



**Universidade Federal de Uberlândia
Pós-graduação em Ecologia, Conservação e
Biodiversidade
Instituto de Biologia**

**Reversão sexual em peixes Acanthomorpha: distribuição espacial
e relacional entre as comunidades**

Amanda Costa

2022

Amanda Costa

**Reversão sexual em peixes Acanthomorpha: distribuição espacial
e relacional entre as comunidades**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Uberlândia, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Ecologia,
Conservação e Biodiversidade.

Orientador
Prof. Dr. Victor Alberto Tagliacollo

Uberlândia
Agosto – 2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C837 2022	<p>Costa, Amanda, 1990- Reversão sexual em peixes Acanthomorpha: [recurso eletrônico] : distribuição espacial e relacional entre as comunidades / Amanda Costa. - 2022.</p> <p>Orientador: Victor Alberto Tagliacollo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.370 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Ecologia. I. Tagliacollo, Victor Alberto, 1985-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 574</p>
--------------	---



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e
 Biodiversidade

Av. Pará, 1720, Bloco 2D, Sala 26 - Bairro Umarama, Uberlândia-MG, CEP 38405-320
 Telefone: (34) 3225-8641 - www.pggeco.ib.ufu.br - ecologia@umarama.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ecologia, Conservação e Biodiversidade				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 325, PPGECB				
Data:	trinta de novembro de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	09:30	Hora de encerramento:	12:50
Matrícula do Discente:	12012ECR009				
Nome do Discente:	Amanda Costa				
Título do Trabalho:	Reversão sexual em peixes Acanthomorpha: distribuição espacial e relacional entre as comunidades				
Área de concentração:	Ecologia				
Linha de pesquisa:	Ecologia animal				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Diversidade de peixes neotropicais				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade assim composta pelos doutores: Natalia Mundim Torres - INBIO/UFU; Mayara Pereira Neves - Rice University e Victor Alberto Tagliacollo - INBIO/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Victor Alberto Tagliacollo, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público e concedeu ao(à) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

01/12/2022 10:57

SEI/UFU - 4039187 - Ata de Defesa - Pós-Graduação



Documento assinado eletronicamente por **Victor Alberto Tagliacollo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/11/2022, às 12:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Natalia Mundim Torres, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/11/2022, às 12:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mayara Pereira Neves, Usuário Externo**, em 30/11/2022, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4039187** e o código CRC **FF842CE4**.

Referência: Processo nº 23117.081583/2022-73

SEI nº 4039187

DEDICATÓRIA

Dedico esse texto às travestis.
Às que foram, às que são e às que serão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de qualquer forma com minha existência, sobrevivência e resistência neste planeta, me possibilitando estar viva e com as competências necessárias para a realização desta pesquisa. À minha família agradeço pelos genes fortes e pelo ambiente saudável e seguro que me proporcionaram. A todos os meus amigos e conhecidos em geral, agradeço por me manterem subjetivamente viva e forte.

Agradeço à CAPES pelo financiamento, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço também à Universidade Federal de Uberlândia – UFU por todo o apoio.

Agradeço especialmente aos que contribuíram intelectualmente na construção dessa pesquisa e na minha formação. A todos os meus professores e professoras desde o início da minha trajetória, escolar e acadêmica. Eles são meus exemplos e minhas maiores inspirações. Às minhas companheiras e parceiras de trabalho do LIN – Laboratório de Ictiologia Neotropical, Kenia e Gabriela, agradeço ternamente todo o apoio e suporte.

Por fim, agradeço fundamentalmente ao meu orientador, Victor Alberto Tagliacollo. Por toda disposição, empenho, competência, paciência e cuidado que ele generosamente empregou neste trabalho e na minha formação, serei eternamente grata e honrada.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	9
3. METODOLOGIA	9
3.1. Lista de espécies hermafroditas	9
3.2. Habitat e reversões sexuais	10
3.3. Regiões biogeográficas	10
3.4. Estatística descritiva.....	12
3.5. Detecção de comunidades hermafroditas.....	12
4. RESULTADO	13
4.1. Lista de espécies hermafroditas, habitat e reversões sexuais.....	13
4.2. Hermafroditismo e reinos biogeográficos.....	16
4.3. Detecção de comunidades hermafroditas.....	20
5.1. A evolução do hermafroditismo em peixes Acanthomorpha.....	22
5.2. Habitats de acantomorfos hermafroditas	24
5.3. Hermafroditismo e a distribuição em reinos biogeográficos	27
5.4. Estrutura espacial e comunidades de acantomorfos hermafroditas.....	29
7. REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	43
ANEXO A – Compilado de informações taxonômicas, habitats e distribuições geográficas de espécies hermafrodita em Acanthomorpha segundo o <i>Eschmeyer Catalog of Fishes</i> (Fricke et al., 2018).	43
ANEXO B – Informações sobre hermafroditismo síncrono e reversão sexual em acantomorfos sequenciais.	59
ANEXO C – Matriz de presença-ausência com as distribuições de acantomorfos hermafroditas nos reinos biogeográficos segundo FishBase e <i>Eschmeyer Catalog of Fishes</i> (Fricke et al., 2018).	67

RESUMO

Costa, Amanda 2022. Reversão sexual em peixes Acanthomorpha: distribuição espacial e relacional entre as comunidades. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade. UFU. Uberlândia-MG. (81) p.

Pensar em sexo e seus traços fenotípicos associados como algo estático, invariável, é uma mentalidade obsoleta e incoerente com a dinâmica evolutiva envolvendo origens e convergências do hermafroditismo e reversão sexual entre os vertebrados. O hermafroditismo está associado a fatores genéticos e/ou respostas aos estímulos ambientais e sociais, onde a expressão sexual fenotípica ocorre por vias síncronas ou sequenciais. As reversões sexuais são classificadas como protogínicas, protândricas ou bidirecionais seriais. Entre os vertebrados, os peixes teleósteos (clado Actinopterygii) são o único grupo a apresentar a reversão sexual como estratégia evolutiva com múltiplas origens independentes e convergências. Uma linhagem mais inclusiva e diversa dentro de Teleostei é definida pela linhagem Acanthomorpha, que apresenta a maior diversidade de estratégias sexuais entre os vertebrados, incluindo complexos mecanismos de reversão sexual entre os peixes hermafroditas. Este estudo revisa a literatura e explora a distribuição espacial global de peixes ósseos hermafroditas alocados no especioso clado Acanthomorpha apresentando hermafroditismo síncrono ou sequencial em ambientes marinhos e dulcícolas. O propósito foi investigar padrões sobre evolução sexual em vertebrados e a possível influência dos reinos biogeográficos na estruturação das comunidades de hermafroditas. Uma revisão bibliográfica foi conduzida para obter as informações necessárias sobre as espécies hermafroditas de Acanthomorpha, incluindo: a diversidade de espécies válidas, estratégias de reversões sexuais e distribuições geográficas em reinos biogeográficos marinhos e dulcícolas. As informações coletadas foram extraídas da literatura através da busca por artigos, livros e catálogos de museus. As distribuições geográficas das espécies foram inferidas através de dados obtidos de repositórios de metadados disponíveis online. Em posse dos dados, investigou-se a estruturação espacial das comunidades de acantomorfos hermafroditas utilizando a metodologia de *network* (redes de conexões) com diferentes algoritmos de clusterização. Foi elaborada uma lista com 223 espécies hermafroditas, sendo 213 marinhas e 10 dulcícolas. Destas espécies, 26 são hermafroditas síncronos e 197 sequenciais. Entre os hermafroditas sequenciais, 151 são protogínicas, 28 protândricas e 18 bidirecionais seriais. Os acantomorfos hermafroditas estão distribuídos pelo planeta ocorrendo em todos os reinos biogeográficos, exceto na América Subártica. Eles são mais diversos em regiões marinhas tropicais, com extraordinária presença em mares rasos com recifes de corais do Oceano Índico (i.e., regiões Indo-Malaia e Australásia). Existe uma estruturação espacial das comunidades de peixes hermafroditas habitando diferentes reinos biogeográficos, entretanto o número de comunidades depende do algoritmo escolhido. Comum entre os dois algoritmos utilizados é a existência de uma comunidade nas Américas e outra distribuída nos reinos do sul da Eurásia, Eurásia Central e Oriental, Afrotrópicos, Indomalia e Oceânia. A diversidade de acantomorfos hermafroditas na Antártica é baixa (ex. 1 espécie), portanto, não há uma hipótese viável sobre a estruturação espacial nesta região do planeta. Dependendo do algoritmo de clusterização, as comunidades de acantomorfos hermafroditas dos mares nórdicos, como aquelas presentes nos reinos da Eurásia Ocidental e Eurásia Subártica, formam comunidades independentes ou agrupam com reinos localizados a leste do planeta. Este é o primeiro estudo a organizar, sistematicamente, uma lista compreensiva de peixes acantomorfos hermafroditas, suas estratégias sexuais e distribuições geográficas em regiões biogeográficas do planeta.

Palavras-chave: Reversão sexual; *Network*; Reinos biogeográficos.

ABSTRACT

Costa, Amanda 2022. Sex change in Acanthomorpha fish: spatial and relational distribution among communities. MSc. thesis. UFU. Uberlândia-MG. (81) p.

f

To think of sex and its associated phenotypic traits as something static, invariant, is an obsolete mentality and incoherent with the evolutionary scenarios that point to multiple origins and convergences of hermaphroditism and sexual reversal among vertebrates. Hermaphroditism is associated with genetic factors and responses to environmental and social stimuli, where phenotypic sexual expression occurs through synchronous or sequential pathways. Sex reversals are classified as protogynous, protandrous or bidirectional. Among vertebrates, the teleost fish (clade Actinopterygii) are the only group to present sex reversal as an evolutionary strategy with multiple independent origins and convergences. A more inclusive and diverse lineage within Teleostei is defined by the clade Acanthomorpha, who has the greatest diversity of sexual strategies, including the most complex sex reversal mechanisms among hermaphroditic fish. This study reviews the literature and explores the global spatial distribution of hermaphroditic bony fish allocated in the specious clade Acanthomorpha with synchronous or sequential sex reversals in marine and freshwater environments. The purpose was to compile information on hermaphroditic fish, their most frequent modes of sex reversal and their respective global geographic distributions to investigate general patterns of sexual evolution in vertebrates and the biogeographic regions that exert extraordinary influences on the structuring of hermaphrodite communities. A literature review was performed to obtain the necessary information about the hermaphroditic species in Acanthomorpha, including: the diversity of valid species, sex reversal strategies and geographic distributions in marine and freshwater biogeographic regions. All information collected was extracted from the literature by searching articles, books and museum catalogs. The geographic distributions of the species were inferred through datasets obtained from metadata repositories available online. In possession of such cleaned dataset, the spatial structuring of communities of hermaphrodite acanthomorphs was investigated using network theory with two different clustering algorithms. As a result, an extensive list was prepared with 223 hermaphroditic species, being 213 marine and 10 freshwater. Of these species, 26 are synchronous hermaphrodites and 197 are sequential hermaphrodites. Among sequential hermaphrodites, 151 are protogynous, 28 are protandrous, and 18 are serial bidirectional. Hermaphrodite acanthomorphs are widely distributed around the planet, occurring in all biogeographic realms, except Subarctic America. They are most diverse in tropic marine regions, with an extraordinary presence in shallow seas with coral reefs in the Indian Ocean (i.e., Indo-Malay and Australasian regions). There is a spatial structuring of hermaphroditic fish communities inhabiting different biogeographic realms, however the number of communities depends on the chosen algorithm. Common between the two algorithms is the existence of a community in the Americas and another distributed in the southern Eurasia, Central and Eastern Eurasia, Afrotropics, Indomalasia and Oceania. The diversity of hermaphrodite acanthomorphs in Antarctica is low (e.g., 1 species), so there is no viable hypothesis on the spatial structuring in this region. Depending on the clustering algorithm, communities of hermaphroditic acanthomorphs of the Nordic seas, such as those present in the realms of Western Eurasia and Subarctic Eurasia, form independent communities or cluster with kingdoms located to the east of the planet.

Keywords: Sex change; Network; Biogeographical Realms.

1. INTRODUÇÃO

O hermafroditismo e as reversões sexuais permaneceram como uma curiosidade na zoologia até meados de 1960, quando os pesquisadores Reinboth (1962) e Atz (1964) estabeleceram a incidência filogenética generalizada do hermafroditismo como um padrão sexual normal (de Mitcheson & Liu, 2008). Durante as décadas de 1970 e 1980 o interesse no significado adaptativo do hermafroditismo foi estimulado pelos trabalhos de diversos pesquisadores que se debruçaram sobre esta temática com afinco (Reinboth, 1970; Smith, 1975; Warner, 1975, 1978, 1988; Lepori, 1980; Policansky, 1982; Shapiro, 1984, 1988). A descoberta da influência de fatores sociais exógenos, na expressão de mudança sexual na fase adulta, tais como posições na estrutura social e questões de pareamento sexual, alimentou mais o interesse pelo assunto (Fishelson, 1970; Robertson, 1972; Fricke & Fricke, 1977; Moyer & Nakazono, 1978; Shapiro, 1980, 1981; Cole, 1983; Ross & Merriner, 1983; Cole & Robertson, 1988). Com o crescente número de descobertas sobre a plasticidade desses fenômenos nos últimos anos (ex. Lamm et al., 2015; Liu et al., 2017; Nakamura et al., 2022), o hermafroditismo e a reversão sexual deixaram de ser completamente negligenciados e constituem um objeto para a compreensão da origem e evolução sexual entre os organismos, principalmente entre os vertebrados (de Mitcheson & Liu, 2008).

O hermafroditismo pode assumir uma variedade de formas. O hermafroditismo simultâneo (ou sincrônico) é caracterizado pela presença de ambas as funções reprodutivas no mesmo indivíduo simultaneamente, com gônadas contendo ovários e testículos maduros (Ghiselin, 1969). Alternativamente, no hermafroditismo sequencial, os indivíduos mudam de um sexo para o outro durante a vida adulta, comumente estimulados por fatores sociais exógenos (Policansky, 1982). No hermafroditismo sequencial há todas as possibilidades de reversão sexual. Na reversão protândrica, algumas espécies alteram seu sexo de masculino para

feminino ao longo da vida adulta (ex. *Amphiprion ocellaris* – Peixe-palhaço, *Acanthopagrus berda* - Pagre – Figura 1A-B). Outras espécies realizam a reversão sexual protogínica, onde algumas espécies trocam o sexo feminino para masculino (ex. *Thalassoma lunare* – Bodião Lua– Figura 1C). Há também a reversão sexual bidirecional, onde as mudanças sexuais ocorrem em ambas as direções e várias vezes durante a vida reprodutiva (ex. *Pseudochromis aldabraensis* – Neon Arabian Dottyback – Figura 1D). Embora a reversão bidirecional seja aparentemente mais vantajosa evolutivamente, ela é a menos comum entre os vertebrados (Gemmell et al., 2019).



Figura 1 – Diversidade fenotípica dos peixes hermafroditas simultâneos e sequenciais. A) *Amphiprion ocellaris* (nome popular: Peixe-Palhaço – crédito: FishBase, Randall, J.E). B) *Acanthopagrus berda* (nome popular: Pagre – crédito: FishBase, Field, R.). C) *Thalassoma lunare* (nome popular: Bodião Lua – crédito: FishBase, Greenfield, J.). D) *Pseudochromis aldabraensis* (sem nome popular em português – crédito: FishBase, Randall, J.E).

Essas mudanças sexuais podem ser induzidas por mudanças na estrutura social, alcance de uma idade ou tamanho crítico, ou expressas repetidamente em resposta a potenciais benefícios reprodutivos (Munday et al., 2006). Teorias que debatem o surgimento e as vantagens evolutivas da reversão sexual incluem a teoria de alocação de sexo (Charnov, 2020) e o modelo de vantagem por tamanho – *Size-Advantage Model* – SAM (Ghiselin, 1969; Warner, 1975), que postula que os indivíduos mudam de sexo quando o valor reprodutivo de funcionar como o sexo oposto excede o do sexo atual (Warner, 1988). Além disso uma gama de fatores bióticos e abióticos, como temperatura, mudanças sociais, pH, hipóxia, densidade relativa, patógenos etc., foram relatados como indicadores ambientais para reversão sexual ambiental (Devlin & Nagahama, 2002; Stelkens & Wedekind, 2010). Destes, a temperatura da água e os fatores sociais foram os mais estudados (Warner, 1984; Ospina-Alvarez & Piferrer, 2008; Godwin, 2009; Kato et al., 2011; Ribas et al., 2017).

As espécies que não apresentam reversão sexual ou hermafroditismo são chamadas gonocoristas, onde independentemente da morfologia gonadal os indivíduos se reproduzem exclusivamente como macho ou fêmea em todo seu ciclo de vida adulta. Tal padrão é o mais generalizado entre os vertebrados, incluindo nos peixes ósseos (Gemmell et al., 2019). Mesmo nessas espécies, o sexo pode ser determinado por uma gama de fatores além dos genéticos, como fatores ambientais tais como temperatura, pH, condição social e salinidade (Baroiller et al., 2009; Devlin & Nagahama, 2002; Frisch, 2004). Essas diferentes estratégias podem ser unificadas através do princípio de que os indivíduos mudam de sexo quando isso leva ao aumento do valor adaptativo. Essa ideia está vinculada à seleção natural, onde um fenótipo adaptativo aumenta a chance de sobrevivência e, conseqüentemente, reprodução e fixação da característica nos descendentes (Darwin & Huxley, 1859).

Conhecer e reconhecer essa variabilidade de estratégias contribui para o aumento da objetividade na pesquisa evolutiva. Pensar em sexo biológico e traços associados a um determinado sexo como algo necessariamente estático, pode ser uma mentalidade comum mesmo entre pesquisadores biólogos e ecólogos, mas não reflete o status atual da teoria evolutiva sobre a determinação do sexo e dimorfismo sexual (Capel, 2017). Portanto, as noções engessadas sobre sexualidade podem levar a inferências equivocadas em estudos de ecologia (Ah-King & Nylin, 2010). É preciso reconhecer que, em uma perspectiva evolutiva, o sexo pode ser visto como uma norma de reação, com os atributos sexuais sendo uma característica fenotipicamente plástica. Assim evita-se vieses analíticos e interpretações enviesadas nos estudos ecológicos e macroecológicos que permeiam esses temas.

Entre os vertebrados, a única linhagem a realizar reversões sexuais são os peixes actinoptérigeos (i.e., peixes ósseos). A classe Actinopterygii inclui os peixes radiados (ou lepidotríquias), com esqueleto calcificado e aberturas branquiais recobertas pelo osso opercular. Esse é um grupo monofilético composto por mais de 27 mil espécies que dominam todos os ambientes aquáticos. Entre os actinoptérigeos, reversões sexuais bem documentadas ocorrem em pelo menos 27 famílias alocadas por nove ordens, o que sugere múltiplas origens (Mank, 2006; Devlin & Nagahama, 2002; de Mitcheson & Liu, 2008). Além deste surpreendente elevado número de casos, observa-se também uma alta variedade de formas incluindo hermafroditismo simultâneo, protoginia, protandria, bidirecional (Munday et al., 2006).

Actinopterygii está dividido em quatro linhagens principais: Cladistia, Chondrostei, Holostei e Teleostei, este último com mais de 26 mil espécies amplamente distribuídas nos ambientes marinhos e dulcícolas do planeta, representando o equivalente a 96% de todos os peixes ósseos vivos. Em Teleostei, o clado mais diverso é Acanthomorpha abrigando quase um terço da diversidade de vertebrados modernos. Seu arranjo monofilético é composto por

espécies com espinhos ocos nos raios das nadadeiras dorsais e anais. A grande maioria das espécies que realizam reversão sexual estão incluídas neste grupo (Erisman et al., 2013).

Os acantomorfas ocupam vários habitats, desde recifes de corais tropicais até águas geladas ao redor da Antártida (Near et al., 2013). Este grupo apresenta alta diversidade morfológica, assumindo planos corporais diversos como, por exemplo, achatados dorso-ventralmente (ex. Pleuronectiformes - linguados), fusiformes (ex. Acanthuriformes - corvina), globular (ex. Tetraodontiformes - baiacus), anguilliformes (ex. Scombriformes - peixes-espada), entre muitos outros (Stiassny et al., 2004). Há uma enorme variação de tamanhos corporais que variam desde os menores entre todos os vertebrados como o *Schindleria brevipinguis* (Watson & Walker, 2004) até os maiores peixes ósseos como *Mola alexandrini* (Helfman et al., 2009). Além disso, os acantomorfos incluem algumas das espécies de peixes importantes economicamente, como bacalhau (ex. *Gadus morhua*), atum (ex. *Thunnus alalung*), esganacho (ex. *Culaea inconstans*) e muitos ciclídeos (ex. Tucunaré - *Cichla ocellaris*; Tilapia - *Oreochromis niloticus*).

A resolução das relações filogenéticas entre acantomorfos, particularmente em Percomorpha, grupo mais rico em espécies, tem se mostrado entre os problemas mais incômodos para resolver a classificação dos vertebrados aquáticos (Stiassny et al., 2004; Friedman, 2010; Johnson & Patterson, 1993). A alta diversidade de espécies e, em particular, a variação fenotípica dos grupos, têm representado um desafio complexo para investigar relações evolutivas utilizando homologias morfológicas (Alfaro et al., 2009; Santini et al., 2009). Com o adjunto da filogenética molecular, houve um aumento significativo no entendimento dessas relações. Entretanto, esses estudos usando conjuntos de dados moleculares oferecem perspectivas muito distintas até das convencionais hipóteses obtidas por dados morfológicos (Wainwright et al., 2012; Miya et al., 2005; Li et al., 2009; Smith &

Wheeler, 2006). Apesar dos avanços, a taxonomia e relações evolutivas dos acantomorfos contém lacunas a serem preenchidas por estudos futuros.

Ordens taxonômicas em que o hermafroditismo foi documentado estão amplamente espalhadas pela filogenia de peixes teleósteos. A maioria dessas ordens e famílias são polimórficas em relação ao padrão de alocação sexual, com táxons hermafroditas embutidos dentro de clados majoritariamente gonocóricos (de Mitcheson & Liu, 2008). O hermafroditismo existente em peixes teleósteos é, portanto, uma condição polifilética, que é derivada em relação ao gonocorismo evoluindo repetidamente e independentemente entre e dentro de vários grupos de peixes (Smith, 1975). Portanto, dado todas essas características, os peixes constituem um modelo para investigar a origem e os mecanismos que levam à convergência do hermafroditismo e as reversões sexuais nos vertebrados. Embora numerosos trabalhos tenham sido realizados (Capel, 2017; Liu et al., 2017; Todd et al., 2018; DeFalco & Capel, 2009), possibilitando um maior conhecimento das características fisiológicas, comportamentais e até evolutivas envolvidas nesses processos, poucos são os estudos relacionando hermafroditismo com a distribuição e estruturação espacial entre comunidades.

Dada a escassez de informações sobre peixes hermafroditas e considerando que as espécies transexuais estão distribuídas por diversas linhagens e por todo o planeta, é necessário investigar suas distribuições geográficas para detectar padrões generalizados que possam auxiliar na preservação e conservação dessas espécies. Informações sobre as distribuições das espécies de Acanthomorpha são ainda pouco precisas. De modo geral, sabe-se que os acantomorfos hermafroditas estão presentes em todos os habitats aquáticos marinhos e dulcícolas, mais comumente em águas quentes de oceanos rasos tropicais. A maior diversidade de espécies hermafroditas dulcícolas encontra-se na região neotropical, enquanto as marinhas estão mais frequentemente distribuídas nas regiões Indomalásica e Australasia (Figura 2). Até o momento, é inexistente o conhecimento sistematizado das distribuições geográficas e

estruturação espacial de acantomorfos transexuais particionado pelos seus respectivos modos de reversão sexual.

Uma das maneiras de investigar as distribuições espaciais é categorizando coordenadas geográficas em áreas espacialmente discretas como, por exemplo, os reinos biogeográficos. Reinos biogeográficos constituem a divisão mais ampla da superfície terrestre da Terra dentro da qual grupos de organismos compartilham uma história evolutiva comum (Olson et al., 2001). Os atuais reinos foram delimitados com contribuições de centenas de cientistas, especialistas em conservação e geógrafos. Por definição, reinos representam agrupamentos de biorregiões, que compartilham atributos semelhantes e, portanto, em uma perspectiva de conservação, podem ser considerados em conjunto (Dinerstein et al., 2017; Spalding et al., 2007). Existem 185 biorregiões no planeta, as quais foram organizadas em 14 reinos biogeográficos do mundo (*One Earth*, 2020 – www.oneearth.org). Esses reinos correspondem aproximadamente aos continentes da Terra e integram em conjunto os tipos principais de ecorregiões (ex. terrestre, marinha e dulcícola) em um sistema coeso e comparativo entre diferentes organismos.

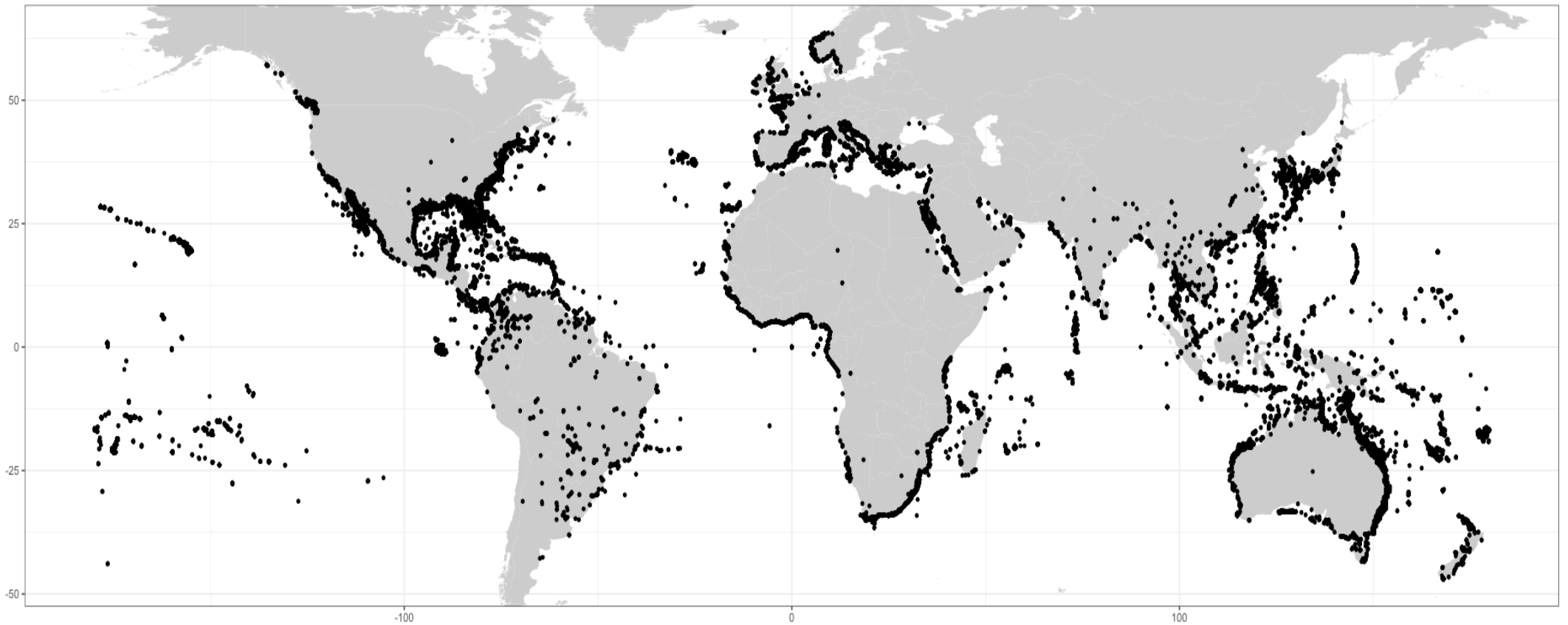


Figura 2 – Distribuição geográfica global dos peixes acantomorfos hermafroditas. O padrão geral reflete alta riqueza de espécies em regiões tropicais com mares mais rasos e quentes, particularmente nas regiões Indomalásica e Australasia.

2. OBJETIVO

Com o reconhecimento crescente da comunidade científica sobre a relevância dos peixes hermafroditas, muitos pesquisadores têm se esforçado para responder às perguntas: quando, como e por que as espécies mudam de sexo. No entanto, existem pouquíssimos trabalhos, quase todos desatualizados, que busquem responder questões gerais macroecológicas utilizando informações atualizadas sobre espécies hermafroditas, seus principais meios de reversão sexuais, e onde elas estão espacialmente distribuídas pelo planeta. O propósito deste estudo é compilar extensivamente informações disponíveis sobre a taxonomia das espécies hermafroditas no clado Acanthomorpha, seus modos mais frequentes de reversão sexual e suas respectivas distribuições geográficas, visando investigar padrões gerais sobre evolução sexual em vertebrados e a possível influência dos reinos biogeográficos na estruturação das comunidades de peixes hermafroditas. Robustecer o atual conhecimento sobre reversões sexuais possibilitará inferências mais assertivas e acuradas sobre esse fenômeno intrigante e pouco compreendido, contribuindo assim para estratégias de valorização, preservação e conservação dessas espécies.

3. METODOLOGIA

3.1. *Lista de espécies hermafroditas*

A lista de acantomorfos hermafroditas e transexuais foi elaborada através de uma extensa revisão bibliográfica, incluindo informações disponíveis em artigos, livros, guias de identificação, entre outros. Para cada espécie foram anotados o nome científico e a classificação vigente. Taxonomia é uma ciência dinâmica com atualizações frequentes nas classificações biológicas. Portanto, verificou-se no *Eschmeyer Catalog of Fishes* (Fricke et al., 2018) o status

atual das espécies, eliminando sinônimos e atualizando as famílias que sofreram alterações posteriores às referências pesquisadas. A lista de espécies hermafroditas está disponível no Anexo I.

3.2. Habitat e reversões sexuais

A lista de espécies hermafroditas foi complementada com informações sobre habitat (i.e., marinho e dulcícolas) e seus modos de reversão sexual como síncrono e sequencial, este último subdividido em protândrica, protogínica e bidirecional. Espécies estuarinas ou adaptadas a ambos os habitats (ex. *Acanthopagrus berda*, *Acanthopagrus latus*) foram codificadas duas vezes, uma para o marinho e outra para o dulcícola. Tal estratégia, além de minimizar possíveis vieses por baixa amostragem (ex. estuarinos), não gera impactos nas inferências analíticas baseadas em frequências. Mais informações sobre habitat estão disponíveis no Anexo I. Dados sobre hermafroditismo sincrônico e modos de reversão sexual sequencial foram compilados utilizando artigos especializados. Em situações divergentes onde dois ou mais artigos apresentaram informações conflitantes sobre modos de reversão sexual, adotou-se a informação mais atual publicada em revista especializada. Os registros sobre o hermafroditismo foram codificados em linguagem binária através de uma matriz de presença-ausência; i.e., 0 representando ausência e 1 representando presença. Casos em que uma espécie apresentou mais de um possível modo de reversão sexual, ambos foram codificados como presença. Mais informações sobre modos de hermafroditismos em peixes Acanthomorpha estão disponíveis no Anexo II.

3.3. Regiões biogeográficas

Dados sobre as distribuições geográficas de acantomorfos hermafroditas foram coletados da plataforma *FishBase* (Froese & Pauly, 2023). Baseado em suas distribuições, as

espécies foram classificadas entre os 14 reinos biogeográficos delimitados no Projeto *One Earth* 2020 (www.oneearth.org). A Figura 3 ilustra os 14 reinos biogeográficos considerados neste estudo.



Figura 3 – Delimitação dos reinos biogeográficos da Terra com 14 divisões macrorregionais com elevada similaridade biológica. Crédito: Karl Burkart, One Earth Project (www.oneearth.org).

Cada espécie foi codificada como presente em um dos respectivos reinos biogeográficos baseado na densidade de pontos de ocorrência. Ou seja, coordenadas geográficas isoladas em regiões não adjacentes foram excluídas durante as codificações. Tais pontos representam, provavelmente, erros de identificação de espécies ou a localização da coleção científica em que o exemplar está depositado. Além disso, realizou-se uma dupla checagem das informações geográficas com as distribuições das espécies indicadas no *Eschmeyer Catalog of Fishes* (Fricke et al., 2018). Informações de distribuição obtidas nesses catálogos estão disponíveis no Anexo I. Dados que mesmo após a checagem ainda apresentavam discrepâncias foram verificados em outras fontes bibliográficas como as

descrições originais das espécies em questão. Mais informações sobre as distribuições geográficas nos 14 reinos biogeográficos estão disponíveis no Anexo III.

3.4. Estatística descritiva

O conjunto de informações compiladas foi sumarizado através de estatística descritiva. Nessas análises buscou-se compendiar frequências de espécies habitando ambientes marinhos e dulcícolas, os modos mais comuns de hermafroditismo (i.e., sincrônico *versus* sequencial), assim como as reversões sexuais. Também se verificou as frequências de peixes hermafroditas entre os reinos e os modos de reversões sexuais particionado por região biogeográfica. Todos os gráficos foram gerados no programa R utilizando os pacotes *ggplot2* (Gómez-Rubio, 2017) e *leaflet* (Cheng et al., 2022). Quando necessário, os mapas utilizam informações sobre pontos centroides dos reinos biogeográficos.

3.5. Detecção de comunidades hermafroditas

A detecção de comunidades de peixes hermafroditas foi realizada utilizando a abordagem de redes geoespaciais (em inglês *Geospatial Network*). Segundo essa abordagem, uma rede apresenta uma estrutura quando é possível atribuir vértices com espécies compartilhadas a agrupamentos únicos; i.e., dentro de cada conjunto de vértices, as conexões entre as espécies são mais densamente interconectadas do que as conexões entre diferentes conjuntos de vértices. A detecção de comunidades biológicas é útil pois auxilia na identificação de subunidades funcionais e padrões geoespaciais gerais.

Dois métodos distintos foram aplicados para a detecção das comunidades. O *Fast-greedy* (Clauset et al., 2004) é um método baseado em modularidade. Ele funciona tentando construir comunidades cada vez maiores adicionando vértices a cada comunidade um por um e avaliando a pontuação de modularidade em cada etapa. A pontuação de modularidade é um

índice de como as arestas interconectadas estão dentro *versus* entre as comunidades. O segundo método utilizado foi o *Edge-Betweenness* (Girvan & Newman, 2002), que divide a rede em pedaços cada vez menores, encontrando arestas que percebe como 'pontes' entre as comunidades. Ambas as metodologias disponibilizam informações sobre o número de comunidades existentes e quais vértices (i.e., reinos biogeográficos) estão alocados em qual comunidade. Todas as análises foram conduzidas no programa R utilizando o pacote *igraph* (Csardi, 2013)

4. RESULTADO

4.1. Lista de espécies hermafroditas, habitat e reversões sexuais

A revisão da literatura dos acantomorfos hermafroditas resultou em um compilado de 223 espécies válidas distribuídas em 9 ordens e 23 famílias. Aproximadamente 50% (112) das espécies estão alocadas em 3 famílias, sendo Labridae, Serranidae e Sparidae as mais especiosas, respectivamente (Tabela 1). A vasta maioria das espécies é marinha, independente se são hermafroditas síncronas ou sequenciais (Figura 4). Em Acanthomorpha, espécies com hermafroditismo sequencial são mais comuns que aquelas com hermafroditismo síncrono (Figura 5). Entre os meios de reversão sexual, protoginia é o mais frequente com aproximadamente 73% (ou 151 espécies.) dos casos (Figura 5).

Tabela 1 – Mais diversas famílias de peixes acantomorfos hermafroditas. O N indica o número de espécies e porcentagem (%), a proporção relativa de espécies por família. Note que as três mais especiosas famílias de acantomorfos hermafroditas somam aproximadamente 50% das espécies.

Família	N	%
---------	---	---

Labridae	56	25.11
Serranidae	28	12.56
Sparidae	25	11.21
Scaridae	20	8.97
Anthiadidae	15	6.73
Epinephelidae	14	6.28
Pomacentridae	12	5.38
Pomacanthidae	10	4.48
Gobiidae	9	4.04
Lethrinidae	8	3.59
Cirrhitidae	4	1.79
Platycephalidae	4	1.79
Synbranchidae	4	1.79
Pseudochromidae	3	1.35
Nemipteridae	2	0.90
Scorpaenidae	2	0.90
Centropomidae	1	0.45
Cepolidae	1	0.45
Cichlidae	1	0.45
Grammistidae	1	0.45
Latidae	1	0.45
Rivulidae	1	0.45
Trichonotidae	1	0.45

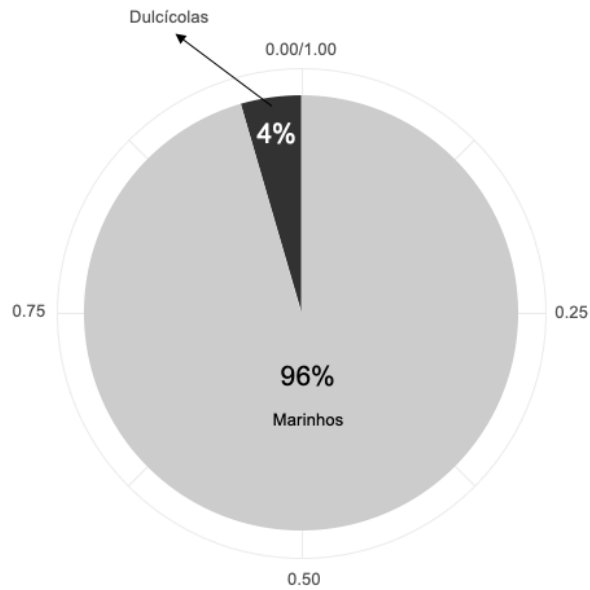


Figura 4 – Frequência relativa de peixes acantomorfos hermafroditas em ambientes marinhos e dulcícolas. N = 223 espécies, sendo 213 marinhas e 10 dulcícolas.

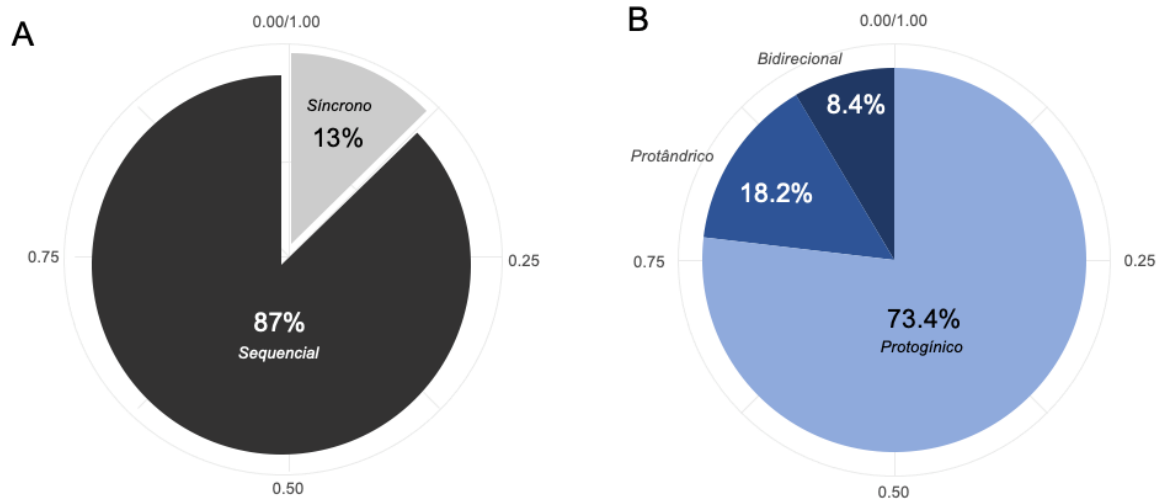


Figura 5 – Frequência relativa de peixes acantomorfos hermafroditas simultâneos e sequenciais. A) Em Acanthomorpha, o hermafroditismo sequencial é mais frequente que síncrono. B) Entre as espécies sequenciais, a reversão sexual protogínica é mais comum,

seguida da protândrica e bidirecional. N = 223 espécies, sendo com hermafroditismo sequencial 197 e 26 síncrono. Dos sequenciais, 151 são protoginia, 28 protândrica e 18 bidirecional.

4.2. Hermafroditismo e reinos biogeográficos

Dados de distribuição geográfica revelaram que os acantomorfos hermafroditas estão presentes em todos os reinos biogeográficos, exceto na América Subártica (Figura 2). Em geral, observa-se que eles são mais comuns em águas oceânicas tropicais, especialmente no oceano Índico junto às regiões das Américas, Indo-Malaia e Australasia (Figura 6). A menor riqueza de espécies está na região Antártica (i.e., 1 espécie), seguida pelas regiões localizadas nos oceanos nórdicos; ou seja, mares caracterizados por águas mais frias (Figura 6). Particionando as distribuições geográficas das espécies entre hermafroditismo síncrono e sequencial, observa-se uma interessante diferença de padrão geral, onde a maior riqueza de espécies síncronas ocorre nas Américas enquanto a espécies sequenciais nas regiões Indo-Malaia e Australasia (Figura 7). Quanto à reversão sexual, não existe um padrão evidente entre diferentes modos e regiões biogeográficas, exceto pela reversão bidirecional ausente na América do Sul e a espécie protândrica na Antártica (Tabela 2 e Figura 8).

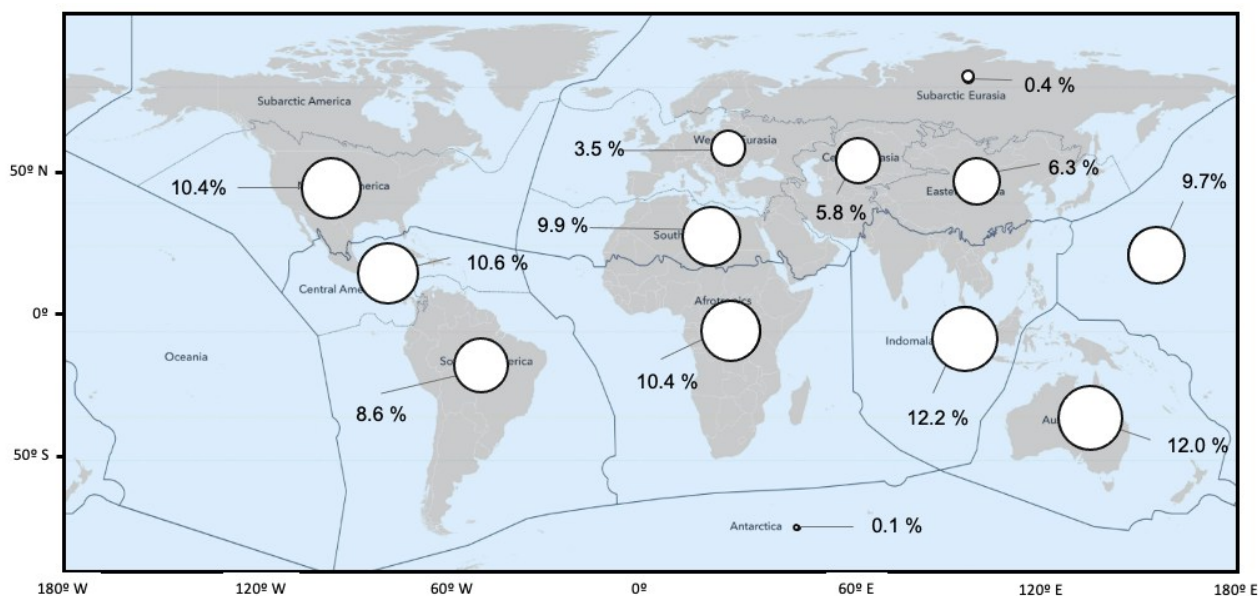


Figura 6 – Diversidade global de peixes acantomorfos hermafroditas nos 14 reinos biogeográficos. Tamanho dos círculos representa a riqueza proporcional de hermafroditismo por região.

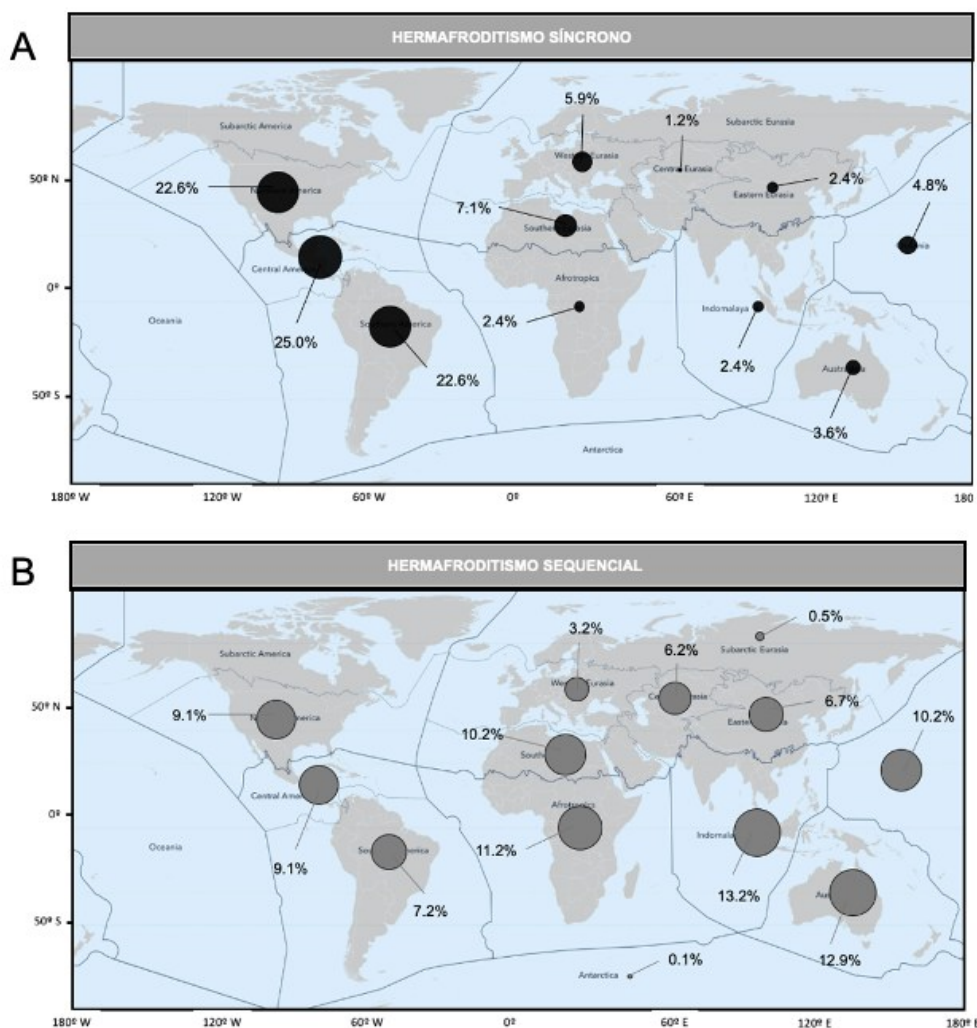


Figura 7 - Diversidade de peixes acantomorfos nos 14 reinos biogeográficos particionados por hermafroditas síncronos e sequenciais. A) Diversidade de hermafroditas síncronos ilustrando maior riqueza relativa de peixes nas Américas do Sul, Central e Norte. B) Diversidade de acantomorfos hermafroditas sequenciais ilustrando maior riqueza relativa de peixes nas regiões

Indo-Malaia e Australasia. De modo geral, espécies com reversões sexuais (i.e., sequenciais) estão distribuídas mais homoganeamente pelo planeta. Tamanho dos círculos representa a riqueza proporcional de hermafroditismo por região.

Tabela 2 – Diversidade de acantomorfos sequenciais nos 14 reinos biogeográficos particionados pelo modo de reversão sexual.

	Protândrico (%)	Protogínico (%)	Bidirecional (%)
América Subártica	0,0	0,0	0,0
América do Norte	3,6	10,8	6,1
América Central	2,9	10,6	8,5
América do Sul	2,9	8,5	4,9
Eurásia Subártica	0,7	0,5	0,0
Eurásia Ocidental	12,4	3,4	0,0
Eurásia Central	3,6	7,0	4,9
Eurásia Oriental	4,4	5,1	9,8
Sul da Eurásia	10,2	10,3	9,8
Afrotrópicos	15,3	10,4	9,8
Indomaláia	19,7	11,1	18,3
Australásia	16,1	12,1	13,4
Oceânia	8,0	10,1	14,6
Antártica	0,0	0,2	0,0

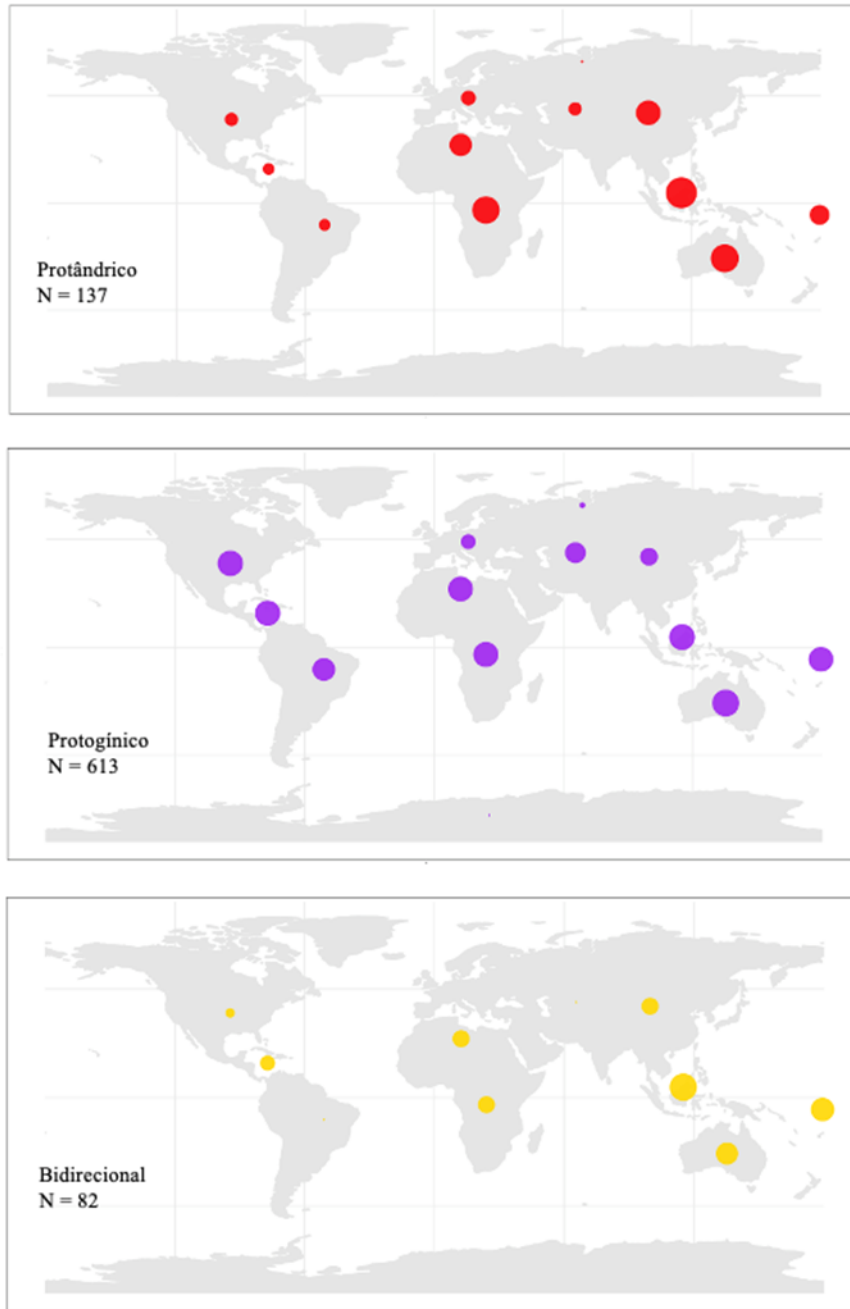


Figura 8 – Diversidade de acantomorfos sequenciais nos 14 reinos biogeográficos particionados pelo modo de reversão sexual. Tamanho dos círculos representa a riqueza proporcional de hermafroditismo por região.

4.3. Detecção de comunidades hermafroditas

As comunidades detectadas utilizando o algoritmo *Fast-greedy* apresentaram similaridades e discrepâncias em relação as comunidades detectadas utilizando o algoritmo *Edge-betweenness* (Figura 9 -10). Entre as similaridades está a detecção de comunidades nas Américas e em águas tropicas nos reinos do sul da Eurásia, Eurásia Central e Oriental, Afrotrópicos, Indomalia e Oceânia (Figura 9-10).

Quando se utiliza o algoritmo *Fast-greedy*, duas comunidades foram reveladas, sendo uma composta pelos reinos das Américas do Sul, Central e Norte e outro pelos reinos localizados a leste do planeta (Figura 9).

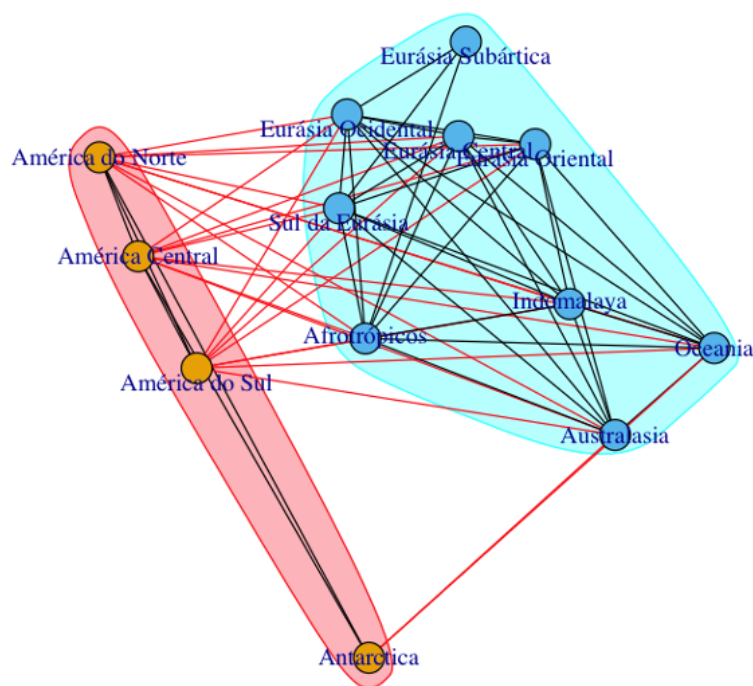


Figura 9 – Duas comunidades de peixes hermafroditas detectadas com o algoritmo *Fast-Greedy*. As linhas representam o compartilhamento de espécies entre as regiões. As diferentes cores indicam o número de comunidades detectadas.

A principal discrepância está na delimitação dos reinos localizados na região Asiática. O algoritmo *Fast-greedy*, que frequentemente define comunidades mais inclusivas através da adição de vértices, definiu toda a região como uma única comunidade (Figura 9). Já o algoritmo *Edge-betweenness*, que frequentemente define comunidades menos inclusivas através da divisão das redes em grupos cada vez menores, definiu os reinos Eurásia Ocidental e Eurásia subártica como comunidades distintas (Figura 10). A diversidade de acantomorfos hermafroditas na Antártica foi baixa (ex. 1 espécie), portanto, não há uma hipótese viável sobre a estruturação espacial nesta região do planeta.

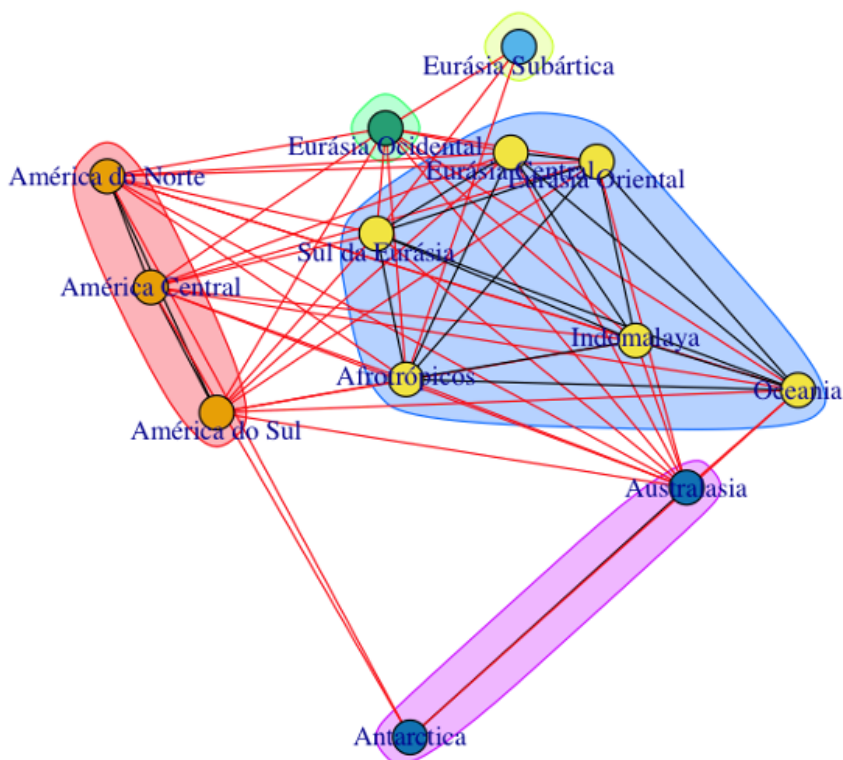


Figura 10 – Comunidades de peixes acantomorfos hermafroditas e transexuais detectadas com o algoritmo *Edge-Betweenness*. As linhas representam o compartilhamento de espécies entre as regiões. As diferentes cores indicam o número de comunidades detectadas.

5. DISCUSSÃO

5.1. A evolução do hermafroditismo em peixes Acanthomorpha

Dentro do contexto filogenético, a distribuição irregular de várias formas de hermafroditismo em uma ampla gama de táxons de peixes indica que este modo de determinação do sexo é evolutivamente lábil e evoluiu repetidamente e independentemente entre e dentro de vários grupos (Smith, 1975). Onde presente, a maioria das ordens e famílias são polimórficas em relação ao padrão de alocação sexual, com táxons hermafroditas embutidos em clados gonocóricos (de Mitcheson & Liu, 2008). Presume-se que o gonocorismo seja a condição ancestral em peixes devido à sua difusão entre os clados de espécies basais de peixes e outras linhagens de vertebrados (Atz, 1964; Policansky, 1982). O hermafroditismo em peixes é, portanto, uma condição polifilética e derivada que provavelmente evoluiu de um estado ancestral gonocórico (Avisé & Mank, 2009). A evolução independente de hermafroditismo inúmeras vezes em peixes acantomofos não é surpreendente, dada a diversidade de outros modos de determinação do sexo exibidos por vertebrados (por exemplo, cromossômico, poligênico, ambiental) que mostram múltiplas origens independentes e instâncias repetidas de evolução convergente dentro e entre clados (Avisé & Mank, 2009).

Embora várias formas de hermafroditismo em peixes teleósteos estejam inseridas em um clado mais profundo composto principalmente de táxons gonocóricos, análises filogenéticas para várias famílias de peixes que expressam múltiplas formas de alocação de sexo demonstram que os padrões sexuais dos acantomofos têm potencial para evoluir em uma variedade de direções e que o gonocorismo, de fato, evoluiu repetidamente dentro de linhagens hermafroditas. Por exemplo, a protoginia é provavelmente o padrão ancestral de alocação de sexo entre as espécies de Acanthomorpha das famílias Labridae, Serranidae e Epinephelidae dos quais o gonocorismo evoluiu várias vezes independentemente. Por outro lado, nas famílias Pomacentridae e Gobidae, várias formas de hermafroditismo evoluíram do gonocorismo uma

ou mais vezes dentro de linhagens específicas. Em peixes esparídeos (Sparidae), observa-se uma incrível diversidade nos padrões de alocação de sexo e evidências de origens múltiplas e independentes de protoginia, protandria e gonocorismo (Erisman et. al. 2013).

Os benefícios da mudança de sexo estão associados ao sistema de acasalamento de uma espécie e à estrutura social, mas em geral se o valor reprodutivo para as fêmeas aumenta mais com o tamanho do corpo do que para os machos, então o hermafroditismo protândrico é mais adaptativo, enquanto o hermafroditismo protogínico predomina quando o valor reprodutivo para machos aumenta mais com o tamanho do corpo do que para as fêmeas (Munday et al., 2006). De acordo com a teoria de alocação de sexo (Charnov., 2020) e com o modelo de vantagem por tamanho – *Size-Advantage Model* – SAM (Ghiselin, 1969; Warner, 1975), os indivíduos mudam de sexo quando o valor reprodutivo de funcionar como o sexo oposto excede o do sexo atual (Warner, 1988).

As previsões do modelo são bem suportadas pela incidência de sexo protogínico ocorrendo em sistemas de acasalamento nos quais machos grandes tendem a monopolizar os acasalamentos e percebem uma vantagem reprodutiva em relação às fêmeas, hermafroditas e machos pequenos (Warner 1984; Petersen 1987). Observa-se um número maior de espécies transexuais realizando reversão protogínica provavelmente devido à maior incidência desse cenário. Já a reversão protândrica, com menor número de casos, é favorecida e observada em sistemas em que a monopolização de parceiros está ausente, o acasalamento consiste em emparelhamento aleatório ou monogamia e as fêmeas maiores têm maior valor reprodutivo do que as menores (i.e, podem produzir mais ovos).

A mudança de sexo bidirecional, observada em condições naturais apenas em gobiídeos (Gobiidae), parece ser favorecida dada a imprevisibilidade de suas circunstâncias sociais, combinado com um alto risco de predação devido ao seu tamanho corporal relativamente pequeno (Munday et al., 2010). Nestes peixes, a baixa densidade de parceiros disponíveis e o

alto risco de procurar um novo parceiro favorecem a capacidade de mudança de sexo em qualquer direção, facilitando assim a formação de novos pares. Ser capaz de mudar de sexo em qualquer direção permite que os indivíduos ajustem seu sexo para acasalar com qualquer outro adulto que encontrem. Essa estratégia também ajuda a encontrar um companheiro mais rapidamente e percorrer distâncias mais curtas, o que minimiza o risco de predação e comprometimento da alocação reprodutiva (Munday et al., 2010).

O hermafroditismo simultâneo é altamente adaptativo porque um par de acasalamento pode atingir maior produção total de ovos do que um par dioico e ainda efetuar a fertilização cruzada através de uma quantidade relativamente pequena de investimento na produção de esperma (Charnov, 2020). No entanto, o sistema pode ser instável e vulnerável a “trapaças” se houver oportunidades de acasalamentos extra-par para indivíduos que gastam mais na função masculina. Assim, o hermafroditismo simultâneo tende a ser encontrado apenas em espécies existentes em densidades baixas (Ghiselin, 1969), ou naquelas espécies com mecanismos que limitam acasalamentos extra-par (Fischer, 1980; Charnov, 2020).

5.2. Habitats de acantomorfos hermafroditas

Os ambientes marinhos dominam nosso planeta. Eles cobrem cerca de 70% da superfície da Terra e compõem cerca de 99% do volume de habitats aquáticos (Shiklomanov, 1991). Ainda assim, apenas metade das espécies de peixes actinoptérgios vivem nos oceanos, e estas não estão distribuídas uniformemente pela árvore da vida actinoptérgica. Cerca de 85% das quase 16.000 espécies marinhas são encontradas em um único subclado, o acantomorfo. Em geral, as espécies marinhas têm maior diversidade genética do que as de água doce e terrestres (Gray, 1997) e populações com maior diversidade genética têm maior probabilidade de ter alguns indivíduos que podem resistir às mudanças ambientais e, assim, passar em seus genes para a próxima geração. Em uma escala de tempo evolutiva, a diversidade genética é

maior em espécies que habitam ambientes estressados quando comparados com contrapartes de ambientes mais estáveis (Nevo et al, 1984).

Para alcançar o sucesso generalizado nos oceanos, os acantomorfos tiveram que se adaptar e dominar uma enorme diversidade de habitats. Isso inclui habitats férteis e ricos que suportam uma biodiversidade extremamente alta, como recifes de corais, bem como habitats desafiadores, como o oceano aberto e regiões polares com água extremamente fria. O sucesso em todos esses habitats foi influenciado e facilitado por uma série de inovações funcionais que aumentam a capacidade dos peixes de atuar em ambientes extremos, competir e dominar nos ecossistemas com maior biodiversidade e assumir novas histórias de vida que, de outra forma, não seriam possíveis (Wainwright & Longo, 2017).

Tais características e histórico possibilitaram o surgimento do alto número de espécies hermafroditas e transexuais dentro deste grupo. Assim, o sucesso dos peixes actinoptérgios nos oceanos modernos é em grande parte uma história sobre o sucesso dos acantomorfos. Da mesma forma, a alta disparidade observada entre o número de espécies hermafroditas e transexuais em ambientes dulcícolas e marinhos é oriunda do fato da maioria dessas espécies pertencerem a este grupo majoritariamente marinho.

Os acantomorfos desenvolveram adaptações que os possibilitaram conquistar e sobreviver em uma ampla faixa de temperaturas expandindo seu nicho térmico para permitir que eles acessem águas mais profundas e frias (Wainwright & Longo, 2017). No entanto, como vimos, os peixes hermafroditas são mais frequentes em águas tropicais quentes. Isso provavelmente se deve à relação da temperatura com as reversões sexuais. Tem sido demonstrado em muitas espécies de teleósteos que fatores ambientais podem interagir e às vezes substituir fatores genéticos para controlar o desenvolvimento sexual. (Kobayashi et al., 2013).

Evidências crescentes desafiam a estrita dicotomia entre a determinação sexual genética e a ambiental. Existem numerosos exemplos em que os organismos são influenciados por ambas as estratégias; seu sexo fenotípico sendo definido pela interação entre a determinação genética e a ambiental (Sarre et al., 2004, 2011; Stelkens & Wedekind, 2010; Holleley et al., 2016). Além disso, há casos em que condições externas específicas podem induzir a reversão sexual funcional em espécies com determinação sexual genética, um evento conhecido como reversão sexual ambiental (Shao et al., 2014)

Diferentes fatores bióticos e abióticos foram relatados como indicadores ambientais para reversão sexual ambiental (Devlin & Nagahama, 2002; Stelkens & Wedekind, 2010), com destaque para temperatura da água e fatores sociais (Warner, 1984; Ospina-Alvarez & Piferrer, 2008; Godwin, 2009; Kato et al., 2011; Ribas et al., 2017). O cortisol é o principal glicocorticóide (GC) em peixes e o hormônio mais diretamente associado ao estresse. Pesquisas recentes sugerem que esse hormônio pode atuar como um fator chave na mudança de sexo, iniciando uma mudança na esteroidogênica (Fernandino et al., 2013; Goikoetxea et al., 2017).

Estudos sobre a determinação do sexo por temperatura em peixes mostram que a produção de cortisol como resultado do estresse térmico pode levar à masculinização de fêmeas de peixes em condições artificiais. Demonstrou-se que temperaturas elevadas causam masculinização gonadal ao inibir o desenvolvimento ovariano em várias espécies gonocóricas sob condições artificiais (Hattori et al., 2009; Hayashi et al., 2010; Yamaguchi et al., 2010; Fernandino et al., 2012). Condições estressantes podem afetar muitas enzimas esteroidogênicas durante a maturação dos gametas, e vários autores enfatizaram o papel dos GCs em influenciar o destino gonadal (Hattori et al., 2009; Hayashi et al., 2010; Yamaguchi et al., 2010). Além disso, estudos recentes também reforçaram a hipótese do estresse (ou seja, níveis plasmáticos de cortisol) estar associado à mudança de sexo em hermafroditas

sequenciais induzida por interações sociais (Godwin & Thomas, 1993; Perry & Grober, 2003; Solomon-Lane et al., 2013; Nozu & Nakamura, 2015).

5.3. Hermafroditismo e a distribuição em reinos biogeográficos

Como visto nesse trabalho, as espécies hermafroditas e transexuais ocorrem por todo o planeta. Isso provavelmente se deve ao fato de os oceanos não imporem barreiras muito rígidas e as espécies de peixes conseguirem ser transportadas pelas correntes marinhas. Além disso, sabemos que essas estratégias evoluíram repetidas vezes em diferentes linhagens de forma independente. As regiões Indo-Malaia e Australasia são as mais ricas em espécies hermafroditas, o que não surpreende, uma vez que o arquipélago indonésio parece ser o 'epicentro' da evolução da biodiversidade tropical marinha (Veron, 1995). Palumbi (1995) mostrou que as espécies de fato se irradiaram para a região do Indo-Pacífico a partir do Centro.

Acredita-se que a razão para este alto nível de diversidade na região Indo-Pacífica seja o resultado da existência de uma grande diversidade de tipos de ilhas e arquipélagos que diferem em tamanho, história geológica e na distância de fontes de espécies colonizadoras. Houve períodos de isolamento ao longo do tempo evolutivo, que deram origem à especiação alopátrica, seguidos por períodos de reunificação que permitiram especiação simpátrica. Ao longo do tempo geológico, aconteceram na região extinções massivas seguidas de rápida evolução e especiação (Huston & Huston, 1994).

Outro gradiente considerável em relação às espécies hermafroditas é o latitudinal. No domínio marinho, há um aparente aumento na diversidade de espécies partindo do Ártico em direção aos trópicos (Thorson, 1957; Kendall & Aschan, 1993). No hemisfério sul, o gradiente polo-trópico é muito menos claro, uma vez que a Antártica tem alta diversidade para muitos táxons (Clarke, 1992). O Ártico é muito mais jovem e tem baixa biodiversidade e baixo

endemismo em comparação com a Antártida mais antiga (Dayton et al., 1994). O maior período de isolamento geográfico da Antártica também é importante para a geração de biodiversidade.

Parece provável que haja uma tendência de aumento da diversidade do Ártico aos trópicos, mas ele não é tão bem estabelecido da Antártica aos trópicos. Há claramente uma necessidade de documentar melhor os padrões de diversidade em outras áreas do hemisfério sul, como os continentes africano e americano. Em relação às espécies hermafroditas, ainda enfrentamos desafios para estabelecer conjecturas assertivas a respeito de suas distribuições, sendo a baixa amostragem de dados em determinadas regiões, como a Antártica um desses desafios.

Nossos resultados apontam que hermafroditas sincrônicos são mais comuns nas Américas (ou Oceano Atlântico) enquanto os sequenciais na Oceania (Oceano Índico). Isso pode estar relacionado aos diferentes sistemas de acasalamento que resultam nas diferentes estratégias sexuais. Os sistemas de acasalamento que envolvem hierarquia social e resultam em reversões sequenciais parecem acontecer em maior número nas regiões de recifes de corais próximos à Oceania em relação às Américas. Em relação aos protândricos serem menos comuns nas Américas e não observarmos reversões bidirecionais na América do Sul, isso pode ocorrer pelo motivo mencionado acima, mas também pode ter relação com os polos de estudos, concentrando-se na Ásia a maioria dos pesquisadores e instituições que se debruçam sobre essas investigações. Esse tipo de viés geográfico e socioeconômico no esforço de amostragem é amplamente documentado na literatura, resultando em lacunas críticas de conhecimento sobre a biodiversidade em regiões menos acessíveis (Meyer et al., 2015; Menegotto & Rangel, 2018). É provável que haja uma subnotificação de espécies hermafroditas e transexuais nas Américas entre outras regiões do planeta, ressaltando a necessidade e importância do interesse e da realização de pesquisas com essas espécies.

5.4. Estrutura espacial e comunidades de acantomofos hermafroditas

Os algoritmos de clusterização foram categóricos em apontar uma única comunidade de peixes acantomofos hermafroditas na região das Américas (Figura 9 – 10). Esses resultados devem-se, muito provavelmente, à predominância de hermafroditas síncronos alocados em Serranidae. Nessa família incluem predadores demersais, entre eles as garoupas (gênero *Epinephelus*), que ocorrem em águas costeiras, nos mares rasos tropicais e temperados. Embora eles estejam distribuídos em todos os oceanos do planeta, os serranídeos são mais diversos no Atlântico Ocidental (Fricke et al., 2018). Essa comunidade, apesar da alta riqueza, possui relativa baixa diversidade filogenética comparada à(s) comunidade(s) composta(s) por acantomorfos sequenciais distribuídos pela Oceania. Sendo assim, a comunidade de acantomorfos hermafroditas das Américas é, até onde se pode extrapolar, o resultado de heranças evolutivas. Como no sincronismo os organismos se reproduzem em ambos os sexos, inclusive simultaneamente (Charnov, 2020), se deduz que as condições ambientais não são fatores predominantes no hermafroditismo das Américas.

Por sua vez, os reinos biogeográficos a leste do planeta possuem uma ou múltiplas comunidades compostas majoritariamente por acantomorfos hermafroditas sequenciais. Diferente da comunidade Americana, neste caso os acantomorfos hermafroditas estão incluídos em múltiplas linhagens, com destaque para as famílias Labridae e Sparidae. Dependendo do agrupamento utilizado, as regiões compostas por África, Ásia e Oceania formam uma (Figura 9) ou quatro comunidades (Figura 10). Vale destacar que os mares quentes tropicais compartilham espécies e, sendo assim, compõem uma comunidade em ambas as análises. Por exemplo, é consenso entre os métodos que o Sul da Eurásia, Eurásia Central e Oriental, Afrotrópicos, Indo-Malaia e Oceania formam uma assembleia com acantomorfos hermafroditas compartilhados. A principal diferença entre as hipóteses levantadas está relacionada aos reinos localizados em regiões temperadas com oceanos contendo águas mais

frias. Logo, é possível inferir que fatores ambientais, em particular temperatura, é um dos mais prováveis condicionantes para a estruturação dessas comunidades. Obviamente há outros fatores ambientais envolvidos (ex. estímulos visuais, hormonais – Devlin & Nagahama, 2002; Stelkens & Wedekind, 2010) que não foram explorados por este estudo. Enfim, diferente das comunidades das Américas, no leste do planeta há predomínio de hermafroditas sequenciais onde condições ambientais podem estar influenciando na composição das espécies e, conseqüentemente, na estruturação taxonômica das comunidades.

O reino biogeográfico da Antártica apresentou padrão variável, ora agrupando-se à comunidade da América do Sul, ora com a Australasia. Fato é que nesse reino biogeográfico ocorre apenas uma espécie com indivíduos distribuídos tanto nas Américas como na Australasia. Assim, a posição da Antártica em uma dessas comunidades é duvidosa e requer análises mais profundas. Em testes exploratórios, observou-se que ao deletar a espécie *Caracanthus typicus*, e conseqüentemente excluir das análises de detecção de comunidades a Antártica, a Australasia agrupa-se com os demais reinos da África, Ásia e Oceania. Portanto, existe um possível viés analítico quando se utiliza o algoritmo *Edge-betweenness* para detectar comunidades já que ele divide a rede em pedaços cada vez menores.

6. CONCLUSÃO

Em peixes hermafroditas do clado Acanthomorpha, as mudanças fenotípicas relacionadas à sexualidade são plásticas, representando uma estratégia evolutiva com múltiplas origens e convergências entre linhagens amplamente distribuídas com diferentes modos de reversões sexuais. Este estudo organizou, sistematicamente, uma lista compreensiva de peixes acantomorfos hermafroditas, seus habitats, suas estratégias sexuais e distribuições geográficas em reinos biogeográficos. Os resultados revelam que, embora o hermafroditismo tenha evoluído em múltiplas linhagens independentes de Acanthomorpha, as estratégias utilizadas

para as reversões sexuais são convergentes. Ainda, os resultados revelam que os peixes hermafroditas estão geograficamente estruturados, sendo que águas quentes tropicais de mares rasos nas Américas, Ásia e Oceania desempenham uma influência na estruturação das comunidades. O esforço deste trabalho em compilar informações biológicas e geográficas confiáveis expande as oportunidades de futuros projetos, que visam explorar padrões, processos e mecanismos evolutivos, macroecológicos e biogeográficos de peixes hermafroditas.

7. REFERÊNCIAS

- Ah-King, M., & Nylin, S. (2010). Sex in an evolutionary perspective: just another reaction norm. *Evolutionary biology*, 37(4), 234-246. <https://doi.org/10.1007/s11692-010-9101-8>
- Alfaro, M. E., Santini, F., Brock, C., Alamillo, H., Dornburg, A., Rabosky, D. L., ... & Harmon, L. J. (2009). Nine exceptional radiations plus high turnover explain species diversity in jawed vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(32), 13410-13414. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811087106>
- Atz, J. W. (1964). Intersexuality in fishes. *Intersexuality in vertebrates including man*, 145-232. <https://doi.org/10.1097/00000441-196504000-00044>
- Awise, J. C., & Mank, J. E. (2009). Evolutionary perspectives on hermaphroditism in fishes. *Sexual Development*, 3(2-3), 152-163. <https://doi.org/10.1159/000223079>
- Baroiller, J. F., D'Cotta, H., & Saillant, E. (2009). Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual development*, 3(2-3), 118-135. <https://doi.org/10.1159/000223077>
- Capel, B. (2017). Vertebrate sex determination: evolutionary plasticity of a fundamental switch. *Nature Reviews Genetics*, 18(11), 675-689. <https://doi.org/10.1038/nrg.2017.60>

- Charnov, E. L. (2020). The Theory of Sex Allocation. (MPB-18), Volume 18. In *The Theory of Sex Allocation. (MPB-18), Volume 18*. Princeton university press.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvx8b6km>
- Cheng, J., Karambelkar, B., Xie, Y., Wickham, H., Russell, K., Johnson, K., ... & Agafonkin, V. (2022). Package ‘leaflet’. <https://cran.r-project.org/web/packages/leaflet/index.html>
- Clauset, A., Newman, M. E. J., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E*, 70(6), 066111.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.066111>
- Clarke, A. (1992). Is there a latitudinal diversity cline in the sea?. *Trends in Ecology & Evolution*, 7(9), 286-287. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90222-W](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90222-W)
- Cole, K. S. (1983). Protogynous hermaphroditism in a temperate zone territorial marine goby, *Coryphopterus nicholsi*. *Copeia*, 1983(3), 809-812. <https://doi.org/10.2307/1444350>
- Cole, K. S., & Robertson, R. D. (1988). Protogyny in the Caribbean reef goby, *Coryphopterus personatus*: gonad ontogeny and social influences on sex-change. *Bulletin of marine science*, 42(2), 317-333.
<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1988/00000042/00000002/art00012#>
- Csardi, M. G. (2013). Package ‘igraph’. Last accessed, 3(09), 2013. <https://cran.r-project.org/web/packages/igraph/igraph.pdf>
- Darwin, C., & Huxley, J. (1859). *The Origin of Species: 150th Anniversary Edition (Rep Anv edition)*. New York, NY: Bantam Dell.
- Dayton, P. K., Mordida, B. J., & Bacon, F. (1994). Polar marine communities. *American Zoologist*, 34(1), 90-99. <https://doi.org/10.1093/icb/34.1.90>

- DeFalco, T., & Capel, B. (2009). Gonad morphogenesis in vertebrates: divergent means to a convergent end. *Annual review of cell and developmental biology*, 25, 457. <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.042308.13350>
- De Mitcheson, Y. S., & Liu, M. (2008). Functional hermaphroditism in teleosts. *Fish and Fisheries*, 9(1), 1-43. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2007.00266.x>
- Devlin RH, Nagahama Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquacult* 208:191–364. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
- Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., ... & Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67(6), 534-545. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix014>
- Erismann, B. E., Petersen, C. W., Hastings, P. A., & Warner, R. R. (2013). Phylogenetic perspectives on the evolution of functional hermaphroditism in teleost fishes. *Integrative and Comparative Biology*, 53(4), 736-754. <https://doi.org/10.1093/icb/ict077>
- Fernandino, J. I., Hattori, R. S., Kishii, A., Strüssmann, C. A., & Somoza, G. M. (2012). The cortisol and androgen pathways cross talk in high temperature-induced masculinization: the 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase as a key enzyme. *Endocrinology*, 153(12), 6003-6011. <https://doi.org/10.1210/en.2012-1517>
- Fishelson, L. (1970). Protogynous sex reversal in the fish *Anthias squamipinnis* (Teleostei, Anthiidae) regulated by the presence or absence of a male fish. *Nature*, 227(5253), 90-91. <https://doi.org/10.1038/227090b0>
- Fricke, H., & Fricke, S. (1977). Monogamy and sex change by aggressive dominance in coral reef fish. *Nature*, 266(5605), 830-832. <https://doi.org/10.1038/266830a0>

- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. (2018). Catalog of fishes: genera, species, references. *California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA*
<https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Friedman, M. (2010). Explosive morphological diversification of spiny-finned teleost fishes in the aftermath of the end-Cretaceous extinction. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1688), 1675-1683. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.2177>
- Frisch A. (2004). Sex-change and gonadal steroids in sequentially-hermaphroditic teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14(4), 481-499. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-3586-8>
- FROESE, R.; PAULY, D. (Eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication. 2023.
Disponível em: <http://www.fishbase.org>
- Gemmell, N. J., Todd, E. V., Goikoetxea, A., Ortega-Recalde, O., & Hore, T. A. (2019). Natural sex change in fish. *Current topics in developmental biology*, 134, 71-117.
<https://doi.org/10.1016/bs.ctdb.2018.12.014>
- Ghiselin, M. T. (1969). The evolution of hermaphroditism among animals. *The Quarterly review of biology*, 44(2), 189-208. <https://doi.org/10.1086/406066>
- Girvan, M., & Newman, M. E. J. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7821–7826.
<https://doi.org/10.1073/pnas.122653799>
- Goikoetxea, A., Todd, E. V., & Gemmell, N. J. (2017). Stress and sex: Does cortisol mediate sex change in fish? *Reproduction*, 154(6), R149–R160. <https://doi.org/10.1530/REP-17-0408>
- Godwin, J. (2009). Social determination of sex in reef fishes. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 20, No. 3, pp. 264-270). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/j.semcd.2008.12.003>

- Godwin, J. R., & Thomas, P. (1993). Sex change and steroid profiles in the protandrous anemonefish *Amphiprion melanopus* (Pomacentridae, Teleostei). *General and comparative endocrinology*, 91(2), 144-157. <https://doi.org/10.1006/gcen.1993.1114>
- Gómez-Rubio, V. (2017). ggplot2-elegant graphics for data analysis. *Journal of Statistical Software*, 77, 1-3. <https://doi.org/10.18637/jss.v077.b02>
- Gray, J. S. (1997). Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity & Conservation*, 6(1), 153-175. <https://doi.org/10.1023/A:1018335901847>
- Hattori, R. S., Fernandino, J. I., Kishii, A. I., Kimura, H., Kinno, T., Oura, M., ... & Watanabe, S. (2009). Cortisol-induced masculinization: does thermal stress affect gonadal fate in pejerrey, a teleost fish with temperature-dependent sex determination? *PLOS one*, 4(8), e6548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006548>
- Hayashi, Y., Kobira, H., Yamaguchi, T., Shiraishi, E., Yazawa, T., Hirai, T., ... & Kitano, T. (2010). High temperature causes masculinization of genetically female medaka by elevation of cortisol. *Molecular reproduction and development*, 77(8), 679-686. <https://doi.org/10.1002/mrd.21203>
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The Diversity of Fishes*. Chichester.
- Holleley, C. E., Sarre, S. D., O'Meally, D., & Georges, A. (2016). Sex reversal in reptiles: reproductive oddity or powerful driver of evolutionary change? *Sexual Development*, 10(5-6), 279-287. <https://doi.org/10.1159/000450972>
- Huston, M. A., & Huston, M. A. (1994). *Biological diversity: the coexistence of species*. Cambridge University Press.
- Johnson, D. G., & Patterson, C. (1993). Percomorph phylogeny: a survey of acanthomorphs and a new proposal. *Bulletin of Marine Science*, 52(1), 554-626.

- Kato, Y., Kobayashi, K., Watanabe, H., & Iguchi, T. (2011). Environmental sex determination in the branchiopod crustacean *Daphnia magna*: deep conservation of a Doublesex gene in the sex-determining pathway. *PLoS Genetics*, 7(3), e1001345. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1001345>
- Kendall, M. A., & Aschan, M. (1993). Latitudinal gradients in the structure of macrobenthic communities: a comparison of Arctic, temperate and tropical sites. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 172(1-2), 157-169. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(93\)90095-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(93)90095-6)
- Kobayashi, Y., Nagahama, Y., & Nakamura, M. (2013). Diversity and plasticity of sex determination and differentiation in fishes. *Sexual Development*, 7(1-3), 115-125. <https://doi.org/10.1159/000342009>
- Lamm, M. S., Liu, H., Gemmell, N. J., & Godwin, J. R. (2015). The need for speed: neuroendocrine regulation of socially-controlled sex change. *Integrative and Comparative Biology*, 55(2), 307-322. <https://doi.org/10.1093/icb/icv041>
- Lepori, N. G. (1980). Sex differentiation, hermaphroditism, and intersexuality in vertebrates including man. Piccin Medical Books.
- Li, B., Dettai, A., Cruaud, C., Couloux, A., Desoutter-Meniger, M., & Lecointre, G. (2009). RNF213, a new nuclear marker for acanthomorph phylogeny. *Molecular phylogenetics and evolution*, 50(2), 345-363. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.11.013>
- Liu, H., Todd, E. V., Lokman, P. M., Lamm, M. S., Godwin, J. R., & Gemmell, N. J. (2017). Sexual plasticity: a fishy tale. *Molecular Reproduction and Development*, 84(2), 171-194. <https://doi.org/10.1002/mrd.22691>
- Mank, J. E., Promislow, D. E., & Avise, J. C. (2006). Evolution of alternative sex-determining mechanisms in teleost fishes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 87(1), 83-93. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2006.00558.x>

- Menegotto, A., & Rangel, T. F. (2018). Mapping knowledge gaps in marine diversity reveals a Latitudinal Gradient of Missing Species. *Scientific Reports*.
- Meyer, C., Kreft, H., Guralnick, R., & Jetz, W. (2015). Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature Communications*.
- Miya, M., Satoh, T. P., & Nishida, M. (2005). The phylogenetic position of toadfishes (order Batrachoidiformes) in the higher ray-finned fish as inferred from partitioned Bayesian analysis of 102 whole mitochondrial genome sequences. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85(3), 289-306. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00483.x>
- Moyer, J. T., & Nakazono, A. (1978). Population Structure, Reproductive Behavior and Protogynous Hermaphroditism in the Angelfish. *Centropyge interruptus* at Miyake-jima, Japan. *Japanese Journal of Ichthyology*, 25(1), 25-39. <https://doi.org/10.11369/jji1950.25.1>
- Munday, P. L., Buston, P. M., & Warner, R. R. (2006). Diversity and flexibility of sex-change strategies in animals. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(2), 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.10.020>
- Nakamura, M., Nozu, R., Nakamura, S., Higa, M., Bhandari, R. K., Kobayashi, Y., ... & Nagahama, Y. (2022). Morphological and physiological studies on sex change in tropical fish: Sexual plasticity of the ovaries of hermaphroditic and gonochoristic fish. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 24(1), 5-17. https://doi.org/10.3755/galaxea.G2021_S6R
- Near, T. J., Dornburg, A., Eytan, R. I., Keck, B. P., Smith, W. L., Kuhn, K. L., ... & Wainwright, P. C. (2013). Phylogeny and tempo of diversification in the superradiation of spiny-rayed fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31), 12738-12743. <https://doi.org/10.1073/pnas.1304661110>

- Nevo, E., Beiles, A., & Ben-Shlomo, R. (1984). The evolutionary significance of genetic diversity: ecological, demographic and life history correlates. In *Evolutionary Dynamics of Genetic Diversity: Proceedings of a Symposium held in Manchester, England, March 29–30, 1983* (pp. 13-213). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-51588-0>.
- Nozu, R., & Nakamura, M. (2015). Cortisol administration induces sex change from ovary to testis in the protogynous wrasse, *Halichoeres trimaculatus*. *Sexual Development*, 9(2), 118-124. <https://doi.org/10.1159/000373902>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., ... & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth (PDF, 1.1 M) *BioScience* 51: 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Ospina-Alvarez, N., & Piferrer, F. (2008). Temperature-dependent sex determination in fish revisited: prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. *PloS one*, 3(7), e2837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002837>
- Palumbi, S. R. (1995). A molecular view biogeography of the Indo-West Pacific. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*
- Perry, A. N., & Grober, M. S. (2003). A model for social control of sex change: interactions of behavior, neuropeptides, glucocorticoids, and sex steroids. *Hormones and Behavior*, 43(1), 31-38. [https://doi.org/10.1016/S0018-506X\(02\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S0018-506X(02)00036-3)
- Policansky, D. (1982). Sex change in plants and animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 471-495. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.002351>

- Reinboth, R. (1962). Morphologische und funktionelle Zweigeschlechtlichkeit marinen Teleostiern (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae). *Zoologische Jahrbücher Physiologie* Bd 69(S), 405–480.
- Reinboth, R. (1970). Intersexuality in fishes. *Hormones and the Environment*, 515-543.
- Ribas, L., Liew, W. C., Díaz, N., Sreenivasan, R., Orbán, L., & Piferrer, F. (2017). Heat-induced masculinization in domesticated zebrafish is family-specific and yields a set of different gonadal transcriptomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(6), E941-E950. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609411114>
- Robertson, D. R. (1972). Social control of sex reversal in a coral-reef fish. *Science*, 177(4053), 1007-1009. <https://doi.org/10.1126/science.177.4053.1007>
- Ross, J.L. and Merriner, J.V. (1983) Reproductive biology of the blueline tilefish, *Caulolatilus microps*, off North Carolina and South Carolina. *Fishery Bulletin* 81, 553– 568.
- Santini, F., Harmon, L. J., Carnevale, G., & Alfaro, M. E. (2009). Did genome duplication drive the origin of teleosts? A comparative study of diversification in ray-finned fishes. *BMC evolutionary biology*, 9(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-194>
- Sarre, S. D., Georges, A., & Quinn, A. (2004). The ends of a continuum: genetic and temperature-dependent sex determination in reptiles. *Bioessays*, 26(6), 639-645. <https://doi.org/10.1002/bies.20050>
- Sarre, S. D., Ezaz, T., & Georges, A. (2011). Transitions between sex-determining systems in reptiles and amphibians. *Annual review of genomics and human genetics*, 12(1), 391-406. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-082410-101518>
- Shao, C., Li, Q., Chen, S., Zhang, P., Lian, J., Hu, Q., ... & Zhang, G. (2014). Epigenetic modification and inheritance in sexual reversal of fish. *Genome research*, 24(4), 604-615. <https://doi.org/10.1101/gr.162172.113>

- Shapiro, D. Y. (1980). Serial female sex changes after simultaneous removal of males from social groups of a coral reef fish. *Science*, 209(4461), 1136-1137. <https://doi.org/10.1126/science.209.4461.1136>
- Shapiro, D. Y. (1981). Size, maturation and the social control of sex reversal in the coral reef fish *Anthais squamipinnis*. *Journal of Zoology*, 193(1), 105-128. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1981.tb01494.x>
- Shapiro, D. Y. (1984). Sex reversal and sociodemographic processes in coral reef fishes. *Fish reproduction: strategies and tactics*, 103-118.
- Shapiro, D. Y. (1988). Behavioral influences on gene structure and other new ideas concerning sex change in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 23(4), 283-297. <https://doi.org/10.1007/BF00005240>
- Shiklomanov, I. A. (1991). The world's water resources. *In Proceedings of the international symposium to commemorate* (Vol. 25, pp. 93-126).
- Smith, C. L. (1975). The evolution of hermaphroditism in fishes. In *Intersexuality in the animal kingdom* (pp. 295-310). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-66069-6_28
- Smith, W. L., & Wheeler, W. C. (2006). Venom evolution widespread in fishes: a phylogenetic road map for the bioprospecting of piscine venoms. *Journal of Heredity*, 97(3), 206-217. <https://doi.org/10.1093/jhered/esj034>
- Solomon-Lane, T. K., Crespi, E. J., & Grober, M. S. (2013). Stress and serial adult metamorphosis: multiple roles for the stress axis in socially regulated sex change. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 210. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00210>
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M. A. X., ... & Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57(7), 573-583. <https://doi.org/10.1641/B570707>

- Stelkens, R. B., & Wedekind, C. (2010). Environmental sex reversal, Trojan sex genes, and sex ratio adjustment: conditions and population consequences. *Molecular Ecology*, 19(4), 627-646. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04526.x>
- Stiassny, M. L. J., Wiley, E. O., Johnson, G. D., & De Carvalho, M. R. (2004). Gnathostome fishes. *Assembling the tree of life*, 410-429. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195172348.003.0025>
- Thorson, G. (1957). Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *Treatise on marine ecology and paleoecology*, 1, 461-534. <https://doi.org/10.1130/MEM67V1-p461>
- Todd, E. V., Liu, H., Lamm, M. S., Thomas, J. T., Rutherford, K., Thompson, K. C., ... & Gemmell, N. J. (2018). Female mimicry by sneaker males has a transcriptomic signature in both the brain and the gonad in a sex-changing fish. *Molecular Biology and Evolution*, 35(1), 225-241. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx293>
- Veron, J. E. N. (1995). Corals in time and space. Sydney, Australia. University New South Wales Press, Sydney.
- Wainwright, P. C., Smith, W. L., Price, S. A., Tang, K. L., Sparks, J. S., Ferry, L. A., ... & Near, T. J. (2012). The evolution of pharyngognathy: a phylogenetic and functional appraisal of the pharyngeal jaw key innovation in labroid fishes and beyond. *Systematic Biology*, 61(6), 1001-1027. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys060>
- Wainwright, P. C., & Longo, S. J. (2017). Functional innovations and the conquest of the oceans by acanthomorph fishes. *Current Biology*, 27(11), R550-R557. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.044>
- Warner, R. R. (1975). The adaptive significance of sequential hermaphroditism in animals. *The American Naturalist*, 109(965), 61-82. <https://doi.org/10.1086/282974>
- Warner, R. R. (1978). The evolution of hermaphroditism and unisexuality in aquatic and terrestrial vertebrates. *Contrasts in behavior*.

- Warner, R. R. (1984). Mating behavior and hermaphroditism in coral reef fishes. *American Scientist*, 72(2), 128-136.
- Warner, R. R. (1988). Sex change in fishes: hypotheses, evidence, and objections. *Environmental Biology of Fishes*, 22(2), 81-90. <https://doi.org/10.1007/BF00001539>
- Watson, W., & Walker, H. J. (2004). The world's smallest vertebrate, *Schindleria brevipinguis*, a new paedomorphic species in the family Schindleriidae (Perciformes: Gobioidae). *Records-Australian Museum*, 56(2), 139-142. <https://doi.org/10.3853/j.0067-1975.56.2004.1429>
- Yamaguchi, T., Yoshinaga, N., Yazawa, T., Gen, K., & Kitano, T. (2010). Cortisol is involved in temperature-dependent sex determination in the Japanese flounder. *Endocrinology*, 151(8), 3900-3908. <https://doi.org/10.1210/en.2010-0228>

ANEXOS

ANEXO A – Compilado de informações taxonômicas, habitats e distribuições geográficas de espécies hermafrodita em Acanthomorpha segundo o *Eschmeyer Catalog of Fishes* (Fricke et al., 2018).

Espécie	Família	Habitat	Distribuição
<i>Acanthopagrus australis</i>	Sparidae	Marine	Western Pacific: eastern Australia and one specimen from New Zealand
<i>Acanthopagrus berda</i>	Sparidae	Marine	Red Sea; Indian Ocean: East Africa, South Africa, Socotra, Madagascar and Persian Gulf east to Malaysia and Singapore
<i>Acanthopagrus berda</i>	Sparidae	Freshwater	Red Sea; Indian Ocean: East Africa, South Africa, Socotra, Madagascar and Persian Gulf east to Malaysia and Singapore
<i>Acanthopagrus latus</i>	Sparidae	Marine	Northwestern Pacific: Vietnam and China to Korea and Japan;
<i>Acanthopagrus latus</i>	Sparidae	Freshwater	Northwestern Pacific: Vietnam and China to Korea and Japan;
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	Sparidae	Marine	Northwestern Pacific: northern Vietnam and China to Korea and Japan
<i>Achoerodus viridis</i>	Labridae	Marine	Australia: southern Queensland, New South Wales and Victoria
<i>Alphestes afer</i>	Epinephelidae	Marine	Western Atlantic: Bermuda and North Carolina (U.S.A.) south to Uruguay, including southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea; eastern Atlantic: Guinea; São Tome and Principe
<i>Amblycirrhitus pinos</i>	Cirrhitidae	Marine	Western Atlantic: Southern Florida (U.S.A.) south to Brazil, including Caribbean Sea; southern central Atlantic: Saint Helena Island

<i>Amphiprion akallopisos</i>	Pomacentridae	Marine	Indian Ocean: East Africa, Socotra and Madagascar east to Andaman Sea and western Indonesia
<i>Amphiprion clarkii</i>	Pomacentridae	Marine	Indo-West Pacific: Persian Gulf east to Caroline Islands and Fiji, north to central Japan, south to northern Australia
<i>Amphiprion frenatus</i>	Pomacentridae	Marine	Western Pacific: Singapore, Malaysia, Brunei, Thailand, Vietnam, western Indonesia, Philippines, China, Taiwan and southern Japan
<i>Amphiprion melanopus</i>	Pomacentridae	Marine	Western Pacific: eastern Indonesia, Philippines and Papua New Guinea east to Palau, Caroline Islands and Vanuatu, south to Queensland (Australia) and New Caledonia
<i>Amphiprion ocellaris</i>	Pomacentridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Andaman Sea, Malaysia and Indonesia east to Philippines, north to central Japan, south to northern Western Australia
<i>Amphiprion perideraion</i>	Pomacentridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas and Cocos-Keeling islands, Malaysia and Indonesia east to Caroline and Tuamotu islands, north to Ryukyu Islands (Japan), south to northern Australia and New Caledonia
<i>Amphiprion polymnus</i>	Pomacentridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: South China Sea east to New Ireland (Papua New Guinea) and Solomon Islands, south to northern Australia and New Caledonia
<i>Amphiprion sandaracinos</i>	Pomacentridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas Island and Indonesia east to Solomon Islands, north to Ryukyu Islands, south to northwestern Australia and New Caledonia
<i>Anampses geographicus</i>	Labridae	Marine	Indo-West Pacific: Mauritius (Mascarenes) east to Caroline Islands (Micronesia), Fiji and Tonga, north to southern Japan, south to Rottnest Island (Western Australia), New South Wales (Australia), Lord Howe Island and New Caledonia and to Fiji and Caroline Islands
<i>Anthias anthias</i>	Anthiidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Galicia (Spain) south to Namibia, including Azores, Madeira, Canary Islands, Cape Verde Islands, and São Tomé and Príncipe
<i>Anthias nicholsi</i>	Anthiidae	Marine	Western Atlantic: Nova Scotia (Canada) and east coast of U.S.A. south to Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Anthias noeli</i>	Anthiidae	Marine	Eastern Pacific: continental Ecuador, Galápagos Islands and Cocos Island (Costa Rica)
<i>Baldwinella vivanus</i>	Anthiidae	Marine	Western Atlantic: Delaware (U.S.A.) and Bahamas south to southern Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Bodianus diplotaenia</i>	Labridae	Marine	Distribution: Eastern Pacific: Gulf of California (Mexico) south to Peru, including Clipperton Island and Galápagos Islands
<i>Bodianus rufus</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic

<i>Caracanthus typicus</i>	Scorpaenidae	Marine	Hawaiian Islands
<i>Caracanthus unipinna</i>	Scorpaenidae	Marine	Indo-West Pacific: South and East Africa, Madagascar and western Mascarenes east to Pitcairn Group, north to Amami Islands (southern Japan) and Ogasawara Islands, south to Western Australia, Great Barrier Reef (Australia), Loyalty Islands, Tonga and Rapa
<i>Chelidoperca hirundinacea</i>	Serranidae	Marine	Distribution: Western Pacific: eastern Indonesia and Philippines north to Japan, south to Papua New Guinea
<i>Symphodus melanocercus</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea and Sea of Marmara endemic
<i>Centropristis ocyurus</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic North Carolina to Florida (U.S.A.), and Gulf of Mexico (U.S.A., Mexico)
<i>Centropristis philadelphia</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina south to Florida (U.S.A.), and northern Gulf of Mexico
<i>Centropristis striata</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Gulf of Maine to northeastern Florida (U.S.A.); northeastern Gulf of Mexico (U.S.A.); reaches southern Florida (U.S.A.) in cold winters
<i>Centropyge acanthops</i>	Pomacanthidae	Marine	Western Indian Ocean: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Madagascar and western Mascarenes east to Maldives and Chagos Archipelago
<i>Centropyge bicolor</i>	Pomacanthidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas Island (Indian Ocean) and Sumatra (Indonesia) east to Micronesia and Samoa, north to Kagoshima Prefecture (southern Japan), south to northern Australia
<i>Centropyge ferrugata</i>	Pomacanthidae	Marine	Philippines north to Taiwan, Amami Islands (southern Japan) and Ogasawara Islands
<i>Centropyge fisheri</i>	Pomacanthidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, Mauritius (Mascarenes) and Maldives east to Hawaiian Islands, Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago, north to southern Japan, south to Western Australia, New South Wales (Australia), Chesterfield Islands (New Caledonia) and Tonga
<i>Centropyge flavissima</i>	Pomacanthidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas and Cocos-Keeling islands east to Wake Atoll, Line Islands (Kiribati) and Marquesas Islands and Pitcairn Group, north to Ryukyu Islands and Kagoshima Prefecture (southern Japan), south to Queensland (Australia), New Caledonia, Tonga and Rapa; introduced in Hawaiian Islands. Western Pacific to Hawaii
<i>Centropyge interrupta</i>	Pomacanthidae	Marine	Western and Central North Pacific: southern Japan, Ogasawara Islands, Hawaiian Islands
<i>Centropyge multispinis</i>	Pomacanthidae	Marine	Red Sea, Indian Ocean: East Africa, KwaZulu-Natal (South Africa), Socotra, Madagascar and Mascarenes east to Thailand and western Sumatra (Indonesia)

<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) south to Buenos Aires (Argentina), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae	Freshwater	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) south to Buenos Aires (Argentina), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Cephalopholis boenak</i>	Epinephelidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, Persian Gulf, Madagascar and western Mascarenes east to Philippines, New Ireland (Papua New Guinea) and Solomon Islands, north to Shanghai (China) and Ryukyu Islands, south to Western Australia, Queensland (Australia) and New Caledonia
<i>Cephalopholis taeniops</i>	Epinephelidae	Marine	Distribution: Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Morocco south to Angola, including Canary Islands, Cape Verde Islands, and São Tomé and Príncipe
<i>Cephalopholis urodeta</i>	Epinephelidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas Island and Indonesia east to Wake Atoll, Line Islands and Pitcairn Group, south to Western Australia at 32°01'S, Queensland (Australia) at 18°16'S, New Caledonia, Tonga and Rapa
<i>Cepola macrophthalmalma</i>	Cepolidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: British Isles south to Senegal
<i>Cheilinus undulatus</i>	Labridae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Aldabra, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Tuamotu Archipelago, north to Kagoshima Prefecture (southern Japan), south to northern Australia and New Caledonia; waifs at Hawaiian Islands
<i>Chlorurus sordidus</i>	Scaridae	Marine	Red Sea; Indian Ocean: East Africa, South Africa, Persian Gulf, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Bali (Indonesia)
<i>Choerodon rubescens</i>	Labridae	Marine	Southeastern Indian Ocean: Western Australia.
<i>Choerodon schoenleinii</i>	Labridae	Marine	Indo-West Pacific: Malaysia and Indonesia east to Papua New Guinea, north to Ryukyu Islands, south to northern Australia
<i>Choerodon venustus</i>	Labridae	Marine	Australia
<i>Chrysoblephus cristiceps</i>	Sparidae	Marine	Southeastern Atlantic, southwestern Indian Ocean: Cape of Good Hope to KwaZulu-Natal (South Africa)
<i>Chrysoblephus laticeps</i>	Sparidae	Marine	Southeastern Atlantic, southwestern Indian Ocean: Cape of Good Hope (South Africa) to Mauritius
<i>Chrysoblephus puniceus</i>	Sparidae	Marine	Southwestern Indian Ocean: KwaZulu-Natal (South Africa) and southern Mozambique; Madagascar
<i>Cichlasoma portalegrense</i>	Cichlidae	Freshwater	South America: Laguna dos Patos system and coastal basins (southern Brazil, Bolivia and Uruguay)

<i>Cirrhichthys aureus</i>	Cirrhitidae	Marine	Indo-West Pacific: southern Japan and Hong Kong; one record from Bali
<i>Cirrhitis pinnulatus</i>	Cirrhitidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, Madagascar and Mascarenes east to Hawaiian Islands and Pitcairn Group, north to southern Japan, south to Kermadec Islands and Rapa. Former Red Sea records are now assigned to <i>C. spilotoceps</i> Schultz 1950
<i>Clepticus parrae</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic
<i>Cociella crocodilus</i>	Platycephalidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, South Africa and Persian Gulf east to Solomon Islands, north to southern Sea of Japan, south to New Caledonia
<i>Calotomus carolinus</i>	Scaridae	Marine	Indo-Pacific: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and western Mascarenes east to Hawaiian Islands and Pitcairn, north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to Western Australia, New Caledonia, and Tonga; Revillagigedo Archipelago (Mexico), Clipperton Atoll (France)
<i>Calotomus spinidens</i>	Scaridae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa and Madagascar east to Micronesia, Fiji and Tonga, north to Ryukyu Islands, south to northern Australia
<i>Coris dorsomacula</i>	Labridae	Marine	Western Pacific: Christmas Island (eastern Indian Ocean) and South China Sea east to Fiji, north to Japan and Ogasawara Islands, south to northern Australia and Kermadec Islands
<i>Coris julis</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea: Mallorca (Balearic Islands, Spain) eastward; Sea of Marmara; Black Sea. IUCN (2010): LC. Eastern Atlantic records based on <i>Coris melanura</i> (Lowe 1839).
<i>Coryphopterus personatus</i>	Gobiidae	Marine	Western Atlantic
<i>Cryptotomus roseus</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic, southern-central Atlantic: Ascension Island
<i>Cyprinocirrhites polyactis</i>	Cirrhitidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, Seychelles, Madagascar and western Mascarenes east to Marquesas Islands, north to Kagoshima Prefecture (southern Japan), south to Australia, New Caledonia, northern New Zealand and Tonga Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, Mozambique Channel, Seychelles, Madagascar and Mascarenes east to
<i>Dascyllus aruanus</i>	Pomacentridae	Marine	Wake Atoll, Marquesas Islands and Gambier Islands, north to southern Japan and Ryukyu Islands, south to Western Australia, Lord Howe Island, New Caledonia and Rapa. Pacific Ocean
<i>Dascyllus carneus</i>	Pomacentridae	Marine	Indian Ocean: South Africa, East Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Andaman Sea and western Indonesia
<i>Dascyllus marginatus</i>	Pomacentridae	Marine	Red Sea; northwestern Indian Ocean: Socotra, Gulf of Oman
<i>Dascyllus reticulatus</i>	Pomacentridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Christmas Islands and Cocos-Keeling Islands (eastern Indian Ocean), Malaysia and Indonesia east to Marshall Islands and Samoa, north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to northern Australia and New Caledonia

<i>Decodon melasma</i>	Labridae	Marine	Eastern Pacific: southern California (U.S.A.) south to northern Peru, including Cocos Island (Costa Rica) and Galápagos Islands
<i>Dentex gibbosus</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Portugal south to Angola, including Madeira, Canary Islands, ?Cape Verde Islands, and São Tomé and Príncipe
<i>Diplectrum bivittatum</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Florida (U.S.A.) south to Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Diplectrum formosum</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Virginia (U.S.A.) south to southern Brazil
<i>Diplectrum macropoma</i>	Serranidae	Marine	Eastern Pacific: Baja California (Mexico) south to Peru, including Galápagos Islands
<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae	Marine	Eastern Pacific: California (U.S.A.) south to Panama
<i>Diplectrum rostrum</i>	Serranidae	Marine	Eastern Pacific: Gulf of California (Mexico) south to Colombia, including Galápagos Islands (Ecuador)
<i>Diplodus puntazzo</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Bay of Biscay south to South Africa, including Madeira and Cape Verde Islands
<i>Diplodus sargus</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea (but not in southeastern Mediterranean) Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Hawaiian Islands and Gambier Islands, north to southern Japan, south to Western Australia, Queensland (Australia), New Caledonia and Tonga
<i>Epibulus insidiator</i>	Labridae	Marine	
<i>Epinephelus akaara</i>	Epinephelidae	Marine	Northwestern Pacific: China and Taiwan to Korea and Japan
<i>Epinephelus andersoni</i>	Epinephelidae	Marine	Southeastern Atlantic: South Africa; western Indian Ocean: South Africa to Mozambique and Madagascar
<i>Epinephelus chlorostigma</i>	Epinephelidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Persian Gulf, Madagascar and Mascarenes east to Marshall Islands, Tonga and Line Islands, south to Western Australia and New Caledonia
<i>Epinephelus diacanthus</i>	Epinephelidae	Marine	Northern Indian Ocean: Gulf of Aden and Persian Gulf east to Sri Lanka, southeastern India and Myanmar Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Socotra and La Pérouse Soumount (western Mascarenes)
<i>Epinephelus fasciatus</i>	Epinephelidae	Marine	east to Wake Atoll, Marshall Islands and Pitcairn Group, north to southern Sea of Japan and Ogasawara Islands, south to Western Australia, Lord Howe Island, Norfolk Island, New Caledonia, Tonga and Rapa

<i>Epinephelus marginatus</i>	Epinephelidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; southern Black Sea; eastern Atlantic: British Isles south to Angola, including Azores, Madeira, Canary Islands and São Tomé and Príncipe; western Atlantic: Brazil south to Argentina; Western Indian Ocean: South Africa to southern Mozambique; Réunion (Mascarenes); Socotra; Oman
<i>Epinephelus morio</i>	Epinephelidae	Marine	Western Atlantic: Massachusetts (U.S.A.) (strays) and Bermuda south to southern Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea; possibly eastern Atlantic
<i>Epinephelus rivulatus</i>	Epinephelidae	Marine	Indo-West Pacific: South Africa, East Africa, Madagascar, western Mascarenes and Socotra east to Tonga, north to Ogasawara Islands, Japan, south to Western Australia, Queensland (Australia) northern New Zealand
<i>Genicanthus caudovittatus</i>	Pomacanthidae	Marine	Red Sea; Indian Ocean: East Africa, South Africa, Madagascar and Mascarenes east to Andaman Sea and Sumatra and near Bali (western Indonesia)
<i>Genicanthus lamarck</i>	Pomacanthidae	Marine	Indo-West Pacific: South China Sea to Vanuatu, northern Barrier Reef (Australia) to Ryukyu Islands, Andaman Sea
<i>Genicanthus semifasciatus</i>	Pomacanthidae	Marine	Western Pacific: Philippines, Taiwan, Ryukyu Islands and southern Japan
<i>Gobiodon histrio</i>	Gobiidae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: Andaman Islands east to Samoa, north to Philippines, south to northern Australia
<i>Halichoeres bivittatus</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) and Bermuda south to Rio de Janeiro (Brazil), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Halichoeres garnoti</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic
<i>Halichoeres maculipinna</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic
<i>Halichoeres marginatus</i>	Labridae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: Socotra, Persian Gulf and Gulf of Oman east to French Polynesia and Pitcairn Island, north to Japan, south to northern Australia
<i>Halichoeres melanurus</i>	Labridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Malaysia and Indonesia east to Micronesia and Samoa, north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to Australia and Norfolk Island
<i>Halichoeres pictus</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic
<i>Halichoeres poeyi</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic
<i>Halichoeres radiatus</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic

<i>Halichoeres scapularis</i>	Labridae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to New Ireland (Papua New Guinea), north to southern Japan, south to Western Australia, Queensland (Australia) and New Caledonia
<i>Halichoeres semicinctus</i>	Labridae	Marine	Eastern Pacific
<i>Halichoeres trimaculatus</i>	Labridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific
<i>Hemanthias leptus</i>	Anthiidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) south to Tobago, Guyana, and Suriname, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Hemanthias peruanus</i>	Anthiidae	Marine	Eastern Pacific: Baja California Sur (Mexico) and Gulf of California south to Peru; Galápagos Islands
<i>Hypoplectrodes huntii</i>	Anthiidae	Marine	Southwestern Pacific: New Zealand endemic
<i>Hypoplectrodes maccullochi</i>	Anthiidae	Marine	Southwestern Pacific: southern Queensland, New South Wales, Victoria and Tasmania (Australia)
<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Texas (U.S.A.) south to Venezuela, including western and southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Hypoplectrus nigricans</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Southern Florida (U.S.A.), Bahamas, Antilles, and Belize south to Panama, including Caribbean Sea.
<i>Hypoplectrus puella</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Florida (U.S.A.) south to West Indies, including northeastern Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Florida Keys (U.S.A.), Bahamas, and Caribbean Sea
<i>Hologymnosus annulatus</i>	Labridae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Pitcairn, north to southern Japan, south to Australia and Rapa
<i>Inegocia japonica</i>	Platycephalidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Sri Lanka and Myanmar east to Philippines, north to southern Sea of Japan, south to northern Australia
<i>Kryptolebias marmoratus</i>	Rivulidae	Freshwater	Antilles, southern North America, eastern coast of Central America and northern coast of South America
<i>Kumococius rodericensis</i>	Platycephalidae	Marine	Indo-West Pacific: Persian Gulf, Gulf of Oman and western Mascarenes east to Philippines, north to southern Japan, south to northern Australia

<i>Labroides dimidiatus</i>	Labridae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Persian Gulf, Socotra, Seychelles, Madagascar and Mascarenes east to Wake Atoll and Pitcairn Group, north to central Japan, south to Rottneest Island (Western Australia), Merimbula (New South Wales, Australia), Lord Howe Island and Rapa
<i>Labrus bergylta</i>	Labridae	Marine	Baltic Sea; North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Norway south to Morocco, including Azores and Madeira
<i>Labrus merula</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Galicia (Spain) south to northern Morocco, including Azores and Madeira
<i>Labrus mixtus</i>	Labridae	Marine	Western Baltic Sea; North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Norway south to Senegal, including Azores and Madeira
<i>Labrus viridis</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Galicia (Spain) south to Morocco
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) and Bermuda south to Pará (Brazil), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Lethrinidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Myanmar and Indonesia east to Mariana Islands and Cook Islands, north to southern Sea of Japan and Kyushu (Japan), south to northern Australia
<i>Lethrinus genivittatus</i>	Lethrinidae	Marine	Indonesia east to Caroline Islands, New Ireland (Papua New Guinea) and Vanuatu, north to Korea and Japan, south to Rottneest Island (Western Australia), Merimbula (New South Wales, Australia) and New Caledonia
<i>Lethrinus lentjan</i>	Lethrinidae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Seychelles, Madagascar, Mauritius (Mascarenes) and Persian Gulf east to Marshall Islands and Tonga, north to Ryukyu Islands, south to Western Australia, Queensland (Australia), Lord Howe Island and New Caledonia
<i>Lethrinus mahsena</i>	Lethrinidae	Marine	Red Sea; western Indian Ocean: East Africa, Persian Gulf, Socotra, Aldabra, Seychelles, Madagascar and Mascarenes east to Sri Lanka
<i>Lethrinus miniatus</i>	Lethrinidae	Marine	Indo-West Pacific
<i>Lethrinus nebulosus</i>	Lethrinidae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Madagascar, Mascarenes and Persian Gulf east to Samoa and Tonga, north to southern Sea of Japan and Ogasawara Islands, south to Cape Pasley (Western Australia), Port Hacking (New South Wales, Australia), Lord Howe Island and New Caledonia
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	Lethrinidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, Seychelles, Madagascar and western Mascarenes east to Wake Atoll, Marshall Islands and Marquesas Islands, north to southern Japan, south to Western Australia, Papua New Guinea, New Caledonia and Tonga
<i>Lethrinus variegatus</i>	Lethrinidae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Seychelles, Madagascar and Mascarenes east to Palau and Tonga, north to Ryukyu Islands, south to Kimberley (Western Australia) and Queensland (Australia) and New Caledonia
<i>Lates calcarifer</i>	Latidae	Marine	Persian Gulf east to Philippines and New Guinea, north to northern Vietnam and southern China, south to Pilbara (Western Australia) and northern Queensland (Australia); mostly in brackish and fresh water

<i>Lates calcarifer</i>	Latidae	Freshwater	Persian Gulf east to Philippines and New Guinea, north to northern Vietnam and southern China, south to Pilbara (Western Australia) and northern Queensland (Australia); mostly in brackish and fresh water
<i>Lithognathus aureti</i>	Sparidae	Marine	Southeastern Atlantic: Namibia to Cape Town (South Africa)
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Bay of Biscay south to South Africa, including Madeira and Canary Islands; Western Indian Ocean: South Africa north to Mozambique. Habitat: brackish, marine
<i>Lythrypnus dalli</i>	Gobiidae	Marine	Eastern Pacific
<i>Monopterus albus</i>	Synbranchidae	Freshwater	East Asia
<i>Typhlosynbranchus boueti</i>	Synbranchidae	Freshwater	West Africa
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Epinephelidae	Marine	Western Atlantic: Bermuda and Massachusetts (U.S.A.) south to Brazil, including offshore islands
<i>Notolabrus celidotus</i>	Labridae	Marine	Southwestern Pacific: New Zealand
<i>Notolabrus gymnogenis</i>	Labridae	Marine	Southwestern Pacific
<i>Notolabrus tetricus</i>	Labridae	Marine	Australia: New South Wales, Victoria, Tasmania and South Australia
<i>Ophisternon bengalense</i>	Synbranchidae	Freshwater	Asia and western Pacific countries
<i>Pachymetopon aeneum</i>	Sparidae	Marine	Southwestern Indian Ocean: Cape of Good Hope to Sodwana Bay (South Africa); Madagascar.
<i>Pagellus acarne</i>	Sparidae	Marine	North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: British Isles south to Senegal, including Azores, Madeira and Cape Verde Islands
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Sparidae	Marine	Western Baltic Sea; North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Norway and Iceland south to Mauritania, including Azores and Madeira
<i>Pagellus erythrinus</i>	Sparidae	Marine	Western Baltic Sea; North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Norway south to Guinea-Bissau, including Azores, Madeira and Canary Islands

<i>Pagrus auriga</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Galicia (Spain) south to Angola, including Madeira and Cape Verde Islands
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Galicia (Spain) south to Angola, including Canary Islands, São Tomé and Príncipe; not found at Cape Verde Islands
<i>Pagrus pagrus</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: British Isles south to Western Sahara, including Azores, Madeira and Canary Islands
<i>Paragobiodon echinocephalus</i>	Gobiidae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: Seychelles, Madagascar and western Mascarenes east to Tuamotu Archipelago and Marquesas Islands, north to southern Japan, south to Queensland (Australia), New Caledonia, Lord Howe Island, and Tonga
<i>Paragobiodon lacunicolus</i>	Gobiidae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa and Madagascar east to Line Islands and Tuamotu Archipelago, north to Ryukyu Islands, south to northern Australia and Lord Howe Island
<i>Paragobiodon xanthosoma</i>	Gobiidae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: East Africa and Seychelles east to Philippines and Samoa, north to southern Japan, south to Queensland (Australia), Lord Howe Island, Chesterfield and Loyalty islands (New Caledonia)
<i>Pictilabrus laticlavus</i>	Labridae	Marine	Southeastern Indian Ocean, southwestern Pacific: southern Queensland to Tasmania and to Western Australia.
<i>Plectropomus maculatus</i>	Epinephelidae	Marine	Southeastern Indian Ocean, western Pacific: Indonesia east to Solomon Islands, north to Philippines, south to Western Australia and Queensland (Australia)
<i>Plectropomus leopardus</i>	Serranidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Indonesia east to Marshall Islands, Fiji and Tonga, north to central Japan, south to Western Australia, Queensland (Australia) and New Caledonia
<i>Nemanthias bicolor</i>	Anthiidae	Marine	Indo-West Pacific: Mascarenes and Maldives east to Hawaiian Islands, north to southern Japan, south to New Caledonia
<i>Pseudanthias conspicuus</i>	Anthiidae	Marine	Northwestern Indian Ocean: Somalia and Persian Gulf east to western India
<i>Pseudanthias elongatus</i>	Anthiidae	Marine	Western Pacific: Taiwan to Korea and Japan; New Caledonia
<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Anthiidae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Persian Gulf, Socotra, Madagascar, Aldabra and western Mascarenes east to Society Islands, north to central Japan, south to Western Australia, New Caledonia, Lord Howe Island and Tonga
<i>Pseudanthias taeniatus</i>	Anthiidae	Marine	Red Sea; northwestern Indian Ocean: Gulf of Aden
<i>Pseudochromis aldabraensis</i>	Pseudochromidae	Marine	Western Indian Ocean: Aldabra; Oman and Persian Gulf east to Pakistan; Sri Lanka

<i>Pseudochromis cyanotaenia</i>	Pseudochromidae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Indonesia east to Kiribati (Gilbert Islands) and Vanuatu, north to Ryukyu Islands (southern Japan), south to Coral Sea and New Caledonia
<i>Pseudochromis flavivertex</i>	Pseudochromidae	Marine	Red Sea endemic
<i>Pseudogramma gregoryi</i>	Grammistidae	Marine	Western Atlantic: Bermuda south to northeastern Brazil, including Fernando de Noronha Archipelago (Brazil); southern-central Atlantic: Ascension Island
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	Labridae	Marine	Northwestern Pacific: Taiwan north to Korea and Japan.
<i>Pronotogrammus martinicensis</i>	Anthiadiidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) and Bermuda south to Rio Grande do Norte (Brazil), including Gulf of Mexico, Caribbean Sea and Fernando de Noronha Archipelago (Brazil).
<i>Rhinogobios nicholsii</i>	Gobiidae	Marine	Eastern Pacific
<i>Sacura margaritacea</i>	Anthiadiidae	Marine	Western Pacific: Taiwan to Korea and Japan; New Caledonia
<i>Sarpa salpa</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Bay of Biscay south to South Africa, including Azores, Madeira and Canary Islands; southwestern Indian Ocean: South Africa
<i>Scarus festivus</i>	Scaridae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Madagascar, Mauritius (Mascarenes) and Chagos Archipelago east to Marshall Islands and Gambier Islands, north to southern Japan, south to Queensland (Australia)
<i>Scarus frenatus</i>	Scaridae	Marine	Red Sea, Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Madagascar and Mascarenes east to Line Islands and Ducie (Pitcairn Group), north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to Rottneest Island (Western Australia), New Caledonia, Lord Howe Island and Rapa
<i>Scarus ghobban</i>	Scaridae	Marine	Red Sea; Indo-Pacific: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Comoros, Madagascar, Mascarenes and Persian Gulf east to Panama (eastern Pacific), north to Amami Islands (southern Japan) and Ogasawara Islands, south to Rottneest Island (Western Australia), New South Wales (Australia), Lord Howe Island, northern New Zealand, Kermadec Islands and Rapa; Mediterranean Sea (Red Sea immigrant)
<i>Scarus iseri</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Scarus globiceps</i>	Scaridae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa, South Africa, Seychelles, Madagascar and Mascarenes east to Wake Atoll, Line Islands and Gambier Islands, north to Ryukyu Islands and Ogasawara islands, south to Shark Bay (Western Australia), Lord Howe Island, New Caledonia and Rapa
<i>Scarus niger</i>	Scaridae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Amirantes, Madagascar and Mauritius (Mascarenes) east to Marshall Islands and Tuamotu Archipelago, north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to Western Australia, Queensland (Australia), New Caledonia and Tonga

<i>Scarus taeniopterus</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Scarus rivulatus</i>	Scaridae	Marine	Southeastern Indian Ocean, western Pacific: Sri Lanka east to Caroline Islands and New Ireland (Papua New Guinea), north to Ryukyu Islands, south to Rottneest Island (Western Australia), Moreton Bay (Queensland, Australia) and Kermadec Islands
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	Scaridae	Marine	Red Sea, Indo-Pacific: East Africa, South Africa, Socotra, Seychelles, Madagascar and Mascarenes (Mauritius, Rodrigues) east to Clipperton Island and Panama, north to southern Japan and Hawaiian Islands, south to Western Australia, Queensland (Australia), Middleton Reef, New Caledonia and Tonga.
<i>Scarus vetula</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Scolopsis monogramma</i>	Nemipteridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Myanmar, Andaman Sea and Indonesia east to New Ireland (Papua New Guinea), north to Ryukyu Islands (Japan), south to northern Australia
<i>Scolopsis taenioptera</i>	Nemipteridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: Myanmar, Andaman Sea and Indonesia east to Papua New Guinea, north to northern Vietnam and Taiwan
<i>Semicossyphus pulcher</i>	Labridae	Marine	Eastern Pacific
<i>Serraniculus pumilio</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: South Carolina (U.S.A.) south to Venezuela, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea.
<i>Serranus annularis</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Bermuda and Georgia (U.S.A.) south to Brazil, including northwestern Gulf of Mexico and Caribbean
<i>Serranus atricauda</i>	Serranidae	Marine	Mediterranean Sea; eastern Atlantic: Spain and Portugal south to Guinea Bissau, including Azores, Madeira, Canary Islands and Cape Verde Islands
<i>Serranus baldwini</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: southern Florida (U.S.A.) south to Santa Catarina (Brazil), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Serranus cabrilla</i>	Serranidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: English Channel south to Angola, including Azores, Madeira, Canary Islands, Cape Verde Islands, São Tomé and Príncipe; Red Sea: Gulf of Suez
<i>Serranus hepatus</i>	Serranidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Portugal south to Senegal, including Canary Islands
<i>Serranus notospilus</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Georgia (U.S.A.), Florida Keys (U.S.A.) south to Suriname, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Serranus phoebe</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina (U.S.A.) and Bermuda south to São Paulo (Brazil), including Gulf of Mexico and Caribbean Sea

<i>Serranus psittacinus</i>	Serranidae	Marine	Eastern Pacific: Pacific coast of central Baja California (Mexico) south to Peru, including Gulf of California (Mexico) and Galapagos Islands (Ecuador)
<i>Serranus scriba</i>	Serranidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: English Channel south to Morocco, including Azores and Madeira; southwestern Indian Ocean: South Africa north to KwaZulu-Natal (rare)
<i>Serranus subligarius</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: North Carolina south to Florida (U.S.A.), including northern Gulf of Mexico
<i>Serranus tabacarius</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: Georgia (U.S.A.) and Bermuda south to Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Serranus tigrinus</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: southern Florida (U.S.A.) and Bermuda south to Venezuela and Curaçao, including Caribbean Sea
<i>Serranus tortugarum</i>	Serranidae	Marine	Western Atlantic: southern Florida (U.S.A.) south to Venezuela, including Caribbean Sea
<i>Spicara maena</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Portugal south to Mauritania, including Azores, Madeira and Canary Islands
<i>Sparidentex hasta</i>	Sparidae	Marine	Western Indian Ocean: Persian Gulf east to India. Ballast water introduction in Perth, Western Australia
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic [not including Brazil]
<i>Sparisoma chrysopterum</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Sparisoma atomarium</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Sparisoma radians</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Sparisoma rubripinne</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic: including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Sparisoma viride</i>	Scaridae	Marine	Western Atlantic
<i>Sparus aurata</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: British Isles south to Senegal, including Cape Verde Islands; introduced in Madeira and Persian Gulf

<i>Spicara smaris</i>	Sparidae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Portugal south to Morocco, including Madeira and Canary Islands
<i>Spondylisoma cantharus</i>	Sparidae	Marine	Western Baltic Sea; North Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Norway south to Namibia, including Madeira, Canary Islands and Cape Verde Islands
<i>Stethojulis trilineata</i>	Labridae	Marine	Eastern Indian Ocean, western Pacific: eastern India and Maldives east to Samoa, north to southern Korea and Japan, south to eastern Australia and New Caledonia
<i>Insidiator meerdervoortii</i>	Platycephalidae	Marine	Northwestern Pacific
<i>Symphodus tinca</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; Black Sea; eastern Atlantic: Spain and Portugal south to Morocco
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Synbranchidae	Freshwater	Southern North America, central America, South America: Mexico south to northern Argentina
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic: including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Thalassoma cupido</i>	Labridae	Marine	Northwestern Pacific: Taiwan north to Korea and Japan
<i>Thalassoma duperrey</i>	Labridae	Marine	Central Pacific: Johnston Atoll and Hawaiian Islands
<i>Thalassoma lucasanum</i>	Labridae	Marine	Eastern Pacific
<i>Thalassoma lunare</i>	Labridae	Marine	Red Sea; Indo-West Pacific: East Africa, Socotra, Madagascar and Persian Gulf east to Line Islands, Tuamotu Archipelago and Gambier Islands, north to Korea and central Japan, south to Rottneest Island (Western Australia), New South Wales (Australia), New Caledonia, Lord Howe, Norfolk and Kermadec Islands, northern New Zealand and Tonga
<i>Thalassoma lutescens</i>	Labridae	Marine	Indo-West Pacific: East Africa and Socotra east to Hawaiian Islands and Easter Island, north to southern Japan, south to Rottneest Island (Western Australia), southern New South Wales (Australia), Lord Howe Island, Norfolk Islands, New Caledonia, Kermadec Islands, Tonga and Rapa; Revillagigedo Archipelago (Mexico)
<i>Thalassoma pavo</i>	Labridae	Marine	Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Portugal south to Gabon, including Azores, Madeira and Canary Islands
<i>Thalassoma purpurium</i>	Labridae	Marine	Red Sea; Indo-Pacific: East Africa, Socotra, Comoros, Madagascar and Mascarenes east to Hawaiian Islands, Marquesas Islands and Easter Island, north to southern Japan and Ogasawara Islands, south to Rottneest Island (Western Australia), northern New South Wales (Australia), Lord Howe Island, New Caledonia and Kermadec Islands; also eastern Pacific: Clipperton Island

<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	Labridae	Marine	Indo-West Pacific: South Africa, East Africa and Madagascar east to Hawaiian Islands and Easter Island, north to southern Japan, south to Western Australia, Lord Howe Island, New Caledonia and Tonga
<i>Tigrigobius multifasciatus</i>	Gobiidae	Marine	Western Atlantic
<i>Trichonotus filamentosus</i>	Trichonotidae	Marine	Western Pacific: China and Japan
<i>Trimma okinawae</i>	Gobiidae	Marine	Western Pacific: Thailand and Indonesia east to Marshall Islands and Fiji, north to central Japan and Ogasawara Islands, south to New Caledonia
<i>Xyrichtys martinicensis</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic: including Gulf of Mexico and Caribbean Sea
<i>Xyrichtys novacula</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic: southern Florida (U.S.A.) south to Brazil, including Gulf of Mexico and Caribbean Sea; Mediterranean Sea; Sea of Marmara; eastern Atlantic: Spain south to Gabon, including Azores, Madeira, Canary Islands, and São Tomé and Príncipe
<i>Xyrichtys splendens</i>	Labridae	Marine	Western Atlantic

ANEXO B – Informações sobre hermafroditismo síncrono e reversão sexual em acantomorfos sequenciais.

Espécie	Família	Síncrono		Sequencial		Referência
		Simultâneo	Protogínico	Protândrico	Bidirecional	
<i>Acanthopagrus australis</i>	Sparidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Acanthopagrus berda</i>	Sparidae	0	0	1	0	Avise, 2009
<i>Acanthopagrus berda</i>	Sparidae	0	0	1	0	Avise, 2009
<i>Acanthopagrus latus</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Acanthopagrus latus</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	Sparidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Achoerodus viridis</i>	Labridae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Alphestes afer</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Amblycirrhitus pinos</i>	Cirrhitidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Amphiprion akallopisos</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Amphiprion clarkii</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Amphiprion frenatus</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Amphiprion melanopus</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Amphiprion ocellaris</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Amphiprion perideraion</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Amphiprion polymnus</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Amphiprion sandaracinos</i>	Pomacentridae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Anampses geographicus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Anthias anthias</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Anthias nicholsi</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Anthias noeli</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Baldwinella vivanus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Bodianus diplotaenia</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Bodianus rufus</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Caracanthus typicus</i>	Scorpaenidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008

<i>Caracanthus unipinna</i>	Scorpaenidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Chelidoperca hirundinacea</i>	Serranidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Symphodus melanocercus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Centropristis ocyurus</i>	Serranidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Centropristis philadelphia</i>	Serranidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Centropristis striata</i>	Serranidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Centropyge acanthops</i>	Pomacanthidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Centropyge bicolor</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Centropyge ferrugata</i>	Pomacanthidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Centropyge fisheri</i>	Pomacanthidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Centropyge flavissima</i>	Pomacanthidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Centropyge interrupta</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Centropyge multispinis</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Cephalopholis boenak</i>	Epinephelidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Cephalopholis taeniops</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Cephalopholis urodeta</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Cepola macrophthalmma</i>	Cepolidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Cheilinus undulatus</i>	Labridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Chlorurus sordidus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Choerodon rubescens</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Choerodon schoenleinii</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Choerodon venustus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Chrysoblephus cristiceps</i>	Sparidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Chrysoblephus laticeps</i>	Sparidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Chrysoblephus puniceus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Cichlasoma portalegrense</i>	<u>Cichlidae</u>	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Cirrhitichthys aureus</i>	Cirrhitidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Cirrhitus pinnulatus</i>	Cirrhitidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008

<i>Clepticus parrae</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Cociella crocodilus</i>	Platycephalidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Calotomus carolinus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Calotomus spinidens</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Coris dorsomacula</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Coris julis</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Coryphopterus personatus</i>	Gobiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Cryptotomus roseus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Cyprinocirrhites polyactis</i>	Cirrhitidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Dascyllus aruanus</i>	Pomacentridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Dascyllus carneus</i>	Pomacentridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Dascyllus marginatus</i>	Pomacentridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Dascyllus reticulatus</i>	Pomacentridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Decodon melasma</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Dentex gibbosus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplectrum bivittatum</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplectrum formosum</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplectrum macropoma</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplectrum rostrum</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplodus puntazzo</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Diplodus sargus</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Epibulus insidiator</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Epinephelus akaara</i>	Epinephelidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Epinephelus andersoni</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Epinephelus chlorostigma</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Epinephelus diacanthus</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Epinephelus fasciatus</i>	Epinephelidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Epinephelus marginatus</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Epinephelus morio</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Avise, 2009

<i>Epinephelus rivulatus</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Awise, 2009
<i>Genicanthus caudovittatus</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Genicanthus lamarek</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Genicanthus semifasciatus</i>	Pomacanthidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Gobiodon histrio</i>	Gobiidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Halichoeres bivittatus</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres garnoti</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres maculipinna</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres marginatus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Halichoeres melanurus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Halichoeres pictus</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres poeyi</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres radiatus</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Halichoeres scapularis</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Halichoeres semicinctus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Halichoeres trimaculatus</i>	Labridae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Hemanthias leptus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Hemanthias peruanus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Hypoplectrodes huntii</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Hypoplectrodes maccullochi</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Hypoplectrus nigricans</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Hypoplectrus puella</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Hologymnosus annulatus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Inegocia japonica</i>	Platycephalidae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Kryptolebias marmoratus</i>	Rivulidae	1	0	0	0	Sadovy, 2008
<i>Kumococius rodericensis</i>	Platycephalidae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Labroides dimidiatus</i>	Labridae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Labrus bergylta</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013

<i>Labrus merula</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Labrus mixtus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Labrus viridis</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lethrinus genivittatus</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lethrinus lentjan</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lethrinus mahsena</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Awise, 2009
<i>Lethrinus miniatus</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lethrinus nebulosus</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Awise, 2009
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lethrinus variegatus</i>	Lethrinidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Lates calcarifer</i>	Latidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Lates calcarifer</i>	Latidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Lithognathus aureti</i>	Sparidae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Sparidae	0	0	1	0	Awise, 2009
<i>Lythrypnus dalli</i>	Gobiidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Monopterus albus</i>	Synbranchidae	0	0	0	1	Policansky, 1982
<i>Typhlosynbranchus boueti</i>	Synbranchidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Awise, 2009
<i>Notolabrus celidotus</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Notolabrus gymnogenis</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Notolabrus tetricus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Ophisternon bengalense</i>	Synbranchidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Pachymetopon aeneum</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pagellus acarne</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Pagellus erythrinus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pagrus auriga</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008

<i>Pagrus pagrus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Paragobiodon echinocephalus</i>	Gobiidae	0	0	0	1	Policansky, 1982
<i>Paragobiodon lacunicolus</i>	Gobiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Paragobiodon xanthosoma</i>	Gobiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Pictilabrus laticlavus</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Plectropomus maculatus</i>	Epinephelidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Plectropomus leopardus</i>	Serranidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Nemanthias bicolor</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pseudanthias conspicuus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pseudanthias elongatus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Pseudanthias taeniatus</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Pseudochromis aldabraensis</i>	Pseudochromidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Pseudochromis cyanotaenia</i>	Pseudochromidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Pseudochromis flavivertex</i>	Pseudochromidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Pseudogramma gregoryi</i>	Grammistidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	Labridae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Pronotogrammus martinicensis</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Rhinogobiops nicholsii</i>	Gobiidae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Sacura margaritacea</i>	Anthiidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Sarpa salpa</i>	Sparidae	0	0	1	0	Policansky, 1982
<i>Scarus festivus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Scarus frenatus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Scarus ghobban</i>	Scaridae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Scarus iseri</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Scarus globiceps</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Scarus niger</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Scarus taeniopterus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Scarus rivulatus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	Scaridae	0	1	0	0	Avise, 2009

<i>Scarus vetula</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Scolopsis monogramma</i>	Nemipteridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Scolopsis taenioptera</i>	Nemipteridae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Semicossyphus pulcher</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Serraniculus pumilio</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus annularis</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus atricauda</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus baldwini</i>	Serranidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Serranus cabrilla</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus hepatus</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus notospilus</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus phoebe</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus psittacinus</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus scriba</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus subligarius</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus tabacarius</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus tigrinus</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Serranus tortugarum</i>	Serranidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Spicara maena</i>	Sparidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparidentex hasta</i>	Sparidae	0	0	1	0	Erisman, 2013
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparisoma atomarium</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparisoma radians</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparisoma rubripinne</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparisoma viride</i>	Scaridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Sparus aurata</i>	Sparidae	1	0	0	0	Erisman, 2013
<i>Spicara smaris</i>	Sparidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Spondylisoma cantharus</i>	Sparidae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Stethojulis trilineata</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013

<i>Insidiator meerdervoortii</i>	Platycephalidae	0	0	1	0	Sadovy, 2008
<i>Symphodus tinca</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Synbranchidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Thalassoma cupido</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Thalassoma duperrey</i>	Labridae	0	1	0	0	Kobaiashi, 2012
<i>Thalassoma lucasanum</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Thalassoma lunare</i>	Labridae	0	1	0	0	Avise, 2009
<i>Thalassoma lutescens</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Thalassoma pavo</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Thalassoma purpureum</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Tigrigobius multifasciatus</i>	Gobiidae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Trichonotus filamentosus</i>	Trichonotidae	0	1	0	0	Sadovy, 2008
<i>Trimma okinawae</i>	Gobiidae	0	0	0	1	Sadovy, 2008
<i>Xyrichtys martinicensis</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982
<i>Xyrichtys novacula</i>	Labridae	0	1	0	0	Erisman, 2013
<i>Xyrichtys splendens</i>	Labridae	0	1	0	0	Policansky, 1982

ANEXO C – Matriz de presença-ausência com as distribuições de acantomorfos hermafroditas nos reinos biogeográficos segundo FishBase e *Eschmeyer Catalog of Fishes* (Fricke et al., 2018).

Espécies	América Subártica (norte Neártica)	América do Norte (Neártica maior)	América Central (norte Neotropical)	América do Sul (maior Neotrópico)	Eurásia Subártica (Paleártico Norte)	Eurásia Ocidental (Paleártico Ocidental)	Eurásia Central (Paleártico Central)	Eurásia Oriental (Paleártico Oriental)	Sul da Eurásia (Sul do Paleártico)	Afrotrópicos (África Subsaariana)	Indomalaia (Sul e Sudeste Asiático)	Australásia	Oceania	Antarctica
<i>Acanthopagrus australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Acanthopagrus berda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Acanthopagrus berda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Acanthopagrus latus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Acanthopagrus latus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Achoerodus viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Alphestes afer</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amblycirrhitus pinos</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Amphiprion akallopisos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Amphiprion clarkii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
<i>Amphiprion frenatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Amphiprion melanopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Amphiprion ocellaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Amphiprion perideraion</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Amphiprion polyimnus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0

<i>Amphiprion sandaracinos</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Anampses geographicus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Anthias anthias</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Anthias nicholsi</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthias noeli</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baldwinella vivanus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bodianus rufus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caracanthus typicus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Caracanthus unipinna</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chelidoperca hirundinacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Centrolabrus melanocercus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Centropristis ocyurus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropristis philadelphica</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropristis striata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropyge acanthops</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Centropyge bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>Centropyge ferrugata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Centropyge fisheri</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Centropyge flavissima</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Centropyge interrupta</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Centropyge multispinis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0

<i>Centropomus undecimalis</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropomus undecimalis</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cephalopholis boenak</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Cephalopholis taeniops</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cephalopholis urodeta</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cepola macrophthalma</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Cheilinus undulatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chlorurus sordidus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Choerodon rubescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Choerodon schoenleinii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Choerodon venustus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Chrysoblephus cristiceps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chrysoblephus laticeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chrysoblephus puniceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cichlasoma portalegrense</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirrhitichthys aureus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Cirrhitus pinnulatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Clepticus parrae</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cociella crocodilla</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Calotomus carolinus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Calotomus spinidens</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Coris dorsomacula</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0

<i>Coris julis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Coryphopterus personatus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptotomus roseus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyprinocirrhites polyactis</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Dascyllus aruanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Dascyllus carneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Dascyllus marginatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Dascyllus reticulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Decodon melasma</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex gibbosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Diplectrum bivittatum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplectrum formosum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplectrum macropoma</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Diplectrum pacificum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplectrum rostrum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Epibulus insidiator</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Epinephelus akaara</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Epinephelus andersoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Epinephelus chlorostigma</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Epinephelus diacanthus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

<i>Hypoplectrodes maccullochi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoplectrus nigricans</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoplectrus puella</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hologymnosus annulatus</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Inegocia japonica</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Kryptolebias marmoratus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kumococius rodericensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Labroides dimidiatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Labrus bergylta</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lachnolaimus maximus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Lethrinus genivittatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Lethrinus lentjan</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Lethrinus mahsena</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
<i>Lethrinus miniatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Lethrinus nebulosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0

<i>Lethrinus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Lates calcarifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Lates calcarifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Lithognathus aureti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lithognathus mormyrus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Lythrypnus dalli</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Monopterus albus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Monopterus boueti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mycteroperca bonaci</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notolabrus celidotus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Notolabrus gymnogenis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Notolabrus tetricus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ophisternon bengalense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Pachymetopon aeneum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pagellus acarne</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pagellus erythrinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pagrus auriga</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pagrus pagrus</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Paragobiodon echinocephalus</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Paragobiodon lacunicolus</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0

<i>Serranus tortugarum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spicara maena</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sparidentex hasta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparisoma chrysopterum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparisoma atomarium</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparisoma radians</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparisoma rubripinne</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparisoma viride</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Spicara smaris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Stethojulis trilineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Suggrundus meerdervoorti</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Symphodus tinca</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Synbranchus marmoratus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassoma cupido</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Thalassoma duperrey</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Thalassoma lucasanum</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassoma lunare</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Thalassoma lutescens</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0

