



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Análises morfométricas dos peixes da família Ostraciidae da costa Nordeste do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

Anthony Daniel Hannigan Pigot

Recife – PE

2022

ANTHONY DANIEL HANNIGAN PIGOT

Análises morfométricas dos peixes da família Ostraciidae da costa Nordeste do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural de Pernambuco,
como requisito à obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Thierry Frédou

Recife – PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- H219aa Pigot, Anthony Daniel
Análises morfométricas dos peixes da família Ostraciidae da costa Nordeste do Brasil / Anthony Daniel Pigot. -
2022.
42 f. : il.
- Orientador: Thierry Fredou.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. Ecomorfologia. 2. Morfometria. 3. Peixes demersais. 4. Ostraciidae. 5. Distribuição. I. Fredou, Thierry, orient. II.
Título

Análises morfométricas dos peixes da família Ostraciidae da costa Nordeste do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural de Pernambuco,
como requisito à obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Thierry Frédou

BANCA EXAMINADORA

Dr. Thierry Frédou (UFRPE/Orientador)

Dra. Latifa Pelage (UFRPE/Titular interno)

Dr. Alex Souza Lira (UFS/Titular externo)

Dedicatória:

Dedico este trabalho in memoriam a Edpo da Silva Paz e Milena Moraes Paiva. Biólogos do fundo do coração, amigos e inspiração.

Agradecimentos:

Agradeço a todos aqueles que contribuíram no decorrer da minha jornada; aos professores que me ensinaram e ajudaram a chegar até aqui e a ir adiante. Aos meus pais, meu irmão e minha madrinha, pelo apoio incondicional durante a elaboração do trabalho. Aos meus amigos e colegas que ajudaram de diversas formas, e a todos que me ajudaram e me inspiraram direta ou indiretamente.

“Descubra o que você ama e deixe que isso te mate.” - Charles Bukowski

RESUMO

Conhecidos como peixes cofres, as espécies *Acanthostracion quadricornis*, *Acanthostracion polygonius* e *Lactophrys trigonus* são todas da ordem Tetraodontiforme, família Ostraciidae. Apresentam como característica marcante um corpo encerrado em uma caixa óssea composta por placas hexagonais, razão pela qual são tão facilmente reconhecíveis, deixando do lado de fora dela somente suas nadadeiras, olhos e boca. As três espécies se encontram distribuídas pelo oceano Atlântico, em águas tropicais e temperadas e dos EUA, Bermuda, Caribe, das Antilhas ao Brasil, onde a distribuição destes peixes é ampla, pois são encontrados em águas das costas do Norte e principalmente do Nordeste, onde se encontram grandes populações dessas espécies no Brasil. São animais marinhos associados a recifes de coral, sendo encontrados em profundidades de até 80 m. Os objetivos deste trabalho se limitam a saber mais acerca da morfometria destas espécies (relativamente pouco é conhecido acerca disso) e as relações comprimento-comprimento delas, além de saber se há diferenças significativas entre dois gêneros desta mesma família e os efeitos do ambiente no formato do corpo destes peixes. Este trabalho traz informações sobre a eventual influência da forma do corpo sobre a distribuição destas espécies em relação aos ambientes da plataforma da região nordeste do Brasil. Os indivíduos capturados foram utilizados para gerar modelos lineares, obtendo-se relações comprimento-comprimento (RCC). Dados obtidos não mostraram relações estatisticamente significativas entre a distribuição das espécies ao longo da profundidade e nos habitats e na forma dos seus corpos. O formato do corpo variou de acordo com a espécie, havendo possivelmente algum outro mecanismo com maior influência sobre o formato do corpo do que os agentes exteriores analisados.

Palavras-chave: Ecomorfologia; Morfometria; Peixes demersais, distribuição, ostraciidae,

ABSTRACT:

Known as boxfish, the members of the *Acanthostracion quadricornis*, *Acanthostracion polygonius* and *Lactophrys trigonus* species are all part of the order Tetraodontiforme, family Ostraciidae. They present as a striking feature a body enclosed in a bony box with hexagonal plates, which is one of the reasons they are so easily recognizable, leaving only their fins, eyes and mouth on the outside of the box. All three species are distributed across the Atlantic in tropical and temperate waters and from the USA to Bermuda, the Caribbean, and from the Antilles to Brazil, where their distribution is wide, as they are found in the waters of the North and Northeast coasts, where large populations of these species are found in Brazil. They are marine animals associated with coral reefs, being found in depths of up to 80 m. This thesis' objectives are limited to knowing more about the morphometry (relatively little is known about it) as well as the length-length relationships of these species, in addition to knowing if there are significant differences between two genera of the same family and the effects of the environment on the body of these fishes. This work provides information about a possible influence of body shape on the distribution of these species in relation to the shelf environments of the northeast region of Brazil. Caught individuals of each species were used to generate linear models, generating length-length relationships (LLR). The data obtained and used does not show a significant relationship between the distribution of species, regarding depth, habitats nor for the shape of their bodies. Body shape varied according to species, meaning possibly existing another mechanism, one with greater influence than the analyzed agents, affecting the shape of the body.

Keywords: Ecomorphology; Morphometry; Demersal fish, distribution, ostraciidae

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
RESULTADO.....	16
DISCUSSÃO.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36

INTRODUÇÃO:

Este trabalho visa trazer mais informação sobre a ecologia das espécies estudadas, assim como informações sobre a morfometria e se há ou não diferenças significativas entre as espécies. Encontrados na região do nordeste brasileiro, as espécies *Acanthostracion quadricornis* (Linnaeus, 1758), *Acanthostracion polygonius* (Poey, 1876) e *Lactophrys trigonus* (Linnaeus, 1758), são conhecidos popularmente no Brasil como peixes-cofres ou baiacu. São peixes da família ostraciidae, membros da ordem Tetraodontiforme/ Plectognathi. Os membros desta ordem são em sua maioria peixes de água salgada, vivendo próximos de recifes de coral (Smith, C.L., 1997). Já há tempos, essas espécies foram localmente colhidas para diversas finalidades, como a alimentação, remédios, e, mais recentemente, para uso ornamental, sendo as espécies previamente mencionadas tendo elas mesmas suas próprias importâncias econômicas, mostradas na tabela 1.

Tabela 1: Importância econômica, distribuição geográfica e de profundidade e descrição geral das espécies.

Espécie	Importância econômica	Dieta	Descr. Geral	Distribuição	Profundidade
<i>A. polygonius</i>	Intoxicação, comercial, alimentício	esponjas, alcionários, tunicados, camarões	padrão de hexágonos delineados por linhas escuras estreitas; centros e áreas entre hexágonos pálidos, azul nas laterais	EUA e Bermuda ao Brasil, Caribe, Antilhas, Golfo do México	3 - 80 m
<i>A. quadricornis</i>	Intoxicação, comercial, alimentício	tunicados, gorgónias, anêmonas, crustáceos, esponjas, ermitões, plantas marinhas	Marcas escuras na cabeça e no corpo; bandas paralelas na bochecha. placas dérmicas hexagonais	EUA, Bermuda, norte do Golfo do México ao sudeste do Brasil, Relatado da ponta da África do Sul.	1 - 80 m
<i>L. trigonus</i>	Intoxicação, comercial, alimentício	moluscos, crustáceos, vermes, tunicados sésseis, ervas marinhas	pequenas manchas brancas difusas; placas hexagonais bordas escuras, marcas em forma de cadeia	Canadá, EUA, Brasil, Bermudas, Golfo do México, Caribe, Mar Mediterrâneo	2 - 50 m

As espécies da família Ostraciidae, apresentam como característica notável o formato de seus corpos, devido à sua estrutura óssea e as escamas que protegem esses peixes. Apesar de serem da mesma família, cada espécie estudada neste trabalho apresenta suas peculiaridades e importâncias tanto ecológicas quanto econômicas e científicas:

As três espécies *L. trigonus*, *A. polygonius* e *A. quadricornis* (Figuras 1, 2 e 3) apresentam a mesma estrutura corporal básica, de caixa com placas hexagonais, um formato de corpo adequado para delimitar diferentes partes. Tendo uma estrutura de fácil delimitação, facilitando a sua identificação e registro de suas medidas, sendo uma das razões pelo qual estas espécies foram escolhidas. Suas placas ósseas, de formato hexagonal, os protegem contra predadores, deixando do lado de fora somente suas caudas, nadadeiras, olhos e mandíbula. As placas pesadas influenciam o comportamento dessas espécies de diversas formas, como se deslocar lentamente. Portanto, sua anatomia “força” o animal a se comportar de forma específica na locomoção, sendo esta do tipo natação ostraciforme, na qual a ondulação se limita à nadadeira caudal, pois os indivíduos apresentam um corpo inflexível (Hove, J. R., 2001). Esta estrutura afeta a sua locomoção, bem como a sua alimentação (Os peixes cofres são bênticos, predam sobre seres fixos como algas e invertebrados sésseis), demonstrando uma clara relação entre suas estruturas corporais e o modo de vida do animal.

Os peixes Tetraodontiformes têm uma longa história na pesca pois são uma fonte fundamental de alimentos e renda para comunidades de pescadores artesanais em todo o mundo (Nóbrega, Júnior, & Oliveira, 2015a; Stump et al., 2018), sendo as três espécies do presente trabalho todas elas utilizadas na culinária em diversos locais, como o Caribe, Haváí (população nativa Hawaiana) e em Singapura, e estão implicadas em relatos de intoxicações, ocorrendo envenenamento por ciguatera (Olsen, 1984), tendo portanto relevância na saúde pública. Tal toxina está relacionada ao consumo de peixes que bioacumularam ciguatoxinas, sendo estas produzidas por microalgas (a fonte mais comum sendo a espécie *Gambierdiscus toxicus* (Adachi & Fukuyo), um dinoflagelado) que se desenvolvem habitualmente em corais ou macroalgas existentes em águas tropicais ou subtropicais nos oceanos Índico, Pacífico e Mar do Caribe (Costa, 2017). Além desta toxina, há a presença de tetrodotoxina (TTX), uma toxina produzida por bactérias simbióticas com os membros da ordem (Matsui et al. 2000), assim como uma substância chamada pahutoxina (ou ostracitoxina) (Thomson, 1964; Boylan, 1967), secretada por algumas espécies da família Ostraciidae como forma de defesa. Essa substância é uma neurotoxina presente nas secreções mucosas durante estresse, que se comporta de maneira semelhante a detergentes. Uma vez liberada no ambiente, interfere negativamente com outros seres no local.

Outra coisa em comum entre estas espécies são suas cores chamativas. Tanto as cores variadas quanto as formas dos peixes sempre cativaram humanos, sendo vistos e reconhecidos em vários locais do mundo como peças ornamentais, e agindo como decorações vivas. Para esta finalidade se captura e cria peixes, por meio da aquicultura. Tanto a aquicultura, quanto a venda de peixes, movimentam parte da economia todos os anos. De acordo com o Portal da APEX, o Brasil tem hoje 725 espécies liberadas para comercialização, das mais de 4 mil catalogadas na fauna local. De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2013, a exportação desses animais rendeu US\$ 10,5 milhões para os criadores brasileiros, e de acordo com a Embrapa, no terceiro dia do Aqua Ciência 2018, no exterior, o Brasil arrecadou US\$ 6.570 milhões em exportações. Tanto a espécie *Acanthostracion polygonius*, como *Acanthostracion quadricornis* e *Lactophrys trigonus* são espécies liberadas pelo IBAMA, além de serem considerados peixes comuns ornamentais. Portanto, esses peixes ajudam a movimentar uma parte da economia. Além disto, muitas espécies de peixes Tetraodontiformes são componentes notáveis de recifes de coral

e ecossistemas de ervas marinhas, onde desempenham papéis funcionais herbívoros, macroinvertebrados, piscívoros, zooplancívoros e corallívoros (Matsuura, 2014; Patankar, Paranjape, Tyabji, Wagh, & Maratê, 2014; Stump, Ralph, Comeros-Raynal, Matsuura, & Carpinteiro, 2018). Alimentando-se de múltiplos grupos tróficos e/ou integrando a dieta de outros peixes, os Tetraodontiformes também indiretamente influenciam a estrutura e composição de seus habitats (Darling et al., 2017; Patankar et al., 2014), sendo outra razão importante para o estudo destas espécies.



Figura 1. *Acanthostracion quadricornis*;

Fonte: D. Robertson & J. Van Tassell;
<https://biogeodb.stri.si.edu/cari>



Figura 2. *Acanthostracion polygonius*;

Fonte: Rick Stuart-Smith;
<https://www.reeflifesurvey.com/species/acanthostracion-polygonius/>



Figura 3. *Lactophrys trigonus*;

Fonte: Rick Stuart-Smith;
<https://www.reeflifesurvey.com/species/Lactophrys-trigonus>

Os estudos sobre esta ordem de peixes são principalmente focados na filogenia, taxonomia, comportamento alimentar e distribuição, havendo portanto poucos estudos sobre diferenças anatômicas, morfológicas e morfométricas (diferenças interespecíficas), e uma das formas de obter dados e informações acerca, é através de análises de morfometria, sendo este o estudo da forma e do tamanho e como estas duas variáveis estão inter-relacionadas (MORAES. 2003). Uma das suas aplicações é a identificação de populações de organismos, que podem assumir formas ou tamanhos diferentes conforme o ambiente em que se desenvolveram, podendo ser também aplicado à forma de crescimento de animais: o crescimento do animal como um todo ou só das estruturas corporais, sendo este do tipo isométrico ou alométrico. O crescimento é definido como alométrico quando o desenvolvimento de uma parte se sobressai em relação a outra ou em relação ao corpo todo (alometria positiva). Contudo, pode também crescer menos em relação a outra estrutura ou até regredir (alometria negativa). O indivíduo pode também se desenvolver de forma isométrica, o que ocorre quando o corpo inteiro se desenvolve de forma uniforme (proporcional). Comparações entre diferentes partes do corpo podem contribuir para entender a ecologia dos animais, como por exemplo o seu comportamento ou sua dieta, assim como sua distribuição. Um exemplo disso é o estudo de Masdeu (2011) que relacionou hábitos alimentares à morfometria de *Iheringichthys labrosus* no rio Uruguai, e Bohórquez-Herrera (2014), que por meio de uma associação multivariada dos dados de composição da dieta dos animais e a forma geral do corpo deles, indicou relações significativas entre o morfotipo e o hábito alimentar de sete espécies de peixes marinhos demersais no Oceano Pacífico mexicano.

Uma das formas de se fazer tais comparações é por meio de modelos estatísticos de Relações comprimento-comprimento (RCC), como fez Meng, *et al* (2018), ao usar relações comprimento-comprimento (e peso-comprimento) para ajudar a identificar quatro espécies de peixes da Reserva Natural Nacional Naolihe, Heilongjiang, China. Além disso, pode ser uma importante contribuição para gestão pesqueira, com estudos comparativos de crescimento

populacional (Moutopoulos & Stergiou 2002), ao permitir determinar o “bem estar” de espécies, que envolve a sua alimentação, o seu tamanho, sua taxa de crescimento e o local em que vive.

Este trabalho visa a contribuir para um maior entendimento da ecologia das espécies, determinando com mais precisão as suas interações com o habitat, através de análises morfométricas, uma vez que as espécies se adaptam, morfologicamente, ao melhor tipo de habitat disponível.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Área de estudo:

O estudo foi realizado com base nos dados coletados do projeto ABRACOS (Acoustics along the BRAzilian COaSt), projeto que visa e continua a gerar importantes estudos acerca da biodiversidade marinha da costa nordestina brasileira, como no caso de Eduardo L. N. (2017) e Figueiredo (2020). A coleta dos materiais ocorreu ao longo da plataforma continental da região Nordeste do Brasil, entre os estados de Alagoas e Rio Grande do Norte (4° – 9°S). (Figura 2). Região próxima à linha do equador, estando na faixa de baixa latitude no norte do oceano Atlântico, é uma zona de transição na qual a Corrente Equatorial do Sul se ramifica para se tornar a Corrente Norte do Brasil, que flui para o noroeste e a Corrente Brasil, que flui para o sul (Stramma et al., 1999; Leão e Dominguez, 2000; Silveira *et al.*, 1994; Leão e Dominguez, 2000), sendo raso e atingindo escarpas entre profundidades de 40 e 80 m (Chaves et al., 1979; França, 1979; Knoppers et al., 1999) e caracterizado por temperaturas elevadas (em média sempre acima de 20°C). É influenciado pelas massas de ar quente tropical e equatorial, devido a abundância de incidência dos raios solares.

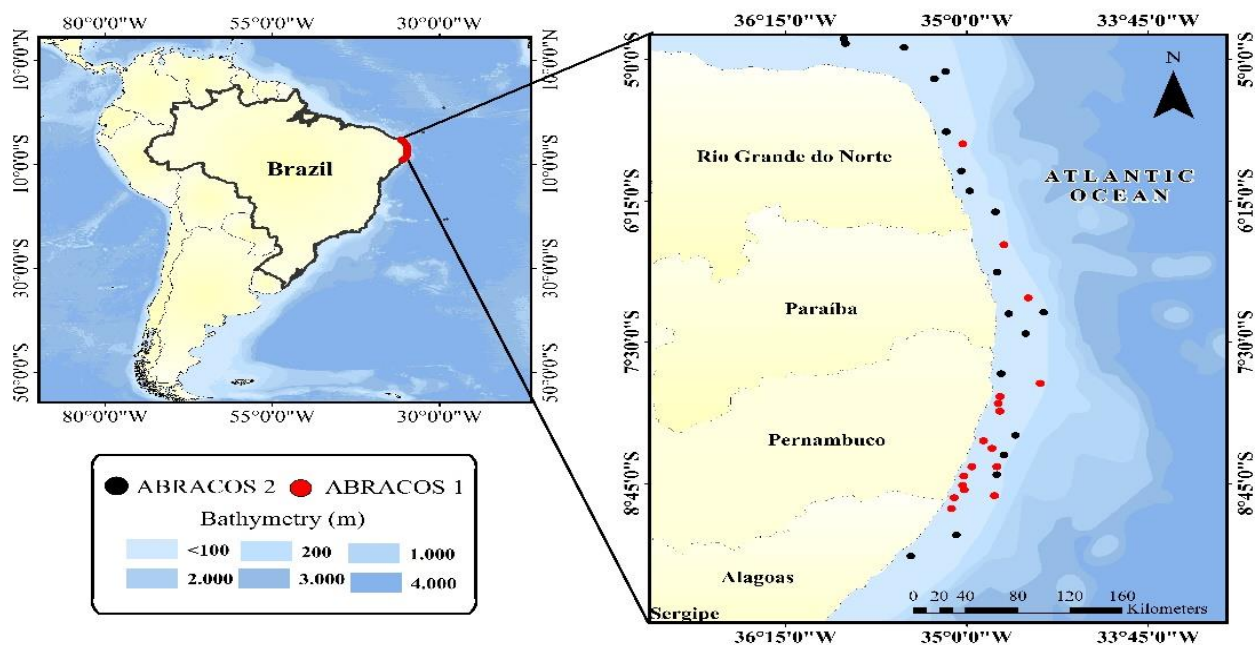


Figura 2. 21 estações de amostragem onde R/V ANTEA coletou dados biológicos ao longo da plataforma continental da região Nordeste Fonte: Projeto ABRACOS.

Amostragem:

Entre Abril – Maio de 2017, o navio de pesquisa francês R/V ANTEA coletou dados biológicos (ex: pescarias experimentais) e ambientais em 21 estações de amostragem dentro da área de estudo (BERTRAND, A, et al.; 2017). Os peixes foram coletados utilizando uma rede de arrasto de fundo (malha do corpo: 40 mm. malha do saco: 25 mm e dimensões da boca horizontal x vertical: 28 x 10 m), entre as profundidades de 10 a 60 m, por aproximadamente 5 minutos em cada estação. A classificação do tipo de substrato foi feita com base em gravações feitas com uma câmera aquática (GOPRO HERO 3), segundo o protocolo desenvolvido por L.N. Eduardo et al (2018), com base em análise quadro a quadro combinada com uma adaptação da metodologia de Monaco et al. (2012). Em seguida os indivíduos foram etiquetados e armazenados em gelo para análise posterior. Os dados ambientais de temperatura (em °C), oxigênio (mg/L) e salinidade (mg/L) foram coletados para cada estação usando uma sonda de multiparâmetro CTD (modelo: SeaBird911). A profundidade foi registrada a cada estação de coleta. No presente estudo, foi utilizada a mesma classificação do tipo de habitat para cada estação de amostragem (Alga, Areia ou Areia com corais e rochas) do projeto ABRAÇOS, determinada por Eduardo et al. (2018).

Um total de 56 indivíduos pertencendo a estas 3 espécies consideradas foram analisadas. Destes, 22 são da espécie *Acanthostracion polygonius*, 16 de *Acanthostracion quadricornis* e 18 de *Lactophrys trigonus*.

Análises em laboratório:

Uma vez no laboratório (BIOIMPACT), após cada indivíduo ter sido identificado até o nível de espécie, os mesmos foram fotografados. As imagens foram obtidas para cada peixe, individualmente, utilizando uma câmera digital (modelo: CANON SX520. 16 Megapixels). Cada indivíduo foi fotografado na direção horizontal, com a cabeça posicionada para esquerda e região dorsal para cima, segundo o procedimento descrito em Muir et al. (2012) e Mojekwu & Anumudu (2015), onde a posição do equipamento (lente da câmera posicionada a 90° em relação a superfície do peixe), a orientação do peixe, a iluminação e a configuração do equipamento reduzem possíveis erros e imprecisões em análises morfométricas. Posteriormente, com o uso de um paquímetro, a abertura horizontal e vertical da boca (ABH e ABV, respectivamente), assim como a largura da cabeça (LC) (Figura 3.b), foram medidas. Com o uso do software Image J (ImageJ 1.52a) (<https://imagej.nih.gov/ij/>) foi possível retirar as medidas relativas à forma do corpo e às estruturas do corpo de cada indivíduo (Altura e Comprimento Total; Figura 3.b). As medidas ecologicamente relevantes utilizadas neste trabalho (Comprimento Total (TL) e a Altura do corpo (Alt), assim como abertura da boca (horizontal e vertical – ABH e ABV, respectivamente) e largura da cabeça (LC) – tabela 1) foram medidas em cm e escolhidas com base no trabalho de Villegier et al. (2010), adaptada por Silva-Júnior et al. (2016).

Traços funcionais relacionado às funções ecológicas:

Todas as medidas ajudam de uma forma ou outra aos animais se adaptarem ao meio, pois a posição, o tamanho e o formato da boca estão relacionados com hábitos alimentares e forma de apreensão do alimento. Um exemplo disto são as aberturas horizontal e vertical da boca, importantes para saber do e como se alimentam, assim como em que tipo de habitat se alimentam (e se locomovem por). A largura da cabeça e a altura, indicariam por exemplo o quanto o corpo do animal continuará a crescer (proporcionalmente ou não), assim como influenciam nas medidas da boca (um animal mais largo e alto tenderá a ter uma abertura horizontal e vertical maior). Além destes, o comprimento total, por consequência do formato tridimensional do corpo, há também uma relação do seu comprimento com o peso (relações comprimento peso; RCP), uma vez que um peixe com medidas maiores pode comer mais, assim como está também atrelado ao seu habitat (corpos com formas e comprimentos diferentes afetam o deslocamento de formas diferentes), e com o seu bem-estar.

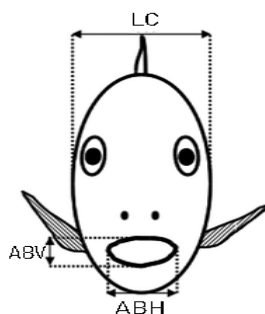


Figura 3.a (esquerda) e **3.b** (direita): Variáveis mensuradas: CT (comprimento total), Alt (altura do peixe). Espécime de *Acanthostracion polygonius* do laboratório BIOIMPACT. Medidas feitas com o software Image J; LC (largura da cabeça), ABV (abertura vertical da boca) e ABH (abertura horizontal da boca). **Fonte:** Predicting trophic guild and diet overlap from functional traits: statistics, opportunities and limitations for marine ecology (C. Albouy, et al, 2011).

Tabela 2: Medidas morfométricas, razão de escolha delas e respectivas importâncias ecológicas. ABH e ABV (aberturas horizontal e vertical da boca, respectivamente); Alt (Altura); CT (Comprimento total); LC (Largura da cabeça).

Medida	Função ecológica	Razão de escolha
ABH + ABV	Ingerir alimentos com certo tamanho e formato.	As medidas de aberturas juntas indicam qual tipo de habitat, alimento e possível comportamento.
Alt	Sobrevivência. Peixes mais altos tem menos chance de serem predados.	Relaciona-se com o peso e forma do animal.
CT	Relaciona-se com o espaço e tipo do habitat em que vive.	Relacionado com tipo de habitat e forma do corpo.

LC	Permite ter boca mais larga, assim pode se alimentar de coisas mais largas/maiores.	Permite ter ABH maior, assim como relaciona-se com o tipo de habitat em que vive.
----	---	---

Análise de dados:

Medidas morfométricas são importantes para poder se estabelecer relações, sendo importantes para gerar modelos estatísticos. As medidas do corpo entre as espécies são diferentes, mas o mesmo ocorre intraespecífica. Cada indivíduo por espécie apresenta suas próprias medidas, sendo importante padronizá-las e tirar suas médias para facilitar posterior comparação, podendo ser diferentes inclusive de acordo com o habitat em que os indivíduos de cada espécie foram encontrados, com isto em mente, todas as medidas morfológicas foram relativizadas (dividas pelo comprimento total (CT) dos indivíduos), para poder compará-los. As relações morfométricas do formato do corpo foram descritas por modelos regressivos lineares simples. As variáveis foram previamente transformadas em log para que o modelo linear seja aplicável.

A relação peso-comprimento foi calculada por cada espécie analisada, pois é um parâmetro biológico essencial, indicando condições e permitindo comparações entre o crescimento de diferentes populações.

Outro índice utilizado foi o fator de condição (Kn) de Le Cren (1951), determinado para cada indivíduo. Ele pode ser considerado um índice corporal que reflete as interações entre o peixe e os fatores bióticos e os abióticos (LE CREN. 1951; GOMIERO BRAGA. 2003; TAVARES-DIAS et al., 2008). Este índice se calcula pelo quociente entre o peso observado e o peso estimado para um dado comprimento:

PT e CT são o peso total e o comprimento total do indivíduo respectivamente, e “a” e “b” são os parâmetros da relação peso-comprimento da amostra estudada.

Este índice é conhecido como fator de condição, fator de “engorda” ou fator de “bem-estar”, e serve como um indicador de forma. Vazzoler (1996) comenta que o fator de condição é um importante indicador, relacionando-a às condições ambientais. O Kn é individual e depende da espécie, cada uma apresentando seu próprio valor médio. Se o peso do animal cresce proporcionalmente com o comprimento, é, portanto, crescimento isométrico; se o peso aumenta mais lentamente que o comprimento, o crescimento é alométrico negativo; e se o peso aumenta mais rápido com o comprimento, é alométrico positivo, sendo “a” e “b” relativos aos indivíduos.

Por se ter três espécies diferentes, o tipo de teste indicado para testar hipóteses entre estas populações, e para indicar se há diferença entre pelo menos dois deles, foi também feito o teste de Kruskal-Wallis (análise de variância de um fator), um método não paramétrico entre fatores como habitat e espécies. Contudo, este teste não indica onde está a diferença entre os grupos, sendo, portanto, preciso fazer algo além do teste de Kruskal-Wallis, sendo útil para esta finalidade complementar o teste de Dunn (também conhecido como teste post hoc de Dunn), que analisa os pares específicos de amostras para dominância estocástica em testes post hoc. Além deste, por causa do pequeno tamanho amostral, foi necessário aplicar a correção de Bonferroni, para corrigir erros do tipo I (incorretamente rejeitar a hipótese verdadeira) (tabelas 9 – 11). Este teste post hoc é importante, pois à medida que várias hipóteses são testadas, a chance de um evento raro aumenta,

logo, a probabilidade de rejeitar incorretamente uma hipótese aumenta, mas a correção do método compensa esse aumento e o corrige. Foram feitos os testes para cada espécie, comparando seus fatores de condição (Kn) por habitat (tabelas 5 – 7), e posteriormente comparando o Kn médio entre as espécies (tabela 8).

O fator de condição para cada espécie foi analisado com base no fator ambiental profundidade, pois foi-se necessário observar se havia algum padrão à medida que a profundidade aumentava. A análise foi feita por meio de uma análise de variância, Teste de Kruskal-Wallis, relacionando o Kn dos indivíduos com a profundidade (e o tipo de habitat em que foram encontrados), sendo corrigido com o uso de Teste de Dunn com correção de Bonferroni e posteriormente plotados em gráficos de dispersão e linha de tendência (figuras 8, 10 e 12).

Diferenças observadas entre grupos dependem de mais de uma única variável, sendo neste caso necessário análises multivariadas. Uma das formas de se fazer esse tipo de análise é através de uma Análise de agrupamento (cluster analysis) ou de uma Análise de escalonamento multidimensional não métrico - nMDS. Neste caso ambas as técnicas foram aplicadas para obter uma representação gráfica, resumindo a informações de várias dimensões (muitas variáveis) em apenas algumas, identificando o nível de similaridade entre objetos, para que todos estes dados em uma só imagem bidimensional, facilitando a visualização e interpretação deles todos ao mesmo tempo. As medidas são os descritores, as principais variáveis utilizadas para fazer este gráfico. Diferenças entre as estruturas corporais das 3 espécies foram testadas usando a análise de similaridade (ANOSIM), método não-paramétrico, com base na morfometria e utilizando fatores abióticos, como a profundidade, os fatores ambientais, como salinidade, oxigenação e temperatura, assim como o tipo de habitat (sendo representado pelos formatos geométricos) e as espécies (dados morfométrica relativizados ABH, ABV, LC, Altura e CT) estudadas neste trabalho em que se encontraram os indivíduos capturados. Um stress <0.05 fornece uma excelente representação (sem perdas substanciais de informações) em dimensões reduzidas.

As variações da forma dos corpos, entre as espécies, foram testadas por meio de análise multivariada de similaridade (ANOSIM).

todas as análises foram feitas com o software R (R v3.6.2 - 2019), sendo estas de agrupamento e análises multivariadas do tipo nMDS (Escala multidimensional não-métrica), assim colocando todos estes dados em uma só imagem bidimensional, facilitando a visualização deles todos ao mesmo tempo.

RESULTADOS:

1 – OCORRÊNCIA:

Dados coletados mostram que, no geral, não há uma distribuição específica por estação nem por tipo de habitat/ solo, indicando que as espécies coexistem juntos em quase todos os habitats do mesmo tipo, exceto no habitat denominado “areia”. Neste tipo foi encontrado somente a espécie *Acanthostracion polygonius*, e do contrário houve ausência da espécie *A. quadricornis* do habitat com esponjas. O habitat com maior abundância de indivíduos das três espécies é o habitat alga + esponja. A distribuição (presença/ausência e quantidade de indivíduos de cada espécie) das populações das espécies, por habitat nas estações, assim como as características ambientais dos habitats em que foram encontrados (em unidade) estão descritas na tabela 2:

Tabela 3. Tipos de habitats por coexistência de espécies.

Habitat	A. <i>polygonius</i>	Qntd.	A. <i>quadricornis</i>	Qntd	L. <i>trigonus</i>	Qntd	Prof (m.) Média	Salin (mg/L) média	Temp (°C) média	TL (cm) média
Alga	X	4	X	4	X	6	32	37,4	28,8	27,8
esponja	X	3		0	X	3	32,3	37	27,8	27,8
Alga + esponja	X	7	X	7	X	5	33,2	37,3	28,6	28,8
areia	X	2		0		0	15	36,7	28,7	17,8
areia + coral e rocha	X	6	X	5	X	4	20	37,3	29,2	24,8

2 – MEDIDAS MORFOMÉTRICAS:

As medidas morfométricas dos indivíduos são diferentes, de acordo com o habitat em que certos indivíduos foram encontrados (Figura 4), sendo importante relativizá-las por seus respectivos comprimento total (CT) e Altura (Alt) (tabela 4), pois assim há como fazer comparações corretas tanto de forma intraespecífica (dentro da mesma espécie) quanto de forma interespecífica (entre as diferentes espécies), assim permitindo analisar as variáveis que os afetam.

Tabela 4. Médias de medidas relativizadas utilizando todos os indivíduos das 3 espécies, por habitat. (ABH e ABV – Abertura da boca Horizontal e Vertical, respectivamente. LC – Largura da Cabeça. CT – Comprimento Total. Altura (Alt) se refere à distância entre o ponto mais alto do peixe até sua parte inferior do corpo;

Habitat	ABH/CT	ABV/Alt	LC/CT	Alt/CT	Espécie
Alga e esponja	0,498	0,991	1,324	0,318	<i>A. polygonius</i>
Algae	0,491	0,793	1,296	0,317	
Areia	0,415	0,683		0,349	
areia + corais e rocha	0,467	1,034	1,321	0,327	
esponja	0,526	1,177	1,413	0,34	
					Espécie
Alga e esponja	0,430	0,937	1,192	0,31	<i>A. quadricornis</i>
Algae	0,458	0,964	1,378	0,31	
areia + corais e rocha	0,476	1,149	1,147	0,299	
					Espécie
Alga e esponja	0,547	0,631	1,19	0,312	<i>L. trigonus</i>
Algae	0,604	0,555	1,242	0,347	
areia + corais e rocha	0,558	0,702	1,223	0,342	
esponja	0,576	0,732	1,212	0,348	

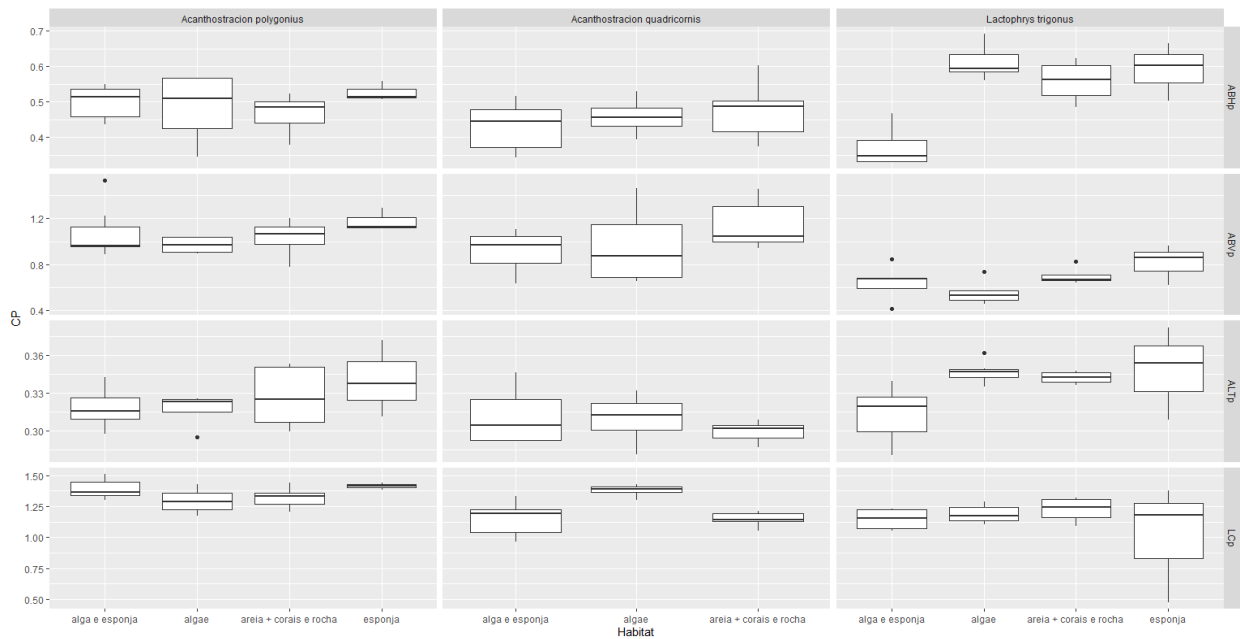


Figura 4. Diferentes medidas relativizadas pelo comprimento total (CT) observadas por espécie. ABHp e ABVp – Abertura da boca Horizontal e Vertical, respectivamente. LCP – Largura da Cabeça. ALTp – Altura do corpo, por habitat.

Apesar da influência dos habitats nas medidas, os valores de desvio padrão são dum valor negligenciável e portanto de baixa significância.

3 - FATOR DE CONDIÇÃO:

Acanthostracion polygonius:

Para os indivíduos da espécie *A. polygonius*, um Kn maior foi encontrado em locais cujo solo é mais diversificado, com areia, corais e rocha (Figura 5). Não ficou claro se as espécies apresentaram variação de Kn de acordo com a profundidade e/ou de acordo com os habitats, entretanto, os testes de Kruskal-Wallis mostram um p-valor não significativo para a relação habitat e Kn (tabelas 5 e 6).

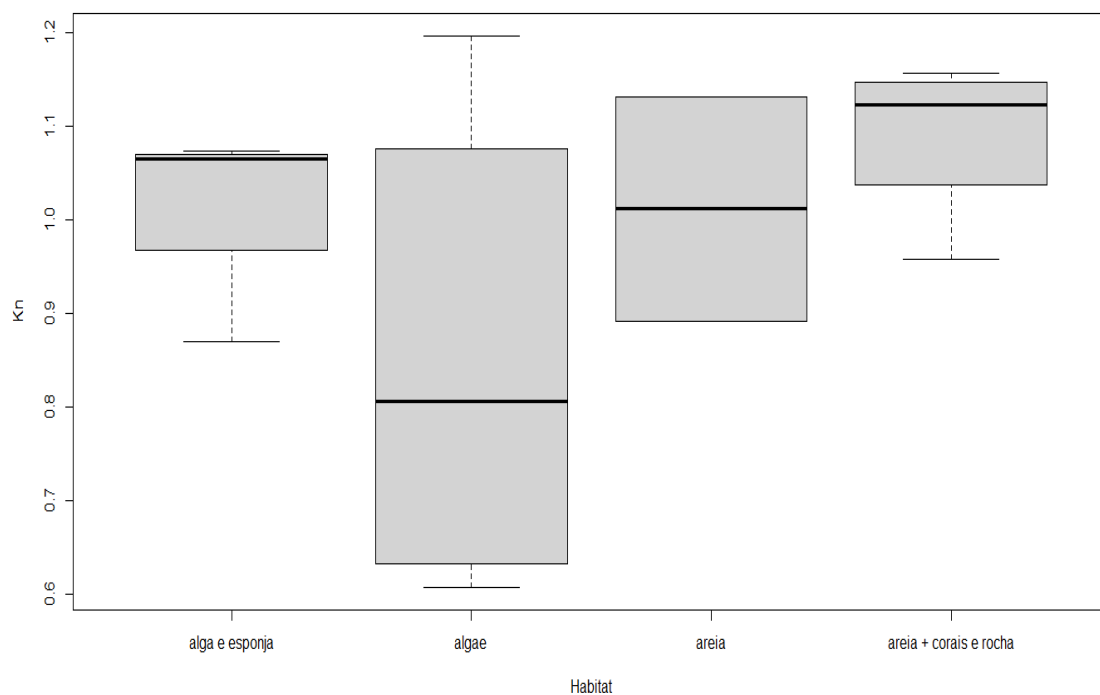


Figura 5. Boxplot entre o tipo de habitat e o fator de condição, para *A. polygonius*

Tabela 5: Teste de Kruskal-Wallis para Kn dos habitats da espécie *A. polygonius*.

Kruskal.test

Kruskal-Wallis teste de soma de classificação

dado: Kn x Habitat

Kruskal-Wallis

qui-quadrado = 2.9375

df = 3

p-valor = 0.4014

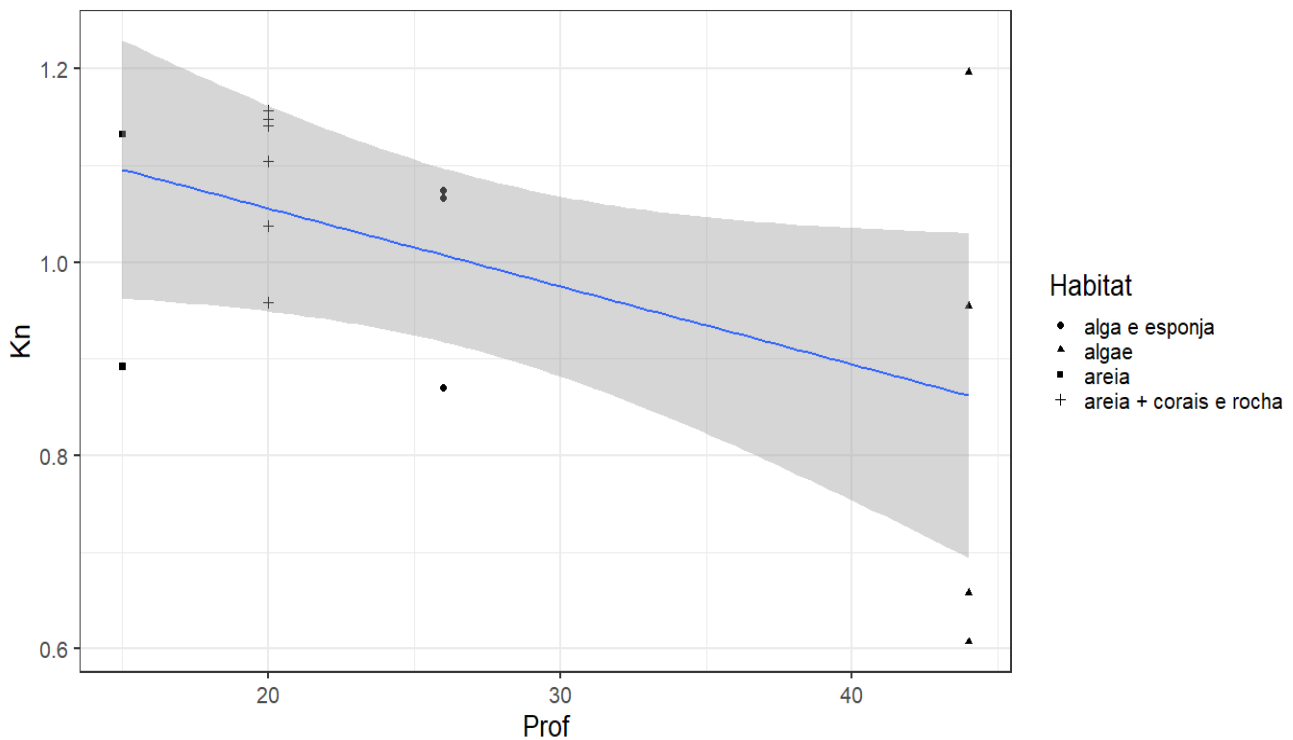


Figura 6. Gráfico de dispersão e linha de tendência da relação entre o fator de condição (Kn) e a profundidade em que se encontraram os indivíduos, para a espécie *A. polygonius*.

Tabela 6: Teste de Kruskal-Wallis para Kn das profundidades para espécie *A. polygonius*.

Teste de Kruskal Kn ~ Prof, dados = sp [A. polygonius]

teste de soma de classificação Kruskal-Wallis

dados: Kn x Prof

Kruskal-Wallis qui-quadrado = 2,9375 df = 3 p-valor = 0.4014

Acanthostracion quadricornis:

O fator de condição médio de *A. quadricornis*, foi maior e apresentando uma maior amplitude em locais ricos em algas (Figura 7). A espécie apresenta um padrão de variação positiva de Kn por profundidade, aumentando de 20 a 57 metros de profundidade, sendo mais baixa, por

média de indivíduos por profundidade, aos 20 metros, aumentando até atingir seu valor mais alto, entre 40 e 50 metros, e declinando posteriormente, aos 57 metros de profundidade (sendo somente um indivíduo responsável pelo kn nesta profundidade), tendo maior Kn médio em habitats ricos em esponjas e algas. Foram feitos Testes de Kruskal-wallis e de Dunn com correção de Bonferroni, para os habitats (tabelas 7 e 8) e profundidade (tabelas 9 e 10), mostrando a relação entre eles e o Kn desta espécie. Sendo mais facilmente visualizado no gráfico de dispersão (Figura 8).

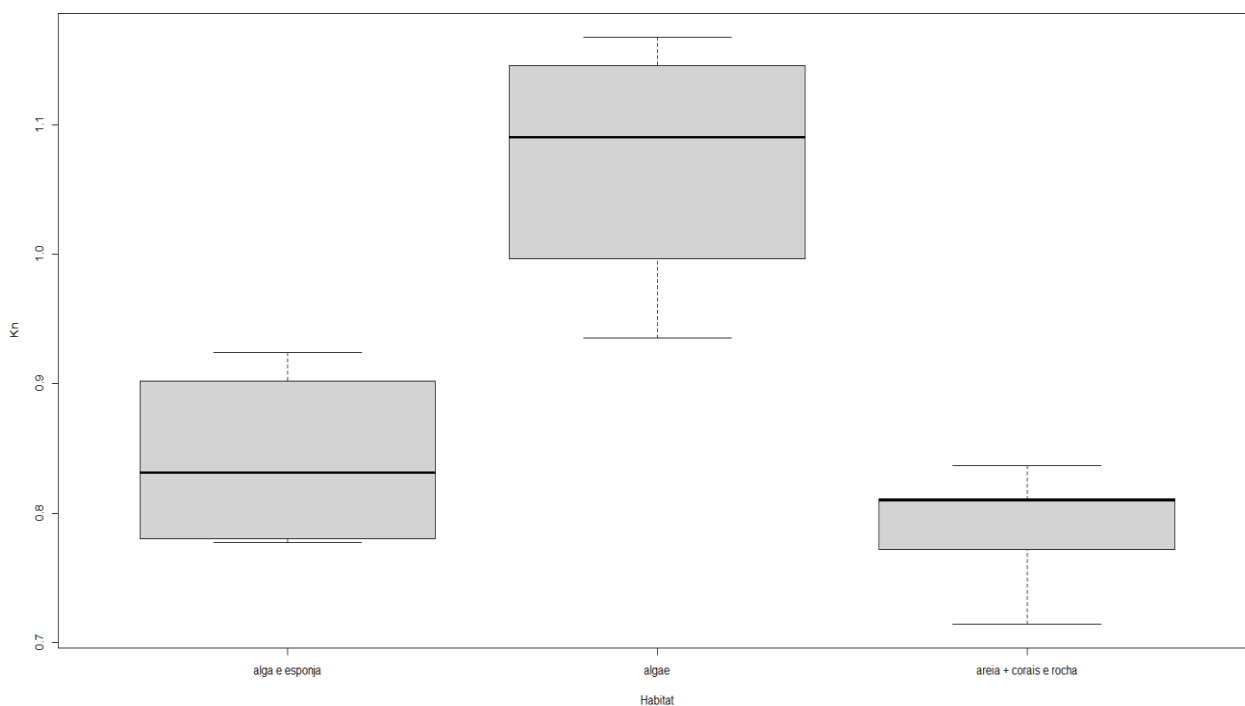


Figura 7. Relação entre o fator de condição e a profundidade, para a espécie *A. quadricornis*.

Tabela 7: Teste de Kruskal-Wallis para Kn dos habitats da espécie *A. quadricornis*.

Teste de Kruskal

teste de soma de classificação Kruskal-Wallis

dado: Kn x Habitat

Kruskal-Wallis qui-quadrado = 8.189 df = 2 p-valor = 0.01666

Tabela 8: Teste de Dunn com correção de Bonferroni para relação Kn – Habitat para a espécie *A. quadricornis*.

Teste de Dunn Kn ~ Habitat, dado = sp2 [*A. quadricornis*], método de ajuste de p. = "bonferroni"

quadros de dados: 3 x 9

.y.	grupo1	grupo2	n1	n2	estatístico	p	p.ajustado	p.aj.signif
<chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>
Kn	alga e esponja	algae	4	5	2.00	0.0458	0.137	ns
Kn	alga e esponja	areia + cor	4	5	-0.689	0.491	1	ns
Kn	algae	areia + cor	4	5	-2.79	0.00520	0.0156	*

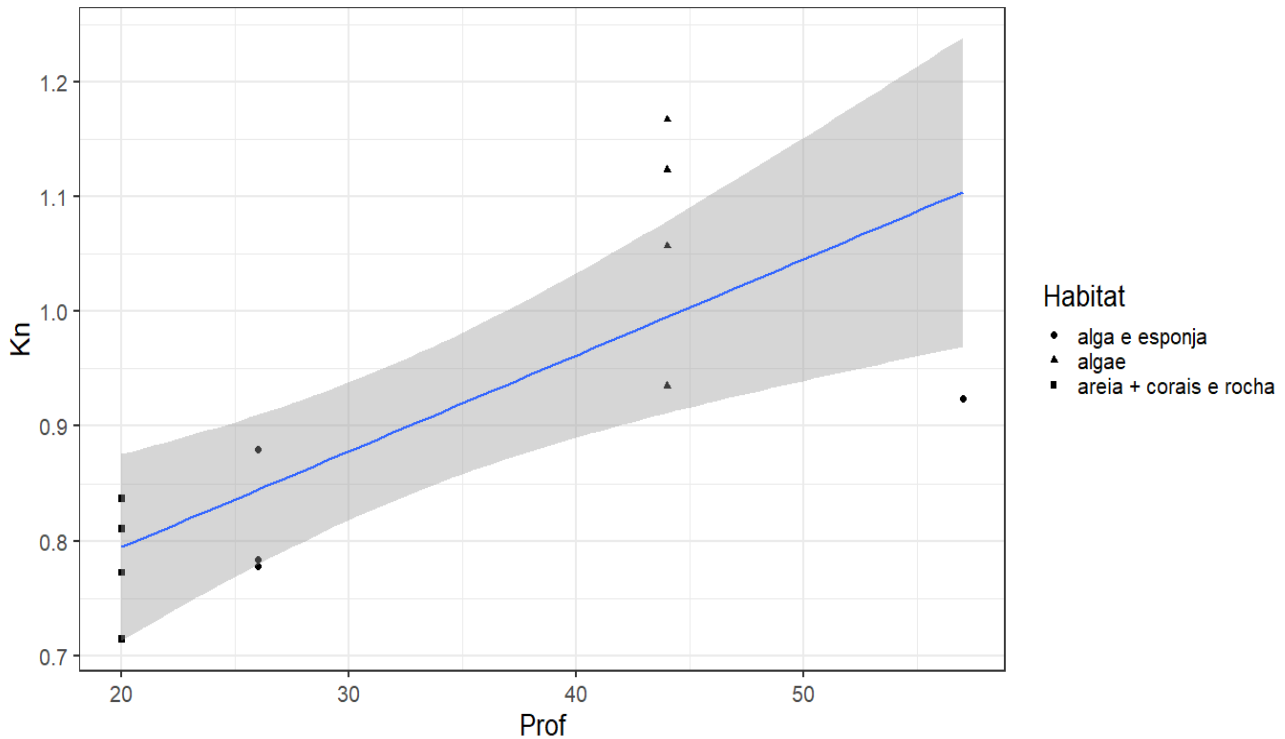


Figura 8. Relação entre o fator de condição (Kn) e a profundidade em que se encontraram os indivíduos, para a espécie *A. quadricornis*

Tabela 9: Teste de Kruskal-Wallis para Kn dos habitats da espécie *A. quadricornis*.

Teste de Kruskal Kn ~ Prof, dados = sp2 [*A. quadricornis*]

teste de soma de classificação Kruskal-Wallis

dados: Kn x Prof

Kruskal-Wallis qui-quadrado = 8,9802 df = 3 p-valor = 0.02956

Tabela 10: Teste de Dunn com correção de Bonferroni para relação Kn – Profundidade para a espécie *A. quadricornis*.

Teste de Dunn Kn ~ Prof, dados = sp2 [*A. quadricornis*], método de ajuste de p = "bonferroni"

quadros de dados: 6 x 9

.y.	grupo1	grupo2	n1	n2	estatistico	p	p.ajustado	p.aj.signif
<chr>	<chr>	<chr>	<int>	<int>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1 Kn	20	26	5	3	0.281	0.778	1	ns
2 Kn	20	44	5	4	2.79	0.00520	0.0312	*
3 Kn	20	57	5	1	1.13	0.261	1	ns
4 Kn	26	44	3	4	2.19	0.0289	0.173	ns
5 Kn	26	57	3	1	0.889	0.374	1	ns
6 Kn	44	57	4	1	-0,574	0.566	1	ns

Lactophrys trigonus:

No caso de *L. trigonus*, o habitat rico em algas apresentou um maior kn, assim como maior amplitude para o mesmo (Figura 9). Sendo encontrado este tipo de habitat em duas profundidades diferentes: 15 m e 44 m de profundidade. Testes de Kruskal-wallis e de Dunn com correção de Bonferroni, foram feitos para averiguar os efeitos dos habitats (tabelas 11) e da profundidade (tabelas 12) no Kn da espécie. A média do Kn diminui à medida que a profundidade aumenta, sendo visto na figura 10.

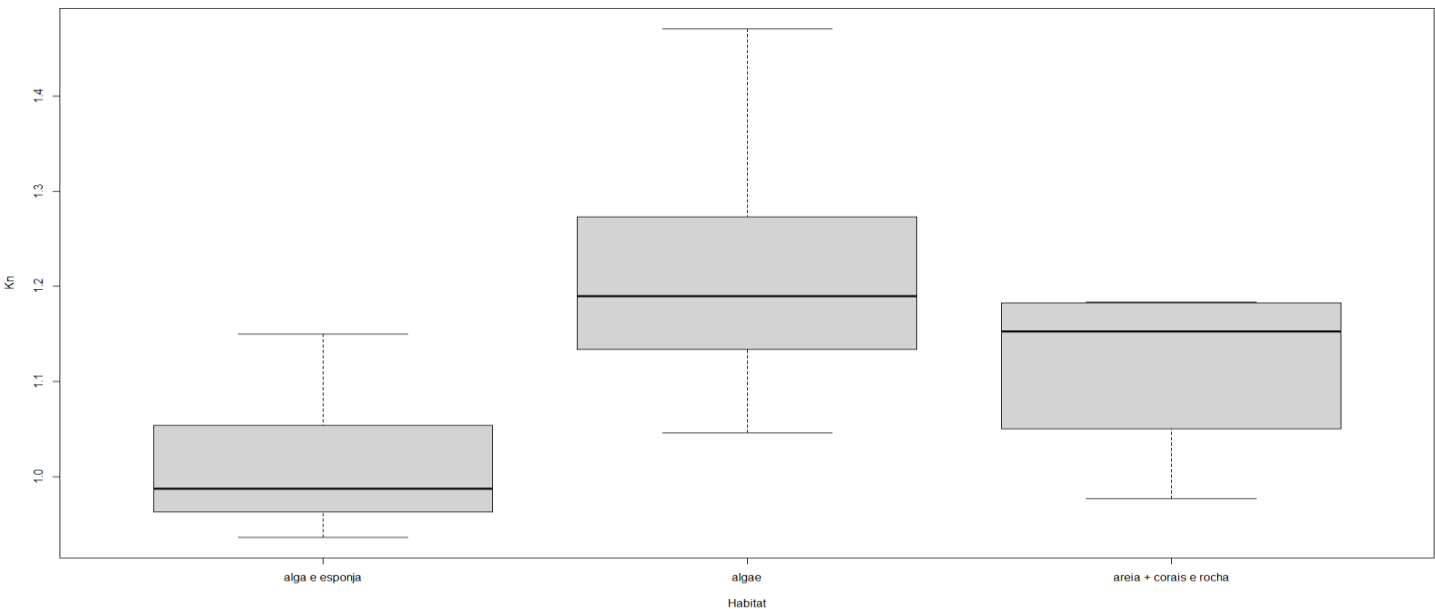


Figura 9. Relação entre o fator de condição e a profundidade, para a espécie *L. trigonus*

Tabela 11: Teste de Kruskal-Wallis para Kn dos habitats da espécie *L. trigonus*.

kruskal.test	Kn ~ Habitat, dados = sp3 [<i>L. trigonus</i>]
--------------	--

Kruskal-Wallis teste de soma de classificação

dado: Kn por Habitat

Kruskal-Wallis qui-quadrado = 5.6608 df = 2 p-valor = 0.05899

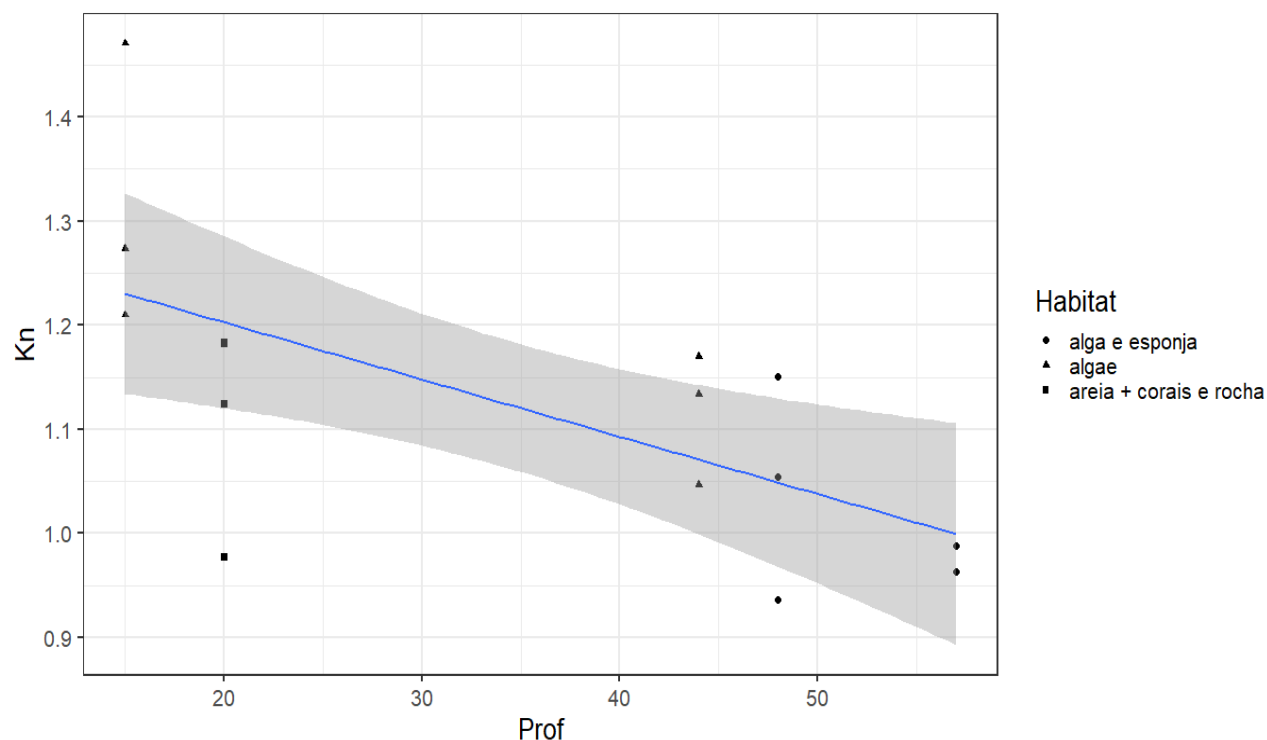


Figura 12. Relação entre o fator de condição (Kn) e a profundidade em que se encontraram os indivíduos, para a espécie *L. trigonus*.

Tabela 12: Teste de Kruskal-Wallis para Kn das profundidades para espécie *L. trigonus*.

Teste de Kruskal Kn ~ Prof, dados = sp3 [*L. trigonus*]

teste de soma de classificação Kruskal-Wallis

dados: Kn x Prof

Kruskal-Wallis qui-quadrado = 8,9958 df = 4 p-valor = 0.0612

De maneira geral, há uma clara relação entre Kn e a profundidade, sendo negativa para duas espécies (*A. Polygonius* e *L. trigonus*) e positiva para outra (*A. quadricornis*), sendo esta relação dependente também doutras características, como o habitat (com suas próprias variáveis ambientais) e o quão bem o peixe está adaptado a ele. Isto pode ser visto na diferença de

tendências das espécies. Comparativamente, a espécie *A. quadricornis*, apresenta um aparente aumento de kn à medida que a profundidade aumenta (figuras 8, 10, 12).

4 – ANÁLISES MULTIVARIADAS:

Para melhor entender a relação entre os indivíduos e cada espécie, foram feitas análises estatísticas das espécies e como visto nas figuras 13 e 14, indicam três principais grupos (obtido na análise de cluster), sendo um formado pelas 2 espécies do gênero *Acanthostracion* (*A. polygonius* e *A. quadricornis*), um segundo grupo de indivíduos mistos e um grupo dominado por indivíduos da espécie *L. trigonus*.

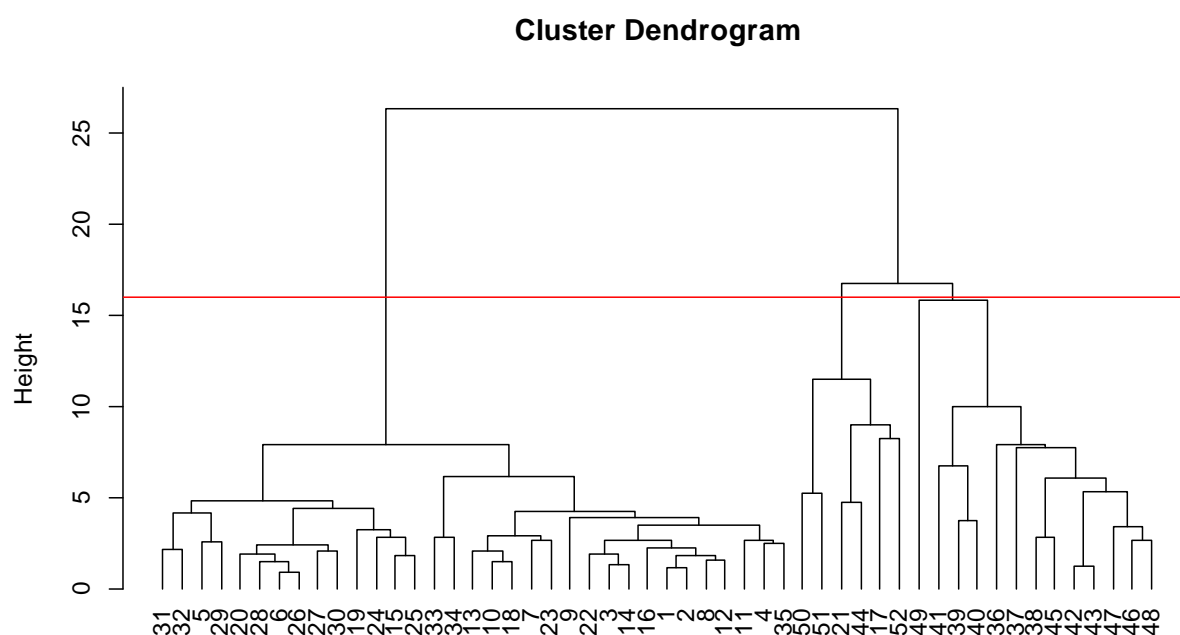


Figura 13: Dendrograma representando a análise de cluster baseada nas distâncias euclidianas entre as relações morfométricas. A linha vermelha representa o corte aplicado e representado na Figura 14, do MDS.

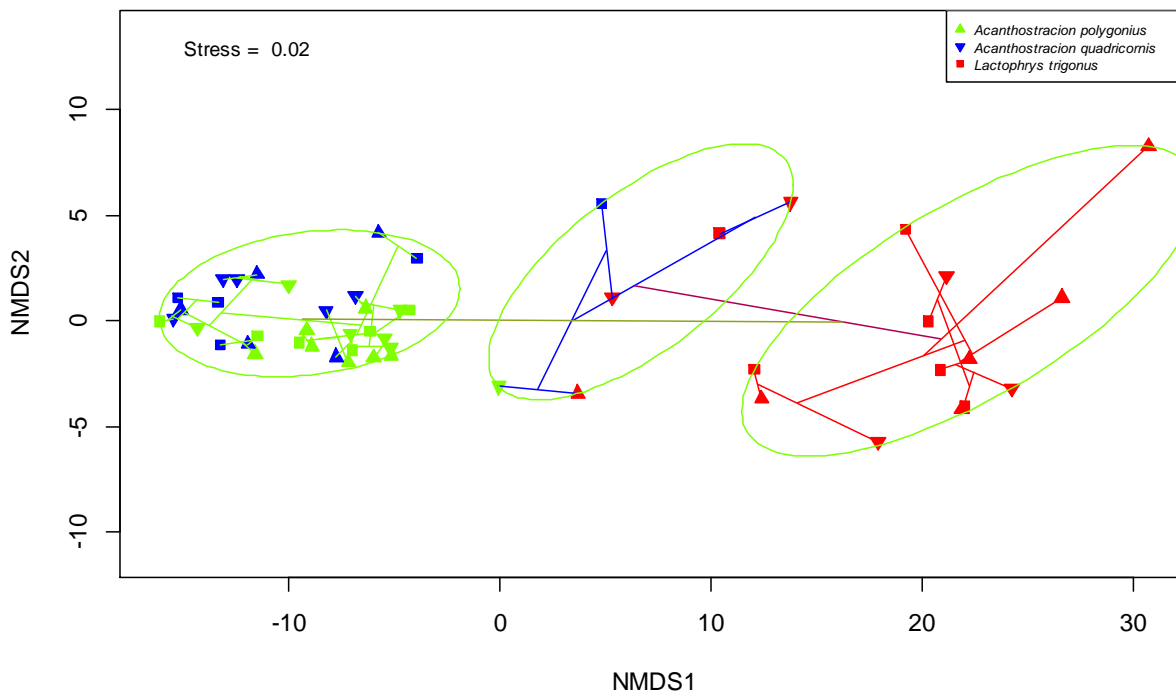


Figura 14: nMDS de distância euclidiana levando em conta as medidas morfométricas.

As características morfológicas interespecíficas mostraram diferenças significativas ($p = 0,02$) (Tabela 13). Consideradas individualmente cada espécie foi significativamente diferente uma da outra (Tabela 14 e Figura 15).

Tabela 13: ANOSIM - Teste de dissimilaridade entre as formas das espécies.

ANOSIM	
Dissimilaridade:	euclidiana
R estatístico:	0.4896
Significância:	0.001
Permutação:	livre
Número de permutações:	9999

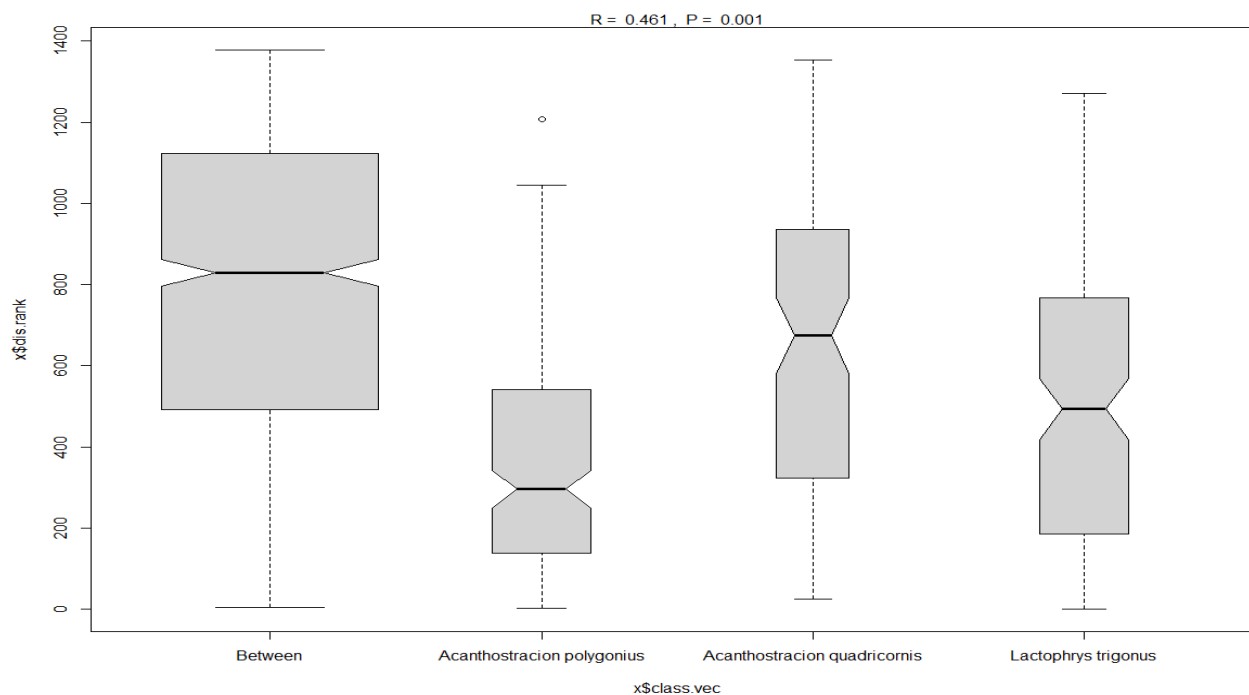


Figura 15: plot de análise de dissimilaridade entre as formas das espécies.

Tabela 14: Test pairwise 'postHocs' ANOSIM com correção método Bonferroni entre espécies

(medidas morf, Espécies, método de corr. = "bonferroni")				
combinações		R	valor P.	valor P. corrigido
1	<i>Acanthostracion polygonius</i> <-> <i>Acanthostracion quadricornis</i>	0.15	0.009	0.027
2	<i>Acanthostracion polygonius</i> <-> <i>Lactophrys trigonus</i>	0.71	0.001	0.003
3	<i>Acanthostracion quadricornis</i> <-> <i>Lactophrys trigonus</i>	0.50	0.001	0.003

Tabela 15: Análise de variância permutacional multivariada PERMANOVA sobre efeito dos habitats na forma corporal das espécies estudadas.

Permutação:	livre					
Número de permutações:	9999					
Termos adicionados sequencialmente	(do primeiro ao último)					
	Df	SomadosQdrs	MédiaQdrs	Modelo F	R2	Pr(>F)
Habitat	3	0.007474	0.002491	19.112	0.10476	0.085
Residuais	49	0.063869	0.001303		0.89524	
Total	52	0.071343				1

Tabela 16: Análise de variância permutacional multivariada PERMANOVA – importância estatística da profundidade.

Permutação:	livre					
Número de permutações:	9999					
Termos adicionados sequencialmente	(do primeiro ao último)					
	Df	SomadosQdrs	MédiaQdrs	Modelo F	R2	Pr(>F)
Depth	1	0.001403	0.0014031	10.231	0.01967	0.338
Residuais	51	0.069940	0.0013714		0.98033	
Total	52	0.071343			1	

Tabela 17 Adonis – importância estatística da Salinidade.

Permutação:	livre					
Número de permutações:	9999					
Termos adicionados sequencialmente	(do primeiro ao último)					
	Df	SomadosQdrs	MédiaQdrs	Modelo F	R2	Pr(>F)
Salinidade	1	0.003275	0.0032748	24.537	0.0459	0.093
Residuais	51	0.068068	0.0013347		0.9541	
Total	52	0.071343			1	

Tabela 18: Adonis– importância estatística do Oxigênio.

Permutação:	livre					
Número de permutações:	9999					
Termos adicionados sequencialmente	(do primeiro ao último)					
	Df	SomadosQdrs	MédiaQdrs	Modelo F.	R2	Pr(>F)
Oxigênio	1	0.006211	0.0062112	48.635	0.08706	0.015 *
Residuais	51	0.065132	0.0012771		0.91294	
Total	52	0.071343			1	

Tabela 19: Adonis – importância estatística da Temperatura.

Permutação:	livre					
Número de permutações:	9999					
Termos adicionados sequencialmente (do primeiro ao último)						
	Df	SomadosQdrs	MédiaQdrs	Modelo F	R2	Pr(>F)
Temperatura	1	0.000916	0.00091575	0.66314	0.01284	0.566
Residuais	51	0.070427	0.00138092		0.98716	
Total	52	0.071343			1	

DISCUSSÃO:

Os peixes deste estudo pertencem todos à mesma família (ostraciidae), entretanto são de gêneros diferentes (*Acanthostracion* e *Lactophrys*). Apesar desta separação, as três espécies têm muitas características em comum, incluindo as suas morfologias. Todas as três espécies vivem em águas salgadas e em ambientes recifais, assim como se alimentam basicamente das mesmas presas, vivem em profundidades não muito diferentes e coexistem todas em praticamente os mesmos tipos de habitats.

A hipótese original deste estudo se apoiava na ideia de que estes animais eram tão semelhantes morfológicamente e tão próximos em seus gêneros, que não haveria diferenças significativas entre elas. No entanto, resultados vindos de modelos estatísticos mostraram que há diferenças morfológicas entre as espécies. A outra hipótese que fora testada é a que fatores ambientais, como a profundidade, e o tipo de habitat em que se encontraram os indivíduos tem relação significativa com o formato do corpo desses peixes, uma vez que o tipo de habitat preferido de cada espécie e as suas condições ambientais são muitas vezes fatores importantes para as espécies, pois podem também podem afetar a forma de seus corpos (Shuai et al, 2018; Knouft, J.H. 2003), agindo como agentes, influenciando na adaptação dos seres, afetando o desenvolvimento corporal, que levará a alterações morfométricas. Contudo os baixos p-valores trazidos por testes Kruskal-Wallis e o pequeno desvio padrão encontrado entre as medidas dos indivíduos de diferentes habitats e a média de cada espécie torna isto pouco provável com os dados utilizados.

No geral não há uma clara relação positiva entre o fator de bem-estar (Kn) e a profundidade. Para as espécies *A. polygonius* e *L. trigonus*, foi negativa, diminuindo à medida que a profundidade aumenta, enquanto a relação se inverte no caso da espécie *A. quadricornis*. Apesar dos p-valores dos testes também indicarem ser pouco significativo. Fatores ambientais, junto com a profundidade, provavelmente não têm muito efeito na forma desses animais porque não há nenhum gradiente de distribuição dos habitats de acordo com a profundidade. Habitats iguais foram encontrados em diferentes profundidades, assim como habitats diferentes em profundidades semelhantes. Além do tipo de habitat preferido destes peixes, como aqueles que são ricos em algas

e idem para os de recifes de corais com esponjas (ambos onde suas presas se encontram), geralmente não estão em grandes profundidades.

Todas as três espécies coexistem nos mesmos tipos de habitat, exceto naquele dominado por areia, pois neste, somente a espécie *A. Polygonius* foi encontrada. Uma possível explicação para tal fato, sendo essa uma espécie de peixe com o hábito de vasculhar o solo arenoso a procura de pequenas presas, como invertebrados sésseis, dos quais se alimenta (Williams, D. E., & Bright, A. J., 2013) e que vivem entre a areia, as rochas e corais (Randall, 2004; Bakus, 1966), seres como os tunicados, gorgônias e anêmonas. Entretanto, mesmo com algumas diferenças de hábitos alimentares entre as espécies, peixes-caixa são animais bênticos, e se alimentam tanto da vegetação marinha ao redor deles, quanto dos pequenos invertebrados, que se escondem e vivem nela (talvez a razão pela qual o kn foi maior, na média, nos habitats com alga), apesar do habitat que apresenta o maior número de indivíduos das espécies ser do tipo Alga + esponja, possivelmente pelo fato das três espécies se alimentarem das mesmas coisas e ter mais dum só tipo de alimento disponível.

Considerando o tamanho amostral, assim como a análise de variância (ANOVA) informando apenas se existem diferenças entre grupos, mas sem identificar quais são os grupos diferentes, e o risco de se cometerem erros de estatística, foi-se feito o teste de Kruskal-Wallis, e, para uma melhor compreensão das relações, utilizou-se do Teste de Dunn com correção de Bonferroni. Este comparou os mesmos dados dos anteriores, mas com comparações diretas entre as espécies, permutando as comparações e retornando com correções sobre os valores dados anteriormente, mostrando onde se encontram as diferenças que foram detectadas, mas que não foram especificadas.

Além deste, fez-se uso de teste nMDS, e este mostrou haver três grupos distintos dentre os indivíduos capturados. Um deles, o principal, sendo composto pelas espécies do gênero *Acanthostracion*, e dois menores, um deles sendo misto, contendo indivíduos das três espécies, e um terceiro só com *L. trigonus*, indicando haver variância tanto entre espécies quanto de forma intraespecífica (apesar de haver maior semelhança entre aqueles do mesmo gênero, graças a processos evolutivos).

Tanto os testes de variância (Kruskal-Wallis, Dunn e correção de Bonferroni), quanto de similaridade comprovam que realmente há diferenças e quais são, entre as espécies. A única variável que foi observada ser estatisticamente importante para explicar maior parte do modelo, de forma clara, foi na categoria "espécie". Se fatores exteriores tais como os fatores ambientais e abióticos como a temperatura da água, a salinidade ou a profundidade, não corroboram estatisticamente para explicarem satisfatoriamente a maior parte do modelo estatístico do desenvolvimento dos animais estudados, é possível que haja algum outro fator ou mecanismo influenciando na sua biologia e fazendo a diferença.

Em suma: As três espécies se encontram em habitats e locais semelhantes, muitas vezes coexistindo juntas, pois são peixes que vivem próximo a recifes de coral, sendo este um local propício a encontrar suas presas (especialmente em habitats ricos em algas): pequenos invertebrados e plantas marinhas. A única exceção quanto à distribuição por habitat sendo aquela com solo rico em areia, pois neste fora encontrado somente a espécie *Acanthostracion polygonius*, cuja espécie tem como hábito revirar a areia em busca de alimento. As três espécies pertencem à mesma família, mas são de gêneros diferentes, e apesar da hipótese original (H0) de não haver diferenças morfométricas significativas entre as espécies, graças a métodos estatísticos e de correção, fora encontrado o contrário, com os indivíduos capturados sendo separados em três

grupos. Usando distanciamento não métrico, as espécies do mesmo gênero (*Acanthostracion*) são muito mais próximas entre si do que do gênero *Lactophrys*, com as características morfológicas seguindo um padrão evolutivo, podendo ser influenciados pelo habitat em certo nível, apesar de estatisticamente explicar uma parte menor do modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALBOUY, C., GUILHAUMON, F., VILLÉGER, S., MOUCHET1, M., MERCIER, L., CULIOLI, J. M., TOMASINI, J. A., LE LOC'H, F., MOUILLOT, D. **Predicting trophic guild and diet overlap from functional traits: statistics, opportunities and limitations for marine ecology. Marine Ecology Progress Series (MEPS)**, v. 436, pp 17-28, 31, AGO, 2011.

ANDRIALOVANIRINA, N. et al. A powerful method for measuring fish size of small-scale fishery catches using ImageJ. **Fisheries Research**, Tulear bay (Madagascar), v. 223, 29, NOV, 2019

BAKUS, G. J. Some Relationships of Fishes to Benthic Organisms on Coral Reefs. **Nature**, v. 210, n. 5033, pp. 280–284, 01, ABR, 1966.

BAYHAN, B.; KARA, A. Length-Weight and Length-Length Relationships of the *Salema Sarpa* salpa (Linnaeus. 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea of Turkey). **Pakistan Journal of Zoology**. Bornova (Turquia), v. 47, n. 4, pp. 1141-1146, 2015.

BERTRAN, M. FEITOZA; RICARDO S. ROSA; AND LUIZ A. ROCHA. Coral reef paper ecology and zoogeography of deep reef fishes in northeastern Brazil. **Bulletin of marine science**, Miami, v. 76, n. 3, pp. 725–742, 01, MAI, 2005.

BESTER – Cathleen - Florida Museum, Scrawled cowfish – 2018- Disponível em:<
[https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/acanthostracion-](https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/acanthostracion-quadricornis)
quadricornis

<https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/acanthostracion-quadricornis>>

CASPERS, H.; RICKER W.E. (Editor). Methods for assessment of fish production in freshwaters. Oxford and Edinborough (Inglaterra), **Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie**, v. 54, n. 3, pp. 470–471, 1968.

- CLARO, R., GARCÍA-ARTEAGA, J.P. Ecología de los peces marinos de Cuba. **Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo**, Quintana Roo (México), pp. 187-262, 1994.
- COSTA, A. et al. Intoxicação Alimentar por Ciguatera, **Medicina Interna**, Lisboa (Portugal), v. 24 n.1, pp. 30-32, MAR, 2017.
- COSTA, T. L.; PENNINO, M.G.; MENDES LF. Identifying ecological barriers in marine environment: The case study of *Dasyatis marianae*. **Marine Environmental Research**; v. 125, pp. 1-9, ABR, 2017.
- RIBEIRO, C.; MOREIRA, R. Fatores ambientais e reprodução dos peixes - Environmental factors and fish reproduction. **Revista da Biologia**. Cidade Universitária - SP (Brazil), v. 8 (Especial mudanças ambientais), pp. 58-61, 21, JUN, 2012.
- BOYLAN, D.; SCHEUER, P. Pahutoxin: A Fish Poison, **Science**. V. 155, n. 3758, pp. 52-56, 06, JAN, 1967.
- ALBOUY, C., GUILHAUMON, F., VILLÉGER, S., MOUCHET¹, M., MERCIER, L., CULIOLI, J. M., TOMASINI, J. A., LE LOC'H, F., MOUILLOT, D. **Predicting trophic guild and diet overlap from functional traits: statistics, opportunities and limitations for marine ecology**. Marine Ecology Progress Series (MEPS), v. 436, pp 17-28, 31, AGO, 2011.
- ANDRIALOVANIRINA, N. et al. **A powerful method for measuring fish size of small-scale fishery catches using ImageJ**. Fisheries Research, Tulear bay (Madagascar), v. 223, 29, NOV, 2019
- BAKUS, G. J. **Some Relationships of Fishes to Benthic Organisms on Coral Reefs**. Nature, v. 210, n. 5033, pp. 280–284, 01, ABR, 1966.
- BAYHAN, B.; KARA, A. **Length-Weight and Length-Length Relationships of the Salema *Sarpa salpa* (Linnaeus. 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea of Turkey)**. Pakistan Journal of Zoology/Pakistan Journal of Zoology. Bornova (Turquia), v. 47, n. 4, pp. 1141-1146, 2015.

- BERTRAN, M. F.; RICARDO S. R.; AND L. A. ROCHA. **Coral reef paper ecology and zoogeography of deep reef fishes in northeastern Brazil**. Bulletin of marine science, Miami, v. 76, n. 3, pp. 725–742, 01, MAI, 2005.
- BESTER – Cathleen - Florida Museum, Scrawled cowfish – 2018- Disponível em:< <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/acanthostracion-quadricornis>>
- BOYLAN B. D.; SCHEUER J. P. Pahutoxin: A Fish Poison, **Science**. V. 155, n. 3758, pp. 52-56, 06, JAN, 1967.
- CASPERS, H.; RICKER W.E. (*Editor*). **Methods for assessment of fish production in freshwaters**. Oxford and Edinborough (Inglaterra), Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie, v. 54, n. 3, pp. 470–471, 1968.
- CLARO, R., GARCÍA-ARTEAGA, J.P. **Ecología de los peces marinos de Cuba**. Quintana Roo (México), pp. 187-262, 1994.
- COSTA, A. I. et al. **Intoxicação Alimentar por Ciguatera**, Medicina Interna, Lisboa (Portugal), v. 24 n.1, pp. 30-32, MAR, 2017.
- COSTA, T. L.; PENNINO, M. G.; MENDES L. F. **Identifying ecological barriers in marine environment: The case study of *Dasyatis marianae***. Marine Environmental Research; v. 125, pp. 1-9, ABR, 2017.
- DAVID, O. A.; DAVID, N. W.; RICHARD, W S. Ciguatera in the Eastern Caribbean. **Marine Fisheries Review**, U.S. Government Printing Office, v. 46, n. 1, pp. 13-18, JAN, 1984.
- EDUARDO, N. L. Diversidade, distribuição e abundância da ictiofauna demersal do nordeste do Brasil. 2017. Tese (mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.
- EDUARDO, N. L. et al. **Identifying key habitat and spatial patterns of fish biodiversity in the tropical Brazilian continental shelf**. Brasil. Cont. Shelf Research. AGO, 2018; v. 166: pp. 108-118.

EVERTON, G. T. et al. **Spatial patterns in planktonic cnidarian distribution in the western boundary current system of the tropical South Atlantic Ocean**, Journal of Plankton Research. FEV, 2021; v. 43, n. 2: pp. 270-287.

FIGUEIREDO, G. G. A. A. Análise integrada dos espectros de tamanhos e assinaturas isotópicas da comunidade zooplancônica ao largo do nordeste do Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

FROESE R. **Cube law, condition factor and weight-length relationship: History, Meta-analysis and recommendations**. Berlin (Alemanha) Journal of Applied Ichthyology. V. 22, n. 4, pp. 241–253, 07, JUL, 2006.

FROESE, R., BINOHLAN, C. **Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruiting fishes with a simple method to evaluate length frequency data**. Journal of Fish Biology. Makati city (Filipinas) v. 56, n. 4, pp. 758–773, 01, ABR, 2000.

GERALDINO. C. F. G. **Uma definição de meio ambiente**. GEOUSP – Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 18, n. 2, pp. 403-415, 20, SET, 2014

GURJÃO, L. M. D.; LOTUFO, T. M. D. C. **The importance of Ceará state to the brazilian marine ornamental fish exports**. Arquivos de Ciências Do Mar. Fortaleza (Brasil), v. 51, n. 1, pp. 75 – 92, 13, SET, 2018.

HERMINIE, P. P. et al. **Length-weight relationship of marine fishes from Palawan. Philippines**. The Palawan Scientist, Puerto Princesa City (Canada), v. 10, n. 1, pp. 17 – 28, 19, MAR, 2018.

HOVE, J. R. et al. **Boxfishes (Teleostei: Ostraciidae) as a model system for fishes swimming with many fins: kinematics**. J. Exp. Biol, v. 204, n. 8, pp. 1459-71, ABR, 2001.

HILBORN, R.; WALTERS, C. J. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. n.3. London: Kluwer academic publishers. 2001.

JOHN, E. R. **Food Habits of Reef Fishes of the West Indies**. Study of Tropical Oceanography. Hawaii (Honolulu), v. 5 pp. 665-847, 1967.

KARNA, S. K.; SURESH, V. R.; MUKHERJEE, M.; MANNA, R. K. Length–weight and Length-length relations of four fish species from the Chilika Lake, East coast of India. *Journal of applied ichthyology*, Barrackpore (Índia), v. 34, n. 1, pp. 224-226, 16, NOV, 2017

KARR, J. R. e F. C. James. **Ecomorphological configurations and convergent evolution in species and communities**. *Ecology and Evolution of Communities* Cambridge: Belknap Press. ed. M. L. Cody and J. M. Diamond, pp. 258 – 291, 1975.

KING M. **Fisheries biology, Assessment and management**. Segunda edição. Oxford. Fishing News Books, a division of Blackwell Publishing Company, pp. 79–192, 1995

KNOUFT, J.H. **Convergence, divergence, and the effect of congeners on body size ratios in stream fishes**. *Evolution*, V. 5. pp. 2374–2383, 2003.

LE CREN, E.D. **The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch (*Perca fluviatilis*)**. *Journal of Animal Ecology*. Ambleside (Inglaterra), v. 20, n. 2, pp. 201–219, NOV, 1951.

LIESKE, E.; MYERS R. **Collins pocket guide: Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea**. Edição revisada. Princeton (EUA) Haper Collins Publishers, pp. 400, 1994.

LUIS SANTOS SAMPAIO, C.; Carvalho Nottingham, M. **Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros: Espécies marinhas– volume I**. Brasilia: Ibama MMA, 2008.

MACHADO, Fabiola Seabra et al. **Length-weight and length-length relationships for rockpool fishes on the Brazilian coast**. *Biota Neotropica*. Campinas (Brasil), v. 17, n. 3, pp. 1-6, 21, AUG, 2017.

MACPHERSON, E.; DUARTE, C. **Bathymetric trends in demersal fish size - Is there a general relationship?**. *Marine Ecology Progress Series*. Barcelona, V. 71. pp. 103-112. 01, ABR, 1991.

MATSUI, T., OHTSUKA, Y., SAKAI, K. **Recent advances in tetrodotxin research**. *Yakugaku Zasshi*, journal of the Pharmaceutical Society of Japan. Tokyo (Japão). v. 120, n. 10, pp. 825-837, 01, NOV, 2000.

MATSUURA, K. **Bony Fishes OSTRACIIDAE Boxfishes (trunkfishes. cowfishes)**. National Science Museum, Tokyo (Japan). 2013.

MATSUURA, K. **Taxonomy and systematics of tetraodontiform fishes: a review focusing primarily on progress in the period from 1980 to 2014**. Ichthyol Research, Tsukuba (Japan), v. 62(1), pp. 72–113, 11, NOV, 2014.

MENG, Y., et al. **Length-length and length-weight relationships for four fish species from Naolihe National Nature Reserve Heilongjiang, China**. Harbin (China), Journal of applied ichthyology. v. 34, n. 4, pp. 995-996, 28, JAN, 2018.

Mercado de peixes ornamentais movimentada US\$ 10,5 mi por ano - 2014 - Disponível em: <<https://www.terra.com.br/economia/vida-de-empresario/mercado-de-peixes-ornamentais-movimentada-us-105-mi-por-ano,39fe4e8cdd61a410VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>>

MONACO, M.E., et al. **National Summary of NOAA's Shallow-water Benthic Habitat Mapping of U.S. Coral Reef Ecosystems**. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 122. Silver Spring, MD. pp. 83 AGO, 2012.

MONTEIRO-NETO, C., CUNHA, F. E. D. A., NOTTINGHAM, M. C., ARAÚJO, M. E., ROSA, I. L., & BARROS, G. M. L. **Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State, northeast Brazil**. Biodiversity & Conservation, v. 12, n. 6, pp. 1287-1295, JUN, 2003.

MOYER, J. T. **Social organization and reproductive behavior of ostraciid fishes from Japan and the western Atlantic Ocean**. Journal of Ethology, Miyake-jima, Izu Islands (Japão), v. 2, n. 2, pp. 85-98. DEC, 1984.

MUIR, A.M. VECSEI, P. KRUEGER, C.C. **A perspective on perspectives: Methods to reduce variation in shape analysis of digital images**. Transactions of the American Fisheries Society, Philadelphia (EUA), v. 141, n. 4, pp. 1161-1170, 16, JUL, 2012

NOLÉ, L. E.; FRÉDOU, T.; LIRA, A. S.; FERREIRA, B. P.; BERTRAND, A.; MÉNARD, F.; FRÉDOU, F. L., Identifying key habitat and spatial patterns of fish biodiversity in the tropical Brazilian continental shelf. **Continental Shelf Research**. V. 166, pp. 108-118, 02, JUL, 2018.

Peixes ornamentais, mercado no Brasil e no mundo – 2019 – Disponível em: <<https://marsemfm.com.br/peixes-ornamentais-mercado-no-brasil-e-no-mundo/>>

PEIXOTO, U. I.; MESQUITA, E. M. C.; FILHO, A. S. M.; ISAAC, V. J. The weight-length relationship of fish species found in the tidal creeks of the Amazon estuary, northern Brazil. **Journal of applied ichthyology**, v. 34, n. 1-2, pp. 1183-1185, 12, FEV, 2018.

PINTO, M. F.; DA SILVA MOURÃO, J.; ALVES, R. R. N. Ethnotaxonomical considerations and usage of ichthyofauna in a fishing community in Ceará State, Northeast Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, pp. 1 – 11, v. 9, n. 17, 08, MAR, 2013.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. <https://www.R-project.org>;

RANDALL, J.E., Caribbean reef fishes. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. Hong Kong. pp. 368, 3a ed, 1996.

RIBEIRO DA SILVA, C.; MOREIRA GUIMARÃES R. Fatores ambientais e reprodução dos peixes - Environmental factors and fish reproduction. **Revista da Biologia**. Cidade Universitária - SP (Brazil), v. 8 (Especial mudanças ambientais), pp. 58-61, 21, JUN, 2012.

RIEDEL, R., CASKEY, L. M., HURLBERT, S. H. **Length-weight relations and growth rates of dominant fishes of the Salton Sea: implications for predation by fish-eating birds.** Lake and Reservoir Management. San Diego (EUA), v. 23, n. 5, pp. 528-535, 01, DEC, 2007.

ROCHA, Luiz A.; ROSA, Ierecê L.; ROSA, Ricardo S., **Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil.** Rev. Bras. Zool., Curitiba (Brasil), v. 15, n. 2, pp. 553-566, 1998.

ROSLI, Nor Aziella Mohd., MANSOR, Mat Isa. **Length-weight and Length-length Relationship of Longsnouted Catfish, Plicofollis argyropleuron (Valenciennes, 1840) in the Northern Part of Peninsular Malaysia.** Tropical life sciences research, v. 23, n. 2, pp. 59-65, 2012.

SAMPAIO, C.; NOTTINGHAM, M. **Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros: Espécies marinhas.** Volume 1. Brasília: Ibama MMA, 2008.

SANTOS – ELISÂNGELA - Brasil é 13º na exportação de peixes ornamentais. EMBRAPA - . Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37829679/brasil-e-13-na-exportacao-de-peixes-ornamentais>>

SHINGLETON, A. W., **Allometry: The Study of Biological Scaling**. Nature Education Knowledge. East Lansing (EUA), v. 3 , n. 10, pp. 2, 2010.

SHUAI, F. et al. **Habitat effects on intra-species variation in functional morphology: Evidence from freshwater fish**. Ecology and Evolution, V. 8, n. 22, pp. 10902–10913, 2018

SILVA-JÚNIOR, C.A.B.; MÉRIGOT, B; LUCENA-FREDOU, F.; FERREIRA. B.P.; COXEY, M.S.; REZENDE, S.M.; FRÉDOU, T. **Functional diversity of fish in tropical estuaries: A traits-based approach of communities in Pernambuco, Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, V. 198, Part B, pp. 413-420, NOV, 2017.

SPRINGER, D. **The Conservation of Habitat and Landscape**. Conservation Biology. pp. 279-311, 2008.

TEXEIRA, Simone Ferreira. **Biologia: zoologia vertebrados**. Nead – UPE, 2a edição, pp. 17-30, 2013.

THOMSON, D. A. **Ostracitoxin: An Ichthyotoxic Stress Secretion of the Boxfish, Ostracion lentiginous**. Science. Tucson (EUA), v. 146, n. 3641, pp. 244–245, 09 OUT, 1964.

TYLER, J. C.; FISCHER, W., **Ostraciidae, FAO species identification sheets for fishery purposes: Western Central Atlantic (Fishing Area 31)**, Rome, v. 5, 1978.

TYLER, J.C.; FISCHER W. **Ostraciidae, FAO species identification sheets for fishery purposes. West Atlantic (Fishing Area 31)**. Rome, v. 3, 1978.

WILLIAMS, D. E.; BRIGHT, A. J. **White rings on the threatened coral, *Acropora palmata*, associated with foraging activity of the honeycomb cowfish, *Acanthostracion polygonius* (Ostraciidae)**. Coral Reefs, v. 32, n. 3, pp. 651–651, 01, SEP, 2013

WoRMS (World Register of Marine Species) Taxon details *Acanthostracion quadricornis* (Linnaeus, 1758) – 2005 – disponible em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=158920#distributions>>

WoRMS (World Register of Marine Species) Taxon details *Acanthostracion polygonius* (Poey, 1876) – 2005 - disponible em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=158919#distributions>>

WoRMS (World Register of Marine Species) Taxon details *Lactophrys trigonus* (Linnaeus, 1758) – 2005 - disponible em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=158931#distributions>>