Predação estereotípica e tamanho seletivo por gastrópodes no forrageamento de *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia: Veneridae)

Rafael Anaisce das Chagas[1], Werverton John Pinheiro dos Santos[2], Adriana da Cruz Melo[3], Ana Carla de Araújo Gomes[3], Mara Rúbia Ferreira Barros[2], Andrea Magalhães Bezerra[4]

[1]Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Pará
[2]Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia
[3]Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Universidade Federal Rural da Amazônia
[4]Instituto da Saúde e Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia

Resumo

O bivalve *Tivela mactroides* habita a zona intermareal de praias arenosas no Oceano Atlântico (México ao Brasil), compondo abundantemente a macrofauna bentônica. O presente estudo tem como objetivo caracterizar a predação de gastrópodes marinhos sobre *T. mactroides*, por meio de perfurações na concha, testando a hipótese de preferência no forrageamento. Para tanto, analisou-se 186 conchas depositadas no Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (MZUFRA) realizando: identificação do lado da valva (direita ou esquerda), quantificação das perfurações, mensuração morfométricas da concha, classificação do sucesso do forrageamento (completo ou incompleto) e identificação da posição da perfuração. Evidenciou-se perfurações em 10% das conchas analisadas, todas com apenas uma única perfuração incompleta. Adicionalmente, verificou-se uma incidência de perfurações na região dorsal das conchas independentemente do tamanho da presa, confirmando a hipótese da preferência de em uma região da concha pelos gastrópodes durante o forrageamento. Conclui-se que, não há preferência na escolha do lado da valva durante o forrageamento de *T. mactroides*, no entanto existe um estereótipo na escolha da região acometida na perfuração, sendo significantemente abundante na região dorsal, próxima ao umbo.
Palavras-chave: Bivalve. Berbigão. Gastrópode. Forrageamento.

Abstract

The bivalve *Tivela mactroides* inhabits the intermareal zone of sandy beaches in the Atlantic Ocean (Mexico to Brazil), abundantly composing the benthic macrofauna. The present study aims to characterize the predation of marine gastropods on *T. mactroides* by shell drilling, testing the hypothesis of foraging preference. For this purpose, 186 shells deposited in the Museum of Zoology of the Federal Rural University of Amazon (MZUFRA) were analyzed by: valve side identification (right or left), perforation quantification, shell morphometric measurement, foraging success classification (complete or incomplete) and identification of the position of the perforation. Perforations were found in 10% of the shells analyzed, all with only one incomplete perforation. Additionally, there was an incidence of perforation in the dorsal region of the shells regardless of the prey size, confirming the hypothesis of a gastropod preference in a shell region during foraging. It is concluded that there is no preference in the choice of valve side during foraging of *T. mactroides*, however there is a stereotype in choosing the affected region in the perforation, being significantly abundant in the dorsal region, near the umbilicus.
Keywords: Bivalve. Berbigão. Gastropod. Foraging.

Introdução

Tivela mactroides (Born, 1778) é um molusco bivalve pertencente à família Veneridae. É conhecido por "guacuco" (Venezuela), "berbigão", "marisco-de-areia", "sapinhauá" e "crioulo" (Brasil) (MCLACHLAN et al., 1996; MEDEIROS et al., 2014). Sua distribuição ocorre na costa do Caribe e Atlântico, do México ao Brasil (Pará a Santa Catarina) (MCLACHLAN *et al.*, 1996; RIOS, 2009). Habita praias arenosas expostas à ação das ondas, e é especialmente abundante perto da foz dos rios, compondo abundantemente a macrofauna bentônica, o que destaca sua importância na cadeia trófica de ambientes costeiros (MCLACHLAN *et al.*, 1996; RIOS, 2009).

Apresenta elevada importância econômica para a população litorânea, principalmente na Venezuela (MCLACHLAN *et al.*, 1996; PRIETO; ARRIECHE, 2006). No litoral brasileiro é eventualmente explorada para uso na complementação da renda familiar e subsistência (MEDEIROS *et al.*, 2014). Ressalta-se, também, a utilização de sua concha na confecção de zooartesanato (BARROS; CHAGAS, 2019).

Por conta disso, *T. mactroides* é espécie-alvo de inúmeras pesquisas científicas, dentre elas: dinâmica reprodutiva (DENADAI et al., 2015a; PRIETO, 1980), incidência de metais pesados (ACOSTA; LODEIROS), desenvolvimento embrionário e larval (REVEROL et al., 2004), dinâmica populacional (MCLACHLAN *et al.*, 1996; PRIETO *et al.*, 2006), repostas dos biomarcadores de hidrocarbonetos (SARDI et al., 2013), fertilização em condições laboratoriais (DE SEVEREYN et al., 2013), distribuição e densidade (CRESCINI et al., 2013; DENADAI et al., 2005; MEDEIROS *et al.*, 2014), história de vida (TURRA et al., 2014b), biologia populacional e produção secundária (TURRA et al., 2014a), mariscagem (DENADAI et al., 2015b), mortalidade (TURRA et al., 2016), crescimento alométrico (TURRA et al., 2018) e interações interespecíficas (CORTE et al., 2018)

Diversos estudos citam que *T. mactroides* é predada por uma variedade de organismos (e.g., poliquetas, caranguejos, gastrópodes, peixes, ermitões, entre outros), podendo definir a densidade populacional do molusco (MCLACHLAN *et al.*, 1996; PRIETO *et al.*, 2006). Neste sentido, ressalta-se que estudos acerca do declínio populacional de espécies de elevada importância ecológica e econômica, assim como *T. mactroides*, são essenciais para o manejo sustentável do recurso (TURRA et al., 2015; TURRA *et al.*, 2014b). Com esse propósito, Turra *et al.* (2015) avaliaram, eficientemente, a predação multi-espécies sobre *T. mactroides*, entretanto, os autores não abordaram a predação acometida por gastrópodes de modo específico.

Ressalta-se que, gastrópodes marinhos, com destaque as espécies das famílias Muricidae e Naticidae, vivem e forrageiam na zona intermareal (CARRIKER, 1981; KABAT, 1990) e são considerados predadores especializados de moluscos, principalmente bivalves (CHIBA; SATO, 2013; DÁVID, 1995; HENCKES; CUNHA, 2007). Os rastros desta predação são facilmente evidenciados por conta, principalmente, das perfurações realizadas com o auxílio da rádula nas conchas de suas presas (CABRAL; MONTEIRO-RODRIGUES, 2015).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a predação de gastrópodes marinhos sobre o bivalve *T. mactroides* e testar a hipótese de preferência no forrageamento por meio da análise de perfurações nas conchas dos bivalves.

Material e métodos

Neste estudo, utilizou-se conchas de *T. mactroides* presentes na coleção malacológica do Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (MZUFRA). Ao todo utilizou-se 186

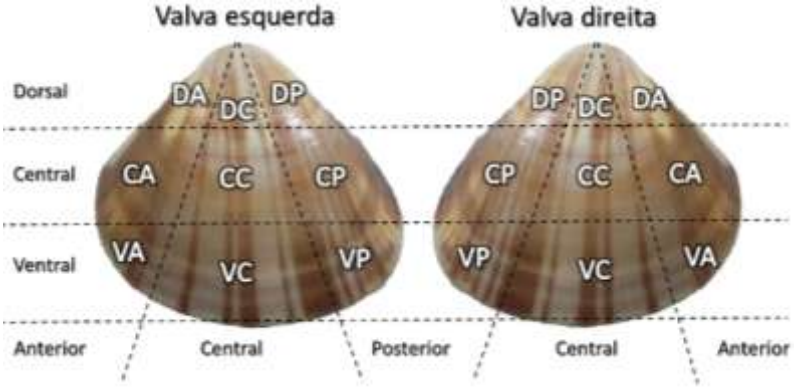
conchas secas sob os seguintes códigos de depósito: MZUFRA Moll 118 (seis ch.), MZUFRA Moll 147 (uma ch.), MZUFRA Moll 154 (11 ch.), MZUFRA Moll 165 (uma ch.), MZUFRA Moll 190 (uma ch.), MZUFRA Moll 246 (21 ch.), MZUFRA Moll 292 (uma ch.), MZUFRA Moll 316 (uma ch.), MZUFRA Moll 316 (seis ch.), MZUFRA Moll 321 (uma ch.), MZUFRA Moll 331 (sete ch.), MZUFRA Moll 333 (14 ch.), MZUFRA Moll 342 (três ch.), MZUFRA Moll 358 (13 ch.), MZUFRA Moll 380 (21 ch.), MZUFRA Moll 449 (uma ch.), MZUFRA Moll 483 (uma ch.), MZUFRA Moll 491 (nove ch.), MZUFRA Moll 550 (três ch.), MZUFRA Moll 576 (21 ch.), MZUFRA Moll 648 (41 ch.) e MZUFRA Moll 685 (duas ch.).

Previamente, antes da determinação morfométrica, identificou-se o lado da valva (direita ou esquerda) de cada indivíduo conforme Poutiers (2016). Cada concha analisada foi mensurada conforme medidas morfométricas externa para molusco bivalve (comprimento anteroposterior, largura e altura).

Cada uma das 186 conchas foi analisada cuidadosamente para a visualização de indícios de perfurações. Tal característica é uma evidência da predação nas conchas realizadas, principalmente, por gastrópodes marinhos (CARRIKER, 1981). Além disso, é possível identificar se houve o sucesso na predação por meio dos furos, que podem ser completos (forrageamento total) ou incompletos (forrageamento interrompido).

Deste modo, quando a perfuração estava presente, realizou-se as seguintes etapas: (1) identificou-se o lado da concha, (2) classificou o sucesso do forrageamento em completo ou incompleto e (3) identificou-se a posição da perfuração de acordo com Kingsley-Smith et al. (2003) (Figura 1).

Figura 1. Ilustração da divisão realizada na concha de *Tivela mactroides* para testar a hipótese de preferência no local da perfuração



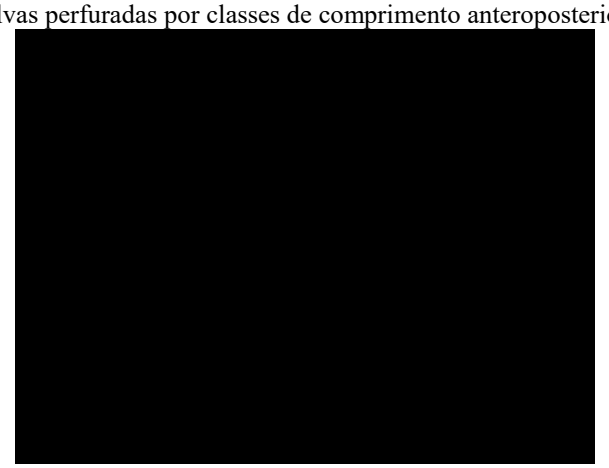
A hipótese de os predadores tem preferência em uma das valvas de *T. mactroides* foi testada através de um test-t Student. A hipótese da existência da predação ocorrer em uma posição específica na concha dos bivalves foi testada por meio de uma Análise de Variância *one-way* (ANOVA *one-way*).

Antes das análises, a normalidade dos dados foi verificada por meio de um Teste de Levene (p<0.05). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Statistica para Windows, versão 7.0, utilizando um nível de significância de 95%, conforme (ZAR, 2010).

Resultados

Das conchas de *T. mactroides* analisadas, aproximadamente 10% (18 conchas) apresentou indícios de predação (perfurações), sendo que nenhuma valva apresentou mais de uma perfuração. Adicionalmente, destaca-se que 77,8% (14 conchas) representam *T. mactroides* adultos (>15 mm) e 22,2% (quatro onchas) indivíduos jovens (<15 mm) (Figura 2).

Figura 2. Abundância de valvas perfuradas por classes de comprimento anteroposterior de *Tivela mactroides*



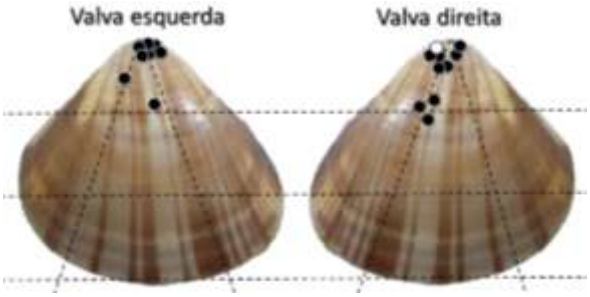
Ao identificar o lado da concha predada, verificou-se que dez eram valvas direitas e as oito eram valvas esquerdas. Além disso, destaca-se que, praticamente, 94,4% (17 valvas) indicavam um sucesso no forrageamento do predador e apenas um forrageamento incompleto.

A identidade e a eficiência do forrageamento de gastrópodes predadores, comportamentos como estereotipia para a posição dos furos, tamanho das presas, preferência alimentar e sua morfologia pode ser bem entendida a partir da perfuração (KOWALEWSKI, 2002). Mallick et al. (2014) comentam que a predação por perfuração de gastrópodes evidente em registros fósseis e bem documentado na literatura, o que indica uma variação considerável na distribuição espacial e temporal do forrageamento desses organismos.

Os resultados deste estudo verificaram que não há uma preferência no tamanho de *T. mactroides* durante o forrageamento, indicando que o os gastrópodes predadores consomem tantos bivalves pequenos quanto grandes. No entanto, gastrópodes marinhos predadores tendem a escolher de suas presas por tamanho, porém, ressalta que, gastrópodes pequenos predam apenas bivalves pequenos enquanto que os gastrópodes maiores predam tanto bivalves grandes quanto pequenos (BERG; NISHENKO, 1975; CHIBA; SATO, 2012; KINGSLEY-SMITH *et al.*, 2003). Neste sentido, para um mesmo tipo de presa os gastrópodes predadores tendem a selecioná-las pelos tamanhos nos quais o retorno energético seja mais favorável (BERG *et al.*, 1975; CHIBA *et al.*, 2012; KINGSLEY-SMITH *et al.*, 2003).

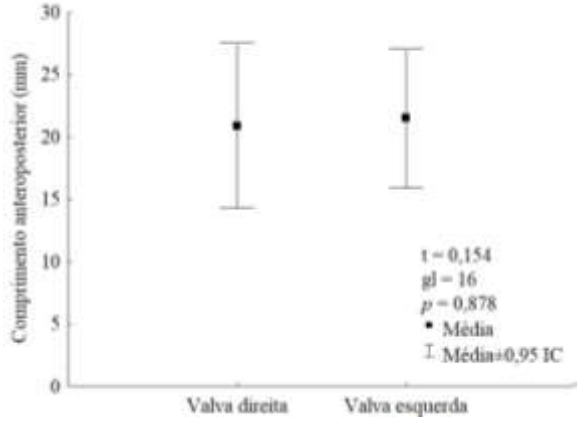
Quanto a posição das perfurações, evidenciou-se maior incidência de predação na região dorsal em ambos lados das valvas (Figura 4). No entanto, na valva esquerda o maior número de perfurações ocorreu na região dorsal-central (quatro perfurações), diferente da valva direta, na qual o maior número de perfurações ocorreu na região dorsal-posterior (Figura 3).

Figura 3. Perfurações completas (●) e incompleta (○) evidenciadas nas valvas de *Tivela mactroides* presentes na coleção malacológica do MZUFRA



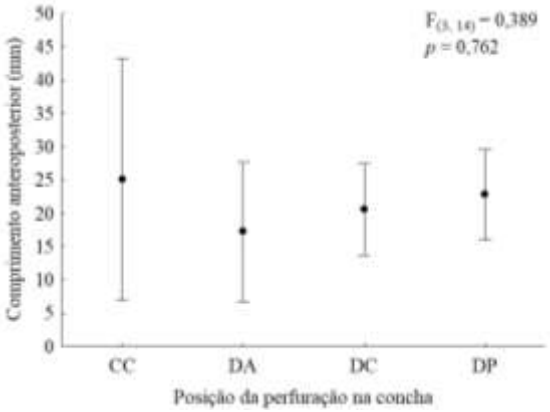
A hipótese de que os predadores tem preferência em uma das valvas de *T. mactroides* foi refutada, uma vez que a probabilidade do acaso explicar a diferença observada foi alta (t=0,154, gl=16; *p*=0,878) (Figura 4). Deste modo, acredita-se que a escolha de um lado da concha para a perfuração da valva pelo predador é aleatória, que pode depender da posição do encontro predador-presa.

Figura 4. Perfurações evidenciadas nas valvas de *Tivela mactroides* presentes na coleção malacológica do MZUFRA



A hipótese da existência da predação ocorrer em uma posição específica na valva de *T. mactroides* foi parcialmente refutada, uma vez que a probabilidade do acaso explicar a diferença observada foi alta ($F_{(3, 14)}$=0,389; *p*=0.762) (Figura 6). No entanto, como mencionado anteriormente, é evidente a preferência dos gastrópodes predadores pela região dorsal da concha dos bivalves.

Figura 6**.** Posições das perfurações evidenciadas nas valvas de *Tivela mactroides* presentes na coleção malacológica do MZUFRA



Verifica-se que os gastrópodes predadores forrageiam bivalves de tamanho equivalente, os locais de perfuração são altamente estereotipados, com abundância na região umbonal. No entanto, ao forrageamento em bivalves menores, eles tendem a perfurar locais incomuns (e.g., regiões centrais e a borda) (CHIBA *et al.*, 2012).

Esse "forrageamento anormal" na escolha da região da valva a ser perfurada é abordada como estratégias em algumas espécies de gastrópodes, que posicionam a predação na região mais ventral da valva por conta, principalmente, da espessura da valva (MONDAL et al., 2014), almejando a redução do tempo de perfuração e aumentando a relação custo-benefício durante o forrageamento (BEGON et al., 2007; GOMES, 2013; KREBS; DAVIES, 1996). Além disso, os estudos que comentam sobre essa estratégia de forrageamento citam que é evidente quando há um aumento na competição inter- e/ou intraespecífica de gastrópodes (DIETL; KELLEY, 2006; MONDAL *et al.*, 2014). Adicionalmente, tais autores citam que essa estratégia é um fenômeno de natureza recente.

Conclusão

Neste estudo, verificou-se que não há preferência na escolha do lado da valva durante o forrageamento de *Tivela mactroides* por gastrópodes marinhos perfuradores. Adicionalmente, infere-se que há um estereótipo na escolha da região acometida na perfuração, sendo significantemente abundante na região dorsal, próxima ao umbo. Além disso, o forrageamento do gastrópode se dá independe do tamanho da presa. Ressalta-se que os resultados deste estudo somam aos realizados em outras regiões do globo, com o intuito de caracterizar o perfil da predação por gastrópodes marinhos e, deste modo, avaliar o declínio população de moluscos bivalves nas regiões costeiras.

Referências

ACOSTA, V.; LODEIROS, C. Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. **Ciencias Marinas**. v. 30, n. 2, p. 323–333, 2004.

BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D. Use of mollusks in zoohandicraft manufacturing in the Amazon Region. **Brazilian Journal of Biological Sciences**. v. 6, n. 12, p. 263-269, 2019.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed, Porto Alegre: 2007.

BERG, C.J.; NISHENKO, S. Stereotypy of predatory boring behavior of Pleistocene naticid gastropods. **Paleobiology**. v. 1, n. 3, p. 258-260, 1975.

CABRAL, J.P.; MONTEIRO-RODRIGUES, S. Orifícios de predação em conchas de moluscos marinhos. Um modelo experimental para o estudo de perfurações em conchas arqueológicas. In: **La Investigación Arqueomalacológica en la Península Ibérica: Nuevas aportaciones**. Nadir Ediciones, 2015. p. 241-250.

CARRIKER, M.R. Shell penetration and feeding by naticacean and muricacean predatory gastropods: a sunthesis. **Malacologia**. v. 20, n. 2, p. 403-422, 1981.

CHIBA, T.; SATO, S.I. Size-selective predation and drillhole-site selectivity in Euspira fortunei (Gastropoda: Naticidae): Implications for ecological and palaeoecological studies. **Journal of Molluscan Studies**. v. 78, n. p. 205-212, 2012.

CHIBA, T.; SATO, S.I. Invasion of *Laguncula pulchella* (Gastropoda: Naticidae) and predator–prey interactions with bivalves on the Tona coast, Miyagi

prefecture, northern Japan. **Biological Invasions**. v. 15, n. 3, p. 587-598, 2013.

CORTE, G.N.; YOKOYAMA, L.Q.; DENADAI, M.R.; BESSA, E.; SALLES, M.C.Z.; TURRA, A. Egg-capsule deposition of the marine gastropod *Olivella minuta*: the importance of an interspecific relationship with the soft-bottom bivalve *Tivela mactroides*. **Journal of Molluscan Studies**. v. 85, n. 1, p. 126-132, 2018.

CRESCINI, R.; VILLALBA, W.; TROCCOLI, L.; SOTO, G. Variación espacio-temporal de la densidad y biomasa seca del guacuco *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) de la ensenada de La Guardia, Isla De Margarita, Venezuela **Saber**. v. 25, n. 3, p. 337-340, 2013.

DÁVID, Á. Naticid predation on Late-Oligocene (Egerian) corbulid bivalves collected from three localities of NE - Hungary. **Malacological Newsletter**. v. 14, n. p. 7-14, 1995.

DE SEVEREYN, Y.G.; VILLASMIL, A.; SEVEREYN, H.J.; MORALES, F.; MONTIEL, M. Optimization of fertilization success in the bivalve mollusk *Tivela mactroides* under laboratory conditions. **Marine Science Research & Development**. v. 4, n. 1, p. 1000142, 2013.

DENADAI, M.R.; AMARAL, A.C.Z.; TURRA, A. Along- and across-shore components of the spatial distribution of the clam *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). **Journal of Natural History**. v. 39, n. 36, p. 3275-3295, 2005.

DENADAI, M.R.; LE SUEUR-MALUF, L.; MARQUES, C.G.; AMARAL, A.C.Z.; ADAMO, I.; YOKOYAMA, L.Q.; TURRA, A. Reproductive cycle of the trigonal clam Tivela mactroides (Bivalvia, Veneridae) in Caraguatatuba Bay, southeastern Brazil. **Marine Biology Research**. v. 11, n. 8, p. 847-858, 2015a.

DENADAI, M.R.; POMBO, M.; BERNADOCHI, L.C.; TURRA, A. Harvesting the beach clam *Tivela mactroides*: Short- and long-term dynamics. **Marine and Coastal Fisheries**. v. 7, n. 1, p. 103-115, 2015b.

DIETL, G.P.; KELLEY, P.H. Can naticid gastropod predators be identified by the holes they drill? **Ichnos**. v. 13, n. p. 103-108, 2006.

GOMES, C.C. Influência do tamanho de gastrópodes sobre a seleção do tamanho de suas presas. **Prática da pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica**. v. n. p. 4, 2013.

HENCKES, C.; CUNHA, C.M. *Natica marochiensis* (Gmelin, 1791) (Gastropoda: Naticidae) preying on *Donax striatus* Linnaeus, 1767 (Bivalvia: Donacidae) from North Brazil. **Strombus**. v. 14, n. 1/2, p. 11, 2007.

KABAT, A.R. Species of Naticidae (Mollusca: Gastropoda) described by Linnaeus in the Systema Naturae (1758). **logical Journal ofthe Linnean Sociely**. v. 100, n. p. 1-25, 1990.

KINGSLEY-SMITH, P.R.; RICHARDSON, C.A.; SEED, R. Stereotypic and size-selective predation in *Polinices pulchellus* (Gastropoda: Naticidae) Risso 1826. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 295, n. p. 173-190, 2003.

KOWALEWSKI, M. The fossil record of predation: An overview of analytical methods. In: KOWALEWSKI, M. & KELLEY, P.H. **The Fossil Record of Predation**. Paleontological Society Special Papers: 2002. p. 3-42.

KREBS, J.R.; DAVIES, N.B. **Introdução à ecologia comportamental**. Atheneu Editora, São Paulo: 1996.

MALLICK, S.; BARDHAN, S.; DAS, S.S.; PAUL, S.; GOSWAMI, P. Naticid drilling predation on gastropod assemblages across the K–T boundary in Rajahmundry, India: New evidence for escalation hypothesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 411, n. p. 216-228, 2014.

MCLACHLAN, A.; DUGAN, J.E.; DEFEO, O.; ANSELL, A.D.; HUBBARD, D.M.; JARAMILLO, E.; PENCHASZADEH, P.E. Beach clam fisheries. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**. v. 34, n. p. 163-232, 1996.

MEDEIROS, E.L.; VIÉGAS, G.F.; HENRY-SILVA, G.G. Distribuição e densidade do bivalve *Tivela mactroides* (Born, 1778) em região estuarina tropical do semiárido do nordeste brasileiro. **Biotemas**. v. 27, n. 1, p. 79-91, 2014.

MONDAL, S.; HUTCHINGS, J.A.; HERBERT, G.S. A note on edge drilling predation by naticid gastropods. **Journal of Molluscan Studies**. v. 80, n. 2, p. 1-7, 2014.

POUTIERS, J.M. Bivalves. In: CARPENTER, K.E. & DE ANGELIS, N. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bivalves, gastropods, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras**. Rome: FAO, 2016. p. 665-906.

PRIETO, A.; ARRIECHE, D. Parámetros poblacionales del guacuco *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) de Playa Caicara, Estado Anzoátegui, Venezuela. **Ciencias Marinas**. v. 32, n. 2, p. 285-296, 2006.

PRIETO, A.S. Contribuición a la ecologia *Tivela mactroides*, Born, 1778: Aspectos reprodutivos. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. v. 29, n. 2, p. 323-328, 1980.

REVEROL, Y.M.; DELGADO, J.G.; DE SEVEREYN, Y.G.; SEVEREYN, H.J. Embrionary and larval developmnet of the marine clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) in Zulia State, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**. v. 52, n. 4, p. 903-909, 2004.

RIOS, E.C. **Compendium of brazilian sea shells**. Rio Grande, RS: Evangraf, 676p., 2009.

SARDI, A.E.; RAMOS, R.; GARCÍA, E.M. Hydrocarbon biomarkers responses in the bivalve, *Tivela mactroides*, exposed to polluted sediments. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 90, n. 1, p. 1-8, 2013.

TURRA, A.; CORTE, G.N.; AMARAL, A.C.Z.; YOKOYAMA, L.Q.; DENADAI, M.R. Non-linear curve adjustments widen biological interpretation of relative growth analyses of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae). **PeerJ**. v. n. p. 1-16, 2018.

TURRA, A.; FERNANDEZ, W.S.; BESSA, E.; SANTOS, F.B.; DENADAI, M.R. Multi-species generalist predation on the stochastic harvested clam *Tivela mactroides* (Mollusca, Bivalvia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 166, n. p. 115-123, 2015.

TURRA, A.; PETRACCO, M.; AMARAL, A.C.Z.; DENADAI, M.R. Population biology and secondary production of the harvested clam *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae) in Southeastern Brazil. **Marine Ecology**. v. 36, n. 2, p. 1-14, 2014a.

TURRA, A.; PETRACCO, M.; AMARAL, A.C.Z.; DENADAI, M.R. Temporal variation in life-history traits of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae): Density-dependent processes in sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 159, n. Part A, p. 157-164, 2014b.

TURRA, A.; POMBO, M.; PETRACCO, M.; SIEGLE, E.; FONSECA, M.; DENADAI, M.R. Frequency, magnitude, and possible causes of stranding and mass-mortality events of the beach clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae). **PLoS ONE**. v. 11, n. 1, p. e0146323, 2016.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 960p., 2010.