

Biometria do bivalve Anomalocardia flexuosa (Bivalvia; Veneridae)

**VARIAÇÃO BIOMÉTRICA E REPRODUÇÃO DO BIVALVE
ANOMALOCARDIA FLEXUOSA (BIVALVIA; VENERIDAE) EM
DIFERENTES ÁREAS DE PESCA**

Ivo Raposo Gonçalves Cidreira-Neto^{1*} , Gilberto Gonçalves Rodrigues² , Betânia Cristina
Guilherme³  & Ana Lúcia Bezerra Candeias⁴ 

¹Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

²Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zoologia, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, 52171-900, Recife, Brasil.

⁴Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Cartográfica, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

E-mails: ivo.ufpe@gmail.com (*autor para correspondência); gilberto.rodrigues@ufpe.br; betania.cguilherme2@ufrpe.br; ana.candeias@ufpe.br

Resumo: O bivalve *Anomalocardia flexuosa* é um dos principais recursos pesqueiros utilizados na pesca artesanal no Nordeste brasileiro. O objetivo deste estudo foi identificar as variações reprodutivas e biométricas da concha do *A. flexuosa* em diferentes áreas de pesca no estuário dos rios Goiana e Megaó, no Nordeste do Brasil, gerando informações para subsidiar estratégias para a conservação do bivalve. Foram utilizados três pontos de amostragens bimestrais, onde o P1 foi caracterizado por uma pesca manual; P2 pela presença de uma pesca mais intensiva, com uso de apetrechos de pesca de menor potencialidade; e P3 com alta intensidade de pesca com utensílios

que potencializam a capacidade de coleta, como puçá de cabo longo. Para cada espécime coletado, o comprimento da concha, altura da concha, largura da concha, peso total e peso úmido foram medidas para avaliar os padrões de tamanho dos organismos e o rendimento da carne. Também foram realizadas análises histológicas para identificação dos estágios reprodutivos. A partir da análise de 5.188 espécimes capturados, observou-se que o P3 apresentou os menores tamanhos corporais, podendo ser reflexo da sobrepesca no local. Os modelos de crescimento foram isométricos para as medidas da concha, e alométrico negativo para a relação entre comprimento e peso no P1 e P2, e alométrico positivo no P3. Foram realizadas as fotomicrografias de 32 espécimes para o P1, onde 45% foram machos, 48% fêmeas e 7% não identificados; e 25 espécimes no P3, sendo 12% machos, 52% fêmeas e 36% não identificados. Referente aos estágios reprodutivos, os mais representativos foram os estágios “em maturação” e “maturo”. Devido às evidências de sobrepesca no P3 e alto rendimento potencial nos outros pontos, destacamos a necessidade de ações eficientes de gestão que mitiguem os impactos provenientes da sobrepesca, como a rotação das áreas de pesca.

Palavras-Chave: Ecologia; Estuário; Marisco; Molusco; Reserva Extrativista.

BIOMETRIC VARIATION AND REPRODUCTION OF THE BIVALVE *ANOMALOCARDIA FLEXUOSA* (BIVALVIA; VENERIDAE) IN DIFFERENT FISHING AREAS:

The bivalve *Anomalocardia flexuosa* is one of the main fishing resources utilized in artisanal fishing in northeastern Brazil. The objective of the study was to identify the reproductive and biometric variations in the *A. flexuosa* shell across different fishing areas in the estuary of the Goiana and Megaó rivers in Northeast Brazil, generating information to support strategies for its conservation. Three bimonthly sampling points were used, with P1 being characterized by manual fishing; P2 by more intensive fishing than P1, with the use of less potent fishing gear; and P3 by high-intensity fishing with tools that enhance the collection capacity, such as long-handled nets. For each specimen collected, shell length, shell height, shell width, total weight wet weight, and

meat yield were measured to assess size patterns of the organisms and meat yield. Histological analyses were also conducted to identify the reproductive stages. From the analysis of 5,188 captured specimens, it was observed that with P3 presented the lowest body sizes, possibly reflecting overfishing at the site. Growth models were isometric for shell measurements and negative allometric for the length-weight relationship in P1 and P2, and positive allometric in P3. Photomicrographs were taken of 32 specimens for P1, with 45% males, 48% females and 7% unidentified; and 25 specimens in P3, 12% males, 52% females and 36% unidentified. Regarding reproductive stages, the most representative were the “maturation” and “mature” stages. Due to the evidence of overfishing in P3 and high potential yield in other points, we highlight the need for efficient management actions that mitigate the impacts of overfishing, such as rotation of fishing areas.

Keywords: Ecology; Estuary; Extractive Reserve, Mollusk, Shellfish.

INTRODUÇÃO

A família Veneridae apresenta cerca de 500 espécies que ocorrem em todos os mares do planeta, sendo constituída principalmente por espécies bentônicas que apresentam conchas que podem variar de 4 mm a 100 mm (Canapa *et al.* 1996, Canapa *et al.* 2003). Dentre as espécies presentes nesta família, destaca-se *Anomalocardia flexuosa* devido à sua importância econômica e ampla distribuição na região costeira do Brasil (Rios 1994; Corte *et al.* 2011; Pezzuto & Souza 2015; Gomes *et al.* 2019). Dada a sua extensão na costa brasileira, a espécie apresenta vários nomes populares, sendo marisco, marisco-pedra, maçunim e berbigão os nomes mais comuns (Pezzuto & Souza 2015, Cidreira-Neto *et al.* 2018, Motolla *et al.* 2020).

A espécie habita águas rasas sob influência das marés e ocupa a camada superficial de áreas com sedimentos arenosos, lodosos ou areno-lodosos (Schaeffer-Novelli 1980; Corte *et al.* 2014; Lima *et al.* 2021). São organismos euritérmicos e eurialinos, e apresentam elevada resistência à

deficiência de oxigênio e exposição ao ar atmosférico (Schaeffer-Novelli 1980; Soares *et al.* 1982). São caracterizados anatomicamente pela presença de um par de conchas lisas, de morfologia trigonal, infladas, e com a presença de umbo (Denadai *et al.* 2006). A morfologia da concha é um dos principais aspectos utilizados em estudos populacionais e na criação de medidas de gestão e avaliação dos estoques pesqueiros (Silva-Cavalcanti & Costa, 2011; López-Rocha *et al.* 2018, Cidreira-Neto & Rodrigues 2019). Especificamente para *A. flexuosa*, não há um padrão reconhecido para o tamanho em que o organismo inicia a sua diferenciação sexual ou maturação sexual, mas alguns estudos indicam que a maturidade é iniciada a partir de 13 mm de comprimento da concha (Barreira & Araújo 2005).

Anomalocardia flexuosa é amplamente utilizada na pesca artesanal no Brasil, principalmente na região Nordeste, como forma de subsistência em diversas comunidades pesqueiras (Mourão *et al.* 2021). A pesca intensiva, principalmente com o uso de apetrechos que potencializam a capacidade de pesca, leva à sobrepesca do estoque pesqueiro (Silva-Cavalcanti & Costa, 2009; Cidreira-Neto *et al.* 2018). O uso desses apetrechos durante a pesca, como o puçá de cabo, resulta no dobro de produtividade quando comparada à pesca manual (Gomes *et al.* 2019). Esse tipo de pesca também resulta na captura de espécimes juvenis, *i.e.*, que ainda não atingiram a maturidade reprodutiva, intensificando os efeitos da sobrepesca (Bandeira *et al.* 2017). A abertura da malha ou das grades desses apetrechos vai influenciar na capacidade de pesca e amplitude dos tamanhos coletados, sendo uma malha de abertura ≥ 20 mm o indicado para minimizar os impactos da sobrepesca na população do *A. flexuosa* na praia de Mangue Seco, no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil (Lima *et al.* 2020).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as variações reprodutivas e biométricas da concha do *A. flexuosa* em diferentes áreas de pesca do estuário dos rios Goiana e Megaó, situado na divisa dos estados de Pernambuco e Paraíba, gerando informações para subsidiar estratégias para a conservação do bivalve. A nossa hipótese é de que locais com maior

intensidade de pesca vão ser compostos por populações do bivalve *A. flexuosa* com tamanhos biométricos inferiores aos presentes nas áreas com baixa intensidade de pesca.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva Extrativista Acaú-Goiana, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável dos recursos pesqueiros provenientes do estuário dos Rios Goiana e Megaó. A área está localizada na divisa dos estados de Pernambuco e Paraíba, situada no Nordeste do Brasil, e teve o protagonismo das pescadoras artesanais do *A. flexuosa* para a sua criação (Fadigas & Garcia 2010). A reserva dispõe de artifícios legais para a fiscalização da pesca deste organismo, como a definição de 15 mm de comprimento de concha como o tamanho mínimo de coleta da espécie, e abertura de malha de 12 mm (Acordo de Gestão; portaria nº 851, de 2017).

Os locais de coleta são os principais pontos de pesca deste bivalve, apresentando padrões e intensidade de coleta diferentes (Figura 1), sendo: P1, localizado às margens da comunidade Carne de Vaca, caracterizado por uma pesca manual pouco intensiva; P2, localizada às margens da comunidade de Acaú, caracterizada pela presença de uma pesca mais intensiva do que P1, com uso de apetrechos de pesca de baixa potencialidade (gadanho e puçá de cabo curto); e P3, situada em uma ilha entre o P1 e P2, com alta intensidade de pesca com utensílios que potencializam a capacidade de coleta (puçá de cabo longo) (Cidreira-Neto & Rodrigues 2021). A região tem um regime de chuvas que pode ser dividido em estação seca (de setembro a fevereiro) e chuvosa (de março a agosto).

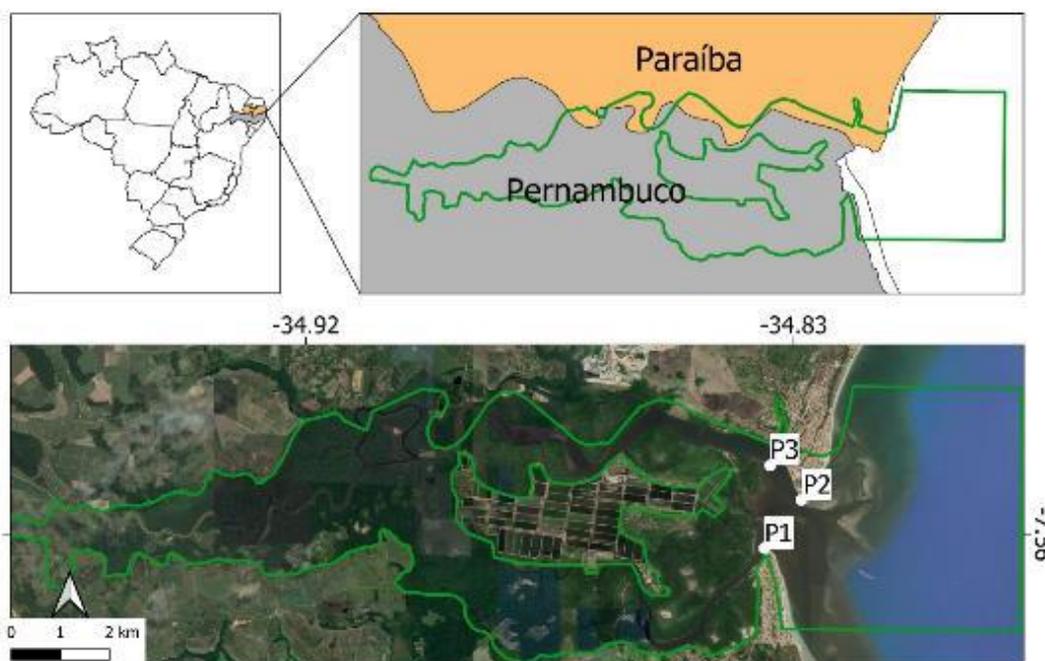


Figura 1. Área de estudo e pontos de coleta do *Anomalocardia flexuosa* no estuário dos rios Goiana e Megaó, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana, Nordeste do Brasil.

Figure 1. Study area and sampling points of *Anomalocardia flexuosa* in the estuaries of the Goiana and Megaó rivers, within the Acaú-Goiana Extractive Reserve, Northeastern Brazil.

A pesca do marisco no estuário dos rios Goiana e Megaó é protagonizada principalmente pelas mulheres pescadoras, sendo estas as principais responsáveis pela pesca manual ou com o auxílio de apetrechos de baixa intensidade (Cidreira-Neto & Rodrigues 2021). Os autores ainda apontam que os homens pescadores que desenvolvem essa atividade pesqueira na região estão envolvidos na pesca com os apetrechos de alta intensidade.

Delineamento amostral

A coleta de *A. flexuosa* foi realizada em dois momentos. Inicialmente, a coleta ocorreu trimestralmente, mais especificamente nos meses de maio/2019, agosto/2019, novembro/2019, e fevereiro/2020 em dois pontos (P1 e P2), sendo interrompida devido às imposições da pandemia da COVID-19. Após o período de restrição, os indivíduos foram coletados em três pontos de

amostragem (P1, P2 e P3), durante os meses de maio, julho, setembro e novembro de 2021, e janeiro e março de 2022.

A amostragem de *A. flexuosa* foi efetuada manualmente durante a baixamar em maré de sizígia. O esforço amostral em cada ponto consistiu no preenchimento de um pote com volume padrão de 500 ml com indivíduos da espécie, os quais foram posteriormente acondicionados em álcool 70%, com exceção daqueles separados para análises histológicas. Os espécimes coletados em maio e novembro de 2019 (no P1) e 2021 (no P3) foram fixados em solução mista de formalina, álcool e ácido acético (Davidson II) por 24h e posteriormente colocados em álcool 70% para a caracterização dos estágios de maturação. A escolha dos meses para a análise histológica foi feita para comparar a área com menor intensidade de pesca (P1) com a que apresenta maior pressão pesqueira (P3), utilizando indivíduos coletados em apenas um mês chuvoso e um mês seco por ponto.

O projeto consta com a aprovação para a pesquisa em UC federal, pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) (nº 69287-1), além da aprovação e consentimento da pesquisa na RESEX Acaú-Goiana a partir do conselho gestor da UC.

Análises biométricas

Em laboratório, os organismos tiveram as seguintes medidas tomadas: Comprimento da Concha (CC), correspondendo a máxima dimensão entre a região anteroposterior; Altura da Concha (AC), máxima dimensão entre o umbo e a borda da concha; e Largura da Concha (LC), que corresponde a máxima dimensão dorso ventral (López-Rocha *et al.* 2018). Além disso, foram tomados o Peso Total (PT) e Peso Úmido da carne (PU), ambos utilizados no cálculo de rendimento da carne (R) a partir da fórmula $R = (PU/PT) \cdot 100$. Para verificar se houve diferenças significativas nos valores biométricos (CC, AC, LC, PT, PU e R) entre os três pontos de amostragens, foi utilizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis.

Foram avaliadas as relações morfométricas entre o logaritmo das variáveis tomadas a partir da equação linear $Y = a + b.X$, resultando nos seguintes modelos: (i) $L_{AC} = a + b.L_{CC}$; (ii) $L_{LC} = a + b.L_{CC}$; (iii) $L_{LC} = a + b.L_{AC}$; (iv) $L_{PT} = a + b.L_{CC}$. Os coeficientes a e b são o intercepto e o coeficiente de alometria, sendo o último o determinante do tipo de alometria que a relação apresenta, podendo ser uma relação alométrica negativa, isométrica ou alométrica positiva (López-Rocha *et al.* 2018).

Análises histológicas

Como o local conta com uma normativa de pesca que determina a pesca de *A. flexuosa* com no mínimo 15 mm, optou-se por realizar um estudo preliminar sobre a condição reprodutiva da espécie no local para avaliar se este tamanho está acima do tamanho de primeira maturação no local. Para isso, um indivíduo de cada classe de comprimento de concha dos meses de maio de novembro do P1 (2019) e P3 (2021) foi analisado. Os indivíduos foram seccionados transversalmente para melhor visualização das gônadas. Cada exemplar foi submetido a desidratação padrão com 30 min em álcool 80%, 90%, 100% (3x), diafanização em xilol (2x), e inclusão em parafina a 60 °C, finalizando o processo de montagem dos blocos. Em seguida, as amostras foram cortadas em micrótomo a 5 µm, e corados com HE (Hematoxilina / Eosina) (adaptado de Junqueira & Junqueira 1983). Após o procedimento de montagem das lâminas, foi realizado o processo de fotomicrografia.

O principal parâmetro para diferenciação sexual dos espécimes é a partir da visualização dos folículos gonadais contendo os gametas masculinos ou femininos. Foram encontrados espécimes nas quais não foi possível realizar a diferenciação sexual devido à falta de células reprodutivas nos folículos, sendo caracterizados pela presença de tecido indiferenciado no folículo e elevada quantidade de tecido conjuntivo frouxo, impossibilitando a sexagem (Barreira & Araújo 2005). A caracterização dos estágios reprodutivos pode ser feita a partir do nível de desenvolvimento gonadal dos folículos ovarianos e testiculares, podendo ser classificados em

Prematuro (PE), Em Maturação (MA), Maduro (MT) ou Desova (DE). Também foram observados os gametas femininos: Ovogônias, Ovócitos Pré-Vitelogênico, Ovócitos Vitelogênicos e Ovócitos Maduros (Barreira; Araújo, 2005; Lavander *et al.* 2011).

RESULTADOS

Foram coletados e medidos 5.188 espécimes, sendo 1.943 no P1, 1.923 no P2 e 1.322 no P3. O P3 apresentou os menores valores médios de comprimento, peso e de rendimento da carne (Figura 2; Kruskal-Wallis; $p < 0.05$).

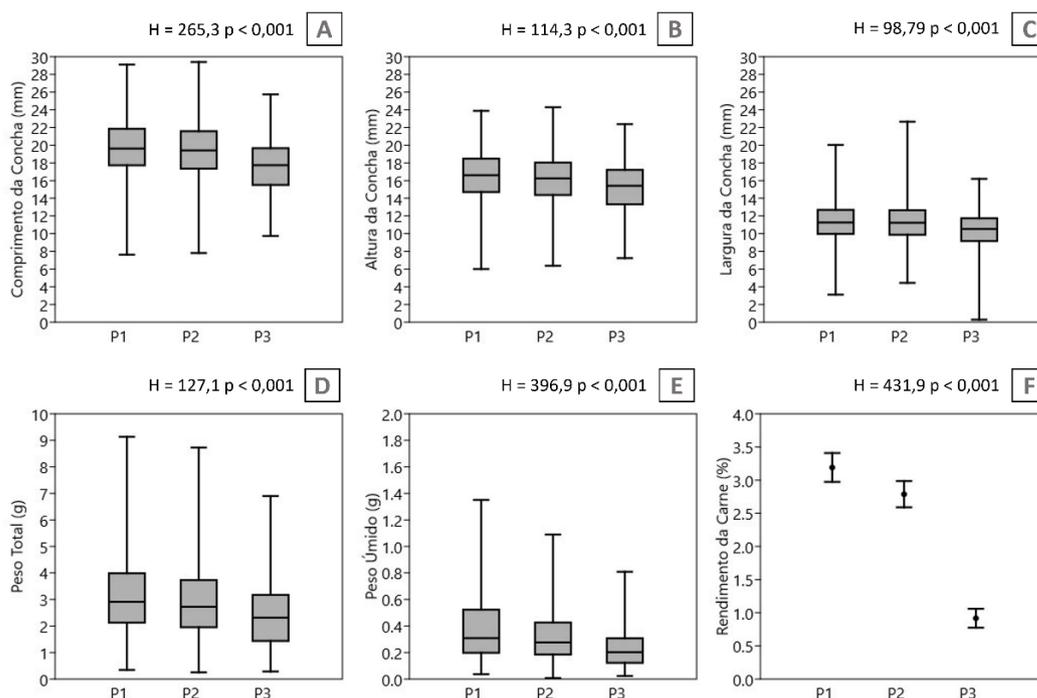


Figura 2. Variação no tamanho de *Anomalocardia flexuosa* nos diferentes pontos de coleta. A. Comprimento da Concha. B. Altura da Concha. C. Largura da Concha. D. Peso Total. E. Peso Úmido da Carne. F. Rendimento da Carne.

Figure 2. Variation in the size of *Anomalocardia flexuosa* across different sampling points. A. Shell Length. B. Shell Height. C. Shell Width. D. Total Weight. E. Wet Meat Weight. F. Meat Yield

As relações entre as medidas de tamanho (CC, AC, LC) foram isométricas, com alto fator de determinação (Tabela 1). Para as relações biométricas entre CC e PT, o P1 e P2 apresentaram alometria negativa, indicando que o aumento em peso é proporcionalmente menor do que o aumento em CC, enquanto o P3 apresentou uma relação alométrica positiva, com um aumento proporcionalmente maior do peso em relação ao CC.

Tabela 1. Relações biométricas (em logaritmo) utilizadas, contendo o modelo da equação, coeficiente de determinação da regressão (R²) e alometria para os três pontos de coleta do bivalve *Anomalocardia flexuosa* no estuário dos rios Goiana e Megaó.

Table 1. Biometric relationships (in logarithm) utilized, containing the equation model, regression coefficient (R²), and allometry for the three collection points of the bivalve *Anomalocardia flexuosa* in the estuaries of the Goiana and Megaó rivers.

Relação	Modelo	R ²	Alometria
P1			
L _{CC} -L _{AC}	$L_{AC} = 1,07 L_{CC} - 0,17$	0,95	Isometria
L _{CC} -L _{LC}	$L_{LC} = 1,06 L_{CC} - 0,32$	0,92	Isometria
L _{AC} -L _{LC}	$L_{LC} = 0,99 L_{AC} - 0,13$	0,93	Isometria
L _{CC} -L _{PT}	$L_{PT} = 2,47 L_{CC} + 0,26$	0,75	Alométrico (-)
P2			
L _{CC} -L _{AC}	$L_{AC} = 1,05 L_{CC} - 0,14$	0,97	Isometria
L _{CC} -L _{LC}	$L_{LC} = 1,05 L_{CC} - 0,3$	0,92	Isometria
L _{AC} -L _{LC}	$L_{LC} = 0,98 L_{AC} - 0,14$	0,93	Isometria
L _{CC} -L _{PT}	$L_{PT} = 2,25 L_{CC} + 0,54$	0,7	Alométrico (-)
P3			
L _{CC} -L _{AC}	$L_{AC} = 1,07 - 0,15 L_{CC}$	0,96	Isometria
L _{CC} -L _{LC}	$L_{LC} = 1,03 - 0,26 L_{CC}$	0,94	Isometria
L _{LA} -L _{LC}	$L_{LC} = 0,96 - 0,11 L_{AC}$	0,96	Isometria
L _{CC} -L _{PT}	$L_{PT} = 3,18 L_{CC} - 3,62$	0,96	Alométrico (+)

A análise histológica incluiu 32 espécimes para o P1, dos quais foram identificados 45% machos, 48% fêmeas e 7% não-identificados; e 25 espécimes no P3, dos quais foram identificados 12% machos, 52% fêmeas e 36% não-identificados (Figura 3). O menor indivíduo analisado histologicamente, com 7 mm de CC, já apresentava diferenciação sexual e folículos maduros, estando, portanto, apto para reprodução. Referente aos estágios reprodutivos, os mais representativos foram os estágios “em maturação” e “maturo” (Figura 4).

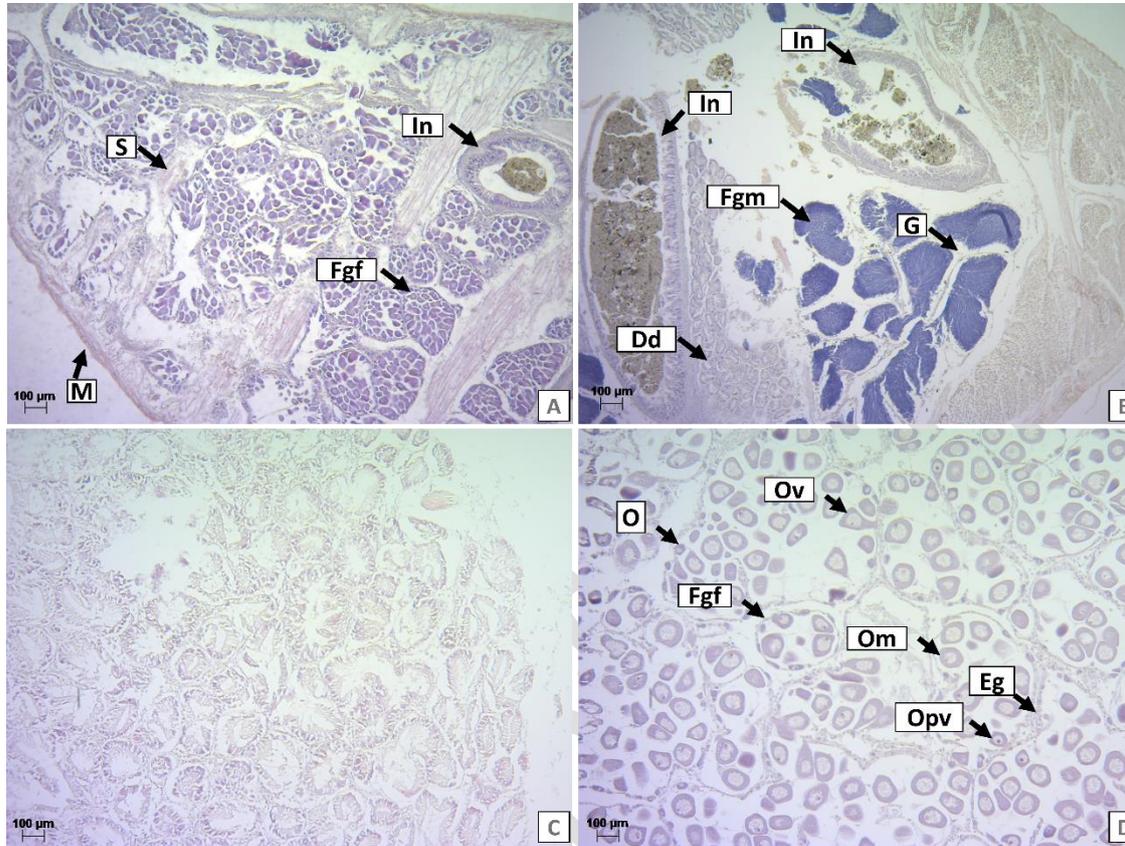


Figura 3. Fotomicrografia de *Anomalocardia flexuosa* a partir de cortes transversais, coletados no estuário dos rios Goiana e Megaó, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana durante o mês de maio e novembro de 2019 e 2021. A. Fêmea; B. Macho, C. Não identificado. D. Células reprodutivas das fêmeas. Barra = 100µm. Coloração Hematoxilina-Eosina. Objetiva 10x. Septo muscular (S). Intestino (In). Folículo gonadal feminino (Fgf). Manto (M). Folículo gonadal masculino (Fgm). Gonoduto (G). Divertículos digestivos (Dd).Ovogônia (O). Ovócito Pré-Vitelogênico (Opv). Ovócito Vitelogênico (Ov). Ovócito Maduro (Om). Epitélio germinativo (Eg).

Figure 3. Photomicrograph of *Anomalocardia flexuosa* from cross-sectional cuts, collected in the estuaries of the Goiana and Megaó rivers, within the Acaú-Goiana Extractive Reserve during May and November of 2019 and 2021. A. Female; B. Male, C. Unidentified. D. Reproductive cells of females. Scale bar = 100µm. Hematoxylin-Eosin staining. 10x objective. Muscular septum (S). Intestine (In). Female gonadal follicle (Fgf). Mantle (M). Male gonadal follicle (Fgm). Gonoduct (G). Digestive diverticula (Dd). Oogonium (O). Pre-vitellogenic oocyte (Opv). Vitellogenic oocyte (Ov). Mature oocyte (Om). Germinal epithelium (Eg).

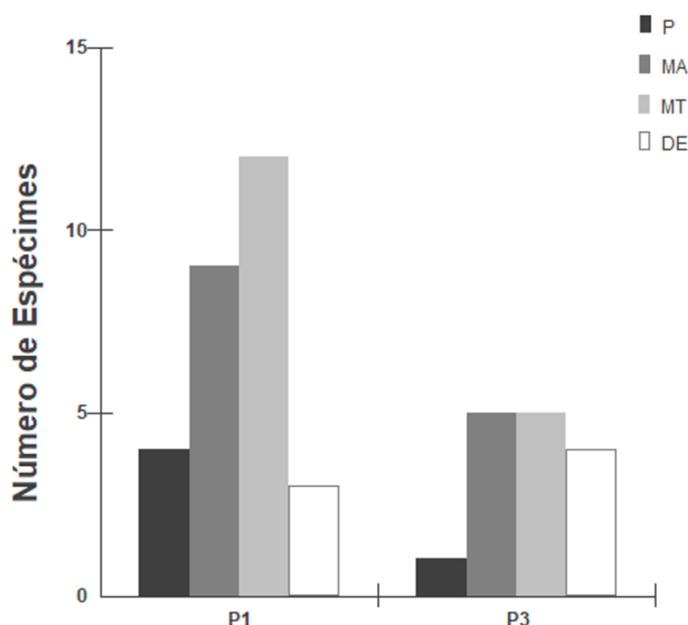


Figura 4. Variação dos estágios reprodutivos dos espécimes de *Anomalocardia flexuosa* coletados no estuário dos rios Goiana e Megaó, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana durante o mês de maio e novembro de 2019 (P1) e 2021 (P3). Prematuro (P). Em Maturação (MA). Maduro (MT). Desova (DE).
Figure 4. Variation in the reproductive stages of *Anomalocardia flexuosa* specimens collected in the estuaries of the Goiana and Megaó rivers, within the Acaú-Goiana Extractive Reserve during May and November of 2019 (P1) and 2021 (P3) for P1 and P3. Premature (P). Maturing (MA). Mature (MT). Spawning (DE).

DISCUSSÃO

Conforme o esperado, observamos uma diminuição no tamanho de *A. flexuosa* no P3, ponto de coleta com maior pressão pesqueira, demonstrando as diferentes respostas do bivalve frente às diversas formas e intensidades de exploração. Este resultado corrobora com o estudo de Oliveira et al. (2013), realizado em uma área próxima (praia de Mangue Seco), no qual os autores identificaram uma diminuição nos tamanhos médios das populações do *A. flexuosa* em meses com maior intensidade de pesca. No presente estudo, no entanto, apresentamos uma perspectiva espacial sobre os efeitos da sobrepesca, partindo de diferentes locais com formas de exploração distintas, onde áreas que possuem maior intensidade de pesca e uso de apetrechos tendem a apresentar populações de *A. flexuosa* com tamanhos menores, em comparação com locais que possuem menor incidência de exploração e com pesca manual.

O tamanho mínimo indicado para a pesca na reserva é de 15 mm de comprimento de carapaça. Esse tamanho mínimo de pesca difere da RESEX de Pirajubaé, em Santa Catarina, onde a pesca é permitida para indivíduos com comprimento de concha igual ou superior a 20 mm (Pezzuto & Souza 2015); ou seja, cada localidade deve avaliar o seu estoque pesqueiro para efetivar medidas normativas para a pesca. No presente estudo, todos os pontos de coleta apresentaram tamanho médio dos indivíduos capturados superior ao indicado na normativa e, portanto, com capacidade para a pesca dentro das normativas da RESEX Acaú-Goiana.

Referente aos tamanhos médios de comprimento de concha encontrados neste estudo, outras localidades do Brasil apresentaram tamanhos semelhantes para as populações de *A. flexuosa*. No Rio Grande do Norte, por exemplo, os maiores comprimentos de concha foram de 28 mm, com maior frequência dos tamanhos entre 14 e 20 mm (Rodrigues *et al.* 2013). Para a região Sudeste, dois estudos encontraram padrões diferentes no litoral de São Paulo, onde foram encontrados locais com predominância de indivíduos juvenis ($CC < 12$ mm) (Corte *et al.* 2015), e locais com dominância de indivíduos adultos ($CC > 12$ mm) (Corte *et al.* 2017). O valor do rendimento da carne, equivalente à razão entre o peso úmido da carne e o peso total, foi inferior neste estudo ao encontrado entre os anos de 2009 e 2010, que mostrou um valor médio de aproximadamente 15% (Silva-Cavalcanti *et al.* 2018), em comparação aos valores inferiores a 5% encontrado neste estudo. Esse fato indica que a população do bivalve vem sofrendo com a pressão pesqueira no local, decaindo o seu valor de rendimento.

Vale ressaltar que, quando a pesca é realizada de forma manual, as pescadoras optam por valores acima dos 18 mm de comprimento de concha devido à maior rentabilidade e por permitirem que os tamanhos menores passem pelo processo de reprodução (Cidreira-Neto & Rodrigues 2019). Para a pesca com apetrechos, o tamanho mínimo de comprimento de concha capturado por um destes apetrechos em um estuário da Paraíba foi de 16 mm (Gomes *et al.* 2019). O uso dos apetrechos aumenta a capacidade de pesca, capturando uma maior proporção de

indivíduos em diferentes classes de tamanho, podendo assim levar a impactos de sobrepesca nas populações de bivalves (Pezzuto *et al.* 2010).

Normativas acerca da regulamentação do uso dos apetrechos de pesca, como tamanho mínimo de malha e abertura das grades, são instrumentos que podem atuar na mitigação dos impactos da sobrepesca do marisco. Atrelado a essa regulamentação, outra estratégia útil é a de manejo rotativo das áreas de pesca como forma de garantir a estabilidade das populações do bivalve, como desenvolvido na RESEX de Pirajubaé (Casagrande & Rober 2021; Tebet & Casagrande 2021). Dessa forma, sugerimos que as três principais áreas de pesca da RESEX Acaú-Goiana (P1, P2 e P3) devem integrar um sistema de rotatividade como forma de amortecer os impactos da pesca sob o marisco. O ideal é que ao menos um dos pontos de pesca passe por um período determinado sem a incidência da pesca, garantindo assim a recuperação da população do bivalve no local. Em diferentes momentos, as atividades de extração seriam rotacionadas, permitindo que todos os locais passassem ao menos um período sem pesca no ano.

Foi encontrado um padrão de isometria nas relações de crescimento entre as variáveis morfométricas da concha de bivalves, no qual as conchas crescem de forma proporcional, e mesmo sob influência da elevada pressão pesqueira, como no caso de P3, não houve alteração nesse padrão. Para a relação peso-comprimento, o padrão de alometria negativa encontrado no P1 e P2 foi semelhante ao observado em outros estudos com a mesma espécie (Santos *et al.* 2014; Bandeira *et al.* 2017). O P3, por outro lado, apresentou um padrão de alometria positiva, que indica maior acúmulo proporcional de peso em relação ao crescimento em comprimento, que pode ser resultado da sobrepesca neste ponto, ocasionando maior investimento em biomassa para fins de estoque energético e/ou para o investimento em reprodução (*e.g.* Valencia-Cayetano *et al.* 2023).

O padrão reprodutivo do *A. flexuosa* é contínuo, como diminuição da taxa reprodutiva para indivíduos com tamanho da concha superior a 30 mm (Ferreira-Júnior *et al.* 2015). Ferreira-Júnior *et al.* (2015) sugerem que as normativas de pesca considerem tamanhos superiores a 30 mm para

não afetar as dinâmicas populacionais da espécie. Porém, diferenças nas estratégias reprodutivas em diferentes áreas devem ser consideradas. Por exemplo, na RESEX Acaú-Goiana encontramos que espécimes com 7 mm de CC já possuíam a diferenciação sexual e estavam aptos à reprodução. Esse valor é inferior ao que existe na literatura para a praia do Canto da Barra, no estado do Ceará (Barreira & Araújo 2005), que mostra como 13 mm o menor tamanho reprodutivo e realça que essas diferenças ocorrem até para ecossistemas similares.

CONCLUSÃO

Os três pontos de amostragens apresentam diferentes estruturas biométricas da população do bivalve *A. flexuosa* relacionadas com a pressão pesqueira do local. O local com maior intensidade de pesca apresentou os menores tamanhos médios dos indivíduos e um padrão alométrico de peso-comprimento diferente dos outros locais com pesca menos intensiva. Por se tratar de uma Unidade de Conservação, sugerimos duas estratégias para a gestão pesqueira, sendo a regulamentação das malhas e aberturas das grades utilizadas nos apetrechos de pesca, adaptando a realidade local, atrelado a rotação das áreas de pesca, como forma de mitigar os impactos da sobrepesca. Dessa forma, cada área de pesca seria utilizada por um determinado período de tempo, e em seguida passaria por um período sem pesca.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) pelo Apoio à Pesquisa (edital nº 012/021), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Bandeira, F.O.; Camargo, M.; Ramos, J.A.A.; Estupinan, R. & Santos, A.P.S. 2017. Parâmetros biométricos de *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) – Bivalvia – Veneridae no estuário do rio Paraíba – PB. *Gaia Scientia*, 11(2), 242-249.
- Barreira, C.A.R. & Araújo, M.L.R. 2005. Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(1), 9-20.
- Canapa, A.; Marota, I.; Rollo, F. & Olmo, E. 1996. Phylogenetic Analysis of Veneridae (Bivalvia): Comparison of Molecular and Palaeontological Data. *Journal of Molecular Evolution*, 43, 517-522. DOI: 10.1007/BF02337522
- Canapa, A.; Schiaparelli, S.; Marota, I. & Barucca, M. 2003. Molecular data from the 16S rRNA gene for the phylogeny of Veneridae (Mollusca: Bivalvia). *Marine Biology*, 142, 1125-1130. DOI: 10.1007/s00227-003-1048-1
- Casagrande, A. & Rover, O.J. 2021. Institucionalização de pescarias artesanais e diálogo equitativo: o caso do molusco berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58, 147-168. DOI: 10.5380/dma.v58i0
- Cidreira-Neto, I.R.G.; Nascimento, D.M.; Moraes, P.X. & Rodrigues, G.G. 2018. Análise biométrica de *Anomalocardia flexuosa* em Área de Proteção Ambiental. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 3(2), 191-199. DOI: 10.24221/jeap.3.2.2018.1760.191-199
- Cidreira-Neto, I.R.G. & Rodrigues, G.G. 2019. Implicações etnoconservacionistas quanto ao manejo informal do marisco *Anomalocardia flexuosa* (LINNAEUS, 1767) por marisqueiras. *Arquivos de Ciências do Mar*, 52(1), 99-107. DOI: 10.32360/acmar.v51i2.40966
- Cidreira-Neto, I.R.G. & Rodrigues, G.G. 2021. Productive chain of artisanal mollusk fishing and the role of fisherwomen. *Revista Etnobiología*, 19(1). 172-188.

- Corte, G.N.; Yokoyama, L.Q. & Amaral, A.C.Z. 2014. An attempt to extend the Habitat Harshness Hypothesis to tidal flats: A case study of *Anomalocardia brasiliiana* (Bivalvia: Veneridae) reproductive biology. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150, 136-141. DOI: 10.1016/j.ecss.2013.12.007
- Corte, G.N.; Yokoyama, L.Q.; Coleman, R.A. & Amaral, A.C.Z. 2015. Population dynamics of the harvested clam *Anomalocardia brasiliiana* (Bivalvia: Veneridae) in Cidade Beach, south-east Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(6), 1183-1191. DOI: 10.1017/S0025315415000156
- Corte, G.N.; Coleman, R.A. & Amaral, A.C.Z. 2017. Environmental influence on population dynamics of the bivalve *Anomalocardia brasiliiana*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 187, 241-248. DOI: 10.1016/j.ecss.2017.01.016
- Denadai, M.R.; Arruda, E.P.; Damaneschi, O. & Amaral, A.C.Z. 2006. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 6(3). DOI: 10.1590/S1676-06032006000300011
- Fadigas, A.B.M. & Garcia, L.G. 2010. Uma análise do processo participativo para a conservação do ambiente na criação da Reserva Extrativista Acaú-Goiana. *Sociedade e Natureza*, 22(3), 561-576. DOI: 10.1590/S1982-45132010000300012
- Ferreira-Júnior, A.L.; Bot-Neto, R.L.; Kolm, H.E. & Absher, T.M. 2015. Relationship between reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca: Veneridae) and the suspended particulate matter in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Science*, 10(1), 44-54.
- Gomes, J.O.L.; Melo, A.S.; Lopes, S.F. & Mourão, J.S. 2019. Techniques for Catching the Shellfish *Anomalocardia flexuosa* in a Tropical Estuary in Northeast Brazil. *Human Ecology*, 47, 931-939. DOI: 10.1007/s10745-019-00119-2
- Junqueira, L.C.U. & Junqueira, L.M. M. S. 1983. *Técnicas básicas de citologia e histologia*. São Paulo: Santos.

- Lavander, H.D.; Júnior, L.O.C.; Oliveira, R.L.; Neto, S.R.S.; Galvez, A.O. & Peixoto, S.R.M. 2011. Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2), 344-350. DOI: 10.5039/agraria.v6i2a1139
- Lima, S.A.O.; Andrade, H.A. & Gálvez, A.O. 2020. Selectivity of a fishing gear used in the catch of *Anomalocardia flexuosa* in the Northeast of Brazil. *Ciência Rural*, 50(8). DOI: 10.1590/0103-8478cr20191022
- Lima, S.A.O.; Andrade, H.A.; Mojica, A.L.B. & Sousa, R.G.C. 2021. Distribuição vertical da *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (Bivalvia: Veneridae) na praia de Mangue Seco (Pernambuco, Brasil). *Biotemas*, 34(2), 1-10.
- Lopéz-Rocha, J.A.; Melo, F.J.F.R.; Gastélum-Nava, E.; Larios-Castro, E. & Romo-Pinera, A. 2018. Morphometric relationship, growth parameters, and natural mortality as estimated primary inputs for fishery management in new fishing areas for bivalve molluscs (BIVALVIA: VENERIDAE). *Journal of Shellfish Research*, 37(3), 591-600. DOI: 10.2983/035.037.0312
- Luz, J.R. & Boehs, G. 2011. Reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca: Bivalvia: Veneridae) in the estuary of the Cachoeira River, Ilhéus, Bahia. *Brazilian Journal of Biology*, 71(3), 679-686. DOI: 10.1590/S1519-69842011000400012
- Mottola, L.S.M.; Schork, G.; Pino, J.R.F.; Romero, R.M. & Araujo, D.M. 2020. Conhecimento local e pesca de maçunim (*Anomalocardia flexuosa*) no sistema estuarino lagunar do Roteiro, Alagoas – Brasil. *Gaia Scientia*, 14(3), 92-107. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.52220
- Mourão, J.S.; Baracho, R.L.; Lopes, S.F.; Medeiros, M.C. & Diele, K. 2021. The harvesting process and fisheries production of the venus clam *Anomalocardia flexuosa* in a Brazilian extractive reserve, with implications for gender-sensitive management. *Ocean and Coastal Management*, 213. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105878

- Narchi, W. 1976. Ciclo anual da Gametogênese de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca Bivalvia). Boletim de Zoologia, 1, 331-350.
- Oliveira, I.B.; Silva-Neto, S.R.; Lima-Filho, J.V.M.; Peixoto, S.R.M. & Gálvez, A.O. 2014. Efeito do período chuvoso a extração do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791). Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 9(1), 139-145. DOI: 10.5039/agraria.v9i1a2947
- Pezzuto, P.R.; Schio, C. & Almeida, T.C.M. 2010. Efficiency and selectivity of the *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca: Veneridae) hand dredge used in southern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 90, 1455-1464. DOI: 10.1017/S0025315410000317
- Pezzuto, P.R. & Souza, D.S. 2015. A pesca e o manejo do berbigão (*Anomalocardia brasiliana*) (Bivalvia: Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, SC, Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 34, 169-189.
- Rios, E.C. 1994. Seashells of Brazil. Ed. Da Fundação Universidade do Rio Grande.
- Rodrigues, A.M.L.; Borges-Azevedo, C.M.; Costa, R.S. & Henry-Silva, G.G. 2013. Population structure of the bivalve *Anomalocardia brasiliana*, (Gmelin, 1791) in the semi-arid estuarine region of northeastern Brazil. Brazilian Journal Biology, 73(4), 819-833. DOI: 10.1590/S1519-69842013000400019
- Rodrigues, A.M.L.; Borges-Azevedo, C.M. & Henry-Silva, G.G. 2010. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae). Revista Brasileira de Biociências, 8(4), 377-383.
- Santos, J.J.S.; Terceiro, A.M. & Yauri, W.L.M. 2014. Dinâmica da População de *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) no Estuário do Rio Paciência, no Município da Raposa, Estado do Maranhão. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 37(1), 61-69.

- Schaeffer-Novelli, Y. 1980. Análise populacional de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), na praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Oceanografia, 29(2), 351-355. DOI: 10.1590/S0373-55241980000200070
- Silva-Cavalcanti, J. & Costa, M.F. 2011. Fisheries of *Anomalocardia brasiliiana* in Tropical Estuaries. Pan-American Journal of Aquatic Science, 6(2), 86-99.
- Silva-Cavalcanti, J.S.; Costa, M.F. & Alves, L.H.B. 2018. Seasonal variation in the abundance and distribution of *Anomalocardia flexuosa* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in an estuarine intertidal plain. Peerj. DOI: 10.7717/peerj.4332
- Soares, H.A.; Scheffer-Novelli, Y. & Mandelli-Júnior, J. 1982. “Berbigão” *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), bivalve comestível da região da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil: aspectos biológicos de interesse para a pesca comercial. Boletim do Instituto de Pesca, 9, 21-33.
- Tebet, G. & Casagrande, A. 2021. O Papel dos Instrumentos de Gestão na Conservação Ambiental e na Proteção dos Modos de Vida Tradicionais: Reflexões a partir da Trajetória da Reserva Extrativista Marinha Pirajubaé. Biodiversidade Brasileira, 12(5), 44-60. DOI: 10.37002/biobrasil.v12i5.1821
- Valencia-Cayetano, C.; García-Ibáñez, S.; Avila-Poveda, O.H.; Padilla-Serrto, J.G.; Violante-González, J.; Flores-Garza, R. Using a fisherman’s harvest in Acapulco, México, to characterize population structure, allometry, and body condition in the edible intertidal mollusc *Chiton articulatus* (Chitonida: Chitonidae). Regional Studies in Marine Science, 62. DOI: 10.1016/j.rsma.2023.102976

Submitted: 04 September 2023

Accepted: 01 April 2024

Published online: 02 April 2024

Associate Editor: Bruno Soares