

ARTIGO ORIGINAL

Varição morfométrica de *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae) no litoral Norte-Nordeste do Brasil

Weverton John Pinheiro dos Santos¹, Adriana da Cruz Melo¹, Ana Carla de Araújo Gomes, Mara Rúbia Ferreira Barros¹, Rafael Anaisce das Chagas^{2*} & Andréa Magalhães Bezerra¹

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil.

²Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

*E-mail para correspondência: rafaelanaisce@hotmail.com

RESUMO

O presente estudo objetivou comparar a morfometria de *Tivela mactroides* de três praias do litoral Norte e Nordeste brasileiro. Para tanto, utilizou-se exemplares depositados na Coleção Malacológica do Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (MZUFRA), oriundos das praias da Corvina (PA), Boa Viagem (PE) e Porto da Barra (BA). Para a comparação morfológica, primeiramente calculou-se razões proporcionais entre as medidas externas das conchas (comprimento, largura e altura), em seguida, efetuou-se Análise de Componentes Principais (ACP) com a finalidade de determinar a razão morfométrica, determinante para organização dos dados e, por fim, utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) para comparar a morfometria de *T. mactroides* das três localidades. A ACP determinou a razão altura/comprimento como principal variável, enquanto a ANOVA indicou diferenças na morfometria da concha na comparação entre as três localidades. Assim, os resultados deste estudo corroboram a hipótese de influência latitudinal na morfometria da concha de *T. mactroides*. Conclui-se que há presença de influência latitudinal nas características conquiliológicas de *T. mactroides* presentes em diferentes regiões da costa brasileira. Deste modo, recomenda-se análises da influência latitudinal na dinâmica populacional da espécie.

Palavras-chave: Berbigão, Concha, Marisco, Mollusca, Morfometria.

ABSTRACT

Morphometric variation of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae) on the North and Northeast Brazilian coast. This study aimed to compare the morphometry of *Tivela mactroides* from three beaches on the North and Northeast Brazilian coast. For this, we used specimens deposited in the malacological collection of the Museum of Zoology of the Federal Rural University of the Amazon (MZUFRA), coming from the beaches of Corvina (PA), Boa Viagem (PE) and Porto da Barra (BA). For the morphological comparison, we first calculated proportional ratios between the external measures of the shells (length, width and height), then performed a Principal Component Analysis (PCA) with the purpose of determining the morphometric ratio for the data organization and finally, it was used the Analysis of Variance (ANOVA) to compare the morphometry of *T. mactroides* from the three locations. PCA determined the height / length ratio as the main variable, whereas ANOVA indicated differences in shell morphometry when comparing the three localities. Thus, the results of this study corroborate the hypothesis of latitudinal influence on the morphometry of the shell of *T. mactroides*. It is concluded that there is a presence of latitudinal influence on the *T. mactroides*' conchological characteristics present in different regions of the Brazilian coast. Therefore, analyzes of the latitudinal influence on the population dynamics of the species are recommended.

Keywords: Berbigão, Mollusca, Morphometry, Seafood, Shell.

INTRODUÇÃO

Tivela mactroides (Born, 1778), popularmente conhecido como “berbigão”, “marisco-da-areia”, “sapinhauá” e “crioulo”, é um bivalve amplamente distribuído pelo Atlântico oeste entre a Ilha de Ascensão (México), algumas ilhas do Caribe, Venezuela até o Brasil, vivendo enterrada em substratos arenoso-lamoso em águas rasas da plataforma continental (Denadai et al., 2005; McLachlan et al., 1996; Rios, 2009; Santos & Batalla, 2017). Esta espécie é caracterizada pela concha de valvas triangular, equilateral de bordas lisas, apresentando coloração creme com padrões de linhas marrons (Denadai et al., 2006); sendo comumente explorada para subsistência (e.g., alimentação humana) ou comercialização das conchas (e.g., artesanato) (Matthews-Cascon & Lotufo 2006; Medeiros et al., 2014; Absher et al., 2015; Santos & Batalla, 2017; Barros & Chagas 2019).

Vários estudos têm sido realizados sobre *Tivela mactroides* no Brasil envolvendo a morfologia (Denadai et al., 2006), distribuição (Denadai et al., 2005; Medeiros et al., 2014; Rocha & Matthews-Cascon, 2015), dinâmica populacional (Denadai et al., 2015c), crescimento relativo (Turra et al., 2018), aspectos ecológicos (Turra et al., 2014), incluindo análise de predação multiespecífica (Turra et al., 2015; Santos & Batalla 2017), mortalidade (Turra et al., 2016a) e reprodução de indivíduos (Denadai et al., 2015b), bem como pesquisas voltadas para a pesca (Denadai et al., 2015a) e aspectos socioeconômicos (Turra et al., 2016b).

Segundo Gosling (2015), os bivalves apresentam uma grande diversidade de hábitos de vida (i.e., epifaunais, semi-infaunais e infaunais), o que acarreta em variação conquiliológica e anatômica. Tais variações intraespecíficas podem ser oriundas de processos biológicos, tais como diversificação evolutiva, adaptação a fatores geográficos locais, desenvolvimento ontogenético, dentre outros (Zelditch et al., 2004). Desde modo, por serem animais que possuem grandes diferenças morfológicas, estudos morfométricos envolvendo bivalves, especialmente da família Veneridae, são de grande relevância para a identificação taxonômica, estudos de anatomia comparada, dentre outros (Francisco et al., 2011; Gosling, 2015).

Inúmeros estudos sobre a variação conquiliológica de bivalves vêm sendo realizados, porém, em sua maioria relacionando alterações em conchas sob influência de fatores abióticos e bióticos, tais como: movimentação das águas, características do substrato, suprimento alimentar, salinidade e temperatura (MacDonald & Thompson, 1988; Matthews-Cascon & Lotufo, 2006; Krapivka et al., 2007; Francisco et al., 2011; Telesca et al., 2018; Mata et al., 2019). Por outro lado, há poucos estudos verificando a influência

de gradientes latitudinais sob a morfologia da concha em bivalves.

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar a morfometria de *T. mactroides* provenientes de três praias do litoral Norte e Nordeste brasileiro. A hipótese testada foi a de que indivíduos de *T. mactroides* com ampla distribuição podem apresentar variação conquiliológica sob influência latitudinal.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento das amostras

Conchas de *Tivela mactroides* depositadas na Coleção Malacológica do Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (MZUFRA) foram empregadas neste estudo. De acordo com as informações de depósito das espécies no MZUFRA, as conchas foram coletadas manualmente, durante maré vazante, em três praias do litoral brasileiro (Figura 1): Praia da Corvina – litoral do estado do Pará (códigos de depósitos no MZUFRA: MZUFRA Moll 118 - seis conchas; MZUFRA Moll 358: 13 conchas), Praia da Boa Viagem – litoral do estado de Pernambuco (MZUFRA Moll 648 - 40 conchas) e Praia de Porto da Barra – litoral do estado da Bahia (MZUFRA Moll 246 - 20 conchas).

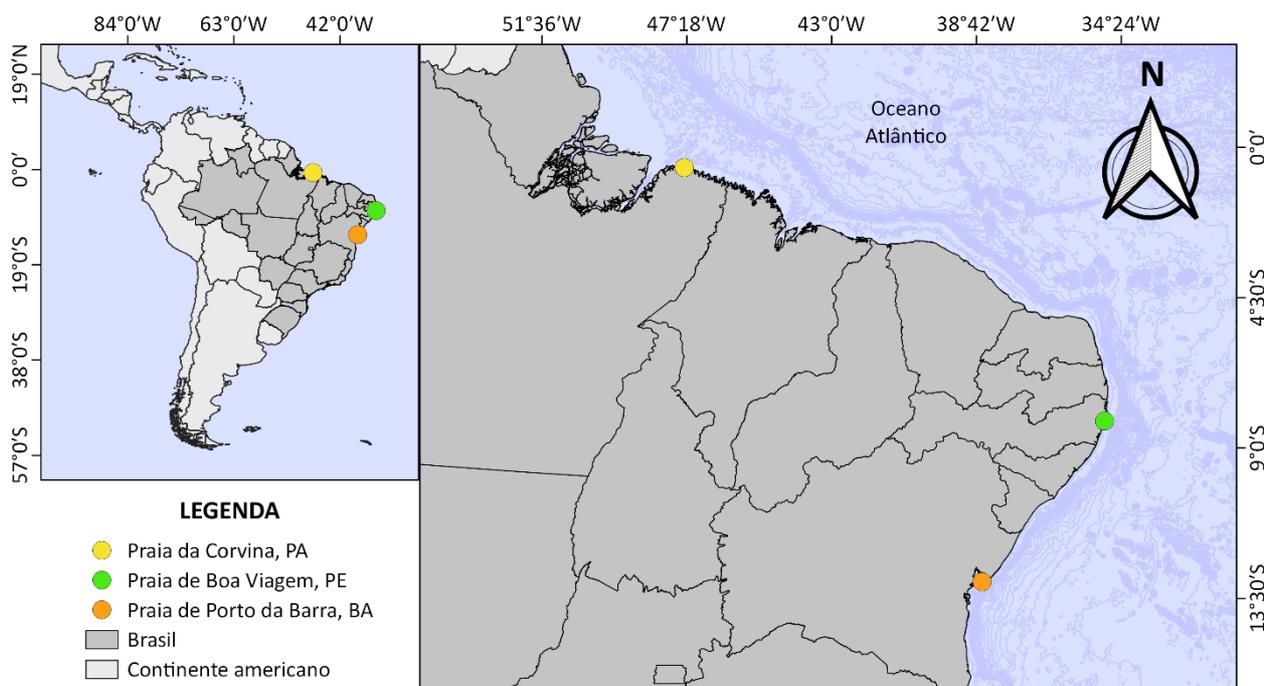


Figura 1. Locais de coleta de *Tivela mactroides* no litoral Norte-Nordeste do Brasil: ● Praia da Corvina, PA, ● Praia da Boa Viagem, PE e ● Praia de Porto da Barra, BA.

Comparação morfológica

Para a comparação morfológica de indivíduos de *Tivela mactroides* das três localidades, previamente calculou-se razões proporcionais entre as medidas morfométricas das conchas largura/comprimento (L/C), altura/largura (A/L) e altura/comprimento (A/C) (Figura 2), mensuradas com o uso de um paquímetro digital (TESA Data-Direct, precisão de 0,01 mm).

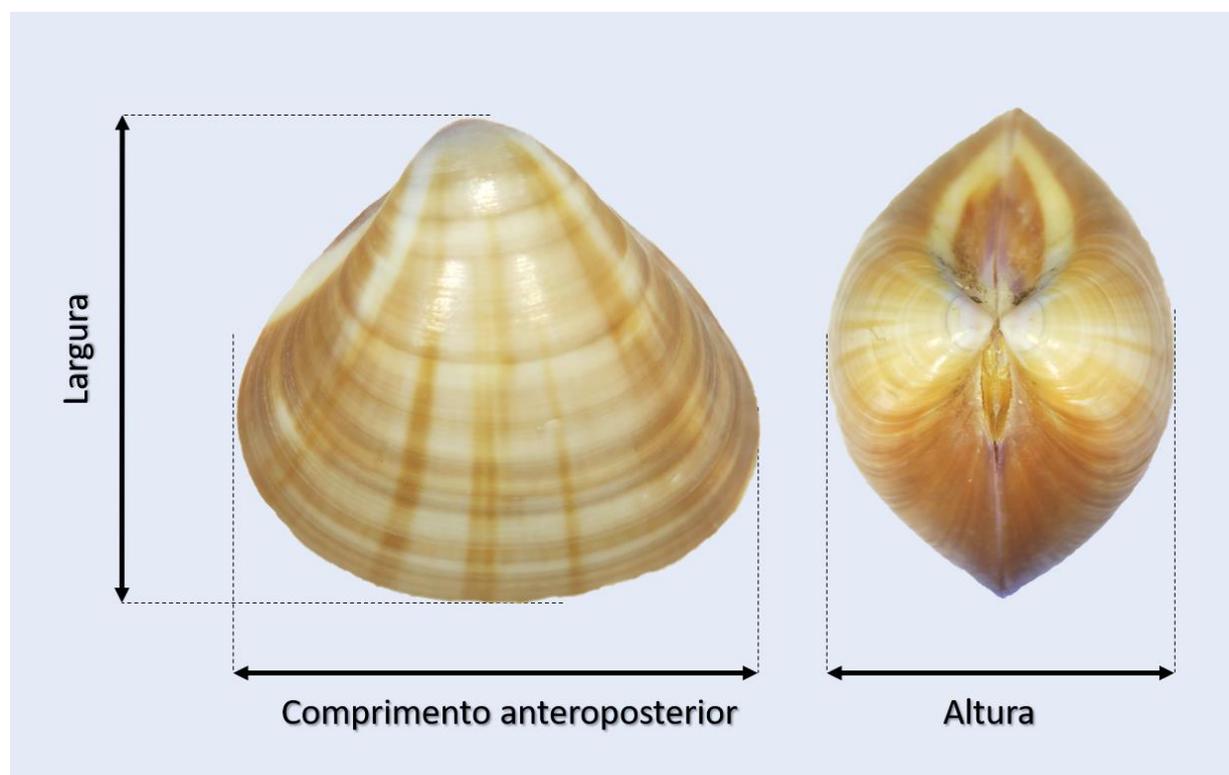


Figura 2. Esquema indicando as medições realizadas nas conchas dos exemplares de *Tivela mactroides*: largura, comprimento anteroposterior e altura da concha.

Os dados brutos da morfometria dos exemplares de *T. mactroides* analisados estão disponíveis em Chagas et al. (2019), na plataforma digital *Data Publisher for Earth & Environmental Science* – PANGAEA (www.pangaea.de).

Análises de dados

Para testar a hipótese de diferenças morfológicas sob a influência latitudinal aplicou-se, primeiramente, uma Análise de Componentes Principais (ACP) entre as razões morfométricas. Em seguida, com os resultados da ACP, determinou-se a principal razão morfométrica da concha, utilizando-a para avaliar a diferença entre *T. mactroides* das três praias por meio de uma Análise de Variância *one-way* (ANOVA *one-way*), seguidos de um teste *post-hoc* de Tukey. 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 R, utilizando um nível de significância de 95%. Os gráficos foram elaborados no software Statistica (versão 7.0), utilizando um nível de significância de 95%, conforme (Zar, 2010).

RESULTADOS

Comparação morfológica

A ACP relacionando as razões morfométricas da concha de *T. mactroides* descrevem 66,66% da relação entre as variáveis. A leitura do gráfico indica que a altura (por meio das razões: A/L e A/C) se apresenta como a principal variável pela ordenação dos dados no primeiro componente principal (CP1, 33,33%) e no segundo componente principal (PC2, 33,33%) agrupa os dados sob a razão L/C (Figura 3).

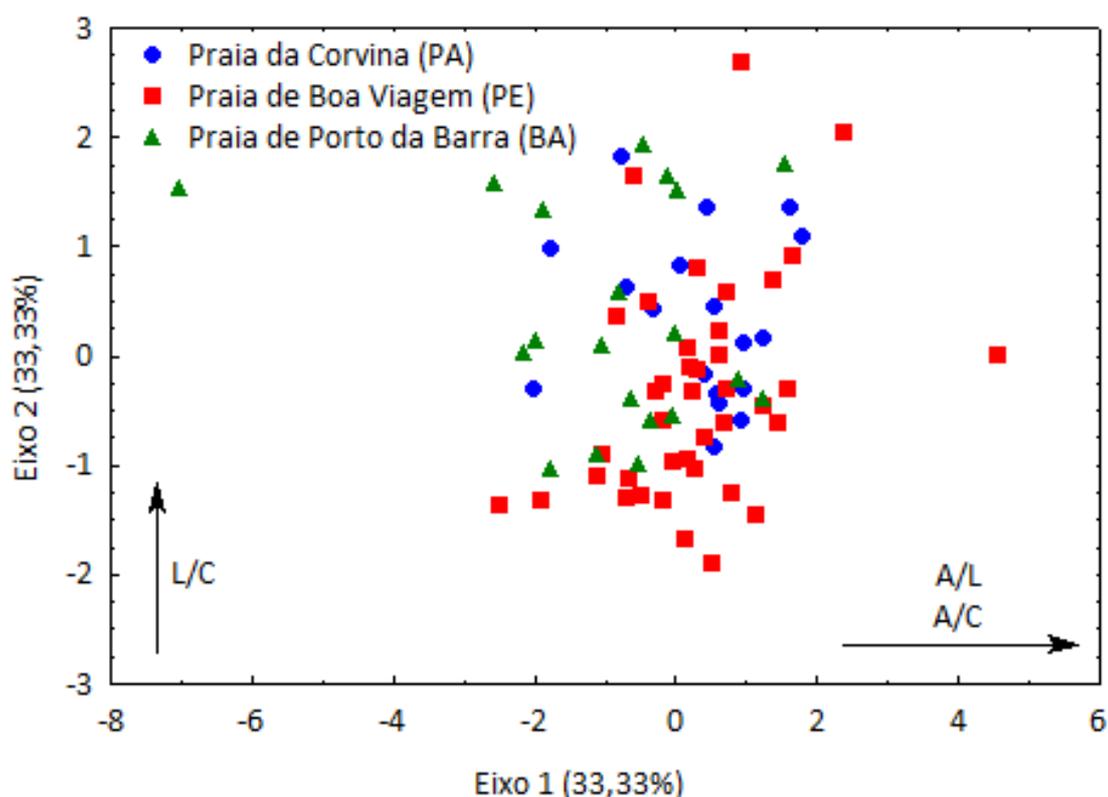


Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP) comparando a morfometria da concha de *Tivela mactroides* oriundos das Praias da Corvina – PA (●), Boa Viagem – PE (■) e Porto da Barra – BA (▲).

A partir dos resultados da ACP, verifica-se que a razão A/C é a principal variável na determinação da diferença morfométrica de *T. mactroides* (Tabela 1). Deste modo, os resultados da ANOVA, considerando essa variável, indica diferenças na morfometria da concha na comparação entre as três localidades ($F_{2,76} = 6,33$; $p = 0,002$).

Tabela 1. Variáveis utilizadas para a análise da influência latitudinal na concha de *T. mactroides* no litoral Norte e Nordeste do Brasil e a contribuição de cada variável para os dois componentes do ACP. L = Largura; A = Altura; C = Comprimento.

Razões morfométricas	Componente principal 1	Componente principal 2
L/C	0,281	0,917
A/L	0,648	-0,398
A/C	0,707	0,001
Autovalor	1,998	1,001
Broken Stick	1,833	0,833
% explicação	0,333	0,333
% acumulado	0,333	0,666

Ao analisar as diferenças morfométricas encontradas, corrobora-se parcialmente a hipótese de influência latitudinal da morfometria da concha de *T. mactroides*, pois destaca-se diferença nos espécimes oriundos da Praia da Corvina (PA) e da Praia de Boa Viagem (PE) ao comparar com aqueles oriundos da Praia da Porto da Barra (BA) (Tukey, $p = 0,014$ e $p = 0,003$; respectivamente). No entanto, ao comparar as Praia da Corvina (PA) e da Praia de Boa Viagem (PE) não se evidencia diferença significativa (Tukey, $p = 0,999$) (Figura 4).

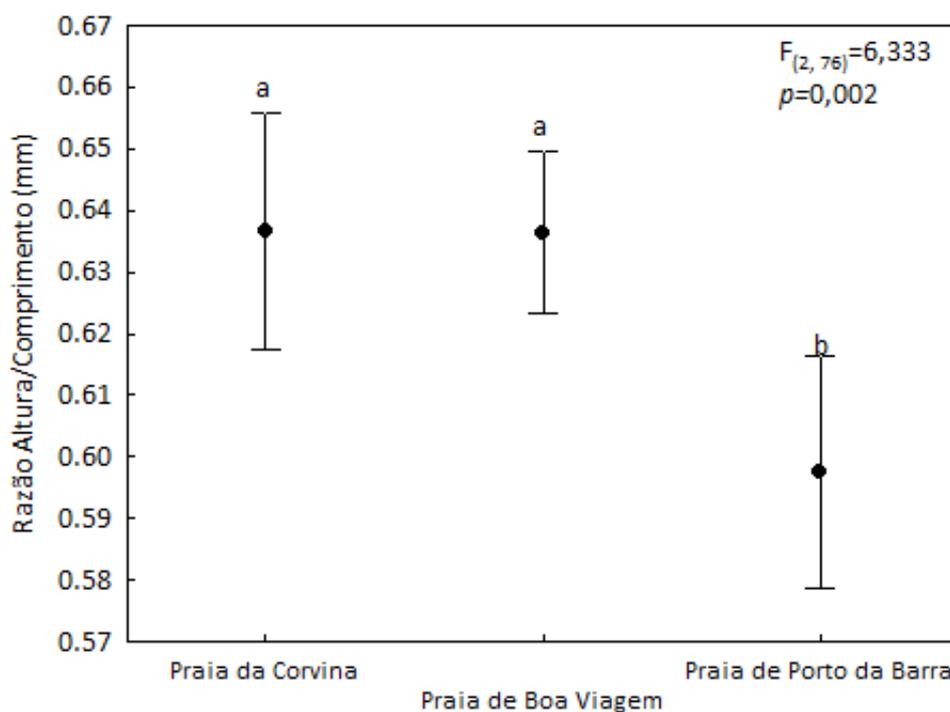


Figura 4. Análise de Variância (ANOVA) comparando a razão A/C (Altura/Comprimento) da concha de *Tivela mactroides* oriundos das Praias da Corvina – PA, Boa Viagem – PE e Porto da Barra – BA.

DISCUSSÃO

A maioria das espécies da família Veneridae presentes no Brasil estão distribuídas pelo Atlântico, de acordo com as classificações nos padrões de distribuição latitudinal e longitudinal (Rocha & Matthews-Cascon, 2015). No presente estudo, verificou-se que as conchas de *Tivela mactroides* da Praia de Boa Viagem (PE) e da Praia da Corvina (PA) possuem similaridade conquiliológica. Por sua vez, a diferença observada entre espécimes da Praia de Porto da Barra (BA) e da Praia de Boa Viagem (PE), as quais também possuem pouca diferença latitudinal, pode estar relacionada às condições ambientais da área onde os organismos foram coletados, uma vez que estes indivíduos foram amostrados em áreas entremarés de praias arenosas em ambas localidades. Conforme Denadai et al. (2005), um ambiente dinâmico e complexo, com sua variabilidade intrínseca em fatores bióticos e abióticos, pode agir diretamente em populações de *T. mactroides* (Denadai et al., 2005).

As características são inter-relacionadas e altamente variáveis tanto na escala temporal quanto na espacial (MacDonald & Thompson 1988). A influência da escala espacial foi corroborada neste trabalho, indicando diferenças na morfometria da concha de *T. mactroides* presentes em diferentes regiões da costa brasileira.

Através da análise da morfologia da concha de *T. mactroides*, obtêm-se informações que auxiliam no entendimento da história de vida de *T. mactroides*, bem como, implicações para a sua exploração econômica como recursos pesqueiros (Turra et al., 2018). Adicionalmente, permite estimar a produção e a biomassa de uma população a partir de um único parâmetro, como comprimento ou largura, podendo servir de ferramenta de apoio na exploração e manejo de espécies colhidas, por exemplo, atuando na melhora da seletividade de tamanho das artes de pesca (Vasconcelos et al., 2018).

Segundo Denadai et al. (2005), variações morfométricas de *T. mactroides* podem relacionar-se às mudanças de habitat e ao estágio de maturação dos indivíduos, uma vez que, o crescimento e a forma da concha do bivalve são normalmente influenciados por fatores ambientais (e.g. temperatura, sedimentos, profundidade, correntes, exposição a ondas) e fatores biológicos (e.g. capacidade de predação, crescimento e escavação). Além disso, associado ao seu início do período reprodutivo, visto que mais energia é direcionada, principalmente, para o desenvolvimento e maturação das gônadas do que para a deposição da casca (Gaspar, et al., 2002; Rabaoui, et al., 2007).

Krapivka et al. (2007), em estudo realizado ao longo do litoral sul do Chile, constataram variação no formato da concha de *Mytilus chilensis* Hupé, 1854, examinando oito populações da espécie, além de relações interpopulacionais entre forma, latitude, salinidade e genética em uma escala latitudinal ampla.

Outros autores também vêm observando variações latitudinal na forma das concha de bivalves, tais como: Aguirre et al. (2006) em mexilhões *Brachidontes* do Atlântico Norte Americano (Argentina), Valladares et al. (2010) em populações de *M. chilensis* no sul do Chile, Trucco (2001) em *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 ao longo do Atlântico Sudoeste e Telesca et al. (2018) em *M. edulis* e *Mytilus trossulus* Gould, 1850 no Atlântico Norte e do Ártico.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se verificar que há influência latitudinal nas características morfológicas das conchas de *T. mactroides* provenientes das diferentes regiões estudadas na costa brasileira. Tais características são inter-relacionadas e altamente variáveis tanto na escala temporal quanto na espacial em muitas espécies de bivalves e que essa variabilidade local geralmente exerce a variação ao longo de um gradiente latitudinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absher, T.M.; Ferreira Junior, A.L. & Christo, S.W. 2015. **Conchas de moluscos marinhos do Paraná**. Rio de Janeiro, Publiki. 20 p.
- Aguirre, M. L.; Perez, S.I. & Sirch, Y.N. 2006. Morphological variability of *Brachidontes* Swainson (Bivalvia, Mytilidae) in the marine Quaternary of Argentina (SW Atlantic). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **239**(1-2): 100-125.
- Barros, M.R.F. & Chagas, R.A. 2019. Use of mollusks in zoohandicraft manufacturing in the Amazon Region. **Brazilian Journal of Biological Sciences** **6**(12): 263-269.
- Chagas, R.A.; Melo, A.C.; Gomes, A.C.A.; Barros, M.R.F.; Santos, W.J.P. & Bezerra, A.M. 2019. **Morphometric data of *Tivela mactroides* from the north-northeast coast of Brazil**. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science.
- Denadai, M.R.; Amaral, A.C.Z. & Turra, A. 2005. Along- and across-shore components of the spatial distribution of the clam *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). **Journal of Natural History** **39**(36): 3275-3295.
- Denadai, M.R.; Arruda, E.P.; Domaneschi, O. & Amaral, A.C.Z. 2006. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da

costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 6(3): 1-34.

Denadai, M.R.; Jacobucci, D.F.C.; Fontana I.; Taniguchi, S. & Turra, A. 2015a. Assessment of contamination of the beach clam *Tivela mactroides*: implications for food safety of a recreational and subsistence marine resource in Caraguatatuba Bay, Brazil. **International Journal of Food Contamination** 2(6): 1-12.

Denadai, M.R.; Le Sueur-Maluf, L.; Marques, C.G.; Amaral, A.C.Z.; Adamo, I.; Yokoyama, L.Q. & Turra A. 2015b. Reproductive cycle of the trigonal clam *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae) in Caraguatatuba Bay, southeastern Brazil. **Marine Biology Research** 11(8): 847-858.

Denadai, M.R.; Pombo, M.; Bernadochi, L.C. & Turra A. 2015c. Harvesting the beach clam *Tivela mactroides*: Short- and long-term dynamics. **Marine and Coastal Fisheries** 7(1): 103-115.

Francisco, J.A.; Tenório, D.O.; Barros, J.C.N.; Silva, J.G.A. & Silva, G.F. 2011. Shell morphometry of three species of the genus *Nuculana* Link, 1807 (Bivalvia, Protobranchia, Nuculanidae) from continental shelf and slope Northeastern Brazil. **Tropical Oceanography** 39(1): 22-26.

Gaspar, M.B.; Santos, M.N.; Vasconcelos, P.; Monteiro, C.C. 2002. Shell morphometric relationships of the most common bivalve species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve coast (southern Portugal). **Hydrobiologia** 477: 73-80.

Gosling, E. 2015. **Marine Bivalve Molluscs**. John Wiley & Sons, Ltd. 537 p.

Krapivka, S.; Toro, J.E.; Alcapán, A.C.; Astorga, M.; Presa, P.; Pérez, M. & Guiñez, R. 2007. Shell-shape variation along the latitudinal range of the Chilean blue mussel *Mytilus chilensis* (Hupe 1854). **Aquaculture Research** 38(16): 1770-1777.

MacDonald, B.A. & Thompson, R.J. 1988. Intraspecific variation in growth and reproduction in latitudinally differentiated populations of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). **Biological Bulletin** 175(3): 361-371.

Mata, L.S.; Tagliaro, C.H.; Simeone, D. & Beasley, C.R. 2019. Shell shape variation in Amazonian freshwater mussels (Unionida: Hyriidae: Hyriini). **Journal of Molluscan Studies** eyz001: 1-12.

Matthews-Cascon, H. & Lotufo, T.M.C. 2006. **Biota marinha da costa oeste do Ceará**. Brasília, MMA. 250 p.

McLachlan, A.; Dugan, J.E.; Defeo, O.; Ansell, A.D.; Hubbard, D.M.; Jaramillo, E. & Penchaszadeh, P.E. 1996. Beach clam fisheries. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review** 34: 163-232.

Medeiros, E.L.; Viégas, G.F. & Henry-Silva, G.G. 2014. Distribuição e densidade do bivalve *Tivela*

mactroides (Born, 1778) em região estuarina tropical do semiárido do nordeste brasileiro. **Biotemas** 27(1): 79-91.

Rabaoui, L.; Tlig Zouari, S.; Katsanevakis S.; Ben Hassine, O.K. 2007. Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna nobilis* populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. **Marine Biology** 152: 537-548.

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

Rocha, V.P. & Matthews-Cascon, H. 2015. Inferência de padrões de distribuição da família Veneridae (Mollusca, Bivalvia) no Brasil através de base secundária de dados. **Neotropical Biology and Conservation**, 10(3): 123-131.

Santos, A.M. & Batalla, J.F. 2017. Levantamento conquiológico e análise de predação por gastrópodes em bivalves na Praia de Guaecá, São Sebastião-SP. **UNISANTA BioScience** 6(4): 295-315.

Telesca, L.; Michalek, K.; Sanders, T.; Peck, L.S.; Thyrring, J. & Harper, E.M. 2018. Blue mussel shell shape plasticity and natural environments: a quantitative approach. **Scientific Reports** 8(2865): 1-15.

Trucco, 2001. **Diferenciación genética con polimorfismos alozímicos en *Mytilus* spp. del Atlántico Sudoccidental**. Unpublished PhD Thesis, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. España.

Turra, A.; Corte, G.N.; Amaral, A.C.Z.; Yokoyama, L.Q. & Denadai, M.R. 2018. Non-linear curve adjustments widen biological interpretation of relative growth analyses of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae). **PeerJ** 1-16.

Turra, A.; Fernandez, W.S.; Bessa, E.; Santos, F.B. & Denadai, M.R. 2015. Multi-species generalist predation on the stochastic harvested clam *Tivela mactroides* (Mollusca, Bivalvia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 166: 115-123.

Turra, A.; Petracco, M.; Amaral, A.C.Z. & Denadai, M.R. 2014. Temporal variation in life-history traits of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae): Density-dependent processes in sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 159(Part A): 157-164.

Turra, A.; Pombo, M.; Petracco, M.; Siegle, E.; Fonseca, M. & Denadai, M.R. 2016a. Frequency, magnitude, and possible causes of stranding and mass-mortality events of the beach clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae). **PLoS ONE** 11(1):e0146323.

Turra, A.; Xavier, L.Y.; Pombo, M.; Paschoal, C.C. & Denadai, M.R. 2016b. Assessment of recreational harvesting of the trigonal clam *Tivela mactroides*: Socioeconomic aspects and environmental perception.

Fisheries Research 174: 58-67.

Valladares, A.; Manríquez, G. & Suárez-Isla, B. 2010. Shell shape variation in populations of *Mytilus chilensis* (Hupé 1854) from Southern Chile: a geometric morphometric approach. **Marine Biology 157:** 2731-2738.

Vasconcelos, P.; Moura, P.; Pereira, F.; Pereira, A.M.; Gaspar, M.B. 2018. Morphometric relationships and relative growth of 20 uncommon bivalve species from the Algarve coast (southern Portugal). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 98(3):** 463-474.

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

Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. & Fink, W.L. 2004. **Geometric morphometrics for biologists: A primer**. New York, Elsevier. 488 p.