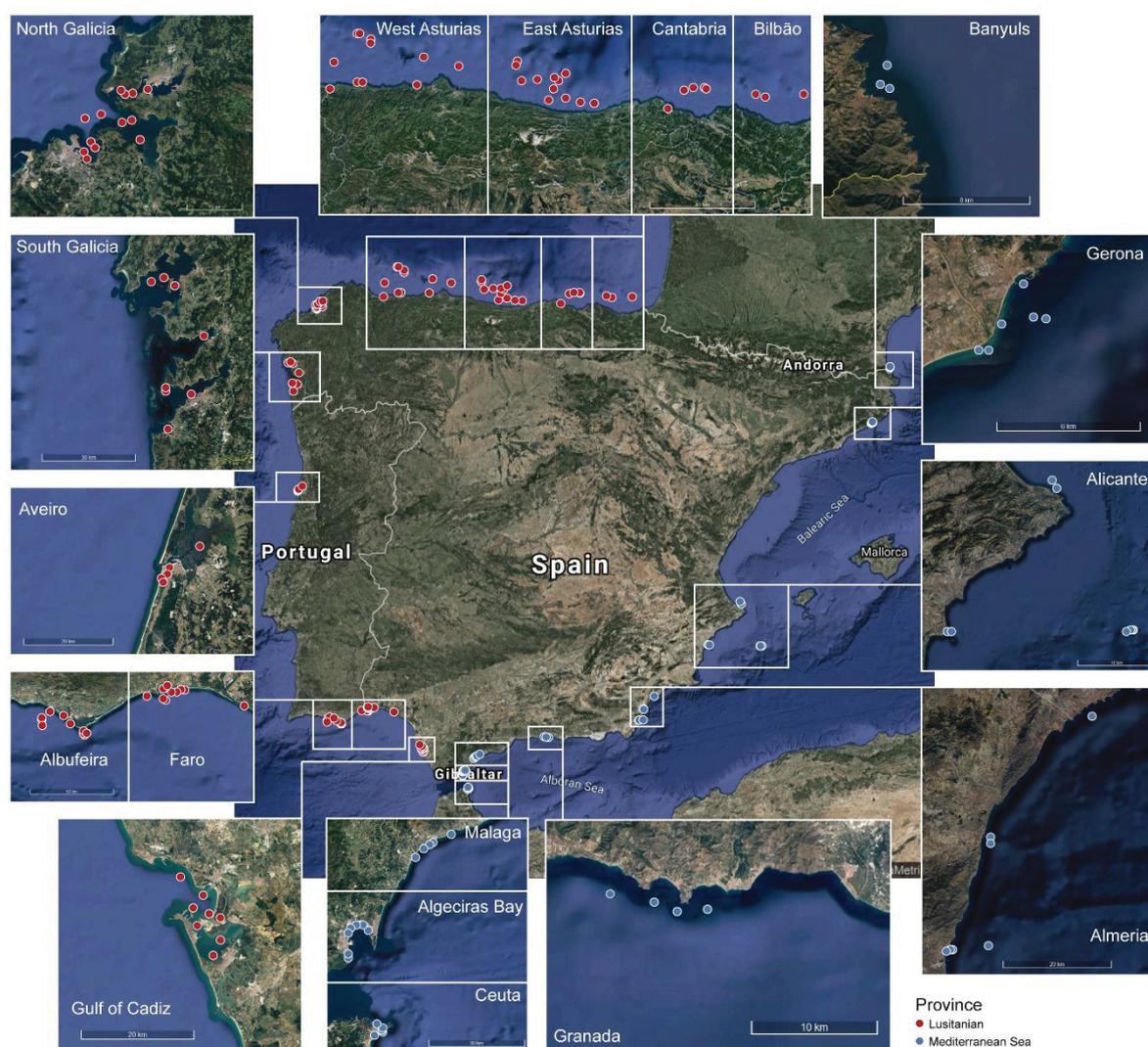


Figura 1. Áreas amostradas ao longo da costa da Península Ibérica nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo. Google Maps, <https://cloud.google.com/maps-platform>

154

155 Lusitana situa-se na costa Atlântica e abriga uma fauna marinha diversa, enriquecida  
 156 pelas regiões adjacentes, com baixo endemismo e riqueza de espécies relativamente limitada,

157 os habitats bêmicos representam um amplo espectro de tipos de substratos - macio, duro e  
158 hábitats biogênicos, caracterizando espécies, zonas biológicas e faixas de profundidade (Condé  
159 et al., 2002; Gubbay et al., 2016; Leite et al., 2020). Na fronteira leste do Atlântico Norte,  
160 localiza-se a zona de transição costeira da Península Ibérica, a costa Portuguesa, afetada por  
161 uma aparente contradição entre a circulação de duas correntes principais, a Corrente do  
162 Atlântico Norte que flui para o nordeste e a Corrente das Canárias de superfície que flui para o  
163 equador. Neste contexto, a circulação marítima ao longo da costa Atlântica Ibérica é  
164 predominantemente de sul para norte (Cardoso et al., 2018; Relvas & Barton, 2002).

165 Por sua vez, o Mar Mediterrâneo é considerado um *hotspot* de biodiversidade rico em  
166 endemismos, com uma costa muito variada, influenciada por fortes gradientes ambientais que  
167 refletem numa grande diversidade de habitats, trechos rochosos e praias ou enseadas de areia e  
168 cascalho. A região abrange plataformas continentais estreitas e uma vasta área de mar profundo  
169 abaixo de 200 metros, além de íngremes estruturas geológicas subaquáticas, como cânions e  
170 montanhas submarinas e vulcões de lama (Myers et al., 2000; Condé et al., 2002; Araújo et  
171 al., 2007; Gubbay et al., 2016). Características regionais como condições do vento, termoclinas  
172 temporais, correntes e descargas de rios e esgotos enriquecem e/ou afetam as áreas costeiras.  
173 Uma corrente de superfície do Atlântico, relativamente fria e de baixa salinidade, adentra a  
174 bacia empurrada pelo gradiente de pressão, aquece para o leste, aumenta a salinidade e circula  
175 para o oeste, saindo pelo Estreito de Gibraltar (Bas, 2009; Coll et al., 2010).

176 A Península Ibérica é marcada por grandes eventos geológicos e climáticos que deram  
177 origem a novos nichos e contribuíram para a ampliação da biodiversidade (Silva et al., 2015;  
178 Thompson, 2005). O surgimento de corredores temporários de terra entre os estreitos de Baetic  
179 na Península Ibérica e Rifan na África durante o Mioceno facilitou a expansão intercontinental  
180 de muitas espécies (Mendes et al., 2017). O evento marcante mais recente na história geológica  
181 está associado à Crise de Salinidade Messiniana (~5 Ma), na qual ocorreu a dessecação por  
182 evaporação da bacia ocidental do Mediterrâneo, transformada numa série de grandes lagos,  
183 onde precipitaram grandes quantidades de sais, extinguindo praticamente todas as espécies  
184 bêmicas marinhas (Carballo et al., 1997; Mendes et al., 2017). Este evento terminou com uma  
185 inundação progressiva da bacia do Mediterrâneo e uma reabertura da conexão com o Atlântico  
186 através do Estreito de Gibraltar, o que permitiu a livre dispersão da biota marinha (Mendes et  
187 al., 2017; Silva et al., 2015). Pela sua diversidade de habitats, a Península Ibérica é considerada  
188 uma região fundamental para preservação de muitas espécies e habitats ameaçados (Araújo et  
189 al., 2007; Myers et al., 2000).

190

## 191 **Amostragem e procedimentos laboratoriais**

192 As amostras foram coletadas e triadas por um grupo de especialistas do filo  
193 Kinorhyncha, Dr.<sup>a</sup> Nuria Sanchez, Dr.<sup>a</sup> Maria Herranz, Dr. Diego Cepeda, Dr. Ricardo Cardoso  
194 Neves e Dr. Fernando Pardos da Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain e  
195 University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark. As coletas foram realizadas em quatro (4)  
196 regiões (Norte, Oeste, Sul do Atlântico e Mediterrâneo), 18 áreas (escala menor, baseada nas  
197 localidades geográficas das determinadas cidades) e 139 estações amostrais distribuídas do  
198 Atlântico Norte, na província Lusitana, até a província do Mar Mediterrâneo, maior amostrado  
199 em baixas profundidades (Figura 1, Tabela 1) em inúmeras campanhas de coleta no período de  
200 1990 a 2015. Lusitana foi amostrada em Amostras das localidades *Astúrias*, *San Vicente de la*  
201 *Barquera*, *Comillas* e *Bilbao* foram coletadas pelo RV Cornide de Saavedra durante a campanha  
202 de pesca CARIOCA90, realizada pelo Instituto Espanhol Oceanografia, usando uma ferramenta  
203 de coleta cilíndrica (15 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento) acoplada a uma rede de pesca  
204 de arrasto de fundo (GaOrdóñez et al., 2008). Todas as outras amostras foram coletadas com  
205 uma draga meiobêntica de Higgins (Higgins, 1964, 1988; Pardos, 1988).

206 Os quinorrincos foram extraídos do sedimento usando o procedimento *bubble and blot*  
207 (Higgins, 1988; Sorensen & Pardos, 2008), fixado em formalina 7% e corado com rosa bengala.  
208 Os espécimes de Kinorhyncha foram classificados sob um microscópio de dissecção usando  
209 um *Irwin loop* e montados para microscopia de luz em lâminas regulares ou em lâminas Cobb  
210 (Sorensen & Pardos, 2008).

211 Os dados físico-químicos para amostras de sedimentos não são homogêneos e estão  
212 indisponíveis em 24 estações amostrais, porque as amostras foram coletadas por um longo  
213 período (25 anos) e sob circunstâncias muito diferentes. Por exemplo, em termos de  
214 granulometria de sedimentos, nem sempre foram aplicados procedimentos padrão, portanto,  
215 apresentamos aqui dados subjetivos aproximados sobre a natureza do sedimento e o tamanho  
216 médio do grão, agrupados em sete categorias frequentemente usadas em estudos da meiofauna  
217 – areia grossa, lama, areia fina, lama arenosa, areia lamacenta, cascalho e *Maerl* (composição  
218 carbonática, constituídos por algas calcárias). A classificação textural do sedimento,  
219 profundidade (entremarés, de 0 a 4 m; rasa, de 5 a 50 m; intermediária, 51-150 m e profundo,  
220 de 151 a 450 m), latitude e longitude (Grau Minuto Segundo), bem como províncias,  
221 ecorregiões, regiões e áreas foram incluídas como fatores. O conjunto de dados de  
222 presença/ausência foram disponibilizados para análise de dados e elaboração desta dissertação.

223 Tabela 1. Estações amostrais referidas neste estudo. Abreviações: AS, Alboran Sea; SEAS, South European Atlantic Shelf; WM, Western  
 224 Mediterranean (WM); S. Atlantic, Atlântico Sul; W. Atlantic, Atlântico Oeste; N. Atlantic, Atlântico Norte; Coarse\_sand, areia grossa; Mud, lama;  
 225 Fine\_sand, areia fina; Sandy\_mud, lama arenosa; muddy sand, areia lamacenta; Maerl, composição carbonática; shell gravel, cascalho e N/A, não  
 226 disponível.

Provincia	Ecorregião	Região	Área	Localidade	Data	Coordenadas	Sedimento	Profundidade (m)	Riqueza
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Albufeira	site2	28.10.13	36°59'24.00"N; 1°53'52.00"W	Coarse_sand	35	6
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Albufeira	site3	28.10.13	37° 01'5.60"N; 8° 9'15.96"W	Mud	25	5
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Albufeira	site4	28.10.13	37° 7'37.92"N; 6°48'54.12"W	Fine_sand	15	2
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Albufeira	site1	28.10.13	37° 1'34.50"N; 8° 1'13.23"W	Mud	45	2
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Algeciras	07.02.11	36° 5'21.24"N; 5°26'10.20"W	Muddy_sand	9	2
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Algeciras	07.02.11	36° 5'48.30"N; 5°26'17.04"W	Fine_sand	30	5
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Algeciras	08.02.11	36° 9'16.32"N; 5°26'17.76"W	Mud	12	3
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	La línea	08.02.11	36° 9'50.54"N; 5°22'6.86"W	Mud	12	4
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Algeciras	08.02.11	36°10'10.10"N; 5°25'44.98"W	Mud	16	5
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Guadarranque Mouth	08.02.11	36°10'34.98"N; 5°24'37.20"W	Mud	25	4
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Algeciras_Bay	Algeciras	08.02.11	36°10'44.46"N; 5°23'14.58"W	Sandy_mud	8	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site6	22.05.15	38°11'8.10"N; 0°34'33.10"W	Sandy_mud	4	4
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site5	22.05.15	38°11'5.80"N; 0°33'37.40"W	Mud_Caulerpa	5	2
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site8	22.05.15	38°11'11.40"N; 0°32'56.20"W	Muddy_sand	2	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site7	22.05.15	38°11'9.10"N; 0°32'17.80"W	Fine_sand	4	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site4	21.05.15	38°12'18.70"N; 0°30'19.90"W	Coarse_sand	10	2
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	site3	21.05.15	38°12'10.90"N; 0°28'44.90"W	Coarse_sand	20	2
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	Denia	27.03.97	38°51'6.44"N; 0° 9'31.51"E	Mud	15	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Alicante	Denia	27.03.97	38°53'20.66"N; 0° 8'9.76"E	Fine_sand	12	4
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site10	19.05.15	36°59'29.00"N; 1° 53'50.00"W	Mud	7	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site5	19.05.15	36°59'35.00"N; 1° 53'13.00"W	Fine_sand	9	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site7	19.05.15	36°59'36.00"N; 1° 53'17.00"W	Coarse_sand	12	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site9	19.05.15	36°59'40.00"N; 1° 53'27.00"W	Muddy_sand	10	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site8	19.05.15	36°59'51.96"N; 8° 9'18.78"W	Muddy_sand	14	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	site6	19.05.15	36°59'44.45"N; 7°58'6.02"W	Sandy_mud	20	2

Continua na próxima página

Tabela 1. (continuação)

Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	Garrucha	24.03.97	37° 2'42.90"N; 8° 6'49.68"O	Coarse_sand	15	4
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	Garrucha	25.03.97	37° 10'35.16"N; 7° 18'31.32"W	Mud	4	2
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	Garrucha	24.03.97	37° 10'57.78"N; 7° 16'32.94"W	N/A	8	2
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Almeria	Isla Rosa	27.03.10	37° 22'53.61"N; 1° 35'12.72"W	Coarse_sand	10	4
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Aveiro	site3	14.09.15	40° 36'38.10"N; 8° 44'54.12"W	Mud	3	1
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Aveiro	site2	14.09.15	40° 37'8.46"N; 8° 44'53.58"W	Mud	5	1
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Aveiro	site1	14.09.15	40° 37'32.76"N; 8° 44'13.68"W	Mud_zoostera	1	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Aveiro	site5	14.09.15	40° 38'24.21"N; 8° 43'54.08"W	Coarse_sand	4	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Aveiro	site4	14.09.15	40° 41'8.33"N; 8° 39'16.70"W	Coarse_sand	4	1
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site1	N/A	42° 29'6.48"N; 3° 9'2.64"E	Mud	35	6
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site1	11.09.13	42° 29'6.48"N; 3° 9'2.64"E	Mud	35	6
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site3	N/A	42° 29'13.56"N; 3° 8'37.26"E	Coarse_sand	25	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site3	11.09.13	42° 29'13.56"N; 3° 8'37.26"E	Fine_sand	25	3
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site2	N/A	42° 29'53.88"N; 3° 8'59.76"E	Mud	35	5
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Banyuls-sur-Mer	site2	11.09.13	42° 29'53.88"N; 3° 8'59.76"E	Mud	35	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Bilbao	Off Bilbao	24.10.90	43° 31'18.00"N; 2° 26'18.00"W	N/A	226	1
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Bilbao	Off Bilbao	24.10.90	43° 31'54.00"N; 2° 1'45.60"W	N/A	174	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Bilbao	Off Bilbao	24.10.90	43° 32'42.00"N; 2° 32'48.00"W	N/A	180	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Bilbao	Off Bilbao	24.10.90	43° 35'12.00"N; 3° 4'42.00"W	N/A	188	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Bilbao	Off Bilbao	24.10.90	43° 35'36.00"N; 6° 40'30.00"W	Muddy_sand	238	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Santoña	30.08.90/ 04.03.91	43° 25'60.00"N; 3° 28'0.00"W	Sandy_mud	9	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off Comillas	24.10.90	43° 28'30.00"N; 4° 14'18.00"W	N/A	111	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off Comillas	24.10.90	43° 28'48.00"N; 4° 23'6.00"W	N/A	134	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off S. Vicente de la Barquera	24.10.90	43° 30'36.00"N; 4° 32'42.00"W	N/A	244	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off Castro-Urdiales	24.10.90	43° 34'37.80"N; 3° 17'48.00"W	Muddy_sand	192	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off Castro-Urdiales	24.10.90	43° 35'42.00"N; 3° 12'12.00"W	Muddy_sand	272	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off S. Vicente de la Barquera	24.10.90	43° 38'36.00"N; 4° 36'42.00"W	N/A	188	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	Cantabria	Off S. Vicente de la Barquera	24.10.90	43° 41'36.00"N; 4° 32'36.00"W	N/A	308	4

Continua na próxima página

Tabela 1. (continuação)

Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site3	N/A	35°52'10.80"N; 5°20'15.00"W	Muddy_sand	20	2
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site1	N/A	35°52'59.34"N; 5°18'55.74"W	Coarse_sand	12	1
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site4	N/A	35°53'7.44"N; 5°19'6.78"W	Fine_sand	3	1
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site2	N/A	35°53'8.40"N; 5°19'3.60"W	Maerl	29	1
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site6	N/A	35°53'25.56"N; 5°18'59.82"W	Fine_sand	3	1
Mediterranean Sea	AS	S. Atlantic	Ceuta	site5	N/A	35°54'1.92"N; 5°19'47.76"W	Maerl	19	1
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Deva mouth	24.10.90	43°29'6.00"N; 4°43'0.00"W	Muddy_sand	107	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Deva mouth	24.10.90	43°34'60.00"N; 4°40'0.00"W	Muddy_sand	168	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Llanes	24.10.90	43°38'27.60"N; 5°0'18.00"W	N/A	444	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Deva mouth	24.10.90	43°39'18.00"N; 4°49'18.00"W	Muddy_sand	191	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Deva mouth	24.10.90	43°39'28.80"N; 4°39'48.00"W	Muddy_sand	179	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Llanes	24.10.90	43°45'12.00"N; 5°3'36.00"W	N/A	176	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	East_Asturias	Off Llanes	24.10.90	43°46'59.40"N; 5°3'19.20"W	N/A	435	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site3	21.10.13	36°56'1.30"N; 7°52'49.43"W	Mud	96	5
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site4	21.10.13	36°55'53.30"N; 7°52'14.60"W	Mud	100	2
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site5	21.10.13	36°56'51.78"N; 7°52'31.50"W	Mud	66	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site6	21.10.13	36°57'12.50"N; 7°52'39.10"W	Mud	44	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site2	21.10.13	36°59'26.00"N; 1°53'40.00"W	Mud	71	1
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Faro	site1	16.12.12	36°57'54.20"N; 8°9'35.21"W	Mud_zoostera	4	2
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.03.99	41°38'45.36"N; 2°46'33.25"E	Muddy_sand	38	10
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.03.99	41°38'45.54"N; 2°46'18.37"E	Fine_sand	28	6
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.03.99	41°39'19.56"N; 2°46'60.00"E	N/A	11	2
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.03.99	41°39'23.16"N; 2°48'20.46"E	Coarse_sand	55	4
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.03.99	41°39'25.20"N; 2°47'58.20"E	Fine_sand	30	5
Mediterranean Sea	WM	Mediterranean	Gerona	Blanes	24.04.99	41°40'12.60"N; 2°47'44.40"E	N/A	12	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Granada	Almuñécar	24.07.10	36°42'50.73"N; 3°44'17.66"O	Muddy_sand	15	2
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Granada	Almuñécar	24.07.10	36°42'56.98"N; 3°42'41.91"W	Coarse_sand	18	9
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Granada	Almuñécar	24.07.10	36°43'33.12"N; 3°47'51.36"W	Mud	20	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Granada	Almuñécar	24.07.10	36°43'12.82"N; 3°45'32.23"W	Mud	30	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf of Cadiz	site21	N/A	36°28'18.24"N; 6°13'39.18"W	Mud	5	2

Continua na próxima página

Tabela 1. (continuação)

Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site22	N/A	36°29'47.88"N; 6°12'52.26"W	Mud	1	4
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site20	N/A	36°31'7.44"N; 6°15'41.52"W	Muddy_sand	11	4
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site19	N/A	36°31'55.80"N; 6°12'57.60"W	Shell_gravel	4	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site18	N/A	36°32'18.60"N; 6°14'14.70"W	Muddy_sand	4	1
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site17	N/A	36°32'45.66"N; 6°16'16.08"W	Coarse_sand	11	4
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site16	N/A	36°34'7.02"N; 6°15'8.46"W	Sandy_mud	7	3
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site15	N/A	36°35'47.46"N; 6°17'53.28"W	Mud	10	2
Lusitanian	SEAS	S. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site12	N/A	37°8'19.44"N; 7°20'18.48"W	Fine_sand	4	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site9	N/A	37°8'38.34"N; 7°21'10.56"W	Muddy_sand	15	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site8	N/A	37°8'53.76"N; 7°27'54.96"W	Fine_sand	12	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site7	N/A	37°10'48.51"N; 1°48'10.67"W	Coarse_sand	9	1
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site10	N/A	37°10'7.68"N; 1°48'2.16"W	Fine_sand	10	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site3	N/A	37°11'31.62"N; 7°14'36.06"W	Muddy_sand	11	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site4	N/A	37°11'47.40"N; 1°48'37.31"W	Muddy_sand	12	1
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site5	N/A	37°11'53.22"N; 7°13'1.14"W	N/A	6	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site2	N/A	37°11'56.40"N; 7°21'14.16"W	Mud	2	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site1	N/A	37°12'19.20"N; 7°20'32.04"W	Shell_gravel	4	3
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	Gulf_of_Cadiz	site6	N/A	37°12'37.26"N; 7°20'16.08"W	Mud	3	1
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Malaga	site4	N/A	36°22'23.04"N; 5°12'53.58"W	Muddy_sand	36	8
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Malaga	site5	N/A	36°23'55.59"N; 5°11'16.89"W	Sandy_mud	36	7
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Malaga	site3	N/A	36°24'38.19"N; 5°9'53.91"W	Sandy_mud	35	9
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Malaga	site1	N/A	36°24'49.26"N; 5°9'8.83"O	Sandy_mud	35	3
Mediterranean Sea	AS	Mediterranean	Malaga	site2	N/A	36°26'26.31"N; 5°5'30.55"W	Muddy_sand	20	6
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de La Coruña	03.04.08	43°21'2.76"N; 8°22'14.70"W	Fine_sand	8	1
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de La Coruña	03.04.08	43°21'41.82"N; 8°22'42.78"W	Muddy_sand	19	1
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de La Coruña	03.04.08	43°22'12.48"N; 8°21'10.62"W	Fine_sand	19	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de La Coruña	03.04.08	43°22'43.08"N; 8°21'51.48"W	Fine_sand	27	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ares	04.04.08	43°23'13.92"N; 8°15'23.46"W	Fine_sand	13	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ares	27.06.07	43°24'50.64"N; 8°17'49.92"W	Coarse_sand	8	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de La Coruña	04.04.08	43°24'58.86"N; 8°22'51.18"W	Fine_sand	53	2

Continua na próxima página

Tabela 1. (continuação)

Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ares	27.06.07	43°25'3.84"N; 8°16'33.48"W	Muddy_sand	1	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ares	04.04.08	43°25'24.00"N; 8°20'46.14"W	Fine_sand	45	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ferrol, Rabo de Porca	26.06.07	43°27'31.38"N; 8°17'42.42"W	Shell_gravel	49	1
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ferrol, Castelo de Palma	26.06.07	43°27'42.79"N; 8°16'42.74"W	Coarse_sand	51	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ferrol, San Cristobo	27.06.07	43°27'53.22"N; 8°18'7.08"W	Muddy_sand	49	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	North_Galicia	Ría de Ferrol	26.06.07	43°28'10.68"N; 8°14'42.96"W	Mud	54	4
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Vigo	25.04.09	42°7'49.98"N; 8°50'14.88"W	Coarse_sand	10	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Vigo	25.04.09	42°14'5.34"N; 8°45'33.84"W	Mud	21	4
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Vigo	25.04.09	42°14'38.40"N; 8°51'29.22"W	Fine_sand	22	6
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Arosa	24.04.09	42°15'3.42"N; 8°51'32.64"W	Fine_sand	7	2
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Pontevedra, Combarro	14.11.08	42°24'21.56"N; 8°43'29.93"W	Mud	14	3
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Arosa	24.04.09	42°32'46.08"N; 8°51'6.18"W	Shell_gravel	2	1
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Arosa	24.04.09	42°32'47.70"N; 8°51'1.92"W	Mud	3	4
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Arosa	24.04.09	42°33'14.52"N; 8°56'21.42"W	Mud	28	5
Lusitanian	SEAS	W. Atlantic	South_Galicia	Ría de Arosa	24.04.09	42°34'8.04"N; 8°53'34.80"W	Maerl	8	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	site11	N/A	43°31'60.00"N; 7°1'36.00"W	Muddy_sand	2	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Cudillero	24.10.90	43°35'24.00"N; 6°6'30.00"W	N/A	49	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°35'36.00"N; 3°5'12.00"W	N/A	76	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°35'36.00"N; 6°43'48.00"W	N/A	71	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Cabo Peña	24.10.90	43°44'12.00"N; 5°40'0.00"W	N/A	95	4
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°44'18.00"N; 7°0'12.00"W	Muddy_sand	127	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Cudillero	24.10.90	43°47'42.00"N; 6°2'24.00"W	Muddy_sand	168	6
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°53'24.00"N; 6°36'48.00"W	N/A	140	2
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°55'18.00"N; 6°36'42.00"W	N/A	79	3
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°58'12.00"N; 6°45'0.00"W	N/A	304	5
Lusitanian	SEAS	N. Atlantic	West_Asturias	Off Navia	24.10.90	43°58'18.00"N; 6°43'30.00"W	N/A	369	2

## 229 **Análise de dados**

230 As estimativas de riqueza de espécies foram analisadas para todas as estações amostrais  
231 em função do esforço amostral por meio de curvas de rarefação (Colwell & Coddington, 1994),  
232 obtidas plotando o número médio de espécies no número acumulado de locais amostrados  
233 utilizando a função *specaccum* (pacote vegan 2.4-3, Oksanen *et al.*, 2017). Usamos estimativas  
234 de Chao, Jackknife (1 e 2) e Bootstrap para prever o número esperado em relação ao número  
235 conhecido de espécies.

236 O número de espécies registradas em cada amostra ou riqueza (diversidade alfa) de  
237 Kinorhyncha foram usadas como variável resposta e testadas pelas variáveis preditoras  
238 sedimento, profundidade, província, ecorregião, latitude e longitude utilizando modelos  
239 lineares generalizados (GLMs) e modelos aditivos generalizados (GAMs). Nos GLMs, foram  
240 utilizadas diferentes famílias de distribuições de probabilidade para o componente aleatório dos  
241 resíduos (distribuição dos erros), como Poisson, Quasipoisson e Binomial, devido à natureza  
242 da variável de contagem e suas evidências de dispersão excessiva. Os GAMs foram construídos  
243 usando distribuição de erro binomial negativa e modelos ajustados via máxima verossimilhança  
244 restrita. A seleção automática e a suavização (parâmetro K) de cada preditor foi implementada  
245 no pacote R ‘mgcv’ (Wood, 2013) para controlar a complexidade do grau do polinômio. A  
246 seleção do modelo e a importância de todas as combinações possíveis das variáveis explicativas  
247 foram calculadas pela função *model.sel* (pacote MuMIn 1.12.1, Barton, 2014). Os valores do  
248 AIC e os pesos do Akaike foram calculados para todos os modelos propostos e, em seguida  
249 GLMs e GAMs foram classificados com valor de AICc. A significância dos resultados foi  
250 baseada nos valores de importância relativa mais robustos da seleção de modelos e os demais  
251 modelos tinham um valor delta de AIC <3.

252 Para analisar a influência da província, ecorregião, sedimento, profundidade, latitude  
253 longitude na composição das espécies, além de particionar a variância para cada fonte de  
254 variação, realizamos duas análises multivariadas permutacionais de variância – PERMANOVA  
255 (função *Adonis* no pacote vegan 2.4-3, Oksanen *et al.*, 2017). Uma com os dados de todas as  
256 estações amostradas e uma usando o fator sedimento, excluindo 24 observações, nas quais não  
257 conseguimos recuperar as classificações texturais do sedimento. Adicionalmente, considerando  
258 uma escala menor, realizamos multivariadas permutacionais de variância para analisar a  
259 influência da região e área na composição de espécies, além das variáveis supracitadas, com e  
260 sem o fator sedimento. Utilizamos os índices de Raup-Crick e Mountford como variável de  
261 resposta, porque nossas matrizes consistem em dados de presença / ausência e tamanhos  
262 variáveis da amostra entre sedimentos, profundidade e localização geográfica (Chase *et al.*,

263 2011). Em seguida, uma análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) baseada na  
264 dissimilaridade de Raup-Crick e Mountford (Clarke & Warwick, 2001) foi realizada para  
265 determinar quais espécies mais contribuíram para a diferenciação das províncias e ecorregiões.  
266 Por fim, a composição das espécies nas províncias e regiões foi analisada por meio do  
267 escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS) aplicado sobre a matriz de  
268 dissimilaridade calculada através do coeficiente de Raup-Crick (Clarke & Warwick, 2001).

269 Todas as análises do presente estudo foram realizadas utilizando o R Software 4.0.2 (R  
270 Core Team, 2020).

271

## 272 **Resultados**

273 Foram encontradas 41 espécies de Kinorhyncha nas 139 estações amostradas (Tabela  
274 2): 15 espécies de Allomalorhagida em três (3) famílias e oito (8) gêneros diferentes  
275 (*Paracentrophyes*, *Pycnophyes*, *Setaphyes*, *Cristaphyes*, *Higginsium*, *Leiocanthus*, *Fujuriphyes*  
276 e *Dracoderes*) e 26 espécies de Cyclorhagida em quatro (4) famílias e sete (7) gêneros  
277 (*Antygomonas*, *Campyloderes*, *Centroderes*, *Condyloderes*, *Echinoderes*, *Meristoderes* e  
278 *Semnoderes*). A província do Mar Mediterrâneo apresentou maior riqueza de espécies  
279 exclusivas (13 espécies), enquanto a província Lusitana apresentou ocorrência exclusiva de 11  
280 espécies, além disso, 17 espécies ocorreram em ambas as províncias. A curva de acumulação  
281 de espécies atingiu um valor assintótico para o número observado de espécies, com estimativa  
282 próxima ao esperado (Figura 2). Assim, é provável que o esforço de amostragem tenha sido  
283 suficiente para representar a diversidade de Kinorhyncha para a região da Península Ibérica.

284 Tabela 2. Diversidade e distribuição de Kinorhyncha nas áreas amostradas ao longo da costa da  
 285 Península Ibérica nas províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo.  
 286

Espécies/ Áreas	Albufeira	Algeciras Bay	Alicante	Almeria	Aveiro	Banyuls	Bilbao	Cantabria	Ceuta	East Asturias	Faro	Gerona	Granada	Gulf of Cadiz	Malaga	North Galicia	South Galicia	West Asturias	
<i>Paracentrophyes quadridentatus</i>							x	x											x
<i>Pycnophyes aulacodes</i>										x		x	x		x	x	x		x
<i>Pycnophyes communis</i>	x		x	x		x					x	x		x					
<i>Pycnophyes zelinkaei</i>		x							x			x			x				
<i>Pycnophyes almansae</i>		x							x				x	x	x	x	x		
<i>Pycnophyes robustus</i>	x	x		x							x	x			x				
<i>Setaphyes sp1</i>											x								
<i>Setaphyes flaveolatus</i>		x	x													x			x
<i>Setaphyes dentatus</i>		x	x	x		x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Setaphyes cimarensis</i>			x																
<i>Cristaphyes carinatus</i>						x						x	x		x				
<i>Higginsium dolichurus</i>																	x		
<i>Leiocanthus lageria</i>			x											x					
<i>Fujuriphyes ponticus</i>		x		x		x						x							
<i>Dracoderes gallaicus</i>	x	x				x					x				x			x	
<i>Antygomonas incommitata</i>												x							
<i>Antygomonas sp1</i>																			x
<i>Antygomonas sp2</i>																			x
<i>Antygomonas sp3</i>				x															
<i>Campyloderes cf. vanhoeffeni</i>			x	x															
<i>Centroderes spinosus</i>	x					x	x	x		x		x							x
<i>Condyloderes sp</i>								x		x									
<i>Echinoderes cantabricus</i>		x		x	x			x					x	x	x	x	x	x	x
<i>Echinoderes dujardinii</i>		x			x				x		x			x					x
<i>Echinoderes gerardi</i>			x	x									x		x				
<i>Echinoderes hispanicus</i>	x	x		x	x			x			x	x	x	x	x	x	x		
<i>Echinoderes isabelae</i>								x		x		x							x
<i>Echinoderes kristenseni</i>																			x
<i>Echinoderes neospinosus</i>							x	x		x									x
<i>Echinoderes parrai</i>										x									x
<i>Echinoderes worthingi</i>														x		x			
<i>Echinoderes lusitanicus</i>	x										x								
<i>Echinoderes reicherti</i>	x	x									x		x	x	x				
<i>Echinoderes cf. capitatus</i>	x		x		x	x					x	x	x					x	x
<i>Echinoderes sp1</i>			x																
<i>Echinoderes sp2</i>												x							
<i>Echinoderes sp3</i>												x							
<i>Meristoderes macracanthus</i>												x							
<i>Semnoderes armiger</i>			x				x	x		x		x							x
<i>Semnoderes cf. pacificus</i>						x													
<i>Semnoderes sp</i>											x								

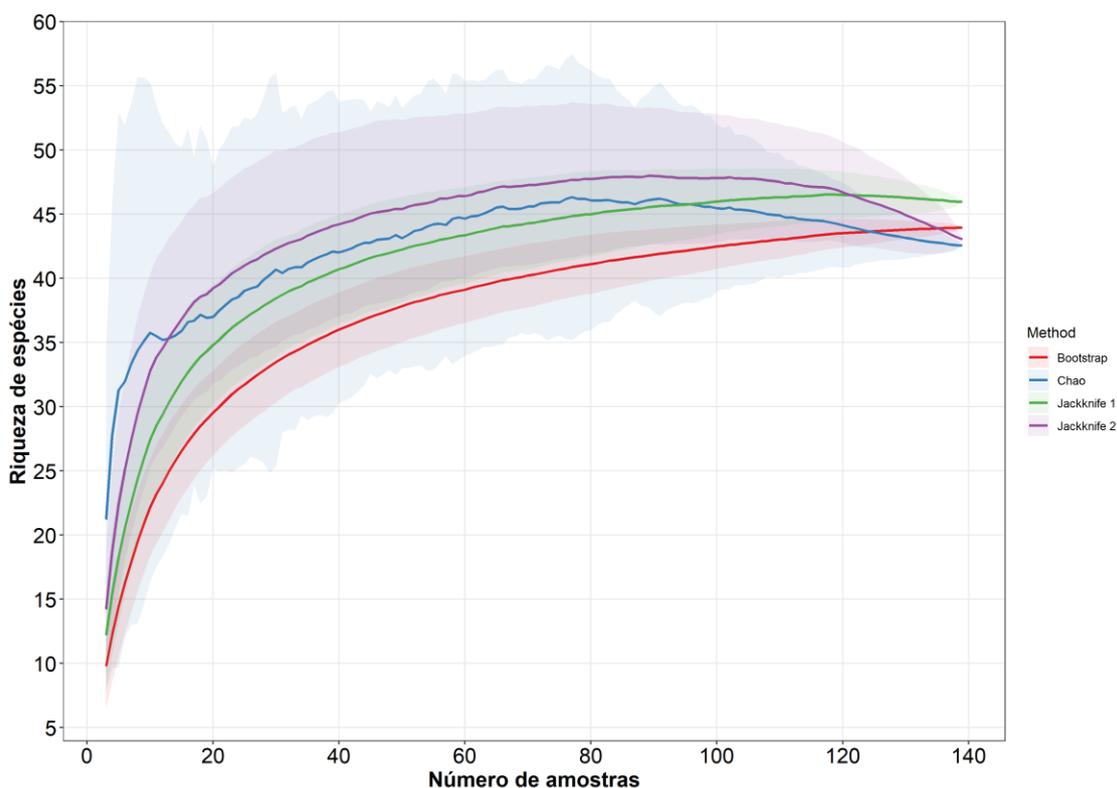


Figura 2. Curvas de rarefação e número médio estimado da riqueza de espécies (Jack 2, Jack 1, Chao e Bootstrap) em função do número de amostras de Kinorhyncha na Península Ibérica.

288

289 O ajuste dos GLMs baseados nos menores valores AICc, indicaram o modelo contendo  
 290 província, ecorregião, sedimento, profundidade, latitude e longitude com maior poder preditivo  
 291 para a riqueza, com distinções entre as províncias e a profundidade (Tabela 3 e Tabela S1). Já  
 292 nos GAMs (Tabela 1), a profundidade mostrou uma forte interação com a riqueza de espécies,  
 293 com tendência a aumentar a partir de 50m de profundidade nas duas províncias, embora o Mar  
 294 Mediterrâneo tenha sido amostrado apenas em baixas profundidades (Figura 3).

295 Tabela 3. Variáveis preditoras selecionadas por modelos lineares generalizados (GLM) e  
 296 modelos aditivos generalizados (GAM) ordenados por valores de AICc para explicação da  
 297 variação da riqueza de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica. Abreviações: Prov.,  
 298 província, Ecor., ecorregião; Prof., profundidade; Sed., sedimento; Lat., latitude; Long.,  
 299 longitude; *Df*, grau de liberdade; *Dev*, deviância; *Dev res*, resíduos da deviância; *Df res*,  
 300 resíduos do grau de liberdade.  
 301

Modelos	Prov	Ecor	Prof	Sed	Lat	Long	Df	Dev	Dev res	Df res	AICc
<b>GLM</b>											
Poisson	+	+	+	+	+	+	14	122.6	87.9		444.7
Quasi	+	+	+	+	+	+	114	122.6	87.9		
Dist bin	+	+	+	+	+	+	15	122.6	87.9		446.8
<b>GAM</b>											
Modelo 1	+	+	+	+	+	+	15		80.7	101.4	444.8
Modelo 2	+		+	+	+	+	15		82.1	101.8	446.6

302

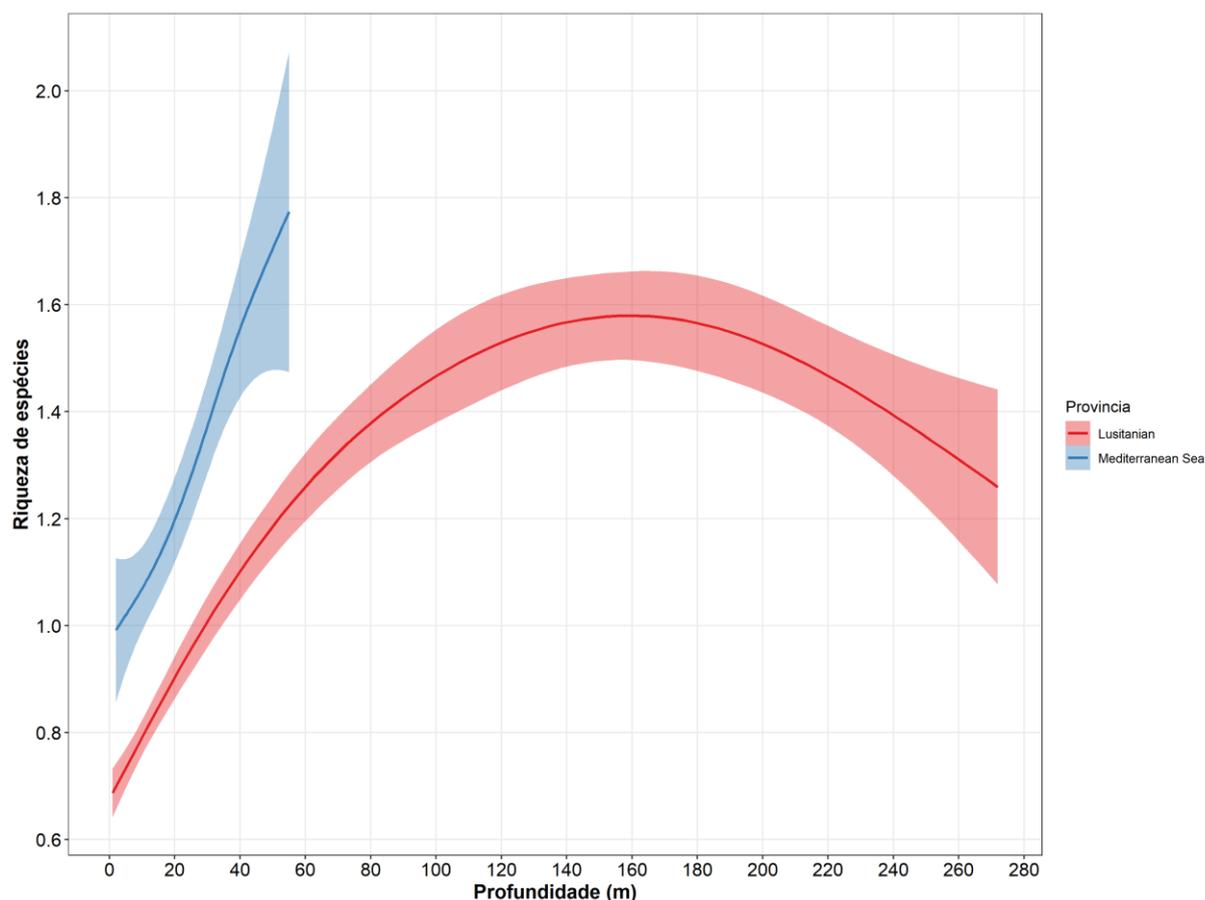


Figura 3. Riqueza de espécies de Kinorhyncha e sua interação com a profundidade nas províncias Lusitana e Mar Mediterrâneo.

303

304 A profundidade foi a variável que melhor explicou (17%) a composição das espécies de  
 305 Kinorhyncha (Permanova1, Tabela 4 e Tabela S2). Nas matrizes que consideram o sedimento,

306 esse explicou 14% e profundidade 9% da variação (Permanova2, Tabela 2 e Tabela S2). Nas  
 307 análises que consideraram uma escala menor (Permanova3, Tabela 2 e Tabela S2), região e área  
 308 explicaram respectivamente, 19% e 37% da variação. Incluindo sedimento na análise de menor  
 309 escala (Permanova4, Tabela 2 e Tabela S2), região e área explicaram 10% e 33% e sedimento  
 310 explicou 14%.

311

312 Tabela 4. Resultados da análise de variância multivariada permutacional nas distâncias de  
 313 Raup-Crick entre a composição de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica e variáveis  
 314 ambientais.

315

Variável	Permanova1			Permanova2			Permanova3			Permanova4		
	Df	R2	Pr(>F)									
Província	1	0.04515	0.0004	1	0.02595	0.0021	1	0.04515	0.0001	1	0.02595	0.0001
Ecorregião	1	0.03458	0.0004	1	0.04055	0.0021	1	0.03458	0.0001	1	0.04055	0.0001
Região	-	-	-	-	-	-	3	0.19602	0.0001	3	0.10970	0.0001
Área	-	-	-	-	-	-	13	0.37183	0.0001	13	0.33440	0.0001
Sedimento	-	-	-	8	0.14754	0.0062	-	-	-	8	0.14754	0.0001
Profundidade	1	0.17870	0.0004	1	0.0905	0.0123	1	0.00819	0.0260	1	0.02302	0.0001
Latitude	1	0.05077	0.0004	1	0.04773	0.2643	1	0.00965	0.0114	1	0.01888	0.0002
Longitude	1	0.03917	0.0004	1	0.05006	0.5562	1	0.00117	0.7829	1	0.00506	0.2442
Resíduos	133	0.65164	-	101	0.59764	-	117	0.33340	-	85	0.29490	-

316

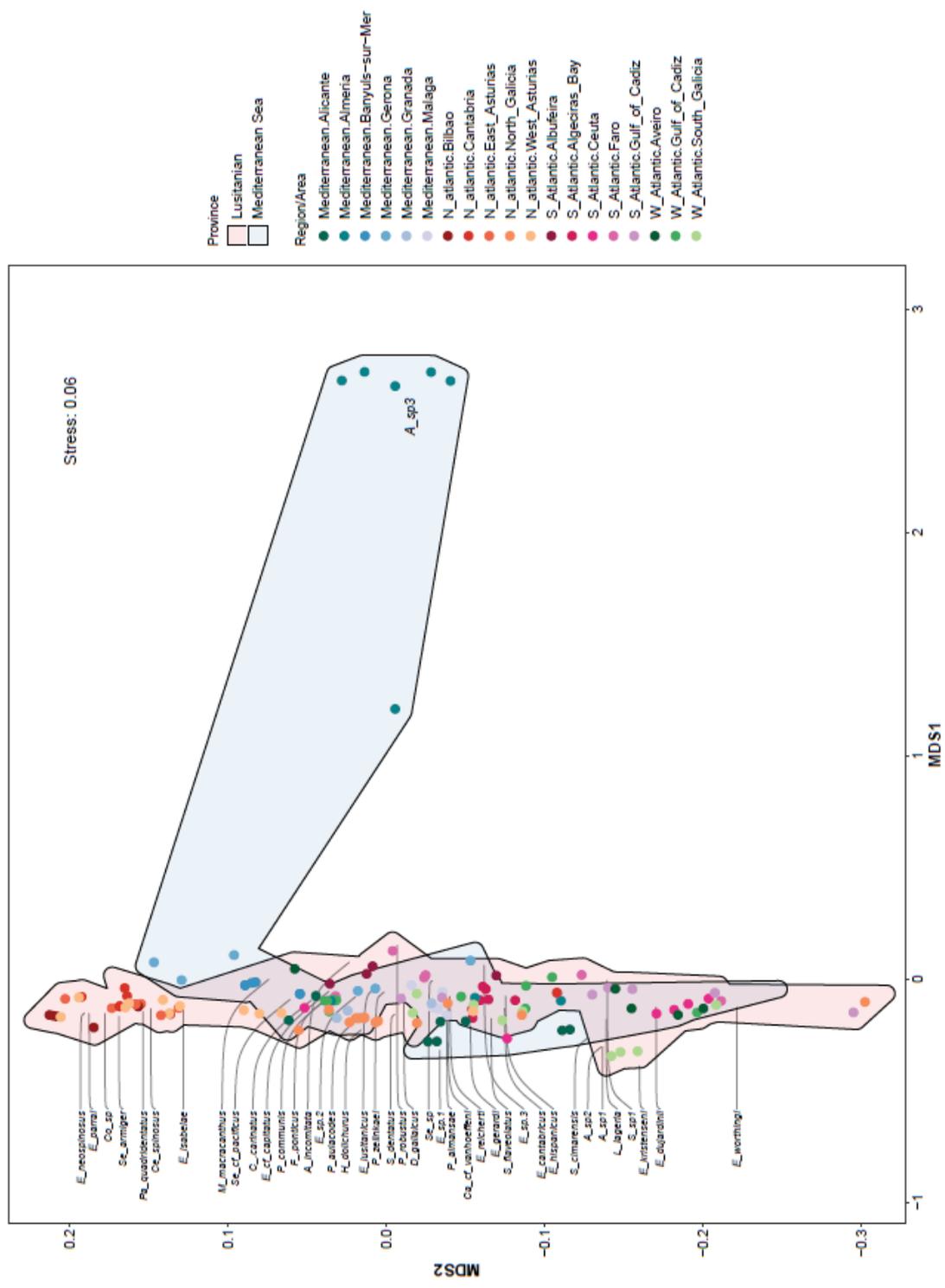
317 A análise SIMPER revelou que *Setaphyes dentatus* foi a espécie que mais contribuiu  
 318 para a dissimilaridade entre as províncias e ecorregiões, sendo a única com frequência de  
 319 ocorrência superior a 50% (Tabela 5 e Tabelas S3 e S4). No Mar Mediterrâneo, *S. dentatus*  
 320 (52%) e *Echinoderes hispanicus* (25%) foram as espécies de maior ocorrência e na Lusitana  
 321 foram *S. dentatus* (33%) e *Centroderes spinosus* (28%). Dez espécies apresentaram  
 322 distribuições aparentemente isoladas, com ocorrência limitada a uma ou duas estações  
 323 amostrais. Na Lusitana, *Higginsuim dolichurus*, *Setaphyes* sp., *Semnoderes* sp.1 e *Echinoderes*  
 324 *kristenseni* somaram menos de 6% de frequência de ocorrência e no Mediterrâneo, *E. sp1*, *E.*  
 325 *sp2*, *E. sp3*, *Setaphyes cimarensis*, *Semnoderes cf. pacificus* e *Antygomonas incommitata*  
 326 somaram menos de 20%.

327 Tabela 5. Espécies de Kinorhyncha que mais contribuem (60% de corte) para a dissimilaridade  
 328 entre comunidades com base na análise SIMPER realizada em dados de presença / ausência nas  
 329 províncias Mar Mediterrâneo e Lusitana.  
 330

Espécies	Dissimilaridade média (%)	Contribuição Mediterrâneo (%)	Contribuição Lusitana (%)	Cumulativo (%)
<i>Setaphyes dentatus</i>	9.26	51.92	33.33	10.49
<i>Echinoderes hispanicus</i>	5.44	25	18.39	16.65
<i>Echinoderes dujardinii</i>	5.40	11.53	16.09	22.76
<i>Centroderes spinosus</i>	5.11	9.61	28.73	28.56
<i>Semnoderes armiger</i>	4.75	3.84	26.43	33.94
<i>Pycnophyes communis</i>	4.44	19.23	11.49	38.97
<i>Pycnophyes aulacodes</i>	4.39	15.38	18.39	43.95
<i>Echinoderes neospinosus</i>	3.90	0	24.13	48.37
<i>Echinoderes cantabricus</i>	3.89	19.23	11.49	52.77
<i>Echinoderes gerardi</i>	3.64	23.07	0	56.90
<i>Antygomonas sp.3</i>	3.30	11.53	0	60.65

331

332 A nMDS não apresentou uma distinção clara dos padrões de distribuição das espécies  
 333 nas províncias Lusitana e Mar Mediterrâneo (Figura 4), com alta sobreposição dos  
 334 agrupamentos e forte evidência das estações amostrais da área Almeria associadas a espécie  
 335 *Antygomonas sp.3*. Ao analisar a composição das espécies numa escala regional (Figura 5), foi  
 336 possível verificar as associações de espécies de forma mais clara.



337

338 Figura 4. Resultado da análise de escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS) da composição de espécies de Kinorhyncha nas  
 339 províncias Lusitana e Mar Mediterrâneo.

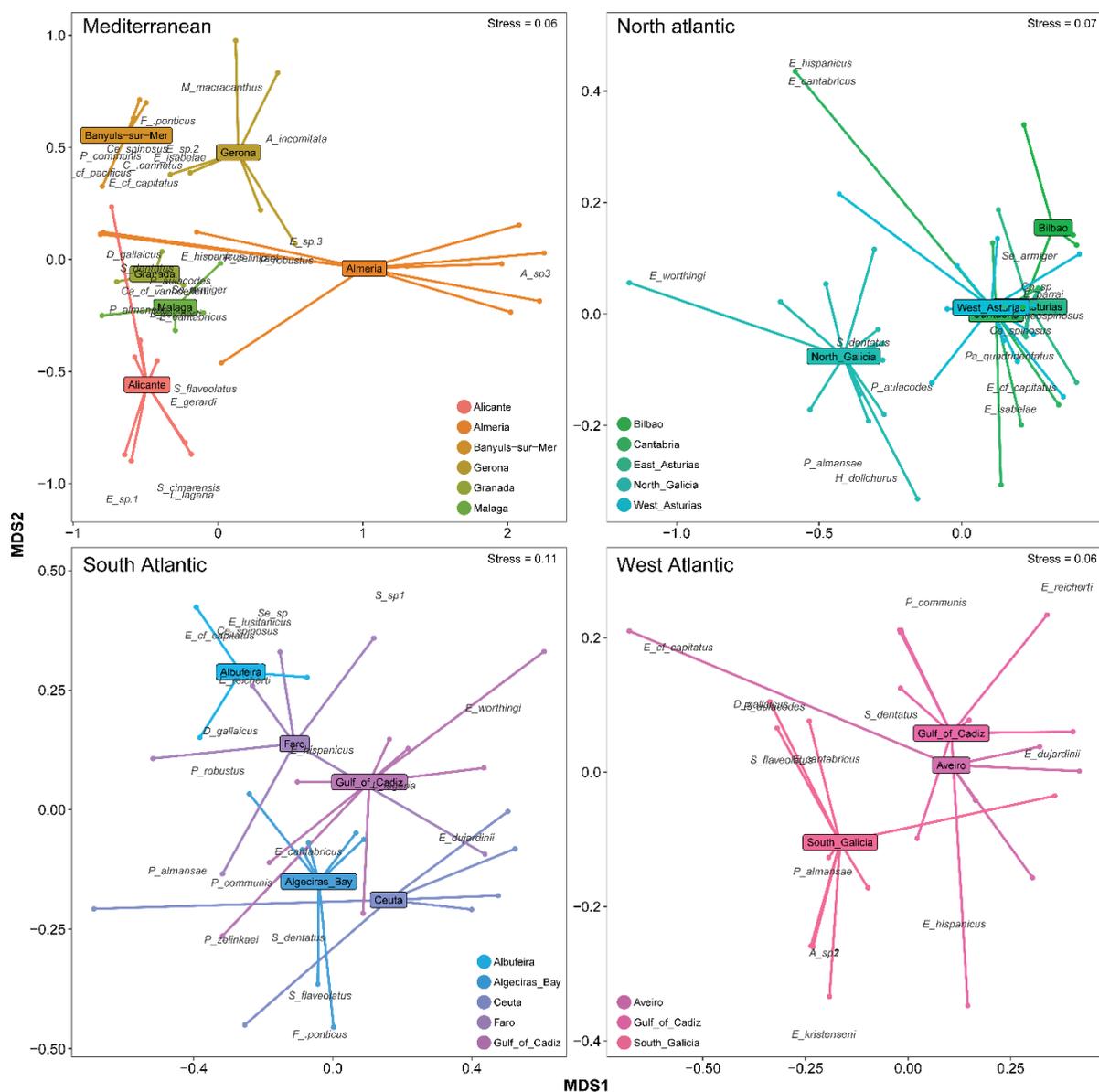


Figura 5. Resultado da análise de escalonamento não paramétrico multidimensional (nMDS) da composição de espécies de Kinorhyncha nas regiões *Mediterranean*, *North Atlantic*, *South Atlantic* e *West Atlantic*, categorizado por áreas.

340

341 **Discussão**

342

343

344

345

346

347

348

No presente estudo, as informações sobre a diversidade e distribuição da fauna Kinorhyncha para a Península Ibérica (Sánchez et al., 2012, 2014, 2018) foram atualizadas, elevando o número de espécies que era de 33 para 41, após revisão da nomenclatura taxonômica (Sørensen et al., 2015). Os resultados indicaram que não existem associações de espécies de quinorrincos completamente distintas entre as províncias biogeográficas Lusitana e Mar Mediterrâneo, embora algumas espécies apresentem distribuições aparentemente restritas, o que é fortemente evidenciado nas áreas, uma escala menor. A cocorrência de espécies

349 Atlânticas e Mediterrâneas evidencia que o Estrito de Gibraltar não constitui um limite  
350 biogeográfico para o filo.

351 Embora geralmente organismos da meiofauna apresentem potencial limitado de  
352 dispersão, devido à baixa mobilidade e falta de estágio larval planctônico (Giere, 2009), neste  
353 estudo, o intenso esforço amostral e identificação ao nível de filo, permitiu o registro de um  
354 padrão de distribuição amplo de Kinorhyncha, provavelmente devido a sua história evolutiva,  
355 apesar de não haver dados filogeográficos moleculares conclusivos para explicar sua ampla  
356 distribuição e seus mecanismos de dispersão ainda permanecem obscuros (Herranz & Leander,  
357 2016; Sørensen et al., 2015). O gênero com maior diversidade foi *Echinoderes*, representado  
358 por 15 espécies, já destacado como gênero mais comum e rico em espécies no filo (Sánchez et  
359 al., 2012; Neuhaus, 2013; Grzelak & Sørensen, 2019a).

360 Embora não tenha sido detectada uma forte estruturação entre províncias, nossos  
361 modelos lineares indicaram profundidade e província como as variáveis com maior poder  
362 preditivo dos padrões de riqueza de espécies, sem incluir a composição de espécies. A  
363 profundidade tem sido revelada como um dos principais fatores que afetam a diversidade e  
364 distribuição dos quinorrincos (Grzelak & Sørensen, 2019b), embora possa não representar uma  
365 barreira ecológica para o grupo (Grzelak & Sørensen, 2019a), uma vez que muitas espécies  
366 podem apresentar amplas faixas batimétricas, como *E. pterus*, registrado em profundidades com  
367 variação entre 675m a 4.70m (Yamasaki et al., 2018) e *E. eximus*, *E. peterseni* e *E. rhaegali*,  
368 com ocorrência em uma faixa de profundidade de até 1.000m (Grzelak & Sørensen, 2019a). O  
369 poder explicativo das províncias na riqueza de espécies pode sugerir que a história de vida de  
370 Kinorhyncha parece ser melhor definida como resultado do isolamento evolutivo em escala  
371 mais fina de tempo e espaço, impulsionado por características geomorfológicas, hidrográficas  
372 ou geoquímicas, explicado pela definição ecológica de províncias (Spalding et al., 2007).

373 A composição de espécies de Kinorhyncha foi fortemente influenciada pela área  
374 (localização geográfica) e numa relação mais fraca, porém ainda significativa, pela região,  
375 profundidade e sedimento. O tamanho médio do grão é descrito como a variável explicativa  
376 mais importante na estruturação da comunidade de Kinorhyncha das regiões altas do Ártico  
377 (Grzelak & Sørensen, 2019b) e das comunidades da meiofauna de praias arenosas no  
378 arquipélago de Malta, no Mediterrâneo, influenciada pela localização geográfica (Kotwicki et  
379 al., 2014). No presente estudo foram apresentados dados aproximados da classificação textural  
380 do tamanho médio do grão. Apesar da profundidade e sedimento terem sido inferidos de  
381 maneira aproximada, a diversidade dos quinorrincos respondeu fortemente a essas variáveis,

382 influenciada por escalas mais locais, sugerindo serem importantes forças motrizes  
383 condicionantes na estruturação dos quinorrincos e preditoras de processos biogeográficos.

384 Esperava-se que os quinorrincos apresentassem distinção de forma nítida nas  
385 associações de espécies entre as províncias e ecorregiões, entretanto isso não foi observado nas  
386 análises de nMDS (Figura 4). Nesse contexto, em contraposição à distinção entre província e a  
387 riqueza de espécies, as escalas de província e ecorregião parecem não ser bons classificadores  
388 para quinorrincos, como determinado para invertebrados bênticos da macrofauna e peixes  
389 (Spalding et al., 2007). Portanto, sugerimos uma subdivisão das ecorregiões em unidades  
390 espaciais menores, como região e área, uma vez que nas análises com base na regionalização  
391 por áreas (Figura 5), é possível observar a evidência de agrupamentos de espécies, explicando  
392 a distribuição do filo de maneira mais apropriada, assim como foi revelado para outros  
393 organismos da meiofauna (Garraffoni et al., 2021) e organismos marinhos (Hadiyanto et al.,  
394 2021).

395 Embora a hipótese proposta inicialmente não tenha sido conclusiva para as escalas de  
396 província e ecorregiões, o Mediterrâneo apresentou o maior número de espécies exclusivas (13),  
397 mesmo sendo menos amostrado, principalmente em áreas mais profundas (37,4%), enquanto  
398 Lusitana registrou 11 espécies exclusivas, com maior riqueza em grandes profundidades. Um  
399 número expressivo de espécies foi registrado em ambas as províncias (17), marcando uma forte  
400 afinidade biogeográfica para quinorrincos entre o Atlântico e Mar Mediterrâneo. É importante  
401 destacar o compartilhamento de seis (6) espécies na fronteira geográfica Estreito de Gibraltar  
402 (áreas amostrais: *Gulf of Cadiz*, *Malaga*, *Algeciras Bay* e *Ceuta*), *i.e.*, *Pycnophyes almansae*,  
403 *Setaphyes dentatus*, *E. cantabricus*, *E. dujardinii*, *E. hispanicus* e *E. reicherti*, evidenciando  
404 que o Estreito de Gibraltar não pode ser considerado um limite biogeográfico para o filo  
405 Kinorhyncha (Sánchez et al., 2012). Para organismos da macrofauna, poríferos e crustáceos  
406 peracáridos, a coexistência de espécies tipicamente Atlânticas e Mediterrâneas na fronteira  
407 Estreito de Gibraltar é fortemente influenciada pela corrente superficial do Atlântico que  
408 adentra o Mediterrâneo, supondo em grande parte, que a fauna Mediterrânea é de origem  
409 Atlântica e relativamente recente (Plioceno ou Pleistoceno, Carballo et al., 1997; Guerra-García  
410 et al., 2009). Além disso, para poríferos, as diferentes condições ambientais do Estreito de  
411 Gibraltar constitui um limite de distribuição para espécies anteriormente consideradas  
412 endêmicas no Mediterrâneo (Guerra-García et al., 2009), enquanto para crustáceos peracarídeos  
413 parece não existir um gradiente claro de substituição de espécies do Mediterrâneo ao Atlântico  
414 (Carballo et al., 1997).

415 As espécies que apresentaram distribuição aparentemente isoladas, restritas a uma ou  
416 duas estações amostrais, podem ser consideradas ocasionais ou endêmicas, embora não haja  
417 informações conclusivas. Vale ressaltar que cinco (5) espécies ainda não foram descritas,  
418 *Setaphyes* sp., *Semnoderes* sp.1, *E. sp1*, *E. sp2* e *E. sp3*. A espécie *E. kristenseni* é de ocorrência  
419 Atlântica, descoberta em Roscoff (Higgins, 1985) e *Antygomonas incomitata* já foi reportada  
420 no Mediterrâneo (Sánchez et al., 2012; Sørensen et al., 2009). Portanto, somente as espécies  
421 *Higginsium dolichurus*, *Semnoderes cf. pacificus* e *Setaphyes cimarensis* parecem ter  
422 distribuição isoladas, registradas nessa mesma campanha de amostragens (Sánchez et al., 2012,  
423 2014, 2018), na Lusitana (*North Galicia*) e Mediterrâneo (*Banyuls-Sur-Mer* e *Alicante*),  
424 respectivamente.

425 As espécies *A. sp.1*, *A. sp.2* e *A. sp.3* foram restritas a cinco e seis estações de uma área,  
426 com destaque para a espécie *A. sp.3*, a qual exerce forte influência na composição de espécies  
427 do filo (Figuras 4 e 5), diferindo Almeria das demais localidades, região considerada uma  
428 barreira marinha de diferenciação genética para diversas espécies devido ao fluxo gênico entre  
429 as populações do Atlântico e o Mar Mediterrâneo (El Ayari et al., 2019). Embora o gênero  
430 *Antygomonas* apresente ampla distribuição, sua filogenia permanece incerta (Sørensen &  
431 Landers, 2018). Análises moleculares e filogenéticas revelam a possibilidade do gênero ser  
432 para- ou polifilético (Dal Zotto et al., 2013), enquanto análises de dados morfológicos apenas  
433 sugerem Antygomonidae como um grupo monofilético à nível genérico junto com  
434 Semnoderidae (Sørensen et al., 2015; Sørensen & Landers, 2018).

435

#### 436 **Conclusões**

437 O presente estudo representa uma atualização dos padrões de diversidade e estrutura da  
438 comunidade de Kinorhyncha da Península Ibérica, nas províncias biogeográficas Lusitana e  
439 Mar Mediterrâneo. A fauna de quinorrincos apresentou ampla distribuição, com maior riqueza  
440 de espécies exclusivas no Mar Mediterrâneo, mesmo sendo menos amostrado. A riqueza de  
441 espécies apresentou distinções entre profundidade e província, enquanto a composição de  
442 espécies foi relacionada com localização geográfica (*i.e.*, área) e relação aproximada entre  
443 profundidade e sedimento. Assumimos que as variáveis profundidade, sedimento e a  
444 localização geográfica atuam como forças motrizes condicionantes na estruturação das  
445 assembleias de quinorrincos. A coexistência de espécies Atlânticas e Mediterrâneas  
446 demonstram uma forte afinidade biogeográfica para Kinorhyncha entre as duas províncias,  
447 embora as associações de espécies não sejam fortemente evidenciadas nessa escala, neste  
448 sentido, sugerimos uma subdivisão das ecorregiões, em escalas menores (como por exemplo,

449 as regiões e áreas), para melhor explicação e planejamento dessas escalas com base na  
 450 distribuição de espécies meiofaunais. Embora o presente estudo considere apenas os  
 451 quinorrincos, espera-se que os padrões sejam repetidos para outros organismos meiofaunais, já  
 452 que também apresentam baixa mobilidade e capacidade de dispersão.

453

454 **Referências**

455 Antunes, C., Cobo, F., & Araújo, M. J. (2016). Iberian inland fishes. In *Craig, J.F. (Ed.)*  
 456 (Freshwater, pp. 268–282).

457 Araújo, M. B., Lobo, J. M., & Moreno, J. C. (2007). The effectiveness of Iberian protected  
 458 areas in conserving terrestrial biodiversity. *Conservation Biology*, 21(6), 1423–1432.  
 459 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00827.x>

460 Artois, T., Fontaneto, D., Hummon, W. D., Mcinnes, J., Todaro, M. A., Sørensen, M. V., &  
 461 Zullini, A. (2011). Ubiquity of microscopic animals? Evidence from the morphological  
 462 approach in species identification. In *Biogeography of Microscopic Organisms: Is*  
 463 *Everything Small Everywhere? (ed Fontaneto D)*. (Cambridge).

464 Azovsky, A. I., Chertoprud, E. S., Garlitska, L. A., Mazei, Y. A., & Tikhonenkov, D. V. (2020).  
 465 Does size really matter in biogeography? Patterns and drivers of global distribution of  
 466 marine micro- and meiofauna. *Journal of Biogeography*, 47(5), 1180–1192.  
 467 <https://doi.org/10.1111/jbi.13771>

468 Barton, K. (2014). MuMIn: multi-model inference. *Http: // R-Forge. r-Projeto. Org / Projetos*  
 469 */ Mumin /*.

470 Bas, C. (2009). The Mediterranean: a synoptic overview. *Contributions to Science*, 5(1), 25–  
 471 39.

472 Briggs, J. C., & Bowen, B. W. (2012). A realignment of marine biogeographic provinces with  
 473 particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography*, 39(1), 12–30.  
 474 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02613.x>

475 Brown, J. H. (1995). *Macroecology*. Chicago, IL: Univ. Chicago Press.

476 Carballo, J. L., Naranjo, S., & García-Gómez, J. C. (1997). Where does the Mediterranean Sea  
 477 begin? Zoogeographical affinities of the littoral sponges of the Straits of Gibraltar. *Journal*  
 478 *of Biogeography*, 24(2), 223–232. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1997.00082.x>

479 Cardoso, P. G., Dolbeth, M., Sousa, R., Relvas, P., Santos, R., Silva, A., & Quintino, V. (2018).  
 480 The portuguese coast. In *World Seas: An Environmental Evaluation Volume I: Europe,*  
 481 *the Americas and West Africa (Second Edi)*. Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/B978-](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00009-7)  
 482 [0-12-805068-2.00009-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00009-7)

- 483 Chase, J. M., Kraft, N. J. B., Smith, K. G., Vellend, M., & Inouye, B. D. (2011). Using null  
 484 models to disentangle variation in community dissimilarity from variation in  $\alpha$ -diversity.  
 485 *Ecosphere*, 2(2). <https://doi.org/10.1890/ES10-00117.1>
- 486 Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). Change in marine communities: an approach to  
 487 statistical analysis and interpretation. 2nd edition. Primer-E, Plymouth. *Plymouth, United*  
 488 *Kingsom: PRIMER-E, 172.*  
 489 [http://plymsea.ac.uk/7656/%250Ahttp://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP\\_Top](http://plymsea.ac.uk/7656/%250Ahttp://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP_Top)  
 490 [10 - 2013.pdf%0Ahttp://plymsea.ac.uk/7656/%250Ahttp://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP\\_Top\\_10\\_-\\_2013.pdf](http://plymsea.ac.uk/7656/%250Ahttp://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP_Top_10_-_2013.pdf%0Ahttp://plymsea.ac.uk/7656/%250Ahttp://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP_Top_10_-_2013.pdf)
- 493 Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., Ballesteros, E.,  
 494 Bianchi, C. N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Froglija, C., Galil, B.  
 495 S., Gasol, J. M., Gertwage, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., ... Voultsiadou,  
 496 E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. In  
 497 *PLoS ONE* (Vol. 5, Issue 8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- 498 Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through  
 499 extrapolation. In Hawksworth, D.L.: Biodiversity. Measurement and estimation.  
 500 *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences*, 345, 101–  
 501 118.
- 502 Condé, S., Richard, D., & Liamine, N. (2002). *Europe's biodiversity—Biogeographical regions*  
 503 *and seas. Biogeographical regions in Europe-Introduction*. European Environmental  
 504 Agency, 1.
- 505 Costello, M. J., & Chaudhary, C. (2017). Marine Biodiversity, Biogeography, Deep-Sea  
 506 Gradients, and Conservation. In *Current Biology* (Vol. 27, Issue 11, pp. R511–R527). Cell  
 507 Press. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.060>
- 508 Costello, M. J., Tsai, P., Wong, P. S., Cheung, A. K. L., Basher, Z., & Chaudhary, C. (2017).  
 509 Marine biogeographic realms and species endemism. *Nature Communications*, 8(1), 1–9.  
 510 <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01121-2>
- 511 Dal Zotto, M., Di Domenico, M., Garraffoni, A., & Sørensen, M. V. (2013). Franciscideres gen.  
 512 nov. - A new, highly aberrant kinorhynch genus from Brazil, with an analysis of its  
 513 phylogenetic position. *Systematics and Biodiversity*, 11(3), 303–321.  
 514 <https://doi.org/10.1080/14772000.2013.819045>
- 515 Dal Zotto, M., Santulli, A., Simonini, R., & Todaro, M. A. (2016). Organic enrichment effects  
 516 on a marine meiofauna community, with focus on Kinorhyncha. *Zoologischer Anzeiger*,

- 517 265, 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2016.03.013>
- 518 El Ayari, T., Trigui El Menif, N., Hamer, B., Cahill, A. E., & Bierne, N. (2019). The hidden  
519 side of a major marine biogeographic boundary: a wide mosaic hybrid zone at the Atlantic–  
520 Mediterranean divide reveals the complex interaction between natural and genetic barriers  
521 in mussels. *Heredity*, 122(6), 770–784. <https://doi.org/10.1038/s41437-018-0174-y>
- 522 Fenchel, T., & Finlay, B. J. (2004). The ubiquity of small species: Patterns of local and global  
523 diversity. In *BioScience* (Vol. 54, Issue 8, pp. 777–784). American Institute of Biological  
524 Sciences. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0777:TUOSSP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0777:TUOSSP]2.0.CO;2)
- 525 Fonseca, G., Fontaneto, D., & Di Domenico, M. (2018). Addressing biodiversity shortfalls in  
526 meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502(April), 26–38.  
527 <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.05.007>
- 528 Fonseca, V. G., Carvalho, G. R., Nichols, B., Quince, C., Johnson, H. F., Neill, S. P.,  
529 Lamshead, J. D., Thomas, W. K., Power, D. M., & Creer, S. (2014). Metagenetic analysis  
530 of patterns of distribution and diversity of marine meiobenthic eukaryotes. *Global Ecology  
531 and Biogeography*, 23(11), 1293–1302. <https://doi.org/10.1111/geb.12223>
- 532 Fontaneto, D. (2011). *Biogeography of microscopic organisms: is everything small  
533 everywhere?* Cambridge University Press.
- 534 Fontaneto, D., Ficetola, G. F., Ambrosini, R., & Ricci, C. (2006). Patterns of diversity in  
535 microscopic animals: Are they comparable to those in protists or in larger animals? *Global  
536 Ecology and Biogeography*, 15(2), 153–162. [https://doi.org/10.1111/j.1466-  
537 822X.2006.00193.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00193.x)
- 538 GaOrdóñez, D., Pardos, F., & Benito, J. (2008). Three new Echinoderes (Kinorhyncha,  
539 Cyclorhagida) from North Spain, with new evolutionary aspects in the genus.  
540 *Zoologischer Anzeiger*, 247(2), 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2007.07.001>
- 541 Garraffoni, A., Sørensen, M. V., Worsaae, K., Di Domenico, M., Sales, L. P., Santos, J., &  
542 Lourenço, A. (2021). Geographical sampling bias on the assessment of endemism areas  
543 for marine meiobenthic fauna. *Cladistics*, 37(5), 571–585.  
544 <https://doi.org/10.1111/cla.12453>
- 545 Gaston, K. J., & Blackburn, T. M. (2007). Pattern and process in macroecology. In *Pattern and  
546 Process in Macroecology* (pp. 1–377). <https://doi.org/10.1002/9780470999592>
- 547 Giere, O. (2009). *Meiobenthology: the Microscopic Fauna in Aquatic Sediments*. (2nd Ed.).  
548 Springer Science & Business Media.
- 549 Grzelak, K., & Sørensen, M. V. (2019a). Diversity and distribution of Arctic Echinoderes  
550 species (Kinorhyncha: Cyclorhagida), with the description of one new species and a

- 551 redescription of *E. arlis* Higgins, 1966. *Marine Biodiversity*, 49(3), 1131–1150.  
552 <https://doi.org/10.1007/s12526-018-0889-2>
- 553 Grzelak, K., & Sørensen, M. V. (2019b). Diversity and community structure of kinorhynchs  
554 around Svalbard: First insights into spatial patterns and environmental drivers.  
555 *Zoologischer Anzeiger*, 282, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2019.05.009>
- 556 Gubbay, S., Sanders, N., Haynes, T., Janssen, J. A. M., Rodwell, J. R., Nieto, A., ..., & Borg,  
557 J. (2016). *European red list of habitats. Part 1: Marine habitats*. European Union.
- 558 Guerra-García, J. M., Cabezas, P., Baeza-Rojano, E., Espinosa, F., & García-Gómez, J. C.  
559 (2009). Is the north side of the strait of gibraltar more diverse than the south side? A case  
560 study using the intertidal peracarids (Crustacea: Malacostraca) associated to the seaweed  
561 *Corallina elongata*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*,  
562 89(2), 387–397. <https://doi.org/10.1017/S0025315409002938>
- 563 Hadiyanto, H., Hovey, R. K., Glasby, C. J., & Prince, J. (2021). Marine ecoregions and  
564 subecoregions within Indo-West Australian waters: A statistical approach based on species  
565 distributions. *Journal of Biogeography*, 48(9), 2246–2257.  
566 <https://doi.org/10.1111/jbi.14147>
- 567 Herranz, M., & Leander, B. S. (2016). Redescription of *Echinoderes ohtsukai* Yamasaki and  
568 Kajihara, 2012 and *E. kozloffii* Higgins, 1977 from the northeastern Pacific coast,  
569 including the first report of a potential invasive species of kinorhynch. *Zoologischer*  
570 *Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 265, 108–126.
- 571 Herranz, M., Sørensen, M. V., Park, T., Leander, B. S., & Worsaae, K. (2020). Insights into  
572 mud dragon morphology (Kinorhyncha, Allomalorhagida): myoanatomy and  
573 neuroanatomy of *Dracoderes abei* and *Pycnophyes ilyocryptus*. *Organisms Diversity and*  
574 *Evolution*. <https://doi.org/10.1007/s13127-020-00447-y>
- 575 Higgins, R. P. (1964). A method for meiobenthic invertebrate collection. *American Zoologist*,  
576 4, 291.
- 577 Higgins, R. P. (1985). The genus *Echinoderes* (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the English  
578 Channel. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 65, 785–  
579 800.
- 580 Higgins, R. P. (1988). Kinorhyncha. In *In: Higgins, R. P., Thiel, H. (Eds), Introduction to the*  
581 *Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., (pp. 328–331).
- 582 Jeeva, C., Mohan, P. M., Ragavan, P., & Muruganatham, V. (2020). A Review on Taxonomy  
583 of Phylum Kinorhyncha. *Open Journal of Marine Science*, 10(4), 260–294.
- 584 Kotwicki, L., Deidun, A., Grzelak, K., & Gianni, F. (2014). A preliminary comparative

- 585 assessment of the meiofaunal communities of Maltese pocket sandy beaches. *Estuarine,*  
586 *Coastal and Shelf Science*, 150(PA), 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.12.008>
- 587 Kreft, H., & Jetz, W. (2010). A framework for delineating biogeographical regions based on  
588 species distributions. *Journal of Biogeography*, 37(11), 2029–2053.  
589 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02375.x>
- 590 Leite, B. R., Vieira, P. E., Teixeira, M. A. L., Lobo-Arteaga, J., Hollatz, C., Borges, L. M. S.,  
591 Duarte, S., Troncoso, J. S., & Costa, F. O. (2020). Gap-analysis and annotated reference  
592 library for supporting macroinvertebrate metabarcoding in Atlantic Iberia. *Regional*  
593 *Studies in Marine Science*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101307>
- 594 Mendes, J., Harris, D. J., Carranza, S., & Salvi, D. (2017). Biogeographical crossroad across  
595 the Pillars of Hercules: Evolutionary history of Psammodromus lizards in space and time.  
596 *Journal of Biogeography*, 44(12), 2877–2890. <https://doi.org/10.1111/jbi.13100>
- 597 Menegotto, A., & Rangel, T. F. (2018). Mapping knowledge gaps in marine diversity reveals a  
598 latitudinal gradient of missing species richness. *Nature Communications*, 9(1).  
599 <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07217-7>
- 600 Myers, N., Mittermeyer, R. A., Mittermeyer, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000).  
601 Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.  
602 <https://doi.org/10.1038/35002501>
- 603 Neuhaus, B. (2013). Kinorhyncha (= Echinodera). In *Schmidt-Rhaesa A, editor. Handbook of*  
604 *Zoology. Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera. Nematomorpha, Priapulida,*  
605 *Kinorhyncha, Loricifera.* (De Gruyter:, pp. 181–348).
- 606 Neuhaus, Birger, & Higgins, R. P. (2002). Ultrastructure, biology, and phylogenetic  
607 relationships of Kinorhyncha. *Integrative and Comparative Biology*, 42(3), 619–632.  
608 <https://doi.org/10.1093/icb/42.3.619>
- 609 Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., ... &  
610 Wagner, H. (2013). Community ecology package. In *R package version, 2-0*.
- 611 Pardos, F. (1988). Two new Echinoderes (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from Spain, including  
612 a reevaluation of Kinorhyncha taxonomic characters. *Zoologischer Anzeiger*, 237, 195–  
613 208.
- 614 R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*.
- 615 Relvas, P., & Barton, E. D. (2002). Mesoscale patterns in the Cape São Vicente (Iberian  
616 Peninsula) upwelling region. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 107(10).  
617 <https://doi.org/10.1029/2000jc000456>
- 618 Sánchez, N., García-Herrero, Á., García-Gómez, G., & Pardos, F. (2018). A new species of the

- 619 recently established genus *Setaphyes* (Kinorhyncha, Allomalorhagida) from the  
620 Mediterranean with an identification key. *Marine Biodiversity*, 48(1), 249–258.  
621 <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0651-1>
- 622 Sánchez, N., Herranz, M., Benito, J., & Pardos, F. (2012). Article Kinorhyncha from the Iberian  
623 Peninsula: new data from the first intensive sampling campaigns. *Zootaxa*, 3402, 24–44.  
624 [www.mapress.com/zootaxa/](http://www.mapress.com/zootaxa/)
- 625 Sánchez, N., Herranz, M., Benito, J., & Pardos, F. (2014). *Pycnophyes almansae* sp. nov. and  
626 *Pycnophyes lageria* sp. nov., two new homalorhagid kinorhynchs (Kinorhyncha,  
627 Homalorhagida) from the Iberian Peninsula, with special focus on introvert features.  
628 *Marine Biology Research*, 10(1), 17–36. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.793804>
- 629 Silva, J. L., Lim, S. Y., Kim, S. C., & Mejias, J. A. (2015). Phylogeography of cliff-dwelling  
630 relicts with a highly narrow and disjunct distribution in the Western Mediterranean.  
631 *American Journal of Botany*, 102(9), 1538–1551. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500152>
- 632 Sørensen, M. V., Heiner, I., & Hansen, J. G. (2009). A comparative morphological study of the  
633 kinorhynch genera *Antygomonas* and *Semnoderes* (Kinorhyncha: Cyclorhagida).  
634 *Helgoland Marine Research*, 63(2), 129–147. <https://doi.org/10.1007/s10152-008-0132-9>
- 635 Sørensen, M. V., & Landers, S. C. (2018). New species of Semnoderidae (Kinorhyncha:  
636 Cyclorhagida: Kentrorhagata) from the Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity*, 48(1), 327–  
637 355. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0728-x>
- 638 Sørensen, M. V., & Pardos, F. (2008). Kinorhynch systematics and biology—an introduction  
639 to the study of kinorhynchs, inclusive identification keys to the genera. *Meiofauna Marina*,  
640 16, 21–73.
- 641 Sørensen, M. V., Zotto, M. D., Rho, H. S., Herranz, M., Sánchez, N., Pardos, F., & Yamasaki,  
642 H. (2015). Phylogeny of kinorhyncha based on morphology and two molecular loci. *PLoS*  
643 *ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133440>
- 644 Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Halpern,  
645 B. S., Jorge, M. A., Lombana, A., Lourie, S. A., Martin, K. D., McManus, E., Molnar, J.,  
646 Recchia, C. A., & Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: A  
647 bioregionalization of coastal and shelf areas. In *BioScience* (Vol. 57, Issue 7, pp. 573–  
648 583). <https://doi.org/10.1641/B570707>
- 649 Thompson, J. D. (2005). Plant evolution in the Mediterranean. In *Oxford University Press on*  
650 *Demand*.
- 651 Wood, S. (2013). mgcv: mixed GAM computation vehicle with GCV/AIC/REML smoothness  
652 estimation. [Http://Cran.r-Project.Org/Web/Packages/Mgcv](http://Cran.r-Project.Org/Web/Packages/Mgcv).

- 653 Yamasaki, H., Grzelak, K., Sørensen, M. V., Neuhaus, B., & George, K. H. (2018). Echinoderes  
654 pterus sp. n. showing a geographically and bathymetrically wide distribution pattern on  
655 seamounts and on the deep-sea floor in the Arctic Ocean, Atlantic Ocean, and the  
656 Mediterranean Sea (Kinorhyncha, Cyclorhagida). *ZooKeys*, 2018(771), 15–40.  
657 <https://doi.org/10.3897/zookeys.771.25534>
- 658 Yamasaki, H., Hiruta, S. F., Kajihara, H., & Dick, M. H. (2014). Two Kinorhynch Species  
659 (cyclorhagida, echinoderidae, echinoderes) show different distribution patterns across  
660 Tsugaru Strait, Northern Japan. *Zoological Science*, 31(7), 421–429.  
661 <https://doi.org/10.2108/zs140011>
- 662

663

## APÊNDICE 1 – DADOS SUPLEMENTARES

664

665 Tabela S1. Variáveis preditoras selecionadas por modelos lineares generalizados (GLM) com  
 666 distribuição Poisson, Quasipoisson e distribuição Binomial na explicação da variação da  
 667 riqueza de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica. Abreviações: *Df*, grau de liberdade;  
 668 *Dev res*, resíduos da deviança; *Df res*, resíduos do grau de liberdade.  
 669

Variáveis	Df	Deviança	Df res	Dev res	Poisson	Quasi	Dist bin
					Pr(>Chi)	Pr(>Chi)	Pr(>Chi)
NULL			114	122.68	-	-	-
Província	1	4.908	113	117.77	0.02673	0.02334	0.02673
Ecorregião	1	4.012	112	113.76	0.04517	0.04032	0.04518
Profundidade	1	15.663	111	98.09	7.566e-05	5.092e-05	7.57e-05
Sedimento	8	7.264	103	90.83	0.50835	0.47220	0.50842
Latitude	1	0.337	102	90.49	0.56157	0.55235	0.56160
Longitude	1	2.504	101	87.99	0.11350	0.10521	0.11351

670

671 Tabela S2. Resultados da análise de variância multivariada permutacional nas distâncias de  
 672 Mountford entre a composição de espécies de Kinorhyncha na Península Ibérica e variáveis  
 673 ambientais.  
 674

Variável	Permanova1			Permanova2			Permanova3			Permanova4		
	Df	R2	Pr(>F)									
Província	1	0.04049	0.0004	1	0.02653	0.0062	1	0.04049	0.0001	1	0.02653	0.0001
Ecorregião	1	0.03361	0.0004	1	0.03860	0.0062	1	0.03361	0.0001	1	0.03860	0.0001
Região	-	-	-	-	-	-	3	0.15423	0.0001	3	0.09525	0.0001
Área	-	-	-	-	-	-	13	0.32043	0.0001	13	0.30154	0.0001
Sedimento	-	-	-	8	0.11624	0.0068	-	-	-	8	0.11624	0.0001
Profundidade	1	0.13301	0.0004	1	0.0647	0.0259	1	0.01007	0.0077	1	0.01620	0.0001
Latitude	1	0.04263	0.0004	1	0.04016	0.3891	1	0.00861	0.0221	1	0.01360	0.0033
Longitude	1	0.03277	0.0004	1	0.03805	0.7447	1	0.00261	0.6739	1	0.00787	0.0928
Resíduos	113	0.71799	-	101	0.67564	-	117	0.42996	-	85	0.38420	-

675

676 Tabela S3. Lista da contribuição das espécies de Kinorhyncha para a dissimilaridade entre  
 677 comunidades com base na análise SIMPER nas províncias Mar Mediterrâneo e Lusitana. Con:  
 678 contribuição; Dis: dissimilaridade; Cum: cumulativo.  
 679

Espécies	Dis média (%)	Con Medi (%)	Con Lusi (%)	Cum (%)
<i>Setaphyes dentatus</i>	9.26	51.92	33.33	10.49
<i>Echinoderes hispanicus</i>	5.44	25	18.39	16.65
<i>Echinoderes dujardinii</i>	5.40	11.53	16.09	22.76
<i>Centroderes spinosus</i>	5.11	9.61	28.73	28.56
<i>Semnoderes armiger</i>	4.75	3.84	26.43	33.94
<i>Pycnophyes communis</i>	4.44	19.23	11.49	38.97
<i>Pycnophyes aulacodes</i>	4.39	15.38	18.39	43.95
<i>Echinoderes neospinosus</i>	3.90	0	24.13	48.37
<i>Echinoderes cantabricus</i>	3.89	19.23	11.49	52.77
<i>Echinoderes gerardi</i>	3.64	23.07	0	56.90
<i>Antygomonas</i> sp.3	3.30	11.53	0	60.65
<i>Echinoderes</i> cf_ <i>capitatus</i>	2.96	15.38	9.19	64.01
<i>Setaphyes flaveolatus</i>	2.83	17.30	3.44	67.22
<i>Echinoderes reicherti</i>	2.43	13.46	6.89	69.97
<i>Dracoderes gallaicus</i>	2.33	9.61	9.19	72.61
<i>Fujuriphyes ponticus</i>	2.17	15.38	0	75.07
<i>Pycnophyes almansae</i>	2.12	7.69	5.74	77.47
<i>Cristaphyes carinatus</i>	2.05	15.38	0	79.80
<i>Pycnophyes robustus</i>	1.98	11.53	2.29	82.05
<i>Echinoderes isabelae</i>	1.62	3.84	9.19	83.89
<i>Pycnophyes zelinkaei</i>	1.62	11.53	0	85.73
<i>Echinoderes worthingi</i>	1.51	0	6.89	87.45
<i>Meristoderes macracanthus</i>	1.38	7.69	0	89.02
<i>Antygomonas</i> sp.1	0.98	0	5.74	90.14
<i>Antygomonas</i> sp.2	0.98	0	5.74	91.25
<i>Condyloderes</i> sp.1	0.93	0	6.89	92.32
<i>Echinoderes</i> sp.1	0.86	3.84	0	93.30
<i>Paracentrophyes quadridrentatus</i>	0.77	0	5.74	94.17
<i>Echinoderes parrai</i>	0.68	0	4.59	94.95
<i>Antygomonas incomitata</i>	0.68	3.84	0	95.73
<i>Setaphyes cimarensis</i>	0.64	3.84	0	96.46
<i>Campyloderes</i> cf_ <i>pacificus</i>	0.58	3.84	0	97.13
<i>Leiocanthus lageria</i>	0.45	1.92	1.14	97.64
<i>Semnoderes</i> cf_ <i>pacificus</i>	0.44	3.84	0	98.15
<i>Higginsium dolichurus</i>	0.36	0	2.29	98.56
<i>Echinoderes lusitanicus</i>	0.27	0	2.29	98.87
<i>Echinoderes</i> sp.3	0.25	1.92	0	99.16
<i>Setaphyes</i> sp.	0.24	0	1.14	99.44
<i>Echinoderes kristenseni</i>	0.19	0	1.14	99.66
<i>Echinoderes</i> sp.2	0.15	1.92	0	99.84
<i>Semnoderes</i> sp.1	0.14	0	1.14	100.0

680 Tabela S4. Resultado da análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) da contribuição das  
 681 principais espécies na composição da comunidade de Kinorhyncha nas ecorregiões *Alboran*  
 682 *Sea (AS) South European Atlantic Shelf (SEAS)* e *Western Mediterranean (WM)*. Con:  
 683 contribuição; Dis: dissimilaridade; Cum: cumulativo.  
 684

<b>Alboran Sea vs. South European Atlantic Shelf</b>				
Espécies	Dis média (%)	Con AS (%)	Con SEAS (%)	Cum (%)
<i>Setaphyes dentatus</i>	10.32	59.37	33.33	11.87
<i>Echinoderes dujardinii</i>	6.87	18.75	16.09	19.77
<i>Echinoderes hispanicus</i>	6.35	31.25	18.39	27.07
<i>Antygomonas</i> sp.3	5.37	18.75	0	33.25
<i>Pycnophyes aulacodes</i>	5.23	21.87	18.39	39.27
<i>Echinoderes cantabricus</i>	5.23	31.25	11.49	45.29
<i>Centroderes spinosus</i>	4.77	0	28.73	50.78
<i>Semnoderes armiger</i>	4.71	0	26.43	56.19
<i>Echinoderes neospinosus</i>	4.15	0	24.13	60.97
<i>Pycnophyes communis</i>	3.39	6.25	11.49	64.88
<b>Alboran Sea vs. Western Mediterranean</b>				
Espécies	Dis média (%)	Con AS (%)	Con WM (%)	Cum (%)
<i>Setaphyes dentatus</i>	8.47	59.37	40	9.54
<i>Echinoderes gerardi</i>	7.35	15.62	35	17.83
<i>Pycnophyes communis</i>	5.91	6.25	40	24.49
<i>Echinoderes hispanicus</i>	4.58	31.25	15	29.66
<i>Fujuriphyes ponticus</i>	4.54	6.25	30	34.78
<i>Echinoderes cf. capitatus</i>	4.32	3.12	35	39.65
<i>Antygomonas</i> sp.3	4.25	18.75	0	44.44
<i>Setaphyes flaveolatus</i>	4.11	18.75	15	49.08
<i>Cristaphyes carinatus</i>	4.11	9.37	25	53.72
<i>Echinoderes dujardinii</i>	3.83	18.75	0	58.05
<b>South European Atlantic Shelf vs. Western Mediterranean</b>				
Espécies	Dis média (%)	Con SEAS (%)	Con WM (%)	Cum (%)
<i>Setaphyes dentatus</i>	7.58	33.33	40	8.37
<i>Echinoderes gerardi</i>	6.86	0	35	15.96
<i>Pycnophyes communis</i>	6.11	11.49	40	22.72
<i>Centroderes spinosus</i>	5.66	28.73	25	28.98
<i>Echinoderes cf. capitatus</i>	4.85	9.19	35	34.33
<i>Semnoderes armiger</i>	4.82	26.43	10	39.66
<i>Fujuriphyes ponticus</i>	4.11	0	30	44.20
<i>Echinoderes hispanicus</i>	3.98	18.39	15	48.61
<i>Meristoderes macracanthus</i>	3.59	0	20	52.58
<i>Cristaphyes carinatus</i>	3.53	0	25	56.48

685