

Estabilização conquiliométrica em moluscos: estudo de caso com *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854) (*Bivalvia*, *Myidae*)

Conchiliometric stabilization in mollusks: a case study with *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854) (*Bivalvia*, *Myidae*)

Estabilización conquiliométrica en los moluscos: un estudio de caso con *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854) (*Bivalvia*, *myidae*)

Recebido: 19/02/2021 | Revisado: 28/02/2021 | Aceito: 05/03/2021 | Publicado: 14/03/2021

Lucas Rodrigues de Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2158-7958>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: lucaas3120@gmail.com

Weverton John Pinheiro dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8413-5081>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: weverton_john@hotmail.com

Mara Rúbia Ferreira Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1354-7550>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: eng.p.marabarros@gmail.com

Andréa Magalhães Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7656-1109>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: deabezerra@yahoo.com.br

Marko Herrmann

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9891-6700>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: marko.herrmann@gmx.de

Rafael Anaise das Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1555-6154>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: rafaelanaisce@hotmail.com

Resumo

Sphenia fragilis é um molusco bivalve pertencente a família Myidae, que possui hábito de escavar e viver alojado em espaços livres, cavidades e/ou fendas deixadas por outros organismos (e.g., mexilhões e ostras). A espécie apresenta elevada variação morfológica na forma da concha, no entanto, ainda não foi estudado essa variação a partir de dados morfométricos. Objetivou-se testar a hipótese da existência de uma estabilização da forma da concha de *S. fragilis*, através de análises morfométricas de indivíduos coletados no litoral amazônico. As medidas morfométricas externas da concha foram mensuradas em 309 espécimes, realizando a caracterização morfométrica por meio de regressões lineares e a determinação do Indicador de Estabilização da Forma da concha (IEF). Os resultados indicam que a espécie apresenta elevada correlação morfométrica, porém o IEF descreve uma alta variabilidade ao longo de seu desenvolvimento. Tais resultados refutam a hipótese da existência de estabilização na forma da concha de *S. fragilis* e, por conta disso, recomenda-se ajustes metodológicos em estudos acerca da dinâmica populacional da espécie, principalmente na quantidade de indivíduos analisados.

Palavras-chave: Bivalves; Relações morfométricas; IEF.

Abstract

Sphenia fragilis is a bivalve mollusk belonging to the family Myidae, which has a habit of digging and living housed in free spaces, cavities and/or cracks left by other organisms (e.g., mussels and oysters). The species shows high morphological variation in the shape of the shell, however, this variation has not yet been studied based on morphometric data. The objective was to test the hypothesis of the existence of a stabilization of the shell shape of *S. fragilis*, through morphometric analysis of individuals collected on the Amazon coast. The external morphometric measurements of the shell were measured in 309 specimens, performing the morphometric characterization by means of linear regressions and the determination of the Shell Shape Stabilization Indicator (IEF). The results indicate that the species has a high morphometric correlation, however the IEF describes a high variability throughout its development. Such results refute

the hypothesis of the existence of stabilization in the shape of the *S. fragilis* shell and, as a result, methodological adjustments are recommended in studies about the population dynamics of the species, mainly in the number of individuals analyzed.

Key words: Bivalves; Morphometric relationships; IEF.

Resumen

Sphenia fragilis es un molusco bivalvo perteneciente a la familia Myidae, que tiene la costumbre de excavar y vivir alojado en espacios libres, cavidades y/o grietas dejadas por otros organismos (por ejemplo, mejillones y ostras). La especie muestra una alta variación morfológica en la forma de la concha, sin embargo, esta variación aún no se ha estudiado en base a datos morfométricos. El objetivo fue probar la hipótesis de la existencia de una estabilización de la forma de la concha de *S. fragilis*, mediante el análisis morfométrico de individuos recolectados en la costa amazónica. Las medidas morfométricas externas de la concha se midieron en 309 especímenes, realizando la caracterización morfométrica mediante regresiones lineales y la determinación del Indicador de Estabilización de la Forma de la Concha (IEF). Los resultados indican que la especie tiene una alta correlación morfométrica, sin embargo el IEF describe una alta variabilidad a lo largo de su desarrollo. Dichos resultados refutan la hipótesis de la existencia de estabilización en la forma del caparazón de *S. fragilis* y, en consecuencia, se recomiendan ajustes metodológicos en los estudios sobre la dinámica poblacional de la especie, principalmente en el número de individuos analizados.

Palabras clave: Bivalvos; Relaciones morfométricas; IEF.

1. Introdução

Mollusca é um dos Filos mais abundantes em número de espécies, atrás apenas do Filo Arthropoda (Ruppert et al., 2004). São animais morfológicamente diferenciados que sofreram uma das maiores radiações evolutivas entre os metazoários, tendo um ancestral comum segmentado (Petuch, 2013; Rios, 2009). Dentre os moluscos, há representantes em todos os ambientes aquáticos (e.g., límnicos, estuarino e marinho), apresentando diversas espécies terrestres (e.g., gastrópodes pulmonados) (Colley, 2012).

Ecologicamente, os moluscos são importantes membros de todos os ecossistemas (Fortunato, 2016). Além disso, possuem relevância econômica para as comunidades nativas e litorâneas, compondo parte da alimentação, cultura e zooartesanato (Barros & Chagas, 2019; Chagas & Herrmann, 2016; Colley, 2012; Khan & Liu, 2019). Outra característica desse grupo é sua relevância para a saúde pública através zoonoses (Agudo-Padrón et al., 2013; Barros et al., 2020a; Leal & Franco, 2008).

Dentre os moluscos bivalves marinhos, as espécies da família Myidae são moluscos cavadores que vivem alojados em espaços livres, cavidades e/ou fendas deixadas por outros organismos (e.g., mexilhões e ostras) (Coan, 1999; Pastorino & Bagur, 2011; Rios, 2009). Dos myídeos, *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854) é um bivalve de concha pequena, fina, frágil, sub quadrada, de forma irregular. Apresenta valva direita um pouco maior que a esquerda, com um dente pequeno, cor branca sob um perióstraco amarelado. Superfície externa com linhas de crescimento concêntrico (Coan, 1999; Pastorino & Bagur, 2011; Rios, 2009). Sua distribuição estimada abrange o leste do Oceano Pacífico e oeste do Oceano Atlântico (Coan, 1999), no Brasil há registros do Pará ao Rio Grande do Sul. Geralmente está associado a vermes, bancos de ostras e mexilhões, vivendo presos por um pequeno bisso (Chagas et al., 2018; Rios, 2009; Vale et al., 2020).

Estudos conchiliométricos dos myídeos são bem limitados, delimitando-se a caracterizações morfológicas (Coan, 1999; Pastorino & Bagur, 2011). Para Vasconcelos e Gaspar (2017), estudos morfométricos de moluscos são úteis para aplicação em modelos matemáticos utilizados em estudos da biologia e ecologia, dinâmica de populações e avaliação e gestão de recursos pesqueiros. Além disso, é utilizada por taxonomistas em estudos almejando a diferenciação de espécies que, somados aos fatores de habitat, a alimentação, pressão seletiva, competição e predação, possibilitam uma comparação mais eficiente (Peres-Neto, 1995).

S. fragilis apresenta elevada variação morfológica na forma da concha (Coan, 1999; Pastorino & Bagur, 2011), no entanto, a partir apenas de descrições morfológicas, sem considerar dados morfométricos. Neste estudo, testamos a hipótese da existência de uma estabilização da forma da concha de *S. fragilis*, através de análises morfométricas de espécimes coletados no

litoral amazônico. A estabilização morfométrica da concha possibilita a padronização de estudos comparativos interespecíficas de populações.

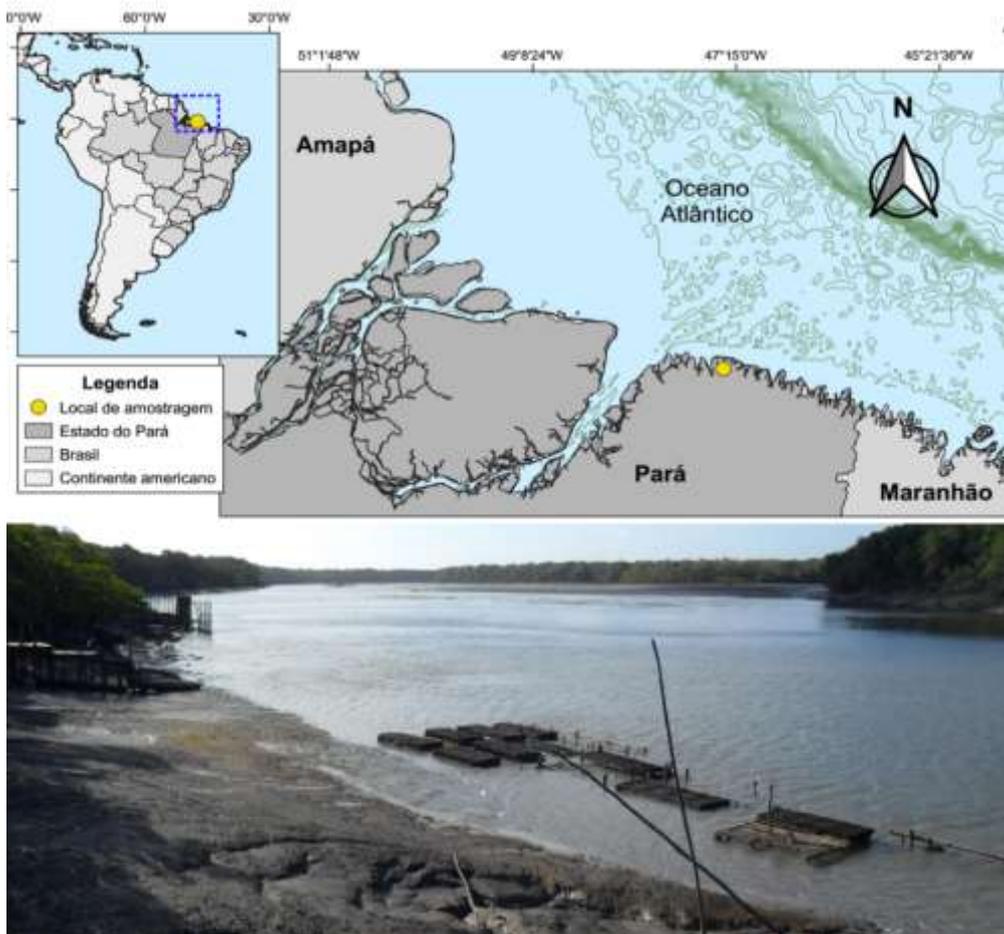
2. Metodologia

Área de estudo e procedimento de amostragem

A área de estudo delimitou-se às margens do rio Urindeua, localizado na região estuarina do município de Salinópolis (Figura 1A). O município pertence a microrregião do salgado e mesorregião nordeste paraense, situado na Região Hidrográfica Costa Atlântica - Nordeste (Pará, 2012). O município apresenta um índice pluviométrico anual médio de 2.100 mm, com a estação chuvosa, compreendendo os meses de dezembro a maio, e estação menos chuvosa (estação seca) correspondente ao período de junho a novembro (Moraes et al., 2005).

As coletas de *S. fragilis* ocorreram entre julho e dezembro de 2013 e as amostras foram retiradas da superfície da ostra cultivada na Associação de Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores – ASAPAQ (Figura 1B), segundo metodologia de Chagas (2016).

Figura 1. Área de coleta de *Sphenia fragilis*, A - Mapa de localização do município de Salinópolis-PA, no litoral amazônico; B – Cultivo de ostra (*Crassostrea tulipa*) às margens do rio Urindeua, onde as amostras foram coletadas.



Fonte: Autores.

As amostras foram fixadas em etanol 70% e transportadas ao Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical (LEBT) para a quantificação e caracterização conquiliométrica. Posteriormente, alguns espécimes foram depositados nas coleções

malacológicas do *Museum für Naturkunde - Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science in Berlin* (voucher: ZMB Moll 122209) e do Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia - MZUFRA (voucher: MZUFRA Moll 1022).

Caracterização conquiliométrica

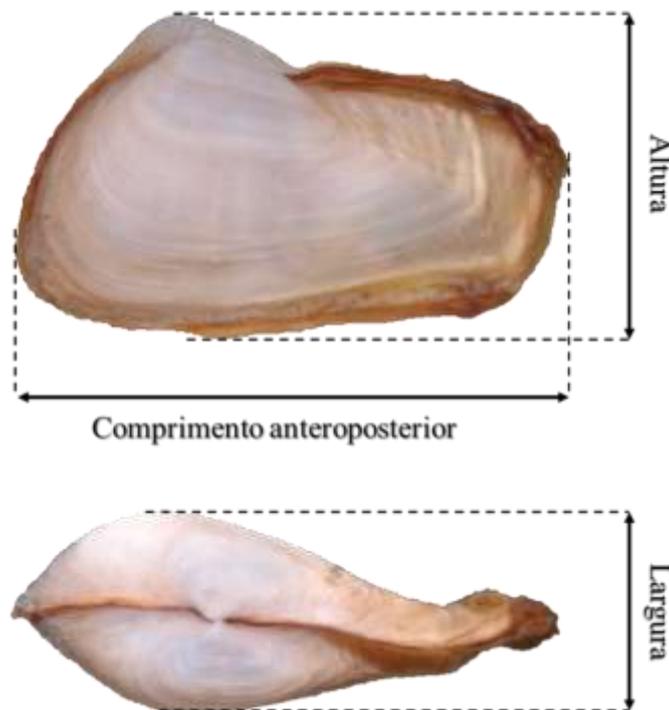
Para a caracterização conquiliométrica, inicialmente mensurou-se as medidas externas da concha de *S. fragilis*: comprimento anteroposterior (mm), largura (mm) e altura (mm) (Figura 2), conforme Vasconcelos e Gaspar (2017), mensuradas com o uso de um paquímetro digital (marca: TESA Data-Direct, precisão: 0,01 mm).

Os dados morfométricos da concha do molusco *S. fragilis* estão disponíveis na plataforma digital *Data Publisher for Earth & Environmental Science* – PANGAEA (www.pangaea.de/) (Silva et al., 2016).

Para descrever os aspectos morfométricos de *S. fragilis*, baseou-se na metodologia utilizada por Gaspar et al. (2002), realizando primeiramente as relações morfométricas entre as medidas externas da concha através de equações lineares, conforme a equação $Y = a + b * X$, estimando os coeficientes linear (a) e angular (b) das equações pelo método dos mínimos quadrados (Zar, 2010).

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) para testar a relação entre as medidas morfométricas por meio de um test T. Posteriormente, classificou-se as relações conforme os valores do coeficiente angular (b), sendo consideradas isométricas aquelas com $b = 1$, alometria positiva quando $b > 1$ e alometria negativa quando $b < 1$.

Figura 2. Medidas morfométricas de comprimento anteroposterior, largura e altura de *Sphenia fragilis*.



Fonte: Autores.

Determinação do Indicador de Estabilização da Forma da concha (IEF)

Para testar a hipótese da existência de uma estabilização da forma da concha de *S. fragilis*, aplicou-se o Indicador de Estabilização da Forma (IEF) da concha. Esse método, proposto por Gil et al. (2007), constitui-se por uma análise simples e

consiste em calcular as razões, expressas em porcentagem, entre as três medidas lineares da concha que possibilita uma análise do desenvolvimento da concha ao longo do crescimento da espécie.

Com isso, separou-se os exemplares amostrados em classes de comprimento, calculadas através da regra da raiz quadrada ($k=\sqrt{n}$, onde k é o número de classes e n é o número de bivalves) e o intervalo de classes calculado pela equação $IC=((Ls-Li)/k)$, onde IC é o intervalo de classe e Ls e Li são os maiores e menores valores de comprimento total amostrado. Calculou-se a média das medidas lineares para cada intervalo, determinando-se as seguintes razões morfométricas: A/C , L/C e L/A , sendo A altura, C comprimento total e L largura da concha.

Todas as análises estatísticas foram realizadas a um nível de significância de 95%, no programa PAST - *Palaeontological Statistics* (Versão 4.0) (Hammer, 2020).

3. Resultados e Discussão

As medidas externas da concha de 309 espécimes de *S. fragilis*, assim como a razão entre L/C , L/A e A/C e seus valores de média, desvio padrão, medidas mínimas e máximas, estão descritas respectivamente na Tabela 1

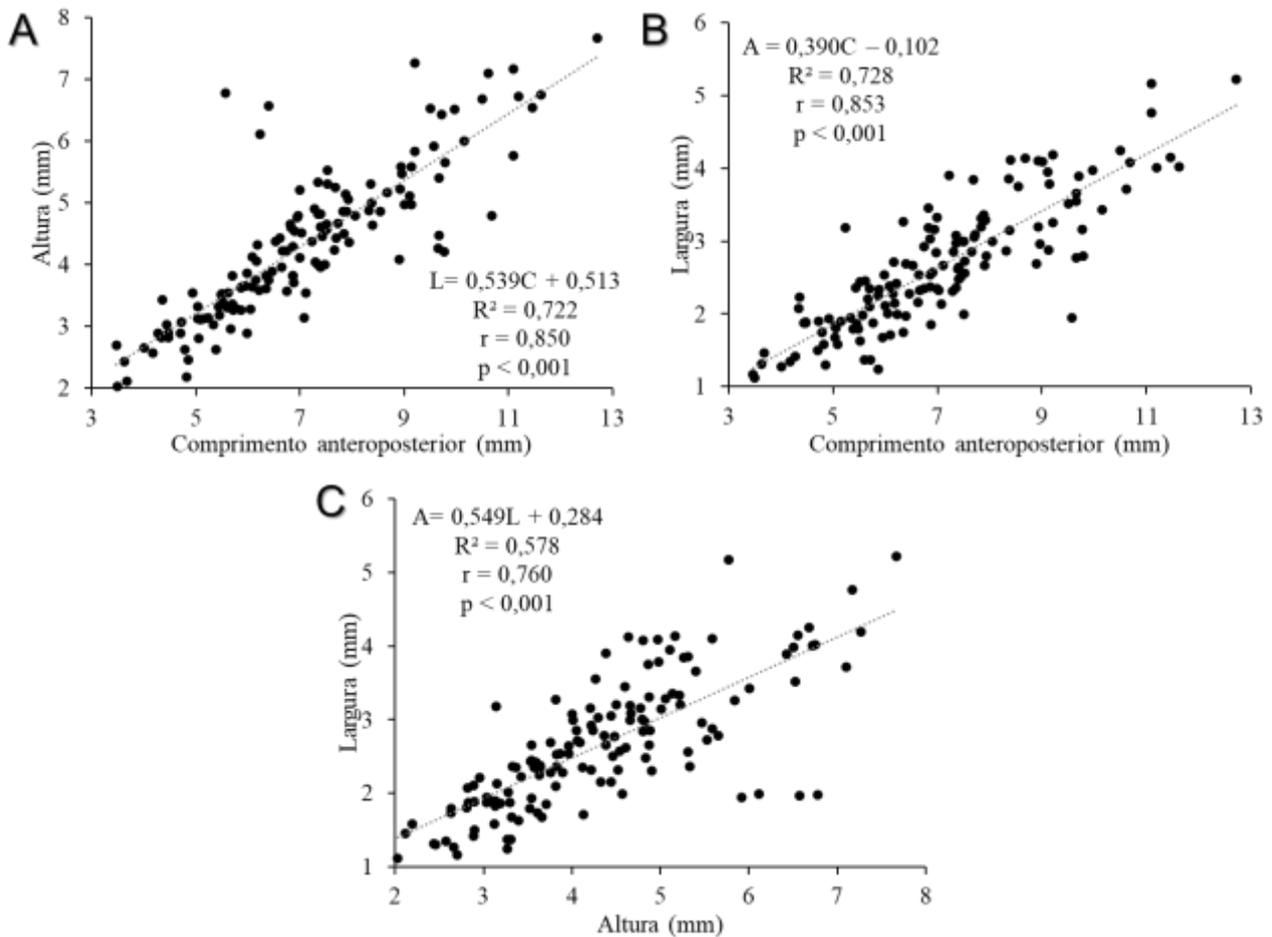
Tabela1. Medidas externas da concha em mm e razão entre o comprimento e largura da concha (C/L), largura e altura da concha (L/A) e altura e comprimento da concha (A/C) com respectivas média (M), desvio padrão (DP), valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) de 309 espécimes de *Sphenia fragilis* coletados no rio Urindeua, no município de Salinópolis-PA.

	Medidas da concha			Razão	
	Média ± DP	Mín - Máx		Média ± DP	Mín - Máx
Comprimento	7,06 ± 1,91	3,47 - 12,71	L/C	0,389 ± 0,048	0,342 - 0,523
Largura	2,65 ± 0,87	1,12 - 5,22	L/A	0,641 ± 0,072	0,529 - 0,806
Altura	4,32 ± 1,21	2,03 - 7,67	A/C	0,608 ± 0,027	0,576 - 0,649

Fonte: Autores.

O comprimento anteroposterior máximo de *S. fragilis* encontrado no litoral amazônico é similar ao máximo encontrado para a espécie no Fort Amador, Canal do Panamá (Panamá), que é de 12,7 mm (Coan, 1999). Destaca-se também, que a profundidade na qual *S. fragilis* foi encontrado no presente estudo, está dentro do registrado em águas brasileiras, que é de até 10 m. No entanto, esse molusco já foi encontrando em profundidades de até 30 m (Argentina) (Pastorino & Bagur, 2011).

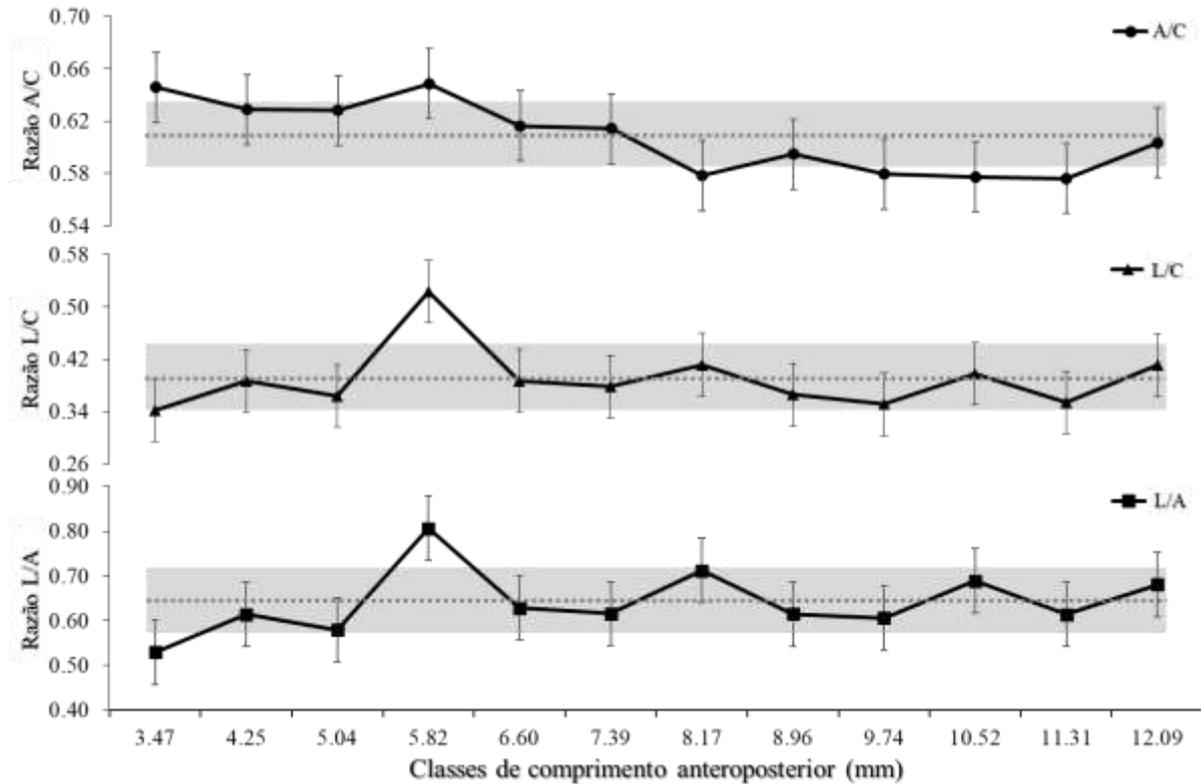
Figura 3. Relações morfométricas entre as medidas externas da concha de *Sphenia fragilis*, onde: A – altura e comprimento; B – comprimento e largura; C – largura e altura.



Fonte: Autores.

Todas as relações morfométricas realizadas apresentaram correlações classificadas por “fortes” ($0,71 > r < 0,90$), com alometria negativa. Ressalta-se que, por mais que as relações morfométricas de *S. fragilis* apresentem uma correlação significativa, os gráficos indicam características de elevada dispersão dos dados (Figura 3), o que sugere que a espécie apresenta variação na forma de sua concha. Tal afirmativa é corroborada através da análise de IEF (Figura 4), pois demonstra graficamente a variação na forma da concha que *S. fragilis* apresenta ao longo de seu crescimento. Na análise de IEF, ao analisarmos a razão A/C , verificamos que até aos 7,39 mm de comprimento anteroposterior a espécie apresenta variação acima da média da razão e, após esse tamanho, a variação oscila abaixo da média. Esse fato indica que a proporção entre a altura e comprimento anteroposterior de *S. fragilis* é inversamente proporcional ao longo do crescimento do indivíduo. Quanto as razões morfométricas L/C e L/A , verifica-se um comportamento similar, com variação entorno da média das razões. Deste modo, refuta-se a hipótese da existência de uma estabilização da forma da concha de *S. fragilis*, visto que a espécie apresenta variação na forma da concha ao longo de seu crescimento.

Figura 4. Variação das razões morfométricas de largura e altura (L/A), comprimento e largura (L/C) e altura e comprimento (A/C) representadas por linha preta contínua e as classes de crescimento da concha de *Sphenia fragilis*, com destaque para a média das razões (linha pontilhada), desvio padrão da média (área cinza).



Fonte: Autores.

A variação morfométrica na concha de moluscos bivalves é estudada constantemente, principalmente por meio de pesquisas que envolvam a caracterização das relações morfométricas entre as medidas externa da concha dos bivalves (Barros et al., 2020b; Chagas et al., 2019; Santos et al., 2020). Além disso, essa abordagem é considerada como uma ferramenta que possibilita análises da variação quantitativa na forma, geralmente se tornando mais útil para o estudo morfológico das espécies (Roth & Mercer, 2000). Estudos morfológicos da concha de moluscos bivalves e suas relações morfométricas possuem diversas finalidades, dentre elas, caracterização ornamental da concha, taxonomia, comparações inter e intraespecíficas (Vasconcelos et al., 2016).

Destaca-se que a forma da concha dos moluscos bivalves pode ser influenciada por fatores abióticos (exógenos/ambientais) e bióticos (endógenos/fisiológicos) (Gaspar et al., 2002). A análise da influência desses fatores não é abordada no presente estudo, no entanto, acerca da influência abiótica pode ser inferida indiretamente a partir de resultados do IEF de outros moluscos bivalves para o mesmo local de amostragem. A ostra cultivada *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) apresenta variação inicial da forma da concha por influência do estresse no cultivo, mas tende a estabilizar após esse período (Chagas et al., 2019). Já resultados do IEF com o mexilhão *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842) indica que a espécie possui crescimento proporcional desde o início. A partir destes resultados, pode-se inferir que a variação na forma da concha de *S. fragilis* evidenciada no presente estudo não advém de fatores abióticos.

Além disso, em relação aos fatores bióticos, a associação de *S. fragilis* com outros moluscos bivalves possibilita o crescimento da espécie de modo satisfatório, principalmente, devido a proteção contra predadores potenciais (e.g., peixes) e a disponibilidade constante de recursos alimentares devido menor gasto de energia na filtração, já os demais bivalves associados (e.g., ostras e mexilhões, principalmente) auxiliam na filtração da água.

4. Conclusão

A partir dos dados conchiliométricos apresentados e analisados neste estudo, indica-se que *Sphenia fragilis* possui todas as relações entre as medidas da concha correlacionadas positivamente. Além disso a alometria é classificada como negativa, o que indica que a taxa de crescimento das medidas de largura e altura diminui na medida que o molusco cresce. No entanto apresenta variação na forma de sua concha ao longo de seu desenvolvimento. Destaca-se que até aos 7,39 mm de comprimento anteroposterior a espécie apresenta variação acima da média da razão altura/comprimento e, após esse tamanho, a variação oscila abaixo da média, indicando que *S. fragilis* possui morfometria inversamente proporcional ao longo do crescimento do indivíduo. Tal resultado é suficiente para refutar a hipótese da existência de uma estabilização da forma da concha da espécie.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa conferida ao autor R.A. das Chagas. Aos ostreicultores da Associação de Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores – ASAPAQ, em destaque a D.^a Maria (presidente) pela concessão do espaço físico para a realização do projeto “Composição do macrobentos associado a ostra-do-mangue cultivada no litoral amazônico”, realizado entre 2013 e 2017. A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pelo apoio logístico que possibilitou a realização deste estudo.

Referências

- Agudo-Padrón, A. I., Veado, R. W. A. V., & Saalfeld, K. (2013). *Moluscos e Saúde Pública em Santa Catarina: subsídios para a formulação estadual de políticas preventivas sanitárias*. Duque de Caxias: Espaço Científico Livre Projetos Editoriais.
- 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. <https://doi.org/10.21472/bjbs.061224>
- Barros, M. R. F., Chagas, R. A., Herrmann, M., & Bezerra, A. M. (2020a). New record of the invasive snail *Melanoides tuberculatus* (Mollusca: Thiariidae) in the Amazon region, Northern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 80(2), 368-372. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.210408>
- Barros, M. R. F., Santos, W. J. P., & Chagas, R. A. (2020b). Morphometry and shell shape stabilization indicator (IEF) of the mussel *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842) (Bivalvia, Mytilidae). *Biota Amazônia*, 10(1), 31-34. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v10n1p31-34>
- Chagas, R. A. (2016). *Biofouling no cultivo da ostra-do-mangue Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) em um estuário amazônico*. Monografia (Bacharel em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. <https://doi.org/10.2312/eht.thesis.chagas.2016>
- Chagas, R. A., Barros, M. R. F., Santos, W. C. R., & Herrmann, M. (2018). Composition of the biofouling community associated with oyster culture in an Amazon estuary, Para state, Northern Brazil. *Revista de Biologia Marina y Oceanografía*, 53(1), 9-17. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572018000100009>
- Chagas, R. A., & Herrmann, M. (2016). Estimativas de crescimento de bivalves tropicais e subtropicais: recomendação para um método padronizado. [Growth estimations of tropical and subtropical bivalves: recommendation for a standardized method]. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4(2), 28-38. <https://doi.org/10.2312/ActaFish.4016.4.2.28-38>
- Chagas, R. A., Silva, R. E. O., Passos, T. A. F., Assis, A. S., Abreu, V. S., Santos, W. C. R., Barros, M. R. F., & Herrmann, M. (2019). Análise biomorfológica da ostra-do-mangue cultivada no litoral amazônico. *Scientia Plena*, 15(10), 1-13. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2019.107401>
- Coan, E. V. (1999). The eastern Pacific species of *Sphenia* (Bivalvia: Myidae). *The Nautilus*, 113(4), 103-120. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.2019>
- Colley, E. (2012). Moluscos terrestres e a malacologia paraense: historico e importancia no cenario nacional. *Estudos de Biologia*, 34(303). <http://dx.doi.org/10.7213/estud.biol.6127>
- Fortunato, H. (2016). Mollusks: Tools in Environmental and Climate Research. *American Malacological Bulletin*, 33(2), 310-324. <http://dx.doi.org/10.4003/006.033.0208>
- 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. <https://doi.org/10.1023/A:1021009031717>
- Gil, G.M., Troncoso, J. S. & Thomé, J. W. (2007). *Shell shape stabilization indicator (IEF): Handling and optimization of bivalves mollusks exploitation*. Edição do autor.
- Hammer Ø. (2020). *PAST - Palaeontological statistics. Version 4.0*. Natural History Museum: University of Oslo.
- Khan, B. M., & Liu, Y. (2019). Marine Mollusks: Food with Benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 548-564. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12429>

- Leal, D. A. G. & Franco, R. B. (2008). Moluscos bivalves destinados ao consumo humano como vetores de protozoários patogênicos: Metodologias de detecção e normas de controle. *Revista Panamericana de Infectología*, 10(4), 48-57.
- Moraes, B. C., Costa, J. M. N., Costa, A. C. L., & Costa, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35(2), 207-214. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>
- Pará. (2012). *Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará*: SEMA.
- Pastorino, G., & Bagur, M. (2011). The Genus *Sphenia* Turton, 1822 (Bivalvia: Myidae) from Shallow Waters of Argentina. *Malacologia*, 54(1-2), 431-435. <https://doi.org/10.4002/040.054.0112>
- Peres-Neto P.R. (1995). Introdução a análises morfométricas. *Oecologia Brasiliensis*, 2, 57-89.
- Petuch, E. J. (2013). *Biogeography and biodiversity of western Atlantic mollusks*. CRC Press.
- Rios, E. C. (2009). *Compendium of brazilian sea shells*: Evangraf.
- Roth, V. L., & Mercer, J. M. (2000). Morphometrics in Development and Evolution. *American Zoologist*, 40, 801-810.
- Ruppert, E. E., Fox, R. S. & Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach* (7 edition ed.): Brooks Cole.
- Santos, W. J. P., Melo, A. C., Gomes, A. C. A., Barros, M. R. F., Chagas, R. A., & Bezerra, A. M. (2020). Variação morfométrica de *Tivela mactroides* (Bivalvia, Veneridae) no litoral Norte-Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 21(1), 1-11. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/29117>
- Silva, E. A. C., Silva, R. E. O., Rafael, S. A., Chagas, R. A. & Herrmann, M. (2016). Morphometry of the bivalve *Caryocorbula swiftiana* (Bivalvia: Corbulidae) [changed to *Sphenia fragilis* (Bivalvia: Myidae)] of the Urindeua river, Pará state, northern Brazil. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.858785>
- Vale, A. V. P., Santos, W. C. R., Barros, M. R. F., Chagas, R. A. & Herrmann, M. (2020). Comparação de substratos artificiais na redução de bioincrustantes em um cultivo de ostras no estuário amazônico. *Revista CEPsul: Biodiversidade e Conservação Marinha*, 9(e2020001), 1-16. <https://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/cepsul/article/view/875/1142>
- Vasconcelos, P., & Gaspar, M. (2017). A importância e utilidade dos estudos morfométricos e do crescimento relativo em bivalves e gastrópodes. *Portugala*, 20, 10-11. <https://issuu.com/portugala/docs/portugala20>
- Vasconcelos, P., Moura, P., Pereira, F., Pereira, A. M. & Gaspar, M. B. (2016). 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. <https://doi.pangaea.de/10.1017/s002531541600165x>
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis* (5th ed.): Prentice Hall.