



Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Sustentabilidade - PPGCS

GABRIEL DE OLIVEIRA CONTINI PEREIRA

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NO *WAVING DISPLAY* DO
CARANGUEJO CHAMA-MARÉ *Uca maracoani* LATREILLE, 1802, NO
ESTUÁRIO DO RIO MUCURI – BA**

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2023

GABRIEL DE OLIVEIRA CONTINI PEREIRA

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NO *WAVING DISPLAY* DO
CARANGUEJO CHAMA-MARÉ *Uca maracoani* LATREILLE, 1802, NO
ESTUÁRIO DO RIO MUCURI - BA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em
Ciências e Sustentabilidade da Universidade Federal do
Sul da Bahia, como parte das exigências para obtenção do
título de mestre em Ciências e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Anders Jensen Schmidt

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia
Sistema de Bibliotecas

P436i Pereira, Gabriel de Oliveira Contini.
 Influência de fatores ambientais no waving display do caranguejo
 chama-maré *Uca maracoani* Latreille, 1802, no estuário do Rio Mucuri - BA
 / Gabriel de Oliveira Contini Pereira. Teixeira de Freitas, 2023.
 99 f.

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia,
 Campus Paulo Freire, Centro de Formação em Desenvolvimento
 Territorial, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Sustentabilidade,
 2023.
 Orientador: Prof. Dr. Anders Jensen Schmidt.

 1. Caranguejo *Uca maracoani*. 2. Etologia. 3. Mudanças climáticas.
 4. Rio Mucuri (BA). I. Título. II. Schmidt, Anders Jensen.

CDD – 639.542

GABRIEL DE OLIVEIRA CONTINI PEREIRA

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NO *WAVING DISPLAY* DO
CARANGUEJO CHAMA-MARÉ *Uca maracoani* LATREILLE, 1802, NO
ESTUÁRIO DO RIO MUCURI - BA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em
Ciências e Sustentabilidade da Universidade Federal do
Sul da Bahia, como parte das exigências para obtenção do
título de mestre em Ciências e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Anders Jensen Schmidt

Este trabalho foi submetido à avaliação e julgado aprovado em: 29/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **FREDERICO MONTEIRO NEVES**
Data: 03/08/2026 10:56:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Frederico Monteiro Neves
UFSB

Documento assinado digitalmente
 **JOANNA MARIA DA CUNHA DE OLIVEIRA SANTO**
Data: 03/08/2026 13:29:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Joanna Maria da Cunha de Oliveira
Santos Neves
UFSB

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO VIANNA DE ALMEIDA**
Data: 28/07/2026 12:18:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Eduardo Vianna de Almeida
UFRJ

Documento assinado digitalmente
 **ANDERS JENSEN SCHMIDT**
Data: 03/08/2026 17:01:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ORIENTADOR
Dr. Anders Jensen Schmidt
UFSB

TEIXEIRA DE FREITAS - BA

2023

Dedico este trabalho à minha mãe (*in memoriam*), que sempre me apoiou e encorajou no avanço dos estudos.

AGRADECIMENTOS

À medida que chego ao final desta jornada de pesquisa e redação, é impossível não refletir sobre as pessoas que desempenharam um papel fundamental no meu percurso acadêmico. Entre os inúmeros indivíduos que me apoiaram, minha querida mãe, cuja memória reside em meu coração e ocupa um lugar de destaque.

Minha mãe foi uma fonte inesgotável de amor, apoio e inspiração. Ela foi a pessoa que acreditou em mim desde o início, quando minhas ambições acadêmicas eram apenas sonhos distantes. Sua fé inabalável em meu potencial foi a força motriz que me impulsionou a enfrentar desafios e a persistir, mesmo quando a estrada parecia árdua e íngreme.

Além de todo o apoio, minha mãe também me ensinou valores fundamentais que se refletem em minha abordagem à pesquisa e ao conhecimento. Ela me mostrou que a educação não é apenas um meio de adquirir diplomas, mas uma ferramenta poderosa para compreender o mundo e fazer a diferença nele.

A ausência física da minha mãe é uma realidade difícil de aceitar, mas sei que o seu legado continua a viver através de mim e do trabalho que agora compartilho nesta dissertação. Cada palavra escrita e cada descoberta alcançada são testemunhos silenciosos da influência duradoura que ela teve em minha vida e no meu percurso acadêmico.

À medida que expresso minha gratidão por minha mãe, também quero estender meus agradecimentos a todos os que me apoiaram ao longo desta jornada. Ao meu orientador, cujos *insights* perspicazes foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa, agradeço sinceramente. Aos colegas e amigos que me desafiaram e inspiraram, sou profundamente grato por cada conversa estimulante e colaboração frutífera.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer à minha família e entes queridos que estiveram ao meu lado, oferecendo apoio moral e encorajamento constante. Vocês foram a rede de segurança que me permitiu explorar os limites do conhecimento e crescer como pesquisador.

Em retrospectiva, esta jornada foi marcada por desafios, descobertas e crescimento pessoal e acadêmico. Ao olhar para o futuro, levo comigo as lições e valores que minha mãe me deixou como um presente precioso. Dedico esta dissertação à sua memória, na esperança de que ela continue a inspirar não apenas a mim, mas também a todos aqueles que buscam o conhecimento e a excelência.

"Cada árvore é uma estação de pesquisa; cada animal, um laboratório ambulante"

- Edmund W. Sinnott, 1938.

CONTINI, Gabriel. **Influência de fatores ambientais no *waving display* do caranguejo chama-maré *Uca maracoani* Latreille, 1802, no estuário do Rio Mucuri – BA.** Orientador: Anders Jensen Schmidt. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências e Sustentabilidade) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, 2023.

RESUMO

Alterações ambientais têm ocorrido ao longo de todo o planeta, levando à redução de habitat e a elevação da taxa de mortalidade de muitas espécies. Mesmo alterações pouco significantes em curto prazo podem causar estresses e modificações na ecologia comportamental de animais que desempenham a função de bioindicadores da qualidade ambiental local. Tais alterações comportamentais influenciam diretamente na capacidade de sobrevivência e reprodução das espécies, resultando em longo prazo em alterações bioquímicas e fisiológicas por meio de seleção natural. Nos manguezais, ecossistemas altamente afetados pela urbanização costeira, os caranguejos chama-maré são abundantes, permitindo estudos comparativos de sua ecologia comportamental em diferentes condições ambientais ao longo do extenso litoral brasileiro. Assim sendo, o presente trabalho buscou descrever o *waving display*, exibição de acenos realizados com o quelípodo maior pelos machos, de caranguejos chama-maré *Uca maracoani* em uma área de manguezal na foz do Rio Mucuri-BA, frente à variação de diferentes fatores físico-químicos, contribuindo para a sua potencial utilização como indicador ecológico. Foram analisadas a proporção sexual entre machos e fêmeas, o percentual de machos realizando *waving display* e o índice de frequência de exibição ao longo das variações de ciclo de maré, ciclo sinódico e ciclo claro-escuro. Foram utilizadas amostragens instantâneas e de animal focal, utilizando imagens e vídeos, respectivamente, complementadas por medições de temperatura, luminosidade, salinidade, umidade do ar, precipitação e velocidade média do vento. As análises estatísticas aplicadas demonstraram (i) leve predominância de indivíduos fêmeas na proporção de 1:1,2; (ii) nenhuma correlação entre os fatores físico-químico, e percentual de machos realizando o aceno e o índice de *waving display*; (iii) influência do ciclo de maré e fases lunares na proporção sexual e índice de *waving* e (iv) ausência de *waving display* em janeiro de 2023. Os resultados encontrados para (ii) e (iii) são diretamente correlacionadas à presença de fêmeas fora da toca, com maior concentração ao longo das fases lunares cheia e nova e no período próximo a baixamar, proporcionando elevações no comportamento de exibição dos machos. O resultado (iv) pode estar ligado ao estresse osmótico devido à queda brusca de salinidade decorrente de eventos

meteorológicos extremos. Fica ainda padronizado no presente estudo que, para a espécie *Uca maracoani*, o melhor momento de monitoramento é durante o começo da enchente durante as marés de sizígia e horários pós meio dia para marés mortas.

Palavras-chave: etologia; ecologia comportamental; manguezal; fatores abióticos; mudanças climáticas.

CONTINI, Gabriel. **Influence of environmental factors on the waving display of the fiddler crab *Uca maracoani* Latreille, 1802, in the Mucuri River estuary – BA.** Advisor: Anders Jensen Schmidt. 2023. Dissertation (Master's in Science & Sustainability) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, 2023.

ABSTRACT

Environmental changes have been occurring across the globe, leading to habitat loss and increased mortality rates among many species. Even changes that appear insignificant in the short term can cause stress and alter the behavioural ecology of animals that serve as bioindicators of local environmental quality. Such behavioural changes directly influence the species' ability to survive and reproduce, resulting in the long term in biochemical and physiological changes through natural selection. In mangroves, ecosystems heavily affected by coastal urbanisation, *Uca maracoani* crabs are abundant, allowing for comparative studies of their behavioural ecology under different environmental conditions along Brazil's extensive coastline. Accordingly, the present study sought to describe the waving display—the waving of the larger chelipod performed by males—of *Uca maracoani* fiddler crabs in a mangrove area at the mouth of the Mucuri River, Bahia, in response to variations in different physico-chemical factors, contributing to its potential use as an ecological indicator. The sex ratio between males and females, the percentage of males performing the waving display, and the frequency index of the display were analysed across variations in the tidal cycle, synodic cycle, and light-dark cycle. Instantaneous and focal animal sampling were employed, using images and videos respectively, supplemented by measurements of temperature, light intensity, salinity, air humidity, precipitation and average wind speed. The statistical analyses applied demonstrated (i) a predominance of females at a ratio of 1:1.2; (ii) no correlation between physico-chemical factors and the percentage of males performing the waving display or the display frequency index; (iii) the influence of the tidal cycle and lunar phases on sex ratio and display frequency and (iv) absence of waving display in January 2023. The results found for (ii) and (iii) are directly correlated with the presence of females outside the burrow, with a higher concentration during the full and new moon phases and in the period close to low tide, leading to increases in the males' display behaviour. Result (iv) may be linked to osmotic stress caused by a sharp drop in salinity resulting from extreme weather events. It is also established in the present study that, for the species *Uca maracoani*, the best time for

monitoring is during the onset of the rising tide during syzygy tides and in the afternoon for neap tides.

Keywords: ethology; behavioral ecology; mangroves; abiotic factors; climate change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da morfologia da frente. a = frente larga; b = frente estreita (Modificado de Crosnier, 1965).	28
Figura 2: Exemplar macho <i>Uca maracoani</i> (Latreille, 1802).	29
Figura 3: Ilustração das duas principais categorias de <i>waving display</i> de caranguejos chamamarrés a - exibição de aceno vertical e b – exibição de aceno lateral.	31
Figura 4: Localização do estuário do rio Mucuri no município de Mucuri (BA), evidenciando o ponto de amostragem.	35
Figura 5: Esquema representativo da área de coleta – quadrados brancos: parcelas de análise (0,25m ²); linhas azuis: nível da maré.	36
Figura 6: Proporção sexual de <i>U. maracoani</i> ao longo das fases lunares no manguezal de Mucuri	46
Figura 7: Proporção sexual de <i>U. maracoani</i> ao longo das fases lunares no manguezal de Mucuri	47
Figura 8: Proporção de machos de <i>U. maracoani</i> realizando <i>waving display</i> ao longo dos dias no manguezal de Mucuri	51
Figura 9: Proporção de machos de <i>U. maracoani</i> realizando <i>waving display</i> ao longo do ciclo de maré no manguezal de Mucuri.	52
Figura 10: Distribuição percentual de indivíduos machos realizando <i>waving display</i> ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de outubro/2022	53
Figura 11: Distribuição percentual de indivíduos machos realizando <i>waving display</i> ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de novembro/2022	54
Figura 12: Análise de correlação linear de Pearson (<i>r</i>) entre a porcentagem de indivíduos machos de <i>Uca maracoani</i> em atividade de <i>waving display</i> e as variáveis abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em outubro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos dados em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); e d) velocidade média do vento (m/s).	55
Figura 13: Correlação entre o percentual de indivíduos macho realizando <i>waving display</i> e fatores abióticos no mês de novembro de 2022: a) temperatura, b) luminosidade, c) salinidade, d) umidade do ar, e) precipitação, e f) velocidade média do vento -Caravelas-.....	56
Figura 14: Análise de correlação linear de Pearson (<i>r</i>) entre o índice de frequência de <i>waving display</i> (submetido à transformação por raiz quadrada) de <i>Uca maracoani</i> e as variáveis	

abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em outubro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos pontos amostrais em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); e d) velocidade média do vento (m/s).....57

Figura 15: Análise de correlação linear de Pearson (r) entre o índice de frequência de *waving display* (transformado por raiz quadrada) de *Uca maracoani* e as variáveis abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em novembro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos dados em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); d) umidade do ar (%); e) precipitação (mm); e f) velocidade média do vento (m/s).....58

Figura 16: Distribuição das médias e erro padrão dos índices de frequência de *waving display* ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de outubro/2022 em manguezal do rio Mucuri, Bahia. BM = baixamar; E1 a E4 = sucessivos estágios de maré enchente; PM = preamar; V1 a V4 = sucessivos estágios de maré vazante. As curvas em azul representam a variação da altura de maré durante o período. As linhas verticais marcam os horários do nascer do sol, do meio-dia e do pôr do sol. 62

Figura 17: Distribuição do índice de frequência médio ($\pm$ erro padrão) de *waving display* (pontos pretos) de *Uca maracoani* e altura da maré (linha azul) no estuário do Rio Mucuri, BA, em novembro de 2022.....63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis ambientais ao longo das amostragens – a ausência de dados da umidade relativa do ar no mês de outubro/2022 se justifica pela falta do higrômetro em campo	40
Tabela 2: Parâmetros demográficos diários de <i>Uca maracoani</i> no estuário do Rio Mucuri, Mucuri, BA, entre os meses de outubro de 2022 e janeiro de 2023. Os dados apresentam a densidade populacional média ($\pm$ desvio padrão) expressa em indivíduos por metro quadrado (ind/m^2) e a proporção média de indivíduos machos (%) registradas em diferentes estágios de maré seca (Vazante 4, Baixamar, Enchente 1 e Enchente 2). As médias populacionais sumarizadas por data servem de base descritiva para as análises de associação por testes de Qui-Quadrado (χ^2).	41
Tabela 3: Densidade populacional e proporção média de indivíduos machos na zona de tocas e índice médio de <i>waving display</i>	43
Tabela 4: ANOVA de percentual de indivíduos macho (Arcsen) realizando <i>waving display</i> sob os fatores mês, maré e lua sob perspectiva de todos os meses em conjunto	52
Tabela 5: ANOVA de percentual de indivíduos macho (Arcsen) realizando <i>waving display</i> sob os fatores maré e lua sob perspectiva de cada mês separadamente	52
Tabela 6: ANOVA de índice de <i>waving display</i> sob os fatores mês (Outubro, Novembro e Janeiro), maré e fase da lua em um manguezal do Rio Mucuri, Bahia.	60
Tabela 7: ANOVA de índice de índice de <i>waving display</i> sob os fatores maré e fase da lua analisado em cada mês separado	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. OBJETIVO.....	19
2.1. Objetivos Geral.....	19
2.2. Objetivos Específicos	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 História ambiental	20
3.2 História ambiental de manguezal no Brasil.....	22
3.3 Ecologia Comportamental	23
3.4 Taxonomia e distribuição geográfica.....	25
3.5 Bioecologia de caranguejos chama-maré	27
3.6 Ecologia comportamental de caranguejos chama-maré	29
4. METODOLOGIA.....	34
4.1 Pesquisa Bibliográfica	34
4.2 Pesquisa de Campo	34
4.2.1 Área de estudo	34
4.2.2 Periodicidade da amostragem.....	35
4.2.3 Distribuição espacial das amostras	36
4.2.4 Amostragem de fatores abióticos.....	38
4.3 Análise estatística	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1 Amostragens	40
5.2 Proporção sexual entre indivíduos machos e fêmeas de <i>U. maracoani</i>	45
5.3 Proporção de indivíduos machos de <i>U. maracoani</i> realizando <i>waving display</i>	50
5.4 Índice de frequência de <i>waving display</i>	56
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	677
8. REFERÊNCIAS	69
APÊNDICES	82
APÊNDICE A – Testes de qui-quadrado (χ^2) para proporção sexual.....	82
A1) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de <i>Uca maracoani</i> em diferentes zonas no manguezal de Mucuri.....	822

A2) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de <i>Uca maracoani</i> em diferentes dias no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)	822
A3) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de <i>Uca maracoani</i> em diferentes fases lunares no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2).....	833
A4) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de <i>Uca maracoani</i> em diferentes ciclos de maré no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2).....	844
APÊNDICE B – Testes de qui-quadrado (χ^2) para proporção de indivíduos machos realizando <i>waving display</i>	855
B1) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando <i>waving display</i> em diferentes dias no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)	855
B2) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando <i>waving display</i> em diferentes fases lunares no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2).....	85
B3) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando <i>waving display</i> em diferentes ciclos de maré no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2).....	866
APÊNDICE C – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para os três meses de coleta – percentual de indivíduos realizando <i>waving display</i>	877
APÊNDICE D – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada mês de coleta separado – percentual de indivíduos realizando <i>waving display</i> .	888
APÊNDICE E – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada fase lunar e cada mês separadamente – percentual de indivíduos realizando <i>waving display</i>	89
APÊNDICE F – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para os três meses de coleta – índice de <i>waving display</i>	922
APÊNDICE G – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada mês de coleta separado – índice de <i>waving display</i>	933
APÊNDICE H – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada fase lunar e cada mês separadamente – índice de <i>waving display</i>	944

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil representa 12% das áreas de manguezais do mundo, sendo o segundo país com maior extensão desse ecossistema, superado apenas pela Indonésia (BRASIL, 2018). Possuindo quase metade das áreas de manguezal da América do Sul, o Brasil tem este ecossistema distribuído praticamente em todo seu litoral, desde o Cabo Orange (AP) até Laguna (SC) (LACERDA; LINNEWEBER, 2002; FAO, 2007).

Consiste em um ecossistema associado a corpos de água estuarina, pertencente ao bioma Mata Atlântica, apresentando diferentes feições nas zonas entre linha de baixamar e preamar de sizígia: lavado, manguezal arbóreo e manguezal herbáceo-arbustivo (*e.g.* apicum) (SCHMIDT *et al.*, 2013; BRASIL, 2018). O lavado é a zona exposta à maior frequência de inundação, semelhante a um lodaçal desprovido de qualquer cobertura vegetal vascularizada. O manguezal arbóreo é a feição que apresenta cobertura vegetal típica, formada por espécies arbóreas com fisionomia característica, os chamados mangues. O manguezal herbáceo-arbustivo consiste na porção interna do ecossistema, a zona de transição para a terra firme, normalmente desprovida de vegetação arbórea, sendo a área menos inundada do manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2015, 2016; SCHMIDT *et al.*, 2013).

O manguezal se apresenta como um importante ecossistema para diversas espécies marinhas por sustentar a base de suas próprias teias alimentares e de teias tróficas de ecossistemas adjacentes, gerando condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção. Ademais, as árvores típicas deste ecossistema proporcionam o aprisionamento de sedimentos trazidos pelos rios, atuando assim na filtragem biológica da água, na regulação do aporte de nutrientes e na proteção da linha de costa contra erosão (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2016; SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

Apesar de grande significância, cerca de 50.000 hectares de área foram perdidos até o final do século XX no Brasil (FAO, 2007), permanecendo uma taxa média anual de desmatamento de 0,3% no período entre 2000-2012 (FRIESS *et al.*, 2019). Estes impactos são fortemente associados com a ocupação urbana em áreas litorâneas e alterações realizadas em zonas superiores das bacias hidrográficas onde se encontram (FAO, 2007; DUKE *et al.*, 2007).

Um estudo da NASA, que mapeou as causas da perda global de manguezais no período de 2000 a 2016, afirma que as perdas por causas naturais, envolvendo erosão e clima extremo, tem menos peso do que as perdas em decorrência da ação humana, envolvendo práticas relacionadas à agricultura e aquicultura” (MERZDORF, 2020, tradução livre). É

considerável destacar que as atividades humanas que contribuem significativamente para a perda dos manguezais, também têm agravado o fenômeno das mudanças climáticas, resultando na perturbação dos padrões climáticos normais e, conseqüentemente, alterando o equilíbrio natural dos ecossistemas (SHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2016; DE ASSIS, 2020)

Nesse aspecto, os ecossistemas costeiros também estão vulneráveis às ameaças decorrentes das mudanças climáticas, como o aumento médio da temperatura, mudanças nos padrões de precipitação e aumento do nível do mar (DONEY *et al.*, 2012). Segundo o Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - *Intergovernmental Panel Climate Change*) o nível do mar subiu 0,20 m no período compreendido entre 1901 e 2018, alcançando sua maior média de 3,7 mm ao ano, entre 2006 e 2018 (ONU, 2023).

Tais alterações podem ocasionar em

inundação permanente e erosão de áreas ocupadas pelo manguezal, deslocamento da área de influência das marés, o que pode ocasionar perdas de diversidade biológica em decorrência de alterações no hidro período e na zonation das espécies vegetais do manguezal, e pode ocorrer também, migração do manguezal em direção ao continente, caso não existam barreiras à sua colonização (ex. construções antrópicas) (BEZERRA *et al.*, 2013, p. 154)

Ainda, o aumento do nível do mar, em conjunto com as alterações no índice de precipitação, favorece a alteração da salinidade do estuário, ocasionando distúrbios na manutenção do próprio manguezal e seres vivos dependentes (AGRAWALA *et al.*, 2003). A zona de lavado, por apresentar maior exposição direta à variação do nível do mar, recebe o maior impacto. Assim, nesse ambiente é possível encontrar potenciais espécies indicadoras do estado de conservação deste ecossistema, permitindo a quantificação e monitoramento destas alterações ocorridas no espaço (SANTOS *et al.*, 2011).

A macrofauna bentônica habitando sistemas estuarinos é composta principalmente por invertebrados, sendo que os crustáceos, principalmente as espécies de caranguejos, se destacam pela grande abundância e pela maior parte da biomassa (MACHADO *et al.*, 2021). Muitos estudos ecológicos dedicam-se ao monitoramento de parâmetros populacionais e de distribuição espacial como indicadores da pressão de pescarias sobre populações de espécies com importância socioeconômica, como é o caso do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (GONÇALVES *et al.*, 2022; MOTA *et al.*, 2023; LIMA *et al.*, 2023; MAIA *et al.*, 2016).

No entanto, populações também podem entrar em declínio devido a poluição, perda de habitat, perturbação e mudanças no uso da terra (SPELLERBERG, 2005). Para esses impactos, muitas vezes indicadores ligados à ecologia comportamental podem ser de grande

importância, em especial de espécies menores e não exploradas (MACHADO *et al.*, 2021; BURGER *et al.*, 1991). Tittensor *et al.* (2010) e Myers *et al.* (2000) apontam a importância das espécies menores e menos exploradas como objeto de estudo para a ecologia da conservação.

Ao eliminar a variável da exploração comercial, a espécie serve como indicador sensível à integridade do ecossistema, sendo possível concentrar-se mais em outros impactos, à exemplo de poluentes e mudanças climáticas, oportunidade de obter dados relevantes sobre saúde ecológica, e de direcionar esforços de conservação de forma mais eficaz. Em geral, a presença de cada ser vivo é potencialmente uma indicação das condições ambientais a que ele é exposto. Ademais, o comportamento animal é ainda mais proveitoso para o monitoramento da qualidade do meio ambiente ao apresentar resultados tanto de caráter quantitativo quanto qualitativos.

Estudos ecológicos comportamentais, como os promovidos por Caro (1988) e Spellerberg (2005), permitem identificar padrões de atividade, o tamanho e as características do grupo residencial, da área de vida e do território, a fim de prever a resposta de uma população à perturbação do habitat. Cabe destacar que o comportamento animal é o elo entre os organismos e seu ambiente, propriedade importante da vida animal, pois é essencial para a sobrevivência. As alterações nas respostas comportamentais podem resultar na redução da sobrevivência e da aptidão dos organismos em longo prazo, com consequências adversas na população (STEELE, 2013).

A maior parte dos estudos de comportamento de caranguejos abordam as espécies popularmente conhecidas como chama-maré, comumente estudados devido ao comportamento característico conhecido como *waving display* (exibição de aceno). Estes caranguejos diferem-se dos demais devido ao tamanho desproporcional de um quelípodo maior do macho, o qual o utiliza para realizar até quatro tipos distintos de *waving display* para transmitir mensagens diferentes, seja para defender seu território em combate com outros indivíduos, seja para acenar em ritual de cortejo para atrair a fêmea (CRANE, 1975; BEZERRA, 2009; MURAMATSU, 2011a).

De Lacerda *et al.*, (2006) explicam que o habitat natural do chama-maré passa por modificações, em extensão e caracterização, devido aos impactos causados ao meio ambiente pelas mudanças climáticas globais, principalmente por alterações no regime hidrológico das bacias de drenagem continentais e por mudanças nas condições oceânicas. Segueri (2018) apresenta algumas possíveis respostas do manguezal à elevação do nível do mar, trazendo como consequências, além da variação da salinidade, a alteração nos sedimentos e

composição do substrato. Essas alterações nos fatores ambientais externos podem afetar as populações, modificando o comportamento e distribuição dos indivíduos, e alterando interações sociais, pela restrição das atividades na superfície (VON HAGEN, 1983; CRANE, 1958; VIANNA, 2020).

Para monitorar efetivamente o comportamento dos caranguejos chama-maré, é essencial considerar as flutuações cíclicas decorrentes de ciclos geofísicos, como os sazonais, de maré e de claro-escuro. A atividade desses organismos, incluindo o *waving display*, é estritamente regulada pelo regime de marés, ocorrendo predominantemente durante a baixa-mar, quando saem das tocas para alimentação e corte. Além disso, a sazonalidade climática (períodos secos e chuvosos) e o fotoperíodo influenciam diretamente a abundância e os picos reprodutivos da espécie (GUIZARDI, 2019).

Compreender esses ritmos naturais permite distinguir variações comportamentais intrínsecas de alterações causadas por impactos ambientais, garantindo que o monitoramento reflita respostas reais a estressores externos e não apenas ruídos biológicos naturais. O que permite inclusive, identificar as janelas temporais adequadas para a realização de amostragens, permitindo uma padronização metodológica que viabilize estudos comparativos. Guizardi (2019) recomenda que as coletas sejam realizadas preferencialmente durante as marés de sizígia na baixa-mar, geralmente em janelas entre 09:00h e 15:00h, para maximizar a visibilidade dos indivíduos e garantir a consistência dos dados.

Ao se alinhar o esforço amostral aos ciclos geofísicos, isso permite que os dados sobre o *waving display* de *U. maracoani* sejam robustos e estatisticamente comparáveis com outras populações estuarinas. Os caranguejos chama-marés são distribuídos em 11 gêneros, dos quais três são verificados na costa brasileira: *Uca*, *Minuca* e *Leptuca* (NG *et al.*, 2008; SHIH *et al.*, 2016). Dentre as espécies classificadas nestes gêneros, *Uca maracoani* possui relativo destaque pelo grande número de indivíduos e por representar a maior e mais pesada espécie de chama-marés do Brasil, o que, somado ao fato de serem bastantes ativos durante o período diurno, torna o seu monitoramento mais viável (CRANE, 1975; BENETTI, 2007).

A espécie *U. maracoani* é encontrada em zonas de lavado, caracterizadas por substrato argiloso em regiões abertas e sem vegetação (NATÁLIO, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2016). A ausência de cobertura vegetal nessas áreas aumenta a susceptibilidade da espécie a interações bióticas negativas, como a predação por aves visualmente orientadas, que detectam mais facilmente os indivíduos em campos abertos (SANCHES, 2017).

Além disso, a falta de sombreamento natural eleva o estresse térmico no sedimento, forçando os animais a passarem mais tempo em refúgios térmicos (tocas), o que reduz as

oportunidades de forrageamento e de interações sociais reprodutivas, como o *waving display* (SANCHES, 2017). Tais habitats também são mais vulneráveis a fatores abióticos, como a ação dos ventos e variações de salinidade (NATÁLIO, 2016) e a mudanças no nível do mar, que podem comprimir essas áreas e intensificar a competição interespecífica por espaço.

Para tanto, o presente trabalho visa investigar as possíveis alterações na ecologia comportamental, em especial no *waving display*, de caranguejos chama-maré da espécie *Uca maracoani* em uma área no manguezal na foz do Rio Mucuri-BA, frente às variações de fatores abióticos, contribuindo para a sua potencial utilização como indicador ecológico.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivos Geral

Descrever o *waving display* de caranguejos chama-maré *Uca maracoani* em uma área de manguezal na foz do Rio Mucuri-BA, frente à variação de diferentes fatores ambientais, contribuindo para a sua potencial utilização como indicador ecológico.

2.2. Objetivos Específicos

- Mensurar os fatores ambientais abióticos no local;
- Quantificar a densidade e a proporção de indivíduos machos e fêmeas de caranguejos chama-maré *Uca maracoani* em atividade for das tocas;
- Criar e testar a aplicação como indicador ecológico uma “taxa de *waving display*” para caranguejos chama-maré, *Uca maracoani*;
- Criar e testar a aplicação como indicador ecológico um “índice de frequência de *waving display*” para caranguejos chama-maré, *Uca maracoani*;
- Identificar o melhor período de ciclo de amplitude de maré e do ciclo de claro-escuro para monitoramento dos indicadores de *waving display* dos caranguejos chama-maré, *Uca maracoani*.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 História ambiental

Ao olharmos para o passado com uma lente histórica, torna-se evidente que o estado atual do ambiente é um reflexo das interações entre populações passadas e o meio. Essa abordagem histórica utilizando as ferramentas metodológicas da História, Ecologia e Geografia, oferece uma alternativa para a análise abrangente dos ecossistemas a fim de compreender a história ambiental do meio em foco. Tal perspectiva considera tanto a influência das atividades humanas (a interação das populações com o ambiente) quanto os elementos físicos e biológicos do ecossistema, incluindo sua composição, estrutura e funcionamento (OLIVEIRA, 2007).

“A ideia de uma história ambiental começou a surgir na década de 1970, à medida que se sucediam conferências sobre a crise global e cresciam os movimentos ambientalistas entre os cidadãos de vários países” (WORSTER, 1991, p. 199). Seu estudo se dá de forma interdisciplinar, abordando alguns aspectos como premissas basilares em sua construção (SILVEIRA, 2013). Uma delas trata da natureza não sendo algo fixo e imutável. É necessário um levantamento físico do meio em análise, fazendo os apontamentos geológicos e ecológicos ao longo do tempo, e entender como essas características oscilam, elaborando um processo de construção e reconstrução no período analisado (LOPES, 2010).

Importante mencionar que esses fundamentos, apesar da possibilidade de serem contabilizados e citados, se dão de forma conectada ao longo do estudo da história ambiental, sendo improvável discutir a respeito de um sem sequer mencionar os outros. Dessa forma, a análise cronológica das características físicas do meio ambiente traz consigo outra base da história ambiental. Para sua elaboração se faz necessário uma melhor concepção a respeito do tempo cronológico, ultrapassando aquele limite imposto pelas ciências sociais como destacado por Drummond (1991).

Assim, a história ambiental possui um olhar mais amplo, voltado não só ao tempo correspondente à presença do ser humano na Terra, mas envolvendo todo o tempo geológico do planeta (DRUMMOND, 1991). A percepção que diferentes sociedades possuem diferentes culturas, as quais interagem de forma diferente com o meio ambiente, resulta em impactos relevantes ao mundo natural a partir das construções de saberes culturais (SILVEIRA, 2013). Pádua (2010, p. 83) menciona que as “questões ambientais não estão relacionadas apenas com as consequências da grande transformação urbano-industrial, mas também com uma série de outros processos macro históricos que lhe são anteriores e que com ela se relacionam”.

Pádua (2010) cita como exemplo a expansão colonial europeia e a incorporação de várias regiões do planeta a uma economia mundial sob sua dominância. Percebe-se, nesse sentido, que a História Ambiental consegue tornar a disciplina histórica mais inclusiva, que, além de abordar aspectos políticos, sociais, culturais e econômicos, traz também para dentro da mesma análise, de forma complementar, os aspectos anteriormente citados (geológicos e ecológicos) e ainda possíveis interações entre os seres vivos (em especial o ser humano) e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2007; WOSTER, 1991), para assim, saber de que forma um afeta o outro e também com quais resultados essas interações ocorrem (GALLINI, 2009).

Em suma, como colocado por LEFF (2005, p. 12) acerca da história ambiental, esta “abre uma nova indagação sobre o tempo, sobre as temporalidades que definem os processos ecológicos e as identidades culturais que se integram com os processos econômicos e tecnológicos que marcam o curso da história moderna”. Por esse motivo, produções que abordam apenas aspectos naturais e ecológicos não são vistos como parte da história ambiental, e sim como história natural. É o caso do trabalho publicado pelos chilenos Viel e Morillo (1980), intitulado “Notas sobre a história ecológica da América Latina”, confundido como marco inicial da história ambiental na América Latina.

Apesar disso, Gallini (2009) defende que a história ambiental latino-americana tem crescido e almeja alcançar novo patamar. Um fator contribuinte e promissor para tal fato se dá pela aplicação do estudo à biomas semelhantes na região, como o Cerrado no Brasil e as planícies colombianas e venezuelanas, que podem ser analisadas em comparativo com as grandes planícies dos Estados Unidos ou os estepes da Ásia Central (LEAL, 2019).

Essa é uma outra característica própria da análise ambiental, em que o meio se torna recorte espacial a partir de suas características biológicas, não atendendo necessariamente às fronteiras políticas como é comum em outros aspectos históricos, sendo utilizado esse recurso ao ser trabalhado a relação do meio com determinada cultura (LOPES, 2010). Apesar do bioma citado anteriormente para fins exemplares, a Mata Atlântica se faz mais presente como ponto de análise quando examinada a produção histórica ambiental do Brasil. Isso porque o país tem seu contexto ambiental desenvolvido baseado no capitalismo, com foco em uso e exploração da natureza ao longo do tempo e no espaço (MARTINEZ, 2005).

Como colocado por Drummond (2002, p. 27),

a extensão da Mata Atlântica (...), os diferentes momentos, atores e motivos da sua eliminação ao longo de cinco séculos, as suas diferentes formações vegetais — tudo isso faz da Mata Atlântica um verdadeiro tesouro de capítulos de história ambiental que apenas esperam ser escritos. Foi ela que “carregou nos ombros” a maior parte

dos impactos de nossa formação como país — não é à toa que cerca de 70% de todo o PIB brasileiro sai hoje da área de domínio da Mata Atlântica.

Ainda, o autor apresenta 7 razões para estudar a história ambiental do país. Entre os itens listados há a “variedade de biomas e ecossistemas” do país, trazendo a rica biodiversidade com diversidade de espécies e o “tesouro natural do Brasil” (DRUMMOND, 2002). Tendo em vista o desenvolvimento capitalista existente no país frente a estes tesouros naturais, pode-se afirmar que a variedade de ecossistemas foi fortemente impactada, desde a exploração da primeira *commodity* brasileira [o Pau-Brasil, como colocado por Drummond (2002)], até a extração de minérios como ouro e pedras preciosas, como apontado por Dean (1995), ambos com impactos na Mata Atlântica.

3.2 História ambiental de manguezal no Brasil

Nesse contexto da Mata Atlântica ser um verdadeiro tesouro de capítulos de história ambiental frente aos impactos decorrentes ao avanço do processo civilizatório, a história ambiental contribui para sua conservação. Schaeffer-Novelli e Citrón-Molero (1999, p. 275) afirmam que

é importante olhar para o passado para buscar lições que possam ser úteis na conservação do ecossistema atual. De fato, as características espaciais, estruturais e funcionais de alguns dos ecossistemas que chamamos de "naturais" são o resultado de intervenções humanas de longa data. Precisamos olhar para o passado em busca de lições que possam nos auxiliar no desenvolvimento de ecossistemas adaptados ao homem. Ou seja, ecossistemas padronizados e estruturados por ações humanas, mas que ainda são ecologicamente saudáveis, economicamente produtivos, esteticamente recompensadores e preservam um equilíbrio permanente entre o homem e seu ambiente.

O bioma Mata Atlântica está presente em 15% do território brasileiro, e ainda que restem apenas 24% de sua cobertura original, ainda oferece diversos serviços ecossistêmicos (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021). As áreas de manguezais são responsáveis por alguns desses serviços ecossistêmicos de grande importância, como: armazenamento de carbono no solo; riqueza em biodiversidade a partir da diversidade de habitat propícios para abrigo e alimento; aumento da segurança de zonas costeiras perante às mudanças climáticas; além de adaptações às condições de marés, salinidade e solos inundados (BRASIL, 2018).

O primeiro registro de manguezais no Brasil se deu no século XVI pelo padre José de Anchieta, assim como a maioria dos registros que eram feitos por religiosos possuindo caráter mais informativo do que científico, não trazendo grandes detalhes a respeito de características específicas do ecossistema, bem como as espécies de fauna e flora ali presentes. Algumas

outras menções do ecossistema trazem outros aspectos mais detalhados, como as do padre Pero de Magalhães Gandavo e por Gabriel Soares de Souza, as quais abordam as árvores presentes no manguezal (ALMEIDA, 2008).

O padre Fernão Cardim, Claude D'Abeville e o Frei Vicente do Salvador, trazem também análises dos crustáceos dos manguezais do Brasil no século XVII. E no século seguinte (XVIII), André João Antonil aborda a respeito dos usos econômicos nesse ecossistema (SOFFIATI, 2006). Rosário e Abuchahla (2018) relatam que os indígenas tinham costumes relacionados ao manguezal para obtenção de alimentos, tendo a prática estendida, posteriormente, aos escravizados libertos e outras comunidades. Essa prática era verificada até as décadas de 60 e 70, período em que os manguezais ainda não eram tão degradados pelo avanço urbano (PAES, 2010).

De acordo com a autora, os caiçaras são uma população caracterizada culturalmente por sua descendência indígena, branca e negra, herdando da primeira suas características de relação com a natureza e as técnicas de pesca e caça. Contudo, essa relação com a natureza, de certa forma harmoniosa, nem sempre vigorou nos ecossistemas brasileiros, principalmente na Mata Atlântica, incluindo os manguezais. Maciel (2001) aponta a existência de discussão entre jesuítas e indígenas desde a época do Brasil Colônia, levando o ecossistema manguezal a ser considerado como bem da coroa por meio do Regimento de 24 de julho de 1704, visando a importância econômica das madeiras do mangue e o tanino de suas cascas (POLETTE, 1995).

Nos dias atuais, os impactos em áreas de manguezais são fortemente associados com a ocupação urbana em áreas litorâneas e alterações realizadas em zonas superiores das bacias hidrográficas onde se encontram (FAO, 2007; DUKE *et al.* 2007). FAO (2007) ainda cita a carcinicultura como fator contribuinte para a eutrofização e Spalding e Leal (2021) comentam a respeito da exploração excessiva de madeira e outros produtos, cooperando para as perdas. Schaeffer-Novelli e Citron-Molero (1999) destacam que os impactos ocorridos em áreas de manguezais se deram devido a colonização brasileira ter ocorrido no litoral (ambiente no qual se encontram os manguezais). Contudo, ressaltam a capacidade de resistência dos manguezais brasileiros cujos recursos (principalmente a madeira) vem sendo utilizados há 500 anos.

3.3 Ecologia Comportamental

Para a conservação do ambiente natural e da biodiversidade de áreas impactadas é necessário o manejo de diferentes elementos no meio, principalmente o monitoramento de

flora e fauna, a fim de elaborar estratégias eficazes de conservação, verificando assim a importância do monitoramento em longo prazo (GABRIEL *et al.* 2013). Para estudos mais completos em área de manguezal, com indícios de alterações a médio, curto e longo prazo, vale-se do monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos, o qual possibilita a realização de estudos comparativos entre o ciclo de vida e a sobrevivência de acordo com as perturbações no habitat (MORALES; CASTRO, 2015).

Ao utilizá-los como bioindicadores, se consegue informações complementares, necessárias para a análise de risco ecológico, a partir das alterações comportamentais, malformações, mudanças nas taxas de crescimento, reprodução, alimentação, alterações bioquímica e fisiológica (ARIAS *et al.*, 2007). As alterações comportamentais se apresentam como ótimos indicadores para a ecologia da conservação, uma vez que é possível uma melhor análise dos valores adaptativos de comportamentos apresentados por membros distintos de uma comunidade (DEL-CLARO *et al.*, 2009).

Del-Claro (2010) descreve e exemplifica quatro técnicas de amostragem de comportamento mais comumente indicadas: amostragem de todas as ocorrências, amostragem de sequências, amostragem instantânea e amostragem do animal focal, cada qual para uma situação diferente, mas todas elas sempre enfatizando a observação como ato principal de análise. O início do estudo comportamental foi marcado pela obra de Darwin (1809 – 1882), intitulada *Expressão das Emoções no Homem e nos Animais* (1872) (MAYR, 1982).

Para Cunha (1983), ao abranger o comportamento no processo seletivo, Darwin serviu de estímulo para o progresso dos ensaios biológicos do comportamento animal. Entretanto, a consolidação como disciplina científica se deu por três nomes que se destacam no surgimento do estudo comportamental, conhecido como Etologia, Nikolaas Tinbergen (1907 - 1988), Konrad Lorenz (1903 - 1989) e Karl Von Frisch (1886 - 1982) (D'ALMEIDA; DANTAS, 2018). Tinbergen (1963) propõem quatro níveis de análise de qualquer comportamento que podem ser aplicadas a diversas ciências que lidam com seres humanos, animais e até seres não vivos. A primeira delas é dita como causas imediatas, focalizando mecanismos fisiológicos diretamente envolvidos no comportamento, relacionadas com as condições ambientais no momento em que o indivíduo está.

Quanto à ontogenia, o comportamento é analisado em uma dimensão de histórico de vida, principalmente relacionado ao que é experimentado na juventude. Já quanto ao valor adaptativo, o comportamento é avaliado pela sua “utilidade” atual no ambiente do animal. A utilidade é definida baseada nas consequências do comportamento para o indivíduo e também

para o ambiente. E por fim a história evolutiva, que considera a dimensão da história evolutiva (geneticamente) da espécie.

Efetivamente, três das questões já haviam sido propostas por Huxley (biólogo e filósofo britânico) como três principais problemas da biologia. Tinbergen acrescentou o quarto nível, a ontogenia, mesmo percebendo a sobreposição dos campos entre eles (BEZERRA *et al.*, 2020). O estudo em conjunto das quatro questões oferece uma explicação abrangente de qualquer característica em particular, embora cada uma delas possa ser abordada independentemente até certo ponto (WILSON; GOWDY, 2013, p. 6).

De um modo geral, o comportamento corresponde à todas as ações que um animal denota. No entanto, deve-se desassociar o pensamento que todo ato realizado por um animal é estritamente resultante em mobilidade. Os seres vivos realizam operações pontuais, sem a necessidade de deslocamento, como cavação e alimentação, por exemplo. Muitas das vezes, realizando movimentos simultâneos em paralelos às situações anteriormente citadas, ou em condições próximas, que passam despercebidos por se tratar de traços leves, sem chamar muita atenção (DEL-CLARO *et al.*, 2004).

A totalidade de movimentos realizados por um indivíduo se demonstra relevante, pois a alteração na sequência ou na frequência de suas ocorrências pode ser interpretada em ações com incumbências diferentes (DEL-CLARO *et al.*, 2004). Em 1935, Russel já afirmava que o comportamento em questão é estritamente conectado com a ecologia, pois o desenvolvimento do comportamento, seja ele instintivo ou aprendido, depende de toda a condição ecossistêmica, ou seja, nada mais é que um “conjunto complexo de respostas a condições ou estimulação do meio”.

Snowdon (1999) traz uma relação entre o comportamento animal e o meio ambiente. O principal fato é que o comportamento dos animais aponta os primeiros indicadores de deterioração ambiental, pois acontecem em níveis menores de perturbação ambiental. Indicadores quantitativos trazem resultados tardios, dificultando traçar planos para mitigação dos impactos. Assim, há relevância de estudos de comportamento no ambiente natural, proporcionando os suportes para monitoramentos ambientais vindouros.

3.4 Taxonomia e distribuição geográfica

A família *Ocypodidae*, classificada por Rafinesque em 1815 e pertencente à ordem Decapoda de Latreille em 1802, destaca-se por sua notável contribuição para o ecossistema

manguezal. Ao escavar tocas, esses organismos promovem recursos no ambiente estuarino, fornecendo abrigo e alimento para outros seres vivos. Além disso, criam um ambiente propício para proteção, reprodução e a troca de carapaça. (PINHEIRO *et al.*, 2016; SHIH *et al.*, 2016; KRISTENSEN, 2008; CRANE, 1975).

Originalmente, a família *Ocypodidae* foi dividida em 5 subfamílias: *Macrophthalminae*, *Camptandiinae*, *Scopimerinae*, *Heloecinae* e *Ocypodinae*. Entretanto, trabalhos atualizados respaldados em fósseis dividiram a família *Ocypodidae* em duas subfamílias: *Ocypodinae* Rafinesque, 1815, e *Ucinae* Dana, 1851 (NG *et al.*, 2008; DAVIE *et al.*, 2015), sendo *Ucinae* representada, inicialmente, unicamente pelo gênero *Uca* Leach, 1814.

Com o progresso das técnicas de estudo e a descoberta de novas espécies, houve a necessidade de reagrupá-las em novas subfamílias, o que resultou em modificações na distribuição dos gêneros entre essas categorias. Hoje a nova subfamília *Gelasiminae* Miers, 1886 representa 17 gêneros; a *Ocypodinae* com 13 gêneros; e a subfamília *Ucinae* Dana, 1851, atualizada para *Ucidinae* Števčić, 2005, com dois gêneros (DecaNet, 2024).

O gênero *Uca* Leach, 1814 foi dividido em 11 gêneros com as novas modificações: *Afruca* Crane, 1975 e *Uca* Leach, 1814 (pertencentes à subfamília *Ocypodinae*); e *Austruca* Bott, 1973; *Cranuca* Beinlich & von Hagen, 2006; *Gelasimus* Latreille, 1817; *Leptuca* Bott, 1973; *Minuca* Bott, 1954; *Paraleptuca* Bott, 1973; *Petruca* Shih, Ng & Christy, 2015; *Tubuca* Shih, 2015 e *Xeruca* Shih, 2015, pertencentes à subfamília *Gelasiminae* (SHIH *et al.*, 2016).

Destes 11 gêneros, três são encontrados na costa brasileira: *Uca*, *Minuca* e *Leptuca* (NG *et al.*, 2008; SHIH *et al.*, 2016). Os indivíduos desses gêneros são os mais comuns nas zonas costeiras de manguezais e estuários do trópico e subtropico, com sua distribuição espacial condicionada pela característica do sedimento onde vivem, salinidade, temperatura e distância do corpo d'água (ROSSI; CHAPMAN, 2003; GENONI, 1985; THURMAN, 1984).

No Brasil, esses gêneros são representadas por dez espécies: *M. victoriana* Von Hagen, 1987, *M. vocator* Herbst, 1804, *M. burgersi* Holthius, 1967, *M. mordax* Smith, 1870, *M. rapax* Smith, 1870, *L. cumulanta* Crane, 1943, *L. leptodactyla* Rathbun, 1898, *L. thayeri* Rathbun, 1900, *L. uruguayensis* Nobili, 1901 e *U. maracoani* Latreille, 1802 (SHIH *et al.*, 2016). A espécie *U. maracoani* ocorre ao longo de quase todo o litoral brasileiro (exceto no Rio Grande do Sul), encontrada em regiões abertas sem vegetação e de substrato argiloso (PINHEIRO *et al.*, 2016). Bezerra *et al.* (2006) complementa que a quantidade de matéria orgânica ou umidade no substrato não apresenta ligação na distribuição geográfica dessa espécie.

3.5 Bioecologia de caranguejos chama-maré

O gênero *Uca* contém um grande número de espécies com comportamento característico de construção de tocas, caracterizado pelo empilhamento de material sedimentar nas proximidades da abertura das galerias (CRANE, 1975). Essas estruturas são formadas por três morfologias distintas: chaminés, semelhante a uma parede que envolve toda a borda da abertura da toca; capuzes, cobertura semicircular que protege parte da abertura da toca; e pilares, estruturas empilhadas ao lado da abertura da toca (CHRISTY, 2007).

Esse mecanismo é utilizado pelos indivíduos como ferramenta de atração das fêmeas para acasalamento, e também convém como pontos visuais de referência, permitindo a livre movimentação do indivíduo macho para cortejar em pontos mais distantes (CHRISTY *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2010). Independentemente da construção das estruturas ornamentais, os chama-maré são extremamente dependentes de suas tocas, usando-as de refúgio quando condições ambientais na superfície estão desfavoráveis, para escapar de predadores e outras interações intra e interespecíficas (FRIX *et al.*, 1991; DE LA IGLESIA *et al.*, 1994; BLISS *et al.*, 1978).

Por meio das construções das tocas, os caranguejos são responsáveis por grande parte das feições topográficas características dos perfis de solo de manguezais (WARREN; UNDERWOOD, 1986), além de influenciar na distribuição, qualidade e composição do sedimento ao transporta-lo de camadas mais profundas à superfície, afetando os ciclos geoquímicos (WOLFRATH, 1992; BOTTO; IRIBARNE 2000).

Dessa forma, os chama-marés constituem um componente de relevância para a biomassa macrofaunística, uma vez que o processo de escavação de tocas favorece a bioturbação, conjunto de processos realizados por organismos que movimentam os componentes do solo, alterando e redistribuindo as partículas ali presente, ocasionando a ciclagem de nutrientes (CRANE, 1975; KRISTENSEN *et al.*, 2012).

Tal fato favorece a própria alimentação dos chama-marés, pois são detritívoros, ou seja, se alimentam da matéria orgânica degradada disponível no substrato, que é beneficiado por pequenos organismos assentados pela ação das marés (DÍAZ e CONDE, 1989; DI BENEDETTO e MASUNARI, 2009). As fêmeas utilizam os dois quelípodos para levar a parte alimentar do solo até suas bocas, enquanto o macho utiliza apenas o quelípodo menor para esse fim, além de limpeza do maior quelípodo e dos pedúnculos oculares (VALIELA *et al.*, 1974; LEVINTON *et al.*, 1996).

Esta diferença acentuada de um dos quelípodos nos machos é o que caracteriza o dimorfismo sexual no gênero *Uca*. Enquanto as fêmeas possuem duas quelas pequenas e simétricas, os machos apresentam heteroquelia, com o quelípodo maior podendo atingir até metade do peso total do indivíduo, não havendo predominância significativa quanto à lateralidade do quelípodo. O membro hipertrofiado é utilizado na defesa do território, interação com outros machos e no processo de corte (CRANE, 1975). Os caranguejos chamam-se de frente larga e de frente estreita, baseados no tamanho do espaço entre as órbitas oculares (CRANE, 1975, SALMON; ZUCKER, 1988), conforme demonstrado na Figura 1.

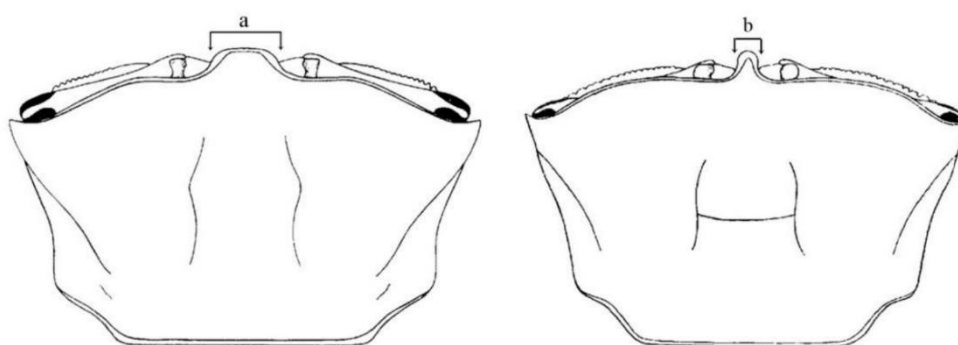


Figura 1: Representação esquemática da morfologia da frente. a = frente larga; b = frente estreita (Modificado de Crosnier, 1965).

Fonte: NOGUEIRA, 2017

As espécies de caranguejos do gênero *Uca* predominantes na América são aquelas de frente larga, enquanto as que possuem frente estreita são comumente encontrados no Indo-Pacífico. No Brasil, a única espécie representante deste último grupo é a *U. maracoani* (Figura 2) (NOGUEIRA, 2017). Sua frente possui 1/9 da largura da carapaça. O quelípodo maior é ligeiramente arredondado com face externa granulada, quando fechado se encontram na extremidade, possuindo pequena abertura na parte basal (DE MELO, 1996).



Figura 2: Exemplar macho *Uca maracoani* (Latreille, 1802).

Fonte: <https://www.ecoregistros.org/>

De acordo com Pinheiro *et al.* (2016, p. 247),

Uca maracoani é uma espécie estuarina de substratos argilosos não vegetados, restrita a áreas de manguezal, amplamente distribuída no Atlântico Ocidental, das Antilhas até o Brasil (do Amapá até Santa Catarina). Apesar dos manguezais estarem sujeitos à forte pressão antrópica, com perda da qualidade do habitat, inclusive com registro de extinções locais por supressão de áreas, não há indícios de grandes declínios populacionais no período de 10 anos (superior a três gerações) para *Uca maracoani*. A espécie tem ciclo de vida curto, é relativamente abundante em manguezais conservados e não é explorada comercialmente. É importante destacar, também, que 86% das áreas de manguezal no Brasil se concentram no Norte e Nordeste, onde se encontram os sistemas estuarinos melhor conservados.

3.6 Ecologia comportamental de caranguejos chama-maré

As atividades dos caranguejos chama-marés (alimentar, construção da toca, corte, reprodutiva e liberação de larvas) são influenciadas pelos fatores ambientais como luz, maré, temperatura, umidade da superfície, chuva e salinidade (CRANE, 1958). Desse modo, sincronizam suas atividades ao ritmo ambiental, como ciclos de marés e ciclo claro-escuro, de forma a contornar os efeitos de tais fatores (BLISS, 1968; WARNER, 1977).

Os caranguejos chama-maré são mais ativos na superfície durante a maré baixa, quando se alimentam de matéria orgânica e micro-organismos disponíveis no substrato exposto (DI BENEDETTO, 2007; DÍAZ; CONDE, 1989), retornando para seus abrigos à medida que as tocas são cobertas pela maré enchente, de modo a evitar predadores marinhos (FARIA, 1994). Segundo Crane (1958) os caranguejos chama-maré expõem seis fases comportamentais: (1) subterrânea; (2) de atividade de manutenção das galerias; (3) itinerante

não agressiva; (4) itinerante agressiva; (5) territorial e (6) de exibição. As três últimas fases são diretamente associadas ao uso da quela maior por meio de movimentos padrões conhecidos com *waving display*, utilizando-o em conflitos (JAROENSUTASINEE; JAROENSUTASINEE, 2003; JENNIONS; BACKWELL, 1996) e para atração de fêmeas (CROLL; MCCLINTOCK, 2000).

O padrão de *waving display* é distintivo em cada espécie e pode abranger não apenas os movimentos do maior quelípodo, mas também os gestos do corpo e das pernas, resultando em uma ampla gama de exibições de aceno dos caranguejos chama-maré. (CRANE, 1975; ROSENBERG, 2001). How (2007) aponta que as estruturas de exibição também mostram variações entre indivíduos da mesma espécie, uma vez que a amplitude e a frequência são influenciadas pelos gastos energéticos diretamente ligados ao tamanho e condição do indivíduo (MATSUMASA; MURAI, 2005; MURAI; BACKWELL, 2005).

A amplitude se destaca como uma característica importante na realização do *waving display*, pois os caranguejos machos que realizam em maior altura são visíveis em distâncias maiores, aumentando assim sua visibilidade (HOW, 2007). Os acenos realizados para receptores distantes, sem direcionamento a um indivíduo específico, são de baixa intensidade, enquanto as de altas intensidades são constituintes de uma sequência de corte (POPE, 2005).

Muramatsu (2011b) descreve que algumas espécies podem executar até quatro tipos distintos de *waving display* a depender de sua finalidade conforme os indivíduos na proximidade: o aceno lateral, utilizado em disputas de território, assim como o aceno vertical rápido, que por sua vez detém caráter defensivo, voltado à proteção de tocas; o aceno circular lateral, utilizado para o cortejo; e o aceno circular, de difícil identificação de sua função, pois são realizados sem relações óbvias com os demais indivíduos.

Entretanto, Crane (1957) categoriza *waving display* de forma ampla em dois grupos: acenos verticais e acenos laterais. Os acenos verticais são movimentos mais simples, apresentando pouco deslocamento horizontal, enquanto os acenos laterais se projetam em ambas direções, estruturando movimentos mais complexos da quela, associadas à mobilidade da perna e do corpo (Figura 3). Dentro de cada categoria há variações nas características temporais e estruturais, a partir de análises de duração, velocidade e tortuosidade (HOW *et al.*, 2009).

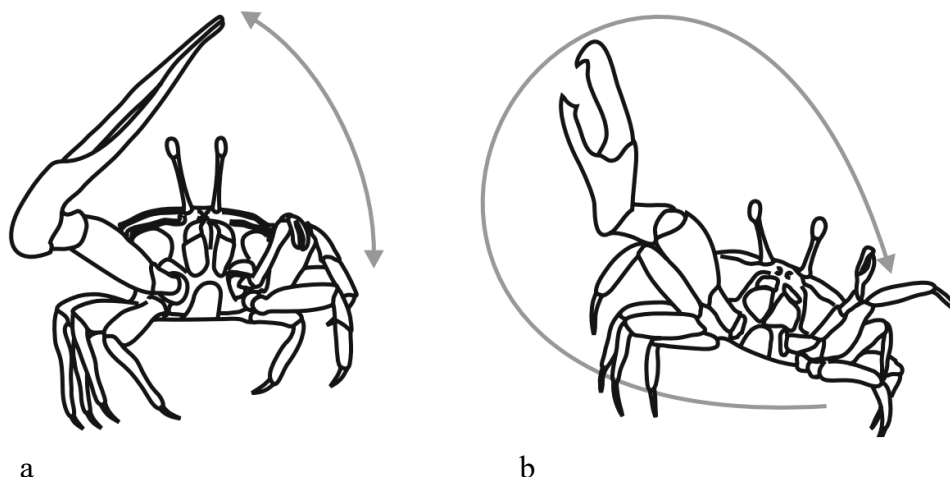


Figura 3: Ilustração das duas principais categorias de *waving display* de caranguejos chama-marés a - exibição de aceno vertical e b – exibição de aceno lateral.

Fonte: How *et al.* (2009)

A categoria de *waving display* predominante em uma espécie está associada a características da morfologia e do comportamento reprodutivo. Em relação à morfologia, os chama-maré podem ser divididos em dois grandes grupos de acordo com o tamanho do espaço da carapaça entre os olhos, a chamada frente: (1) caranguejos de frente larga e (2) caranguejos de frente estreita. Em relação ao comportamento reprodutivo, os chama-maré podem ser divididos em dois grandes grupos conforme o modo de acasalamento dominante: (1) caranguejos que acasalam em tocas e (2) caranguejos que acasalam na superfície (BOTT, 1954; CRANE, 1957, 1975; DERIVERA; VEHRENCAMP, 2001; HOW *et al.*, 2009).

As espécies que pertencem ao grupo de frente larga apresentam comportamento de corte mais elaborado (HYATT, 1977) com o intuito de atrair as fêmeas para o acasalamento dentro de suas tocas, onde elas permanecem durante a incubação da grande quantidade de ovos produzidos, os quais não são totalmente envoltos pelo abdômen, e deixam de se alimentar durante o processo, dedicando-se pouco à defesa da toca (CRANE, 1975; CHRISTY, 1982a; CHRISTY e SALMON, 1991). Conforme Yamaguchi (1971), durante o ciclo reprodutivo, os machos desse grupo apresentam uma coloração corpórea mais brilhante e atuam ativamente na proteção da toca, os quais constroem diferentes estruturas de sedimento na parte externa de forma a atrair as fêmeas.

Por outro lado, nas espécies de frente estreita, como é o caso de *U. maracoani*, os caranguejos realizam o acasalamento tanto na superfície quanto nas tocas. Esta espécie, considerada filogeneticamente ancestral, (NATÁLIO, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2016), difere das espécies de frente larga no que diz respeito ao comportamento de corte, ao executarem exibições breves, e o acasalamento pode ocorrer tanto na superfície quanto no interior das

galerias (PINHEIRO *et al.*, 2016; PILLON *et al.*, 2019). De acordo com Pinheiro *et al.* (2016), a reprodução é contínua durante o ano, mas destaca-se que, entre maio e agosto, período em que os machos cessam o aceno sexual (*waving display*), a espécie utiliza mecanismos de guarda de esperma para assegurar a fertilização dos óvulos.

Nesse grupo a produção de ovos é menor, de forma que durante a incubação, ficam todos cobertos e protegidos pelo abdômen enquanto a fêmea realiza atividades de forrageamento, de modo a não ocorrer perdas por atritos (CRANE, 1975, 1957; CHRISTY, 1982a; SALMON & ZUCKER, 1988; SCHÖNE, 1968; DERIVERA; VEHRENCAMP, 2001). Essa morfologia permite que a incubação ocorra dentro ou fora das tocas, possibilitando que a fêmea mantenha o forrageamento e as atividades de superfície durante todo o desenvolvimento embrionário (GUIZARDI, 2019; PILLON *et al.*, 2019). Tal estratégia difere das espécies de frente larga, que geralmente cessam a alimentação e ficam abrigadas durante a incubação (PINHEIRO *et al.*, 2016). A presença constante de fêmeas ovígeras ao longo do ano reforça a estabilidade reprodutiva da população (PINHEIRO *et al.*, 2016, p. 238).

Crane (1975) descreve o aceno em *U. maracoani* (transcrito por BELÚCIO, 2016):

Em baixas intensidades o aceno é lateral linear, o quelípodo sendo distendido obliquamente para cima e para fora, em seguida, retorna diretamente para a posição, sem pausa e sem movimento circular. Em alta intensidade, o quelípodo sendo levantado acima do corpo, os dedos apontando para cima, e os círculos repetidos são descritos no ar, a figura sendo plana e paralela ao solo, em vez de os círculos obliquamente verticais usuais em acenos circulares laterais. Nas demais características, a exibição de baixa e alta intensidades são semelhantes: dátilo principal é mantido amplamente separado do pólex em todo; o quelípodo menor faz um movimento sincronizado com cada aceno; o corpo é erguido acima do solo nas pernas ambulatórias estendidas ao longo de uma série; um ou mais ambulatórias de cada lado são entretanto levantadas em acenos típicos da perna, talvez, auxiliar no equilíbrio. Durante a exibição do caranguejo também muitas vezes faz alguns passos de um lado para outro. Acenos de baixa intensidade é a uma taxa de cerca de 1 aceno a cada vários segundos; na intensidade alta cada aceno é completado em cerca de 1,0 a 1,5 segundos.

Apesar destes caranguejos serem de hábitos semiterrestres, o desenvolvimento das larvas ocorre em ambiente totalmente aquático. Após o acasalamento e incubação dos ovos, as fêmeas liberam suas larvas (zoés) durante as fases da lua cheia e nova, usualmente à noite, durante as marés altas de sizígia, as quais transportam as larvas para ambientes distantes dos adultos. Na coluna d'água, em regiões mais profundas, realizam diversas mudas, até atingirem o último estágio larval (megalopa) (CHRISTY, 1982b, CHRISTY; BACKWELL, 2006).

Circunstância em que são levadas de volta ao estuário pela maré enchente e permanecem para atingir a maturidade (CHRISTY, 1982b, CHRISTY; BACKWELL, 2006; CHRISTY; MORGAN, 1998). Os chama-marés em atividade reprodutiva são encontrados durante o ano todo, apresentando variações de maior abundância em épocas mais quentes na região sudeste, e nas mais chuvosas na região nordeste do país (SASTRY, 1983; THURMAN, 1985; RIBEIRO; BEZERRA, 2014).

4. METODOLOGIA

4.1 Pesquisa Bibliográfica

Elaborada com base em material já publicado; toda pesquisa requer em algum momento fornecer fundamentação teórica ao trabalho; a haver um capítulo destinado à revisão bibliográfica, onde é descrito o estado da arte do tema estudado (MARCONI; LAKATOS, 2001). Para este trabalho foram consultados estudos já publicados para levantamento do conhecimento já existente a respeito dos padrões de *waving display* e demais comportamentos dos caranguejos chama-marés. Para assim possibilitar análises e interpretações dos dados coletados na pesquisa de campo a partir da fundamentação teórica estudada.

As referências para estudo foram buscadas em plataformas de pesquisas *online* para literatura de origem acadêmica, como Google Acadêmico, SciELO e o Portal de Periódicos da CAPES. Utilizando as palavras-chaves: *fiddler crabs*; *waving-display*; *Uca maracoani*, chama-maré; alterações ambientais em manguezais; ecologia comportamental, correlacionadas à temática do presente trabalho.

4.2 Pesquisa de Campo

4.2.1 Área de estudo

A área de pesquisa está situada no manguezal próximo à foz do rio Mucuri, que abrangia cerca de 437 hectares em 2022, conforme dados do MapBiomias v.6.0, uma plataforma online que disponibiliza mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil de 1985 a 2022. Este ecossistema está inserido na Área de Proteção Ambiental de Costa Dourada, estabelecida pela Lei Ordinária 274 de 1999 do município de Mucuri, Bahia. (ICMBio, 2023).

Sua Bacia Hidrográfica está inserida na mesorregião do Vale do Mucuri, no estado de Minas Gerais e na região do extremo sul do estado da Bahia. Sendo esta última com uma área de drenagem de 951 km² em apenas uma sede municipal, de mesmo nome do rio (BRASIL, 2006). Ao longo de seu curso, cerca de 80 km da foz, está localizada a usina Hidrelétrica de Santa Clara em Minas Gerais, em operação desde de 2002, e a cerca de 40 km da foz uma unidade industrial da Suzano Papel e Celulose, antes denominada Bahia Sul Celulose S.A., em atividade desde 1992 (POMPEU e MARTINEZ, 2005; DE MATOS, 2020).

Foi determinado um ponto de coleta em zona de lavado (18°5'37"S e 39°33'5"W) para obtenção das variáveis abióticas e bióticas de caranguejos *U. maracoani* localizados nessa

área (Figura 4). A área foi selecionada levando em consideração a ocorrência da referida espécie e a possibilidade de acesso e de coleta dos fatores abióticos em análise – luminosidade, temperatura, salinidade e umidade relativa do ar.

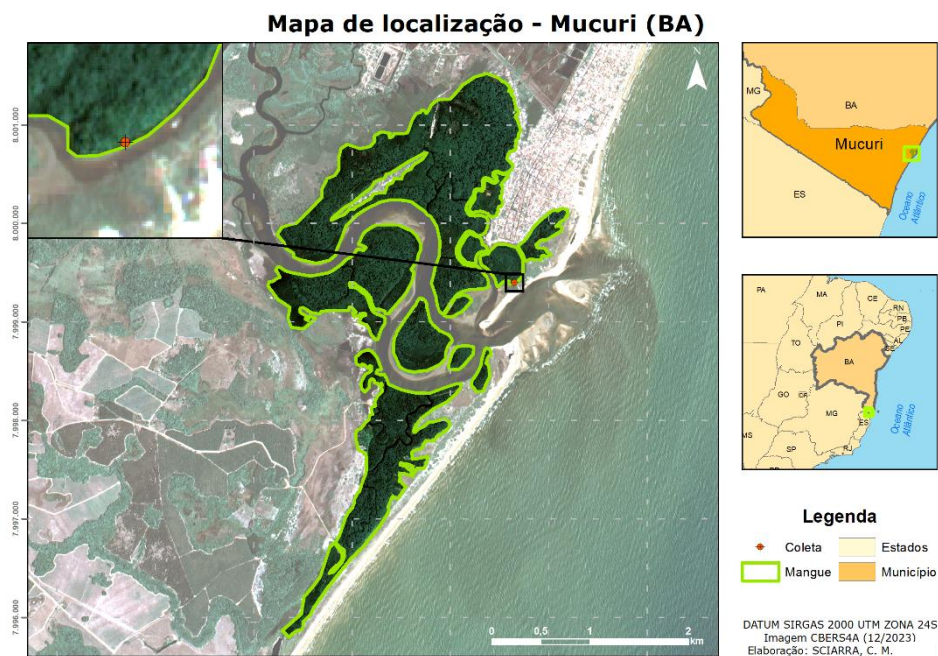


Figura 4: Localização do estuário do rio Mucuri no município de Mucuri (BA), evidenciando o ponto de amostragem.

4.2.2 Periodicidade da amostragem

Caranguejos emergem de suas tocas e permanecem ativos na superfície do lodaçal durante as marés baixas do dia (MURAMATSU, 2010), indicando assim os horários de monitoramento de acordo com a baixa-mar. A coleta foi realizada semanalmente (na lua nova, crescente, cheia e minguante) durante os meses de outubro e novembro de 2022 e janeiro de 2023, de modo a analisar a sincronia comportamental com o ciclo de amplitude de maré (ciclo sinódico) e com o ciclo de maré (baixamar-preamar). Portanto, a amostragem foi dividida em dez estágios: Baixamar (BM); Enchente 1 (E1); Enchente 2 (E2); Enchente 3 (E3); Enchente 4 (E4); Preamar (PM); Vazante 1 (V1); Vazante 2 (V2); Vazante 3 (V3); e Vazante 4 (V4), espaçados por meio da operação: $\text{intervalo entre estágios} = \frac{(hPM - hBM)}{5}$, em que hPM representa o horário de preamar e hBM representa o horário da baixamar seguinte.

As amostragens foram realizadas nos estágios: V3, V4, BM, E1, E2, E3 e E4. Cabe destacar que, dependendo da amplitude da maré envolvendo sizígia e quadratura, o tempo de exposição do substrato variava, permitindo observações em E3 e E4 durante as luas crescente minguante. Além disso, no instante em que o substrato ficava exposto ao ar pela primeira vez

em uma maré vazante, raramente se observava caranguejos fora da toca, sendo possível inferir que os caranguejos permaneciam dentro das tocas durante o período de alagamento. Prosseguindo, as amostragens começavam ao amanhecer e finalizavam ao anoitecer, sendo realizadas, adicionalmente, três incursões noturnas em noites de lua cheia para avaliar possíveis atividades na fase escura.

4.2.3 Distribuição espacial das amostras

A área de coleta possui aproximadamente 55 metros de extensão (paralela ao riacho) e aproximadamente 10 metros de largura (perpendicular ao riacho). A área foi dividida em duas zonas paralelas ao riacho: “zona de tocas”, localizada mais próxima à vegetação, menos influenciada pela maré e, portanto, alagada por menos tempo; e “zona de alimentação”, localizada mais próxima ao leito do riacho e alagada por mais tempo (Figura 5).

Em cada zona foram demarcadas, com finas estacas de madeira de 80 cm de altura, 20 potenciais parcelas de 0,25 m². Dez dessas parcelas eram sorteadas em cada amostragem, sendo filmadas com uma câmera Sony Handycam DCR-SX83 apoiada em um tripé na margem oposta do riacho (aproximadamente 20 metros de distância), de modo a não perturbar o comportamento dos indivíduos (Figura 5).

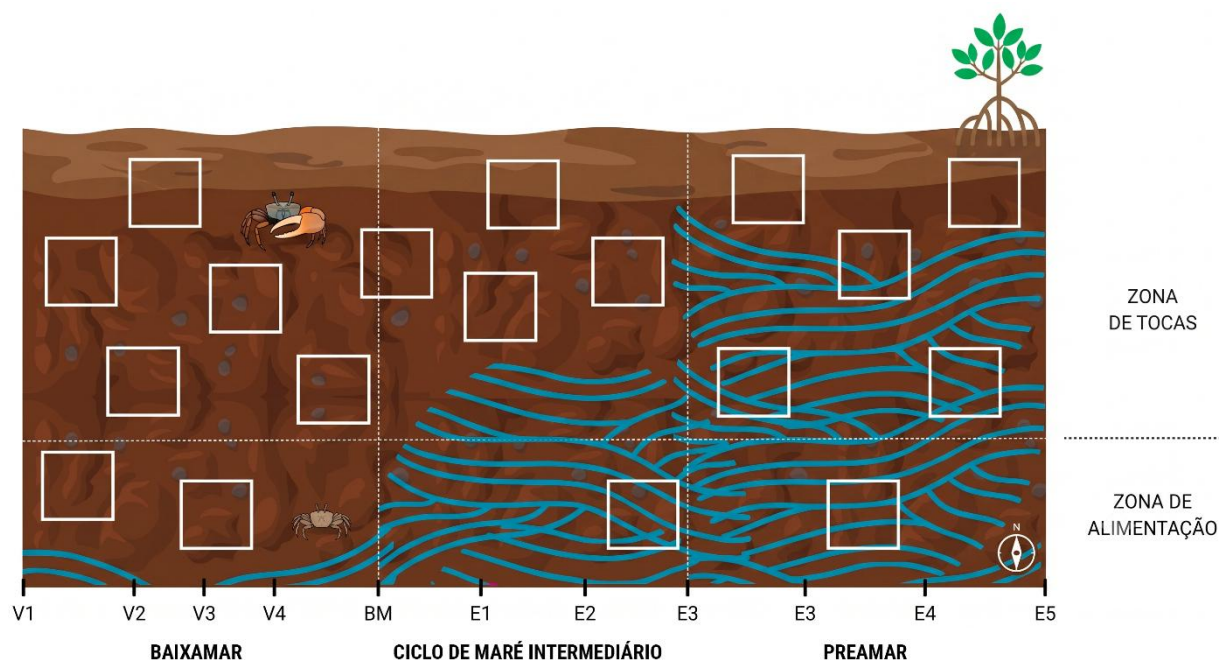


Figura 5: Esquema representativo da área de coleta – quadrados brancos: parcelas de análise (0,25m²); linhas azuis: nível da maré.

4.2.3.1 *Proporção sexual, densidade de caranguejos fora das tocas e taxa de waving display*

Para estudo da proporção sexual, da densidade de caranguejos fora das tocas e da taxa de *waving display* recorreu-se à amostragem instantânea, técnica de registro de comportamento na qual se realiza a observação dos comportamentos de um ou mais indivíduos em intervalos regulares de tempo (DEL-CLARO, 2010). Com essa técnica foi possível estimar a densidade de indivíduos fora das tocas, a proporção sexual e abundância de machos apresentando *waving display*. Para tal, em cada uma das 10 parcelas sorteadas em ambas as zonas, foram feitas fotografias a uma distância 20 m de modo a abranger a área de de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) demarcada pelas estacas.

Os registros foram realizados a cada estágio de maré totalizando 710 observações. Dessas, 66% correspondem à zona de toca, enquanto 34% à zona de alimentação, devido à exposição por maior tempo da primeira ao longo da variação do nível da maré. A quantidade de indivíduos realizando *waving display* em cada amostra foi devidamente registrada em planilha ainda em campo, e o total de indivíduos machos e fêmeas foram contabilizados em momento posterior por meio de análise das fotografias.

A taxa de *waving display* em cada unidade amostral foi calculada dividindo-se o número de machos apresentando esse comportamento pelo número total de indivíduos machos, sendo o coeficiente obtido apresentado como porcentagem. Já a densidade, foi calculada considerando-se tanto o total de indivíduos em uma área de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m), quanto a densidade específica por sexo, diferenciando-se as quantidades de machos e fêmeas para permitir o cálculo da proporção sexual e a análise da abundância relativa de cada grupo em atividade fora das tocas.

4.2.3.2 *Índice de frequência de waving display*

Para a verificação da frequência de *waving display* foi utilizada a técnica de amostragem do animal focal, uma das técnicas mais empregadas em estudo de comportamento, uma vez que, para esse tipo de análise, uma amostragem instantânea pode supervalorizar comportamentos lentos e desvalorizar comportamentos mais rápidos ou raros (DEL-CLARO, 2010). Em cada amostragem ao longo do ciclo de maré, cinco indivíduos aleatórios que estavam realizando *waving display* na zona de tocas (onde se concentra a realização de *waving*) foram filmados separadamente, cada qual por 5 minutos, totalizando 220 registros.

Considerou-se como índice de frequência de *waving display* a média de três frequências (número de repetições de acenos por minuto) realizada por um indivíduo sem interrupções. A análise dos vídeos produzidos foi realizada em momento posterior por meio do software Hitfilm Express, editor de vídeos gratuito que contém ferramentas avançadas de rastreamento de movimento. A contagem foi realizada com o auxílio de um contador analógico.

4.2.4 Amostragem de fatores abióticos

Para fins de análises neste estudo foram coletados dados de: luminosidade (Lux – lúmen por m²) e temperatura (°C), por meio de *Data Logger* - dispositivo eletrônico utilizado para registrar dados em determinados intervalos de tempo por meio de sensores; salinidade (‰), utilizando refratômetro; e a umidade relativa do ar (%), usando termo-higrômetro digital. Os respectivos valores foram coletados para cada filmagem de animal focal e amostragem instantânea. Apenas a salinidade foi coletada em intervalo menor, a cada três variações de estágio de maré.

Para evitar distúrbios na população estudada, a coleta dos referidos dados foi realizada na margem oposta de ocorrência dos indivíduos *U. maracoani* em observação, com as mesmas condições ambientais, como cobertura vegetal, sombreamento, tipo de sedimento, declive do substrato, e exposição ao vento. Os dados de velocidade do vento foram extraídos do pluviômetro automático localizado em Caravelas, e de pluviosidade o localizado na Ind. Suzano, ambos os mais próximos do local de amostragem, distantes aproximadamente 50,5 km a nordeste e 40 km a oeste, respectivamente.

4.3 Análise estatística

Um pressuposto para a realização de estatística paramétrica é a homogeneidade de variâncias. Para testar essa condição foi realizado o Teste Q de Cochran, em que deve apresentar o valor P maior que 0,05 de modo a validar a hipótese de homogeneidade (CALADO; MONTGOMERY, 2003). Para análise estatística do índice de frequência do *waving display* foi necessário a transformação por meio de raiz quadrada, tendo em vista que os dados se apresentaram variâncias heterogêneas (ZAR, 2010; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Essa alteração também foi necessária para análise estatística da outra variável dependente discutida nesse trabalho, a taxa de *waving display*. Para essa variável os dados foram transformados por meio de arco-seno, apropriado para distribuições que consistem em

porcentagens dentro do intervalo de zero a 100 (ZAR, 2010; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998):

$$y'_i = \arcsin \sqrt{y_i}$$

Ambas as variáveis foram correlacionadas com os fatores físico-químicos por meio do teste p de Pearson. O uso deste método permite encontrar um coeficiente de correlação entre duas variáveis quantitativas, no qual valor próximo de zero indica inexistência de relação linear, sendo o valor do coeficiente a intensidade da relação e seu sinal o sentido da relação (SOUSA, 2019).

Foram realizadas análises de variância (ANOVA) unifatoriais, bifatoriais e trifatoriais separadamente para as duas variáveis dependentes, com nível de confiança determinado em 95% (MONTGOMERY, 1993; GIRARDI *et al.*, 2009). Os três fatores mencionados foram: o mês; a fase lunar e a maré. Especificamente, as ANOVA unifatoriais consideraram como fator a maré (analisada quando os dados foram segmentados para cada fase lunar em cada mês, conforme indicado nos Apêndices E e H). As bifatoriais consideraram como fatores a maré e fase lunar, aplicadas na análise de cada mês individualmente (Tabelas 5 e 7). As trifatoriais consideraram como fatores o mês, a fase lunar e a maré, aplicadas na análise global dos três meses de coleta em conjunto (Tabelas 4 e 6). A ANOVA apenas demonstra se existe uma diferença significativa entre pelo menos dois tratamentos, não mostra onde estão essas diferenças. Portanto, quando os testes apontaram diferenças significativas entre as médias, foram realizados testes a posteriori para determinar quais médias diferiram entre si (CANTERI *et al.*, 2001). Esta verificação das diferenças entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey.

Para analisar a frequência de machos e fêmeas e da proporção de indivíduos realizando *waving display* ao longo do ciclo sinódico e do ciclo de maré foram realizados testes de Qui-Quadrado (χ^2), com nível de significância de 0,05. Essa técnica compara as frequências observadas e esperadas de duas variáveis categóricas para determinar se há uma associação estatisticamente significativa entre elas. Se o valor calculado ultrapassar um valor crítico predefinido pela tabela de contingência, rejeitamos a hipótese nula e inferimos que existe uma associação entre as variáveis (SIEGEL; CASTELLAN, 2008). Todas as análises estatísticas mencionadas foram realizadas nos softwares Statgraphics Centurion XVIII e Graph-Pad InStat.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Amostragens

A Tabela 1 expõe as médias das variáveis ambientais verificadas nos momentos das amostragens de densidade populacional e comportamento de *waving display* na foz do Rio Mucuri.

Tabela 1: Variáveis ambientais ao longo das amostragens – a ausência de dados da umidade relativa do ar no mês de outubro/2022 se justifica pela falta do higrômetro em campo

Dia	Fase lunar	Temperatura do ar (°C)	Luminosidade (Lux)	Salinidade (‰)	Umidade Rel Ar (%)
03/out/22	Crescente	31,21 ± 5,25	43.145,37 ± 34.828,44	20,68 ± 2,20	-
09/out/22	Cheia	36,77 ± 6,16	147.917,45 ± 86.011,26	33,67 ± 1,89	-
16/out/22	Minguante	46,07 ± 2,46	207.084,24 ± 45.932,85	19,00 ± 0,00	-
25/out/22	Nova	30,07 ± 0,86	46.140,55 ± 12.389,88	30,33 ± 0,47	-
02/nov/22	Crescente	23,93 ± 0,25	3.877,70 ± 3.381,74	8,00 ± 0,00	-
09/nov/22	Cheia	35,71 ± 4,28	91.095,28 ± 81.039,87	31,43 ± 1,50	47 ± 11
15/nov/22	Minguante	27,37 ± 1,27	19.741,49 ± 13.528,14	8,60 ± 0,49	83 ± 6
23/nov/22	Nova	33,16 ± 3,49	71.075,77 ± 29.675,30	14,50 ± 2,50	53 ± 8
06/jan/23	Cheia	35,88 ± 5,36	87.995,57 ± 57.905,65	2,80 ± 0,98	57 ± 10
15/jan/23	Minguante	38,89 ± 6,72	116.412,52 ± 76.693,49	4,00 ± 0,00	44 ± 9
22/jan/23	Nova	38,29 ± 4,79	117.929,95 ± 58.345,76	7,50 ± 0,50	55 ± 9
29/jan/23	Crescente	42,49 ± 2,55	137.878,18 ± 42.283,75	2,00 ± 0,00	57 ± 7

Durante o período de estudo, a temperatura média registrada foi de 35,01°C (± 7,05), proporcionando um ambiente térmico elevado, típico das regiões tropicais onde a espécie é encontrada. A luminosidade alcançou uma média de 89.502,70 lux (± 74.998,13), indicando uma alta exposição solar que pode influenciar os ritmos biológicos e comportamentais dos caranguejos. Destaca-se a máxima temperatura (46,07°C), associada à máxima luminosidade (207.084,24 lux), ocorrida no dia 16 de outubro de 2022.

Os dados de luminosidade estão diretamente relacionados às condições meteorológicas observadas em cada dia. Os dias com maior luminosidade, como 9 e 16 de outubro e 15, 22 e 29 de janeiro, foram parcialmente ensolarados, com períodos de sol intercalados com nuvens. Em contraste, os dias 3 e 25 de outubro, 9 e 23 de novembro, e 6 de janeiro foram predominantemente nublados, apresentando cobertura de nuvens consistente e, consequentemente, luminosidade média. Além disso, os dias 2 e 15 de novembro foram caracterizados por chuvas, o que pode ter influenciado a salinidade e outros parâmetros abióticos do habitat.

A salinidade média das águas foi de $14,59 \pm 11,05$ ‰ (mínimo de 2 ‰, máximo de 35 ‰), refletindo as condições estuarinas, onde este parâmetro varia substancialmente devido à mistura de água doce e salgada. Os menores valores de salinidade ocorreram nos dias de ocorrência de chuva (2 e 15 de novembro) e, principalmente, ao longo do mês de janeiro. Nesse mês, mesmo sem chuvas na área de estudo, ocorreram chuvas fortes no estado de Minas Gerais, onde nasce o Rio Mucuri e onde se localiza a maior parte do seu curso d'água. Segundo notícia publicada pela Agência Minas, o Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) a previsão meteorológica para a área da mesorregião do Vale do Mucuri no mês de janeiro era de chuva intensa e acumulado pluviométrico significativo, entre 80 e 125 milímetros. Toda a água escoada durante os períodos de chuvas intensas se concentra na hidrelétrica de Santa Clara, que deságua no Rio Mucuri, resultando em uma redução significativa na salinidade das águas na sua foz.

Os dados abióticos acima apresentados foram obtidos concomitantemente com as amostras de parâmetros comportamentais do caranguejo *U. maracoani*. A Tabela 2 apresenta a densidade populacional e a proporção média de indivíduos machos na zona de alimentação. Essa zona é exposta ao ar por menos tempo ao longo do dia, apenas durante a baixamar. Em algumas amostragens, mesmo durante os períodos de baixamar, a zona de alimentação ficava parcialmente inundada e, no dia 29 de janeiro de 2023, devido ao alto nível da maré, ela se manteve permanentemente inundada, não sendo possível avistar nenhum caranguejo.

Na zona de alimentação não foram observadas tocas e não foram detectados indivíduos machos realizando *waving display*, mas sim indivíduos desempenhando exclusivamente atividades de alimentação (Tabela 2). Nos três meses de estudo a densidade de caranguejos foi sempre maior nas marés de sizígia (lua nova e lua cheia), indicando uma maior atividade de alimentação durante essas fases da lua (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros demográficos diários de *Uca maracoani* no estuário do Rio Mucuri, Mucuri, BA, entre os meses de outubro de 2022 e janeiro de 2023. Os dados apresentam a densidade populacional média ($\pm$ desvio padrão) expressa em indivíduos por metro quadrado (ind/m^2) e a proporção média de indivíduos machos (%) registradas em diferentes estágios de maré seca (Vazante 4, Baixamar, Enchente 1 e Enchente 2). As médias populacionais sumarizadas por data servem de base descritiva para as análises de associação por testes de Qui-Quadrado (χ^2).

DIA	Estágio de maré	Densidade média (ind/m ²)	Proporção média de ind. machos (%)
03/out/22	Vazante 4	7,5 ± 2,2	46,67%
	Baixamar	5,5 ± 4,6	47,21%
09/out/22	Baixamar	21,0 ± 6,6	45,71%
	Enchente 1	32,3 ± 15,7	42,24%
16/out/22	Baixamar	6,7 ± 5,4	53,80%
	Enchente 1	5,6 ± 3,8	67,86%
25/out/22	Baixamar	24,6 ± 13,1	41,46%
	Enchente 1	27,8 ± 7,1	41,73%
	Enchente 2	11,4 ± 6,1	50,88%
02/nov/22	Baixamar	20,0 ± 9,0	53,00%
	Enchente 1	12,0 ± 5,1	44,00%
09/nov/22	Baixamar	42,0 ± 9,3	42,86%
	Enchente 1	42,8 ± 14,9	41,12%
	Enchente 2	13,2 ± 5,4	63,64%
15/nov/22	Vazante 4	12,8 ± 5,2	53,13%
	Baixamar	7,8 ± 3,8	56,41%
23/nov/22	Baixamar	30,4 ± 8,4	42,11%
	Enchente 1	40,6 ± 16,5	31,03%
	Enchente 2	38,8 ± 18,1	32,47%
06/jan/23	Vazante 4	17,4 ± 4,6	43,68%
	Baixamar	17,4 ± 5,0	45,98%
	Enchente 1	8,6 ± 4,8	67,44%
15/jan/23	Vazante 4	12,6 ± 3,2	52,38%
	Baixamar	11,6 ± 3,1	40,38%
22/jan/23	Baixamar	21,4 ± 4,1	45,79%
	Enchente 1	17,2 ± 4,1	47,67%
	Enchente 2	11,8 ± 2,3	50,85%

A maior densidade de caranguejos observada durante as marés de sizígia (lua nova e lua cheia) decorre do fato de que, nessas fases lunares, o alinhamento entre o sol, a lua e a terra provoca variações mais pronunciadas entre as marés, resultando em períodos de baixamar que expõem uma área maior do substrato por tempo mais prolongado (SOUZA, 2024). Como os caranguejos chama-maré são "comedores de depósitos" que realizam suas atividades de forrageamento exclusivamente fora das tocas durante a maré baixa, a maior exposição do sedimento rico em matéria orgânica e microflora favorece a intensificação da atividade de alimentação (GUIZARDI, 2019).

A literatura confirma que é nessas janelas de maré baixa de sizígia que os indivíduos atingem seus picos de atividade na superfície, saindo em maior número para se alimentar e realizar comportamentos sócio sexuais, o que explica o registro de densidades populacionais consistentemente superiores nesses períodos (SOUZA, 2024; NATÁLIO, 2016). Além disso, a

ação cíclica das marés garante o enriquecimento constante do substrato com nutrientes e pequenos organismos, tornando a alimentação durante a baixa-mar de sizígia uma estratégia energética eficiente para a espécie (GUIZARDI, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2016).

Os resultados de densidade populacional e de proporção média de machos na zona de tocas revelaram uma tendência de maior concentração de caranguejos ativos fora das galerias durante as marés de sizígia (Tabela 3). Esse padrão é corroborado pela literatura, que indica que as marés de sizígia (lua nova e cheia) provocam períodos de baixa-mar mais acentuadas, expondo áreas maiores de sedimento por períodos prolongados, o que intensifica a atividade de forrageamento e comportamentos sociais (NATÁLIO, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2016).

A única exceção ocorreu em 09/out/2022, quando a densidade média na baixamar ($15,8 \pm 6,12$ ind/m²) assemelhou-se aos períodos de quadratura, possivelmente devido a variações microclimáticas locais. Ressalta-se que a densidade de indivíduos na superfície parece mais vinculada à alimentação do que ao aceno, visto que caranguejos chama-marés são "comedores de depósito" que dependem da maré baixa para obter nutrientes da microflora bentônica (PINHEIRO *et al.*, 2016; GUIZARDI, 2019).

Na Tabela 3, observam-se casos em que a taxa de machos realizando acenos foi registrada como zero, apesar da existência de um índice de frequência positivo (ex: 02/nov/2022 na Baixamar e Enchente 1). Essa aparente inconsistência metodológica decorre da natureza das amostragens, considerando que a taxa de aceno é obtida por amostragem instantânea (scan), que captura um "retrato" do grupo em um momento exato, enquanto o índice de acenos provém da amostragem de animal focal, onde o comportamento de um único indivíduo é monitorado por um tempo determinado (GUIZARDI, 2019; VIANNA, 2019).

Como as atividades comportamentais são intermitentes e os caranguejos frequentemente recuam para as tocas para termorregulação ou em resposta a ameaças, as duas técnicas podem registrar momentos distintos da dinâmica social da colônia. Em 2022, observou-se que em 7 dos 8 dias amostrados as maiores taxas de *waving display* ocorreram nos estágios de enchente (Tabela 3), como nos dias 09/out (55,88%) e 16/out (57,45%) 4. Esse comportamento reforça o conhecimento tradicional sobre os caranguejos da família *Ocypodidae*, cujos machos parecem "chamar" o retorno da água com movimentos rítmicos do quelípodo hipertrofiado, o que lhes conferiu o nome popular de "chama-maré" (GUIZARDI, 2019; SILVA, 2016).

Tabela 3: Densidade populacional e proporção média de indivíduos machos na zona de tocas e índice médio de *waving display*

Dia	Estágio de maré	Densidade média (ind/m ²)	Proporção média de ind. machos (%)	Proporção média de ind. machos realizando <i>waving display</i> (%)	Índice de <i>waving display</i> (osc/min)
03/out/22	Enchente 2	12,6 ± 9,0	55,56%	5,71%	6,9 ± 2,1
	Vazante 2	10,0 ± 3,0	44,44%	0,00%	18,0 ± 2,2
	Vazante 3	15,4 ± 7,3	58,44%	22,22%	18,2 ± 7,6
	Vazante 4	15,4 ± 2,0	58,44%	31,11%	22,3 ± 2,3
	Baixamar	12,2 ± 7,8	60,66%	13,51%	11,7 ± 7,7
09/out/22	Vazante 4	12,8 ± 4,4	37,50%	0,00%	0,9 ± 0,2
	Baixamar	15,8 ± 6,12	48,10%	34,21%	22,4 ± 2,7
	Enchente 1	14,6 ± 6,8	46,58%	55,88%	27,1 ± 4,2
16/out/22	Vazante 3	15,4 ± 7,9	57,14%	0,00%	7,4 ± 4,6
	Vazante 4	12,8 ± 3,1	54,69%	20,00%	19,3 ± 0,8
	Baixamar	18,7 ± 5,6	63,65%	11,16%	20,7 ± 1,6
	Enchente 1	14,0 ± 5,8	67,14%	57,45%	24,9 ± 2,5
	Enchente 2	10,0 ± 6,8	60,00%	20,00%	8,3 ± 5,4
25/out/22	Baixamar	18,4 ± 6,1	41,30%	2,63%	13,9 ± 4,3
	Enchente 1	21,2 ± 7,9	41,51%	15,91%	20,6 ± 4,2
	Enchente 2	22,8 ± 8,7	40,35%	43,48%	21,1 ± 1,1
02/nov/22	Baixamar	13,2 ± 6,8	51,52%	0,00%	11,0 ± 6,2
	Enchente 1	16,8 ± 5,6	47,37%	0,00%	4,5 ± 2,4
	Enchente 2	18,0 ± 3,8	55,56%	14,82%	0,0
	Vazante 2	10,2 ± 2,9	44,83%	1,36%	13,0 ± 1,8
	Vazante 3	19,4 ± 6,0	48,78%	7,41%	13,5 ± 5,7
	Vazante 4	15,8 ± 5,1	49,42%	15,94%	21,0 ± 2,7
09/nov/22	Vazante 4	21,4 ± 10,0	47,66%	0,00%	1,2 ± 0,7
	Baixamar	26,0 ± 9,5	44,62%	6,90%	18,6 ± 6,2
	Enchente 1	14,0 ± 6,6	41,43%	6,90%	17,3 ± 4,9
	Enchente 2	17,8 ± 11,6	48,75%	5,13%	4,8 ± 2,5
	Enchente 3	14,0 ± 5,2	39,68%	0,00%	0,0
15/nov/22	Vazante 3	21,4 ± 8,5	41,12%	0,00%	0,0
	Vazante 4	21,2 ± 7,3	46,23%	32,65%	16,5 ± 1,5
	Baixamar	24,2 ± 7,1	47,11%	19,30%	15,1 ± 0,9
	Enchente 1	13,4 ± 6,5	47,76%	0,00%	10,7 ± 4,4
	Enchente 2	11,0 ± 4,1	50,91%	0,00%	0,0
23/nov/22	Vazante 4	11,4 ± 4,3	52,63%	0,00%	5,7 ± 3,2
	Baixamar	30,4 ± 13,1	42,11%	1,56%	22,7 ± 3,2
	Enchente 1	16,0 ± 6,4	47,50%	15,79%	22,5 ± 1,1
	Enchente 2	21,2 ± 7,2	45,28%	14,58%	11,8 ± 4,1
06/jan/23	Vazante 3	30,4 ± 8,4	42,11%	0,00%	0,0
	Vazante 4	26,0 ± 7,1	29,46%	0,00%	0,0
	Baixamar	15,6 ± 5,0	26,51%	0,00%	0,0
	Enchente 1	16,4 ± 5,6	32,93%	0,00%	0,0
	Enchente 2	15,6 ± 5,2	32,05%	0,00%	0,0
15/jan/23	Vazante 3	14,2 ± 3,6	45,07%	0,00%	0,0
	Vazante 4	10,4 ± 4,0	38,46%	0,00%	0,0
	Baixamar	14,0 ± 3,7	35,71%	0,00%	0,0
	Enchente 1	9,00 ± 3,3	51,11%	0,00%	0,0
22/jan/23	Vazante 4	16,0 ± 6,0	36,25%	0,00%	0,0
	Baixamar	20,2 ± 7,1	37,62%	0,00%	0,0
	Enchente 1	11,4 ± 2,8	36,84%	0,00%	0,0
	Enchente 2	12,2 ± 5,0	42,62%	0,00%	0,0
29/jan/23	Vazante 4	10,2 ± 4,9	35,29%	0,00%	0,0
	Baixamar	15,4 ± 7,4	42,86%	0,00%	0,0
	Enchente 1	12,8 ± 3,8	35,94%	0,00%	0,0

Cientificamente, como destacado, esse aceno funciona como um sinal visual de corte e defesa territorial, moldado pela seleção sexual para atrair fêmeas para o acasalamento antes que a maré alta force o retorno às tocas (SANCHES, 2017; SOUZA, 2024). Em janeiro de 2023, não foram registrados indivíduos realizando acenos em nenhuma zona ou estágio de maré (Tabela 3). Uma explicação plausível reside no estresse osmótico causado por uma possível queda brusca na salinidade decorrente de eventos meteorológicos extremos.

A espécie *U. maracoani* é considerada ancestral (menos derivada) e apresenta baixa tolerância a variações de salinidade, preferindo ambientes polihalinos constantes. Vianna (2019) ressalta que no contexto de mudanças climáticas, o aumento da frequência de chuvas intensas no Nordeste pode reduzir drasticamente a salinidade estuarina, forçando os indivíduos a priorizarem a homeostase fisiológica em detrimento de exibições reprodutivas energeticamente onerosas.

5.2 Proporção sexual entre indivíduos machos e fêmeas de *U. maracoani*

A variação na razão sexual entre machos e fêmeas de espécies do gênero *Uca* pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo aspectos como fases lunares, regiões entre os ciclos de marés, características do próprio habitat e diferenças latitudinais. Essas particularidades da vivência cronológica dos indivíduos podem influenciar significativamente na distribuição e na proporção entre os sexos (JONES; SIMONS, 1983; EMMERSON, 1994).

O teste de Qui-Quadrado (χ^2) utilizado para analisara proporção da frequência de machos e fêmeas no presente estudo, não indicou diferença significativa entre as zonas de toca e alimentação ($\chi^2 = 0,13$ para $\alpha = 0,05$ e 1GL). Observou-se que a maioria dos indivíduos era composta levemente por fêmeas, numa proporção média de 1:1,2, conforme relatado no Apêndice A1. Esse resultado diverge do esperado na metodologia de contagem direta de indivíduos presentes no substrato, que pode levar a uma maximização da população de machos, por estarem mais ativos e visualmente mais perceptíveis (SKOV e HARTNOLL, 2001). Dado o resultado obtido, todas as demais análises de χ^2 de proporção de indivíduos de *Uca maracoani* machos e fêmeas levaram em consideração os dados populacionais de ambas as zonas.

Quando analisado sob a perspectiva diária ($\chi^2 = 74,17$ para $\alpha = 0,05$ e 11GL) não houve diferença significativa na proporção de machos e fêmeas apenas nos dias dois ($\chi^2 = 0,3$ para $\alpha = 0,05$ e 1GL) e 15 ($\chi^2 = 1,3$ para $\alpha = 0,05$ e 1GL) de novembro, os únicos dias que

houve ocorrência de chuvas. Nos demais dias houve predomínio de fêmeas, com exceção nos dias três e 16 de outubro, em que houve predomínio de machos (APÊNDICE A2). A Figura 6 ilustra a proporção sexual de *U. maracoani* ao longo das fases lunares no manguezal de Mucuri.

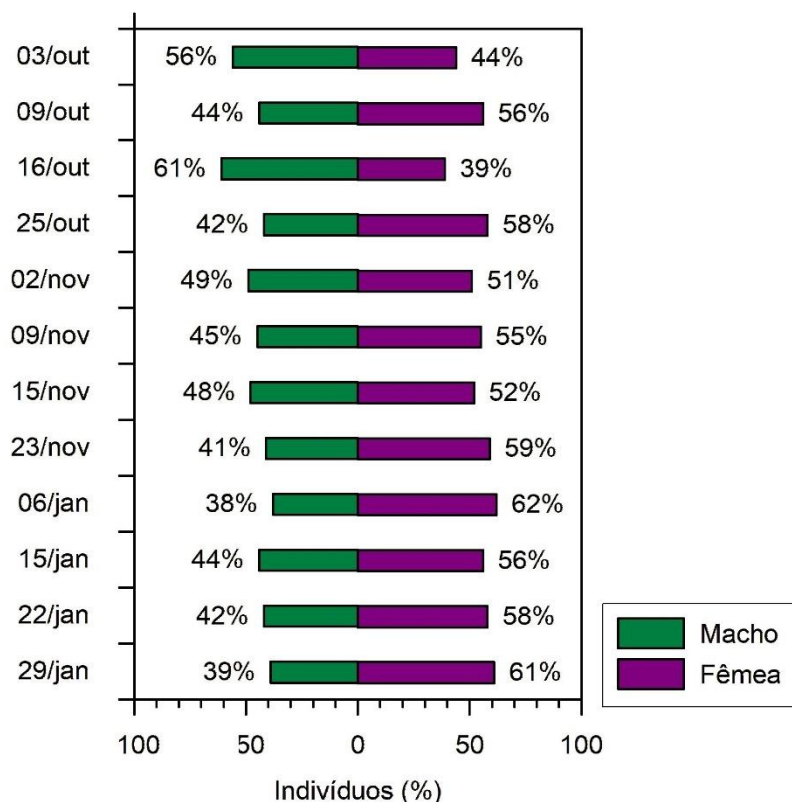


Figura 6: Proporção sexual de *U. maracoani* ao longo das fases lunares no manguezal de Mucuri

Em relação às fases lunares ($\chi^2 = 30,44$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL), a proporção de fêmeas foi significativamente maior na lua cheia ($\chi^2 = 56,4$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL) e na lua nova ($\chi^2 = 50,0$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL), não havendo diferenças significativas nas fases crescente e minguante (APÊNDICE A3).

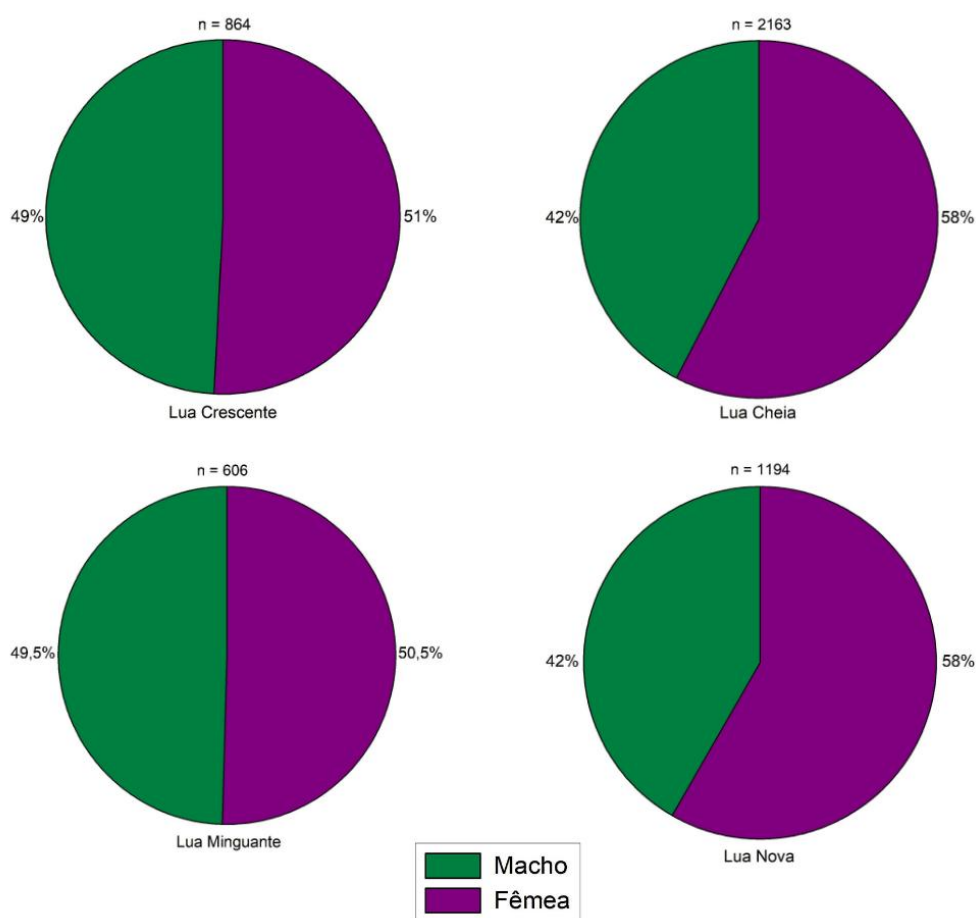


Figura 7: Proporção sexual de *U. maracoani* ao longo das fases lunares no manguezal de Mucuri

As fêmeas de frente larga levam cerca de duas semanas para a incubação de seus ovos, e um único estudo publicado corrobora o mesmo período para as de frente estreitas, como é o caso de *Uca maracoani* (CHRISTY; SALMON, 1991; ANACLETO, 2018). Cabe destacar que enquanto fêmeas de frente larga levam cerca de duas semanas para a incubação, evidências sugerem que espécies de frente estreita, como *U. maracoani*, seguem um período similar de desenvolvimento embrionário (PINHEIRO *et al.*, 2016; SANCHES, 2017). A predominância de fêmeas em atividade durante as marés de sizígia (lua nova e cheia) relaciona-se à estratégia reprodutiva de sincronizar a eclosão com as marés de maior amplitude, o que facilita o transporte das larvas para o mar aberto e aumenta as chances de sobrevivência (SANCHES, 2017; SOUZA, 2024).

Diferente de espécies que se escondem durante a incubação, as fêmeas de frente estreita produzem massas de ovos menores, totalmente cobertas pelo abdômen, permitindo que permaneçam ativas na superfície para forrageamento e deslocamento até os locais de liberação larval durante esses picos de maré (GUIZARDI, 2019; PILLON *et al.*, 2019). Além

da liberação larval, a maior atividade feminina nessas fases lunares pode ser explicada pelo comportamento de escolha de parceiro.

Nas janelas de maré baixa de sizígia, fêmeas receptivas abandonam suas tocas e vagam pela colônia (*wandering*), visitando e avaliando diversos machos antes de decidirem pelo acasalamento (SANCHES, 2017; SOUSA, 2024). Como em *U. maracoani* a cópula é flexível, podendo ocorrer tanto na superfície (em frente à galeria) quanto no interior da toca do macho após uma breve corte, o aumento de fêmeas errantes reflete o momento em que elas estão mais receptivas e ativas para selecionar parceiros com base no vigor do *waving display* (PINHEIRO *et al.*, 2016; PILLON *et al.*, 2019).

Quando analisada a proporção sexual durante as fases crescente e minguante, observa-se um ruído que pode ter interferido nos resultados. Ao longo do mês de outubro de 2022 (dias 03 e 16) houve um predomínio de indivíduos machos, no mês de novembro (dias 02 e 15) a proporção se manteve igual entre fêmeas e machos, e no mês de janeiro de 2023 (dias 15 e 29) houve predominância de fêmeas, resultando em uma proporção geral de 1:1,2 para as luas crescente e minguante quando observado em conjunto.

Para essas fases da lua era esperado a maior ocorrência de machos, como de fato ocorreu no mês de outubro/2022, visto que, apesar de espécies de frente estreita poderem incubar seus ovos tanto fora quanto dentro das tocas, supõe-se que à ausência de vegetação no ecótono onde vive o *U. maracoani* e as temperaturas na região nordeste do país favorecem a incubação dentro das tocas, reduzindo assim as atividades das fêmeas na superfície durante o período de incubação dos ovos (CHRISTY; SALMON, 1984; SALMON; ZUCKER, 1988; AZEVEDO *et al.*, 2017). Já para o mês de novembro é provável que a proporção equilibrada esteja associada à ocorrência de chuva, mesmo que em baixa intensidade, já que em condições adversas as atividades na superfície são interrompidas e os indivíduos tendem a regressar às tocas (CRANE, 1958).

O predomínio de fêmeas durante as fases de quadratura (lua crescente e minguante), verificado de forma mais expressiva em janeiro de 2023, pode ser explicado pela estratégia de forrageamento e pela sensibilidade térmica diferenciada entre os sexos. Enquanto os machos possuem apenas uma quela funcional para a alimentação, as fêmeas de *U. maracoani* possuem dois quelípodos pequenos e simétricos, o que lhes confere uma maior eficiência na coleta de microflora e matéria orgânica do sedimento (GUIZARDI, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2016).

Em marés de quadratura, o tempo de exposição do substrato é menor e o sedimento retém maior teor de umidade (NATÁLIO, 2016). Esse cenário favorece a atividade das fêmeas, que podem maximizar a ingestão de nutrientes necessária para o alto investimento

energético na vitelogênese e produção de ovos, sem enfrentar o estresse térmico extremo e a dessecação prolongada característicos da baixa-mar de sizígia (GUIZARDI, 2019). Outro fator determinante para o desvio na proporção sexual em janeiro de 2023 foi a supressão do comportamento social dos machos.

Como não foram registrados indivíduos realizando acenos naquele período (Tabela 3), provavelmente devido ao estresse osmótico, os machos deixaram de realizar exibições de corte, que são atividades energeticamente onerosas e que os obrigam a permanecer expostos na superfície por mais tempo (GUIZARDI, 2019; SANCHES, 2017). Sem o estímulo social para a permanência externa, os machos tendem a se recolher precocemente às tocas para proteção (PINHEIRO *et al.*, 2016). Em contrapartida, Guizardi (2019) relata que a necessidade fisiológica de alimentação das fêmeas as mantém ativas, tornando-as o componente demográfico predominante nas amostragens de superfície durante as janelas de alimentação das marés de quadratura.

Cabe destacar ainda que o padrão de reprodução da espécie *Brachyura* da região tropical geralmente exhibe padrões de reprodução contínua ou tem uma estação reprodutiva mais longa devido à estabilidade das variáveis abióticas (EMMERSON, 1994; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2002). Benedetto e Masunari (2009) confirmam a reprodução contínua ao longo do ano (unimodal) para *U. maracoani* com dois picos de intensidade, independentemente da localização geográfica, embora em taxas diferenciadas. No entanto, Koch *et al.* (2005) encontram picos de reprodução diferente do padrão contínuo esperado e Azevedo *et al.* (2017) relataram um padrão (bimodal) de reprodução de *U. maracoani*. Hirose e Negreiros-Fransozo (2007) e Benetti (2007), que também constataram reprodução contínua para a espécie, mencionaram baixa ocorrência de fêmeas ovígeras no verão, sugerindo que as demais estações foram mais favoráveis ao desenvolvimento gonadal e embrionário.

Já sob a perspectiva de ciclo de maré, não houve diferença significativa entre as frequências de indivíduos machos e fêmeas ($\chi^2 = 5,53$ para $\alpha = 0,05$ e 6GL), contudo realizou-se de igual forma o teste qui-quadrado para cada ciclo de maré separadamente, verificando o predomínio de fêmeas ao longo da BM ($\chi^2 = 28,3$ para $\alpha = 0,05$ e 6GL) e dos estágios anterior e subsequente: V4 ($\chi^2 = 12,8$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL) e E1 ($\chi^2 = 32,7$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL) (APÊNDICE A4). O predomínio significativo de fêmeas registrado ao longo da baixamar (BM), bem como nos estágios imediatamente anterior (V4) e subsequente (E1), reflete a intensificação da atividade de alimentação nessas janelas temporais.

Esse comportamento envolve uma dinâmica espacial característica, marcada pelo deslocamento dos indivíduos para locais onde a oferta de recursos é mais abundante, concentrando-se particularmente junto à linha d'água, onde o sedimento é constantemente enriquecido com microflora bentônica e matéria orgânica pela ação cíclica das marés (GUIZARDI, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2016). A maior frequência feminina na superfície durante esses períodos pode ser fundamentada pela diferenciação morfológica e eficiência de forrageamento entre os sexos.

Enquanto os machos possuem apenas uma quela funcional para alimentação, as fêmeas de *U. maracoani* possuem dois quelípodos pequenos e simétricos, o que as torna mais eficazes na coleta de nutrientes do substrato. De acordo com Guizardi (2019) e Pillon *et al.* (2019), esse padrão de atividade é essencial para suprir o alto investimento energético demandado pela vitelogênese e produção de ovos. Assim, ao contrário dos machos, que podem ter suas atividades de superfície divididas entre o forrageamento e exibições sociais (*waving*), as fêmeas priorizam a exploração máxima do sedimento úmido exposto na baixamar para garantir o aporte nutricional necessário ao seu ciclo reprodutivo.

5.3 Proporção de indivíduos machos de *U. maracoani* realizando *waving display*

Para as análises de teste de Qui-Quadrado da proporção de indivíduos machos realizando *waving display* foram desconsiderados os dados referentes ao mês de janeiro de 2023 e da zona de alimentação devido a não ocorrência deste comportamento em nenhuma das coletas neste período e área. Assim como para a proporção sexual, os testes neste item foram realizados também sob as perspectivas de dias (APÊNDICE B1), fase lunar (APÊNDICE B2) e ciclo de maré (APÊNDICE B3) ($\chi^2 = 82,57$ para $\alpha = 0,05$ e 11GL; $\chi^2 = 5,3$ para $\alpha = 0,05$ e 3GL; $\chi^2 = 34,93$ para $\alpha = 0,05$ e 6GL, respectivamente) não demonstrando diferença significativa apenas para a segunda.

Nas análises separadamente de dias (APÊNDICE B1) e de ciclo de maré (APÊNDICE B3) houve predominância significativa dos indivíduos machos não realizando *waving display* para ambas avaliações devido à contingência desse grupo. Apesar do resultado encontrado, é válida a observação do percentual de indivíduos que estavam realizando o movimento ao longo de cada uma das perspectivas.

Quanto à variação temporal entre os meses de amostragem, observou-se que outubro de 2022 apresentou o maior pico de intensidade na taxa de aceno (Figura 8). Este resultado

corroborar o modelo de reprodução unimodal da espécie, que, embora contínuo, apresenta dois picos de intensidade anual, conforme descrito por Benedetto e Masunari (2009), Hirose e Negreiros-Fransozo (2008) e Benetti (2007). Em contraste, o mês de novembro apresentou índices significativamente inferiores aos de outubro, culminando na ausência total de registros de acenos em janeiro de 2023. Essa inatividade no verão pode estar associada à baixa ocorrência de fêmeas ovígeras nessa estação, como mencionado na literatura, e ao estresse osmótico provocado pela queda drástica da salinidade verificada no estuário do Rio Mucuri durante o mês de janeiro.

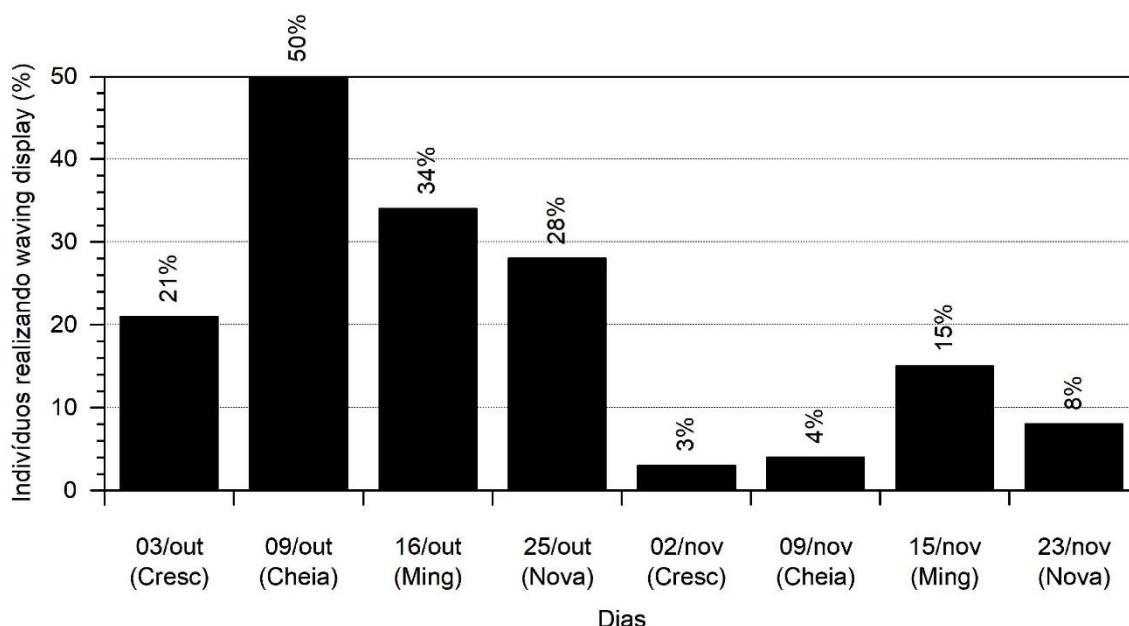


Figura 8: Proporção de machos de *U. maracoani* realizando *waving display* ao longo dos dias no manguezal de Mucuri

Di Benedetto (2007) infere que o acasalamento ocorre somente no período compreendido entre setembro e abril, período em que registrou o aceno sexual, propondo que as fêmeas reservam gametas masculinos no sistema reprodutivo para momentos posterior. Tal observação reforça a necessidade de estudo reprodutivo da espécie na localidade para averiguar se ocorre em padrão unimodal ou bimodal, e assim encontrar os possíveis picos de intensidade ou a sazonalidade de ocorrência no estuário do Rio Mucuri.

Quando analisado o percentual referente ao ciclo de maré, observa-se uma maior ocorrência nas marés V4, BM, E1 e E2 (Figura 9), justamente àquelas com maior ocorrência de fêmeas. Esse fato justifica-se pelo macho acentuar os acenos, tanto na intensidade quanto na amplitude, com a proximidade de fêmeas em busca de parceiros (OLIVEIRA; CUSTÓDIO, 1998; MURAI *et al.*, 2006).

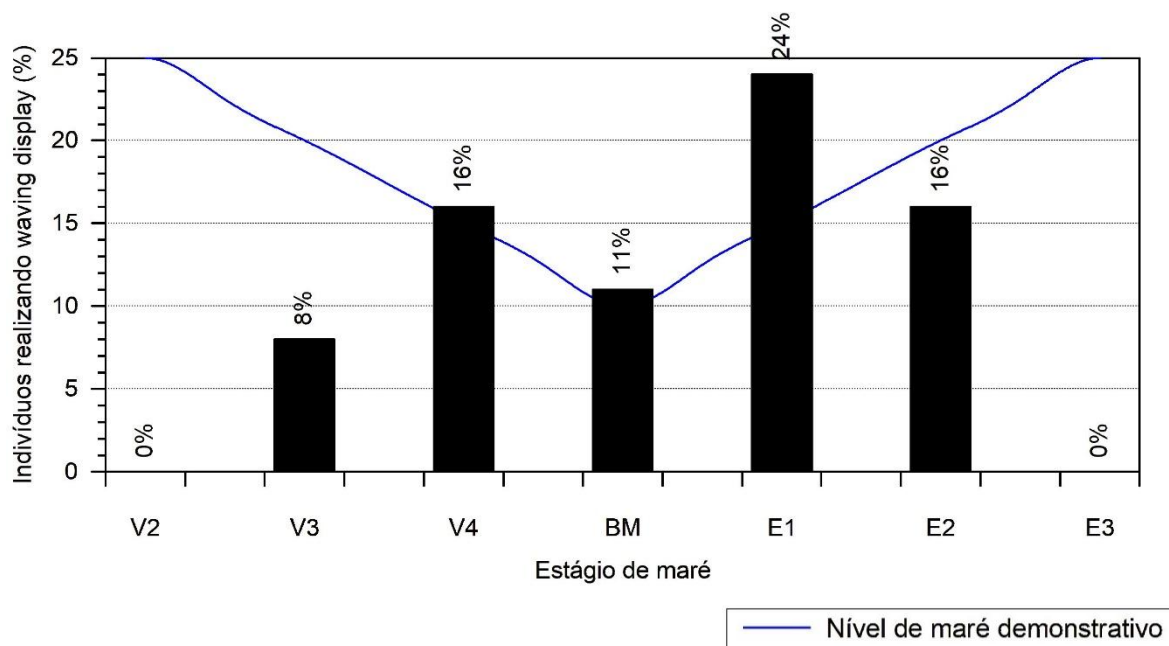


Figura 9: Proporção de machos de *U. maracoani* realizando *waving display* ao longo do ciclo de maré no manguezal de Mucuri

Resultados equivalentes apresentados nas Figuras 8 e 9 foram encontrados pela ANOVA, apresentando diferenças significativas para as variações ao longo dos meses e das marés (Tabela 4).

Tabela 4: ANOVA de percentual de indivíduos macho (Arcsen) realizando *waving display* sob os fatores mês, maré e lua sob perspectiva de todos os meses em conjunto

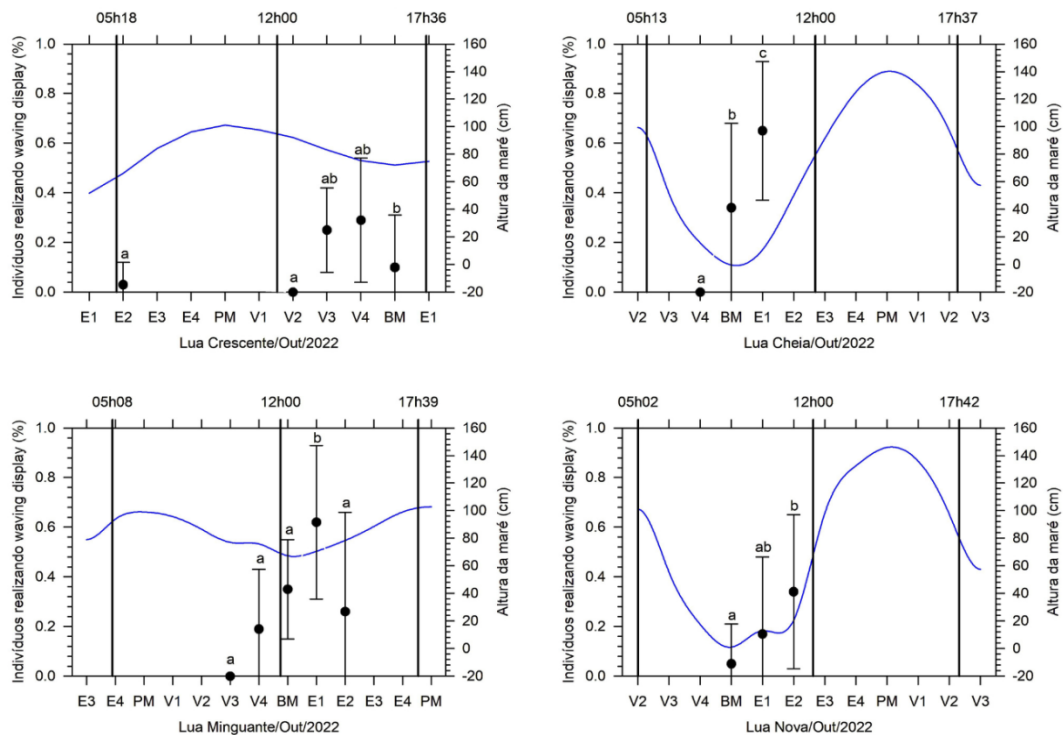
Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P
Mês	11,77	2,00	5,88	61,71	0,00
Maré	2,90	6,00	0,48	5,07	0,00
Lua	0,75	3,00	0,25	2,61	0,051
RESIDUAL	43,47	456,00	0,10		

Essa mesma análise sob a perspectiva de cada mês separadamente demonstrou variação significativa apenas para o fator maré no mês de outubro/2022 (Tabela 5).

Tabela 5: ANOVA de percentual de indivíduos macho (Arcsen) realizando *waving display* sob os fatores maré e lua sob perspectiva de cada mês separadamente

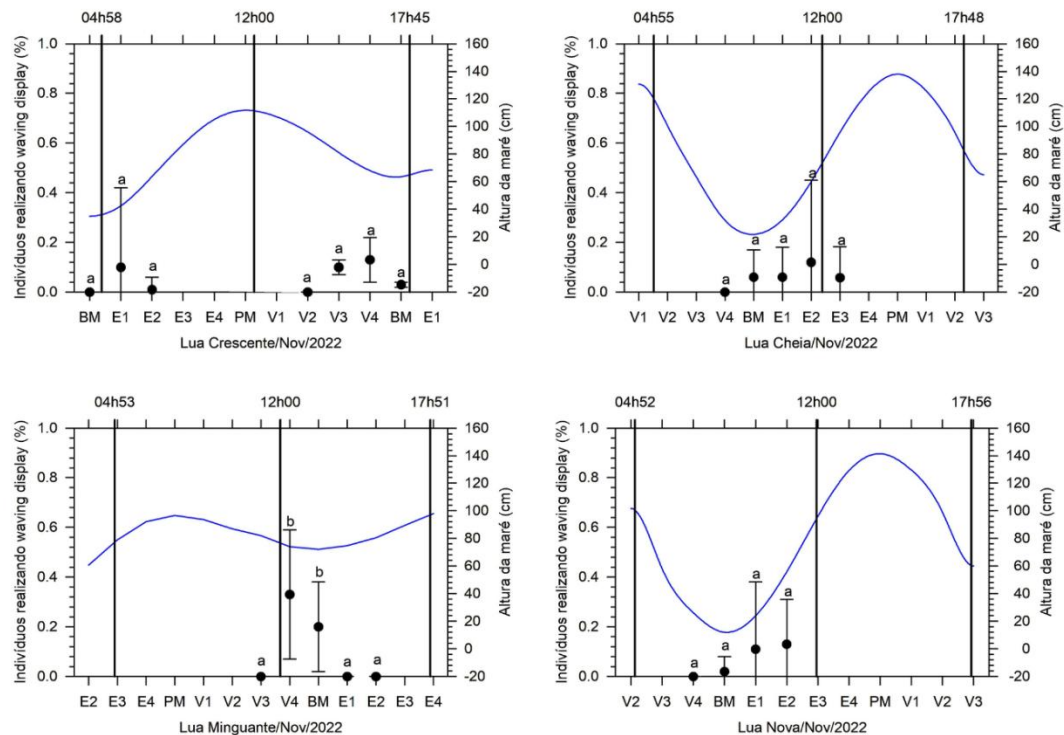
Mês	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P
out/22	Maré	6,35	5,00	1,27	7,04	0,00
	Lua	1,11	3,00	0,37	2,04	0,11
	RESIDUAL	25,28	140,00	0,18		
nov/22	Maré	0,55	5,00	0,11	1,27	0,28
	Lua	0,35	3,00	0,12	1,34	0,26
	RESIDUAL	12,99	150,00	0,09		

O teste de Tukey demonstrou diferença considerável entre os três meses (APÊNDICE C). Ainda, a E1 destacou-se na análise de grupos homônimos, enquanto na análise sob fase lunar não apresentou nenhuma alteração significativa, como já apresentado pela ANOVA. Essa mesma variação da maré se manteve sob a segunda perspectiva de análise apenas para o mês de outubro/2022 (APÊNDICE D). Na análise separadamente das fases lunares e ciclos de maré, representado na Figura 10, é possível verificar maior destaque do estágio E1 nas luas cheia e minguante de outubro/2022. Já ao longo do mês de novembro/2022 (Figura 11) há certa homogeneidade, conforme apresentado pelo teste ANOVA (APÊNDICE E).



Nota: Distribuição da taxa média ($\pm$ erro padrão) de indivíduos de *Uca maracoani* em atividade de *waving display* (pontos pretos) e altura da maré (linha azul) no estuário do Rio Mucuri, BA, em outubro de 2022. Os dados de atividade foram submetidos à transformação de arco-seno para estabilização da variância. Painéis representam as fases lunares (Crescente, Cheia, Minguante e Nova) sob o delineamento de ANOVA unifatorial para o fator maré. Letras minúsculas distintas indicam diferenças estatísticas significativas entre os estágios de maré pelo teste *post-hoc* de Tukey ($p < 0,05$). Linhas verticais contínuas demarcam o nascer do sol, o meio-dia e o pôr do sol.

Figura 10: Distribuição percentual de indivíduos machos realizando *waving display* ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de outubro/2022



Nota: Distribuição da taxa média ($\pm$ erro padrão) de indivíduos de *Uca maracoani* em atividade de *waving display* (pontos pretos) e altura da maré (linha azul) no estuário do Rio Mucuri, BA, em Novembro de 2022. Os dados de atividade foram submetidos à transformação de arco-seno para estabilização da variância. Painéis representam as fases lunares (Crescente, Cheia, Minguante e Nova) sob o delineamento de ANOVA unifatorial para o fator maré. Letras minúsculas distintas indicam diferenças estatísticas significativas entre os estágios de maré pelo teste *post-hoc* de Tukey ($p < 0,05$). Linhas verticais contínuas demarcam o nascer do sol, o meio-dia e o pôr do sol.

Figura 11: Distribuição percentual de indivíduos machos realizando *waving display* ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de novembro/2022

A análise dos dados sugere que o nível da maré e o mês de ocorrência têm uma influência significativa na população de machos realizando *waving display*, ao contrário da fase lunar, que não demonstra impacto relevante nessa porcentagem. Os resultados da ANOVA indicam que durante o nível de maré E1, correspondente ao início da elevação pós-baixamar, há um aumento na concentração de indivíduos na zona de tocas, intensificando a exibição de quelas (*waving display*) para comportamentos como cópula e combate. A influência do mês de ocorrência sobre a porcentagem de machos em exibição evidencia que a sazonalidade climática atua como um modulador da intensidade das atividades sociosexuais na população.

Em regiões tropicais, embora a atividade reprodutiva possa ocorrer durante todo o ano devido à constância de oferta de alimento, a frequência de comportamentos como o aceno e o recrutamento de juvenis costuma apresentar picos correlacionados a flutuações sazonais,

como o regime de chuvas ou variações térmicas mensais. Assim, o aumento da concentração de indivíduos e da exibição de quelas no estágio E1 reflete um investimento estratégico em interações sociais (corte e combate) em janelas temporais de maior viabilidade biológica, cuja expressão é ajustada conforme o contexto ambiental de cada mês de amostragem (PINHEIRO et al., 2016; VIANNA, 2019).

Por outro lado, a análise dos fatores abióticos, incluindo temperatura, luminosidade e salinidade no mês de outubro de 2022 (Figura 12), e para esses mesmos fatores somados à umidade relativa do ar e pluviosidade no mês de novembro de 2022 (Figura 13), não apresentaram uma relação linear com o percentual da população de machos realizando *waving display*, indicando que estes fatores não influenciam significativamente esse comportamento dos caranguejos. Esses achados ressaltam a importância das condições de maré e do período do ano na modulação dos comportamentos dos *Uca maracoani*, enquanto descartam a influência das fases lunares e dos fatores abióticos analisados.

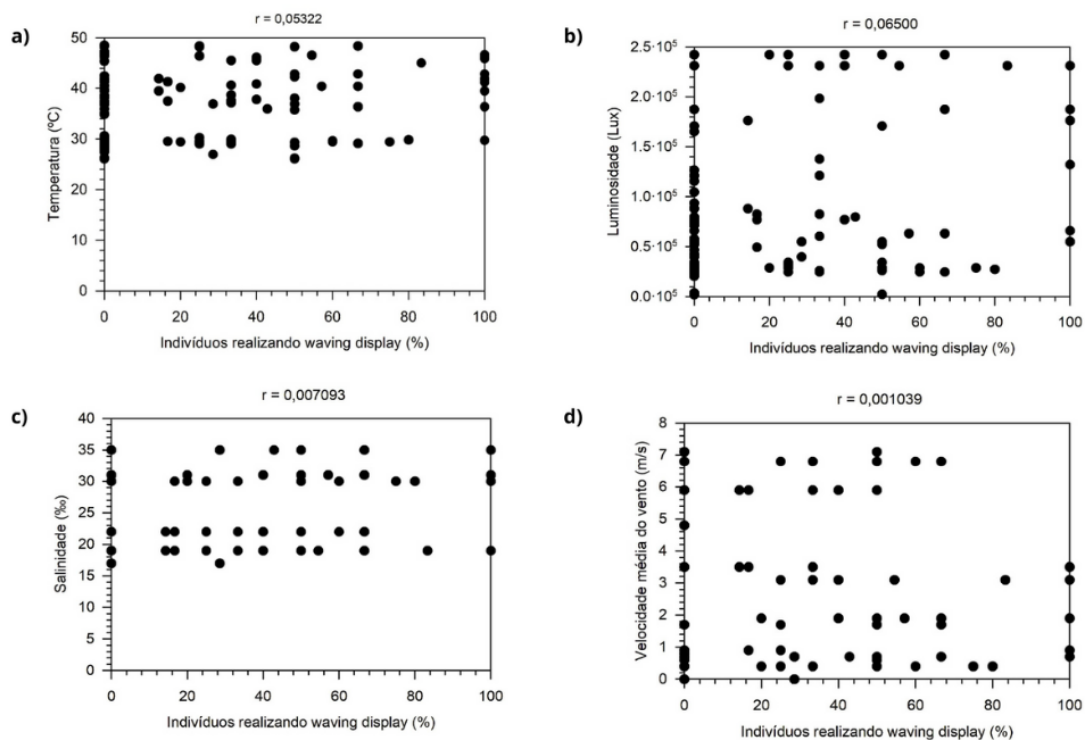


Figura 12: Análise de correlação linear de Pearson (r) entre a porcentagem de indivíduos machos de *Uca maracoani* em atividade de *waving display* e as variáveis abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em outubro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos dados em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); e d) velocidade média do vento (m/s).

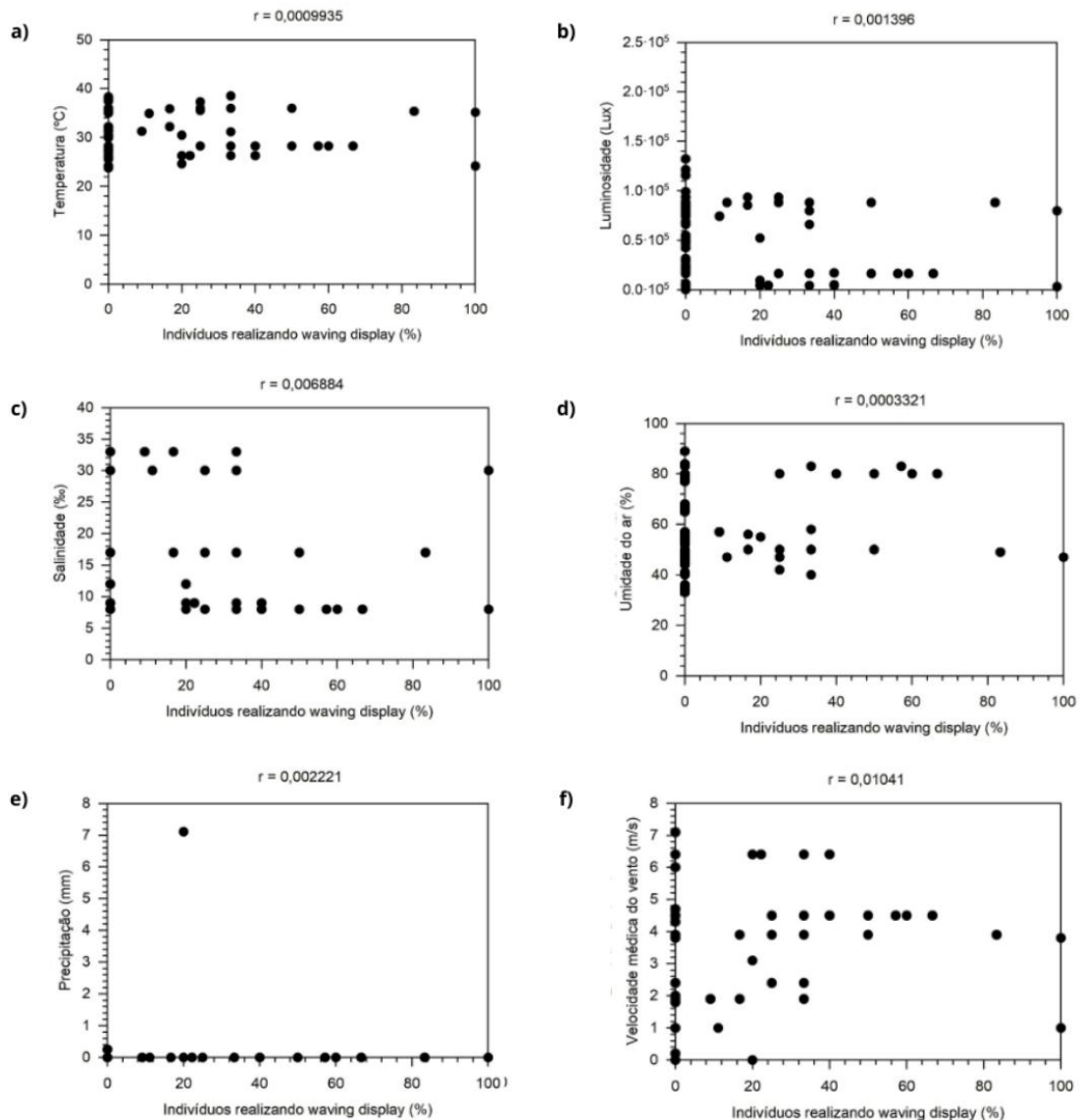


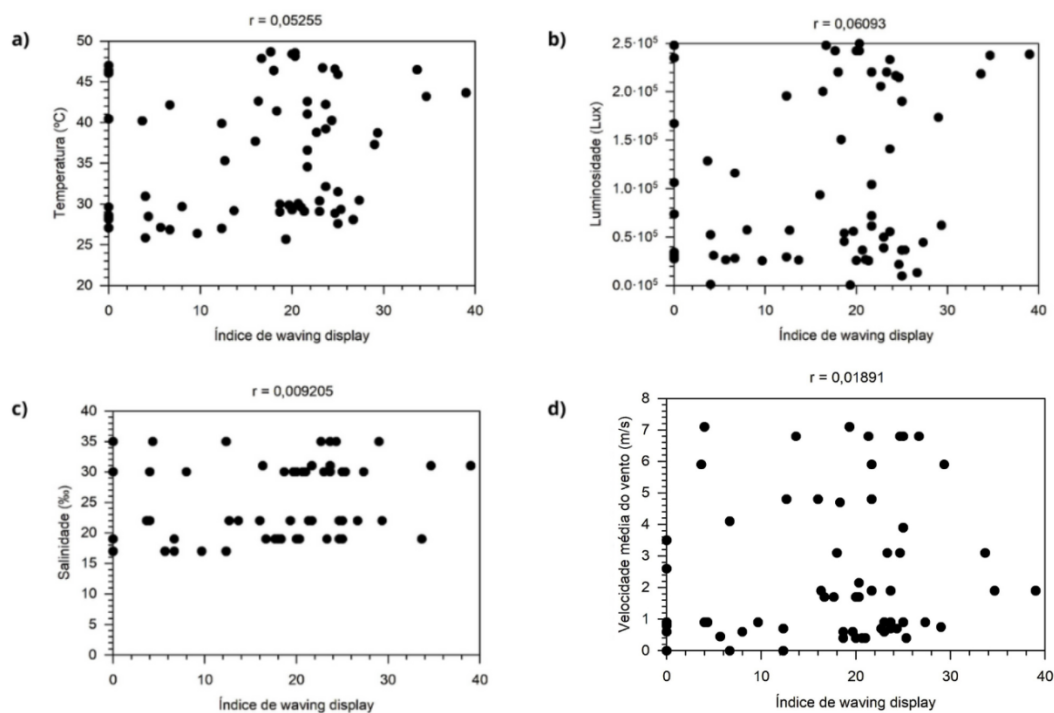
Figura 13: Correlação entre o percentual de indivíduos macho realizando *waving display* e fatores abióticos no mês de novembro de 2022: a) temperatura, b) luminosidade, c) salinidade, d) umidade do ar, e) precipitação, e f) velocidade média do vento -Caravelas-.

5.4 Índice de frequência de *waving display*

Alguns autores como Von Hagen (1983), Jordão *et al.* (2007), How *et al.* (2009) e Muramatsu (2011a, 2011b) apresentaram estudos da variação de *waving display* com foco nos tipos de acenos executados; na duração; elevação do quelípode; e intervalo entre dois acenos. Dentre os estudos voltados para a análise da frequência de *waving display*, Vettorazzo (2007) apresenta os resultados de variação da frequência de acenos quanto ao comprimento da quela do indivíduo macho.

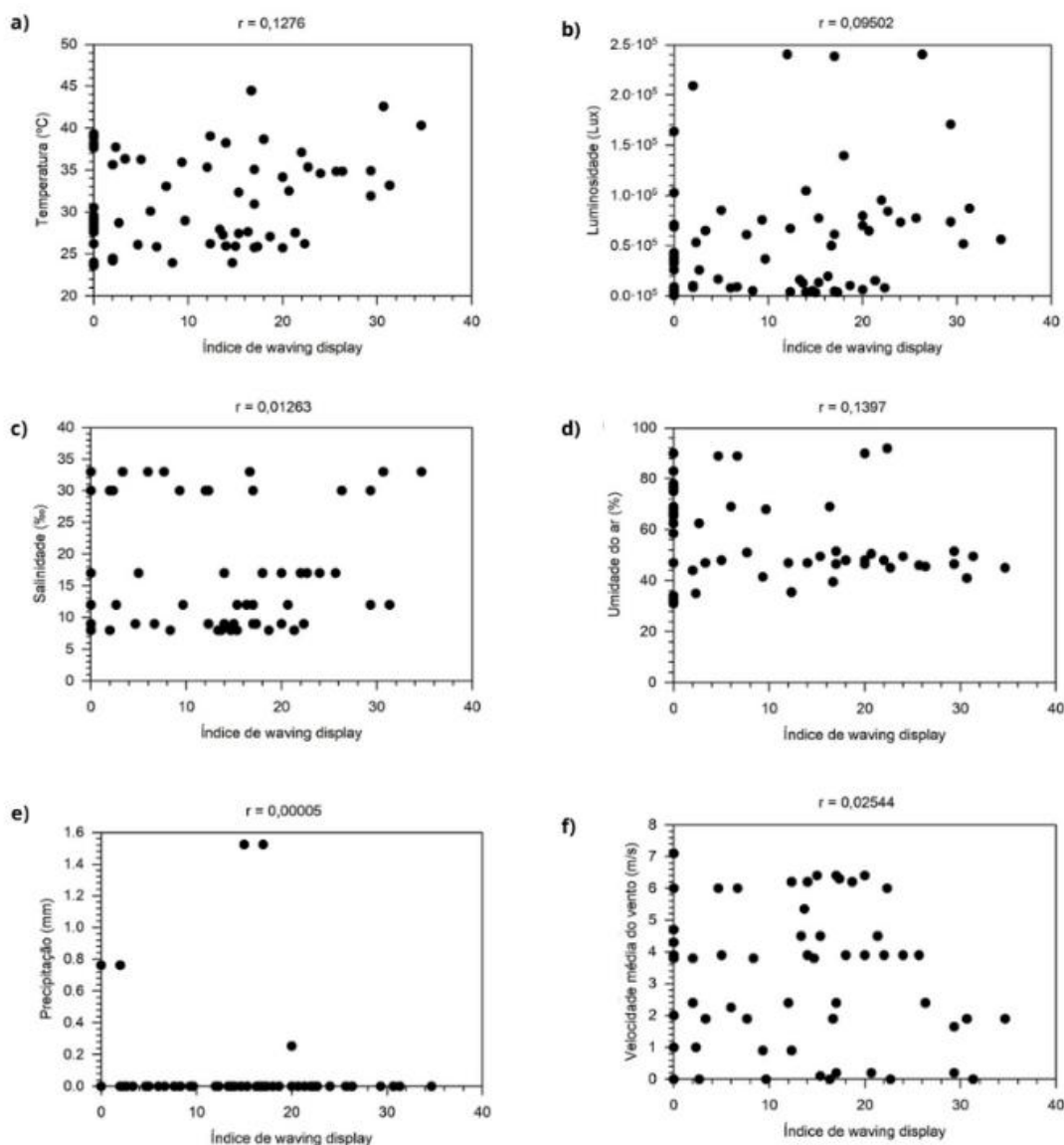
Vianna (2020) realizou a análise de frequência de *waving display* de algumas espécies de caranguejo chama-maré de acordo com variações de temperatura e luminosidade, não encontrando uma relação direta entre as variáveis. Em consonância com esses achados, o presente estudo também não demonstrou correlação linear significativa entre o índice de frequência de *waving display* e esses parâmetros, estendendo a ausência de influência direta a outros fatores observados, como a salinidade, a umidade relativa do ar, a precipitação (pluviosidade) e a velocidade média do vento.

A análise de correlação de Pearson (r) foi realizada separadamente para os meses de outubro/2022 e novembro/2022, não sendo indicada nenhuma relação linear entre o índice de frequência de *waving display* realizado com os respectivos fatores: temperatura, luminosidade e salinidade no mês de outubro de 2022 (Figura 14); temperatura, luminosidade, salinidade e umidade relativa do ar e pluviosidade no mês de novembro de 2022 (Figura 15).



Nota: Os coeficientes gerados ($r \approx 0$) atestam a ausência de relação linear entre a frequência transformada do comportamento e os parâmetros físicos mensurados. -Caravelas-

Figura 14: Análise de correlação linear de Pearson (r) entre o índice de frequência de *waving display* (submetido à transformação por raiz quadrada) de *Uca maracoani* e as variáveis abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em outubro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos pontos amostrais em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); e d) velocidade média do vento (m/s).



Nota: Os coeficientes estimados ($r \approx 0$) sustentam a ausência de associação linear entre a atividade transformada e a matriz de fatores físico-químicos microclimáticos. -Caravelas-.

Figura 15: Análise de correlação linear de Pearson (r) entre o índice de frequência de *waving display* (transformado por raiz quadrada) de *Uca maracoani* e as variáveis abióticas no estuário do Rio Mucuri, BA, em novembro de 2022. Os painéis indicam a dispersão dos dados em relação à: a) temperatura (°C); b) luminosidade (Lux); c) salinidade (‰); d) umidade do ar (%); e) precipitação (mm); e f) velocidade média do vento (m/s).

Crane (1975) mostrou que a variação de temperatura não é um fator limitante às atividades vitais das espécies de caranguejo do gênero *Uca spp.* Di Benedetto e Masunari (2009) evidenciam essa falta de relação para a espécie *Uca maracoani* quanto à abundância de indivíduos fora da toca. Nesse mesmo estudo também é demonstrada a falta de correlação da densidade de indivíduos com a salinidade da água (DI BENEDETTO; MASUNARI, 2009). A literatura indica que a amplitude de variação da temperatura absoluta do ar não atua como

um fator limitante às atividades vitais das espécies de caranguejos chama-maré (PINHEIRO *et al.*, 2016; VIANNA, 2019).

Para a espécie *Uca maracoani*, especificamente, foi evidenciada a ausência de relação entre a abundância de indivíduos ativos fora da toca e as oscilações térmicas (PINHEIRO *et al.*, 2016). Vianna (2019) reporta que a frequência do aceno sexual não é afetada pelo aumento da temperatura, sugerindo que este comportamento sociossexual seja mais dependente de fatores bióticos, como a presença de fêmeas receptivas e competidores, do que de variações abióticas.

Essa independência fisiológica em relação à salinidade decorre da tendência ao eurihalismo observada em algumas espécies do gênero, que possuem alta capacidade de osmorregulação para suportar grandes flutuações ambientais nos estuários (THURMAN *et al.*, 2013; PINHEIRO *et al.*, 2016; NATÁLIO, 2016. No presente estudo também não foi identificado correlação direta a outros fatores ambientais como umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento.

Contudo, é importante salientar que as análises foram realizadas de modo isolado a cada fator e que a combinação entre eles pode apresentar correlação com a variação de *waving display*, considerando que pela impossibilidade de isolar essas variáveis em campo, a análise de correlação de um fator separado do outro pode acarretar no obscurecimento dos resultados. Ao examinar os dados coletados dos fatores abióticos (conforme Tabela 1), podemos observar uma notável disparidade ao longo do mês de janeiro, em comparação com os outros meses. Durante esse período, ocorreram temperaturas e luminosidade elevadas, ventos constantes e salinidade extremamente baixa.

A interação sinérgica desses fatores pode levar os caranguejos chama-maré a excederem seus limites fisiológicos. Viver nas proximidades dos limites físico-químicos tem importantes implicações fisiológicas, explicando as reduções no desempenho relacionadas à capacidade de fornecimento de oxigênio, que podem levar à anaerobiose (PÖRTNER *et al.*, 2017; LEVINTON, 2020). Assim, dado que *U. maracoani* demonstra ser menos eficaz em termos de regulação osmótica, não tolerando desafio hiposmótico grave (THURMAN *et al.*, 2017), a ausência de machos realizando *waving display* ao longo de janeiro associa-se ao alto gasto energético enfrentado ao utilizar o quelípode maior nas condições adversas encontradas, provocando sua inatividade no substrato.

Tais limitações tornam-se especialmente relevantes durante eventos de ondas de calor, que estão se tornando cada vez mais frequentes em cenários de mudanças climáticas (LLORET; BATLLORI, 2021). Aumento das temperaturas e alterações nos padrões de

precipitação podem modificar a salinidade e a disponibilidade de habitat estuarino, influenciando o *waving display*, crucial para a comunicação e reprodução da espécie. Essas mudanças ambientais podem causar estresse osmótico, afetando a fisiologia dos caranguejos e levando a uma redução na eficácia dos sinais visuais. Além disso, a elevação do nível médio relativo do mar pode alterar , afetando a dinâmica social e o sucesso reprodutivo dos indivíduos.

A falta de ocorrência de acenos na zona mais próxima ao riacho não decorre de uma suposta distância da área de forrageamento, mas sim da segregação funcional entre as zonas de alimentação e de tocas. Embora os indivíduos que ocupam a margem do riacho sejam adultos, essa região é explorada primordialmente para a atividade de alimentação, onde o sedimento úmido e rico em microflora bentônica favorece a reposição energética (GUIZARDI, 2019; PILLON *et al.*, 2019). Após se alimentarem, esses caranguejos se deslocam para a zona de tocas, situada em níveis ligeiramente mais elevados, onde estabelecem seus territórios e concentram suas interações sociais (SANCHES, 2017).

Embora áreas abertas facilitem a visualização dos movimentos de cortejo pelas fêmeas, a zona de alimentação não é o local onde os machos realizam as exibições, pois os acenos estão intrinsecamente vinculados à posse e defesa de uma galeria (SANCHES, 2017; PINHEIRO *et al.*, 2016). A toca é um recurso essencial que funciona como refúgio contra predadores e estresse térmico, além de ser o local onde ocorre a cópula e a incubação.

Portanto, segundo Souza (2024), os adultos priorizam o investimento energético no aceno sexual na zona de tocas, onde o sinal visual de corte pode efetivamente atrair fêmeas errantes para o interior das galerias, garantindo o sucesso reprodutivo. Quando realizada a ANOVA com os dados obtidos ao longo dos três meses de coleta (Tabela 6), os resultados apresentaram efeito significativo do regime de maré e da fase lunar sobre o índice de frequência de *waving display* realizado pelos caranguejos chama-maré. Mantendo mesmo resultado para as interferências dentro do período de cada mês isolado (Tabela 7).

Tabela 6: ANOVA de índice de *waving display* sob os fatores mês (Outubro, Novembro e Janeiro), maré e fase da lua em um manguezal do Rio Mucuri, Bahia.

Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P
Mês	490,36	2	245,18	115,77	0,00
Maré	64,12	6	10,69	5,05	0,00
Lua	18,91	3	6,30	2,98	0,03
RESIDUAL	444,74	210	2,12		

Tabela 7: ANOVA de índice de índice de *waving display* sob os fatores maré e fase da lua analisado em cada mês separado

Mês	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P
out/22	Maré	62,25	6,00	10,37	3,96	0,00
	Lua	20,71	3,00	6,90	2,63	0,06
	RESIDUAL	144,16	55,00	2,62		
nov/22	Maré	109,46	5,00	21,89	9,44	0,00
	Lua	92,03	3,00	30,68	13,22	0,00
	RESIDUAL	157,75	68,00	2,32		

Como no mês de janeiro/2023 não foi verificada a realização de *waving display* pelos indivíduos em nenhuma amostra, justifica-se a não realização da ANOVA para influência dos fatores em estudo neste período. O teste de Tukey, realizado para identificação das diferenças significativas entre as médias do índice de frequência de *waving display* sob análise de cada fator, destacou uma distinção considerável entre os três meses, sendo o índice em 3,58, 2,19 e -0,16, como ilustra o Apêndice F.

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para fase lunar			
Lua	Média	Grupos Homogêneos	
Crescente	1,44	X	
Minguante	1,83	X	X
Cheia	1,84	X	X
Nova	2,37		X

Para melhor compreensão destas interferências foram verificados os índices de frequência de acenos ao longo de cada fase lunar por altura de maré, no período de outubro (Figura 16) e novembro (Figura 17) de 2022. A ANOVA demonstrou que há diferenças significativas ($p < 0,05$) em todas as ocasiões, exceto na lua nova de outubro e na cheia de novembro, como demonstrado pelo teste de Tukey (APÊNDICE H) representado nos gráficos das Figuras 16 e 17.

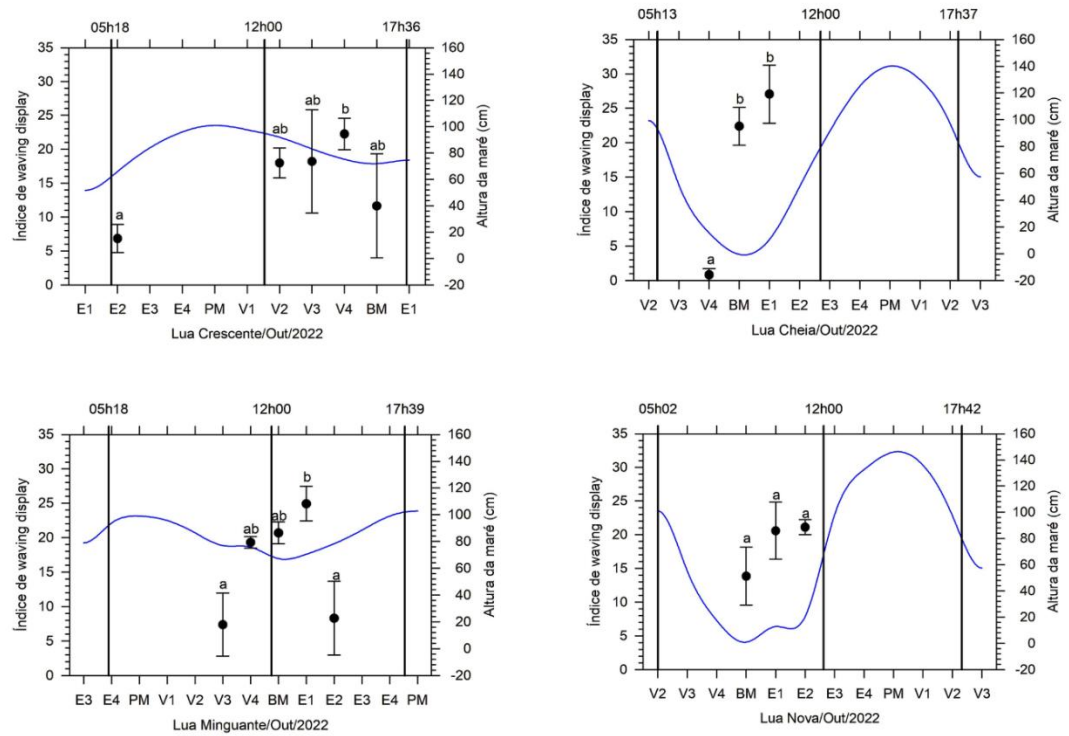
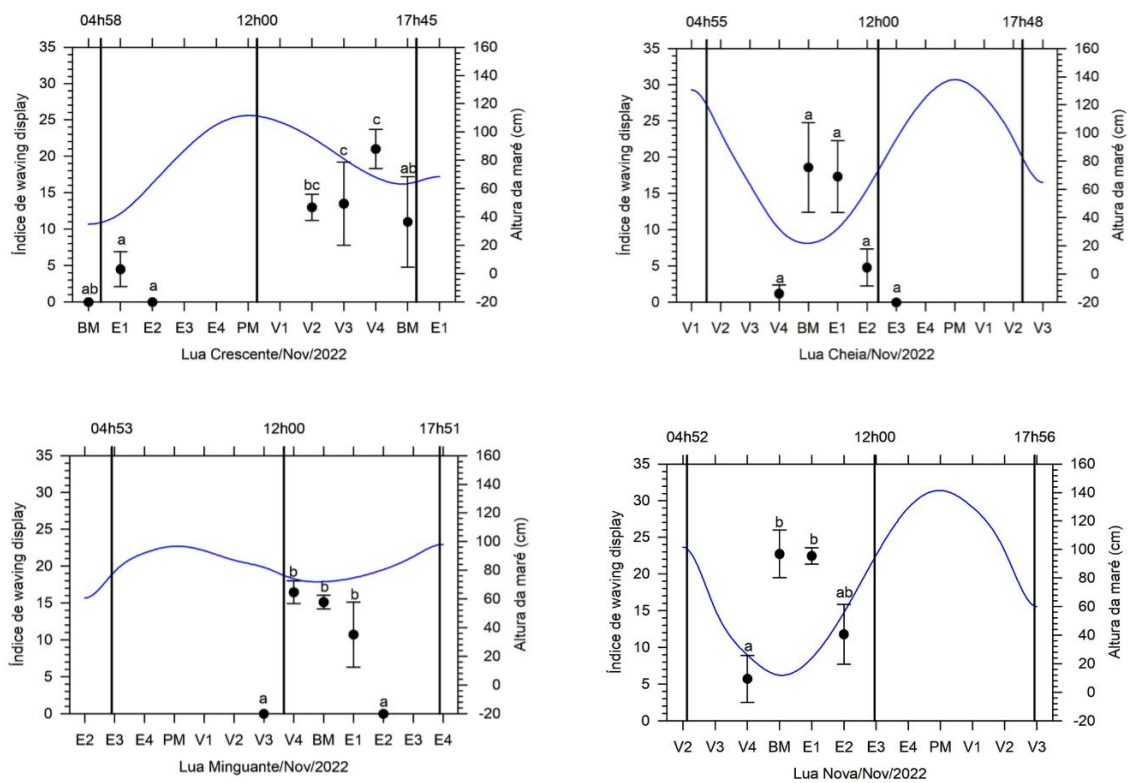


Figura 16: Distribuição das médias e erro padrão dos índices de frequência de *waving display* ao longo dos estágios de maré em cada fase lunar no mês de outubro/2022 em manguezal do rio Mucuri, Bahia. BM = baixamar; E1 a E4 = sucessivos estágios de maré enchente; PM = preamar; V1 a V4 = sucessivos estágios de maré vazante. As curvas em azul representam a variação da altura de maré durante o período. As linhas verticais marcam os horários do nascer do sol, do meio-dia e do pôr do sol.



Nota: Os índices comportamentais foram previamente submetidos à transformação por raiz quadrada. Os painéis representam as fases lunares (Crescente, Cheia, Minguante e Nova) sob o delineamento de ANOVA unifatorial para o fator maré. Letras minúsculas distintas indicam diferenças estatísticas significativas entre os estágios de maré pelo teste *post-hoc* de Tukey ($p < 0,05$). As linhas verticais contínuas delimitam cronologicamente o nascer do sol, o meio-dia e o pôr do sol.

Figura 17: Distribuição do índice de frequência médio ($\pm$ erro padrão) de *waving display* (pontos pretos) de *Uca maracoani* e altura da maré (linha azul) no estuário do Rio Mucuri, BA, em novembro de 2022.

Nas marés de sizígia de outubro e novembro, a preamar vespertina resultou no alagamento da zona de tocas já ao meio-dia (estágios E3-E4). Como os caranguejos do gênero *Uca* se recolhem e fecham as aberturas de suas galerias antes de serem cobertos pela água, buscando proteção contra inundações, dessecação e predadores (PINHEIRO *et al.*, 2016; SANCHES, 2017), o *waving display* ficou restrito ao período matutino. A atividade iniciou-se com baixa frequência no estágio V4, com tendência de aumento na baixamar e início da enchente (E1), apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) na lua cheia de outubro e nova de novembro.

O índice de exibição cessou ou reduziu gradualmente com a aproximação do alagamento, evidenciando que, na sizígia, o ciclo de maré sobrepõe-se ao ciclo de claro-escuro na definição da janela de exibição (PINHEIRO *et al.*, 2016). Nas marés de quadratura, o alagamento ocorreu predominantemente entre os estágios E3 e V1. Na fase crescente, com a preamar próxima ao meio-dia, o *waving* concentrou-se no início da manhã (enchente) e após o meio-dia (vazante), sendo significativamente maior ($p < 0,05$) no período vespertino.

Esse padrão sugere que a maior temperatura após o meio-dia contribui para o aumento da frequência das exibições. Vianna (2019) ressalta que embora o estresse térmico extremo possa restringir atividades na superfície, dentro da janela de exposição permitida pela maré, o calor parece atuar como um modulador que intensifica o vigor das interações sociosexuais, superando a hipótese de que a atividade seria intrinsecamente superior apenas pelo estágio de maré vazante. A análise da lua minguante reforça essa interação, pois a preamar nos extremos do dia concentrou a atividade sob maior incidência solar.

Em outubro, o índice foi significativamente superior na vazante, enquanto em novembro não houve diferença entre os estágios de exibição. Conclui-se que o ciclo de maré desempenha o papel decisivo em estabelecer as janelas temporais de atividade na superfície (PINHEIRO *et al.*, 2016; SOUZA, 2024). Dentro desses intervalos, o ciclo de claro-escuro, refletido na variação térmica, promove um ajuste fino que define os picos de *waving display*. Essa sincronia garante que o investimento energético na corte ocorra em janelas de máxima viabilidade

biológica e visibilidade para a espécie (PINHEIRO *et al.*, 2016; SANCHES, 2017; SOUZA, 2024).

Apesar de as análises isoladas para cada fase lunar não terem detectado diferenças constantes entre todos os estágios, a análise conjunta dos dados revelou que os estágios compreendidos entre a vazante 2 (V2) e a enchente 2 (E2) apresentaram os índices de frequência de acenos significativamente melhores ($p < 0,05$). Essas distinções foram ratificadas pelas análises mensais isoladas (APÊNDICE G), que evidenciaram médias superiores nesses intervalos em relação aos demais estágios, variando conforme a amplitude da maré (conforme detalhado na Tabela 3, onde os índices médios atingiram seus picos nessas janelas).

A recorrência de índices significativamente maiores nos estágios V2 e E2 justifica-se pelo fato de representarem os momentos cruciais de exposição do substrato antes e logo após a baixamar. Nesses períodos, ocorre uma maior concentração de indivíduos na zona de tocas, intensificando a interação social. De acordo com Murai *et al.* (2006), as fêmeas demonstram preferência por machos que realizam acenos com taxas mais rápidas (maiores índices), associando esse vigor a indivíduos de maior qualidade biológica.

Assim, nos últimos momentos antes de a área ser totalmente coberta pela enchente (especialmente em E2), os machos ampliam o investimento energético nos acenos devido à proximidade das fêmeas e à necessidade de garantir o acasalamento antes do retorno à fase subterrânea. Além disso, a variação das atividades de *U. maracoani* ocorre em intervalos quinzenais, os quais estão diretamente sincronizados com os ciclos sinódicos da lua. Esses intervalos correspondem às fases de lua cheia e lua nova, conhecidas como marés de sizígia.

A intensificação do comportamento nesses períodos é uma estratégia adaptativa, considerando que o acasalamento e a incubação são cronometrados para que as fêmeas liberem suas larvas precisamente durante as marés altas de sizígia, aproveitando a maior amplitude de maré para transportar as larvas (zoés) para ambientes mais profundos e seguros, garantindo o sucesso reprodutivo da espécie.

Assim, nos últimos momentos antes da cobertura total do substrato pela enchente da maré, os indivíduos empenhariam mais na realização do aceno motivado pela proximidade de fêmeas devida a maior concentração de indivíduos na região (OLIVEIRA; CUSTÓDIO, 1998; MURAI *et al.*, 2006). Crane (1958) também sugere que as atividades de caranguejos de gênero *Uca spp.* apresentam níveis mais elevados em intervalos quinzenais, ocorrendo em diferentes momentos do dia, a depender da maré, e que estão estritamente sincronizados com o ciclo

semilunar das marés, governado pelas fases de lua nova e cheia (SANCHES, 2017; SOUZA, 2024; CHRISTY, 1982; CHRISTY; MORGAN, 1998).

Essas variações cíclicas são fundamentais, pois o ciclo de vida desses caranguejos depende da coluna d'água para a dispersão das larvas (PINHEIRO *et al.*, 2016). No presente estudo, a variação quinzenal das atividades foi identificada por meio da oscilação na proporção sexual da população, com um predomínio significativo de fêmeas durante as marés de sizígia, correspondentes às fases de lua cheia ($\chi^2 = 56,4$) e lua nova ($\chi^2 = 50,0$), ambas apresentando $p < 0,05$. Essa periodicidade reflete a estratégia reprodutiva de *U. maracoani*, cujas fêmeas sincronizam a liberação de larvas com as marés de maior amplitude.

Quanto ao desempenho comportamental, a ANOVA para o índice de frequência de *waving display* demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre as fases lunares ($p < 0,05$), com variações mais acentuadas entre as luas crescente e nova. O índice máximo de frequência de acenos foi registrado durante a lua nova, enquanto o mínimo ocorreu na lua crescente, conforme evidenciado pelas médias detalhadas na Tabela 3 e nos testes de Tukey apresentados no Apêndice H.

Essa disparidade sugere que a lua nova concentra o pico das atividades de corte, ao passo que na fase crescente há uma redução do estímulo visual para os machos, possivelmente devido à menor atividade das fêmeas na superfície durante o período de incubação dos ovos. Apesar de não serem conhecidos na literatura fatores determinantes para tal resultado, analisando os dados do APÊNDICE A3, é cabível considerar que na localidade possa haver maior concentração de reprodução na lua nova, intensificando os índices de *waving*. Na lua subsequente (crescente) as fêmeas diminuiriam suas atividades no substrato enquanto realizam a incubação dos ovos, reduzindo o estímulo por meio de sua presença que intensificariam o *waving display* aos machos.

Por fim, considerando os diferentes indicadores disponíveis para o monitoramento do comportamento de *waving display* em *Uca maracoani*, o índice de frequência é o mais adequado e confiável. Este indicador é menos suscetível a erros de amostragem e não requer transformação de dados, tornando-o uma medida mais direta e sensível a mudanças comportamentais. Em contraste, a porcentagem de indivíduos realizando *waving* pode não refletir com precisão a qualidade do comportamento exibido. Portanto, o índice de frequência de *waving display* oferece uma representação mais precisa e qualitativa do comportamento observado, garantindo maior rigor nos resultados do estudo.

Cabe destacar que para padronizar o monitoramento de aceno de *U. maracoani*, é relevante integrar a análise do ciclo claro-escuro ao regime de marés, sob o risco de introduzir

ruídos metodológicos que mascarem os efeitos reais de variáveis ambientais. Pinheiro *et al.* (2016) ressaltam que a negligência deste ciclo pode levar à subestimativa das taxas de atividade social, uma vez que os padrões de comportamento sofrem flutuações cíclicas geofísicas que vão além da simples inundação da maré.

Durante as fases de lua crescente e minguante, os caranguejos realizam um ajuste fino de suas atividades baseado na variação térmica e luminosidade, concentrando picos de exibição nas horas que sucedem o meio-dia (GUIZARDI, 2019). Caso o observador ignore essa sincronia, corre o risco de realizar amostragens em janelas de baixa viabilidade biológica, falhando em capturar o vigor máximo da corte e da defesa territorial, o que compromete a integridade dos dados e inviabiliza a realização de estudos populacionais comparativos..

Já para as fases lunares cheia e nova, o período mais propício do ciclo de maré para realizar o monitoramento de *Uca maracoani* é a Enchente 1 (E1). Durante este estágio, observa-se não apenas uma maior presença de fêmeas, mas também um aumento significativo no percentual de machos realizando o *waving display*. Além disso, as exibições comportamentais dos machos se mostram mais intensas e visíveis, facilitando a observação e o registro desses comportamentos. Esse conjunto de fatores torna a E1 um momento particularmente vantajoso para estudos e análises detalhadas sobre a dinâmica populacional e os padrões comportamentais dessa espécie de caranguejo, proporcionando dados mais robustos e consistentes para os pesquisadores.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os organismos bioindicadores são utilizados para indicar os efeitos das alterações ambientais no sistema biótico. Respondem a elas por meio de reações comportamentais ou metabólicas mensuráveis, que indicam e refletem alguma mudança no ambiente onde eles vivem (MCGEOCH, 1998). Para tal, é necessário o conhecimento dos impactos dos fatores em análise aos indivíduos da espécie em observação.

Os fatores ambientais abióticos mensurados no presente estudo não apresentaram correlação linear significativa nas análises para a taxa de *waving display* ou para o índice de frequência de *waving display*. Contudo, a sinergia entre os fatores físico-químicos, especialmente a baixa salinidade e a alta temperatura, pode gerar estresse osmótico, influenciando diretamente o comportamento dos caranguejos.

Visto que são necessárias modificações fisiológicas, comportamentais ou morfológicas do indivíduo para indicar quais variáveis estão fora dos limites ideais para aquela espécie (TANAKA *et al.*, 2016), é possível recorrer ao *Uca maracoani* para verificação de integridade do ecossistema associado com ações antropológicas de impacto/poluição ao ambiente de manguezais, dado que a mesma não possui sensibilidade a variações de fatores ambientais individuais. Foi possível quantificar a proporção de indivíduos machos e fêmeas dos caranguejos chama-maré *Uca maracoani*, assim como o percentual de indivíduos realizando o *waving display* na população local e realizar a devida aferição do índice durante a sua realização.

Também foram identificadas as possíveis variações ao longo das fases lunares, dos ciclos de maré e do ciclo claro-escuro, constatando a realização do movimento em todas as ocasiões, com exceção do mês de janeiro de 2023, em que não foi identificado nenhum comportamento de *waving display*. Com isso, de modo a entender a ausência de *waving display* no mês de janeiro, sugere-se duas análises: correlação dos fatores ambientais em conjunto, principalmente quando acentuados pelas mudanças climáticas; e estudo da biologia reprodutiva desta espécie com coleta de informações ao longo de todo o ano, e em meses de janeiro dos próximos anos, na localidade do presente estudo, uma vez que padrões distintos foram verificados em diferentes áreas de estudo na costa brasileira.

Desse modo, também será possível verificar se a diferença significativa para índice de *waving display* para as fases lunares crescente e nova se repete em diferentes meses, ou seria ocasionada por possível sazonalidade de reprodução na localidade. Os resultados encontrados sob as análises do ciclo sinódico, dos ciclos de maré e do ciclo claro-escuro mostram uma

relação direta entre as fases lunares e os outros dois ciclos. As observações feitas ao longo das marés de quadratura (fases de lua crescente e minguante) demonstraram maiores intensidades de realização de *waving display* logo após o horário de meio dia, enquanto na maré de sizígia (fases de lua nova e cheia), os estágios de maré mais próximos à baixamar, sobretudo a enchente 1 (primeiro estágio de maré após a baixamar) evidenciou maiores realizações do comportamento analisado. Esses momentos revelaram-se cruciais para a observação do *waving display* em *Uca maracoani*, com aumento significativo na atividade comportamental, oferecendo insights valiosos para a compreensão da dinâmica populacional e comportamental desses caranguejos. Ao estabelecer o começo da enchente durante as marés de sizígia e os momentos pós meio dia durante as marés de quadratura como períodos preferenciais para monitoramento, este trabalho não apenas otimiza recursos financeiros, mas também promove uma abordagem mais eficaz e assertiva na coleta de dados.

Essa estratégia permite uma análise mais abrangente das interações sociais e comportamentais dos caranguejos, oferecendo uma visão detalhada das complexidades do seu habitat estuarino. Além disso, ao destacar a importância de uma abordagem diurna para o monitoramento, o estudo destaca a relevância de considerações temporais específicas na pesquisa de campo, as quais exigem a sincronização das observações com os ritmos de maré e lunares. Para a espécie *U. maracoani*, essas janelas temporais críticas foram identificadas como o início da maré enchente (estágio E1) durante as luas nova e cheia (sizígia), e os períodos após o meio-dia durante as luas crescente e minguante (quadratura).

A adoção desses critérios, somada à recomendação de coletas preferencialmente entre 09:00h e 15:00h para maximizar a visibilidade, não apenas aprimora a precisão dos dados coletados ao coincidir com os picos de exibição comportamental, mas também abre novas perspectivas para investigações futuras sobre o comportamento e a ecologia dessa espécie. Com a metodologia aplicada e os resultados encontrados, este estudo avança no conhecimento científico sobre *Uca maracoani* e estabelece um precedente para abordagens inovadoras na pesquisa comportamental de crustáceos estuarinos. Os dados não apenas contribuem para a literatura científica, mas também promovem uma compreensão mais profunda da ecologia e do comportamento da espécie estudada.

8. REFERÊNCIAS

AGRAWALA, S.; OTA, T.; RISBEY, J.; HAGENSTAD, M.; SMITH, J.; VAN AALST, M.; KOSHY, K.; PRASAD, P. Development and Climate Change in Fiji: Focus on coastal mangroves. Paris, France: **OECD**, 2003

ALMEIDA, F. C. de. **A história da devastação dos manguezais aracajuanos**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/4280>

ANACLETO, A. F. M. **Biologia reprodutiva dos caranguejos chama-maré (crustacea, decapoda, ocypodidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/59432/R%20-%20D%20-%20ANDRE%20FERNANDO%20MIYADI%20ANACLETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARIAS, A.R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C. de; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 61-72, mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100011>

AZEVEDO, D. S.; SILVA, J. V. C. L.; CASTIGLIONI, D. S. Population biology of *Uca maracoani* in a tropical mangrove. **Thalassas: An International Journal of Marine Sciences**, v. 33, p. 1-13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41208-015-0008-0>

BENETTI, A. S. **Biologia Reprodutiva em Espécies do Gênero Uca (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em manguezais tropicais**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/106514>

BEZERRA, L. E. A.; DIAS, C. B.; SANTANA, G. X.; MATTHEWS-CASCON, H. Spatial distribution of fiddler crabs (genus *Uca*) in a tropical mangrove of northeast Brazil. **Scientia Marina**, v. 70, n. 4, p.759-766, 2006. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63239>

BEZERRA, L. E. A. **Taxonomia, filogenia e biogeografia das espécies de caranguejos do gênero Uca Leach, 1814 (Decapoda: Ocypodidae) no Oceano Atlântico e Pacífico Oriental**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8365>

DA SILVA BEZERRA, D.; AMARAL, S.; KAMPEL, M. Impactos da elevação do nível médio do mar sobre o ecossistema manguezal: a contribuição do sensoriamento remoto e modelos computacionais. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 152-162, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X12569>

BELÚCIO, L. F. **Comportamento, ritmo de atividade e arquitetura das galerias de Uca maracoani (Latreille, 1802) e Minuca rapax (Smith, 1870)**. Tese (Doutorado em Ecoetologia) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2016.

BEZERRA, É. C. D.; DE OLIVEIRA, S. V.; DIAS, L. C.; ROHENKOHL, J. E. Modelo conceitual de análise do grau de evolucionismo da teoria institucionalista. **XXIII Encontro De Economia da Região Sul**, 2020. Disponível em:

https://www.anpec.org.br/sul/2020/submissao/files_I/i1-95a71980050406a2aafc156da010eefd.pdf

BLISS, D. E. Transition from water to land in decapod crustaceans. **American Zoologist**, v. 8, n. 3, p. 355-392, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/8.3.355>

BLISS, D.E.; VAN MONTFRANS, J.; VAN MONTFRANS, M.; BOYER, JR. Behaviour and growth of the land crab *Gecarcinus lateralis* (Fréminville) in southern Florida. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 160, p. 111–152, 1978. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2246/563>

BOTT, R. Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador. 3. **Senckerbergiana Biologica**, v. 37, p. 229-242, 1956.

BOTTO, F.; IRIBARNE, O. Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. **Estuarine, coastal and shelf Science**, v. 51, n. 2, p. 141-151, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0642>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da região hidrográfica Atlântico Leste**. Brasília-DF, 2006

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIOAMBIENTE. Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, 2018.

BURGER, J.; BRZORAD, J.; GOCHFELD, M. Immediate effects of an oil spill on behavior of fiddler crabs (*Uca pugnax*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 20, n. 3, p. 404-409, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01064411>

CALADO, V; MONTGOMERY, D. C., Planejamento de Experimentos usando Statistica. 1. ed. Rio de Janeiro: **E-papers**, 2003

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Ari: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, dez. 2001. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/512901>

CAPPARELLI, Mariana V.; MCNAMARA, John C.; THURMAN, Carl L.; PÉREZ-CEBALLOS, Rosela; GÓMEZ-PONCE, Mario A.; CARDOSO-MOHEDANO, José-Gilberto; MOULATLET, Gabriel M. Can tolerances of multiple stressors and calculated safety margins in fiddler crabs predict responses to extreme environmental conditions resulting from climate change?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 179, p. 113674, 2022.

CARO, Tim (Ed.). Behavioral ecology and conservation biology. **Oxford University Press**, 1998.

CHRISTY, J. H. Burrow structure and use in the sand fiddler crab, *Uca pugilator* (Bosc). **Animal Behaviour**, v. 30, n. 3, p. 687-694, 1982a. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(82\)80139-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(82)80139-5)

CHRISTY, J.H. Adaptative significance of semilunar cycles of larval release in fiddler frabs (Genus *Uca*): Test of a hypothesis. **Biological Bulletin**, v. 163, p. 251-263, 1982b. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.2307/1541264>

CHRISTY, JOHN H.; SALMON, MICHAEL. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (genus *Uca*). **Biological Reviews**, v. 59, n. 4, p. 483-509, 1984. DOI:

<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1984.tb00412.x>

CHRISTY, J. H.; SALMON, M. Comparative studies of reproductive behavior in mantis shrimps and fiddler crabs. **American Zoologist**, v. 31, n. 2, p. 329-337, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/31.2.329>

CHRISTY, J. H.; MORGAN, S. G. Estuarine immigration by crab postlarvae: mechanisms, reliability and adaptive significance. **Marine Ecology Progress Series**, v. 174, p. 51-65, 1998. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps174051>

CHRISTY, J. H.; BACKWELL, P. R. Y.; GOSHIMA, S.; KREUTER, T. Sexual selection for structure building by courting male fiddler crabs: an experimental study of behavioral mechanisms. **Behavioral Ecology**, v. 13, n. 3, p. 366-374, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/beheco/13.3.366>

CHRISTY, J. H.; BACKWELL, P. R. Y. No preference for exaggerated courtship signals in a sensory trap. **Animal behaviour**, v. 71, n. 5, p. 1239-1246, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.11.008>

CHRISTY, J. H. Predation and the reproductive behavior of fiddler crabs (genus *Uca*). In: Evolutionary ecology of social and sexual systems. **Oxford University Press**, Oxford. p. 211-231, 2007.

CUNHA, W. H. de A. Introdução ao desenvolvimento histórico e aos princípios básicos da etologia. **Encontro paulista de etologia**, Jaboticabal: v. 1, p. 1-33, 1983.

CRANE, J. Basic patterns of display in fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*). **Zoologica**, v. 42, p. 69-82, 1957.

CRANE, J. Aspects of social behavior in the fiddler crabs, with special references to *Uca maracoani* (Latreille). **Zoologica**, p. 113-131, 1958.

CRANE, J. Fiddler crabs of the world: Ocypodidae: genus *Uca*. **Princeton University Press**, 1975.

ROLL, G. A.; MCCLINTOCK, J. B. An evaluation of lekking behavior in the fiddler crab *Uca* spp. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 254, n. 1, p. 109-121, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00276-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00276-8)

D'ALMEIDA, C. A.; DANTAS, R. M. M. C. Contribuições de um “guarda-parques” para os estudos do comportamento animal no século XVIII. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, p. 10-10, 2018. DOI: https://doi.org/10.51919/revista_sh.v1i1.174

DAVIE, P. J. F.; GUINOT, D.; NG, P. K. L. Systematics and classification of Brachyura. In: **Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea, Volume 9 Part C (2 vols)**. Brill Leiden, Boston, p. 1049-1130, 2015. DOI: https://doi.org/10.1163/9789004190832_021

DEAN, W. With Broadax and firebrand — the destruction of the Brazilian Atlantic Forest. Berkeley, **University of California Press**, 1995.

DE ASSIS, D. M. S. O efeito das mudanças climáticas e das atividades econômicas na perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos dos manguezais. **Reflexões em Biologia da Conservação. Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, p. 155-165, 2020.

DecaNet. Ocypodidae Rafinesque, 1815. **World Register of Marine Species**. Disponível em: <<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=106773>>. Acessado em: 14 de jan. de 2024.

- DE LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; E SOUZA, G. M.; BEZERRA, L. J. C.; DE MENEZES, M. O. T. Manguezais do Nordeste. **Ciência Hoje**, v. 39, n. 229, ago. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271519241_Manguezais_do_Nordeste
- DE LA IGLESIA, H. O.; RODRÍGUEZ, E. M.; DEZI, R. E. Burrow plugging in the crab *Uca uruguayensis* and its synchronization with photoperiod and tides. **Physiology & behavior**, v. 55, n. 5, p. 913-919, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)90079-5](https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90079-5)
- DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F.; SABINO, J. Comportamento animal: Uma introdução à Ecologia Comportamental. Jundiaí: **Livraria Conceito**, p. 11-15, 2004.
- DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; BELCHIOR, C.; ALVES-SILVA, E. Ecologia Comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2883467>
- DEL-CLARO, K. Introdução à ecologia comportamental: um manual para estudo do comportamento animal. 1. ed. Rio de Janeiro: **Technical Books Editora**, 128 p. 2010.
- DE MATOS, Rivanna Maria Figueredo. Indústria de celulose no município de Mucuri–Bahia: panorama dos aspectos socioeconômicos e uso do solo. **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, v. 9, n. 1, p. 82-100, 2020.
- DE MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral Brasileiro. **Editora Plêiade**; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1996.
- DERIVERA, C. E.; VEHRENCAMP, S. L. Male versus female mate searching in fiddler crabs: a comparative analysis. **Behavioral Ecology**, v. 12, n. 2, p. 182-191, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1093/beheco/12.2.182>
- DÍAZ, H.; CONDE, J. E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of marine science**, v. 45, n. 1, p. 148-163, 1989. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1989/00000045/00000001/art00011>
- DI BENEDETTO, M. D. **Biologia de *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (DECAPODA, BRACHYURA, OCYPODIDAE) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná – Curitiba, Paraná. 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/16925>
- DI BENEDETTO, M.; MASUNARI, S. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, p. 381-389, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000400007>
- DONEY, S. C.; RUCKELSHAUS, M.; DUFFY, J. E.; BARRY, J. P.; CHAN, F.; ENGLIDH, C. A.; GALINDO, H. M.; GREBMEIER, J. M.; HOLLOWED, A. B.; KNOWLTON, N.; POLOVINA, J.; RABALAIS, N. N.; SYDEMAN, W. J.; TALLEY, L. D. Climate change impacts on marine ecosystems. **Annu. Rev. Mar. Sci.**, v. 4, p. 11-37, 2012.
- DRUMMOND, J. A. A história ambiental: temas, fontes e linhas de pesquisa. **Revista Estudos Históricos**, v. 4, n. 8, p. 177-197, 1991. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/10437>
- DRUMMOND, J. A. Por que estudar a história ambiental do Brasil? - ensaio temático. **Varia História**, n. 26, p. 23-29, jan. 2002. Disponível em: <https://shre.ink/k22v>

DUKE, N. C.; MEYNECKE, J.-O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; EWEL, K. C.; FIELD, C. D.; KOEDAM, N.; LEE, S. Y.; MARCHAND, C.; NORDHAUS, I.; DAHDOUN-GUEBAS, F. A world without mangroves?. **Science**, v. 317, n. 5834, p. 41-42, jul. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.317.5834.41b>

EMMERSON, W. D. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. **Journal of Crustacean Biology**, v. 14, n. 3, p. 568-578, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1163/193724094X00137>

FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. The world's mangroves 1980-2005. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Roma, Itália, 2007. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a1427e/a1427e00.pdf>

FARIA, M. N. Estudo Técnico no. 1: Aspectos do comportamento das bocas-de-cavalete *Uca tangeri* EIDOUX (Ocypodidae, Brachyura) no Parque Natural da Ria Formosa. **PNRF, Algarve**, 1994.

FRIESS, DANIEL A.; ROGERS, KERRYLEE; LOVELOCK, CATHERINE E.; KRAUSS, KEN W.; HAMILTON, STUART E.; LEE, SHING YIP; LUCAS, RICHARD; PRIMAVERA, JURGENNE; RAJKARAN, ANUSHA; SHI, SUHUA. The state of the world's mangrove forests: past, present, and future. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 44, p. 89-115, 2019.

FRIX, M. S.; HOSTETLER, M. E.; BILDSTEIN, K. L. Intra-and interspecies differences in responses of Atlantic sand (*Uca pugilator*) and Atlantic marsh (*U. pugnax*) fiddler crabs to simulated avian predators. **Journal of Crustacean Biology**, v. 11, n. 4, p. 523-529, 1991. DOI: <https://doi.org/10.2307/1548521>

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica é a floresta mais devastada do Brasil**. Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>

GABRIEL, V. de A.; VASCONCELOS, A. A.; DE LIMA, E. F.; CASSOLA, H.; BARRETTO, K. D.; DE BRITO, M. C. A importância das plantações de eucalipto na conservação da biodiversidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 203-213, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.74.435>

GALLINI, S. Historia, ambiente, política: el camino de la historia ambiental en América Latina. **Nómadas**, n. 30, p. 92-102, 2009. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75502009000100008

GENONI, G. P. Food limitation in salt marsh fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) (Decapoda, Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 87, n. 1, p. 97-110, 1985. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(85\)90195-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90195-9)

GIRARDI, L. H.; CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Erro tipo I e poder de cinco testes de comparação múltipla de médias. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.27, n.1, p.23-36, 2009. Disponível em: <https://shre.ink/k2AA>

GONÇALVES, G. A. R.; ROLON, A. C. A. DE; COTTENS, K. F.; SANTOS, N. G. DOS; CELLA, V. G. C.; METRI, C. B. Monitoramento do Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) no Lagamar Paranaense. **Biodiversidade Brasileira (BioBrasil)**, v. 12, n. 1, p. 143-158, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i1.1831>

GUIZARDI, P. S. **Ecologia, biologia populacional e reprodutiva de caranguejos chamamarrés (Decapoda: Ocypodidae) em dois manguezais tropicais do Atlântico Ocidental.**

2019. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar - Labomar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49128>. Acesso em: 19 maio. 2026.

HIROSE, Gustavo L.; NEGREIROS-FRANSOZO, Maria L. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Gulf and Caribbean Research**, v. 19, n. 1, p. 43-50, 2007. DOI: <https://doi.org/10.18785/gcr.1901.05>

HOW, M. J. **The Fiddler Crab Claw-waving Display: An analysis of the structure and function of a movement-based visual signal**. Thesis (Doctor of Philosophy) - The Australian National University, 2007.

HOW, M. J.; ZEIL, J.; HEMMI, J. M. Variability of a dynamic visual signal: the fiddler crab claw-waving display. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 195, p. 55-67, 2009.

HYATT, G. W. Quantitative analysis of size-dependent variation in the fiddler crab wave display (*Uca pugilator*, Brachyura, Ocypodidae). **Marine & Freshwater Behaviour & Phy**, v. 5, n. 1, p. 19-36, 1977. DOI: <https://doi.org/10.1080/10236247709378520>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Catálogo Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)**. Disponível em: <<https://cnuc.mma.gov.br/>>. Acesso em: 22 de nov. 2023

JAROENSUTASINEE, K.; JAROENSUTASINEE, M. Male body size influences female choice and male-male competition in the fiddler crab, *Uca paradussumieri* Bott, 1973 (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, v. 76, n. 2, p. 177-186, 2003.

JENNIONS, M. D.; BACKWELL, P. R. Y. Residency and size affect fight duration and outcome in the fiddler crab *Uca annulipes*. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 57, n. 4, p. 293-306, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1996.tb01851.x>

JONES, Michael B.; SIMONS, M. J. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bulletin of Marine Science*, v. 33, n. 3, p. 656-670, 1983. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1983/00000033/00000003/art00013#trendmd-suggestions>

JORDÃO, J. M.; CURTO, A. F.; OLIVEIRA, R. F. Stereotypy and variation in the claw waving display of the fiddler crab *Uca tangeri*. **acta ethologica**, v. 10, p. 55-62, 2007.

KIM, T. W.; KIM, T. K.; CHOE, J. C. Compensation for homing errors by using courtship structures as visual landmarks. **Behavioral Ecology**, v. 21, n. 4, p. 836-842, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/beheco/arq067>

KOCH, Volker; WOLFF, Matthias; DIELE, Karen. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a North Brazilian mangrove ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, v. 291, p. 177-188, 2005. DOI: 10.3354/meps291177

KRISTENSEN, E.; PENHA-LOPES, G.; DELEFOSSE, M.; VALDEMARSEN, T.; QUINTANA, C. O.; BANTA, G. T. What is bioturbation? The need for a precise definition for 44 fauna in aquatic sciences. **Marine Ecology Progress Series**, v. 446, p. 285-302, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps09506>

LACERDA, L. D. DE; LINNEWEBER, V. Mangrove ecosystems: function and management. **Springer Science & Business Media**, 2002.

- LEAL, C. Aguzar la mirada colectiva, el gran desafío de la historia ambiental latinoamericana. **Historia y sociedad**, n. 36, p. 243-263, 2019. Disponível: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-84172019000100243
- LEFF, E. Construindo a história ambiental da América Latina. **Esboços: histórias em contextos globais**, v. 12, n. 13, p. 11-29, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327270943_Construindo_a_Historia_Ambiental_da_America_Latina
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical Ecology: Second English Edition Elsevier. **Science BV, Amsterdam**, p. 853, 1998.
- LEVINTON J.; STURMBAUER, C.; CHRISTY, J. Molecular data and biogeography: resolution of controversy over evolutionary history of a pantropical group of invertebrates. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 203, n. 1, p. 117-131, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(96\)02573-7](https://doi.org/10.1016/0022-0981(96)02573-7)
- LEVINTON, Jeffrey. Thermal stress: the role of body size and the giant major claw in survival and heat transfer of a fiddler crab (*Leptuca pugilator*). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 530, p. 151428, 2020.
- LIMA, K. O. DE O.; TOGNELLA, M. M. P.; SCHMIDT, A. J.; SCHMILDT, E. R.; PORTO, L. A.; FILHO, E. A.; VIEIRAS, S. F. R.; JÚNIOR, N. V. DE B.; ESPINOZA, H. D. C. F.; TOSTA, V. C.; GONTIJO, I. Baseline Study of *Ucides cordatus* Populations and the Contribution to the Management of These Social and Economic Resources. **Wetlands**, v. 43, n. 4, p. 28, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13157-023-01676-5>
- LLORET, Francisco; BATLLORI, Enric. Climate-induced global forest shifts due to heatwave-drought. **Ecosystem collapse and climate change**, p. 155-186, 2021.
- LOPES, A. R. S. História Ambiental: uma demanda contemporânea. **Cadernos de Pesquisa do CDHIS**, v. 23, n. 2, p. 483-496, 2010.
- MACIEL, N.C. Legislação Ambiental e o manguezal. In: Manguezais: educar para proteger. **FEMAR/SEMADS**, 2001.
- MACHADO, G. B. O.; GUSMÃO, J. B.; MAROCHI, M. Z.; ABESSA, D. M. S.; COSTA, T. M. Population biology of the fiddler crab *Uca maracoani* (Crustacea, Ocypodidae) inhabiting an impacted mangrove area on the southern coast of São Paulo state, Brazil. **Nauplius**, v. 29, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2021013>
- MAIA, CALEBE; DE LIMA, MARIA CAROLINA PÓVOAS DE LIMA; DA SILVA, MAURO MÁRCIO TAVARES; PAIVA, ROSILDO SANTOS. Densidade e estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) na Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua, Pará, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 2, p. 86-92, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p86-92>
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia do trabalho científico. 6. ed. São Paulo: **Atlas**. 2001.
- MARTINEZ, P. H. Brasil: Desafios para uma história ambiental. **Nômadias (Col)**, n. 22, p. 26-35, 2005. Disponível: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105116726003>
- MARISCAL, A.A.; CORTE, G.N.; STUART, J; ROCHA, A.R.; Arenas de exibição em *Uca* sp. (Crustacea: Decapoda). **Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica”**. 2008

- MATSUMASA, M.; MURAI, M. Changes in blood glucose and lactate levels of male fiddler crabs: effects of aggression and claw waving. **Animal Behaviour**, v. 69, n. 3, p. 569-577, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.06.017>
- MAYR, E. The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance. Cambridge: **Harvard University Press**, 1982.
- MCGECH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological reviews**, v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1017/S000632319700515X>
- MERZDORF, JESSICA. NASA Study Maps the Roots of Global Mangrove Loss. NASA, 2020. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-study-maps-the-roots-of-global-mangrove-loss>>. Acesso em: 21 de maio de 2022.
- MONTGOMERY, D. C. Diseño y Análisis de Experimentos. **Iberoamérica. México, DF**, 1993.
- MORALES, A. I. T.; CASTRO, E. C. Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos. **Biodiversidad Colombia**, v. 1, n. 5, p. 36-48, 2015. Disponível em: <https://ciencia.lasalle.edu.co/bi/vol1/iss5/5/>
- MOTA, THAÍS ARRAIS; PINHEIRO, MARCELO ANTONIO AMARO; EVANGELISTA-BARRETO, NORMA SUELY; ROCHA, SÉRGIO SCHWARZ DA. Density and extractive potential of “uçá”-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in mangroves of the “Todos os Santos” Bay, Bahia, Brazil. **Fisheries Research**, v. 265, p. 106733, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106733>
- MURAI, M.; BACKWELL, P. R.Y. More signalling for earlier mating: conspicuous male claw waving in the fiddler crab, *Uca perplexa*. **Animal Behaviour**, v. 70, n. 5, p. 1093-1097, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.02.019>
- MURAI, Minoru; BACKWELL, Patricia RY. A conspicuous courtship signal in the fiddler crab *Uca perplexa*: female choice based on display structure. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 60, p. 736-741, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-006-0217-x>
- MURAMATSU, Daisuke. Sand structure construction in *Uca lactea* (De Haan, 1835) is related to tidal cycle but not to male or female densities. **Crustaceana**, p. 29-37, 2010.
- MURAMATSU, D. The function of the four types of waving display in *Uca lactea*: effects of audience, sand structure, and body size. **Ethology**, v. 117, n. 5, p. 408- 415, mar. 2011a. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2011.01884.x>
- MURAMATSU, D. For whom the male waves: four types of claw-waving display and their audiences in the fiddler crab, *Uca lactea*. **Journal of ethology**, v. 29, p. 3-8, mai. 2011b.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000. DOI: 10.1038/35002501
- NATÁLIO, Luís Felipe. **Ecologia evolutiva de caranguejos do gênero Uca**: fatores abióticos e recursos alimentares. Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 19 fev. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/e89a4f30-31a2-4185-a235-42ee4d1b9c41>. Acesso em: 19 maio. 2026.
- NEGREIROS-FRANSOZO, Maria Lucia; FRANSOZO, Adilson; BERTINI, Giovana. Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a

sandy beach in southeastern Brazil. **Journal of crustacean biology**, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1163/20021975-99990218>

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, n. 1, p. 1-286, 2008. Disponível em: <https://shre.ink/k2Xz>

NOGUEIRA, R. S. A. Distribuição espacial e biologia populacional de leptuca leptodactyla (rathbun, 1898) (decapoda: ocypodidae: gelasiminae) em um manguezal do Nordeste Semiárido brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/27339>

OLIVEIRA, Rui Filipe; CUSTODIO, M. R. Claw size, waving display and female choice in the European fiddler crab, *Uca tangeri*. **Ethology Ecology & Evolution**, v. 10, n. 3, p. 241-251, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/08927014.1998.9522855>

OLIVEIRA, R. R. de. Mata Atlântica, paleoterritórios e história ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, p. 11-23, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200002>

ONU. IPCC. “AR6- Relatório de mudanças Climáticas”. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>> . Acesso em 20 de abril de 2023.

PÁDUA, J. A. As bases teóricas da história ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 81-101, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100009>

PAES, S. R. A herança indígena na cultura caiçara. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 3, set.-dez. 2010. Disponível em: <http://cajapio.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/278/4375>

PILLON, Clarissa F.; GONÇALVES, Alberto S.; SANTOS, Sandro; CASTIGLIONI, Daniela da S. ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE CARANGUEJOS CHAMA-MARÉS (CRUSTACEA: DECAPODA: OCYPODIDAE) EM UM MANGUEZAL NO NORDESTE DO BRASIL. **Revista Nordestina de Zoologia**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 92–122, 2019. DOI: 10.65259/rnzool.v12i1.19. Disponível em: <https://rnzool.emnuvens.com.br/revista/article/view/19>. Acesso em: 19 may. 2026.

PINHEIRO, M. A. A.; MASUNARI, S.; BEZERRA, L. E. A.; SANTANA, W.; PIMENTA, C. E. R. Avaliação dos Caranguejos Chama-maré (Decapoda: Ocypodidae). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010- 2014**. Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC, Porto Alegre, Cap. 19, p. 233 - 251, 2016.

POLETTE, M. Legislação, In: Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. **Caribbean Ecological Research**, p. 57-60. 1995

POMPEU, P. S.; MARTINEZ, C. B. Estabelecimento da Regra Operativa de um Mecanismo de Transposição de Peixes do Tipo Elevador com Caminhão-Tanque. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 10, n.4, 2005. DOI: 10.21168/rbrh.v10n4.p31-42

POPE, D.S. Waving in a crowd: fiddler crabs signal in networks. In: McGregor PK (ed) Animal communication networks. **Cambridge University Press**, Cambridge, p. 252–276, 2005.

PÖRTNER, Hans-O.; BOCK, Christian; MARK, Felix C. Oxygen-and capacity-limited thermal tolerance: bridging ecology and physiology. **Journal of Experimental Biology**, v. 220, n. 15, p. 2685-2696, 2017.

- RIBEIRO, P. D.; CHRISTY, J. H.; RISSANEN, R. J.; KIM, T. W. Males are attracted by their own courtship signals. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 61, p. 81-89, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00265-006-0238-5>
- RIBEIRO, F. B.; BEZERRA, L. E. A. Population ecology of mangrove crabs in Brazil: sesamid and fiddler crabs. **Crabs global diversity, behavior and environmental threats**. Nova Publishers, New York, p. 19-56, 2014.
- ROSARIO, R. P. G.; ABUCHAHLA, G. M. de O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. Atlas dos Manguezais do Brasil. **Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, p. 75-84, 2018.
- ROSENBERG, M. S. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 21, n. 3, p. 839-869, 2001. Doi: <https://doi.org/10.1163/20021975-99990176>
- ROSSI, F.; CHAPMAN, M.G. Influence of sediment on burrowing by the soldier crab *Mictyris longicarpus* Latreille. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 289, n. 2, p. 181-195, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(03\)00044-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(03)00044-3)
- RUSSELL, E. S. The behaviour of animals: An Introduction to its Study. Londres: **Edward Arnold**, 1938.
- SALMON, M.; ZUCKER, N. Interpreting differences in the reproductive behaviour of fiddler crabs (genus *Uca*). **Behavioral adaptation to intertidal life**. Springer, Boston, MA, p. 387-407, 1988. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3737-7_26
- SANCHES, Fabio Henrique Carretero. **Distribuição espacial de caranguejos-chama-maré: efeitos do sombreamento, competição interespecífica e seleção sexual**. Pós-graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 23 fev. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/61af7379-19e6-4f96-ad56-38b7d1cdeec3>. Acesso em: 19 maio. 2026.
- SANTOS, H.; SANTOS, T. de O.; HOLANDA, F. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v39i2.5186>
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. **The biology of Crustacea**, v. 8, p. 179-270, 1983.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G. Brazilian mangroves: a historical ecology. **Jornal Ciência e Cultura**, São Paulo, v.51, n.3, p. 274-286, ago. 1999.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JR, C.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. de. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber.**, p. 18 - 27, 2012. Disponível em: <https://shre.ink/k2bv>
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C. C. do; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: Estrutura e características funcionais. In: TURRA, A., DENADAI, M.R., (org.) **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros** – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.7476/9788598729251.0005>
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; SORIANO-SIERRA, E. J.; VALE, C. C. do; BERNINI, E.; ROVAI, A. S.; PINHEIRO, M. A. A.; SCHMIDT, A. J.; ALMEIDA, R. de; JÚNIOR, C. C.; MENGHINI, R. P.; MARTINEZ, D. I.; ABUCHAHLA, G. M. de O.; CUNHA-LIGNON, M.;

CHARLIE-SARUBO, S.; SHIRAZARAWA-FREITAS, J.; CINTRÓN-MOLERO, G. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 37-52, set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160919064sp2>

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. Atlas dos Manguezais do Brasil. **Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, p. 21-35, 2018.

SCHMIDT, ANDERS JENSEN; BEMVENUTI, CARLOS EMÍLIO; DIELE, KAREN. Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). **Bol. Técn. Cient. CEPENE**, v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SCHÖNE, H. Agonistic and sexual display in aquatic and semi-terrestrial brachyuran grubs. **American Zoologist**, v. 8, n. 3, p. 641-654, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/8.3.641>

SEGUERI, K. M. B. **Estudo multi-temporal dos impactos ambientais no manguezal da Barra de Guaratiba no estado do Rio de Janeiro-Brasil: efeitos do desenvolvimento urbano e às mudanças climáticas (período 1976-2015)**. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

SHIH, H., NG, P. K. L., DAVIE, P. J. F., SCHUBART, C. D., TUEKAY, M., NADERLOO, R., JONES, D.; LIU, M. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensu lato and its subgenera. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 64, 2016.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR., J. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. 2. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 435 p. 2008

SILVA, Diogo Jackson de Aquino. **Avaliação da influência da coloração na escolha de parceiro reprodutivo no caranguejo *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (CRUSTACEA: OCYPODIDAE)**. 2016. 29 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)- Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Natal/RN, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/dc4e1ff2-4998-431f-91e5-b50811e56a5e>. Acesso em: 19 maio. 2026.

SILVEIRA, T. da. História Ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza. **História** (São Paulo), v. 32, n. 2, p. 256-261, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-90742013000200016>

SKOV, M. W.; HARTNOLL, R. G. Comparative suitability of binocular observation, burrow counting and excavation for the quantification of the mangrove fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards). In: *Advances in Decapod Crustacean Research: Proceedings of the 7th Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea*, held at the Faculty of Sciences of the University of Lisbon, Portugal. **Springer Netherlands**, p. 201-212, 2001.

SNOWDON, C. T. O significado da pesquisa em comportamento animal. **Estudos de Psicologia**. Natal, v. 4, n. 2, p. 365-373, 1999. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-294X1999000200011>

SOFFIATI, A. O Manguezal na História e na Cultura do Brasil. Campos de Goytacases. Ed. **Faculdade de Direito de Campos**, 2006

SOUSA, Á. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman: o que medem e em que situações devem ser utilizados?. **Correio dos Açores**, p. 19-19, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.3/5365>

- SOUZA, Beatriz Aparecida de. **Semelhantes, mas não iguais**: escolha de parceiros intra e interpopulacional no caranguejo chama-maré *Leptuca leptodactyla* (Rathbun, 1898). Orientador: Dr. Daniel Marques de Almeida Pessoa. 2024. 74f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/7b1a643e-9f12-4bfc-b68a-68c3838ef923>. Acesso em: 19 maio. 2026.
- SPALDING, M. D.; LEAL, Maricé. The State of the World's Mangroves 2021. **Global Mangrove Alliance**, 2021.
- SPELLERBERG, I. F. Monitoring ecological change. **Cambridge University Press**, 2005
- STEELE, C. Behavioral Assessment of Aquatic Pollutants. **Ethics, Policy & Environment**, v. 16, n. 2, p. 177-187, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/21550085.2013.801204>
- TANAKA, Marcel Okamoto; SOUZA, Andréa Lúcia Teixeira de; MOSCHINI, Luiz Eduardo; OLIVEIRA, Alexandre Kannebley de. Influence of watershed land use and riparian characteristics on biological indicators of stream water quality in southeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 216, p. 333-339, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.10.016>
- THURMAN, C. L. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 4, n. 4, p. 665-681, 1984. DOI: <https://doi.org/10.2307/1548080>
- THURMAN, C. L. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica* (Stimpson). **The Biological Bulletin**, v. 169, n. 1, p. 215-229, 1985. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1541399>
- THURMAN, C.I.; FARIA, S.C.; MACNAMARA, J.C. The distribution of fiddler crabs (*Uca*) along the coast of Brazil: Implications for biogeography of the western Atlantic Ocean. **Marine Biodiversity Records**, v. 6, p. e1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1755267212000942>
- THURMAN, Carl L.; FARIA, Samuel C.; MCNAMARA, John C. Geographical variation in osmoregulatory abilities among populations of ten species of fiddler crabs from the Atlantic coast of Brazil: A macrophysiological analysis. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 497, p. 243-253, 2017.
- TINBERGEN, N. On aims and methods of ethology. **Zeitschrift für tierpsychologie**, v. 20, n. 4, p. 410-433, 1963.
- TITTENSOR, D. P.; MORA, C.; JETZ, W.; LOTZE, H. K.; RICARD, D.; BERGHE, E. V.; WORM, B. Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. **Nature**, v. 466, n. 7310, p. 1098-1101, 2010. DOI: 10.1038/nature09329
- VALIELA, I.; BABIEC, D. F.; ATHERTON, W.; SEITZINGER, S.; KREBS, C.. Some consequences of sexual dimorphism: feeding in male and female fiddler crabs *Uca pugnax* (Smith). **The Biological Bulletin**, Woods Hole, v.147, n. 3, p. 652-660, 1974. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1540748?journalCode=bb1>
- VETTORAZZO, V. A intensidade de sinalização sexual e o tamanho de machos do chama-maré *Uca* sp.(Crustácea: Brachyura). **Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica"**(G. Machado, 2007
- VIANNA, Brunna da Silva. **Efeitos das mudanças climáticas na fisiologia, comportamento e distribuição de caranguejos chama-maré**. Pós-Graduação em

Biodiversidade de Ambientes Costeiros – IBCLP. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 18 jan. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/d6fe87ae-e23c-461b-8f1e-1bb365cc3ce3>. Acesso em: 19 maio. 2026.

VIANNA, B. S.; MIYAI, C. A.; AUGUSTO, A; Costa, T. M. Effects of temperature increase on the physiology and behavior of fiddler crabs. **PHYSIOLOGY & BEHAVIOR**, v. 215, p. 112765, 2020.

VIEL, N. G.; MORELLO, J. Notas sobre la historia ecológica de América Latina, en: **Estudios Internacionales**, Vol. 13, nº, 49, pp. 112-148, 1980

VON HAGEN, H-O. Visual and acoustic display in *Uca mordax* and *U. burgersi*, sibling species of neotropical fiddler crabs. I. Waving display. **Behaviour**, v. 83, n. 3-4, p. 229-250, 1983. Disponível em: https://brill.com/view/journals/beh/91/1-3/article-p204_10.xml

WORSTER, D. Para fazer história ambiental. **Revista Estudos Históricos**, v. 4, n. 8, p. 198-215, 1991.

WARNER, G. F. The Biology of Crabs. London: **Elek Science London**, 202 p. 1977

WARREN, J.H.; UNDERWOOD, A.J. Effects of burrowing crabs on the topography of mangrove swamps in New South Wales. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 102, p. 223–235, 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(86\)90178-4](https://doi.org/10.1016/0022-0981(86)90178-4)

WILSON, D. S.; GOWDY, J. M. Evolution as a general theoretical framework for economics and public policy. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 90, Supplement, p. 3-10, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.12.008>

WOLFRATH, B. Burrowing of the fiddler crab *Uca tangeri* in the Ria Formosa in Portugal and its influence on sediment structure. **Marine Ecology Progress Series**, v. 85, p. 237-243, 1992. Disponível em: <https://www.int-res.com/articles/meps/85/m085p237.pdf>

XIA, C.; FU, L.; LIU, Z.; LIU, H.; CHEN, L.; LIN, Y. Aquatic toxic analysis by monitoring fish behavior using computer vision: a recent progress. **Journal of toxicology**, v. 2018, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/2591924>

YAMAGUCHI, T. Courtship behavior of *Uca lactea* (De Haan, 1835). **Kumamoto Journal of Science Biology**, p. 13-37. 1971

ZAR, J. Biostatistical analysis. 5th. ed. New Jersey: **Prentice Hall**. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Testes de qui-quadrado (χ^2) para proporção sexual

A1) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de *Uca maracoani* em diferentes zonas no manguezal de Mucuri

Zona	Freq. Observada		Σ
	Macho	Fêmea	
Toca	1694	2131	3825
Alimentação	1097	1354	2451
Σ	2791	3485	6276

Nível de significância = 0,05
 Graus de liberdade = 1
 Valor crítico da tabela = 3,84
 χ^2 calculado = 0,13

Conclusão: H_0 confirmada. Não há diferença significativa na proporção sexual nas diferentes zonas.

A2) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de *Uca maracoani* em diferentes dias no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Dia	Lua	Freq. Observada		Σ
		Macho	Fêmea	
03/out	Crescente	189	149	338
09/out	Cheia	212	270	482
16/out	Minguante	175	114	289
25/out	Nova	266	365	631
02/nov	Crescente	162	172	334
09/nov	Cheia	422	518	940
15/nov	Minguante	266	293	559
23/nov	Nova	354	512	866
06/jan	Cheia	283	458	741
15/jan	Minguante	154	199	353
22/jan	Nova	234	317	551
29/jan	Crescente	74	118	192
Σ		2791	3485	6276

Nível de significância = 0,05
 Graus de liberdade = 11
 Valor crítico da tabela = 19,68
 χ^2 calculado = 74,17

Conclusão: H_0 rejeitada. Há diferença significativa na proporção sexual ao longo dos dias

Cálculo do qui-quadrado (χ^2) para cada dia, separadamente:

Dia	Lua	Freq. Observada		χ^2	Sexo mais abundante
		Macho	Fêmea		
03/out	Crescente	189	149	4,7	Macho
09/out	Cheia	212	270	7,0	Fêmea
16/out	Minguante	175	114	12,9	Macho
25/out	Nova	266	365	15,5	Fêmea
02/nov	Crescente	162	172	0,3	Igual
09/nov	Cheia	422	518	9,8	Fêmea
15/nov	Minguante	266	293	1,3	Igual
23/nov	Nova	354	512	28,8	Fêmea
06/jan	Cheia	283	458	41,3	Fêmea
15/jan	Minguante	154	199	5,7	Fêmea
22/jan	Nova	234	317	12,5	Fêmea
29/jan	Crescente	74	118	10,1	Fêmea

Nível de significância = 0,05
Graus de liberdade = 1
Valor crítico da tabela = 3,84

Conclusão: H_0 rejeitada em todos os dias exceto em 09/nov e 15/nov (maior frequência de macho nos dias 03/out e 16/out e maior frequência de fêmea nos demais dias)

A3) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de *Uca maracoani* em diferentes fases lunares no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Lua	Freq. Observada		Σ
	Macho	Fêmea	
Crescente	595	606	1201
Cheia	854	1194	2048
Minguante	425	439	864
Nova	917	1246	2163
Σ	2791	3485	6276

Nível de significância = 0,05
Graus de liberdade = 3

Valor crítico da tabela = 7,82
 χ^2 calculado = 30,45

Conclusão: H_0 rejeitada. Há diferença significativa na proporção sexual ao longo das fases lunares

Cálculo do (χ^2) para cada fase lunar, separadamente:

Lua	Freq. Observada		χ^2	Sexo mais abundante
	Macho	Fêmea		
Crescente	595	606	0,1	Igual
Cheia	854	1194	56,4	Fêmea
Minguante	425	439	0,2	Igual
Nova	917	1246	50,0	Fêmea

Nível de significância = 0,05
Graus de liberdade = 1
Valor crítico da tabela = 3,84

Conclusão: H_0 rejeitada para as fases lunares cheia e nova (maior frequência de fêmea)

A4) Tabela de contingência das frequências observadas de machos e fêmeas de *Uca maracoani* em diferentes ciclos de maré no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Maré	Freq. Observada		Σ
	Macho	Fêmea	
Vazante 2	20	25	45
Vazante 3	229	255	484
Vazante 4	451	565	1016
Baixamar	882	1120	2002
Enchente 1	754	993	1747
Enchente 2	430	489	919
Enchente 3	25	38	63
Σ	2791	3485	6276

Nível de significância = 0,05

Graus de liberdade = 6

Valor crítico da tabela = 12,6

χ^2 calculado = 5,53

Conclusão: H_0 confirmada. Não há diferença significativa na proporção sexual ao longo dos ciclos de marés

Cálculo do (χ^2) para cada ciclo de maré, separadamente:

Maré	Freq. Observada		χ^2	Sexo mais abundante
	Macho	Fêmea		
Vazante 2	20	25	0,6	Igual
Vazante 3	229	255	1,4	Igual
Vazante 4	451	565	12,8	Fêmea
Baixamar	882	1120	28,3	Fêmea
Enchente 1	754	993	32,7	Fêmea
Enchente 2	430	489	3,79	Igual
Enchente 3	25	38	2,7	Igual

Nível de significância = 0,05

Graus de liberdade = 1

Valor crítico da tabela = 3,84

Conclusão: H_0 rejeitada para os ciclos de maré vazante 4, baixamar e enchente 1 (maior frequência de fêmea)

APÊNDICE B – Testes de qui-quadrado (χ^2) para proporção de indivíduos machos realizando *waving display*

Dia	Lua	Freq. Observada		Σ
		<i>Waving</i>	N <i>Waving</i>	
03/out	Crescente	31	151	182
09/out	Cheia	32	64	96
16/out	Minguante	40	116	156
25/out	Nova	28	100	128
02/nov	Crescente	2	74	76
09/nov	Cheia	8	197	205
15/nov	Minguante	27	183	210
23/nov	Nova	14	166	180
Σ		182	1051	1233

B1) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando *waving display* em diferentes dias no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Nível de significância = 0,05
Graus de liberdade = 11
Valor crítico da tabela = 19,68

χ^2 calculado = 82,57

Conclusão: H_0 rejeitada. Há diferença significativa na proporção de indivíduos realizando *waving display* ao longo dos dias

Cálculo do qui-quadrado (χ^2) para cada dia, separadamente:

Dia	Lua	Freq. Observada		χ^2	Predominância
		<i>Waving</i>	N <i>Waving</i>		
03/out	Crescente	31	151	79,1	N <i>waving</i>
09/out	Cheia	32	64	10,7	N <i>waving</i>
16/out	Minguante	40	116	37,0	N <i>waving</i>
25/out	Nova	28	100	40,5	N <i>waving</i>
02/nov	Crescente	2	74	68,2	N <i>waving</i>
09/nov	Cheia	8	197	174,25	N <i>waving</i>
15/nov	Minguante	27	183	115,9	N <i>waving</i>
23/nov	Nova	14	166	128,4	N <i>waving</i>

Nível de significância = 0,05
Graus de liberdade = 1
Valor crítico da tabela = 3,84

Conclusão: H_0 rejeitada em todos os dias. Maior frequência de indivíduos não realizando *waving display*

B2) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando *waving display* em diferentes fases lunares no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Lua	Freq. Observada		Σ
	Waving	N Waving	
Crescente	33	225	258
Cheia	40	261	301
Minguante	67	299	366
Nova	42	266	308
Σ	182	1051	1233

Nível de significância = 0,05

Graus de liberdade = 3

Valor crítico da tabela = 7,82

χ^2 calculado = 5,28

Conclusão: H_0 confirmada. Não há diferença significativa na proporção de indivíduos realizando *waving display* ao longo das fases lunares

B3) Tabela de contingência das frequências observadas de indivíduos machos realizando *waving display* em diferentes ciclos de maré no manguezal de Mucuri e seus respectivos valores do teste de qui-quadrado (χ^2)

Maré	Freq. Observada		Σ
	Waving	N Waving	
Vazante 2	0	20	20
Vazante 3	10	123	133
Vazante 4	37	197	234
Baixamar	35	291	326
Enchente 1	62	199	261
Enchente 2	38	196	234
Enchente 3	0	25	25
Σ	182	1051	1233

Nível de significância = 0,05

Graus de liberdade = 6

Valor crítico da tabela = 12,6

χ^2 calculado = 34,93

Conclusão: H_0 rejeitada. Há diferença significativa na proporção de indivíduos realizando *waving display* ao longo dos ciclos de maré

Cálculo do (χ^2) para cada ciclo de maré, separadamente:

Maré	Freq. Observada		χ^2	Predominância
	Waving	N Waving		
Vazante 2	0	20	20,0	N <i>waving</i>
Vazante 3	10	123	96,0	N <i>waving</i>
Vazante 4	37	197	109,4	N <i>waving</i>
Baixamar	35	291	201,0	N <i>waving</i>
Enchente 1	62	199	71,9	N <i>waving</i>
Enchente 2	38	196	106,68	N <i>waving</i>
Enchente 3	0	25	25,0	N <i>waving</i>

Nível de significância = 0,05

Graus de liberdade = 1

Valor crítico da tabela = 3,84

Conclusão: H_0 rejeitada em todos os ciclos de maré. Maior frequência de indivíduos não realizando *waving display*

APÊNDICE C – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para os três meses de coleta – percentual de indivíduos realizando *waving display*

Teste de Cochran ($p < 0,05$)			
Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
Mês	0,72	0,00	Variâncias Heterogêneas
Maré	0,38	0,00	Variâncias Heterogêneas
Lua	0,33	0,02	Variâncias Heterogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)						
Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
Mês	11,77	2,00	5,88	61,71	0,00	Diferem
Maré	2,90	6,00	0,48	5,07	0,00	Diferem
Lua	0,75	3,00	0,25	2,61	0,051	Não Diferem
RESIDUAL	43,47	456,00	0,10			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para mês		
Mês	Média	Grupos Homogêneos
out/22	15,94	X
nov/22	8,40	X
jan/23	-1,34	X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para fase lunar		
Lua	Média	Grupos Homogêneos
Crescente	0,05	X
Minguante	0,14	X
Cheia	0,12	X
Nova	0,05	X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré				
Mare	Média	Grupos Homogêneos		
Vazante 2	-0,18	X		
Vazante 3	0,05	X	X	X
Vazante 4	0,14	X	X	X
Baixamar	0,14	X	X	X
Enchente 1	0,27			X
Enchente 2	0,17		X	X
Enchente 3	0,02	X	X	X

APÊNDICE D – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada mês de coleta separado – percentual de indivíduos realizando *waving display*

Teste de Cochran (p < 0,05)				
Mês	Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
out/22	Maré	0,32	0,06	Variâncias Homogêneas
	Lua	0,35	0,13	Variâncias Homogêneas
nov/22	Maré	0,30	0,66	Variâncias Homogêneas
	Lua	0,34	0,17	Variâncias Homogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)							
Mês	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
out/22	Maré	6,35	5,00	1,27	7,04	0,00	Diferem
	Lua	1,11	3,00	0,37	2,04	0,11	Não Diferem
	RESIDUAL	25,28	140,00	0,18			
nov/22	Maré	0,55	5,00	0,11	1,27	0,28	Não Diferem
	Lua	0,35	3,00	0,12	1,34	0,26	Não Diferem
	RESIDUAL	12,99	150,00	0,09			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré			
Mês	Mare	Média	Grupos Homogêneos
out/22	Vazante 2	-0,03	X
	Vazante 3	0,20	X
	Vazante 4	0,22	X
	Baixamar	0,27	X
	Enchente 1	0,78	X
	Enchente 2	0,38	X
nov/22	Vazante 3	-0,08	X
	Vazante 4	0,17	X
	Baixamar	0,14	X
	Enchente 1	0,11	X
	Enchente 2	0,15	X
	Enchente 3	0,03	X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para fase lunar			
Mês	Lua	Média	Grupos Homogêneos
out/22	Cresc	0,33	X
	Cheia	0,40	X
	Ming	0,35	X
	Nova	0,13	X
nov/22	Cresc	0,06	X
	Cheia	0,06	X
	Ming	0,17	X
	Nova	0,06	X

APÊNDICE E – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada fase lunar e cada mês separadamente – percentual de indivíduos realizando *waving display*

Teste de Cochran (p < 0,05)					
Mês	Lua	Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
out/22	Crescente	Maré	0,38	0,41	Variâncias Homogêneas
	Cheia	Maré	0,63	0,43	Variâncias Homogêneas
	Minguante	Maré	0,48	0,07	Variâncias Homogêneas
	Nova	Maré	0,51	0,27	Variâncias Homogêneas
nov/22	Crescente	Maré	0,49	0,03	Variâncias Homogêneas
	Cheia	Maré	0,71	0,01	Variâncias Heterogêneas
	Minguante	Maré	0,59	0,58	Variâncias Homogêneas
	Nova	Maré	0,55	0,16	Variâncias Homogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)								
Mês	Lua	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
out/22	Crescente	Entre grupos	2,10	4,00	0,52	7,29	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	3,17	44,00	0,07			
	Cheia	Entre grupos	5,21	2,00	2,60	17,44	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	4,03	27,00	0,15			
	Minguante	Entre grupos	5,40	4,00	1,35	8,24	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	7,37	45,00	0,16			
	Nova	Entre grupos	1,08	2,00	0,54	3,26	0,054	Não Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	4,47	27,00	0,17			
nov/22	Crescente	Entre grupos	1,17	4,00	0,29	2,66	0,04	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	5,03	46,00	0,11			
	Cheia	Entre grupos	0,31	4,00	0,08	1,06	0,39	Não Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	3,17	43,00	0,07			
	Minguante	Entre grupos	2,54	4,00	0,63	12,50	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	2,28	45,00	0,05			
	Nova	Entre grupos	0,35	3,00	0,12	1,74	0,18	Não Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	2,41	36,00	0,07			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré				
Mês	Lua	Mare	Média	Grupos Homogêneos
out/22	Crescente	Enchente 2	0,06	X
		Vazante 2	0,00	X
		Vazante 3	0,47	X
		Vazante 4	0,49	X
		Baixamar	0,16	X
	Cheia	Vazante 4	0,00	X
		Baixamar	0,54	X
		Enchente 1	1,02	X
	Minguante	Vazante 3	0,00	X
		Vazante 4	0,33	X
		Baixamar	0,24	X
		Enchente 1	0,99	X
		Enchente 2	0,46	X
	Nova	Baixamar	0,08	X
		Enchente 1	0,30	X
		Enchente 2	0,54	X
nov/22	Crescente	Baixamar	0,07	X
		Enchente 1	0,16	X
		Enchente 2	0,46	X
		Vazante 3	0,38	X
		Vazante 4	0,41	X
	Cheia	Vazante 4	0,00	X
		Baixamar	0,13	X
		Enchente 1	0,11	X
		Enchente 2	0,21	X
		Enchente 3	0,00	X
	Minguante	Vazante 3	0,00	X
		Vazante 4	0,53	X
		Baixamar	0,36	X
		Enchente 1	0,00	X
		Enchente 2	0,00	X
	Nova	Vazante 4	0,00	X
		Baixamar	0,05	X
		Enchente 1	0,17	X
		Enchente 2	0,23	X

APÊNDICE F – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para os três meses de coleta – índice de *waving display*

Teste de Cochran ($p < 0,05$)			
Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
Mês	0,56	0,31	Variâncias Homogêneas
Maré	0,25	0,11	Variâncias Homogêneas
Lua	0,27	1,00	Variâncias Homogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)						
Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
Mês	490,36	2	245,18	115,77	0,00	Diferem
Maré	64,12	6	10,69	5,05	0,00	Diferem
Lua	18,91	3	6,30	2,98	0,03	Diferem
RESIDUAL	444,74	210	2,12			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para mês		
Mês	Média	Grupos Homogêneos
out/22	3,58	X
nov/22	2,19	X
jan/23	-0,16	X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré		
Mare	Média	Grupos Homogêneos
Vazante 2	2,94	X X
Vazante 3	1,20	X
Vazante 4	1,75	X X
Baixamar	2,34	X X
Enchente 1	2,60	X
Enchente 2	1,45	X
Enchente 3	0,82	X X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para fase lunar		
Lua	Média	Grupos Homogêneos
Crescente	1,44	X
Minguante	1,83	X X
Cheia	1,84	X X
Nova	2,37	X

APÊNDICE G – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada mês de coleta separado – índice de *waving display*

Teste de Cochran ($p < 0,05$)				
Mês	Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
out/22	Maré	0,27	0,28	Variâncias Homogêneas
	Lua	0,30	0,15	Variâncias Homogêneas
nov/22	Maré	0,30	1,00	Variâncias Homogêneas
	Lua	0,33	0,55	Variâncias Homogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)							
Mês	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
out/22	Maré	62,25	6,00	10,37	3,96	0,00	Diferem
	Lua	20,71	3,00	6,90	2,63	0,06	Não Diferem
	RESIDUAL	144,16	55,00	2,62			
nov/22	Maré	109,46	5,00	21,89	9,44	0,00	Diferem
	Lua	92,03	3,00	30,68	13,22	0,00	Diferem
	RESIDUAL	157,75	68,00	2,32			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré				
Mês	Mare	Média	Grupos Homogêneos	
out/22	Vazante 2	2,92	X	X
	Vazante 3	2,27	X	
	Vazante 4	2,78	X	
	Baixamar	4,05	X	X
	Enchente 1	5,26		X
	Enchente 2	4,08	X	X
	Enchente 3	1,02	X	
nov/22	Vazante 3	-0,38	X	
	Vazante 4	1,31		X
	Baixamar	3,16		X
	Enchente 1	3,29		X
	Enchente 2	0,75	X	X
	Enchente 3	-0,38	X	X

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para fase lunar				
Mês	Lua	Média	Grupos Homogêneos	
out/22	Cresc	4,50	X	
	Cheia	2,58		X
	Ming	2,90	X	X
	Nova	2,82	X	X
nov/22	Cresc	-1,10	X	
	Cheia	1,65		X
	Ming	1,81		X
	Nova	2,68		X

APÊNDICE H – Resultados do teste de Cochran, análise de variância (ANOVA) e Tukey para cada fase lunar e cada mês separadamente – índice de *waving display*

Teste de Cochran ($p < 0,05$)					
Mês	Lua	Fator	Teste Q	Valor P	Conclusão
out/22	Crescente	Maré	0,39	0,57	Variâncias Homogêneas
	Cheia	Maré	0,40	1,00	Variâncias Homogêneas
	Minguante	Maré	0,53	0,28	Variâncias Homogêneas
	Nova	Maré	0,68	0,12	Variâncias Homogêneas
nov/22	Crescente	Maré	0,54	0,02	Variâncias Heterogêneas
	Cheia	Maré	0,32	1,00	Variâncias Homogêneas
	Minguante	Maré	0,94	0,00	Variâncias Heterogêneas
	Nova	Maré	0,48	0,31	Variâncias Homogêneas

Análise de Variância (ANOVA) (nível de significância = 0,05)								
Mês	Lua	Fator	SQ	GL	QM	Razão F	Valor P	Conclusão
out/22	Crescente	Entre grupos	16,29	4,00	4,07	2,94	0,06	Não Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	19,40	14,00	1,39			
	Cheia	Entre grupos	67,96	2,00	33,98	46,70	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	8,73	12,00	0,73			
	Minguante	Entre grupos	38,52	4,00	9,63	4,62	0,01	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	33,33	16,00	2,08			
	Nova	Entre grupos	4,98	2,00	2,49	1,29	0,31	Não Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	23,14	12,00	1,93			
nov/22	Crescente	Entre grupos	77,15	5,00	15,43	11,23	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	41,22	30,00	1,37			
	Cheia	Entre grupos	51,58	4,00	12,89	5,41	0,01	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	38,11	16,00	2,38			
	Minguante	Entre grupos	81,14	4,00	20,29	25,69	0,00	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	15,79	20,00	0,79			
	Nova	Entre grupos	31,54	3,00	10,51	5,55	0,01	Diferem
		Dentro (RESIDUAL)	30,33	16,00	1,90			

Teste de Tukey (nível de significância = 0,05) para estágio de maré					
Mês	Lua	Mare	Média	Grupos Homogêneos	
out/22	Crescente	Enchente 2	6,87	X	
		Vazante 2	18,00	X	X
		Vazante 3	18,22	X	X
		Vazante 4	22,27		X
		Baixamar	11,67	X	X
	Cheia	Vazante 4	0,87	X	
		Baixamar	22,40		X
		Enchente 1	27,07		X
	Minguante	Vazante 3	7,40	X	
		Vazante 4	19,33	X	X
		Baixamar	20,70	X	X
		Enchente 1	24,93		X
		Enchente 2	8,33	X	
	Nova	Baixamar	13,87	X	
		Enchente 1	20,60	X	
		Enchente 2	21,13	X	
nov/22	Crescente	Baixamar	5,50	X	X
		Enchente 1	4,50	X	
		Enchente 2	0,00	X	
		Vazante 2	13,00		X
		Vazante 3	13,50		X
		Vazante 4	21,00		X
	Cheia	Vazante 4	1,20	X	
		Baixamar	18,60	X	
		Enchente 1	17,33	X	
		Enchente 2	4,80	X	
		Enchente 3	0,00	X	
	Minguante	Vazante 3	0,00	X	
		Vazante 4	16,47		X
		Baixamar	15,13		X
		Enchente 1	10,73		X
		Enchente 2	0,00	X	
	Nova	Vazante 4	5,73	X	
		Baixamar	22,73		X
		Enchente 1	22,47		X
		Enchente 2	11,80	X	X