



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA CIÊNCIAS NATURAIS

**Uma linda mulher: Presença de ornamentos nas
fêmeas e escolha de parceiras em peixes**

AUTOR(A): Daniele de Souza Rodrigues

ORIENTADOR(A): Prof. Eduardo Bessa

Universidade de Brasília
FUP-Faculdade UnB de Planaltina
TCC em Licenciatura em Ciências Naturais

Uma linda mulher: presença de ornamentos nas fêmeas e escolha de parceiras em peixes

Orientador: Dr. Prof. Eduardo Bessa

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade UnB de
Planaltina como parte dos requisitos
necessários para a conclusão do curso de
Licenciatura em Ciências Naturais.

Para todas as mulheres do fim do mundo.

AGRADECIMENTOS

Como animal social e altamente sentimental, tenho muitas pessoas para agradecer, provavelmente irá me faltar espaço e palavras para traduzir toda a minha gratidão, mas saibam que vocês são partes fundamentais da minha vida, cada um de vocês me ensinou algo e me fez crescer de alguma forma, por isso serei eternamente grata.

Primeiramente, quero agradecer a minha mãe, Neide de Souza Vieira e minha avó, Arlinda de Sousa Vieira, por serem as mulheres mais resilientes e fortes que eu conheço, vocês são minha força, minha base, meus exemplos e inspirações cotidianas do tipo de pessoa que eu quero ser, amo vocês. Agradeço ao meu pai, Cleuber Nilo Rodrigues Barbosa, por nunca ter desistido da nossa relação e por me apoiar nos períodos mais difíceis. As minhas tias Nislene de Sousa Vieira e Nívia de Souza Vieira, minhas irmãs Maria Eduarda Ribeiro Rodrigues, Emilly Santos Rodrigues e Evilly Santos Rodrigues e toda a minha família agradeço pelo apoio constante e incentivo aos meus estudos. Também não poderia deixar de agradecer ao Zeus, meu cachorro, que esteve comigo durante toda a escrita desse trabalho

Agradeço a família que a Universidade de Brasília me deu, primeiramente ao meu orientador e pai acadêmico, Professor Eduardo Bessa e aos meus amigos, Mayra Samara, Sebastião Santos, Jeane Ruas, Erick Ferreira, Ana Clara, Larissa Bianca, Moisés Henrique, Thalles Vasconcelos, Letícia Alves Xavier, Inara Nayara, Thaís Bastos e Bruno Vinicius. Vocês são muito mais que amigos, vocês são a família que eu quero levar pra vida, vocês me apoiaram em momentos cruciais e eu não tenho palavras suficientes para agradecer vocês.

Agradeço aos meus amigos do PET CIÊNCIAS, Bruna Lara e Gabriel Cajado, é sempre uma honra trabalhar com vocês e ao William Menezes, meu companheiro oficial de viagens acadêmicas.

Agradeço ao meu amigo Clayton Viel, por sempre me apoiar em todos os meus projetos malucos, mesmo estando a km de distância, você é e sempre será meu sentimento mais bonito.

Agradeço aos amigos que a Divulgação Científica me deu, em especial Cláudia Chow, Ana arnt e Roberto Takata, vocês são minhas inspirações diárias de que tipo de divulgadora eu quero ser. Aos amigos Bruno Bittar e Beatriz Almeida, por todo o incentivo na elaboração

desse TCC, sem as correntes de vocês não teria a mesma graça (é sério, eu realmente ria horrores com a torcida no twitter). .

Agradeço também a Alexandra Elbakyan, criadora do sci-hub, sem você esse trabalho não seria possível.

Tenho amor a todos os meus projetos, pesquisas e toda a minha vivência na Faculdade UnB de Planaltina. A faculdade foi essencial para minha formação como professora, como pessoa, como cidadã e me permitiu ver a ciência com outros olhos, me mostrando que ela pode e deve chegar na periferia e também que periferia faz ciência.

Vida longa à Universidade Pública e a Ciência! #ForaBolsonaro.

RESUMO

A ornamentação nos machos em busca de atrair parceiras é bem conhecida na biologia, mas há situações que influenciam os machos a serem o sexo seletivo, essa seleção promoveria, em determinados contextos, a ornamentação feminina. No entanto, ainda são escassos os trabalhos que focam em ornamentos nas fêmeas, acreditamos que mais por falta de interesse do que inexistência. Peixes neotropicais de água doce podem ser um bom lugar para iniciar uma busca devido a sua diversidade e à tendência de machos investirem mais na prole do que outros grupos. Tivemos como objetivo identificar espécies de peixes de água doce neotropicais cujo dimorfismo possa ser atribuído à ornamentação das fêmeas, indicando que tipos de ornamentos ocorrem. Previmos encontrar ornamentos femininos em espécies com a razão sexual enviesada para as fêmeas e em espécies com fêmeas com múltiplos parceiros. Também fizemos um levantamento da ocorrência geral de ornamentação em fêmeas de peixes na literatura. Encontramos 60 espécies de peixes neotropicais de água doce com fêmeas ornamentadas, em especial no que diz respeito ao tamanho, cor e formato das nadadeiras e apenas 14 espécies descritas na literatura, os ornamentos foram tamanho e coloração. A ornamentação não está relacionada à razão sexual, mas pode estar relacionada a fêmeas com múltiplos parceiros. Fêmeas ornamentadas devem ser muito mais comuns, pelo menos entre os peixes, mas para descobrirmos isso é preciso olhar para elas.

Palavras chaves: Ornamentação feminina; Razão Sexual; Dimorfismo Sexual;

INTRODUÇÃO

No livro *Origem das Espécies* (Darwin, 1859) Darwin explica que, seleção sexual é a competição e a preferência de indivíduos de um sexo pelos indivíduos do sexo oposto. Ele classifica a seleção sexual em seleção intrasexual, que seria a luta de parceiros do mesmo sexo pela possibilidade de acasalar com o sexo oposto, e intersexual, que seria a preferência de um sexo por determinados membros do sexo oposto. Essas propensões tendem a ocorrer porque os gametas masculino e feminino são diferentes.

À diferença entre gametas masculinos e femininos damos o nome de anisogamia (Bell, 1978). Os gametas masculinos são menores, em maior quantidade, apresentam mobilidade e são baratos energeticamente. Já os femininos são maiores, escassos, não apresentam mobilidade e são custosos. Por causa disso existe uma assimetria dos gametas masculinos e femininos, na qual a seleção deve favorecer a escolha da fêmea por um macho com a maior aptidão possível (Schärer *et al.* 2012). Além disso, foi proposto por Trivers (1972), que o cuidado parental reduz a capacidade dos pais em investir em outros descendentes. Sendo assim, o sexo que investe menos energia na prole tem vantagem, pois pode gerar mais descendentes gastando menos energia. Esse sexo seria o masculino (Trivers, 1972). Assim, fêmeas investem mais nos gametas e mais no cuidado à prole.

Gametas maiores e mais custosos associados ao cuidado parental, dariam à fêmea um custo grande de reprodução, resultando em uma escolha da fêmea por um macho com maior qualidade (Alcock, 2011). No entanto, há razões que levariam ao processo inverso, os machos a escolherem as fêmeas. Uma delas é quando a razão sexual é enviesada para as fêmeas, associada com o cuidado paternal (Trivers, 1972; Clutton-Brock, 2009). Em outras palavras, se o macho é responsável pelo cuidado parental, é mais provável que ele contribua com mais recursos para garantir o sucesso da prole, consequentemente ele acabaria ficando indisponível para outras parceiras. Isso deixaria um grande número de fêmeas disponíveis e, como os machos não conseguem se acasalar com todas, ocorreria uma seleção para rejeição de algumas fêmeas (Edward *et al.* 2011). Outra razão é a corte, alguns machos proveem recursos para as

fêmeas, como bons territórios reprodutivos ou presentes nupciais. Como esses recursos são limitados e disputados pelas fêmeas, eles podem reduzir a capacidade dos machos se acasalarem com várias fêmeas, resultando em seleção de parceiras (Gwynne *et al.* 1990). Além disso, fatores como os custos altos da ornamentação (Águila *et al.* 2013), mortalidade em disputas territoriais (Kokko *et al.* 2006), por predação (Brick, 1998) ou mortalidade devido a fatores de história de vida (Holtby *et al.* 1990) podem contribuir para uma maior taxa de mortalidade masculina, que resultaria em uma razão sexual menos enviesada para os machos (Edward *et al.* 2011).

A ornamentação nas fêmeas sofre pressões diferentes dos machos. Como elas precisam equilibrar seu investimento energético entre nutrir e proteger a prole e atrair bons parceiros, frequentemente o investimento em ornamentos resulta em desenvolvimento reduzido da prole, redução da fertilidade e da qualidade dos óvulos (Fitzpatrick, 1995). No entanto, há como reduzir esses custos (Fitzpatrick, 1995; Chenoweth, 2006).

Um dos ornamentos sexuais mais comuns é a coloração. A coloração sexual é, muitas vezes, relacionada aos carotenoides que, por sua vez, são importantes como antioxidantes e na atividade imunológica (Nordeide, 2012). Além disso, para um macho, o acasalamento com uma fêmea com uma pigmentação mais intensa pode proporcionar benefícios diretos, como fertilização de ovos de alta qualidade (Blount, 2004). Já com relação ao tamanho, em poecílídeos foi percebido que machos tendem a escolher fêmeas maiores, por produzirem mais óvulos e filhotes (Bisazza, 1993). Se a seleção sexual for mais forte que a seleção natural, no que se refere à fecundidade feminina, o sexo que apresentar maior competição terá maior tamanho (Pyron, 1996), de forma a disputar diretamente ou cortejar parceiros.

No entanto, é necessário considerar que nem toda diferença entre machos e fêmeas é de ornamento, podendo indicar apenas uma adaptação a diferenças na história de vida daquele sexo. Fêmeas, por exemplo, frequentemente precisam produzir óvulos ricos em gordura, o que altera sua dieta no período de oogênese (Morehouse, 2014).

Já temos estudos indicando que a seleção intersexual pode levar a ornamentação (Darwin, 1871). No entanto, ainda não é clara a relação das fêmeas selecionadas pelos machos. Elas só começaram a ser estudadas nos anos 70 (Espmark, 2000) e ainda faltam estudos focando nelas (Amundsen, 2000). Quando há espécies em que o cuidado parental é feito pelos machos, é esperado que eles sejam o sexo mais seletivo, levando assim a uma ornamentação na fêmea (Berglund *et al.* 2000; Schlupp, 2018). Há pouquíssimos estudos que se propõem a olhar para as fêmeas e procurar esses ornamentos, especialmente em peixes neotropicais de água doce.

O presente trabalho tem como objetivo identificar espécies de peixes de água doce neotropicais cujo dimorfismo possa ser atribuído à ornamentação das fêmeas, indicando que tipos de ornamentos ocorrem. Prevemos encontrar mais ornamentos femininos em espécies com razão sexual operacional enviesada para as fêmeas e em espécies com fêmeas apresentando múltiplos parceiros e também quando há uma guarda de recursos limitantes pelo macho. Propusemos explicações a respeito dessas ornamentações femininas à luz dos sistemas de acasalamento e da biologia das espécies abordadas, ora indicando o que a literatura relata, ora propondo nossas próprias explicações. Também fizemos um levantamento da ocorrência geral de ornamentos em fêmeas de peixes na literatura, listando os tipos de ornamentos mais comuns e as causas propostas para esse ornamento.

METODOLOGIA

Para identificar espécies de peixe de água doce neotropicais cujo dimorfismo possa ser atribuído à preferência do macho por suas parceiras utilizamos o “Checklist of freshwater fish of Central and South America”, conhecido como CLOFFSCA entre os ictiólogos (Reis, 2003) e artigos científicos no google acadêmico tendo como critério o dimorfismo sexual presente em fêmeas e machos ou somente em fêmeas, sendo os machos parecidos com os juvenis devidamente excluídos para a análise.

Primeiramente, procuramos referências a dimorfismo sexual em Reis, Kullander e Ferraris (2003) para identificar gêneros de peixes com ornamentação feminina. Cada gênero identificado como dimórfico no livro foi buscado no google acadêmico com as palavras-chave *sex dimorphism; differences between male and female; differences between the sexes*. Em seguida, após identificar quais gêneros apresentavam dimorfismo sexual, buscamos em artigos científicos o sistema de acasalamento, comportamento reprodutivo e razão sexual dos peixes em questão. À luz dessas informações buscamos identificar a ocorrência de ornamentos femininos em peixes neotropicais com base nas hipóteses propostas de razão sexual operacional enviesada e guarda de recursos limitantes pelo macho. Também procuramos especialistas nas diferentes espécies para saber a impressão deles sobre a funcionalidade de cada característica dimórfica e avaliar se poderia ser algum tipo de ornamento da fêmea (Tab.1).

Alguns artigos não apresentaram a razão sexual ao descrever a ornamentação da fêmea, no entanto foi apresentado o número de indivíduos masculinos, femininos e juvenis. Sendo assim, foi possível calcular nós mesmos, para isso utilizamos o programa R Core Team (2020) e fizemos o teste qui-quadrado (X^2), considerando como observado os valores relatados no

artigo e como esperado a razão sexual de 1:1, os testes foram bicaudais para avaliar prevalência de qualquer um dos sexos (α 0,05).

Na segunda parte foi realizada uma busca pelos periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na base *Web of Science*, utilizando as palavras-chave: *female ornament AND fish*. A partir disso foram selecionados artigos que falavam sobre a ornamentação feminina, independente da localização e se a espécie é ou não de água doce. Construímos então uma segunda tabela (Tab.2) com informações sobre razão sexual, hierarquia social e sistemas de acasalamento, presença de outras espécies do mesmo gênero e quais hipóteses os autores consideraram para a explicação da ornamentação.

Também fizemos dois qui-quadrados utilizando o programa R Core Team (2020) para todas as tabelas, com o intuito de saber se as espécies estão igualmente distribuídas entre a) razão sexual equilibrada, enviesada para fêmeas ou enviesada para machos; ou b) fêmeas monogâmicas ou fêmeas poligâmicas. Valores menores que 0,05 significa que as espécies não estão igualmente distribuídas.

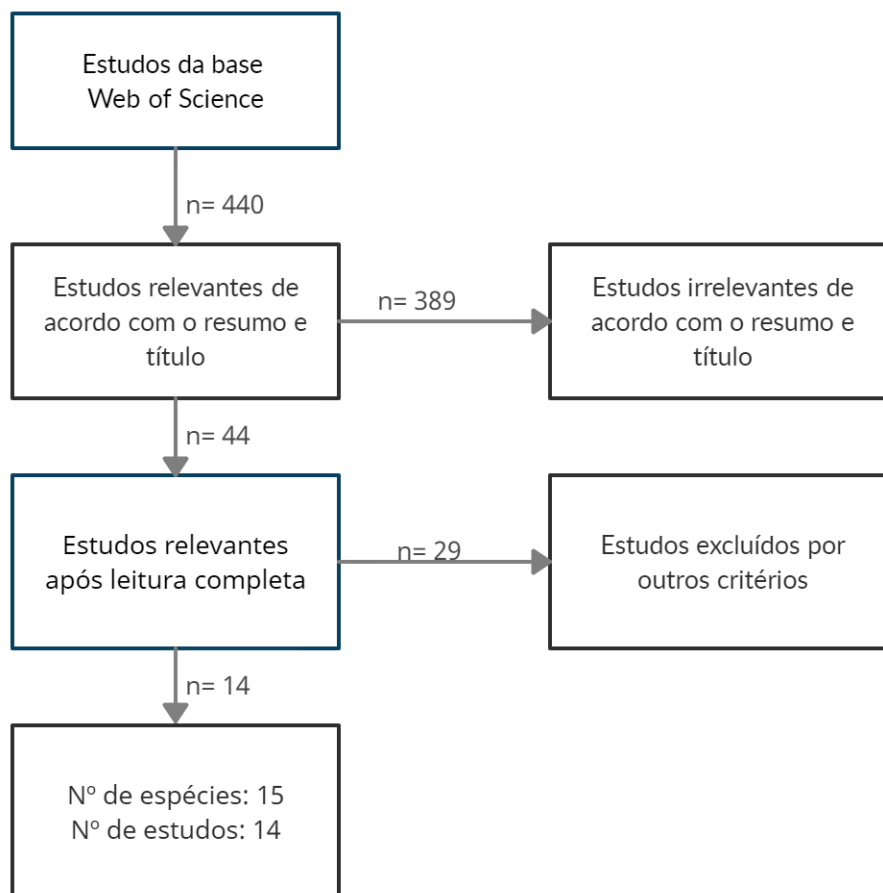


Fig.1: Fluxograma explicando como fizemos a análise da tab.2

Dos 29 artigos excluídos para análise 22 artigos foram excluídos por não se tratar necessariamente da escolha do macho pela fêmea e os outros sete foram excluídos pois seus resultados já estavam sintetizados em um artigo de revisão sobre *Gobiomorus dormitor* incluído em nossa análise Houve artigos que não trouxeram informações como razão sexual e sistema de acasalamento, nesse caso buscamos pontualmente esses dados no google para preencher essas informações.

RESULTADOS

Parte I

Consideramos ornamentação caracteres que já foram descritos como podendo ser selecionados pelo macho, sendo assim encontramos 60 espécies de peixes neotropicais com fêmeas ornamentadas. Essas espécies são pertencentes a 20 famílias e 7 subfamílias (Tabela 1). Os ornamentos mais encontrados foram: fêmeas maiores e mais pesadas que os machos, diferenças na coloração, diferenças na mandíbula e ornamentações na papila urogenital. Destes, a ornamentação feminina está correlacionada ao sistema de acasalamento e a razão sexual enviesada para as fêmeas, sendo que em nove espécies a ornamentação pode ser explicada pela poligamia feminina e em 12 espécies pela razão sexual enviesada para fêmeas (Fig. 1).

Tab.1: Ornamentação, sistema de acasalamento e razão sexual das espécies de água doce neotropicais com fêmeas ornamentadas. *Razão sexual fornecida pelo autor do respectivo artigo.

<u>Classe</u>	<u>Ordem</u>	<u>Família</u>	<u>Espécie</u>	<u>Ornamento Feminino</u>	<u>Sistema De Acasalamento</u>	<u>Razão Sexual (Macho:Fêmea)</u>	<u>Referência</u>
Elasmobranchii	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Plesiopygion iwamae</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Paratrygon aiereba</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon mottiei</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al. (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon leopoldi</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al. (2018)

Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon orbignyi</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon schroederi</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al. (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon. scobina</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al (2005).
Elasmobranchii	Myliobatiformes		<i>Potamotrygon sp. C</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1	Charvet et al. (2005).
Actinopteri	Lepisosteiformes gars	Lepisosteidae	<i>Atractosteus spatula</i>	Fêmeas maiores que os machos	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	1:0,36	Mcdonald et al. (2013) Kreiser et al. 2020.
Elasmobranchii	Squaliformes	Megalo- pidae	<i>Squalus megalops</i>	Fêmeas maiores e mais pesadas que os machos		1:5,6*	Hazin et al (2006).
Actinopteri	Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla Anguilla</i>	Fêmeas maiores que os machos e na maioria dos casos, uma mandíbula inferior visível (de cima)		1:0,11	Holmgren, et al (1993).
Actinopteri	Anguilliformes		<i>Anguilla rostrata</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:0,13	Winn et al (1975).
Actinopteri	Clupeiformes herrings	Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i>	Fêmeas maiores, mais pesadas e com o intestino maior que os machos		1:1	Santos et al (2007)
Actinopteri	Characiformes characins	Prochilodontidae	<i>Prochilodus argenteus</i>	Fêmeas maiores que os machos		1:1*	Pereira et al . (2010)

			<i>Prochilodus costatus</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1*	Pereira et al (2010)
Actinopteri	Characiformes characins	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1*	Lopes et al (2000)
Actinopteri	Characiformes characins		<i>Schizodon knerii</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1	Brandão et al (2017)
Actinopteri	Characiformes characins	Characidae	<i>Moenkhausia intermedia</i>	Fêmeas maiores que os machos	1: 3,7	Hojo et al . (2004).
Actinopteri	Characiformes characins		<i>Salminus franciscanus</i>	Fêmeas maiores que os machos	3.22:1	Lima et al (2007). Freitas et al (2013)
Actinopteri	Characiformes characins	Subfamily Bryconinae	<i>Brycon opalinus</i>	Fêmeas maiores que os machos	Razão sexual inclinada para a fêmea (valor não informado pelo autor)	Gomiero et al (2007).
Actinopteri	Characiformes characins	Subfamily Serrasalminae	<i>Metynnis Cuiaba</i>	As fêmeas apresentam a nadadeira anal um pouco reta e os três primeiros raios dorsais alongados, formando filamentos aparentes durante o período de reprodução		Pavanelli et al (2009)
			<i>Myloplus taphorni</i>	Coloração feminina prateada com um folheado azulado, com o primeiro raio da nadadeira anal claro.		Andrade et al (2019)

Actinopteri	Characiformes characins		<i>Ossubtus xinguense</i>	Fêmeas têm nadadeira anal com margem distal em foice		Andrade et al (2016).
Actinopteri	Characiformes characins	Subfamília Cheirodontinae	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Os raios caudais das fêmeas são alongados	1:1	Arratia . (1987).
Actinopteri	Characiformes characins		<i>Serrapinnus notomelas</i>	As fêmeas são maiores que os machos, e apresentam diferenças no padrão de coloração que é amarela na nadadeira dorsal e caudal	1: 1,83	Rocha et al 2014
Actinopteri	Characiformes characins		<i>Iotabrycon praecox</i>	Fêmeas são maiores que machos e apresentam uma mancha preta na nadadeira caudal		Aguirre et al . (2014).
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Family Trichomycteridae	<i>Pygidianopsis amphioxus</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1.14*	Carvalho et al (2013).
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Family Callichthyidae	<i>Corydoras aeneus</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1*	Ferreira et al (2015).
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Família Scolopacidae	<i>Scoloplax distolothrix</i>	Fêmeas maiores que os machos e também apresentam papila urogenital em T.		Reis et al 2003 Spadella et al (2008)
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Subfamília Loricariinae	<i>Apistolaria condei</i>	Lábio feminino filamentosos		Nijssen et al 1988 <i>Apud</i> Covain et al (2007)
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Fêmeas maiores que machos	1: 1,79	Córdoba et al . (2013).
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Ariidae	<i>Genidens genidens</i>	Fêmeas com nadadeiras pélvicas mais longas que os machos	1:1*	Barbieri et al. (1992)
Actinopteri	Siluriformes catfishes		<i>Notarius grandicassis</i>	Fêmeas com a nadadeira mais longa e mais elevada que os machos	1:1	Marceniuk et al (2017)

Actinopteri	Siluriformes catfishes	Subfamily Lithogeneinae	<i>Lithogenes valencia</i>	Fêmeas com a boca mais larga que machos	1:1*	Schaefer, et al. (2008).
Actinopteri	Siluriformes catfishes	Subfamily Neoplecostominae	<i>Neoplecostomus jalangeani</i>	Fêmeas com maior número de dentes do que os machos	1:1	Andrade et al (2014). .
Actinopteri	Siluriformes catfishes		<i>Neoplecostomus langeanii</i>	Fêmeas com mandíbulas mais largas que os machos		Andrade et al (2014). .
			<i>Auchenipterichthys</i>	Nesse gênero as fêmeas, em geral, têm um orifício urogenital alargado		Ferraris et al (2005).
Actinopteri	Gymnotiformes knifefishes	Família Rhamphichthyidae	<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i>	As fêmeas possuem as papilas urogenitais localizadas na linha vertical abaixo do olho, e têm a papila alongada horizontalmente.	1:1*	Garcia et al (2019)
Actinopteri	Gymnotiformes knifefishes	Subfamily Hypoptopominae	<i>Hypopomus pinnicaudatus</i>	A fêmea apresenta a nadadeira caudal fina e cilíndrica	1:1	Hopkins et al . (1990).
			<i>Epactionotus</i>	Em geral, nesse gênero as fêmeas têm nadadeira peitoral maior que os machos	1:1*	Delapieve et al . (2020).
		Family Poeciliidae		Em geral, fêmeas são maiores que os machos nessa família.		Bisazza et al (1993)
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines		<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Fêmeas são maiores e mais pesadas do que machos		Torre et al 2005

Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines		<i>Fluviphylax wallacei</i>	Diferenças morfológicas na papila urogenital.			Bragança et al (2018).
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines		<i>Phallichthys quadripunctatus</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1*		Kollurud et al (1996).
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines		<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:2,3*		Araújo et al (2009)
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines		<i>Priapella chamulae</i>	Fêmeas maiores que machos	1:8.2*		Riesch et al (2012).
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines	Family Anablepidae	<i>Jenynsia multidentata</i>	Fêmeas maiores que machos	1:1*		Bisazza et al (2000)
Actinopteri	Syngnathiformes pipefishes and seahorses	Family Syngnathidae	<i>Syngnathus typhle</i>	Listras do corpo ficam mais intensa na estação reprodutiva	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	1:3.1*	Berglund. (1997)
Actinopteri	Centrarchiformes basses	Family Centrarchidae	<i>Percichthys colhuapiensis</i>	Fêmeas maiores que os machos	1:1		Lopez et al (2008)
Actinopteri	Cichliformes cichlids	Family Cichlidae	<i>Acaronia nassa</i>	Fêmeas possuem papila urogenital aberta.	1:0,5 porém no período de enchentes essa razão fica 1:1		Kullander et al (1987) Silva. (2013)
Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	Fêmeas são maiores que os machos e exibem uma coloração conspícua	Monogâmico	Razão sexual voltada para fêmea (autor não apresentou dados)	Tobler, M. (2007).
Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Archocentrus myrnae</i>	Fêmeas maiores que os machos e com coloração conspícua durante o período reprodutivo	Monogâmico	Razão sexual voltada para fêmea (autor não apresentou dados)	Tobler, M. (2007).

Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Biotodoma cupido</i>	Fêmeas têm manchas azuis no focinho e no opérculo	Monogâmico		Cichocki, F. (1977)
Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Crenicichla menezesi</i>	Apresentam coloração vermelha na região ventral com pontos brancos menores no corpo.		1:1*	Araújo et al (2012).
Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Dicrossus foirni</i>	Apresentam manchas pretas pelo corpo e a presença de nadadeira pélvica alaranjada no período reprodutivo.		1:1*	Romer et al (2010)
Actinopteri	Cichliformes cichlids		<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	Fêmeas apresentam um abdômen rosa em período reprodutivo.	Monogâmico	Razão sexual voltada para a fêmea (autor não informou os valores)	Laplante et al (2020).
Actinopteri	Gobiiformes gobies	Family Gobiidae	<i>Gobioides broussoneti</i>	A papila urogenital na fêmea é amarela e curta.	N.E	1.2:1	Mata-corte et al . (2004).
Actinopteri	Gobiiformes gobies		<i>Gobiosoma boscii</i>	Papila genital cônica com abertura maior que a dos machos, e projeções em formas de dedos ao redor da ponta.	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros		Dahlber et al (1973).
Actinopteri	Gobiiformes gobies		<i>Gobiosoma ginsburgi</i>	Papila genital cônica com abertura maior que a dos machos, e projeções em formas de dedos ao redor	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros		Dahlber et al (1973).

da ponta.

Actinopteri	Gobiiformes gobies	<i>Sicydium plumieri</i>	Fêmeas com papila genital larga, raios da nadadeira dorsal bem desenvolvidos em fêmeas largas e modificações na nadadeira anal	Erdman et al (1961).
-------------	--------------------	--------------------------	--	----------------------

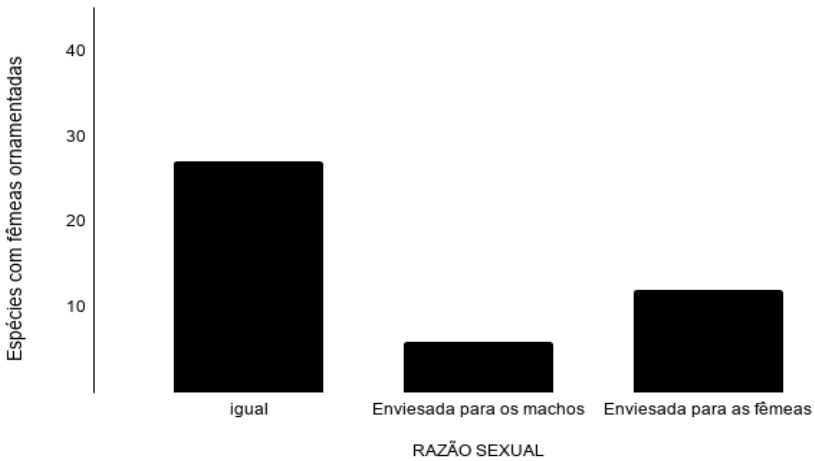


Fig.2: Ocorrência de fêmeas ornamentadas em espécies com diferentes razões sexuais. Utilizamos um total de 45 espécies para as quais havia dados de razão sexual na literatura. (X-squared = 15.6, df = 2, p-value = 0.0004097)

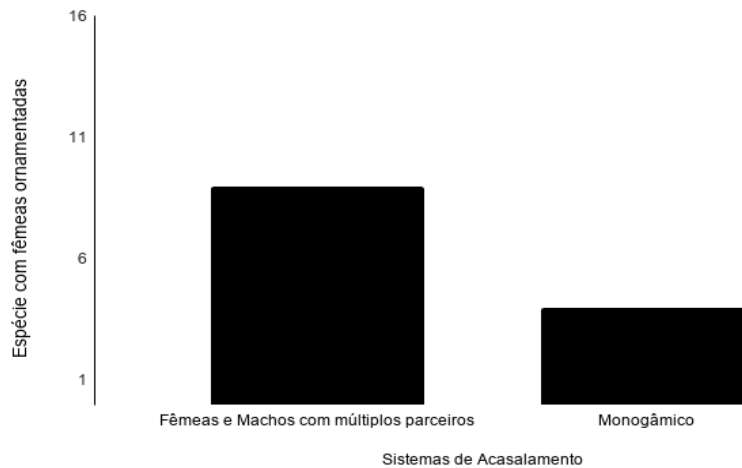


Fig 3: Ocorrência de fêmeas ornamentadas em espécies com diferentes sistemas de acasalamento. Utilizamos um total de 16 espécies para as quais havia dados de sistema de acasalamento na literatura. (X-squared = 0.14286, df = 1, p-value = 0.7055)

Parte II

Numa busca ampla da literatura sobre peixes de todo o mundo foram encontradas 15 espécies de peixes de seis Famílias cujas fêmeas apresentaram ornamentos (Tab. 2). Os ornamentos mais encontrados na literatura foram os padrões de coloração e o tamanho corporal (Fig. 4). Destes, os artigos atribuíam o ornamento da fêmea principalmente à seleção intersexual, razão sexual enviesada às fêmeas e à seleção intrasexual (Fig 5).

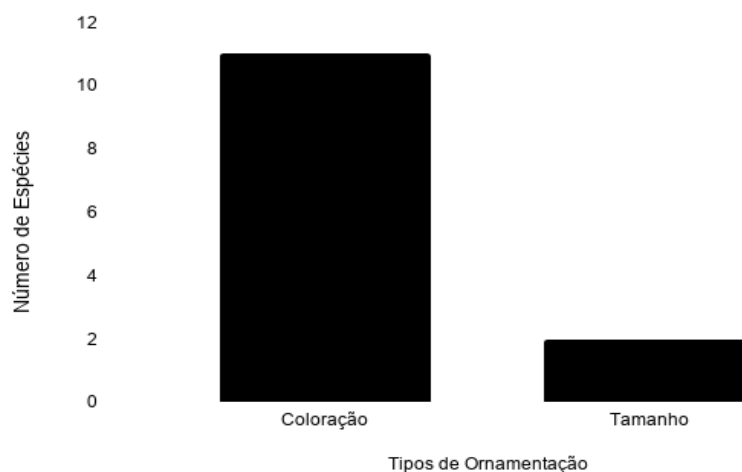


Fig 4: Número de espécies com fêmeas ornamentadas que apresentavam ornamentos de coloração e de tamanho corporal.



Fig 5: Número de espécies com fêmeas ornamentadas cujos artigos apontavam explicações para a ocorrência dos ornamentos. (X-squared = 4.8571, df = 3, p-value = 0.1826)

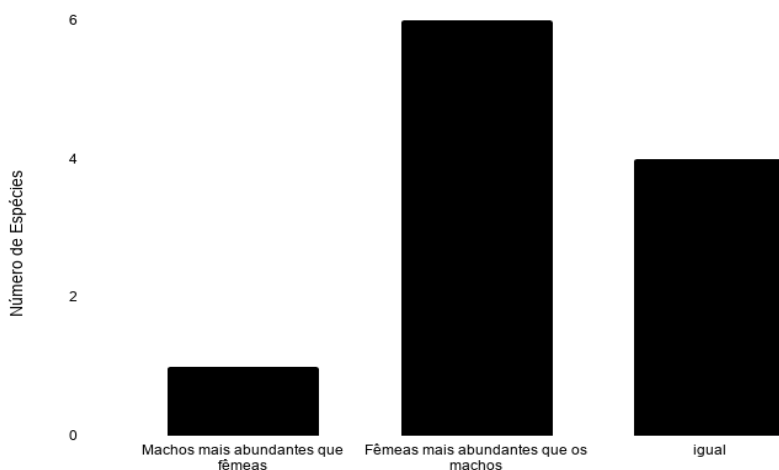


Fig 6: Número de espécies com fêmeas ornamentadas encontradas na literatura em relação às diferentes razões sexuais. *Na única espécie com viés da razão sexual para os machos, as fêmeas se tornaram mais abundantes ao longo da estação reprodutiva. (X-squared = 3.4545, df = 2, p-value = 0.1778)

<u>Classe</u>	<u>Ordem</u>	<u>Família</u>	<u>Espécie</u>	<u>Ornamento</u>	<u>Razão Sexual</u>	<u>Sistema De Acasalamento</u>	<u>Hipótese Para Explicação Do Ornamento</u>	<u>Referência</u>
---------------	--------------	----------------	----------------	------------------	---------------------	--------------------------------	--	-------------------

Actinopteri	Gobiiformes gobies	Gobiidae	<i>Gobiusculus flavescens</i>	Fêmeas têm os ovos alaranjados e a pele semi transparente, então quando elas estão grávidas a barriga fica alaranjada	machos mais abundantes que fêmeas no início da estação reprodutiva, no entanto as fêmeas se tornam mais abundantes que machos ao final da estação	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção interssexual	Amundsen (2018).
Actinopteri	Cypriniformes carps	Cyprinidae	<i>Tribolodon hakonensis</i>	listras alaranjadas e pretas na lateral do corpo		Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Hibridização	Atsumi et al (2019).
Actinopteri	Cypriniformes carps	Cyprinidae	<i>Tribolodon sachalinensis</i>	Listras pretas na lateral do corpo		Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Hibridização	Atsumi et al (2019).
Actinopteri	Gobiiformes gobies		<i>Knipowitschia panizzae</i>	Mancha amarela na barriga	Fêmeas mais abundantes que machos.	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção interssexual	Massironi et al (2005).
Actinopteri	Cichliformes cichlids	Gobiidae	<i>Pelvicachromis taeniatus</i>	Apresenta coloração amarela na barriga, os machos preferem as fêmeas que apresentam maior área dessa coloração	1:1	Monogâmico	Seleção intrassexual e interssexual (escolha mútua)	Baldauf et al (2013).
Actinopteri	Cichliformes cichlids	Cichlidae	<i>Amatitlania siquia</i>	Apresenta coloração alaranjada/amarelada na região ventral	1:1	Monogâmico	Seleção intra e interssexual	Anderson et al (2016). Robart et al (2018)
Actinopteri	Syngnathiformes pipefishes	Syngnathidae	<i>Syngnathus typhle</i>	amplificação do padrão de listras	Fêmeas mais abundantes na estação reprodutiva.	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção intrassexual e interssexual	Berglund et al (1997). Jones et al (1999)
Actinopteri	Syngnathiformes pipefishes	Syngnathidae	<i>Syngnathus abaster</i>	Fêmeas mais largas que machos e há a presença de listras	1:0,28 (fêmeas/machos)	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção intrassexual e interssexual	Cunha et al (2017). Jones et al (1999)
Actinopteri	Cypriniformes carps	Cyprinidae	<i>Puntius titteya</i>	Coloração vermelha ao redor da cobertura da brânquia	1:1		Seleção interssexual	Mieno et al (2019).

Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Fêmeas são maiores que os machos	Razão sexual bem variável nos adultos, porém na maioria das populações a razão sexual é voltada para as fêmeas	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção Interssexual	Auld et al (2017). Pettersson et al (2003)
Actinopteri	Cichliformes cichlids	Cichlidae	<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	Apresenta coloração rosa na região ventral na estação reprodutiva	Fêmeas mais abundantes que machos	Monogâmico	Seleção interssexual	Laplante et al (2020).
Actinopteri	Cichliformes cichlids	Cichlidae	<i>Pelvicachromis Taeniatus</i>	Apresenta coloração roxa na região ventral	1:1	Monogâmico	Seleção intrassexual e interssexual	Baldauf et al. (2011) e (2013).
Actinopteri	Cyprinodontiformes rivulines	Goodeidae	<i>Girardinichthys viviparus</i>	As fêmeas apresentam barriga alaranjada, linhas prateadas na lateral, e durante encontros sociais as fêmeas podem desenvolver uma mancha preta na região ventral.		Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Seleção interssexual	Méndez-janovitz et al (2017).
Actinopteri	Perciformes	Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Apresenta coloração vermelha-alaranjada na garganta	fêmeas mais abundantes	Fêmeas e machos com múltiplos parceiros	Correlação genética	Wright et al (2015).

Tab.2: Espécies de fêmeas ornamentadas encontradas na literatura, tipo de ornamento, razão sexual, sistema de acasalamento e explicação apontada pelos autores para a evolução de ornamentos. (Todas as razões sexuais foram fornecidas pelos respectivos autores).

DISCUSSÃO

Existem 60 espécies de peixes neotropicais de água doce aos quais o dimorfismo pode ser atribuído à ornamentação das fêmeas. Os resultados apontam que as ornamentações nas fêmeas de peixes neotropicais podem ter correlação, principalmente, do sistema de acasalamento com fêmeas com múltiplos parceiros e dos machos selecionando fêmeas ou ainda podem ser relacionadas à história de vida da espécie. Por outro lado, a razão sexual não está

relacionada com a ornamentação feminina, já que apenas 21,6% das fêmeas ornamentadas na primeira tabela e 33,3% na segunda tabela tinham razão sexual enviesada para elas. Quando buscamos para além dos neotrópicos espécies de peixes com fêmeas ornamentadas, os ornamentos relatados foram o tamanho corporal e ornamentos envolvendo cor, atribuídos pelos pesquisadores à razão sexual enviesada e à seleção inter- e intrassexual.

A ornamentação feminina é bem mais comum do que é previamente reconhecido. Encontramos 60 espécies de peixes de água doce neotropicais com fêmeas ornamentadas, no entanto, a base de dados *Web of Science* lista apenas 15 espécies em diversas regiões do mundo. Essa subnotificação pode se dever ao fato das fêmeas não serem tão estudadas quanto os machos. Há uma série de fatores históricos e culturais que levam os machos a serem vistos como a norma e as fêmeas uma variação dessa norma (Zuk, 2002). Segundo Ah-king et al. (2014), há ainda uma visão muito estereotipada das fêmeas. É importante lembrar que até hoje a linguagem que usamos para falar de fêmeas reforça esse estereótipo (Tang-Martinez, 2016), ao usar termos como “inversed sex-roles” para se referir a fêmeas com múltiplos parceiros, que não praticam cuidado parental ou que não correspondem a qualquer tipo de estereótipo de um papel esperado para as fêmeas a partir da expectativa social humana (Hrdy, 1999) e tradicionalmente sustentada por acadêmicos do sexo masculino (Tang-Martinez, 2020). Estudar as fêmeas é um meio de entender a evolução de forma completa (Willingham, 2020), já que as populações não são feitas apenas de machos.

Os dimorfismos sexuais encontrados referiam-se ao tamanho do corpo, coloração e modificações na forma das nadadeiras. Observamos 27 espécies cujas fêmeas eram maiores que os machos. As fêmeas poderiam ter o aumento do tamanho corporal causado por uma competição intrassexual por machos, ou competição por itens alimentares e outros recursos específicos das fêmeas, especialmente em período reprodutivo (Bisazza, 1993). O tamanho maior, poderia comunicar uma maior fecundidade para os machos, pois ela produziria uma maior quantidade de ovos (Darwin, 1874). No entanto, ainda há outras explicações, em espécies vivíparas como os Poecilídeos as fêmeas poderiam produzir filhotes maiores (Endler, 1984) ou até se reproduzir mais frequentemente (Shine, 1988).

A coloração pode ser gerada por carotenoides ou outros pigmentos. Nos casos em que ela é gerada por carotenoides, observadas em seis espécies neotropicais e dez espécies mencionadas na literatura geral, há benefícios para reprodução, pois eles melhoram a qualidade do ovo e aumentam a taxa de sobrevivência de peixes ao reduzir os radicais livres (Nordeide, 2013). Já nos casos em que essa coloração não é gerada por carotenoides e sim por outros componentes como melanina, queratina entre outros, observada em cinco espécies

neotropicais e três espécies na literatura geral, não são conhecidos benefícios diretos para a reprodução. Esses pigmentos, no entanto, são menos custosos energeticamente do que os carotenoides (Nordeide,2013).

Nas nadadeiras, foram encontradas modificações como raios caudais ou dorsais mais alongados e nadadeiras pélvicas e peitorais mais longas. Tais modificações foram apresentadas pelas espécies *Metynnis cuiaba*, *Ossubtus xinguense*, *Cheirodon pisciculus*, *Genidens genidens*, *Notarius grandicassis*, *Hypopomus pinnicaudatus*, *Krobia xinguensis* e no gênero *Epactionotus*. Temos registros de espécies onde os machos preferem fêmeas com uma nadadeira pélvica maior, pois essa ornamentação indica uma boa condição corporal e consequentemente é associada a um menor risco de doenças, além disso pode trazer vantagens em competições intraespecíficas (Badaulf,2010)

Existem ainda, modificações na mandíbula, formato da cabeça e tamanho da boca cujas funções não conseguimos correlacionar com a seleção intersexual. É provável que o dimorfismo se deva a diferenças na dieta entre os sexos, mas não descartamos como causa a seleção sexual, já que em alguns desses peixes, como o *Scyliorhinus canicula*, os machos mordem a nadadeira pélvica da fêmea antes da cópula (Elis,1995). Mesmo especialistas em espécies como *Anchoa januaria*, *Prochilodus argenteus* e *P. costatus* não puderam correlacionar estes dimorfismos a uma funcionalidade específica, relacionada ou não à ornamentação (com. pess). São necessários mais estudos para entender a função de características dimórficas de dentes e mandíbulas nas fêmeas dessas espécies.

Uma das estruturas que mais acumulou divergências entre os sexos foi a papila genital, encontrada em sete espécies e um gênero, são eles: *Gymnorhamphichthys rondoni*, *Fluviphylax wallacei*, *Acaronia nassa*, *Gobioides broussoneti*, *Gobiosoma bosci*, *Gobiosoma ginsburgi*, *Sicydium plumieri* e *Auchenipterichthys*. Essa papila pode apresentar diferenças ligadas ao direcionamento dos gametas no momento da fecundação, mas isso não exclui a possibilidade de também ser foco de seleção pelos machos. Em *Gymnorhamphichthys rondoni*, as fêmeas ficam enterradas por longos períodos e depositam seus ovócitos entre radículas de plantas aquáticas e semi-aquáticas (Garçia *et al* 2019). A papila alongada possibilita uma maior movimentação e direcionamento dos ovócitos entre as radículas (Com. Pess. Elisa Garçia). Encontramos fêmeas com papilas com protuberâncias digitiformes em *Gobiosoma bosci* e *Gobiosoma ginsburgi*, mas em nenhuma delas havia um claro fator de seleção da forma da papila pelos machos. O caso mais possível de indicar seleção sexual foram as papilas amarelas

de *Gobioides broussoneti*, cuja cor não deve ter papel na oviposição. Como já relatamos um enfoque nos ornamentos apenas nos machos, também a função da papila urogenital foi mais estudada neste sexo, estando relacionada ao direcionamento de gametas (Rasotto & Shapiro, 1998) e acoplamento à parceira (Kottelat et al., 2006). No entanto, também faltam estudos sobre a função das papilas genitais nas fêmeas, incluindo seu possível papel na escolha de parceiras pelos machos de peixes.

Uma de nossas hipóteses, de que a razão sexual afetaria a ocorrência de ornamentos nas fêmeas foi refutada. A literatura prevê que uma razão sexual voltada para um dos sexos é responsável pela seleção de alguma ornamentação e/ou comportamento de exibição (Roulin, 2010; Houde, 2011; Shuster, 2013; Taff, 2011). Murray et al. (2020) demonstraram que a razão sexual enviesada para machos favoreceu a evolução de ornamentos em fêmeas de insetos Empididae. No entanto, o nosso trabalho mostrou que mesmo fêmeas com razão sexual 1:1 apresentavam algum tipo de ornamentação, esse padrão já apareceu em alguns trabalhos com lagartos (Allsopm, 2006) mostrando que a ornamentação da fêmea pode não responder à razão sexual (Shuster, 2016). Os machos podem ser seletivos por seleção direta, onde ele teria um maior sucesso reprodutivo escolhendo as fêmeas com maior fecundidade, seleção indireta, onde a ornamentação da fêmea pode indicar identidade, evitando assim a hibridização e correlação genética que afetaria o loci responsável pela preferência da ornamentação (Fitzpatrick et al. 2018).

Por outro lado, nossa segunda hipótese sobre as causas do dimorfismo relacionado à múltiplos parceiros foi sustentada, com a maioria das espécies ornamentadas nos neotrópicos (9 em 13 espécies que temos o sistema de acasalamento) e no mundo todo (9 em 15 espécies) sendo espécies onde ambos os sexos têm múltiplos parceiros. Em geral, em situações onde há poligamia e poliginia há conflito entre os sexos, já que machos tendem a ter uma taxa de copulação maior que as fêmeas (Magurran, 2000). No entanto, isso não vale para as fêmeas com múltiplos parceiros, nesse caso são as fêmeas que têm um maior sucesso reprodutivo e obtêm vantagens, como cuidado parental, benefícios materiais e uma melhor qualidade genética para a prole (Alcock, 2011). Em todo caso, os sistemas poligâmicos estimulam o dimorfismo sexual (Andersson, 1994)

No entanto, a monogamia também está relacionada a casos de ornamentação feminina. Encontramos quatro espécies monogâmicas neotropicais e seis espécies monogâmicas de peixes no mundo. Na monogamia, a fêmea tende a ter mais vantagens com a divisão de cuidado

parental e defesa de territórios (Alcock,2011). No entanto, ela não necessariamente irá levar à ornamentação (Magurran,2000). Isso pode acontecer quando a espécie apresenta um critério de escolha mútua entre os parceiros, favorecendo assim a seleção de ornamentos em ambos os sexos. Ornamentos mútuos podem ser vantajosos por sinalizarem uma boa qualidade de ambos os parceiros, favorecendo uma boa qualidade genética e consequentemente a sobrevivência da prole (Hooper,2008). Em nosso trabalho, todas as espécies monogâmicas encontradas tinham uma ornamentação relacionada à coloração. A coloração vermelha, amarela e laranjas são associadas aos carotenoides, já que advém de dietas e recursos limitados (Price,2008).

Muitos dos dados de história de vida que nos permitiriam inferir causas para o dimorfismo sexual e a possível ornamentação das fêmeas não estão disponíveis na literatura para peixes neotropicais, limitando nossa amostra. Isto serve como um chamado à ação para ictiólogos não apenas descreverem a diversidade de peixes, mas detalhar sua biologia e comportamento. À medida que mais estudos tragam luz à história natural e ecologia de populações dos peixes, nossos resultados poderão ser revisados. Apesar disso, esperamos pouco efeito da razão sexual nesses resultados, já que nossos resultados não indicam a razão sexual enviesada para as fêmeas como fator para aumentar a ocorrência de ornamentos nelas.

Apesar da insistência de que fêmeas raramente desenvolvem ornamentos (Andersson, 1994; Hare & Simmons, 2019), nosso levantamento encontrou 60 espécies de peixes neotropicais de água doce com fêmeas potencialmente ornamentadas, em especial no que diz respeito ao tamanho, cor e formato das nadadeiras. Este ainda é um número baixo comparado à diversidade de peixes neotropicais, mas a subestimativa dos ornamentos em fêmeas fica ainda mais evidente quando listamos apenas 15 espécies de peixes com fêmeas ornamentadas a partir de um amplo levantamento bibliográfico para o mundo todo. Há um déficit de estudos com foco nas fêmeas, sendo o campo da ornamentação feminina apenas um exemplo disso com especial interesse porque diz respeito à condição ativa da fêmea em buscar mais parceiros reprodutivos. Essa ornamentação pode ajudar tanto na competição intraespecífica quanto na escolha do parceiro. Ela não é relacionada à razão sexual, visto que a maioria das espécies tem razão 1:1 e apresentam ornamentação, mas pode estar relacionada aos sistemas de acasalamento, fêmeas com múltiplos parceiros favorecem a seleção de tamanho, gerando fêmeas maiores enquanto sistemas monogâmicos favorecem ornamentações de cor. Peixes são um grupo valioso para estudos desta natureza porque prevalece o cuidado paternal (Amundsen, 2003). Mais dados sobre a biologia dos peixes poderão complementar nossa análise no futuro. Enquanto isso é fundamental que os pesquisadores interessados em seleção sexual direcionem sua atenção também para as fêmeas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguila S, Castillo-Briceño P, Sánchez M, et al. Specific and non-overlapping functions of testosterone and 11-ketotestosterone in the regulation of professional phagocyte responses in the teleost fish gilthead seabream. *Molecular Immunology*. 2013 Mar;53(3):218-226. DOI: 10.1016/j.molimm.2012.08.002.

Aguirre, W., Navarrete, R., Calle, P., & Sánchez-Garcés, G. C. (2014). First record of *Iotabrycon praecox* Roberts 1973 (Characidae: Stevardiinae) in the Santa Rosa drainage, southwestern Ecuador. *Check List*, 10(2), 382. <https://doi.org/10.15560/10.2.382>

Ah-King, M., Barron, A. B., & Herberstein, M. E. (2014). Genital Evolution: Why Are Females Still Understudied? *PLoS Biology*, 12(5), e1001851. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001851>

Alcock, J. (2001). *Animal behavior: An evolutionary approach* (No. QL751. A42 1984.). Sunderland: Sinauer Associates.

Allsop, D. J., Warner, D. A., Langkilde, T., DU, W., & Shine, R. (2006). Do operational sex ratios influence sex allocation in viviparous lizards with temperature-dependent sex determination? *Journal of Evolutionary Biology*, 19(4), 1175–1182. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2006.01086.x>

Amundsen, T. (2000). Why are female birds ornamented? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(4), 149–155. [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(99\)01800-5](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(99)01800-5)

Amundsen, T. (2018). Sex roles and sexual selection: lessons from a dynamic model system. *Current Zoology*, 64(3), 363–392. <https://doi.org/10.1093/cz/zoy036>

Amundsen, T. (2003). Fishes as models in studies of sexual selection and parental care. *Journal of Fish Biology*, 63, 17–52. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2003.00219.x>

Andersson, M. (1994). *Sexual Selection*. Princeton: Princeton University Press

Anderson, C., Jones, R., Moscicki, M., Clotfelter, E., & Earley, R. L. (2016). Seeing orange: breeding convict cichlids exhibit heightened aggression against more colorful intruders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(5), 647–657. <https://doi.org/10.1007/s00265-016-2085-3>

Andrade, B. N., & Langeani, F. (2014). A new species of *Neoplecostomus* Eigenmann & Eigenmann, 1888 (Siluriformes: Loricariidae: Neoplecostominae) from the upper rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology*, 12(4), 675–681. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20130195>

Andrade, M. C., López-Fernández, H., & Liverpool, E. A. (2019). New *Myloplus* from Essequibo River basin, Guyana, with discussion on the taxonomic status of *Myleus pacu* (Characiformes: Serrasalminidae). *Neotropical Ichthyology*, 17(4). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20190026>

Andrade, M. C., Sousa, L. M., Ota, R. P., Jégu, M., & Giarrizzo, T. (2016). Redescription and Geographical Distribution of the Endangered Fish *Ossubtus xinguense* Jégu 1992 (Characiformes, Serrasalminidae) with Comments on Conservation of the Rheophilic Fauna of the Xingu River. *PLOS ONE*, 11(9), e0161398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161398>

Andersson, M., & Iwasa, Y. (1996). Sexual selection. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(2), 53–58. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)81042-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)81042-1)

Araújo, FG., Peixoto, MG., Pinto, BCT., & Teixeira, TP. (2009). Distribution of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1860) and *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) along a polluted stretch of the Paraíba do Sul River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1), 41–48. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842009000100005>

Araújo, A. S. de, do Nascimento, W. S., Yamamoto, M. E., & Chellappa, S. (2012). Temporal Dynamics of Reproduction of the Neotropical Fish, *Crenicichla menezesi* (Perciformes: Cichlidae). *The Scientific World Journal*, 2012, 1–10. <https://doi.org/10.1100/2012/579051>

Arratia, G. (2021). *Sexual dimorphism in the caudal skeleton of Cheirodon (Characidae, Teleostei)*. *Cybium* 11(4): 375-387. *Cybium: International Journal of Ichthyology*.

Aspbury, A. S., & Basolo, A. L. (2002). *Repeatable female preferences, mating order and mating success in the poeciliid fish, Heterandria formosa*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51(3), 238–244. <https://doi.org/10.1007/s00265-001-0443-1>

Atsumi, K., Kishida, O., & Koizumi, I. (2019). Visual preference of males for conspecific mates in mutually ornamented fish: possible support for the species recognition hypothesis. *Journal of Ethology*, 37(3), 353–362. <https://doi.org/10.1007/s10164-019-00610-9>

Auld, H. L., Ramnarine, I. W., & Godin, J.-G. J. (2016). Male mate choice in the Trinidadian guppy is influenced by the phenotype of audience sexual rivals. *Behavioral Ecology*, arw170. <https://doi.org/10.1093/beheco/arw170>

Baldauf, S. A., Bakker, T. C., Herder, F., Kullmann, H., & Thünken, T. (2010). Male mate choice scales female ornament allometry in a cichlid fish. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1), 301. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-301>

Baldauf, S. A., Engqvist, L., Ottenheim, T., Bakker, T. C. M., & Thünken, T. (2013). Sex-specific conditional mating preferences in a cichlid fish: implications for sexual conflict.

Behavioral Ecology and Sociobiology, 67(7), 1179–1186. <https://doi.org/10.1007/s00265-013-1543-4>

Baldauf, S. A., Bakker, T. C. M., Kullmann, H., & Thünken, T. (2011). Female nuptial coloration and its adaptive significance in a mutual mate choice system. *Behavioral Ecology*, 22(3), 478–485. <https://doi.org/10.1093/beheco/arq226>

Barbieri, L. R., dos Santos, R. P., & Andreata, J. V. (1992). Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepaguá Lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 35(1), 23–35. <https://doi.org/10.1007/bf00001154>

Bell, G. (1978). The evolution of anisogamy. *Journal of Theoretical Biology*, 73(2), 247–270. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(78\)90189-3](https://doi.org/10.1016/0022-5193(78)90189-3)

Berglund, A., Rosenqvist, G., & Bernet, P. (1997). Ornamentation predicts reproductive success in female pipefish. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 40(3), 145–150. <https://doi.org/10.1007/s002650050327>

Berglund A, Rosenqvist G (2003) Sex role reversal in pipefish. *Adv. Study Behav* 32:131–167

Bisazza, A. (1993). *Male competition, female mate choice and sexual size dimorphism in poeciliid fishes*. *Marine Behaviour and Physiology*, 23(1–4), 257–286. <https://doi.org/10.1080/10236249309378869>

Bisazza, A., Manfredi, S., & Pilastro, A. (2000). Sexual Competition, Coercive Mating and Mate Assessment in the One-Sided Livebearer, *Jenynsia multidentata*: Are They Predictive of Sexual Dimorphism? *Ethology*, 106(11), 961–978. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2000.00620.x>

Blount, J. D. (2004). *Carotenoids and life-history evolution in animals*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 430(1), 10–15. doi:10.1016/j.abb.2004.03.039

Brick, O. (1998). Fighting behaviour, vigilance and predation risk in the cichlid fish *Nannacara anomala*. *Animal Behaviour*, 56(2), 309–317. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0782>

Carvalho, M. S., Zuanon, J., & Ferreira, E. J. G. (2013). Diving in the sand: the natural history of *Pygidianops amphioxus* (Siluriformes: Trichomycteridae), a miniature catfish of Central Amazonian streams in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 97(1), 59–68. <https://doi.org/10.1007/s10641-013-0123-9>

Charvet, P., Santana, F. M., De Lima, K. L., & Lessa, R. (2018). Age and growth of the endemic Xingu River stingray *Potamotrygon leopoldi* validated using fluorescent dyes. *Journal of Fish Biology*, 92(6), 1985–1999. <https://doi.org/10.1111/jfb.13635>

Charvet-Almeida, P., Araújo, M. D., & Almeida, M. P. D. (2005). Reproductive Aspects of Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Patamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **35**: 165-171. <https://doi.org/10.2960/J.v35.m502>

Chenoweth, S. F., Doughty, P., & Kokko, H. (2006). Can non-directional male mating preferences facilitate honest female ornamentation? *Ecology Letters*, *9*(2), 179–184. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00867.x>

Cichocki, F. (1977). Tidal cycling and parental behavior of the cichlid fish, *Biotodoma cupido*. *Environmental Biology of Fishes*, *1*(2), 159–169. <https://doi.org/10.1007/bf00000407>

Clutton-Brock, T. (2009). Sexual selection in females. *Animal Behaviour*, *77*, 3–11 <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.08.026>

Costa, I. D. Da, & ROCHA, V. M. Da. (2017). Feeding ecology of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Cheirodontinae) in small forest streams in the Machado River basin, Rondônia, Brazil. *Acta Amazonica*, *47*(1), 19–28. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201601944>

Raul Costa Pereira, & José Vanderli Andreato. (2021). Aspectos reprodutivos de *Phalloptychus januarius* (Hensel, 1868) (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) da Laguna Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, *5*(1). <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24230>

Covain, R., & Fisch-Muller, S. (2007). The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, *1462*(1), 1–40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1462.1.1>

Córdoba, E. A., León, Á. V. J., Bonilla-Castillo, C. A., Petrere Junior, M., Peláez, M., & Duponchelle, F. (2013). Breeding, growth and exploitation of *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1855 in the Caqueta River, Colombia. *Neotropical Ichthyology*, *11*(3), 637–647. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252013000300017>

Cunha, M. A. B., Berglund, A., & Monteiro, N. M. (2017). Female ornaments signal own and offspring quality in a sex-role-reversed fish with extreme male parental care. *Marine Ecology*, *38*(5), e12461. <https://doi.org/10.1111/maec.12461>

Dahlberg, Michael D., Conyers, J. C. (1973). *An ecological study of *Giobosoma bosci* and *G. ginsburgi* (Pisces, Gobiidae) on the Georgia coast*. Fisheries Bulletin, *71*(I), 279–287.

Darwin C. *A origem das espécies*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. Edipro 1ª ed. ISBN-10: 8552100150 480,p.

Darwin, C. *The Descent of Man: And Selection in Relation to Sex*. London: J. Murray, 1871

De Bragança, P. H. N. (2018). *Fluviphylax gouldingi* and *F. wallacei*, two new miniature killifishes from the middle and upper Rio Negro drainage, Brazilian Amazon: (Teleostei, cyprinodontiformes, cyprinodontoidei). *Spixiana*, 41(1), 133–146.

De La Torre FR, Ferrari L (2005) Salibián A. Biomarkers of a native fish species (*Cnesterodon decemmaculatus*) application to the water toxicity assessment of a peri-urban polluted river of Argentina. *Chemosphere*. Apr;59(4):577-583. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2004.12.039.

Delapieve, M. L. S., Carvalho, T. P., & Reis, R. E. (2020). Species delimitation in a range-restricted group of cascudinhos (Loricariidae: Epaenionotus) supports morphological and genetic differentiation across coastal rivers of southern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 97(6), 1748–1769. <https://doi.org/10.1111/jfb.14538>

Edward, D. A., & Chapman, T. (2011). *The evolution and significance of male mate choice*. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(12), 647–654. doi:10.1016/j.tree.2011.07.012

Erdman, D. S. (1961). Notes on the biology of the gobiid fish *Sicydium plumieri* in Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*, 11(1), 448-456.

Espmark, Y., Amundsen, T., & Rosenqvist, G. (Eds.). (2000). *Animal signals: signalling and signal design in animal communication*. Tapir Academic Press.

Esquivel Dias Brandão, L., Virtude do Nascimento, A., Marcon, L., Enemir dos Santos, J., Biana Santiago, K., Rizzo, E., & Bazzoli, N. (2017). Comparative analyses of reproductive activity in *Schizodon kneri* (Steindachner, 1875) (Characiformes: Anostomidae) in three sections of the São Francisco River basin. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(6), 1118–1124. <https://doi.org/10.1111/jai.13457>

Ellis, J. R., & Shackley, S. E. (1995). Ontogenic changes and sexual dimorphism in the head, mouth and teeth of the lesser spotted dogfish. *Journal of Fish Biology*, 47(1), 155–164. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb01881.x>

Emlen, S., & Oring, L. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197(4300), 215–223. <https://doi.org/10.1126/science.327542>

Endler, J. A. (1984). Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes. *Developments in Environmental Biology of Fishes*, 95–111. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7682-6_7

Ferraris Jr., C. J., Vari, R. P., & Raredon, S. J. (2005). Catfishes of the genus *Auchenipterichthys* (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae): a revisionary study. *Neotropical Ichthyology*, 3(1), 89–106. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252005000100005>

Ferreira, F. S., & Suárez, Y. R. (2015). Estrutura populacional e aspectos reprodutivos de *Corydoras aeneus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto rio Paraná. *Iheringia. Série Zoologia*, 105(4), 474–483. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151054474483>

Fitzpatrick, S., Berglund, A., & Rosenqvist, G. (1995). Ornaments or offspring: costs to reproductive success restrict sexual selection processes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 55(3), 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1995.tb01063.x>

Fitzpatrick, C. L., & Servedio, M. R. (2018). The evolution of male mate choice and female ornamentation: a review of mathematical models. *Current Zoology*, 64(3), 323–333. <https://doi.org/10.1093/cz/zoy029>

Freitas, L. J. A., Prado, P. S., Arantes, F. P., Santiago, K. B., Sato, Y., Bazzoli, N., & Rizzo, E. (2013). Reproductive biology of the characid dourado *Salminus franciscanus* from the São Francisco River, Brasil. *Animal Reproduction Science*, 139(1-4), 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.03.013>

Garcia, E. Q., & Zuanon, J. (2019). Sexual dimorphism in the electric knifefish, *Gymnorhamphichthys rondoni* (Rhamphichthyidae: Gymnotiformes). *Acta Amazonica*, 49(3), 213–220. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201804392>

Gomiero, L., & Braga, F. (2007). Gonadosomatic relation and reproductive strategy of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) in the Serra do Mar State Park - Núcleo Santa Virgínia, Atlantic Forest, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 727–733. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842007000400020>

Gowaty, P. A., Kim, Y.-K. ., & Anderson, W. W. (2012). No evidence of sexual selection in a repetition of Bateman's classic study of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(29), 11740–11745. <https://doi.org/10.1073/pnas.1207851109>

Gwynne, D., Simmons, L. Experimental reversal of courtship roles in an insect. *Nature* **346**, 172–174 (1990). <https://doi.org/10.1038/346172a0>

Hrdy, S. B. (1999). Mother nature: A history of mothers, infants, and natural selection. *New York*, 1, 2.

Hare, R. M., & Simmons, L. W. (2018). Sexual selection and its evolutionary consequences in female animals. *Biological Reviews*, 94(3), 929–956. <https://doi.org/10.1111/brv.12484>

Hazin, F. H. V., Fischer, A. F., Broadhurst, M. K., Veras, D., Oliveira, P. G., & Burgess, G. H. (2006). *Notes on the reproduction of Squalus megalops off northeastern Brazil*. *Fisheries Research*, 79(3), 251–257. [doi:10.1016/j.fishres.2006.04.006](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.04.006)

Hojo, R. E. S., Santos, G. B., & Bazzoli, N. (2004). Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann) (Pisces, Characiformes) in Itumbiara Reservoir, Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(3), 519–524. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752004000300015>

Holtby, L. B., & Healey, M. C. (1990). Sex-Specific Life History Tactics and Risk-Taking in Coho Salmon. *Ecology*, 71(2), 678–690. <https://doi.org/10.2307/1940322>

Hopkins, C. D., Comfort, N. C., Bastian, J., & Bass, A. H. (1990). Functional Analysis of Sexual Dimorphism in an Electric Fish, *Hypopomus pinnicaudatus*, Order Gymnotiformes. *Brain, Behavior and Evolution*, 35(6), 350–367. <https://doi.org/10.1159/000115880>

Holmgren, Kerstin., & Wickström, H. Å. K. A. N. (1993). Sex dimorphism in cultured eels (*Anguilla anguilla* L.). *Nordic Journal of Freshwater Research*, 68, 80-90.

Hooper, P. L., & Miller, G. F. (2008). Mutual Mate Choice Can Drive Costly Signaling Even Under Perfect Monogamy. *Adaptive Behavior*, 16(1), 53–70. <https://doi.org/10.1177/1059712307087283>

Houde, A. E. (2001). Sex roles, ornaments, and evolutionary explanation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(23), 12857–12859. <https://doi.org/10.1073/pnas.241503598>

Ito, S., & Yanagisawa, Y. (2000). Mate choice and cannibalism in a natural population of a stream goby, *Rhinogobius* sp. *Ichthyological Research*, 47(1), 51–58. <https://doi.org/10.1007/bf02674313>

Pereira Arantes, F., Batista dos Santos, H., Rizzo, E., Sato, Y., & Bazzoli, N. (2010). Collapse of the reproductive process of two migratory fish (*Prochilodus argenteus* and *Prochilodus costatus*) in the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(3), 847–853. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01583.x>

Karjalainen, J., & Marjomäki, T. J. (2017). Communal pair spawning behaviour of vendace (*Coregonus albula*) in the dark. *Ecology of Freshwater Fish*, 27(2), 542–548. <https://doi.org/10.1111/eff.12368>

Keeffe, R., Hilton, E. J., De Souza, M. J. F. T., & Fernandes, C. C. (2019). Cranial morphology and osteology of the sexually dimorphic electric fish, *Compsaraia samueli* Albert & Crampton (Apteronotidae, Gymnotiformes), with comparisons to *C. compsa* (Mago-Leccia). *Zootaxa*, 4555(1), 101. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4555.1.8>

Kervinen, M., Lebigre, C., Alatalo, R. V., Siitari, H., & Soulsbury, C. D. (2015). Life-History Differences in Age-Dependent Expressions of Multiple Ornaments and Behaviors in a Lekking Bird. *The American Naturalist*, 185(1), 13–27. <https://doi.org/10.1086/679012>

Kokko, H. López-Sepulcre, A. Morrell, L J. From hawks and doves to self-consistent games of territorial behavior. **The American Naturalist**, v. 167, n. 6, p. 901-912, 2006.

Kreiser, B R.; Daugherty, D J.; Buckmeier, David L.; *et al.* Sibship Analysis to Characterize Alligator Gar Reproductive Contributions in Two Texas Systems. *North American Journal of Fisheries Management*, v. 40, n. 3, p. 555–565, 2020.

Kekäläinen, J., Huuskonen, H., Tuomaala, M., & Kortet, R. (2010). BOTH MALE AND FEMALE SEXUAL ORNAMENTS REFLECT OFFSPRING PERFORMANCE IN A FISH. *Evolution*, 64(11), 3149–3157. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2010.01084.x>

Koslowski, I. (1985). *Descriptions of new species of Apistogramma (Teleostei: Cichlidae) from the Rio Mamoré system in Bolivia*. In *Bonner Zoologische Beiträge* (Vol. 36, Issue 1/2, pp.145–162).

Kolluru, G. R., & Reznick, D. N. (1996). *Genetic and social control of male maturation in Phallichthys quadripunctatus (Pisces: Poeciliidae)*. *Journal of Evolutionary Biology*, 9(6), 695–715. [doi:10.1046/j.1420-9101.1996.9060695.x](https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1996.9060695.x)

Kullander, S. O. (1987). *A new Apistogramma species (Teleostei, Cichlidae) from the Rio Negro in Brazil and Venezuela*. *Zoologica Scripta*, 16(3), 259–270. [doi:10.1111/j.1463-6409.1987.tb00072.x](https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.1987.tb00072.x)

Kullander, S. O. (1989). Description of a new Acaronia species (Teleostei, Cichlidae) from the Rio Orinoco and Rio Negro drainages. *Zoologica Scripta*, 18(3), 447–452. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.1989.tb00139.x>

Kullander, S. O. (2012). *Krobia xinguensis, a new species of cichlid fish from the Xingu river drainage in Brazil (Teleostei: Cichlidae)*. *Zootaxa*, 54(3197), 43–54. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3197.1.2>

Laplante, L. H., & Delaney, S. (2020). *Male mate choice for a female ornament in a monogamous cichlid fish, Mikrogeophagus ramirezi*. *Journal of Fish Biology*, 96(3), 663–668. <https://doi.org/10.1111/jfb.14257>

Lopes, C. D. A., Benedito-cecilio, E., & Agostinho, A. A. (2000). The reproductive strategy of *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) in the Paraná River basin: the effect of reservoirs. *Revista Brasileira de Biologia*, 60(2), 255–266. <https://doi.org/10.1590/s0034-71082000000200009>

Lima, F. C. T., & Britski, H. A. (2007). *Salminus franciscanus*, a new species from the rio São Francisco basin, Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 5(3), 237–244. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252007000300001>

Lourenço, L. Da S., Suárez, Y. R., & Florentino, A. C. (2008). *Aspectos populacionais de Serrapinnus notomelas (Eigenmann, 1915) e Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908 (Characiformes: Characidae) em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná*. *Biota Neotropica*, 8(4), 43–49. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032008000400003>

Lopez Cazorla, A., & Sidorkewicz, N. (2008). Age and growth of the largemouth perch *Percichthys colhuapiensis* in the Negro river, Argentine Patagonia. *Fisheries Research*, 92(2-3), 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.01.016>

Magurran, A. E., & Garcia, C. M. (2000). Sex differences in behaviour as an indirect consequence of mating system. *Journal of Fish Biology*, 57(4), 839–857. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02196.x>

Massironi, M., Rasotto, M. B., & Mazzoldi, C. (2005). A reliable indicator of female fecundity: the case of the yellow belly in *Knipowitschia panizae* (Teleostei: Gobiidae). *Marine Biology*, 147(1), 71–76. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1549-6>

Mata-Cortes, S., Martinez-Perez, J. A., & Peterson, M. S. (2004). Feeding Habits and Sexual Dimorphism of the Violet Goby, *Gobioides broussoneti* Lacepede (Pisces: Gobiidae), in the Estuarine System of Tecolutla, Veracruz, Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 16. <https://doi.org/10.18785/gcr.1601.15>

Marceniuk, A. P., Siccha-Ramirez, R., Barthem, R. B., & Wosiacki, W. B. (2017). Redescription of *Notarius grandicassis* and *Notarius parmocassis* (Siluriformes; Ariidae), with insights into morphological plasticity and evidence of incipient speciation. *Systematics and Biodiversity*, 15(3), 274–289 <https://doi.org/10.1080/14772000.2016.1256916>

McDonald, D. L., Anderson, J. D., Hurley, C., Bumguardner, B. W., & Robertson, C. R. (2013). Sexual Dimorphism in Alligator Gar. *North American Journal of Fisheries Management*, 33(4), 811–816. <https://doi.org/10.1080/02755947.2013.812586>

Méndez-Janovitz, M., & Macías García, C. (2017). Do male fish prefer them big and colourful? Non-random male courtship effort in a viviparous fish with negligible paternal investment. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71(11). <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2385-2>

McKaye, K. R. (1986). Mate choice and size assortative pairing by the cichlid fishes of Lake Jiloa, Nicaragua. *Journal of Fish Biology*, 29(sa), 135–150. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1986.tb05005.x>

Mieno, A., & Karino, K. (2019). Male Mate Preference for Female Coloration in a Cyprinid Fish, *Puntius titteya*. *Zoological Science*, 36(6), 504. <https://doi.org/10.2108/zs190042>

Mirande, J. M. (2010). Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotropical Ichthyology*, 8(3), 385–568. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252010000300001>

Murray, R. L., Herridge, E. J., Ness, R. W., Wiberg, R. A. W., & Bussière, L. F. (2020). Competition for access to mates predicts female-specific ornamentation and male investment in relative testis size. *Evolution*, 74(8), 1741–1754. <https://doi.org/10.1111/evo.13986>

Morehouse, N. I. (2014). Condition-Dependent Ornaments, Life Histories, and the Evolving Architecture of Resource-Use. *Integrative and Comparative Biology*, 54(4), 591–600. <https://doi.org/10.1093/icb/icu103>

Nordeide, J. T., Kekäläinen, J., Janhunen, M., & Kortet, R. (2012). Female ornaments revisited - are they correlated with offspring quality? *Journal of Animal Ecology*, 82(1), 26–38. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12021>

Pavanelli, C. S., Ota, R. P., & Petry, P. (2009). New species of *Metynnis* Cope, 1878 (Characiformes: Characidae) from the rio Paraguay basin, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(2), 141–146. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252009000200002>

Pettersson, L. B., Ramnarine, I. W., Becher, S. A., Mahabir, R., & Magurran, A. E. (2004). Sex ratio dynamics and fluctuating selection pressures in natural populations of the Trinidadian guppy, *Poecilia reticulata*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 55(5), 461–468. <https://doi.org/10.1007/s00265-003-0727-8>

Price, A. C., Weadick, C. J., Shim, J., & Rodd, F. H. (2008). Pigments, Patterns, and Fish Behavior. *Zebrafish*, 5(4), 297–307. <https://doi.org/10.1089/zeb.2008.0551>

Pyron, M. (1996). Sexual size dimorphism and phylogeny in North American minnows. *Biological Journal of the Linnean Society*, 57(4), 327–341. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1996.tb01854.x>

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical

Robart, A. R., & Sinervo, B. (2018). Parental response to intruder females altered by ornamentation and mate quality in a biparental fish. *Behavioral Ecology*, 29(3), 701–710. <https://doi.org/10.1093/beheco/ary028>

Reis, R. E., Kullander, S. O., & Ferraris, C. J. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs.

Riesch, R., Martin, R.A., Bierbach, D., Plath, M., Langerhans, R., & Arias-Rodriguez, L. (2012). Natural history, life history, and diet of *Priapella chamulae* Scharf, Meyer & Wilde 2006 (Teleostei: Poeciliidae).

Roulin, A., Altwegg, R., Jensen, H., Steinsland, I., & Schaub, M. (2010). Sex-dependent selection on an autosomal melanic female ornament promotes the evolution of sex ratio bias. *Ecology Letters*, 13(5), 616–626. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01459.x>

Römer, U., Hahn, I., & Vergara, P. (2010). Description of *Dicrosus foirni* sp. n. and *Dicrosus warzeli* sp. n. (Teleostei: Perciformes: Cichlidae), two new cichlid species from the Rio Negro and the Rio Tapajós, Amazon drainage, Brazil.

Santos, J. N. S., Araújo, F. G., Silva, M. A., & Vasconcellos, R. M. (2007). Sex ratio and sexual dimorphism of the anchovy *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) in a tropical bay in south-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 71(3), 877–888. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01562.x>

Sampaio, R., & Mancini, M. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83–89. <https://doi.org/10.1590/s1413-35552007000100013>

Schaefer, S. A., & Provenzano, F. (2008). The Lithogeninae (Siluriformes, Loricariidae): Anatomy, Interrelationships, and Description of a New Species. *American Museum Novitates*, 3637(1), 1. <https://doi.org/10.1206/625.1>

Schlupp, I. (2018). Male mate choice, female competition, and female ornaments as components of sexual selection. *Current zoology*, 64(3), 321–322. <https://doi.org/10.1093/cz/zoy037>

Shuster, S. M. (2016). Operational Sex Ratio. *Encyclopedia of Evolutionary Biology*, 167–174. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800049-6.00153-0>

Shuster, S. M., Briggs, W. R., & Dennis, P. A. (2013). How multiple mating by females affects sexual selection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1613), 20120046. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0046>

The Evolution of Large Body Size in Females: A Critique of Darwin's "Fecundity Advantage" Model | *The American Naturalist: Vol 131, No 1*. (2021). The American Naturalist. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/284778>

Schärer, L., Rowe, L., & Arnqvist, G. (2012). Anisogamy, chance and the evolution of sex roles. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(5), 260–264. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.12.006>

Silva, T; *Aspectos Da Reprodução De Espécies De Ciclídeos De Importância Econômica Em Áreas De Várzea Do Médio Solimões Belém-pará* 2013.

Spadella, M. A., Oliveira, C., & Quagio-Grassiotto, I. (2008). Morphology and histology of male and female reproductive systems in the inseminating species *Scoloplax distolothrix* (Ostariophysi: Siluriformes: Scoloplacidae). *Journal of Morphology*, 269(9), 1114–1121. <https://doi.org/10.1002/jmor.10647>

Tang-Martínez, Z. (2016). Rethinking Bateman's Principles: Challenging Persistent Myths of Sexually Reluctant Females and Promiscuous Males. *The Journal of Sex Research*, 53(4-5), 532–559. <https://doi.org/10.1080/00224499.2016.1150938>

Tang-Martínez, Z. (2020). The history and impact of women in animal behaviour and the ABS: a North American perspective. *Animal Behaviour*, 164, 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2019.12.011>

Tobler, M. (2007). Reversed sexual dimorphism and courtship by females in the topaz cichlid, *Archocentrus myrnae* (cichlidae, teleostei), from costa rica. *The Southwestern Naturalist*, 52(3), 371–377. [https://doi.org/10.1894/0038-4909\(2007\)52\[371:rsdacb\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2007)52[371:rsdacb]2.0.co;2)

Trivers, R. L. (1972). Parental investment and sexual selection. *Sexual Selection and the Descent of Man: The Darwinian Pivot*, July, 136–179. <https://doi.org/10.4324/9781315129266-7>

Willingham, E. (2020). *Phallacy: Life Lessons from the Animal Penis*. Avery.

Winn, H. E., Richkus, W. A., & Winn, L. K. (1975). Sexual dimorphism and natural movements of the American eel (*Anguilla rostrata*) in Rhode Island streams and estuaries. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 27(2), 156–166. <https://doi.org/10.1007/bf01611803>

Wright, D. S., Pierotti, M. E. R., Rundle, H. D., & McKinnon, J. S. (2015). Conspicuous Female Ornamentation and Tests of Male Mate Preference in Threespine Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *PLOS ONE*, 10(3), e0120723. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120723>

Zuk M. Front Matter. In: **Sexual Selections**. 1. ed. [s.l.]: University of California Press, 2002, p. i–iv.

ANEXO I

Dados Complementares:

Pristis perotteti analisados foi de 211 indivíduos sendo 96 machos e 115 fêmeas ($X^2 = 0.68$; G.L. = 1; $P > 0,05$).

Pristis pectinata foi de 51 indivíduos sendo 25 machos e 26 fêmeas ($X^2 = 0$; G.L. = 1; $P > 0,05$).

Plesiotrygon iwamae 52 indivíduos 30 machos 22 fêmeas ($X^2 = 0.34$; GL=1; $P > 0,05$)

Paratrygon aiereba 101 indivíduos 56 machos e 45 fêmeas ($X^2 = 0.40$; GL=1; $P > 0,05$)

Potamotrygon motoro 110 indivíduos 60 machos e 50 fêmeas ($X^2 = 0.38$; GL=1; $P > 0,05$)

Potamotrygon leopoldi 151 indivíduos 75 machos e 76 fêmeas ($X^2 = 0$; GL=1; $P > 0,05$)

P. orbignyi 449 indivíduos 237 machos e 212 fêmeas ($X^2 = 0.58$ GL=1; $P > 0,05$)

P. schroederi 43 indivíduos 23 machos e 20 fêmeas ($X^2 = 0.01$ GL=1; $P > 0,05$)

P. scobina 237 indivíduos 130 machos e 107 fêmeas ($X^2 = 0.93$ GL=1; $P > 0,05$)

Potamotrygon sp. C 83 machos e 70 fêmeas ($X^2 = 0.39$ GL=1; $P > 0,05$)

Atractosteus spatula 83 machos e 30 fêmeas ($X^2 = 12.1$ GL=1; $P < 0,05$)

Anchoa januaria 389 fêmeas e 293 machos ($X^2 = 6.5$ GL=1; $P > 0,05$)

Schizodon knerii as amostras foram coletadas em 3 locais diferentes, no primeiro local (Represa Três Marias) 109 machos e 104 fêmeas ($X^2 = 0.02$ GL=1; $P > 0,05$) no segundo local, (32km abaixo da Represa Três Marias) 62 machos e 72 fêmeas ($X^2 = 0.28$ GL=1; $P > 0,05$) no terceiro local abaixo do trecho da Represa Três Marias depois da confluência do Rio São Francisco com o rio Abaeté 39 machos e 31 fêmeas ($X^2 = 0.25$ GL=1; $P > 0,05$)

Moenkhausia intermedia 64 machos 237 fêmeas ($X^2 = 53.946$ GL=1; $P < 0,05$)

Hoplias aimara 6 indivíduos, 4 machos e 2 fêmeas ($X^2 = 0$ GL=1; $P > 0,05$)

Rhoadsia altipinna 23 machos e 21 fêmeas ($X^2 = 0$ GL=1; $P > 0,05$)

Cheirodon pisciculus 4 fêmeas e 9 machos ($X^2 = 0.35$ GL=1; $P > 0,05$)

Hysteronotus megalostomus 103 machos e 124 fêmeas ($X^2=0.79$ GL=1; $P>0,05$)
Neoplecostomus jaguari. 53 indivíduos 32 fêmeas e 21 machos ($X^2=0.77$ GL=1; $P>0,05$)
Brachyplatystoma rousseauxii 1897 fêmeas 1055 machos ($X^2=0.77$ GL=1; $P<0,05$)
Notarius grandicassis 19 machos e 7 Fêmeas ($X^2=2.03$ GL=1; $P>0,05$)
Hypopomus pinnicaudatus 11 machos e 9 fêmeas ($X^2=0,11$ GL=1; $P>0,05$)
Percichthys colhuapiensis 160 machos e 332 fêmeas ($X^2=1,48$ GL=1; $P>0,05$)
Neetroplus nematopus 20 machos e 24 fêmeas ($X^2=0,04$ GL=1; $P>0,05$)