

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Primeiro registro confirmado de *Perna viridis* (Bivalvia) no Nordeste brasileiro: invasão do mexilhão-verde na Bahia

Walter Ramos Pinto Cerqueira, Gabriele Costa Ramos, Guilherme Mischur Nascimento, Yara Aparecida Garcia Tavares

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15817>

Submetido em: 2026-04-12

Postado em: 2026-05-05 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o(s) endosso(s) de:

- Edison Barbieri (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7423-3726>)

First confirmed record of *Perna viridis* (Bivalvia) in Northeast Brazil: green mussel invasion in Bahia State.

Primeiro registro confirmado de *Perna viridis* (Bivalvia) no Nordeste brasileiro: invasão do mexilhão-verde na Bahia.

PREPRINT

CERQUEIRA, Walter Ramos Pinto ⁽¹⁾; RAMOS, Gabriele Costa ⁽²⁾; NASCIMENTO, Guilherme Mischur ⁽³⁾; TAVARES, Yara Aparecida Garcia ⁽⁴⁾

(1) <https://orcid.org/0000-0001-6180-3454>, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil. E-mail: walter@uefs.br

(2) <https://orcid.org/0009-0003-4604-3049>, Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, PR, Brasil. E-mail: gabrielecoستا@gmail.com

(3) <https://orcid.org/0009-0007-3119-6295>, Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, PR, Brasil. E-mail: g.mischur@gmail.com

(4) <https://orcid.org/0000-0002-4190-8029>, Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, PR, Brasil. E-mail: yara.tavares@unespar.edu.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

Abstract

Invasive alien species pose a primary threat to coastal biodiversity and ecosystem integrity. The Indo-Pacific green mussel, *Perna viridis*, is a prominent bioinvader whose documented range in Brazil was historically restricted to the South and Southeast. This study provides the first confirmed record of *P. viridis* in Northeastern Brazil, specifically at Enseada dos Tainheiros within Todos os Santos Bay (Bahia). Identification was based on diagnostic morphological traits, confirmed by a reniform posterior adductor muscle scar, a key feature that distinguishes it from native mytilids and resolves previous regional misidentifications. Biometric and ecological analyses revealed a strong correlation between biomass and structural growth, characterized by positive allometry ($b = 1.24$), alongside wide variation in the condition index (10.5–50.5), indicating high physiological plasticity. The population structure, comprising multiple cohorts, suggests continuous recruitment, signifying that the species is established and expanding within the study area. Its preference for artificial substrates highlights the role of anthropogenic vectors in facilitating its spread. These findings demonstrate that Todos os Santos Bay provides favorable conditions for *P. viridis*, positioning the region as a potential dispersal hub in Northeastern Brazil. Furthermore, this study reinforces the need for ongoing monitoring and management strategies to mitigate the ecological and socioeconomic impacts of this bioinvasion.

Keywords: Bioinvasion, Taxonomic rigor, data validation, geographic distribution, morphometrics

Resumo

A introdução de espécies exóticas invasoras é uma das principais ameaças à biodiversidade e ao funcionamento de ecossistemas costeiros. O mexilhão-verde *Perna viridis*, bioinvasor originário da região Indo-Pacífica, teve sua ocorrência na costa brasileira historicamente restrita às regiões Sudeste e Sul, com ocorrências incertas para o Nordeste. Este estudo reporta o primeiro registro confirmado da espécie no Nordeste do Brasil, na Enseada dos Tainheiros, Baía de Todos-os-Santos (Bahia). A identificação taxonômica baseou-se em caracteres morfológicos diagnósticos, enquanto a população foi caracterizada através de análises biométricas e ecológicas. A identidade da espécie foi confirmada pela presença da cicatriz do músculo adutor posterior em formato reniforme, caráter determinante para a distinção de outros mitilídeos nativos, retificando equívocos prévios de distribuição na região. As análises revelaram forte correlação entre biomassa e crescimento estrutural, com alometria positiva ($b = 1,24$), além de ampla variação no índice de condição (10,5 a 50,5), evidenciando elevada plasticidade fisiológica. A estrutura populacional composta por múltiplas coortes sugere um recrutamento contínuo, indicando que a espécie se encontra estabelecida e em fase de expansão na área. A associação preferencial com substratos artificiais reforça a influência de vetores antrópicos na dispersão da espécie. Os resultados demonstram que a Baía de Todos-os-Santos oferece condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de *P. viridis*, consolidando-se como um potencial núcleo de dispersão no Nordeste. Recomenda-se a implementação de monitoramento contínuo e planos de manejo para mitigar os impactos ecológicos e socioeconômicos derivados desta bioinvasão.

Palavras-Chave: Bioinvasão, rigor taxômico, validação de dados, distribuição geográfica, morfometria

O artigo será submetido ao periódico *Diversitas Journal* (ISSN 2525-5215) enquanto estiver no preprint

Introdução

Espécies bioinvasoras desempenham papel significativo na modificação da biodiversidade em escala global, afetando também processos relacionados ao funcionamento dos serviços ecossistêmicos (Akira-Umeno, 2025; Donno et al., 2026; Roy et al., 2024). Ao longo da costa brasileira, bivalves invasores têm sido associados a impactos socioambientais relevantes, destacando-se o mexilhão-verde indo-pacífico *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). O primeiro registro da espécie no país foi realizado no estado do Rio de Janeiro (Baía de Guanabara) em 2018 (Messano et al., 2019) e, desde então, observa-se uma rápida expansão de sua distribuição, com populações já estabelecidas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (Barbieri et al., 2025; Beltrão et al., 2026).

Apesar desse avanço em direção a latitudes mais altas, a ocorrência de *P. viridis* no Nordeste brasileiro permanecia incerta. Registros anteriores no estado do Ceará (Regis et al., 2021; Soares et al., 2022; Santos et al., 2023; Zenni et al., 2024) foram posteriormente invalidados por Arruda et al. (2024), que reexaminaram os espécimes e os atribuíram à espécie *Mytella strigata* (Hanley, 1843). Assim, até então, a presença confirmada de *P. viridis* no Atlântico Sudoeste permanecia restrita às regiões Sudeste e Sul (Beltrão et al., 2026), evidenciando uma lacuna quanto à sua possível expansão para o norte da costa brasileira.

Expedições realizadas em dezembro de 2025 na Enseada dos Tainheiros (Salvador, Bahia) evidenciaram a presença de uma população estabelecida de *P. viridis*, associada principalmente a substratos artificiais, como colunas de píeres e estruturas de atracação. A identificação taxonômica foi realizada com base em caracteres morfológicos diagnósticos, em conformidade com as descrições de Arruda et al. (2024) e Siddall (1980). Esses achados, aliados à reconhecida versatilidade ecológica da espécie, reforçam sua capacidade de estabelecimento em novos ambientes e indicam um potencial risco à biodiversidade e ao equilíbrio dos habitats costeiros do litoral nordestino brasileiro, sobretudo em função de sua elevada competitividade.

Diante da necessidade de esclarecer a ocorrência do mexilhão verde na região, o presente estudo reporta o primeiro registro confirmado de *P. viridis* no Nordeste brasileiro, contribuindo para o preenchimento de uma lacuna geográfica relevante. Além da descrição morfológica, são apresentadas análises biométricas e ecológicas de uma população na zona entre marés, bem como uma avaliação do status da invasão no estado da Bahia, com ênfase na Baía de Todos-os-Santos (BTS). Os resultados permitem discutir os potenciais impactos socioambientais associados ao estabelecimento desse bioinvasor em ambientes tropicais.

Material e Métodos

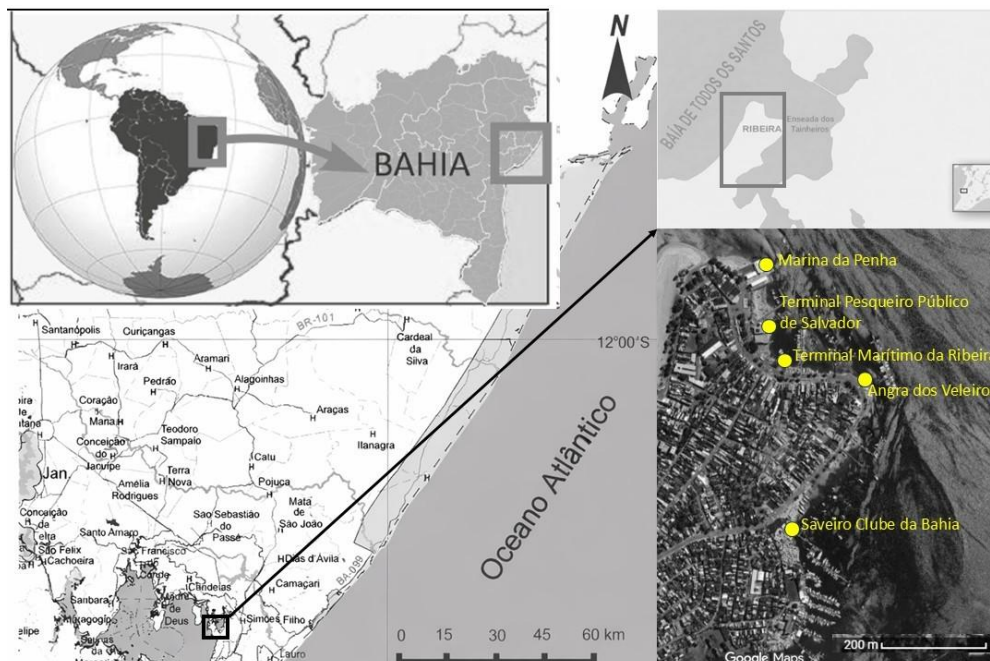
A área de estudo compreendeu a Enseada dos Tainheiros (12°54' S-38°29' W), localizada na porção interna da BTS, Salvador, Bahia. As atividades de campo foram realizadas em dezembro de 2025 e abril de 2026, em 5 pontos de coleta, focando na amostragem em

substratos artificiais, como atracadouros, píeres, enrocamentos e rampas de acesso a embarcações (Figura 01).

Os espécimes foram removidos com o auxílio de espátulas, acondicionados em recipientes com água do mar, anestesiados por 24h em refrigerador e fixados em solução de formalina a 4% para análise posterior. Em laboratório, os exemplares foram examinados sob microscópio estereoscópico para confirmação taxonômica, baseada nos caracteres morfológicos descritos por Arruda et al. (2024), Barbieri et al. (2025), Siddall (1980), Vakily (1989)

Figura 01.

Mapa de localização da área de estudo com os pontos de coleta



Nota: Mapa a esquerda adaptado de Oliveira et al. (2016) e ilustrações à direita adaptadas do Google Maps®

Os espécimes testemunhos foram devidamente depositados no acervo de Mollusca da Divisão de Invertebrados Aquáticos (DIA) do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS/UEFS).

Para a caracterização biométrica da população, utilizou-se um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm) para aferir o comprimento (CC), altura (AC) e largura da concha (LC), seguindo a metodologia de Silva (2003). A biomassa, compreendendo o peso úmido total e o peso da carne, foi obtida por meio de balança analítica (precisão de 0,001 g).

A relação peso-comprimento foi ajustada ao modelo potencial $W = a * L^b$, sendo o coeficiente alométrico (b) avaliado pelo teste t de Student ($H_0: b = 1$). O tipo de crescimento foi classificado como isométrico ($b = 1$), quando há crescimento proporcional entre peso e comprimento; alométrico positivo ($b > 1$), indicando ganho de peso proporcionalmente superior ao crescimento linear; ou alométrico negativo ($b < 1$), quando o crescimento linear supera o ganho de peso (Gaspar et al. 2001).

O status fisiológico dos organismos foi avaliado pelo Índice de Condição (IC), calculado pela fórmula $IC = (\text{Peso da carne úmida} / \text{Peso total}) * 100$ Galvão et al. (2015).

As análises foram realizadas em ambiente computacional utilizando linguagem Python, com nível de significância de 5%.

Seguindo as recomendações de ética e transparência da Portaria CNPq nº 2.664/2026 quanto ao emprego de Inteligência Artificial Generativa (IAG), os autores informam que foi utilizada a ferramenta Gemini IA como suporte ao aprimoramento gramatical, estilístico e à adequação técnica das referências aos padrões da APA. O conteúdo científico, a análise dos dados e as conclusões deste trabalho foram desenvolvidos exclusivamente pelos autores, garantindo a originalidade e a integridade intelectual da pesquisa, com a IA atuando estritamente como suporte técnico na revisão da redação final do manuscrito.

Resultados

Perna viridis (Linnaeus, 1758) (Figura 02 A-G)

Sinonímias: *Mytilus viridis* Linnaeus, 1758; *Mytilus smaragdinus* Gmelin, 1791; *Mytilus opalus* Lamarck, 1819 (MolluscaBase, 2026)

Material examinado: MZFS-MO 099, Marina da Penha - Salvador (12°54'35"S 38°29'44"O) [06 exemplares]; MZFS-MO 100, Terminal Pesqueiro Público de Salvador - Salvador (12°54'39"S 38°29'40"O) [07 exemplares]; MZFS-MO 101, Terminal Marítimo da Ribeira - Salvador (12°54'44"S 38°29'40"O) [05 exemplares]; MZFS-MO 102, Angra dos Veleiros - Salvador (12°54'46"S 38°29'31"O) [06 exemplares].

Diagnose: Formato cuneiforme, superfície lisa e uma borda verde brilhante nítida. (Vakily, 1989). Cicatriz do músculo adutor posterior com formato reniforme (Siddall, 1980).

Descrição: Concha alongada, subtrigonal, com o umbo posicionado na extremidade anterior, na porção terminal. Quanto às suas margens, a anterior é curta e acentuadamente arredondada, enquanto a dorsal é longa e amplamente arredondada, formando um ângulo em sua porção mediana; a margem posterior também é longa e amplamente arredondada, contrastando com a margem ventral, que é reta. Perióstraco liso e lustroso (Figura 2 A-D). No material examinado o comprimento da concha variou de 1 a 9 cm (Figura 02 B, C).

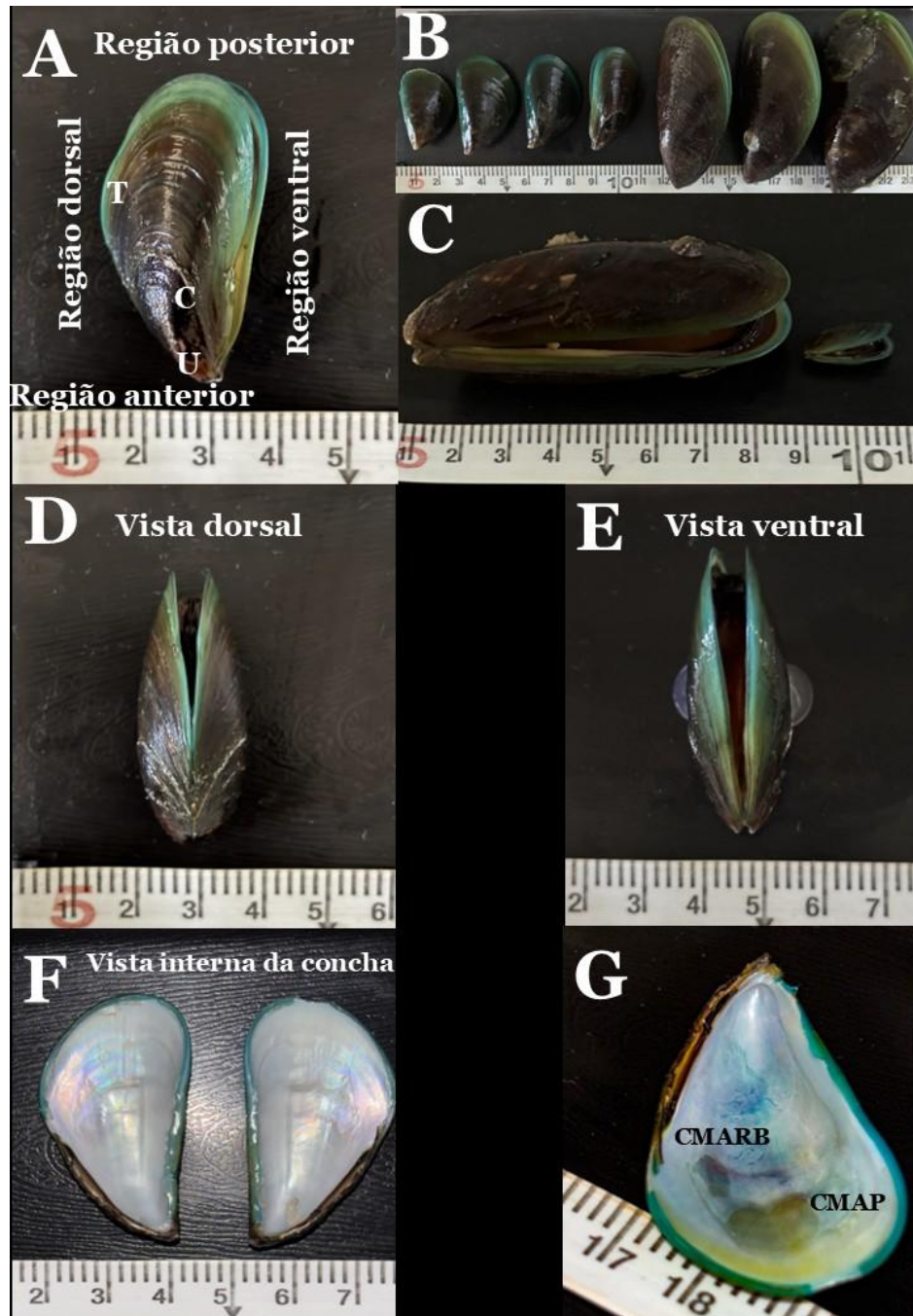
A parte interna da concha caracteriza-se pela ausência do músculo adutor anterior. A cicatriz do músculo retrator posterior do bisso apresenta-se alongada, com sua porção mais larga confluyente com a cicatriz do adutor posterior, que apresenta formato reniforme. Cicatriz do retrator do bissal médio possui formato arredondado. Cicatriz do músculo retrator do bissal anterior possui formato oval alongado e localiza-se próxima à margem dorsal (Figura 02 G).

Coloração: indivíduos pequenos (até 1cm) apresentam um verde brilhante e intenso, que pode ocupar até 50% da área do perióstraco. Indivíduos grandes (a partir de 5 cm), a cor é marrom escura, com as margens da concha geralmente mantendo o tom verde brilhante

característico da espécie, vista tanto da região dorsal quanto da região ventral (Figura 2 A-E). Coloração da parte interna da concha é branco-azulada e nacarada (Figura 2 F).

Figura 02.

Morfologia do mexilhão P. viridis (Linn. 1758). A – Vista geral de um exemplar mostrando as regiões anterior, posterior, dorsal e ventral (U = umbo, C= carena, T = topo). B e C – Variação no tamanho dos exemplares coletados na Enseada dos Tainheiros no mês de abril de 2026. D – Vista dorsal. E – Vista ventral. F – Vista interna da concha. G – Vista interna de uma valva mostrando a cicatriz do músculo adutor posterior (CMAP) e a cicatriz do músculo anterior retrator do bisso (CMARB)



Nota: Fotos e confecção da prancha: Walter Cerqueira

Os mexilhões foram encontrados em duas marinas, em um terminal pesqueiro e em um terminal marítimo, incrustados nos pilares dos píeres, entre os enrocamentos e nas rampas de acesso às embarcações. Os organismos se localizavam na linha d'água no momento baixa-mar, não tendo sido visualizados em locais de maior tempo de exposição da maré. Os mexilhões preferiram locais sombreados (Figura 3 A-F).

Figura 03.

*Locais de coleta e mexilhões no ambiente. A – Vista do Terminal Pesqueiro Público de Salvador. B – Vista da Angra dos Veleiros. C – Enrocamentos e rampa da Marina da Penha. D – Pilares do pier do Terminal Marítimo da Ribeira. D – **P. viridis** nos enrocamentos da Marina da Penha. F – **P. viridis** em um pilar do píer do Terminal Pesqueiro Público de Salvador.*



Nota: Fotos e confecção da prancha: Walter Cerqueira

A análise de correlação revelou associações positivas e significativas entre as variáveis biométricas. A variável peso da carne (P carne) apresentou forte correlação com a altura da

concha ($r = 0,89$; $p < 0,001$), além de correlações moderadas com o comprimento ($r = 0,50$; $p < 0,05$) e a largura ($r = 0,49$; $p < 0,05$). O comprimento mostrou correlação forte com a altura ($r = 0,76$; $p < 0,001$) e com a largura ($r = 0,72$; $p < 0,001$), enquanto a altura também se correlacionou fortemente com a largura ($r = 0,74$; $p < 0,001$). Por outro lado, o índice de condição (IC) não apresentou correlações significativas com nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$), indicando independência em relação às medidas biométricas.

Tabela 01.

*Coefficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis biométricas de **Perna viridis**. Correlações significativas são indicadas como * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns = não significativo*

Variável	P carne	Comprimento	Altura	Largura	IC
P carne	—	0.50*	0.89***	0.49*	-0.04ns
Comprimento	0.50*	—	0.76***	0.72***	0.10 ns
Altura	0.89***	0.76***	—	0.74***	0.05 ns
Largura	0.49*	0.72***	0.74***	—	0.12 ns
IC	-0.04 ns	0.10 ns	0.05 ns	0.12 ns	—

Os valores de fator de inflação da variância (VIF) indicaram ausência de colinearidade severa entre as variáveis analisadas. O comprimento (VIF = 2,80) e a largura (VIF = 2,57) apresentaram colinearidade baixa a moderada, enquanto a altura (VIF = 1,35) e o índice de condição (IC) (VIF = 1,43) exibiram baixa colinearidade. Todos os valores ficaram abaixo do limite crítico de 5, sugerindo que as variáveis podem ser utilizadas conjuntamente em análises multivariadas sem comprometer a robustez dos modelos (Tabela 2).

Tabela 02.

Fator de Inflação da Variância (VIF) das variáveis biométricas

Variável	VIF	Interpretação
Comprimento	2,80	Baixa a moderada colinearidade
Altura	1,35	Baixa colinearidade
Largura	2,57	Baixa a moderada colinearidade
IC	1,43	Baixa colinearidade

O modelo de regressão múltipla (Tabela 03), tendo a biomassa como variável dependente e as demais medidas como predictoras, revelou que os coeficientes (B e β) foram altamente significativos para a altura da concha ($p < 0,001$) e significativos para o índice de condição ($p = 0,008$). Em contrapartida, o comprimento e a largura da concha não foram estatisticamente significativos no modelo, o que sugere redundância entre essas variáveis morfométricas para a predição da biomassa de *P. viridis*.

Tabela 03.

*Modelo de regressão múltipla explicando a variação na biomassa (peso do tecido mole) de **P. viridis**. São apresentados os coeficientes não padronizados (B), erros padrão (SE), coeficientes padronizados (β), valores de t, valores de p e intervalos de confiança de 95%. O modelo inclui o comprimento, largura, altura da concha e índice de condição (IC).*

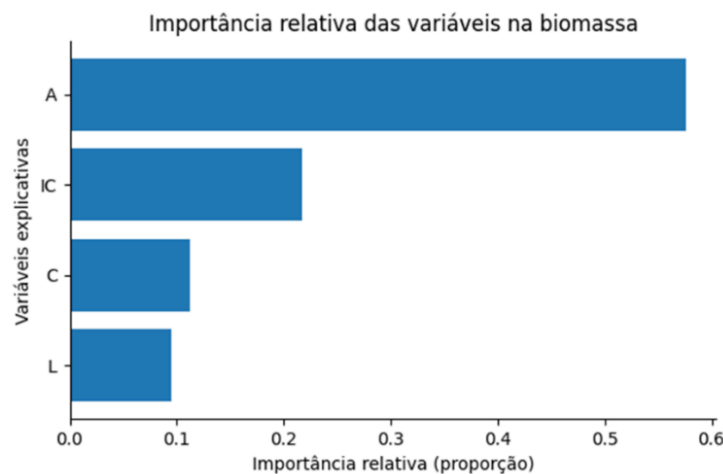
Variável	B (coef.)	SE	β (padronizado)	t	p-valor	Interpretação
Comprimento	0,55	0,50	0,21	1,09	0,28	não significativo
Altura	0,79	0,10	0,73	7,90	<0,001	altamente significativo
Largura	0,66	0,67	0,18	0,97	0,34	não significativo
IC	0,054	0,018	0,32	2,98	0,008	Significativo

Nota: $R^2 = 0,872$; R^2 ajustado = 0,844; $F = 30,45$; $p < 0,001$; $n = 22$.

A análise de importância relativa revelou que a altura da concha foi responsável pela maior parte da variância explicada na biomassa (~58%), seguida pelo índice de condição (~22%), enquanto o comprimento e a largura da concha contribuíram minimamente (~11% e ~9% respectivamente) (Figura 04).

Figura 04.

*Importância relativa das variáveis morfométricas e fisiológicas na explicação da biomassa em **P. viridis**. Os valores representam coeficientes padronizados (β) normalizados em proporção. A – altura, IC – índice de condição, C – comprimento, L – largura*



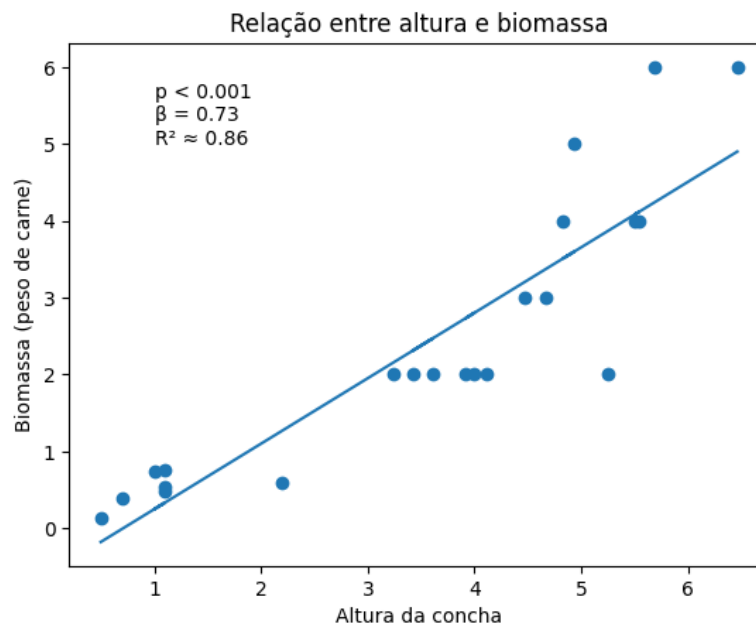
Os resultados biométricos mostram que as explicações biológicas para a população de *P. viridis* no mês de dezembro de 2025 são mais bem descritas pela altura da concha e índice de condição, os quais serão utilizados nas próximas análises.

Observa-se uma relação positiva e significativa entre a altura da concha e a biomassa dos indivíduos analisados. O modelo de regressão linear apresentou alto ajuste ($R^2 = 0,86$), indicando que aproximadamente 86% da variação na biomassa é explicada pela altura da concha. O coeficiente angular ($\beta = 0,73$) evidencia que o aumento na altura da concha está

associado a um incremento proporcional na biomassa. A relação foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Os dados mostram uma tendência clara de aumento da biomassa com o crescimento da altura, embora haja alguma dispersão dos pontos, especialmente em indivíduos maiores. O padrão geral sugere que a altura da concha é um bom preditor da biomassa na população analisada (Figura 05).

Figura 05.

*Relação entre a altura da concha e a biomassa da população de **P. viridis** da Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025. A regressão linear indicou uma associação positiva e significativa ($p < 0,001$), com forte efeito da altura sobre a biomassa ($\beta = 0,73$) e elevado poder explicativo do modelo ($R^2 \approx 0,86$).*

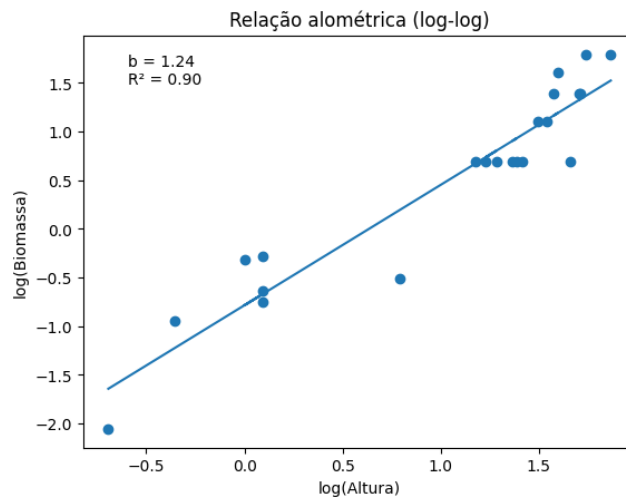


A transformação logarítmica foi aplicada para linearizar a relação alométrica entre altura e biomassa, permitindo a estimativa do coeficiente de crescimento (b). A relação linear observada no gráfico log-log indica que o crescimento da biomassa segue um padrão alométrico bem definido. A relação alométrica apresentou coeficiente $b = 1,24$, indicando crescimento alométrico positivo, no qual a biomassa aumenta em uma taxa superior ao crescimento em altura. O alto valor de R^2 (0,90) demonstra forte ajuste do modelo, evidenciando um padrão consistente de crescimento na população analisada (Figura 06).

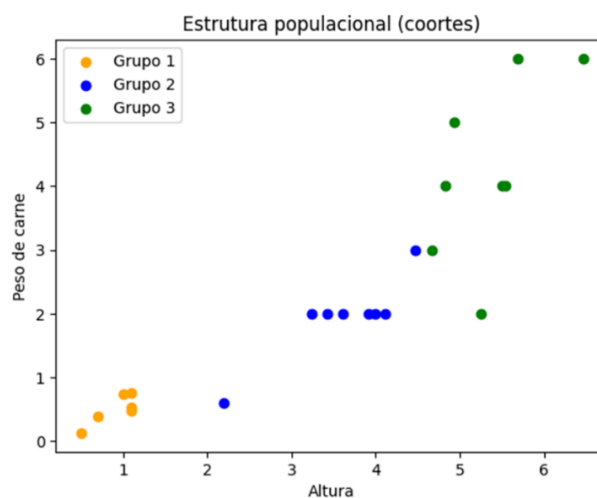
A análise da estrutura populacional evidenciou a formação de três grupos bem definidos de indivíduos, correspondentes a diferentes estágios ontogenéticos. Os indivíduos do Grupo 1 (juvenis) apresentaram menores valores de altura e biomassa, enquanto os do Grupo 2 (intermediários) exibiram valores moderados para ambas as variáveis. Por sua vez, o Grupo 3 (adultos) concentrou os indivíduos com maiores dimensões e maior acúmulo de biomassa. A clara segregação entre os grupos ao longo do gradiente biométrico indica uma estrutura populacional bem organizada, caracterizada por crescimento progressivo e consistente ao longo das coortes (Figura 07).

Figura 06.

*Relação alométrica entre a altura da concha e a biomassa da população de **P. viridis** da Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025, em escala log-log. A regressão linear indicou crescimento alométrico positivo ($b = 1,24$), com forte ajuste do modelo ($R^2 = 0,90$), evidenciando que a biomassa aumenta a uma taxa superior ao crescimento em altura.*

**Figura 07.**

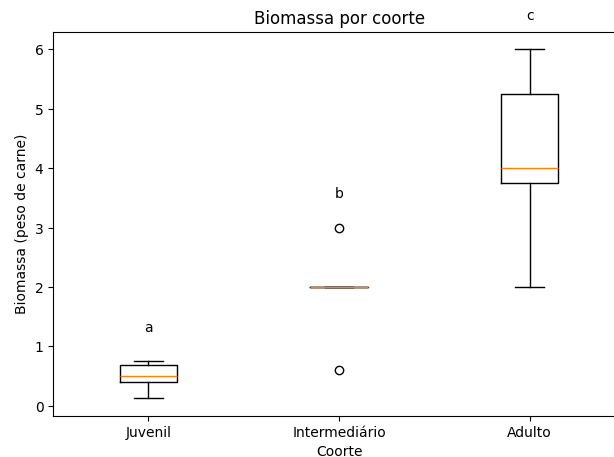
*Estrutura populacional de **P. viridis** da Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025, baseada em agrupamento de indivíduos, evidenciando três coortes (Grupo 1: juvenis; Grupo 2: intermediários; Grupo 3: adultos) ao longo de um gradiente de tamanho.*



A biomassa diferiu significativamente entre as coortes ($p < 0,05$), com aumento progressivo ao longo do desenvolvimento. Indivíduos juvenis apresentaram os menores valores de biomassa, com baixa variabilidade. A coorte intermediária apresentou valores moderados, porém com menor dispersão central e presença de valores extremos (*outliers*). Já os indivíduos adultos exibiram as maiores biomassas e maior amplitude de variação. As diferenças entre todas as coortes foram estatisticamente significativas, conforme indicado pelas letras distintas (Figura 08).

Figura 8.

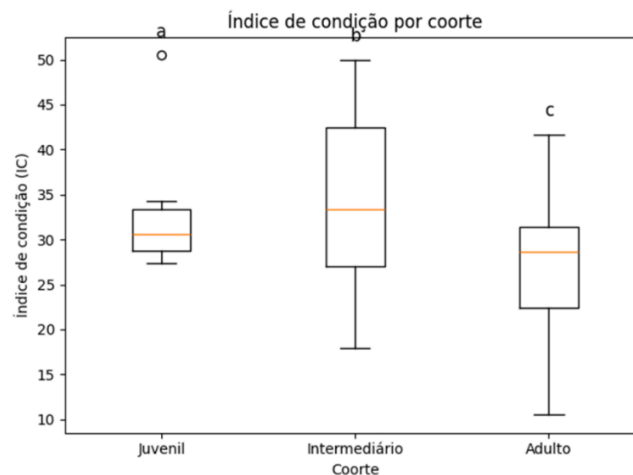
*Distribuição da biomassa entre coortes de **P. viridis** na Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025. Letras distintas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$), evidenciando aumento progressivo da biomassa ao longo do desenvolvimento (o = outliers).*



O índice de condição (IC) diferiu significativamente entre as coortes ($p < 0,05$), conforme indicado pelas letras distintas no gráfico. Indivíduos juvenis apresentaram valores relativamente estáveis, com baixa dispersão, embora com a presença de um valor extremo elevado. A coorte intermediária destacou-se por apresentar maior variabilidade e os maiores valores de IC, evidenciando elevada plasticidade fisiológica. Em contraste, os indivíduos adultos exibiram valores mais heterogêneos e, de modo geral, inferiores aos da coorte intermediária. Esse padrão revela mudanças significativas no estado fisiológico ao longo do desenvolvimento ontogenético (Figura 09).

Figura 09.

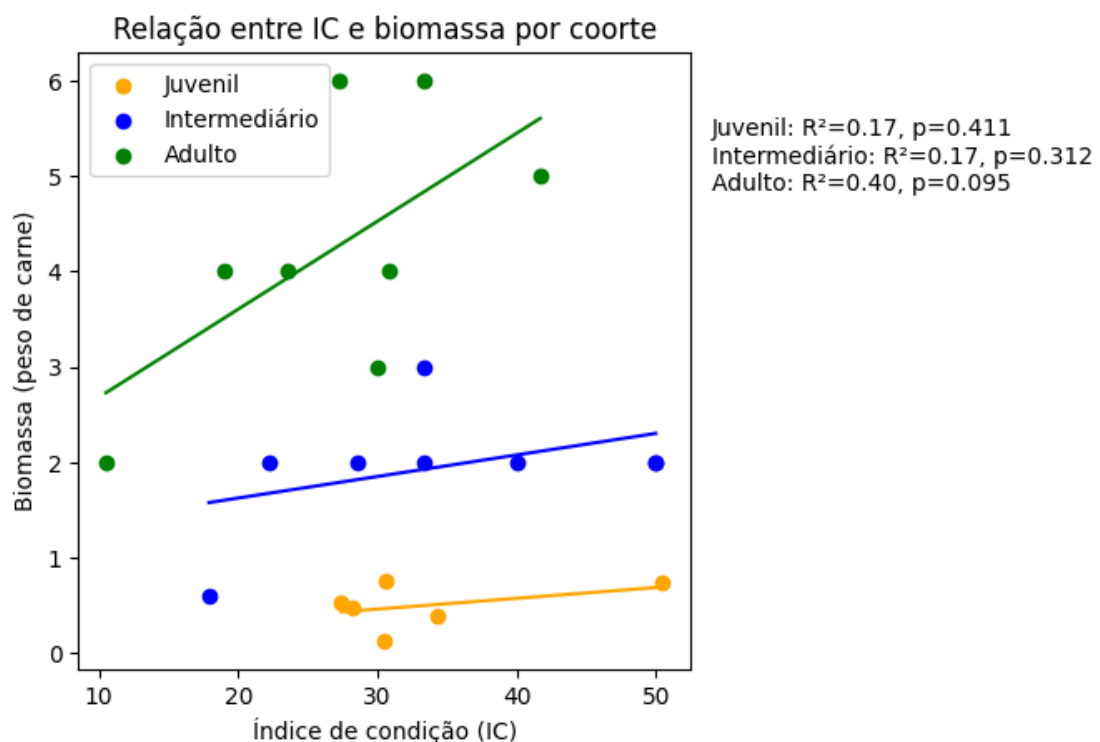
*Variação do índice de condição (IC) entre coortes de **P. viridis** (juvenil, intermediário e adulto), na Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025, evidenciando diferenças na condição fisiológica ao longo do desenvolvimento. Letras distintas indicam diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$) (o = outliers).*



A relação entre o índice de condição (IC) e a biomassa foi analisada separadamente para três grupos ontogenéticos (juvenil, intermediário e adulto). De modo geral, observou-se uma tendência positiva entre IC e biomassa em todos os grupos; no entanto, essas relações não foram estatisticamente significativas. Para os juvenis, a relação foi fraca ($R^2 = 0,17$; $p = 0,411$), indicando baixa capacidade preditiva do IC sobre a biomassa, em função do investimento no crescimento da concha e não da carne. De forma semelhante, o grupo intermediário também apresentou relação fraca e não significativa ($R^2 = 0,17$; $p = 0,312$). No grupo adulto, embora a relação tenha sido menos fraca ($R^2 = 0,40$), ela ainda não atingiu significância estatística ($p = 0,095$), sugerindo apenas uma tendência de associação positiva. (Figura 10).

Figura 10.

*Relação entre índice de condição (IC) e biomassa em diferentes coortes de **Perna viridis** na Enseada dos Tainheiros em dezembro de 2025. Linhas representam regressões lineares por grupo. Os valores de R^2 e p estão apresentados lateralmente para cada coorte.*



Discussão e Conclusões

Este estudo apresenta o primeiro registro validado do bivalve invasor *P. viridis* para o Nordeste brasileiro, fundamentado em caracteres morfológicos diagnósticos. O primeiro registro para o estado do Ceará (Regis et al., 2021), foi fruto de um resumo em seminário estudantil, sem revisão por pares. Segundo Arruda (2024), essa informação de "literatura

cinza" foi replicada inadvertidamente em diversas publicações científicas entre 2022 e 2024 (Soares et al., 2022; Santos et al., 2023; Zenni et al., 2024).

Nesse contexto, embora os trabalhos de Akira-Umeno (2025) e de Barbieri et al. (2025) mencionem o registro do mexilhão verde para o estado do Ceará, a base documental destes estudos foi formalmente invalidada por Arruda et al. (2024). Portanto, ao sanar essas inconsistências taxonômicas, este trabalho não apenas retifica o histórico de dispersão da espécie, mas confirma a ocorrência efetiva de *P. viridis* no Nordeste do Brasil, estabelecendo o primeiro registro oficial e cientificamente robusto para a região.

Arruda et al. (2024, p. 03 e 04) apresentam um quadro comparativo e ilustrações com as principais diferenças morfológicas entre *P. viridis* e espécies do gênero *Mytella* que ocorrem na costa brasileira, e que já foram confundidas com o mexilhão verde, como *M. guyanensis* e *M. strigata*. *P. viridis* distingue-se facilmente dessas espécies em função do formato da concha e, principalmente, em função das características do interior da concha, que apresenta coloração branco azulada e nacarada e, principalmente, pelo seu aspecto diagnóstico da cicatriz do músculo adutor posterior com formato reniforme, não deixando dúvidas quando comparada com as espécies de *Mytella*.

Segundo Silva et al. (2026), *P. viridis* pode ser facilmente confundida com sua congênere *P. perna*, principalmente nos estágios juvenis em função da similaridade morfológica. Para resolver esse problema, estes autores realizaram um estudo de morfometria geométrica, onde foram detectadas diferenças significativas na forma do umbo, curvatura do ligamento, borda posterior e margem inferior, com *P. viridis* apresentando o formato da concha mais alongada e achatada, enquanto *P. perna* exibiu uma concha mais arredondada e robusta.

Os dados apresentados confirmam, de forma inequívoca, que os exemplares coletados na Enseada dos Tainheiros, na BTS, pertencem à espécie *P. viridis*. A validação taxonômica para a área de estudo foi sustentada pela presença da cicatriz do músculo adutor posterior com formato reniforme, que se mantém como o caráter morfológico diagnóstico mais robusto para a identificação desta espécie na costa brasileira (Figura 11). Embora os espécimes adultos examinados apresentem uma coloração externa da concha ligeiramente mais escura do que os registros clássicos da literatura, com o verde brilhante característico restrito às bordas, essa variação cromática não compromete a identificação, ratificando a ocorrência e o estabelecimento desse bivalve invasor na costa do estado da Bahia.

Figura 11.

*Distribuição geográfica revisada de **P. viridis** na costa brasileira. O mapa atualiza o histórico de dispersão e confirma a presença do mexilhão-verde no Nordeste brasileiro. Em azul, registros da literatura (2019-2026); em vermelho, o registro deste estudo.*



Nota: Modificado do Google Maps ®

A batimetria de *P. viridis* na BTS apresentou o mesmo padrão observado por Vakily (1989) nas Filipinas. Segundo esse autor, a ocorrência destes mexilhões observada na linha d'água durante a maré baixa tem relações principalmente com o assentamento larval e as necessidades de alimento dos recrutas. A espécie demonstra intolerância a extremos de batimetria, apresentando redução da densidade com o aumento da profundidade, ao passo que também é intolerante a grandes períodos de exposição (Vakily, 1989).

A ocorrência de *P. viridis* na BTS reflete um padrão de colonização já observado em diversos setores da costa brasileira, onde a espécie demonstra uma acentuada preferência por ambientes submetidos a pressões antrópicas. A utilização de estruturas artificiais, como o enrocamento e infraestruturas portuárias, tem se mostrado o principal vetor de estabelecimento do mexilhão-verde, funcionando como "pontes" que facilitam sua fixação em novos substratos (Belz et al., 2025). Esse cenário é corroborado por registros em outras baías e reservas extrativistas do Brasil, onde a espécie explora com sucesso a rigidez de píeres, marinas e terminais (Messano et al., 2019; Santos et al., 2023).

Nesse contexto, a detecção da espécie na Enseada dos Tainheiros não deve ser interpretada como um evento isolado, mas sim como a continuidade de um processo de invasão bem-sucedido no Atlântico Sul. A alta conectividade das infraestruturas costeiras e o intenso tráfego marítimo local atuam como catalisadores para que *P. viridis* ocupe novos

nichos, consolidando sua presença em áreas estratégicas do litoral nordestino (Stefanelli-Silva et al., 2025).

O crescimento alométrico positivo observado indica que indivíduos de menor porte apresentam maior eficiência na incorporação de biomassa, padrão frequentemente associado a ambientes com alta disponibilidade de recursos (Gould, 1966). A elevada variabilidade do índice de condição ao longo das classes de tamanho sugere assincronia nos ciclos reprodutivos, com a presença simultânea de indivíduos em fases de acúmulo energético e pós-desova. Esse padrão é característico de populações invasoras bem estabelecidas, como observado para *P. viridis* na BTS, refletindo elevada plasticidade fisiológica e capacidade de exploração contínua do ambiente (Feitosa, 2020; Gould, 1966).

Os índices de condição (IC) observados na população de *P. viridis* da Enseada dos Tainheiros, com valores variando entre 10,5 e 50,5%, demonstram uma alta plasticidade fenotípica e vigor biológico desta espécie na BTS. De acordo com Rajagopal et al. (2006), o IC é um reflexo direto da interação entre a fisiologia do organismo e a produtividade primária do habitat. Valores superiores a 30, detectados em grande parte da amostra deste trabalho, sugerem que a região oferece um aporte nutricional ideal, permitindo que o invasor acumule reservas energéticas superiores às reportadas para populações em áreas de estresse ambiental (Soon & Ransangan, 2014).

A coexistência de indivíduos adultos com elevada biomassa (peso da carne entre 2,0 e 6,0 g) e juvenis com índices de condição variando entre 27 e 30, com um indivíduo atingindo 50,0, indica uma dinâmica populacional em expansão (Galvão et al., 2015). Esse padrão sugere recrutamento contínuo e rápido crescimento, características frequentemente associadas a populações em fase inicial de estabelecimento. De acordo com Belz et al. (2025), tal crescimento acelerado constitui uma característica marcante de *Perna viridis* em áreas recentemente colonizadas no Brasil, conferindo à espécie vantagem competitiva em relação ao bivalve nativo *Perna perna*. Adicionalmente, a morfometria das conchas, com indivíduos adultos apresentando alturas superiores a 5,0 cm, corrobora as observações de Silva et al. (2026), que associam essas dimensões a ambientes estuarinos quentes e com elevada disponibilidade de fitoplâncton, como observado na Baía de Todos-os-Santos (Santos et al., 2020).

Portanto, o excelente estado nutricional e o porte físico dos exemplares analisados ratificam que a BTS não apenas abriga indivíduos da espécie, mas funciona como um ambiente de alta performance para o seu desenvolvimento. Essa realidade impõe uma preocupação ecológica imediata, uma vez que populações com tais índices de saúde e crescimento tendem a dominar rapidamente os substratos artificiais e naturais, alterando a estrutura das comunidades bentônicas locais (Messano et al., 2019; Stefanelli-Silva et al., 2025).

É importante destacar que as análises biométricas deste trabalho foram realizadas exclusivamente no mês de dezembro de 2025, representando, portanto, um “retrato do

momento” da população estudada. Ainda assim, mesmo sob esse recorte temporal pontual, os resultados revelaram padrões robustos que indicam sucesso no processo de invasão. A presença simultânea de indivíduos juvenis com elevados índices de condição e adultos com alta biomassa sugerem que a população não apenas está estabelecida, mas apresenta dinâmica de crescimento ativa e eficiente.

Com a confirmação do estabelecimento de *P. viridis* na BTS torna fundamental a avaliação de seus potenciais riscos à saúde humana. Embora esses organismos possuam composição nutricional comparável à de outros frutos do mar (Gopalakrishnan & Vijayavel, 2009), a qualidade ambiental das áreas de coleta é um fator imprescindível. Ambientes contaminados podem favorecer a bioacumulação e a biomagnificação de metais pesados nos tecidos desses bivalves (Hamzah et al., 2023). A Enseada dos Tainheiros, caracterizada por ser uma área de intensa mariscagem, sofre com o impacto histórico e crônico de elementos potencialmente tóxicos, como mercúrio, chumbo, cobre, cádmio e zinco, derivados de atividades industriais e esgoto doméstico (Souza, 2010). Portanto, o consumo do mexilhão-verde na região pode implicar riscos à saúde, o que reforça a urgência de estudos específicos sobre a segurança alimentar desses organismos.

Neste cenário, a implementação de programas de monitoramento contínuo, estendendo a vigilância a outras áreas estratégicas da BTS para mapear a dispersão e impactos socioambientais de *P. viridis* torna-se fundamental. Para viabilizar esse levantamento em larga escala, é recomendável integrar o monitoramento científico tradicional a iniciativas de ciência cidadã (Akira-Umeno et al., 2025; Donno et al., 2026). No entanto, futuros registros na região exigem uma validação taxonômica rigorosa para evitar a propagação de dados incorretos, como os equívocos históricos de ocorrência no Nordeste aqui retificados. Somente através de uma identificação morfológica precisa será possível gerar subsídios confiáveis para a gestão ambiental e o controle desse bivalve invasor nas costas baiana e brasileira.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

Disponibilidade de dados

Os autores declaram que todos os dados da pesquisa estão disponíveis neste documento, nas tabelas e figuras ao longo do manuscrito.

Contribuições dos autores

Walter Ramos Pinto Cerqueira: Conceptualization; Methodology; Investigation; Formal analysis; Data curation; Writing – original draft; Visualization; Project administration.

Gabriele Costa Ramos: Investigation; Data curation; Methodology; Writing – review & editing.

Guilherme Mischur Nascimento: Investigation; Data curation; Methodology; Writing – review & editing.

Yara Aparecida Garcia Tavares: Supervision; Conceptualization; Writing – review & editing.

REFERÊNCIAS

Akira-Umeno, M., Cirillo L., da Silva A.R. (2025). The Expansion of *Perna viridis* Towards South Brazil: Bridging the Gap With Traditional Scientific Surveys and Citizen Science. *Austral Ecology* 50 (4), e70071. <https://doi.org/10.1111/aec.70071>

Arruda, E. P., Castro, I. B., Cavallari, D. C., Matthews-Cascon, H., & Barroso, C. X. (2024). An erroneous record of *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia, Mytilidae) for the northeastern coast of Brazil, Southwestern Atlantic. *Ocean and Coastal Research*, 72, Article e24064. <https://doi.org/10.1590/2675-2824072.24038>

Barbieri, E., Castro, Í. B., Cavallari, D. C., et al. (2025). Green mussel *Perna viridis* (L.) on the Brazilian coast: A fast-spreading invasive species reaching protected areas. *Marine Biology*, 172, Article 58. <https://doi.org/10.1007/s00227-025-04606-7>

Beltrão, MC, Manzoni, GC, de Oliveira Laaf, Y., Delabary, G.S., & de Souza Lima, A.O. (2026). Expansion of the Invasive Green Mussel (*Perna viridis*) in Brazilian Mollusk Farming: A New Southern Frontier. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 66, e202666003-e202666003. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2026.66.003>

Belz, C. A., Molina, J. R. A., Maccari, J. M., Huergo, L. F., Gernet, M. V., Abilhoa, V., & Creed, J. C. (2025). Assessing the fast geographic range expansion of the Asian green mussel, *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae), in the Brazilian coastal waters. *Zoologia*, 42, e24064. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v42.e24064>

Donno, G.V., Akira-Umeno, M., Camargo, M.P. et al. (2026). Eyes on the Coast: How Citizen Science Helps Map the Invasion of *Perna viridis* (Bivalvia, Mytilidae) in Ubatuba, SE Brazil. *Thalassas* 42, (59). <https://doi.org/10.1007/s41208-026-01073-9>

Feitosa, T. S. (2020). *Plasticidade de forma de crescimento (arbusto x liana), relações alométricas e padrões de alocação de biomassa em uma espécie invasora*. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/52372>

Galvão, P., Longo, R., Torres, J. P. M., & Malm, O. (2015). Estimating the potential production of the brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) reared in three tropical bays by different methods of condition indices. *Journal of Marine Biology*, 2015, Article 948053. <https://doi.org/10.1155/2015/948053>

Gaspar, M. B., Santos, M. N., Vasconcelos, P., & Monteiro, C. C. (2001). Weight–length relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast. *Scientia Marina*, 65(4), 329–333. <https://doi.org/10.1017/S0025315401004623>

Gmelin, J. F. (1791). *Systema naturae per regna tria naturae: Secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (13^a ed., Vol. 1, Parte 6, p. 3359). Georg. Emanuel. Beer. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>

Gopalakrishnan, S., & Vijayavel, K. (2009). Nutritional composition of three estuarine bivalve mussels, *Perna viridis*, *Donax cuneatus* and *Meretrix meretrix*. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6), 458–463. <https://doi.org/10.1080/09637480701830412>

- Gould, S.J. (1966). Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews*, 41: 587-638. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1966.tb01624.x>
- Hamzah, H. A., Kadhum, S. A., Zulkifli, S. Z., Abed, S. A., Awad, A., & Al-Ansari, N. (2023). Heavy metal speciation in surface sediments and their impact on the bioaccumulation of green mussels (*Perna viridis*) from the eastern part of the Straits of Johor, Malaysia. *Total Environment Research Themes*, 7, 100064. <https://doi.org/10.1016/j.totert.2023.100064>
- Hanley, S. C. (1843). *An illustrated and descriptive catalogue of recent bivalve shells*. Williams and Norgate, 1842-56. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.10374>
- Lamarck, J. B. P. A. (1819). *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (Vol. 6, Parte 1, p. 124). Chez l'auteur. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.12712>
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae: Secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10^a ed., Vol. 1). Laurentii Salvii. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>
- Messano, L. V. R., Gonçalves, J. E. A., Messano, H. F., Campos, S. H. C., & Coutinho, R. (2019). First report of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) in Rio De Janeiro, Brazil: A new record for the southern Atlantic Ocean. *BioInvasions Records*, 8(3), 653-660. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.3.22>
- MolluscaBase. (2026). *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=367822>
- Oliveira, I. B., Bicudo, C. E. M. & Moura, C. W. N. (2016). O gênero *Staurostrum* Meyen ex Ralfs (Zygnemaphyceae, Desmidiaceae) da Área de Proteção Ambiental (APA) Litoral Norte, Bahia, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 71(3), 230-256. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/584>
- Portaria nº 2.664, de 6 de março de 2026. Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq*. http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/23142775
- Rajagopal, S., Venugopalan, V. P., van der Velde, G., & Jenner, H. A. (2006). Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story. *Aquatic Ecology*, 40(3), 273-297. <https://doi.org/10.1007/s10452-006-9032-8>
- Regis, L. B., Arruda, M. O., & Matthews-Cascon, H. (2021). Estranhos entre nós: Levantamento da fauna exótica de organismos incrustantes em uma área sob influência do Porto do Mucuripe. *Encontro de Iniciação Científica, Encontros Universitários da Universidade Federal do Ceará*, (39 ed.) <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/22988>
- Roy, H., Pauchard, A., Stoett, P., Renard-Truong, T., Meyerson, L., Bacher, S., Galil, B., Hulme, P., Ikeda, T., et al. (2024). Curbing the major and growing threats from invasive alien species is urgent and achievable. *Nature Ecology & Evolution*, 8, 1216-1223. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02412-w>
- Santos, H. S., Bertollo, J. C., & Creed, J. C. (2023). Range extension of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) into a Marine Extractive Reserve in Brazil. *BioInvasions Records*, 12(1), 208-222. <https://doi.org/10.3391/bir.2023.12.1.17>
- Santos, L. P. N., Affe, H. M. D. J., & de Castro Nunes, J. M. (2020). Microfitoplâncton na Baía de Todos os Santos (Brasil): composição, diversidade e abundância em um curto período de tempo. *Acta Botanica Malacitana*, (45), 27-36. <https://doi.org/10.24310/abm.v45i.5301>
- Siddall, S. E. (1980). A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Bulletin of Marine Science*, 30(4), 858-870. <https://www.siddall.info/pdffdocs/perna.pdf>

Silva, A. R., Arruda, E. P., & Guimarães Filho, P. R. (2026). Unveiling shell geometry: Morphometric differences between the invasive mussel *Perna viridis* and the native *Perna perna*. *New Zealand Journal of Zoology*, 53(1), 1–15. <https://doi.org/10.1002/njz2.70012>

Silva, H. M. V. D. (2003). *Variação morfológica em Perna perna Linnaeus, 1758*. https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_a7f07aa047d376b01be27d4ab58f788b

Soares, M. O., Xavier, F. R. L., Dias, N. M., Silva, M. Q. M., Lima, J. P., Barroso, C. X., & Bandeira, Ê. V. P. (2022). Alien hotspot: Benthic marine species introduced in the Brazilian semiarid coast. *Marine Pollution Bulletin*, 174, Article 113250. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113250>

Soon, T. K., & Ransangan, J. (2014). A review of feeding behavior, growth, reproduction and aquaculture site selection for green-lipped mussel, *Perna viridis*. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 5(5), 462–469. <https://doi.org/10.4236/abb.2014.55056>

Souza, M. C. M. B. N. de. (2010). *Avaliação em nível de rastreamento do risco toxicológico para a saúde humana por ingestão de invertebrados marinhos: Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil* (Monografia de bacharelado, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências). https://oceanografia.ufba.br/Monografia_Manuel_Cezar_Macedo_Souza.pdf

Stefanelli-Silva, G., Ramalho, D. C. F., Molina, J. M. B., Pontes, K., Campos, M. C. C., Cardoso, S. M., & Ferreira, C. E. L. (2025). Range expansion of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) to São Paulo, Brazil. *BioInvasions Records*, 14(1), 223–231. <https://doi.org/10.3391/bir.2025.14.1.17>

Vakily, J. M. (1989). *The biology and culture of mussels of the genus Perna*. ICLARM Studies and Reviews (17): 63 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/3230>

Zenni, R. D., Brito, M. F. G., Creed, J. C., Antar, G. M., Fabricante, J. R., Silva-Forsberg, M. C., Futada, S. M., Macêdo, R. L., Pelicice, F. M., Petry, A. C., Santos, G. S., Santos, S. A., Vieira, L. M., & Zequi, J. A. C. (2024). Capítulo 2: Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil. In M. S. Dechoum, A. O. R. Junqueira, & M. L. Orsi (Orgs.), *Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos*. Editora Cubo. <https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap2>

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.