

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS – ZOOLOGIA**

Douglas Sarmiento dos Santos Boás

**O CARANGUEJO-CHAMA-MARÉ PREDADOR *MINUCA
RAPAX* ESCOLHE UM DOS SEXOS DA PRESA DE
LEPTUCA LEPTODACTYLA?**

**Botucatu – São Paulo
2023**

Douglas Sarmento dos Santos Boás

**O CARANGUEJO-CHAMA-MARÉ PREDADOR *MINUCA*
RAPAX ESCOLHE UM DOS SEXOS DA PRESA DE
LEPTUCA LEPTODACTYLA?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia do Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, para obtenção do título de Mestre.

Orientação: Prof. Dra. Tânia Marcia Costa

Coorientação: Dr. Fernando Rafael De Grande

Botucatu – São Paulo

2023

B662c

Boás, Douglas Sarmiento dos Santos

O CARANGUEJO-CHAMA-MARÉ PREDADOR MINUCA RAPAX
ESCOLHE UM DOS SEXOS DA PRESA DE LEPTUCA
LEPTODACTYLA? / Douglas Sarmiento dos Santos Boás. -- Botucatu, 2023
20 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biociências, Botucatu

Orientadora: Dra. Tânia Marcia Costa

Coorientadora: Dr. Fernando Rafael De Grande

1. Predador-presa. 2. Dimorfismo sexual. 3. Forrageamento. 4. Caranguejo.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências,
Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) concedido a professora Dra. Tânia Marcia Costa – Processo: 2020/03171- 4



Dedicatória

Aos meus filhos Miguel e Marina, para que este trabalho seja um incentivo a mais na busca pelo conhecimento.

Agradecimentos

Gostaria de iniciar agradecendo meus pais, José Ribamar e Edileuza dos Santos. Todo trabalho duro desde o período de Graduação de vocês está gerando frutos significativo em minha vida e outras pessoas também. Agradeço também a Silvia Cristina Moraes Cortes, que esteve comigo durante o desenvolvimento de todo esse trabalho, compartilhando emoções que me edificaram profissionalmente e pessoalmente. Meus filhos, Miguel e Marina, obrigado por entender o pai de vocês no período de estudar, trabalhar e ainda ser pai de vocês, mesmo tão pequenos vocês conseguiram entender o papai. Meus irmãos, familiares também muito obrigado! Agradeço também todo mundo do Labecom, uma honra está inserido em um grupo tão incrível. Sei que tivemos poucos momentos de troca no dia-a-dia no laboratório, mas foram momentos de muita aprendizagem. Fica aqui minha dica, aproveitem ao máximo estes momentos, pois irão significar muito na construção profissional e pessoal de cada um. Especialmente agradeço a Prof. Dra. Tânia Marcia Costa, excelente pessoa, profissional que muitas vezes me chamou atenção visando o meu crescimento, saiba que você é uma “Outlier positivo” neste universo, muito obrigado por tudo, e fica aqui todo meu respeito e boas energias. Também gostaria muito de agradecer em especial ao Dr. Fernando Rafael De Grande, que de maneira magnifica me coorientou, saiba que você é um exemplo de profissional e de pessoa também, obrigado por tudo cara! Agradeço também ao Dr. Caio M., Dr. Rafael Duarte e ao Dr. Glauco Barreto de Oliveira Machado, membros das bancas de qualificação e defesa deste mestrado. Agradecer também aos *Minuca rapax* e *Leptuca leptodactyla* e a todo o ecossistema marinho por me ceder esses organismos como modelo para desenvolvimento deste trabalho. Por último, agradeço também a FAPESP pelo apoio cedido ao nosso laboratório, que através deste foi possível o desenvolvimento deste trabalho.

“O pensamento positivo pode vir naturalmente para alguns, mas também pode ser aprendido e cultivado, mude seus pensamentos e você mudara o mundo.”

(Norman Vincent Peale)

Resumo

O dimorfismo sexual é descrito como uma das principais variáveis que determina a escolha de um predador por suas presas. Os caranguejos-chama-marés são conhecidos por apresentarem acentuado dimorfismo sexual, onde os machos apresentam um dos quelípodos hipertrofiado usado como defesa e exibições reprodutivas, e outro quelípodo pequeno usado na alimentação, enquanto as fêmeas apresentam os dois quelípodos pequenos e simétricos. Devido a essa diferença morfológica, um dos sexos dos caranguejos chama-maré pode ser a presa preferida de um predador. As fêmeas por serem mais vulneráveis, devido à ausência do quelípodo hipertrofiado, podem ser as presas preferidas de muitos predadores. Entre os predadores dos chama-maré encontramos outros caranguejos-chama-marés, como *Minuca rapax*. Nós hipotetizamos que *M. rapax* escolhe predação de fêmeas de *Leptuca leptodactyla*. Foi avaliado se o predador (*Minuca rapax*) escolhe o sexo da presa (*L. leptodactyla*). Para avaliar a escolha do predador foi desenvolvido um experimento com quatro tratamentos compostos por dois grupos com três presas cada. Dois tratamentos de múltipla escolha: T1: 3 fêmeas e 3 machos; T2: 3 machos e 3 fêmeas. Dois tratamentos sem escolha: T3: 3 machos e 3 machos; e T4: 3 fêmeas e 3 fêmeas. Por fim, foi quantificado as presas consumidas e calculamos a proporção de escolha para cada tratamento. Para corroborar nossa hipótese a proporção de fêmeas consumidas em T1 deveria ser maior que a proporção de machos consumidos em T2, e maior também do que em T3 e T4 onde não se espera observar diferenças na proporção de escolha ($\approx 0,5$). *Minuca rapax* não apresentou um padrão de escolha por um sexo da presa, predando indivíduos de ambos os sexos na mesma proporção de $\approx 0,5$ (média = 0,4806), com isso, não houve diferença entre os tratamentos de múltipla escolha e sem escolha. Assim, as características morfológicas entre os sexos de *L. leptodactyla* não foi determinante para a escolha de *M. rapax*. Provavelmente, outras variáveis permitiram ao *M. rapax* predação de machos e fêmeas na mesma proporção, tais como modo de ingestão, os órgãos consumidos e a resistência da carapaça das presas.

Palavras chave: Predador-presa, dimorfismo sexual, forrageamento, caranguejo

Abstract

Sexual dimorphism is described as one of the main variables that determines the choice of a predator for its prey. Fiddler crabs are known to have marked sexual dimorphism, where males have one of the hypertrophied chelipeds used for defense and reproductive displays, and another small cheliped used for feeding, while females have two small, symmetrical chelipeds. Due to this morphological difference, one of the sexes of fiddler crabs may be a predator's preferred prey. Females, being more vulnerable due to the absence of a hypertrophied cheliped, may be the preferred prey of many predators. Among the predators of the fiddler crabs we find other fiddler crabs, such as *Minuca rapax*. We hypothesize that *M. rapax* chooses to prey on female *Leptuca leptodactyla*. It was evaluated whether the predator (*Minuca rapax*) chooses the sex of the prey (*L. leptodactyla*). To evaluate the choice of predator, an experiment was developed with four treatments composed of two groups with three prey each. Two multiple-choice treatments: T1: 3 females and 3 males; T2: 3 males and 3 females. Two treatments without choice: T3: 3 males and 3 males; and T4: 3 females and 3 females. Finally, the consumed prey was quantified and we calculated the proportion of choice for each treatment. To corroborate our hypothesis, the proportion of females consumed in T1 should be greater than the proportion of males consumed in T2, and also greater than in T3 and T4, where differences in the proportion of choice (≈ 0.5) are not expected to be observed. *Minuca rapax* did not show a pattern of choice by prey sex, preying on individuals of both sexes in the same proportion of ≈ 0.5 (mean = 0.4806), therefore, there was no difference between multiple-choice and no-choice treatments. Thus, the morphological characteristics between the sexes of *L. leptodactyla* was not determinant for the choice of *M. rapax*. Probably, other variables allowed *M. rapax* to prey on males and females in the same proportion, such as the mode of ingestion, the organs consumed and the resistance of the prey's carapace.

Keywords: Predator-prey, sexual dimorphism, foraging, crab

1. Introdução

A interação predador-presa desempenha papéis fundamentais sobre a diversidade, riqueza e abundância de espécies em uma comunidade, participando na estruturação dos ecossistemas, seja de forma direta (efeito do predador sobre a população de presa), ou indireta (efeito cascata trófica) (Ricklefs, 1993). Em geral as populações de presas podem ser reguladas principalmente pela ação de predadores, ou vice-versa (Salo et al., 2010; Ashton et al., 2022). Essa interação consumidor-recurso permite que alguns organismos com certas características (habilidade de captura, estratégias antipredatória) sejam capazes de conferir vantagens aos indivíduos que as possuem, o que pode influenciar na coevolução das espécies (Bildstein et al., 1989; Ricklefs, 1993; Abrams, 2000; Koga et al., 2001). A coloração, tamanho e a mobilidade são características que afetam a vulnerabilidade das presas aos predadores (Crane, 1975; Koga et al., 2001; Silva et al., 2022). Assim, espécies com dimorfismo sexual manifestam diferentes adaptações nos indivíduos, como nas presas que buscam a sobrevivência aos predadores (Koga et al., 2001), assim como os predadores que buscam melhorar suas estratégias de captura (Shine et al., 2002). Dessa forma, os atributos morfológicos, principalmente conspícuos entre os sexos, podem promover vantagens ou até mesmo desvantagens em ambos os níveis tróficos (Crane, 1975; Bildstein et al., 1989; Sullivan et al., 1995; Koga et al., 2001; Shine et al., 2002). Logo, o dimorfismo sexual pode exercer um papel fundamental na predação.

Em geral os predadores escolhem a presa antes de atacar (Tomida et al., 2012; De Grande et al., 2021). Essa escolha pode estar de acordo com a teoria do forrageamento ótimo, onde a lucratividade energética deriva do balanço entre os custos para a captura da presa contra o ganho bruto de energia obtido. (Stephens & Krebs, 1986). Com base nesta teoria, a escolha dos predadores segue dois vieses: o primeiro de acordo com a disponibilidade de presas (Dodge et al., 1990; Hutto, 1990; Backwell et al., 1998) e o segundo de acordo com rentabilidade energética, em que habilidades de captura, tempo de manipulação e o consumo de uma presa são aperfeiçoados para alcançar o ganho de energia (Stephens & Krebs, 1986; Weis et al., 2001).

Para alcançar a lucratividade energética, alguns predadores podem selecionar suas presas de acordo com o dimorfismo sexual (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Existem estudos que demonstram que os machos geralmente sofrem predação tendenciosa por que, muitas vezes, apresentam estruturas hipertrofiadas, que conseqüentemente os tornam mais visíveis e atrativos para os predadores do que as fêmeas (Crane, 1975; Koga et al., 2001; Silva et al., 2022). Mas essas estruturas também podem ser utilizadas como armas de defesa, como por exemplo os chifres dos cervos ou as garras dos caranguejos (Crane, 1975; Bildstein et al., 1989). Devido a isto, existem predadores que preferem as

fêmeas, uma vez que estas não possuem os mecanismos de defesa existentes nos machos (Crane, 1975). Portanto, para certos predadores o ganho energético é influenciado por características morfológicas das presas (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001).

Os caranguejos-chama-maré são crustáceos que apresentam acentuado dimorfismo sexual (Crane, 1975). Os machos apresentam um dos quelípodos hipertrofiado usado em comportamentos agonísticos, exibições reprodutivas, defesa contra predadores, e o outro quelípodo pequeno usado para manipulação alimentar (Crane, 1975; Silva et al., 2022). As fêmeas apresentam dois quelípodos pequenos simétricos usados principalmente na alimentação (Crane, 1975; Silva et al., 2022). Esses caranguejos são encontrados na zona do entremarés (Crane, 1975), onde constroem suas tocas e se alimentam de organismos como a meiofauna e microfítobentos, que vivem associados aos grãos de sedimento, utilizando apêndices bucais altamente especializados (Crane, 1975; Costa & Negreiros-Fransozo, 2001; Colpo & Negreiros-Fransozo, 2011; Checon & Costa, 2017). Os caranguejos-chama-maré são presas de vários predadores (Bildstein et al., 1989; Backwell et al., 1998; Koga et al., 2001; De Grande et al., 2021), e alguns desses predadores tendem a escolher um dos sexos devido ao acentuado dimorfismo sexual (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Por exemplo, machos de *Leptuca beebi* são presas escolhidas pela ave predadora maria-mulata (*Quiscalus mexicanus*), devido a hipertrofia de um dos quelípodos (Koga et al., 2001). O quelípodo hipertrofiado de *L. beebi* dificulta no momento da fuga, além de os tornar mais atrativos visualmente (Crane, 1975; Koga et al., 2001). Por outro lado, o Íbis-branco (*Eudocimus albus*) prefere preda fêmeas de caranguejos-chama-maré *Leptuca pugilator*, pois a ausência do quelípodo hipertrofiado as tornam fáceis de serem manipuladas e ingeridas (Crane, 1975; Bildstein et al., 1989). Portanto, esses caranguejos são ótimos modelos para avaliar a escolha do predador de acordo como sexo da presa.

Estudos demonstram que a interação predador-presa está presente entre os caranguejos-chama-marés, tais como, *Minuca minax* que preda *L. pugilator* e *Minuca pugnax* (Pratt et al., 2002; McLain et al., 2003); *M. rapax* que preda *L. pugilator* (McLain et al., 2003), *Leptuca leptodactyla* (Carvalho, dados não publicados) e *Leptuca uruguayensis* (De Grande et al., 2021); e *Gelasimus tetragonon* predando *Gelasimus vocans* (Koga et al., 1995). De Grande et al. (2021) demonstraram que *M. rapax* apresenta um padrão de escolha para tamanho de presa (*L. uruguayensis*), escolhendo preda presas adultas com 9 a 11 mm de largura de carapaça, consideradas presas grandes, rejeitando presas pequenas (largura de carapaça 6 a 8 mm) e juvenis (3 a 5 mm de largura de carapaça). Mas até o momento não há registro se esse predador (*M. rapax*) apresenta um padrão de escolha por um dos sexos da presa. Uma vez que as fêmeas de caranguejos-

chama-maré podem ser mais vulneráveis a predação devido à ausência do quelípodo hipertrofiado, o que as impede de se defenderem e facilita a manipulação e ingestão do predador, foi hipotetizado que elas são escolhidas pelo predador (*M. rapax*). Portanto, avaliamos se o predador *Minuca rapax* escolhe um sexo da presa de caranguejos-chama-maré.

2. Material e Métodos

2.1 Local de coleta

Os indivíduos utilizados no experimento foram coletados manualmente na maré baixa no Manguezal do Portinho, situado no município da Praia Grande, Litoral do Estado de São Paulo (23°59'17.28"S, 46°24'26.01" W). Este manguezal possui nove espécies de caranguejos-chama-maré: quatro espécies do gênero *Leptuca* (*L. cumulanta*, *L. leptodactyla*, *L. uruguayensis*, e *L. thayeri*), quatro do gênero *Minuca* (*M. burguersi*, *M. mordax* e *M. rapax* e *M. vocator*) e a espécie *Uca maracoani* (Checon & Costa, 2017; De Grande et al., 2021). Neste local coletamos machos de *M. rapax* como modelo de predador, com largura da carapaça entre 17 a 20 mm e quelípodo maior com comprimento de 20 a 25 mm, todos similares entre as réplicas. Como presa nós utilizamos indivíduos de ambos os sexos de *L. leptodactyla*, pois este apresenta alta densidade populacional em relação a outras espécies e divide seu território com *M. rapax* (Checon & Costa, 2017; Carvalho, dados não publicados).

2.2 Local do experimento

Após a coleta os indivíduos foram levados até o laboratório, onde os predadores ficaram 24 horas em jejum aclimatando em aquários separados (40 x 23 x 25 cm) e as presas em recipientes menores onde foram alimentadas com ração (Poytara para carnívoros marinhos). Todos os recipientes foram preenchidos até 0,5 cm de profundidade com água marinha com salinidade 30 (coletada junto com os indivíduos) e a uma temperatura de 27° C. Para evitar que o tamanho das presas fosse uma variável interferente entre os sexos, utilizamos indivíduos adultos de machos e fêmeas com largura de carapaça similares (9 a 11 mm de Largura de Carapaça) (De Grande et al., 2021).

2.3 Experimento de escolha

A escolha do predador foi avaliada seguindo a metodologia baseada nos trabalhos de Olabarria et al. (2002), Underwood et al. (2004) e De Grande et al. (2021). Para tal, oferecemos aos machos de *M. rapax* (com largura de carapaça de 17 a 20 mm, e comprimento do maior quelípodo 20 a 25 mm) presas adultas de *L. leptodactyla* de

diferentes sexos, todos com tamanhos similares (entre 9 a 11 mm de largura de carapaça) (De Grande et al., 2021) nas réplicas. Baseado em experimentos pilotos, nos quais foram testados o número ideal de presas a serem fornecidas para o predador, nós realizamos um experimento com quatro tratamentos compostos por seis presas separadas em dois grupos. Dois tratamentos foram de múltipla escolha, em T1 (3 fêmeas e 3 machos) foi avaliado a proporção de fêmeas consumidas e em T2 (3 machos e 3 fêmeas) a rejeição de machos. Dois tratamentos sem escolha, onde esperávamos a mesma proporção: T3 (3 machos e 3 machos) e T4 (3 fêmeas e 3 fêmeas) (Figura 1). Após aclimatação dos predadores, as presas foram introduzidas nos aquários onde já estava o predador. Para identificarmos cada grupo de presas, pintamos os abdomens das presas com marcadores permanentes (vermelho e azul). O experimento durou 12 horas, tempo suficiente para consumo total da presa (baseado em teste pilotos), e para cada tratamento foi realizado 25 repetições, todos simultâneos e no mesmo dia. Após este período, contabilizamos as presas consumidas.

Para que a hipótese de escolha de *M. rapax* por fêmeas de *L. leptodactyla* fosse corroborada, tais condições deveriam acontecer:

$$\frac{N_{ft1}}{N_{t1}} > \frac{N_{mt2}}{N_{t2}} \text{ e } \frac{N_{mt3}}{N_{t3}} = \frac{N_{ft4}}{N_{t4}}$$

onde N_f ou N_m é o número de presas no grupo de referência (caranguejos fêmeas: f ou caranguejos machos: m), e N é o número total de presas capturadas de ambos os grupos; $t= 1, 2, 3$ e 4 indicam o tratamento. Se *M. rapax* escolhesse capturar fêmeas de *L. leptodactyla*, a proporção deveria ser maior ($> 0,5$) no grupo de referência em T1 em relação ao T2, pois o aumento da captura de fêmeas consequentemente, aumentaria sua proporção, o que seria superior em comparação a proporção de machos capturados, sendo $< 0,5$. A mesma proporção de presas capturadas ($= 0,5$) foi esperada no T3 e T4 (controle), pois não houve escolha disponível.

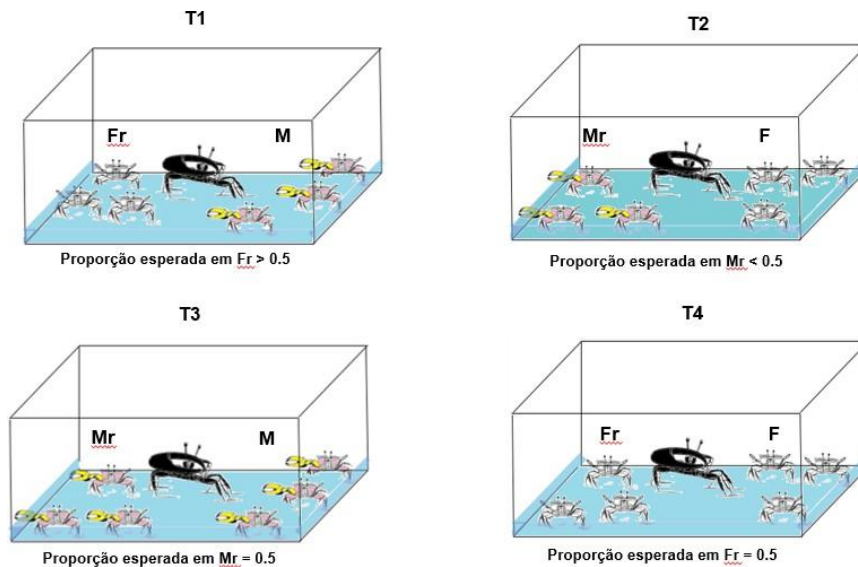


Figura 1 – Visão geral do desenho experimental de escolha de *Minuca rapax* pelas presas *Leptuca leptodactyla* de acordo com o sexo. Quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4) com 02 grupos de presa, macho (M) e fêmea (F), usados para avaliar a proporção de escolha do predador *M. rapax* (caranguejo preto). Escolha (proporção > 0,5) para o grupo de referência “r” foi esperado em T1 quando o grupo de referência foram fêmeas, e o oposto machos (M). A rejeição foi esperada em T2 quando o grupo de referência “r” foi composto por machos e o oposto por fêmeas (F). Em T3 e T4 foi composto por *L. leptodactyla* do mesmo sexo entre o grupo de referência e o oposto, e foi esperado a mesma proporção de escolha (= 0,5).

3. Análise Estatística

A proporção de escolha foi analisada usando um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasi-binomial e função de ligação Logit, no software R (Versão 4.0.1 – 2020/06/06). O resultado foi significativo quando $p < 0,05$.

4. Resultados

Não houve diferença entre os tratamentos de múltipla escolha e sem escolha, onde a média da proporção foi $\approx 0,5$ em cada (GLM, deviance = 0,96284, residual deviance = 50,084, $F = 0,8298$, $P = 0,4806$). Para que *M. rapax* apresentasse escolha por um dos sexos, os tratamentos T1 e T2 (múltipla escolha) deveria apresentar a média da proporção de escolha diferente de 0,5, o que foi refutado de acordo com os resultados. Portanto o sexo não foi a variável que gerou diferença entre os tratamentos (figura 2), com isso o predador (*M. rapax*) não apresentou escolha por sexo da presa (*L. Leptodactyla*).

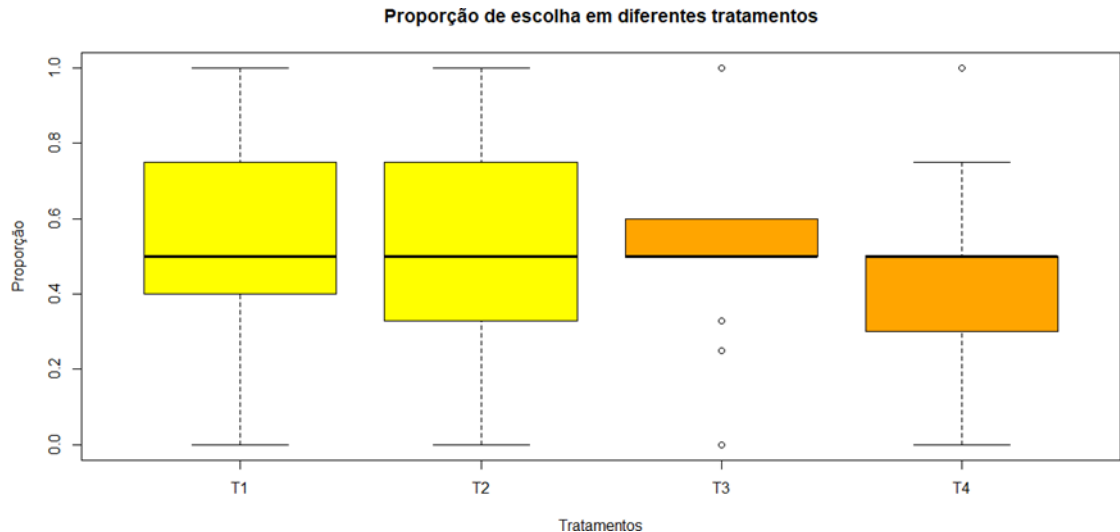


Figura 2 – Proporção de escolha de *Minuca rapax* em cada tratamento em relação ao sexo de presa (*Leptuca leptodactyla*). Em cor amarelo os tratamentos T1 e T2 que apresentam ambos os sexos (múltipla escolha) e em cor laranja os tratamentos com indivíduos de um único sexo (sem escolha), T3 (apenas machos) e T4 (apenas fêmeas). As caixas correspondem ao intervalo de 25% a 75%, a linha horizontal representa a mediana, e as barras de erros estão num intervalo sem outliers (quando presente, identificados com **o** fora da barra de erro). Não houve diferença entre os tratamentos (GLM, deviance = 0,96284, residual deviance = 50,084, F = 0,8298, P = 0,4806).

5. Discussão

As características morfológicas são descritas como uma das variáveis decisivas na escolha de certos predadores (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Neste trabalho foi avaliado se a escolha do predador (*M. rapax*) é afetada pelo sexo da presa (*L. leptodactyla*). Nossos resultados demonstram que *M. rapax* é capaz de preda presas de ambos os sexos na mesma proporção, refutando nossa hipótese de que as fêmeas seriam escolhidas pelo predador. Apesar da acentuada diferença morfológica entre os sexos da presa, outras possíveis variáveis podem ter sido determinantes e assim permitiram a lucratividade energética em ambos os sexos, tais como sucesso de captura, modo de ingestão, os órgãos consumidos e a resistência da carapaça das presas.

Na busca de evitar um gasto de energia em um ataque malsucedido, os predadores escolhem a presa de acordo com a morfologia (Bildstein et al., 1998). Como mencionado anteriormente, em algumas espécies de caranguejos-chama-maré, o predador seleciona um dos sexos devido o dimorfismo sexual (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Entretanto, *M. rapax* é um predador que possivelmente alcança maior sucesso de captura em ambos os sexos, pois esse predador se encontra na mesma zona do entremaré juntamente com a presa (Crane, 1979), o que difere de certas aves predadoras que realizam voos para capturar as presas, provocando a fuga antecipada das presas (Koga et al., 2001).

Além disso, a manipulação e ingestão da presa por *M. rapax* consiste em um consumo parcial, ingerindo somente as vísceras, o que difere do Íbis-branco (*Eudocimus albus*) e da Maria-mulata (*Quiscalus mexicanus*), que consomem a presa totalmente (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Portanto, o sucesso de captura (Koga et al., 2001) e a facilidade de consumo (Bildstein et al., 1989) são variáveis que para alguns predadores são decisivas, que os conduzem a escolher um sexo de presa (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Mas, para *M. rapax* essas variáveis podem se anular, resultando na predação de ambos os sexos, sem escolha.

Muitos predadores consomem completamente sua presa, enquanto outros consomem apenas algumas estruturas (consumo parcial), assim o modo de ingestão pode definir a escolha de um predador em selecionar suas presas (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001). Em geral, predadores vertebrados ingerem completamente suas presas (Bildstein et al., 1989; Koga et al., 2001; Covas et al., 2008; Tomida et al., 2012; De Grande et al., 2018). Por exemplo, o peixe *Bathygobius soporator* que preda e consome completamente o caranguejo *Pachygrapsus transversus* (Tomida et al., 2012). Mas, muitos predadores invertebrados consomem parcialmente a presa (Gray et al., 2002; Takeda et al., 2010). Por exemplo, o polvo-de-anéis-azuis (*Hapalochlaena maculosa*), que perfura a carapaça de caranguejos, e com auxílio de veneno das glândulas salivares, consome somente as vísceras da presa (Tranter & Augustine, 1973). Um comportamento semelhante ao polvo-de-anéis-azuis, foi relatado por Takeda et al. (2010), onde *Gelasimus tetragonon* preda outros caranguejos-chama-maré, e busca consumir somente as vísceras da presa, descartando os quelípodos. Em nosso experimento, também observamos que *M. rapax* perfura a carapaça e ingere somente as vísceras da presa (Observação pessoal). Dentro da carapaça dos caranguejos existe um órgão multifuncional chamado hepatopancoreas (Crane, 1975) que apresenta as funções de absorção de nutrientes e armazenamento de glicogênio e lipídios (Sumner, 1965; Goddard & Martin, 1966). Por se tratar de um órgão rico em energia, as vísceras dos caranguejos são alvo dos predadores (Sumner, 1965; Goddard & Martin, 1966; Tranter & Augustine, 1973; Takeda et al., 2010). Os caranguejos-chama-maré, possivelmente, apresentam a mesma quantidade de energia contida no hepatopancoreas entre os sexos, pois a largura da carapaça é semelhante entre machos e fêmeas em populações naturais do gênero *Leptuca* (Pratt et al., 2002; Bezerra et al., 2012). Em nossos testes utilizamos presas com tamanhos semelhante entre os sexos. Assim, isso pode explicar ainda mais o fato de *M. rapax* preda machos e fêmeas de *L. leptodactyla* na mesma proporção, pois possivelmente esse predador consiga obter a mesma quantidade energia em ambos os sexos.

Predadores que consomem as vísceras de caranguejos, como *M. rapax*, precisam quebrar a carapaça, que é constituída principalmente de quitina (Crane, 1975). Essa

estrutura apresenta resistência a choques mecânicos (Sayekti et al., 2020). Na superfície dessas estruturas estão presentes sulcos que ajudam a dissipar a energia de impacto desses choques (Sayekti et al., 2020). O formato dos sulcos pode variar entre as espécies de caranguejos, e essa variação pode oferecer resistência diferentes (Sayekti et al., 2020). No entanto, os sulcos presentes na carapaça de *L. leptodactyla* são similares entre os sexos (Crane, 1975; Bezerra et al., 2012; Masunari et al., 2020) o que confere o mesmo grau de resistência mecânica. Dessa forma, a energia gasta pelo predador para perfurar carapaça de machos ou fêmeas de *L. leptodactyla* deve ser semelhante, o que poderia explicar a ausência de escolha por um sexo de presa em nosso experimento.

Normalmente as populações naturais de caranguejos-chama-maré apresentam razão sexual de 1:1 (Bezerra et al., 2012), e esse fato pode proporcionar a mesma probabilidade de encontro com a presa de ambos os sexos, pois a disponibilidade é semelhante entre machos e fêmeas. Assim a razão sexual de caranguejos-chama-marés é mais uma das variáveis que pode explicar a ausência de escolha pelo predador *M. rapax*.

Portanto, concluímos que o sexo dos caranguejos-chama-maré não afeta a decisão de escolha do predador *M. rapax*. Embora existam diferenças morfológicas entre os sexos de caranguejos-chama-marés outras possíveis variáveis talvez tenha influenciado na ausência de escolha predador. O modo de ingestão do predador, as vísceras (hepatopancreas) e resistência da carapaça, são as possíveis variáveis que podem explicar a ausência de escolha por sexo de presa por *M. rapax*, entretanto, essas variáveis não foram avaliadas neste trabalho.

6. Referências

- Abrams, P. A. The evolution of predator-prey interactions: Theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 31.1 (2000):79-105.
- Ashton, G. et al. Predator control of marine communities increases with temperature across 115 degrees of latitude. *Science*, v. 376 (2022): 1215–1219.
- Backwell, P. R.Y.; O'hara, P. D.; Christy, J. H.. "Prey availability and selective foraging in shorebirds." *Animal Behaviour* 55.6 (1998): 1659-1667.
- Bezerra, L. E. A. "The fiddler crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae: genus *Uca*) of the South Atlantic Ocean." *Nauplius* 20 (2012): 203-246.
- Bildstein, K. L.; McDowell, S. G.; Brisbin, I. L. "Consequences of sexual dimorphism in sand fiddler crabs, *Uca pugilator*: differential vulnerability to avian predation." *Animal Behaviour* 37 (1989): 133-139.
- Checon, H. H.; Costa, T. M. "Fiddler crab (Crustacea: Ocypodidae) distribution and the relationship between habitat occupancy and mouth appendages." *Marine Biology Research* 13.6 (2017): 618-629.
- Colpo, K. D.; Negreiros-Fransozo, M. L. "Sediment particle selection during feeding by four species of *Uca* (Brachyura, Ocypodidae)." *Crustaceana* 84.5-6 (2011): 721-734.
- Costa, T. M.; Negreiros-Fransozo, M. L. "Morphological adaptation of the second maxilliped in semiterrestrial crabs of the genus *Uca* Leach, 1814 (Decapoda, Ocypodidae) from a subtropical Brazilian mangrove." *Nauplius* 9.2 (2001): 123-131.
- Covas, R.; Du Plessis, M. A.; Doutrelant, C.. "Helpers in colonial cooperatively breeding sociable weavers *Philetairus socius* contribute to buffer the effects of adverse breeding conditions." *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63 (2008): 103-112.
- Crane, J. Fiddler Crabs of the World Ocypodidae: Genus *Uca*, first ed. Princeton University Press, New York (1975).
- De Grande, F. R.; Granado P.; Costa T. M. "Size-at-age or structure shift: Which hypothesis explains smaller body size of the fiddler crab *Leptuca uruguayensis* in northern populations?." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 254 (2021): 107358.
- Dodge, K. M.; Whitmore, R. C.; Harner, E. J. "Analyzing foraging use versus availability using regression techniques." *Studies In Avian Biology* 13 (1990): 318-324.

- Fogo, B. R.; Sanches, F. H. C.; Costa, T. M.. "Testing the dear enemy relationship in fiddler crabs: is there a difference between fighting conspecific and heterospecific opponents?." *Behavioural processes* 162 (2019): 90-96.
- Hutto, R. L. "Measuring the availability of food resources." *Studies in avian biology* 13 (1990): 20-28.
- Gill, A. B. The dynamics of prey choice in fish: The importance of prey size and satiation. *Journal of Fish Biology*, v. 63 (2003): 105–116.
- Gray, H. M. et al. Traumatic injuries in two Neotropical frogs, *Dendrobates auratus* and *Physalaemus pustulosus*. *Journal of Herpetology*, 36.1 (2002): 117-121.
- Goddard, K.C.; Martin, W. A. Carbohydrate metabolism. In: Wilbur, M.K.; Yonge, C.M. (eds) *Physiology of Mollusca*, vol 2. Academic, New York, (1966): 275–302
- Koga, T. et al. Predation and cannibalism by the male fiddler crab *Uca tetragonon*. *Journal of Ethology* 13 (1995):181–183.
- Koga, T. et al. "Male-biased predation of a fiddler crab". *Animal Behaviour*, 62. 2 (2001): 201–207.
- Masunari, S.; Martins, S. B.; Anacleto, A. F. M. "An illustrated key to fiddler crabs (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) from the Atlantic coast of Brazil". *ZooKeys* 943 (2020)
- McLain, D. K.; Pratt, A. E.; Berry, A. S. Predation by red-jointed fiddler crabs on congeners: Interaction between body size and positive allometry of the sexually selected claw. *Behavioral Ecology*, v. 14.5 (2003): 741–747.
- Olabarria, C.; Underwood, A. J.; Chapman, M. G. Appropriate experimental design to evaluate preferences for microhabitat: An example of preferences by species of microgastropods. *Oecologia*, v. 132. 2 (2002): 159–166.
- Pratt, A. E.; McLain, D. K.; Kirschstein, K. Intrageneric predation by fiddler crabs in South Carolina. *Journal of Crustacean Biology* 22.1 (2002): 59-68.
- Ricklefs, R. E.; Shluter, D. "Species diversity: regional and historical influences." *Species diversity in ecological communities* 350 (1993): 363.
- Sayekti, P. R., et al. "The impact behaviour of crab carapaces in relation to morphology." *Materials* 13.18 (2020): 3994.
- Salo, Pälvi, et al. "Predator manipulation experiments: impacts on populations of terrestrial vertebrate prey". *Ecological monographs* 80.4 (2010): 531-546.
- Schalk, C. M.; Cove, M. V. "Squamates as prey: Predator diversity patterns and predator-prey size relationships." *Food Webs* 17 (2018): e00103.
- Shine, R., et al. "Relationships between sexual dimorphism and niche partitioning within

- a clade of sea-snakes (*Laticaudinae*)." *Oecologia* 133 (2002): 45-53.
- Silva, D. J. A., et al. "Thin-fingered fiddler crabs display a natural preference for UV light cues but show no sensory bias to other hypertrophied claw coloration." *Behavioural Processes* 200 (2022): 104667.
- Stephens, D. W.; Krebs, J. R.. "Foraging theory." *Foraging theory*. Princetonuniversity press (1986).
- Sullivan, B. K.; Ryan, M. J.; Verrell, P. A. Female choice and mating system structure. *Amphibian biology*. vol. 2 (1995): 469-517.
- Sumner, A. T. "The cytology and histochemistry of the digestive gland cells of *Helix*." *Journal of Cell Science* 3.74 (1965): 173-192.
- Takeda, S. Habitat partitioning between prey soldier crab *Mictyris brevidactylus* and predator fiddler crab *Uca perplexa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 390.2 (2010):160–168.
- Tomida, L.; Lee, J. T.; Barreto, R. E. Stomach fullness modulates prey size choice in the frillfin goby, *Bathygobius soporator*. *Zoology*, v. 115.5 (2012): 283–288.
- Tranter, D. J.; Augustine, O.. "Observations on the life history of the blue-ringed octopus *Hapalochlaena maculosa*." *Marine Biology* 18.2 (1973): 115-128.
- Underwood, A. J.; Chapman, M. G.; Crowe, T. P. Identifying and understanding ecological preferences for habitat or prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 300.1-2 (2004):161-187.
- Weis, J. S, et al. Effects of Contaminants on Behavior: Biochemical Mechanisms and Ecological Consequences. *BioScience*, v 51.3 (2001): 209