



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LUCAS CIPRIANO DE ARAÚJO

**PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA AOS POLYPLACOPHORA
NO LITORAL DO CEARÁ: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

FORTALEZA

2026

LUCAS CIPRIANO DE ARAÚJO

PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA AOS POLYPLACOPHORA NO
LITORAL DO CEARÁ: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Helena Matthews-Cascon

Coorientador: Me. Carlos Augusto Oliveira de Meirelles

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A69p Araújo, Lucas Cipriano de.
PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA AOS POLYPLACOPHORA NO LITORAL DO CEARÁ : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / Lucas Cipriano de Araújo. – 2026.
93 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2026.

Orientação: Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon.

Coorientação: Prof. Me. Carlos Augusto Oliveira de Meirelles.

1. Poliplacóforos. 2. Revisão literária. 3. Nordeste brasileiro. I. Título.

CDD 570

LUCAS CIPRIANO DE ARAÚJO

PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA AOS POLYPLACOPHORA NO
LITORAL DO CEARÁ: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharelado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 22/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Helena Matthews-Cascon (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Carlos Augusto Oliveira de Meirelles (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Marianny Kellen Silva Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

“The sea is the great unifier, the only hope of man. Now, as never before, the old phrase has a literal meaning: we are all in the same boat.”
— Jacques Yves Cousteau

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Helena Matthews-Cascon por ter prontamente aceitado a orientação deste trabalho, assim como, por todo o suporte e orientação oferecidos ao longo de todos esses anos no LIMCe.

Ao Me. Carlos Augusto Oliveira de Meirelles por ter admitido ser o Coorientador deste trabalho, direcionando e apoiando as decisões durante todo o processo de desenvolvimento.

Ao LIMCe pela contribuição fundamental à minha formação acadêmica e pelas experiências adquiridas em pesquisa científica ao longo desses anos. Em especial aos técnicos e colegas de laboratório que me acompanham a cada dia.

Aos participantes da banca examinadora pelo tempo, pelas valiosas colaborações e pelas sugestões que contribuem com a melhora do meu trabalho.

Aos meus pais, Rosineide e Maurício, assim como familiares, por sempre me apoiarem nas minhas decisões e me acolherem em momentos difíceis. Em especial aos meus avós, por me proporcionarem momentos e oportunidades únicas em minha vida. Sem o esforço deles, este trabalho e minha trajetória não teriam sido possíveis.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, e que foram de suma importância para a minha formação. Para não incorrer no risco de esquecer alguém, menciono apenas alguns nomes emblemáticos: à Rayça, ao Keven, à Hellen, à Laís, à Gabriela, à Flavinny e ao Gabriel. Colegas de graduação que fizeram parte da minha trajetória e cujas amizades levarei para sempre.

Ao Yuri, meu grande amigo que compartilhou comigo diversos momentos felizes e descontraídos ao longo de muitos anos, mesmo em momentos difíceis, cujo apoio foi sempre contínuo.

RESUMO

Os moluscos constituem um dos filos mais diversos e ecologicamente bem-sucedidos do reino animal, apresentando ampla variedade morfológica, ecológica e adaptativa, com representantes distribuídos em ambientes terrestres, dulcícolas e em praticamente todos os ecossistemas marinhos, o que fundamenta sua divisão atual em oito classes. Entre elas os Polyplacophora, ou quítons, um grupo exclusivamente marinho com cerca de mil espécies descritas, caracterizadas pela presença de oito placas dorsais calcárias articuladas inseridas em um cinturão muscular (perinoto). Diante da importância ecológica desse grupo, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a diversidade, distribuição e aspectos ecológicos dos Polyplacophora no litoral do Ceará, compilando espécies registradas, áreas de ocorrência, metodologias empregadas e lacunas de conhecimento. A revisão foi conduzida a partir de buscas em bases de dados eletrônicas amplamente utilizadas nas Ciências Biológicas (SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES), utilizando operadores booleanos em português e inglês, o que resultou inicialmente em cerca de 125 publicações, das quais 18 atenderam aos critérios de inclusão após triagem por título e resumo. Os estudos analisados concentraram-se majoritariamente no litoral oeste do Ceará, abrangendo municípios como Camocim, Granja, Paracuru, Caucaia, Itarema, Acaraú, Barroquinha e Fortaleza, e contemplaram uma ampla diversidade de habitats, incluindo zonas entremarés rochosas, praias de seixos, recifes de arenito, prados de fanerógamas marinhas, bancos de rodolitos, estuários e áreas da plataforma continental. Do ponto de vista taxonômico, foram registradas 16 espécies, das quais ao menos oito têm ocorrência confirmada no estado, abrangendo os gêneros *Ischnochiton*, *Ischnoplax*, *Acanthochitona*, *Stenoplax*, *Leptochiton*, *Callistochiton*, *Calloplax* e *Chaetopleura*, destacando-se *Ischnochiton striolatus* como a espécie mais frequentemente citada e com ampla plasticidade ecológica. De modo geral, os resultados evidenciam que, embora haja avanços pontuais, a produção científica sobre Polyplacophora no litoral do Ceará ainda é fragmentada, concentrada em poucas localidades e espécies, carecendo de maior integração entre abordagens taxonômicas, ecológicas e biogeográficas, o que reforça a necessidade de estudos mais abrangentes e sistemáticos para o aprofundamento do conhecimento e o embasamento de estratégias de conservação desse grupo no estado.

Palavras-chave: Poliplacóforos; Revisão literária; Nordeste brasileiro.

ABSTRACT

Mollusks constitute one of the most diverse and ecologically successful phyla of the animal kingdom, exhibiting a wide morphological, ecological, and adaptive variety, with representatives distributed in terrestrial, freshwater, and virtually all marine ecosystems, which underpins their current division into eight classes. Among them are the Polyplacophora, or chitons, an exclusively marine group with about one thousand described species, characterized by the presence of eight articulated calcareous dorsal plates inserted into a muscular girdle (perinotum). Given the ecological importance of this group, the present study aimed to carry out a bibliographic review on the diversity, distribution, and ecological aspects of Polyplacophora along the coast of Ceará, compiling recorded species, areas of occurrence, methodologies employed, and knowledge gaps. The review was conducted through searches in electronic databases widely used in the Biological Sciences (SciELO, PubMed, Google Scholar, and the CAPES Periodicals Portal), using Boolean operators in Portuguese and English, which initially resulted in approximately 125 publications, of which 18 met the inclusion criteria after screening by title and abstract. The analyzed studies were predominantly concentrated on the western coast of Ceará, covering municipalities such as Camocim, Granja, Paracuru, Caucaia, Itarema, Acaraú, Barroquinha, and Fortaleza, and encompassed a wide diversity of habitats, including rocky intertidal zones, pebble beaches, sandstone reefs, seagrass meadows, rhodolith beds, estuaries, and areas of the continental shelf. From a taxonomic perspective, 16 species were recorded, of which at least eight have confirmed occurrence in the state, encompassing the genera *Ischnochiton*, *Ischnoplax*, *Acanthochitona*, *Stenoplax*, *Leptochiton*, *Callistochiton*, *Calloplax* and *Chaetopleura*, with *Ischnochiton striolatus* standing out as the most frequently cited species and exhibiting broad ecological plasticity. Overall, the results show that, although there have been punctual advances, scientific production on Polyplacophora along the coast of Ceará is still fragmented, concentrated in few localities and species, and lacking greater integration among taxonomic, ecological, and biogeographic approaches, which reinforces the need for more comprehensive and systematic studies to deepen knowledge and support conservation strategies for this group in the state.

Keywords: Polyplacophora; Literature review; Northeast Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1 - Algumas das hipóteses alternativas das relações entre os Mollusca, com análises moleculares em azul..... 14
- Figura 2 - Fotos de quítons vivos. (a) *Leptochiton cascadiensis* (Leptochitonidae), Ilha de San Juan, Washington. Cortesia de J. Sigwart. (b) *Ferreiraella* sp. (Abyssochitonidae), Guadalupe, Antilhas Francesas. Cortesia de L. Charles – MNHN. (c) *Tripoplax regularis* (Ischnochitonidae), Monterey, Califórnia (© Gerald and Buff Corsi/Focus on Nature, Inc.). (d) *Stenoplax* sp. (Ischnochitonidae), Panglao, Filipinas. Cortesia de P. Maestrati – MNHN. (e) *Tonicia lebruni* (Chitonidae), Ilhas Malvinas. Cortesia de J. Sigwart. (f) *Acanthochitona fascicularis* (Acanthochitonidae), Açores. Cortesia de J. Sigwart. (g) *Cryptoplax lavaeformis* (Cryptoplacidae), Papua-Nova Guiné. Cortesia de P. Maestrati – MNHN. (h) *Cryptochiton stelleri* (Mopaliidae), Vancouver, BC, Canadá. Cortesia de J. Sigwart..... 18
- Figura 3 - Morfologia externa do corpo e da concha de um quíton típico. A vista ventral (canto superior direito) mostra uma configuração diferente das brânquias em cada lado: aquelas do lado esquerdo da figura representam um exemplo da condição adanal, e as do lado direito, a condição abanal. Redesenhado e modificado de Beesley, P. L. et al. (eds.), *Mollusca: The Southern Synthesis, Parte A*, CSIRO Publishing, Melbourne, VIC, 1998a..... 19
- Figura 4 - Um hipotético “urmollusc”. Reconstrução inferida da espécie-tronco dos moluscos com base em dados morfológicos (modificado de Haszprunar, G. 1992. *The first molluscs – small animals*. *Boll. Zool.* 59, 1–16). Ao contrário da maioria dos livros-texto, que apresentam um “bauplan” composto (isto é, uma composição dos caracteres majoritários de todos os moluscos), esta figura mostra um arquétipo molusco proposto (isto é, a espécie-tronco inferida). Provavelmente, a espécie-tronco dos moluscos era um animal relativamente pequeno, bentônico, de aspecto vermiforme, não segmentado, portador de espículas, porém desprovido de concha, predador, com tamanho variando entre 1 e 5 mm..... 20
- Figura 5 - Árvore das famílias de quítons baseada em 25 caracteres morfológicos, incluindo morfologia e disposição da concha, das espículas, do cinturão, da cápsula do ovo, do espermatozoide e das brânquias (redesenhada de Buckland-Nicks, 1995). A

topologia indica duas linhagens principais, Lepidopleurida e Chitonida, sendo esta última incluindo Acanthochitonina, Tonicellina e Chitonina sensu Sirenko (1993, 1997).....	25
Figura 6 - Diagrama ilustrando a estrutura superficial generalizada das placas nas vistas dorsal (à esquerda) e ventral (à direita) para espécies de (A, B) Lepidopleurida e (C, D) Chitonida sensu lato. ap, apófise; dl, linha diagonal; ja, área jugal; la, área lateral; pa, área pleural; sl, fenda; sr, raios da fenda; vc, calo tegmental ventral.....	26
Figura 7 - Seção longitudinal esquemática de uma válvula de quíton. Redesenhada e modificada de Nowikoff, M., Z. wiss. Zool., 88, 154–186, 1907.....	27
Figura 8 - Seção transversal esquemática de um quíton mostrando aspectos da anatomia, incluindo a musculatura. Redesenhada e modificada de Lemche, H. e Wingstrand, K. G., Galathea Report, 3, 9–71, 1959.....	30
Figura 9 - Vista ventral de um quíton mostrando as correntes ciliares: <i>Leptochiton asellus</i> (Lepidopleurida). Os ctenídios foram removidos do lado direito do animal. Redesenhada e modificada de Yonge, C. M., Q. J. Micros. Sci., 81, 367–390, 1939b.....	31
Figura 10 - Vista ventral de um quíton mostrando as correntes ciliares: <i>Lepidochitona cinerea</i> (Chitonida). Os ctenídios foram removidos do lado direito do animal. Redesenhada e modificada de Yonge, C. M., Q. J. Micros. Sci., 81, 367–390, 1939b.....	32
Figura 11 - Seção sagital através da região anterior da cabeça e do pé do molusco prosobrânquio <i>Monodonta lineata</i> , delineando a anatomia básica e a orientação da massa bucal, a qual apresenta configuração semelhante à observada em quítons. (Adaptado de Nisbet em Fretter e Graham, 1962).....	34
Figura 12 - Rádulas extraídas do quíton <i>A. hirtosa</i> demonstrando (A) a série em forma de fita de fileiras transversais de dentes, que se desenvolvem sequencialmente em estágios (1–4) do posterior para o anterior (da esquerda para a direita). Uma vez totalmente maduras (B e C), as proeminentes cúspides laterais maiores (mlc) tornam-se desgastadas e abrasadas em decorrência do processo de alimentação. Barras de escala = (A e B) 500 µm, (C) 200 µm.....	35
Figura 13 - Vista geral do sistema digestório. (A) Vista em estereomicroscópio do sistema digestório de <i>A. fascicularis</i> . Inseto: segmento estreito (seta) correspondente à válvula entre o intestino anterior (ai) e o intestino posterior (pi). (B) Corte histológico do sistema digestório de <i>C. angulata</i> corado pelo tricrômico de Masson. dg — glândula digestiva; in — intestino; op — bolsas esofágicas (glândulas de	

- açúcar); st — estômago..... 37
- Figura 14 - Modelos tomográficos do sistema nervoso anterior em *L. asellus* (A–C) e *L. rugatus* (D–F). (A, D) Vista ventral com o contorno do corpo indicado; (B, E) Vista dorsal em ângulo do sistema nervoso e dos órgãos de Schwabe; (C, F) Vista dorsal do sistema nervoso. Rosa, tecido nervoso; verde, nervos bucais; amarelo, órgãos de Schwabe. bn, nervos bucais; com, comissura anterior; lnc, cordão nervoso lateral; So, órgão de Schwabe; sn, nervos subradulares; vnc, cordão nervoso ventral. Barra de escala: 500 μ m..... 39
- Figura 15 - Os órgãos sensoriais paliais de *Lepidopleurida*. (A) Posição do órgão de Schwabe em *Leptochiton algesirensis*, conforme observado por ES; (B) Desenho esquemático indicando os órgãos sensoriais em *Lepidopleurida* (generalizado). Os órgãos laterais se estendem por grande parte da cavidade palial, como mostrado, e os órgãos branquiais localizam-se na base de cada brânquia (exemplos mostrados em 1B). Assim, órgãos de Schwabe, indicados por chevrons; lo, órgãos laterais; bo, órgãos branquiais..... 40
- Figura 16 - Fêmea adulta de *Chiton*. Imagem digital composta em corte transversal de um ovário de *Chiton articulatus* (2,228 g de peso corporal, 32 mm de comprimento total e 22 mm de largura total) em estágio maduro (S2), mostrando apenas um grupo síncrono de óvulos maduros, sem reposição por oócitos em estágios anteriores. doi:10.1371/journal.pone.0069785.g015..... 43
- Figura 17 - Machos adultos de *Chiton*. Imagens digitais compostas em corte transversal (A) da porção dorsal posterior e (B) da porção dorsal anterior de machos adultos de *Chiton albolineatus* (A: 0,648 g de peso corporal, 25 mm de comprimento total e 13 mm de largura total; e B: 1,365 g de peso corporal, 29,5 mm de comprimento total e 16 mm de largura total), mostrando o lúmen gonadal completamente repleto de espermatozoides. Abreviações: da, aorta dorsal; dg, glândula digestiva; i, intestino; k, rim; lm, músculo longitudinal; s, espermatozoides; tm, músculo transversal; vc, cavidade visceral “hemocele”. doi:10.1371/journal.pone.0069785.g016..... 44
- Figura 18 - Exemplos de cápsulas de ovos de quítons. (Cortesia de J. Buckland-Nicks)..... 45
- Figura 19 - (a) Um quíton em posição normal (vista dorsal, *Mopalia swanni*, uma espécie não utilizada neste experimento, mostrada apenas para fins ilustrativos); (b) o mesmo indivíduo em (a), enrolado em forma de bola, com a região anterior no topo em ambas as imagens; (c) tempo gasto pelos animais experimentais em diferentes posições na presença ou ausência de um sinal de predador; “exposto” aqui combina

qualquer posição que não seja fortemente enrolada (em bola) ou de levantamento ativo em relação ao substrato (arqueamento). Os valores representam a média (\pm e.p.) da porcentagem de tempo em 12 ensaios para cada grupo de tratamento.

(Versão online em cores).....	51
Figura 20 - Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém.....	57
Figura 21 - Moluscos poliplacóforos e fissurelídeos no mesmo seixo.....	58
Figura 22 - Mapa da área de estudo – Praia do Pacheco, Caucaia – CE. Marcadores 1 e 2 identificam a localização dos transectos 1 e 2, respectivamente.....	59
Figura 23 - Mapa da costa de Paracuru, litoral oeste do Ceará, em destaque para a Praia da Pedra Rachada. Modificado de Sousa (2007) e IPECE (2009).....	60
Figura 24 - Área de estudo (Barros, Jardim; Rocha-Barreira, 2013) – Praia de Goiabeiras (Fortaleza, Ceará, nordeste do Brasil).....	61
Figura 25 - Mapa de localização da área de estudo (Veras; Martins; Matthews-Cascon, 2013), Praia do Pacheco, estado do Ceará, nordeste do Brasil.....	63
Figura 26 - Mapa ilustrativo da área de estudo (Silva, 2014) - Plataforma Continental da região semiárida do nordeste do Brasil com as estações de coleta deste estudo.....	64
Figura 27 - Área de estudo (Bandeira, 2019). Plataforma continental do município de Itarema, litoral oeste do estado do Ceará, Brasil.....	66
Figura 28 - Ponto de coleta no Recife da praia de Bitupitá, no município de Barroquinha, extremo oeste do estado do Ceará, no Brasil. Zoneado por cores para melhor visualização do mesolitoral inferior, médio e superior.....	67
Figura 29 - Pontos de amostragem na faixa oeste da plataforma continental do Estado do Ceará, NE Brasil, próximo aos municípios de Itarema e Acaraú.....	68
Figura 30 - <i>Stenoplax iansa</i> sp. nov.: 2–3 Holótipo (MZSP 131630 – 3,42 × 1,13 mm), vistas dorsal e lateral, escala 5 μ m. Parátipo (MZSP 131629), 4–5 hv, vista dorsal, escala 100 μ m; 6–7 válvula v, vistas dorsal e ventral, escala 100 μ m; 8–9 tv, vista dorsal, escala 100 μ m. Material adicional (MZSP 134265), 10 hiponoto, escala 100 μ m; 11 perinoto, escala 100 μ m; 12 franja marginal do cinturão, escala 100 μ m.....	69
Figura 31 - Mapa mostrando as sub-regiões do Paleovale de Coreaú. Estações que apresentaram malacofauna nas diferentes sub-regiões descritos na legenda.....	71
Figura 32 - Localização da área de estudo (De Lima et al., 2021), onde: (A) representa o Mapa do Brasil, destacando o município de Camocim; e (B) a região costeira e estuarina de Camocim, evidenciando os pontos de coleta P1, P2, P3.....	72
Figura 33 - Padrões de cores apresentados nos espécimes de <i>I. striolatus</i> com escala de	

tamanho 2 (mm).....	73
Figura 34 - Espécies de Polyplacophora no estuário do Rio Coreaú, Ceará, Brasil. A. Ichnochiton striolatus. B. Ischnoplax pectinata.....	74
Figura 35 - Mapa dos locais de amostragem na costa oeste do Ceará, Brasil. Ponto vermelho: Praia do Farol; ponto azul: Praia de Pedra Rachada.....	75

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico em pizza da porcentagem dos tipos de publicações selecionadas na revisão: Artigo científico (55,6%); Dissertação de Mestrado (38,9%) e Tese de Doutorado (5.6%).....	76
Gráfico 2 - Gráfico de linha do número de publicações por data de publicação, de modo a apresentar a linha de tendência polinomial para projeção do número de publicações.....	77
Gráfico 3 - Gráfico de barras do número de publicações para cada foco de produção científica entre as pesquisas selecionadas na revisão. Destacando estudos de morfologia, ecologia, distribuição e taxonomia, quanto à interdisciplina destes nas publicações.....	77
Gráfico 4 - Gráfico em colunas do número de publicações por municípios do Ceará, cujo cerne do trabalho com Polyplacophora abrangeu em suas pesquisas.....	78
Gráfico 5 - Gráfico em pizza da porcentagem do número de publicações por tipo de ambiente ecológico cuja pesquisa com Polyplacophora abrangeu no Ceará, dentre elas: zonas entremarés rochosa; recifes de arenito; praia de seixos. estuários; plataformas continentais. prados de fanerógamas; bancos de rodolitos e terminal portuário.....	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Moluscos (Diversidade e importância).....	13
1.2 Polyplacophora (características gerais).....	17
1.3 Importância dos Quítons.....	21
2 OBJETIVOS.....	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
3.1 Taxonomia e sistemática dos Polyplacophora.....	24
3.1.1 Valvas.....	25
3.1.2 Pé e Manto (Perinoto x Brânquias).....	28
3.1.3 Boca (Rádula).....	33
3.1.4 Sistema Digestório.....	36
3.1.5 Sistema Nervoso.....	38
3.1.6 Sistema Reprodutor.....	41
3.2 Distribuição Global.....	46
3.3 Distribuição Costeira.....	47
3.4 Comportamento e Ecologia.....	48
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
5 RESULTADOS E ANÁLISE.....	55
5.1 Ponto de Vista Geral.....	76
6 DISCUSSÃO.....	83
7 CONCLUSÃO.....	86

1 INTRODUÇÃO

1.1 Moluscos (Diversidade e importância)

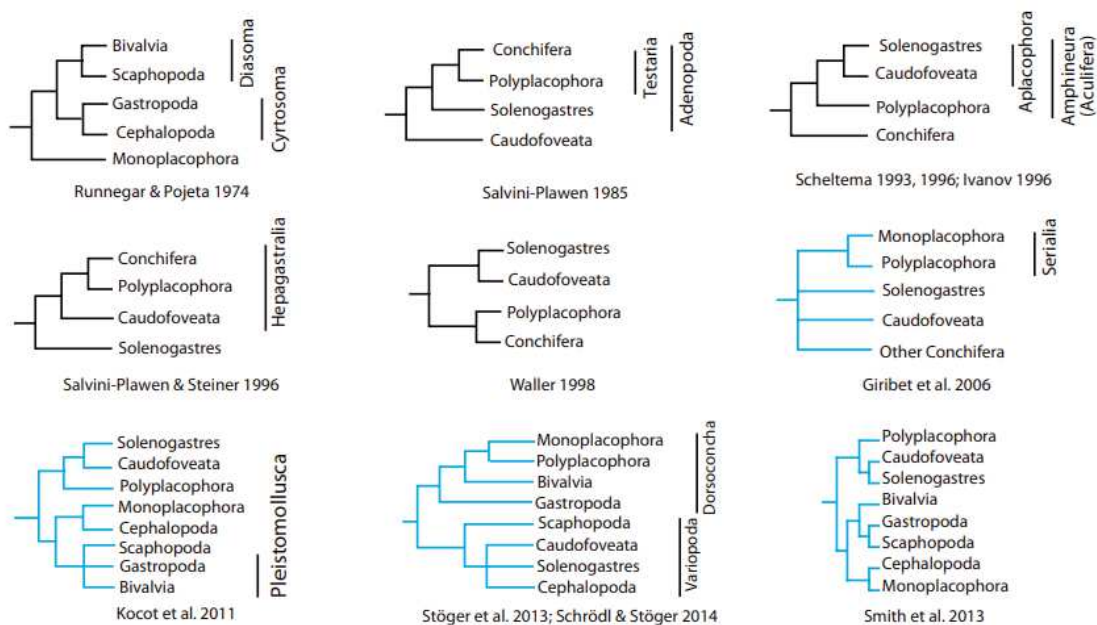
Os moluscos constituem um dos filos mais diversos e bem-sucedidos do reino animal, tanto em termos de riqueza taxonômica quanto de amplitude ecológica. Os representantes do filo Mollusca constituem o segundo maior grupo zoológico conhecido pela ciência, reunindo estimativas que variam entre aproximadamente 80.000 e 120.000 espécies viventes, além de cerca de 70.000 espécies registradas no registro fóssil (Simone, 1999; Colley; Simone; Loyola, 2012; Haszprunar & Wanninger, 2012). Desse total, estima-se que 2523 espécies ocorram ao longo da costa brasileira, evidenciando a expressiva representatividade do grupo nos ecossistemas marinhos do país (Machado et al, 2023; Simone, 1999).

De acordo com Ponder, Lindberg e Ponder (2020), o filo Mollusca apresenta uma notável variedade de formas corporais, modos de vida e estratégias adaptativas, ocupando desde ambientes terrestres, como também de água doce, sendo possível sua presença em praticamente todos os ecossistemas marinhos conhecidos, incluindo zonas costeiras rasas e regiões abissais profundas. Assim como ocorre com outros grupos de invertebrados marinhos, a maior parte das espécies de moluscos apresenta distribuição predominante em ambientes costeiros rasos, incluindo a zona entremarés, estuários e lagoas costeiras, bem como o sublitoral raso da plataforma continental (Hendrickx et al., 2007). Essa ampla distribuição reflete uma longa e complexa história evolutiva, marcada por sucessivos eventos de diversificação e extinção ao longo do registro geológico (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

No ambiente marinho, os moluscos exercem papéis ecológicos fundamentais, participando ativamente de cadeias tróficas, processos de ciclagem de nutrientes e da estruturação física e biológica dos habitats (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Ponder, Lindberg e Ponder (2020) também destacam que a diversidade funcional do grupo está diretamente relacionada à sua plasticidade morfológica e fisiológica, permitindo a exploração de nichos ecológicos variados, como herbivoria, predação, filtração e detritivoria. Essa diversidade física sustenta a atual separação do filo em oito classes, incluindo grupos com conchas externas únicas ou múltiplas, conchas internas reduzidas ou completamente ausentes, além de formas altamente especializadas para a vida bentônica, pelágica ou escavadora (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Tal multiplicidade de funções torna os moluscos elementos-chave para a estabilidade e o funcionamento dos ecossistemas marinhos.

Como mencionado, os moluscos constituem o segundo filo de metazoários mais rico em espécies, superado apenas pelos artrópodes, e destacam-se por apresentar uma das maiores disparidades morfológicas entre os animais (Schmidt-Rhaesa; Harzsch; Purschke, 2015; Simone, 1999). As profundas modificações no plano corporal e as transformações estruturais observadas ao longo das diferentes linhagens de Mollusca resultaram em uma diversidade de formas tão acentuada que poucos caracteres morfológicos permanecem consistentes e diretamente comparáveis entre todas as oito classes atualmente reconhecidas (Figura 1). Essas classes incluem os Bivalvia, como mariscos, mexilhões e teredos; os Gastropoda, representados por caracóis e lesmas; os Cephalopoda, como lulas e polvos; além de grupos menos conhecidos como Caudofoveata, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda e Solenogastres, cada qual caracterizado por adaptações morfológicas e ecológicas específicas (Schmidt-Rhaesa; Harzsch; Purschke, 2015; Simone, 1999; Haszprunar & Wanninger, 2012).

Figura 1 - Algumas das hipóteses alternativas das relações entre os Mollusca, com análises moleculares em azul.



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 4.

No mais, a diferenciação morfológica entre as classes não representa apenas uma classificação taxonômica, mas o resultado de trajetórias evolutivas distintas, moldadas por pressões ambientais e ecológicas específicas (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Enquanto bivalves apresentam corpos lateralmente comprimidos e adaptados à filtração, cefalópodes exibem elevada complexidade estrutural e funcional associada à predação ativa, e os

Polyplacophora mantêm um plano corporal dorsoventralmente achatado com múltiplas placas articuladas, favorecendo a adesão a substratos rochosos (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Assim, a diversidade morfológica dos moluscos constitui um dos principais fatores responsáveis por seu sucesso evolutivo e ampla ocupação de habitats marinhos, tornando o grupo particularmente relevante para estudos integrativos em zoologia, evolução e biodiversidade marinha.

Apesar dessa diversidade, menos de 1% das espécies de moluscos foi investigado quanto à produção de metabólitos secundários e ao seu potencial bioativo, evidenciando uma expressiva lacuna no conhecimento científico (Bernkendorf, 2010). Ainda que estudos se concentrem principalmente em gastrópodes e bivalves, resultando na identificação de compostos de interesse biomédico e aplicações medicinais, diversas classes permanecem amplamente negligenciadas, sem justificativa do ponto de vista evolutivo ou ecológico, tal qual os Polyplacophora, tanto por sua abundância em ecossistemas litorâneos quanto por indícios de uso tradicional e potencial químico ainda pouco explorado (Bernkendorf, 2010). Considerando que os moluscos dependem amplamente de metabólitos secundários como mecanismos de defesa, a ampliação dos estudos para grupos subamostrados torna-se essencial para a compreensão geral da biodiversidade marinha e para o avanço de pesquisas na área de bioprospecção.

Ponder, Lindberg e Ponder (2020) ressaltam ainda que o estudo da biodiversidade de moluscos possui importância que transcende a simples catalogação de espécies. De modo que, a incompletude do conhecimento sobre a diversidade Mollusca, especialmente em regiões tropicais, compromete a compreensão da composição das comunidades, das interações ecológicas e da real magnitude dos serviços ecossistêmicos prestados por esses organismos. Tal lacuna é particularmente evidente em áreas marinhas tropicais, onde o esforço amostral historicamente foi menor quando comparado a regiões temperadas (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). O conhecimento sobre a biodiversidade marinha está diretamente condicionado ao esforço amostral e ao grau de especialização taxonômica disponível para uma determinada região, de maneira que regiões submetidas a esforços contínuos de coleta e revisão sistemática tendem a apresentar níveis mais elevados de riqueza conhecida, enquanto áreas pouco amostradas podem aparentar baixa diversidade apenas como reflexo da escassez de estudos (Hendrickx et al., 2007). Essa observação é particularmente relevante para grupos como os moluscos, cuja diversidade real frequentemente supera aquela documentada na literatura.

Estudos de biodiversidade marinha em larga escala permanecem relativamente escassos em regiões tropicais, não por falta de relevância ecológica, mas sobretudo em razão

de limitações históricas de infraestrutura científica e de recursos humanos especializados. Afirmção essa corroborada por Hendrickx et al. (2007), ao quais destacam que essa carência estrutural tem dificultado a documentação adequada da diversidade biológica marinha em áreas tropicais, justamente aquelas que abrigam alguns dos ecossistemas mais complexos e biologicamente ricos do planeta. Tal cenário resulta em um conhecimento fragmentado da fauna marinha, incluindo grupos altamente diversos como os moluscos.

A biodiversidade marinha tropical, no entanto, deve ser compreendida em um sentido amplo, que ultrapassa a simples contagem de espécies, consta Hendrickx et al. (2007), de modo que, a biodiversidade envolve também a variedade de formas corporais, tamanhos, micro-habitats ocupados, níveis tróficos e interações ecológicas que estruturam as comunidades naturais. Nesse contexto, os moluscos assumem papel central, uma vez que apresentam elevada diversidade morfológica e ecológica, ocupando desde ambientes entremarés, até grandes profundidades, e explorando uma ampla gama de substratos.

O estudo dos moluscos possui uma trajetória histórica consolidada a partir dos séculos XVIII e XIX, quando a malacologia passou a se estruturar como área científica associada à sistemática zoológica (Colley; Simone; Loyola, 2012). No Brasil, esse processo esteve inicialmente ligado às expedições naturalistas realizadas por pesquisadores estrangeiros, responsáveis pelas primeiras descrições da fauna malacológica nacional, sobretudo ao longo do litoral e de grandes sistemas fluviais (Colley; Simone; Loyola, 2012). Ao longo do século XX, a malacologia brasileira se fortaleceu com a criação de coleções científicas e instituições de pesquisa, ampliando significativamente o conhecimento sobre a diversidade de moluscos no país (Colley; Simone; Loyola, 2012). Apesar desses avanços, Colley, Simone e Loyola, (2012) ressaltam que o estudo de diversos grupos, especialmente marinhos e de pequeno porte, ainda permanece fragmentado, evidenciando a necessidade de revisões bibliográficas e sínteses regionais que consolidem o conhecimento existente e orientem futuras pesquisas.

Ademais, moluscos apresentam um dos registros fósseis mais extensos entre os invertebrados, graças a sua composição calcária (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020), o que os torna modelos privilegiados para investigações sobre padrões macroevolutivos, respostas a mudanças climáticas passadas e processos de diversificação ao longo do tempo geológico, o que, por sua vez, impulsiona nossa compreensão quanto às mudanças climáticas futuras (Fortunato, 2015). Essa combinação entre diversidade atual e preservação histórica confere ao grupo um papel central em estudos de evolução, biogeografia e conservação marinha.

Nesse contexto, compreender a diversidade e a distribuição dos moluscos marinhos não é apenas uma questão taxonômica, mas uma etapa essencial para a avaliação da resiliência dos ecossistemas costeiros frente às pressões ambientais contemporâneas, como a perda de habitat, a poluição e as mudanças climáticas globais. A análise detalhada de grupos específicos dentro do filo, especialmente aqueles ainda pouco estudados em regiões tropicais, torna-se, portanto, fundamental para o avanço do conhecimento científico e para o embasamento de estratégias de conservação.

1.2 Polyplacophora (características gerais)

Dentro do filo Mollusca, os Polyplacophora, conhecidos como quítons, constituem um grupo exclusivamente marinho que reúne cerca de mil espécies descritas, com tamanhos variando de poucos milímetros até aproximadamente 30 cm (Haszprunar & Wanninger, 2012).

Os Polyplacophora constituem uma classe de moluscos marinhos cuja organização corporal reflete uma combinação singular de conservação morfológica e elevada especialização funcional. Conforme descrito por Ponder, Lindberg e Ponder (2020), os representantes desse grupo são caracterizados pela presença de oito placas dorsais calcárias articuladas, protegidas por um revestimento de escamas ou espículas calcárias, dispostas longitudinalmente e inseridas em um cinturão muscular denominado perinoto (Figura 2 e 3), estrutura que confere simultaneamente proteção e flexibilidade ao corpo (Ampuero et al., 2024; Haszprunar & Wanninger, 2012). Essa conformação permite aos quítons ajustar-se com eficiência às irregularidades do substrato, uma adaptação crucial para ambientes expostos à forte ação hidrodinâmica.

Figura 2 - Fotos de quítons vivos. (a) *Leptochiton cascadiensis* (Leptochitonidae), Ilha de San Juan, Washington. Cortesia de J. Sigwart. (b) *Ferreiraella* sp. (Abyssochitonidae), Guadalupe, Antilhas Francesas. Cortesia de L. Charles – MNHN. (c) *Tripoplax regularis* (Ischnochitonidae), Monterey, Califórnia (© Gerald and Buff Corsi/Focus on Nature, Inc.). (d) *Stenoplax* sp. (Ischnochitonidae), Panglao, Filipinas. Cortesia de P. Maestrati – MNHN. (e) *Tonicia lebruni* (Chitonidae), Ilhas Malvinas. Cortesia de J. Sigwart. (f) *Acanthochitona fascicularis* (Acanthochitonidae), Açores. Cortesia de J. Sigwart. (g) *Cryptoplax lavaeformis* (Cryptoplacidae), Papua-Nova Guiné. Cortesia de P. Maestrati – MNHN. (h) *Cryptochiton stelleri* (Mopaliidae), Vancouver, BC, Canadá. Cortesia de J. Sigwart.

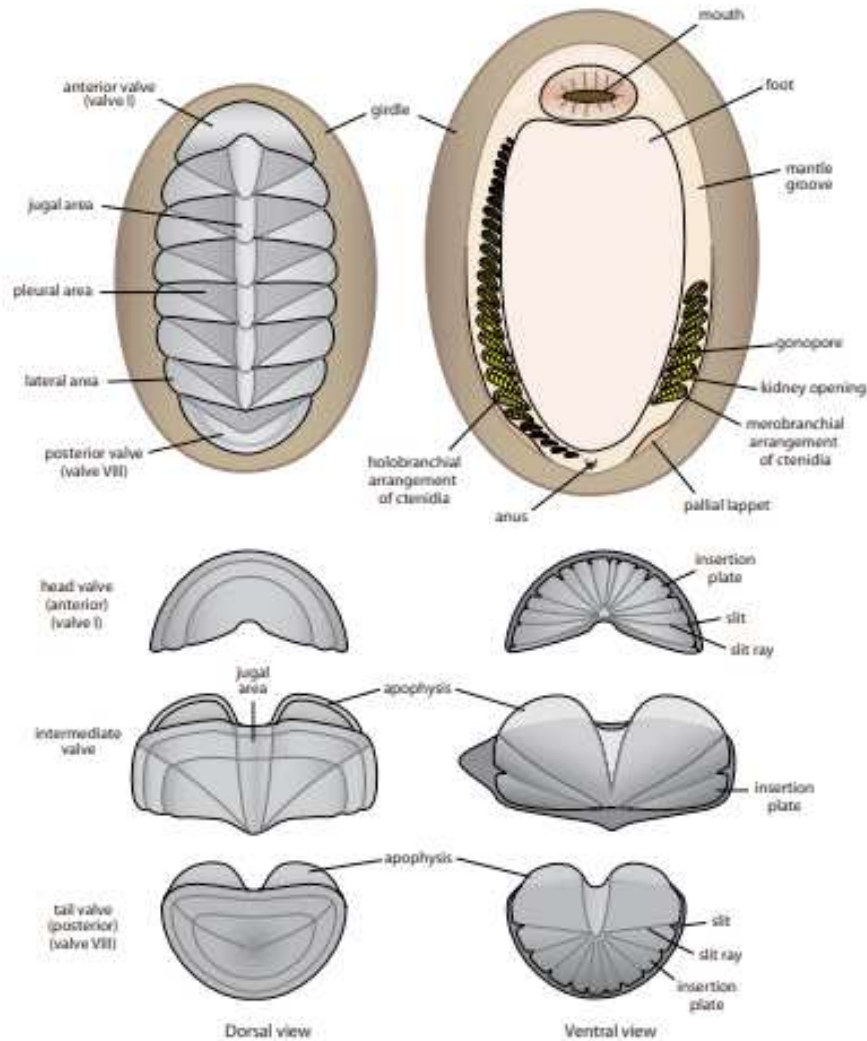


Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 68.

O pé muscular amplo e aderente, circundado por um cinturão do manto, é ventralmente desenvolvido e constitui outro elemento central da morfologia dos

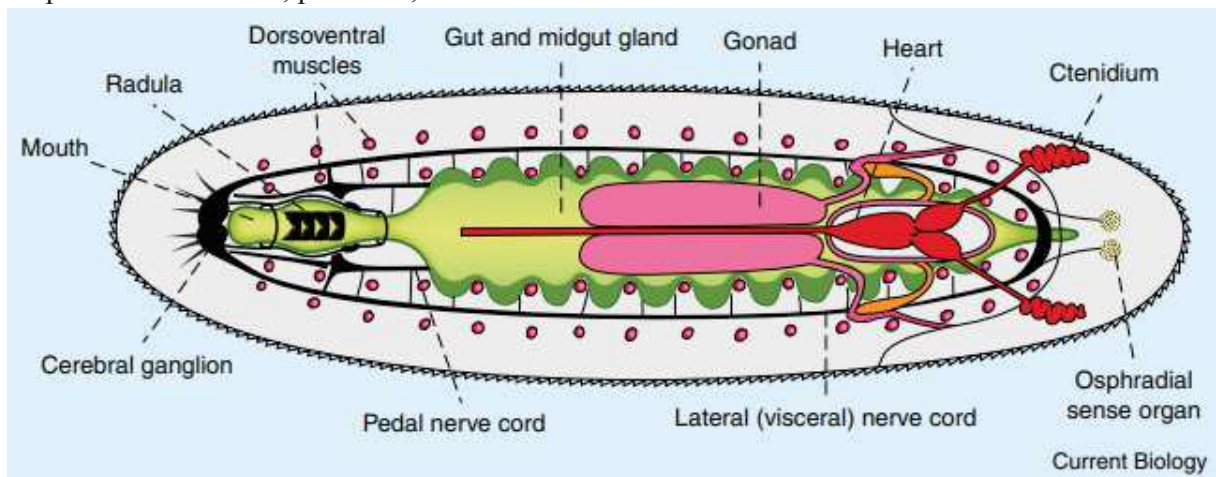
Polyplacophora (Haszprunar & Wanninger, 2012). Segundo Ponder, Lindberg e Ponder (2020), essa estrutura atua como um poderoso órgão de adesão, possibilitando a fixação firme sobre superfícies rochosas e reduzindo o risco de deslocamento por ondas e correntes, agindo linearmente a proficiência funcional junto a concha. Associado a esse sistema de fixação, o manto forma uma margem contínua ao redor das placas dorsais, desempenhando funções tanto de proteção quanto sensoriais (Figura 3 e 4).

Figura 3 - Morfologia externa do corpo e da concha de um quíton típico. A vista ventral (canto superior direito) mostra uma configuração diferente das brânquias em cada lado: aquelas do lado esquerdo da figura representam um exemplo da condição adanal, e as do lado direito, a condição abanal. Redesenhado e modificado de Beesley, P. L. et al. (eds.), *Mollusca: The Southern Synthesis*, Parte A, CSIRO Publishing, Melbourne, VIC, 1998a.



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 71.

Figura 4 - Um hipotético “urmollusc”. Reconstrução inferida da espécie-tronco dos moluscos com base em dados morfológicos (modificado de Haszprunar, G. 1992. *The first molluscs – small animals. Boll. Zool.* 59, 1–16). Ao contrário da maioria dos livros-texto, que apresentam um “bauplan” composto (isto é, uma composição dos caracteres majoritários de todos os moluscos), esta figura mostra um arquétipo molusco proposto (isto é, a espécie-tronco inferida). Provavelmente, a espécie-tronco dos moluscos era um animal relativamente pequeno, bentônico, de aspecto vermiforme, não segmentado, portador de espículas, porém desprovido de concha, predador, com tamanho variando entre 1 e 5 mm.



Fonte: Haszprunar & Wanninger, 2012, pág. 3.

No que diz respeito à alimentação, Ponder, Lindberg e Ponder (2020) destacam que os Polyplacophora apresentam uma rádula altamente especializada, adaptada à raspagem de microalgas, cianobactérias e biofilmes que se desenvolvem sobre substratos duros. Esse hábito alimentar insere os quítos como importantes herbívoros e detritívoros bentônicos, o que evidencia sua forte associação com ambientes bentônicos rasos, especialmente zonas litorâneas rochosas (Haszprunar & Wanninger, 2012; Sigwart & Schwabe, 2017). O qual, portanto, influencia diretamente a estrutura e a dinâmica das comunidades associadas ao entremarés e ao infralitoral raso.

Ecologicamente, os Polyplacophora estão fortemente associados a ambientes marinhos costeiros, especialmente regiões rochosas expostas ou semi abrigadas (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Sigwart & Chen, 2018). Por sua vez, a maioria das espécies apresenta comportamento críptico, permanecendo ocultas durante o dia em fendas, sob pedras ou aderidas a superfícies pouco visíveis, tornando-se mais ativas durante o período noturno (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Esse padrão comportamental reduz a predação e a perda de água em ambientes sujeitos à emersão periódica. No mais, a fertilização é predominantemente externa, com desenvolvimento larval do tipo trocófora lecitotrófica, reforçando o padrão reprodutivo comum a diversos grupos basais de moluscos (Haszprunar & Wanninger, 2012).

Do ponto de vista evolutivo, salienta-se que, embora os Polyplacophora exibam um plano corporal considerado relativamente conservador quando comparado a outras classes de Mollusca, o grupo demonstra significativa diversidade interna em termos de tamanho, ornamentação das placas e características do cinturão (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Tal diversidade sugere uma história evolutiva marcada por adaptações finas a condições ambientais específicas, particularmente relacionadas ao tipo de substrato e ao regime de ondas e marés.

Logo, as características gerais dos Polyplacophora evidenciam um grupo altamente especializado para a vida bentônica em ambientes costeiros, cuja morfologia, ecologia e comportamento estão intimamente interligados (Haszprunar & Wanninger, 2012; Sigwart & Schwabe, 2017). Essa combinação de atributos torna os quítons organismos de grande relevância para estudos ecológicos, evolutivos e biogeográficos, especialmente em regiões tropicais onde o conhecimento sobre sua diversidade e distribuição ainda permanece fragmentado (Hendrickx et al., 2007; Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

1.3 Importância dos Quítons

Embora tradicionalmente menos estudados que gastrópodes, bivalves e cefalópodes, os Polyplacophora desempenham papel relevante tanto para a compreensão da evolução dos moluscos quanto para o funcionamento dos ecossistemas marinhos costeiros. Conforme destacado por Haszprunar e Wanninger (2012), esse grupo contribui de maneira significativa para a variabilidade morfológica do plano corporal dos moluscos e para a reconstrução das relações filogenéticas do filo, sendo frequentemente associado a hipóteses evolutivas basais, como o agrupamento Aculifera.

Os Polyplacophora desempenham um papel ecológico relevante nos ecossistemas marinhos costeiros, especialmente em ambientes dominados por substratos consolidados. Conforme destacado por Ponder, Lindberg e Ponder (2020), os quítons atuam principalmente como herbívoros bentônicos, exercendo influência direta sobre a composição e a dinâmica dos biofilmes compostos por algas e microalgas que se desenvolvem sobre superfícies rochosas. Portanto, a partir da atividade de raspagem realizada com a rádula, esses organismos contribuem para o controle do crescimento da biomassa de algas, evitando a dominância excessiva de determinadas espécies fotossintetizantes ou apenas mantendo o equilíbrio no entremarés (Haszprunar & Wanninger, 2012; Sigwart & Schwabe, 2017).

Essa interação trófica confere aos Polyplacophora um papel estrutural nas comunidades do entremarés e do infralitoral raso. Visto que, embora os quítons raramente sejam os organismos mais abundantes em termos de biomassa, sua presença pode influenciar processos de sucessão ecológica, afetando indiretamente a colonização de invertebrados sésseis e outros organismos associados ao substrato (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Sigwart & Schwabe, 2017). Dessa forma, os Polyplacophora contribuem para a manutenção do equilíbrio ecológico e da heterogeneidade dos habitats costeiros.

Ponder, Lindberg e Ponder (2020) também apontam que a baixa mobilidade e a forte fidelidade ao substrato observadas na maioria das espécies tornam os quítons particularmente sensíveis a alterações ambientais locais. Características como essas conferem ao grupo potencial para ser utilizado como indicador biológico, uma vez que mudanças na composição específica ou na abundância populacional podem refletir variações na qualidade ambiental, incluindo poluição, alterações físicas do habitat e impactos antrópicos diretos.

Além disso, os Polyplacophora integram redes tróficas costeiras tanto como consumidores primários quanto como presas de peixes, crustáceos e outros invertebrados marinhos. Essa posição intermediária nas cadeias alimentares reforça sua importância para a transferência de energia entre níveis tróficos e para a estabilidade das comunidades bentônicas, como recurso fundamental de base de cadeia (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

Em um contexto mais amplo, Ponder, Lindberg e Ponder (2020) destacam que a compreensão do papel ecológico dos Polyplacophora ainda é limitada, sobretudo em regiões tropicais, onde a maioria dos estudos permanece fragmentada ou restrita a levantamentos pontuais. Essa lacuna de conhecimento reforça a necessidade de sínteses bibliográficas regionais que permitam avaliar de forma integrada a contribuição ecológica do grupo, especialmente em áreas costeiras sujeitas a intensas pressões ambientais (Haszprunar & Wanninger, 2012).

Assim, os Polyplacophora devem ser reconhecidos não apenas como componentes discretos da fauna marinha, mas como organismos funcionalmente relevantes para a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas costeiros (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Sigwart & Schwabe, 2017). Portanto, o aprofundamento do conhecimento sobre sua diversidade, ecologia e distribuição são essenciais para a compreensão das dinâmicas bentônicas e para o embasamento de estratégias de conservação marinha, particularmente em regiões tropicais ainda pouco estudadas (Haszprunar & Wanninger, 2012; Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

2 OBJETIVOS

O seguinte trabalho busca, portanto, realizar uma revisão bibliográfica sobre a diversidade, distribuição e aspectos ecológicos de Polyplacophora no litoral do Ceará. De modo à compilar as espécies registradas, identificar suas áreas de ocorrência, sintetizar metodologias empregadas e apontar lacunas de conhecimento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Taxonomia e sistemática dos Polyplacophora

Os Polyplacophora constituem uma classe bem definida dentro do filo Mollusca, cuja posição taxonômica é sustentada por um conjunto consistente de características morfológicas e anatômicas consideradas basais para o grupo. Em resumo, os quítons compartilham um plano corporal característico, marcado pela presença de oito placas dorsais articuladas, um cinturão do manto frequentemente ornamentado por escamas ou espículas calcárias, pé ventral amplo e rádula funcionalmente especializada para a raspagem do substrato, atributos que os distinguem claramente das demais classes de moluscos (Haszprunar & Wanninger, 2012; Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Estudos sintéticos sobre a diversidade mollusca indicam que os Polyplacophora representam um ramo exclusivamente marinho (branqueados), distribuídas em diferentes famílias que exibem variações na ornamentação das placas, estrutura do perinoto e detalhes da rádula, caracteres amplamente utilizados em sua classificação taxonômica (Haszprunar & Wanninger, 2012; Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

De forma consistente o grupo dos Polyplacophora pode ser considerado como monofilético (Sirenko, 1993; Okusu et al., 2003) pertencentes ao clado Aculifera, que é o grupo irmão de Conchifera (todos os outros moluscos vivos) (Irisarri et al., 2020). A filogenia geral da classe revela uma clara divisão dos Polyplacophora em duas grandes linhagens evolutivas: Lepidopleuridae e Chitonida (Figura 5) (Okusu et al., 2003; Irisarri et al., 2020). A linhagem Lepidopleuridae foi identificada de forma consistente como monofilética e posicionada como o grupo mais basal dentro da classe, sendo interpretada como portadora de características consideradas plesiomórficas (Okusu et al., 2003).

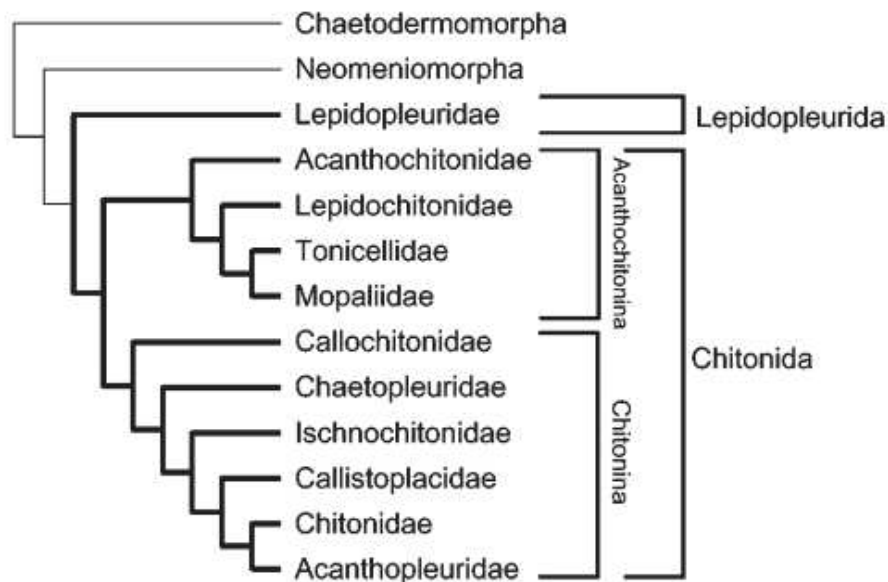
Entre as principais características atribuídas à linhagem Lepidopleuridae destacam-se a presença de brânquias adanais restritas à região posterior do corpo, ovos com superfície lisa e a ausência de placas de inserção nas válvulas da concha. Esses caracteres morfológicos são tradicionalmente interpretados como estados primitivos dentro dos Polyplacophora, reforçando o posicionamento basal desse grupo nas reconstruções filogenéticas (Sirenko, 1993; Okusu et al., 2003).

A segunda grande linhagem reconhecida, Chitonida é igualmente reconhecida como monofilética na maioria das análises já realizadas, embora apresentando instabilidade apenas sob algumas combinações específicas de parâmetros (Okusu et al., 2003). Essa

linhagem é caracterizada por um conjunto de traços considerados derivados, incluindo válvulas providas de placas de inserção fendidas, brânquias dispostas lateralmente (tipo adanal ou abanal), além de estruturas elaboradas na superfície da casca dos ovos (Okusu et al., 2003). Adicionalmente, os espermatozoides dos representantes da Chitonida apresentam núcleo filamentososo e mitocôndrias organizadas de forma assimétrica, características que reforçam a distinção morfológica e reprodutiva desse grupo em relação à linhagem basal (Sirenko, 1993; Buckland-Nicks, 1995; Okusu et al., 2003).

Ainda dentro da linhagem Chitonida contudo, um gênero denominado *Callochiton* pode ser considerado como grupo-irmão da linhagem Lepidopleuridaem o que por sua vez contraria classificações anteriores que incluíam *Callochiton* como parte integrante da Chitonida ou mesmo da subordem Chitonina, evidenciando inconsistências nas classificações tradicionais (Okusu et al., 2003; Irisarri et al., 2020).

Figura 5 - Árvore das famílias de quítons baseada em 25 caracteres morfológicos, incluindo morfologia e disposição da concha, das espículas, do cinturão, da cápsula do ovo, do espermatozoide e das brânquias (redesenhada de Buckland-Nicks, 1995). A topologia indica duas linhagens principais, Lepidopleurida e Chitonida, sendo esta última incluindo Acanthochitonina, Tonicellina e Chitonina sensu Sirenko (1993, 1997).

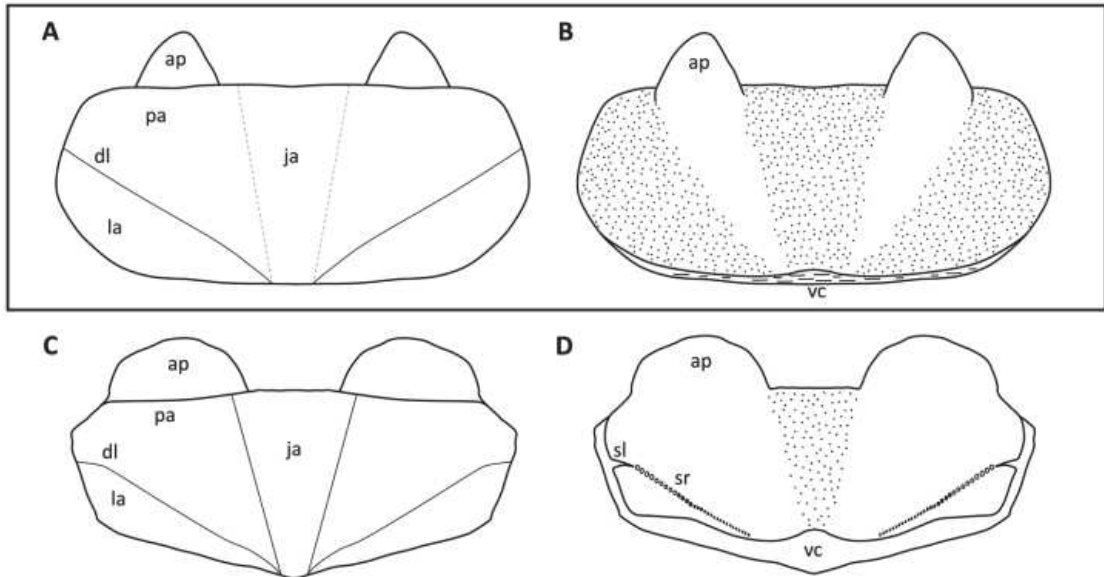


Fonte: Okusu et al., 2003, pág. 283.

3.1.1 Valvas

As valvas dos Polyplacophora constituem um dos conjuntos morfológicos mais importantes para a taxonomia e sistemática do grupo, uma vez que sua estrutura externa e interna reflete diretamente adaptações funcionais e padrões evolutivos distintos entre os principais clados de quítons (Ampuero et al., 2024). Cada indivíduo apresenta oito placas dorsais articuladas, compostas por duas camadas principais: o “*tegmentum*”, camada dorsal frequentemente ornamentada e responsável pela exposição superficial dos poros sensoriais, e o “*articulamentum*”, camada ventral que participa da articulação entre as valvas e da fixação ao corpo por meio de projeções estruturais (Figura 6) (Ampuero et al., 2024). Em Polyplacophora modernos (Neoloricata), o “*articulamentum*” desenvolve extensões especializadas, como apófises anteriores e placas de inserção laterais, elementos fundamentais para a avaliação taxonômica em níveis de gênero e espécie (Schwabe, 2010; Ampuero et al., 2024).

Figura 6 - Diagrama ilustrando a estrutura superficial generalizada das placas nas vistas dorsal (à esquerda) e ventral (à direita) para espécies de (A, B) Lepidopleurida e (C, D) Chitonida *sensu lato*. ap, apófise; dl, linha diagonal; ja, área jugal; la, área lateral; pa, área pleural; sl, fenda; sr, raios da fenda; vc, calo tegmental ventral.



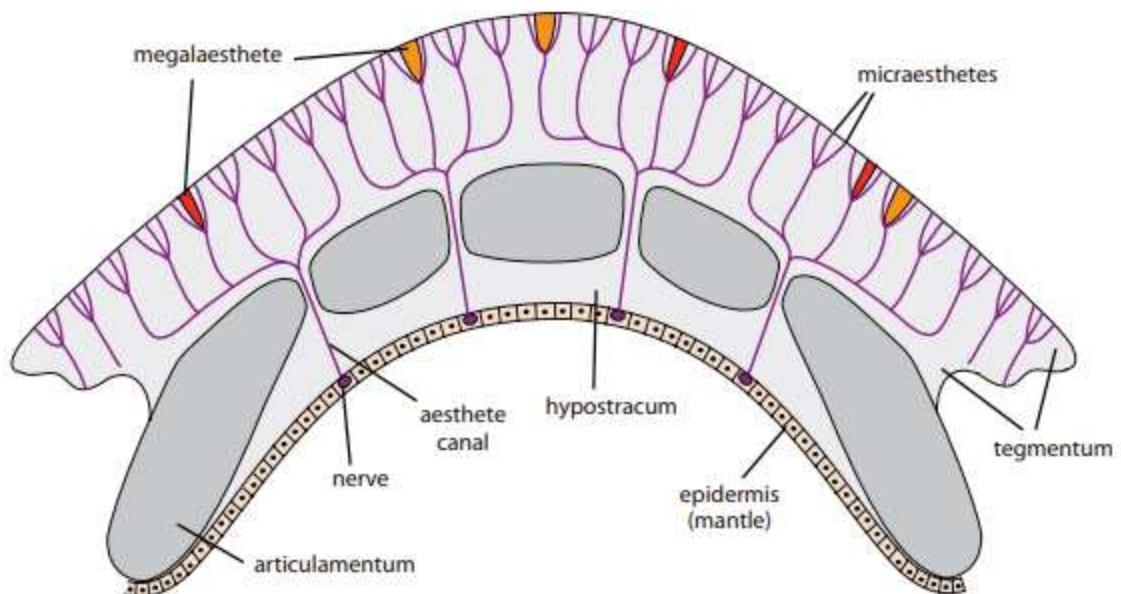
Fonte: Ampuero et al., 2024, pág. 2.

Um dos principais caracteres utilizados na taxonomia das valvas é a presença, número e disposição das fendas de inserção (*insertion slits*), que correspondem a interrupções nas placas de inserção laterais do “*articulamentum*” (Ampuero et al., 2024). Essas fendas são particularmente relevantes nos representantes de Chitonida e Callochitonida, enquanto espécies de Lepidopleurida, consideradas o clado basal dos quítons vivos, geralmente

carecem de placas de inserção e de fendas bem definidas, preservando uma morfologia plesiomórfica (Sirenko, 2006; Ampuero et al., 2024). Segundo, Ampuero et al. (2024), a variação no número de fendas pode ocorrer inclusive entre espécies congênicas, reforçando seu valor diagnóstico, mas também indicando a necessidade de análise integrada com outros caracteres valvares.

Outro aspecto taxonomicamente relevante das valvas é o sistema de estetas, um complexo conjunto de canais sensoriais que atravessam as placas e se abrem na superfície dorsal por meio de poros microscópicos (Figura 7) (Ampuero et al., 2024). A disposição desses poros (incluindo a organização em megal aestetas e micraestetas, bem como seus padrões espaciais na superfície do “*tegmentum*”) é amplamente utilizada em diagnósticos taxonômicos, especialmente em Lepidopleurida, onde os poros frequentemente formam conjuntos bem definidos associados à granulação superficial das valvas (Figura 7) (Moseley, 1885 apud Ampuero et al., 2024; Schwabe, 2010).

Figura 7 - Seção longitudinal esquemática de uma válvula de quíton. Redesenhada e modificada de Nowikoff, M., *Z. wiss. Zool.*, 88, 154–186, 1907.



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 79.

Internamente, a arquitetura dos canais de estetas apresenta variações marcantes entre os grandes grupos de Polyplacophora, refletindo diferenças estruturais das valvas e influenciando diretamente sua classificação (Ampuero et al., 2024). Em Lepidopleurida, os canais tendem a atravessar as valvas de forma predominantemente vertical, conectando diretamente a superfície dorsal ao tecido subjacente, enquanto em Chitonida, em sua maioria,

os canais se organizam horizontalmente no “*tegmentum*” e convergem em canais mais robustos que emergem ventralmente ao longo de linhas diagonais associadas às fendas de inserção (Vendrasco et al., 2008 apud Ampuero et al., 2024). De acordo com Ampuero et al. (2024), essa configuração explica por que as fendas de inserção, tradicionalmente tratadas como caracteres puramente mecânicos, devem ser compreendidas como elementos secundários de um sistema sensorial integrado, com implicações diretas para a taxonomia das valvas.

Por fim, Ampuero et al. (2024) destacam que muitos dos caracteres das valvas utilizados na sistemática tradicional (como espessura das placas, desenvolvimento do “*articulamentum*”, presença de fendas e padrões de poros) são resultado de um equilíbrio evolutivo entre demandas sensoriais e estruturais, e não apenas de variações superficiais. Essa interpretação reforça a importância da análise detalhada das valvas na taxonomia dos Polyplacophora e justifica abordagens integrativas que considerem tanto a morfologia externa quanto a organização interna das placas.

3.1.2 Pé e Manto (*Perinoto x Brânquias*)

A cavidade do manto nos Polyplacophora localiza-se periféricamente entre o pé e a margem do manto, de maneira semelhante ao observado nos Monoplacophora, contudo, nos quítons, a margem do manto assume a forma de um cinturão (perinoto), estrutura flexível que não secreta material calcário e que apresenta considerável capacidade de movimentação (Purchon, 2013).

O manto nos Polyplacophora constitui uma estrutura extensa e funcionalmente diversificada, responsável pela secreção das oito placas dorsais calcárias (valvas) e pela formação do cinturão (perinoto) que as circunda. Conforme descrito por Ponder, Lindberg e Ponder (2020), o manto estende-se lateralmente além das margens das valvas, formando uma dobra contínua que envolve todo o corpo do animal. Essa expansão marginal do manto é fundamental para a produção das escamas, espículas ou placas calcárias que recobrem o perinoto, cuja morfologia apresenta grande importância taxonômica. Além disso, o manto abriga uma complexa rede de tecidos sensoriais e musculares, estando intimamente associado tanto à proteção do corpo quanto à interação com o substrato.

Junto a isso, o pé muscular ventral é outro componente central da morfologia dos Polyplacophora e desempenha papel crucial tanto funcional quanto taxonômico. Descritivamente, o pé é amplo, achatado e altamente musculoso, ocupando grande parte da

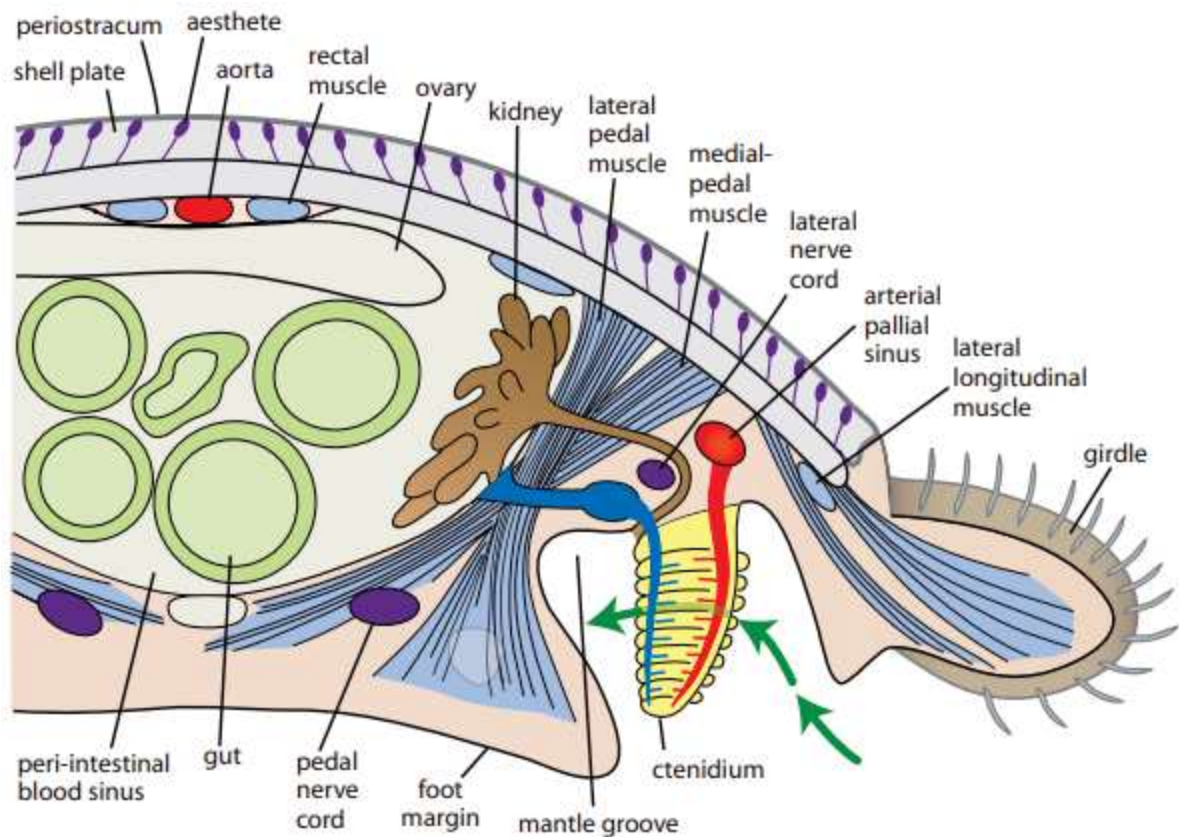
superfície ventral do corpo. Essa conformação permite uma adesão eficiente às superfícies rochosas, funcionando como um poderoso órgão de fixação (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Embora o pé apresente um padrão geral relativamente uniforme em toda a classe, variações sutis em sua proporção, musculatura e relação com o manto podem ser observadas entre diferentes grupos, refletindo adaptações específicas ao tipo de substrato e às condições ambientais (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

Ademais, o cinturão corresponde à porção marginal espessada do manto que circunda completamente as valvas dorsais. De acordo com Ponder, Lindberg e Ponder (2020), o perinoto pode apresentar ampla variação morfológica entre os diferentes táxons de Polyplacophora, incluindo diferenças na largura, na textura e no tipo de ornamentação, como a presença de escamas imbricadas, espículas calcárias ou elementos cuticulares modificados, o que por sua vez, a torna uma característica distintiva de cada grupo (Moles et al., 2021). Essas variações são amplamente utilizadas na taxonomia do grupo, uma vez que o padrão do perinoto tende a ser relativamente constante dentro de linhagens específicas. Além disso, a estrutura do cinturão reflete adaptações ao ambiente, especialmente relacionadas à proteção contra a abrasão e à adesão ao substrato em habitats sujeitos à forte ação da água.

No mais, a porção anterior da cavidade do manto é parcialmente ocupada pela probóscide, que porta a boca em posição central, e por um par de palpos situados lateralmente a essa estrutura. Posteriormente, a papila anal encontra-se posicionada na linha mediana e se abre diretamente na cavidade do manto, configurando um arranjo anatômico semelhante ao observado em Monoplacophora (Purchon, 2013).

As brânquias dos Polyplacophora, também denominadas ctenídios, localizam-se em sulcos paliais laterais, posicionados entre o pé e o manto. De modo que, na região posterior da cavidade do manto, numerosos ctenídios bipectinados, cuja quantidade, extensão e distribuição ao longo do eixo anteroposterior, variam de acordo com as espécies, assim como, aumentando progressivamente ao longo do desenvolvimento ontogenético do animal (Figura 8) (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Purchon, 2013). À medida que novos ctenídios são formados, estes surgem principalmente anteriormente ao ctenídio pós-renal, podendo, em alguns casos, também ser adicionados posteriormente a ele (Purchon, 2013). Logo, quanto maior o número de ctenídios, mais anteriormente eles se estendem ao longo das laterais do pé. Essa variação constitui um importante caráter taxonômico, sendo utilizada para diferenciar grandes grupos dentro da classe (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Purchon, 2013).

Figura 8 - Seção transversal esquemática de um quíton mostrando aspectos da anatomia, incluindo a musculatura. Redesenhada e modificada de Lemche, H. e Wingstrand, K. G., *Galathea Report*, 3, 9–71, 1959.



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 72.

Em alguns táxons, as brânquias estendem-se quase por todo o comprimento do corpo, enquanto em outros estão restritas à região posterior, refletindo padrões evolutivos distintos associados à ventilação e à troca gasosa. Ademais, os ctenídios suspendem-se verticalmente a partir do teto da cavidade do manto, apresentando uma disposição funcionalmente relevante para a circulação da água (Purchon, 2013). Do ponto de vista funcional, a disposição lateral das brânquias permite uma eficiente circulação de água ao longo do sulco palial, favorecendo a respiração mesmo quando o animal se encontra firmemente aderido ao substrato (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Ponder, Lindberg e Ponder (2020) também ressaltam que essa organização branquial é uma das características mais conservadas do grupo, sendo considerada um traço basal dentro de Mollusca, frequentemente associada a hipóteses filogenéticas que posicionam os Polyplacophora como um dos grupos mais representativos do plano corporal ancestral dos moluscos.

Além disso, ctenídios anteriores tendem a curvar-se medialmente em direção às laterais do pé, promovendo a divisão da cavidade do manto em dois canais distintos: um canal

externo, inalante, e um canal interno, exalante (Figura 9 e 10). Em posições mais posteriores, os ctenídios passam a se curvar progressivamente para dentro e para trás, direcionando o canal interno em sentido à linha mediana posterior, onde se localiza a papila anal. Correntes ciliares presentes nos ctenídios promovem o fluxo de água através dos espaços entre os ctenídios e entre seus filamentos, conduzindo a água do canal externo para o canal interno. Ainda assim, os filamentos ctenidiais, mesmo com essa funcionalidade, não possuem hastes esqueléticas internas para sua sustentação (Purchon, 2013).

Para permitir a entrada da água responsável pelo fluxo respiratório, a margem do manto formada pelo cinturão (perinoto) pode ser elevada localmente em qualquer ponto. Essa elevação ocorre mais frequentemente na região anterior, especialmente quando o animal se encontra completamente submerso (Yonge, 1939 apud Purchon, 2013). A corrente exalante de água é direcionada posteriormente e carrega consigo, tanto os gametas liberados pelos poros genitais, como os resíduos líquidos eliminados pelos poros excretores e as pelotas fecais eliminadas pelo ânus (Figura 9). Assim posto, a posição posterior das aberturas excretoras e do ânus, associada à consistência firme dos pellets fecais, reduz significativamente o risco de contaminação dos órgãos respiratórios (Purchon, 2013).

Figura 9 - Vista ventral de um quíton mostrando as correntes ciliares: *Leptochiton asellus* (Lepidopleurida). Os ctenídios foram removidos do lado direito do animal. Redesenhada e modificada de Yonge, C. M., *Q. J. Micros. Sci.*, 81, 367–390, 1939b.

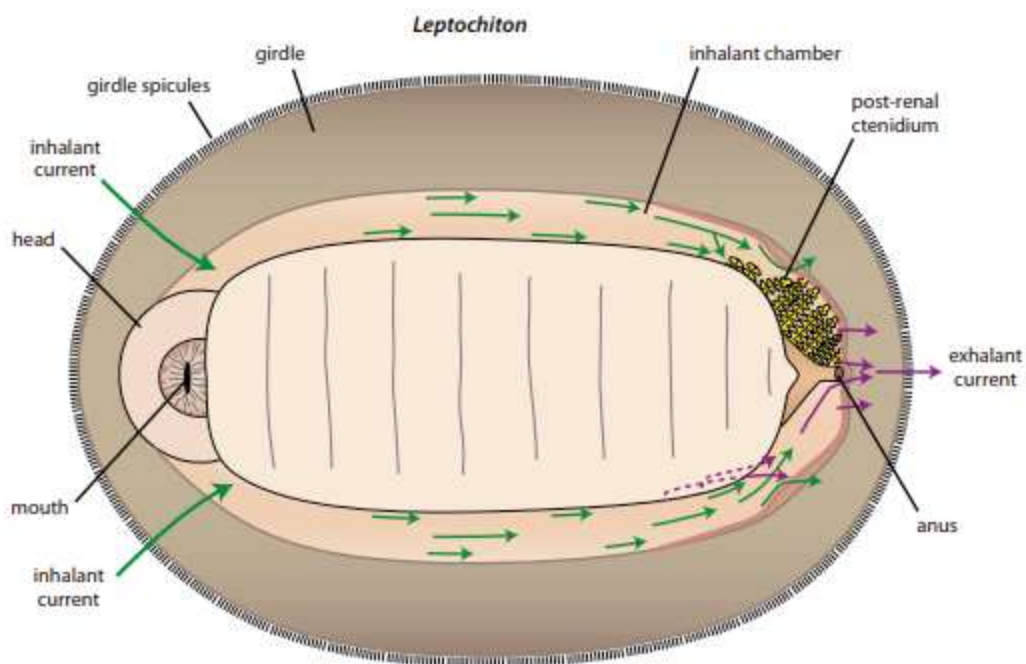
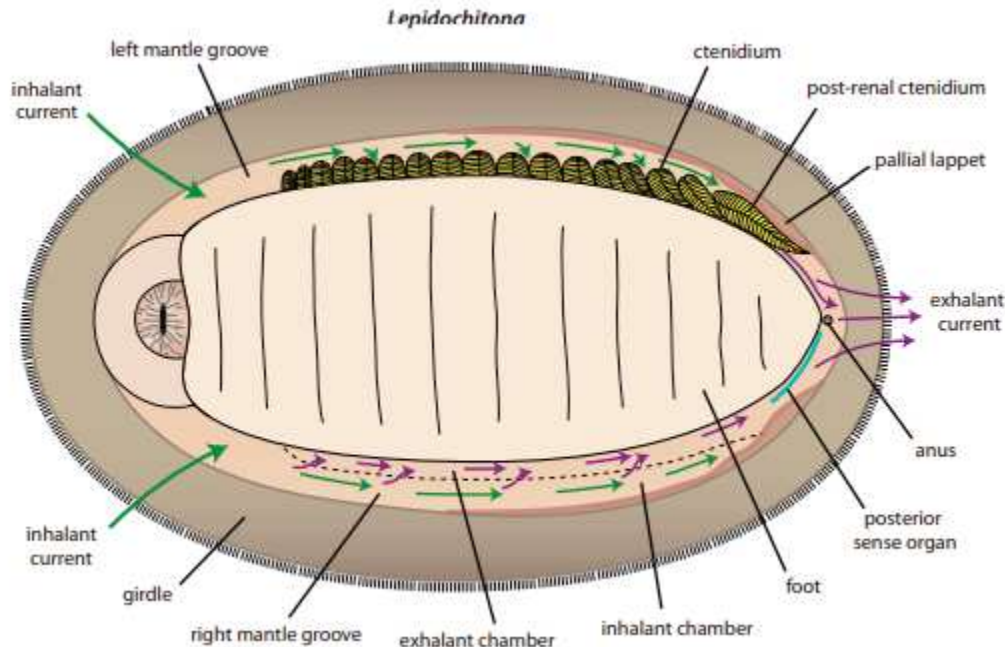


Figura 10 - Vista ventral de um quíton mostrando as correntes ciliares: *Lepidochitona cinerea* (Chitonida). Os ctenídios foram removidos do lado direito do animal. Redesenhada e modificada de Yonge, C. M., *Q. J. Micros. Sci.*, 81, 367–390, 1939b.



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 73.

Da mesma maneira como ocorre em outros moluscos nos quais a cavidade do manto desempenha função respiratória, e não de alimentação, há a necessidade de evitar o acúmulo de partículas trazidas pela corrente inalante. Em espécies que apresentam numerosos ctenídios, a corrente de água inalante é suficientemente forte para impedir a deposição de partículas na cavidade do manto. Contudo, adicionalmente, o teto da cavidade do manto é revestido por cílios que batem em direção posterior, auxiliando na limpeza contínua dessa região. Resultante a isso, espécies com menor número de ctenídios e, conseqüentemente, com correntes inalantes menos intensas, tais tratos ciliares encontram-se mais desenvolvidos (Purchon, 2013).

Outrossim, há a presença de tratos formados por células mucosas unicelulares, as quais intercalam com células ciliadas em diferentes regiões da cavidade do manto, como nas laterais do pé, no teto do sulco palial, na borda interna do cinturão ou na base dos ctenídios. Esses tratos são mais extensos em espécies com poucos ctenídios e com correntes respiratórias mais fracas, tendo como função a agregação e consolidação das partículas de sedimento introduzidas na cavidade do manto pelo fluxo respiratório. Funcionalmente, esses

tratos são considerados análogos às glândulas hipobranquiais dos gastrópodes prosobrânquios (Purchon, 2013).

Diversos órgãos sensoriais podem estar presentes na cavidade do manto. Entre eles destacam-se os osfrádios pareados, localizados na câmara exalante, entre a brânquia pós-renal e o ânus. Cada osfrádio consiste em uma área alongada composta por células ciliadas e sensoriais, cujo epitélio é recoberto por uma cutícula atravessada por prolongamentos sensoriais. Essas estruturas são inervadas pelo nervo palial, situado imediatamente abaixo. Regiões sensoriais epiteliais semelhantes podem ocorrer em outras áreas, como no teto da cavidade do manto anterior à série de ctenídios, sendo, nesse caso, inervadas pelo cordão nervoso pedal (Purchon, 2013).

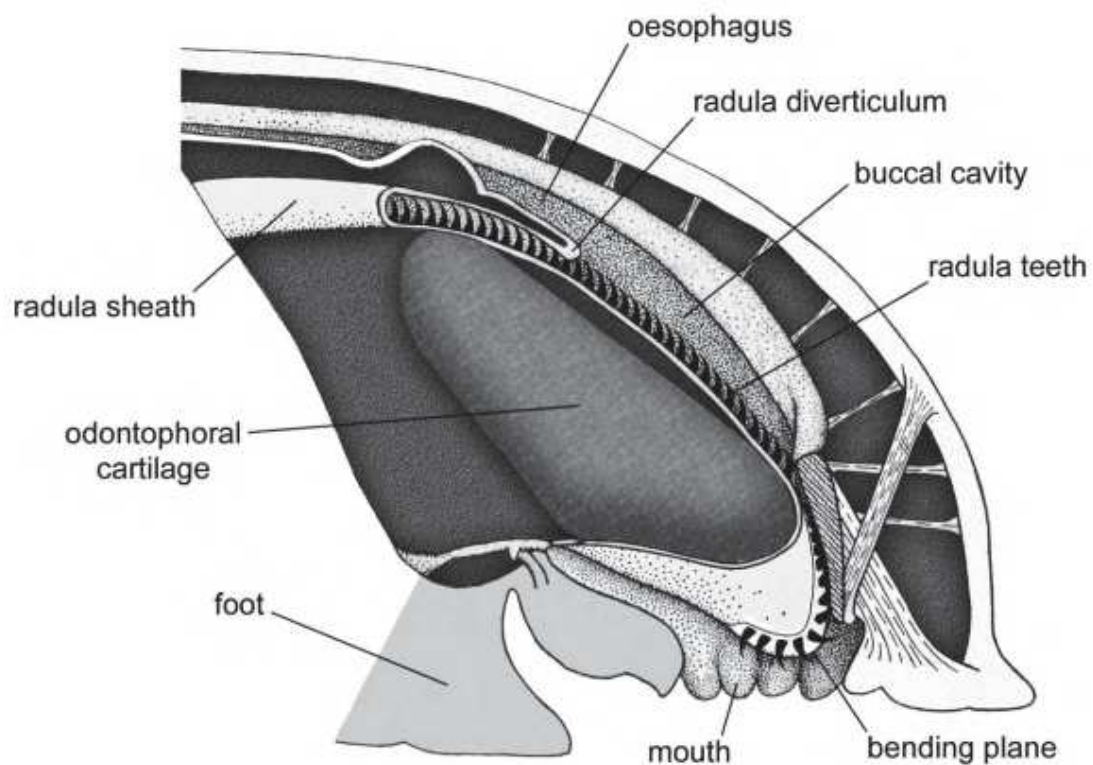
A homologia dos osfrádios dos Polyplacophora com aqueles presentes em Bivalvia e Gastropoda é considerada duvidosa. Embora tradicionalmente interpretados como órgãos olfativos, essa hipótese é questionada, uma vez que seria improvável a evolução de um órgão olfativo em uma câmara exalante destinada a água prestes a deixar a cavidade do manto. Alternativamente, sugere-se que essas estruturas possam atuar como órgãos táteis ou quimiorreceptores, possivelmente envolvidos na detecção da quantidade de sedimento transportado pela corrente respiratória ou, ainda, na percepção de gametas da mesma espécie, neste último caso, desempenhando um papel na coordenação do processo reprodutivo (Purchon, 2013).

Em alguns gêneros, a região posterior do cinturão apresenta um par de dobras em sua parede interna, uma de cada lado, que formam prateleiras horizontais. Essas dobras pressionam os ctenídios posteriores mais desenvolvidos, contribuindo para o aperfeiçoamento da separação entre as câmaras inalante e exalante. Dois ductos excretores se abrem posteriormente na cavidade do manto, um de cada lado, localizados adjacentes ao primeiro ctenídio formado durante o desenvolvimento do indivíduo (Purchon, 2013). Os ductos gonadais também se abrem na cavidade do manto, um de cada lado, posicionando-se ligeiramente à frente das aberturas excretoras. Em alguns gêneros, os ovos são retidos na cavidade do manto, onde ocorre a fertilização e os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário; entretanto, esse padrão não é característico da classe Polyplacophora como um todo (Purchon, 2013).

3.1.3 Boca (*Rádula*)

A boca, situada na região ventral do corpo, é circundada por uma musculatura complexa e por um véu formado de tecido do manto, estrutura que contribui tanto para a proteção quanto para o controle dos movimentos durante a alimentação. A abertura bucal conduz a um curto tubo bucal, no interior do qual desembocam o saco subradular e o saco radular (Figura 11). O órgão subradular, de natureza muscular e sensorial, encontra-se alojado no saco subradular e, quando projetado durante o processo alimentar, acredita-se que desempenhe a função de “provar” ou avaliar o alimento potencial antes de sua ingestão (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020). Acima do saco subradular localiza-se o saco radular, que geralmente é longo e enovelado, estendendo-se posteriormente sobre a porção superior do estômago. A rádula, associada a esse saco, apresenta uma membrana subradular e é sustentada por uma estrutura de suporte denominada odontóforo, fundamental para o funcionamento mecânico do aparelho alimentar (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020).

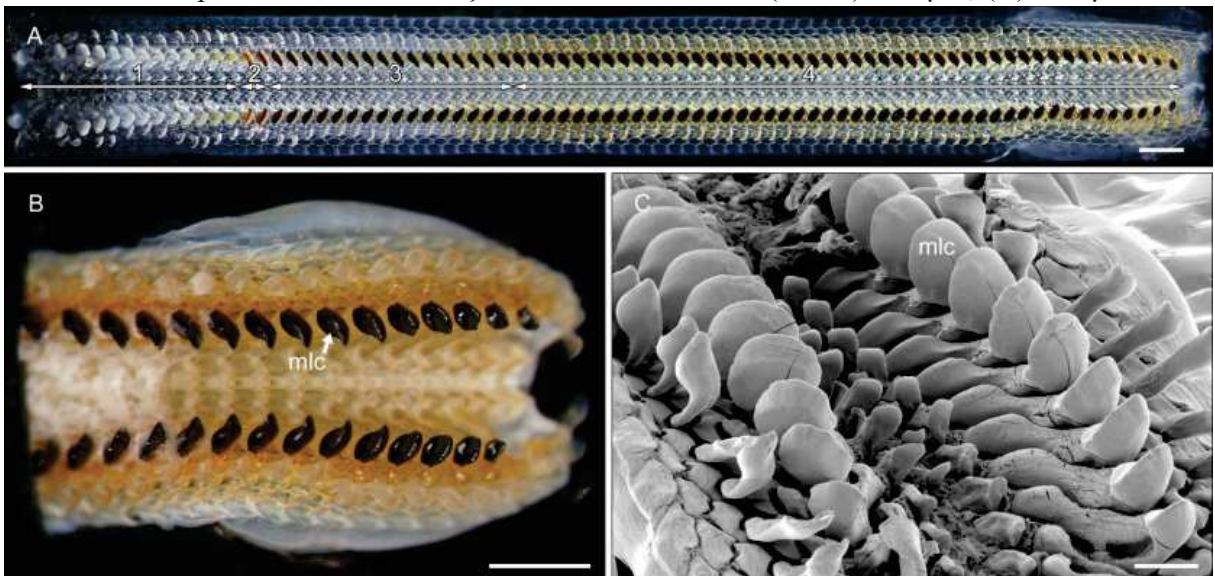
Figura 11 - Seção sagital através da região anterior da cabeça e do pé do molusco prosobrânquio *Monodonta lineata*, delineando a anatomia básica e a orientação da massa bucal, a qual apresenta configuração semelhante à observada em quítons. (Adaptado de Nisbet em Fretter e Graham, 1962).



Fonte: Shaw, 2007, pág. 4.

A rádula é reconhecida como o principal órgão alimentar dos quítons, consistindo em uma fita quitinosa portadora de múltiplas fileiras transversais de dentes que se deslocam continuamente em um mecanismo comparável a uma “esteira rolante”, no qual dentes funcionalmente ativos são constantemente substituídos por novos elementos minerais formados posteriormente (Figura 12) (Lowenstam & Weiner, 1989; Shaw, 2007). Cada fileira transversal é composta, em geral, por 13 a 17 dentes, variando conforme a espécie, sendo os dentes laterais maiores os principais responsáveis pelo processo de raspagem do substrato e, portanto, diretamente envolvidos na alimentação (Shaw, 2007).

Figura 12 - Rádulas extraídas do quíton *A. hirtosa* demonstrando (A) a série em forma de fita de fileiras transversais de dentes, que se desenvolvem sequencialmente em estágios (1–4) do posterior para o anterior (da esquerda para a direita). Uma vez totalmente maduras (B e C), as proeminentes cúspides laterais maiores (mlc) tornam-se desgastadas e abrasadas em decorrência do processo de alimentação. Barras de escala = (A e B) 500 μ m, (C) 200 μ m.



Fonte: Shaw, 2007, pág. 6.

Os dentes radulares dos Polyplacophora distinguem-se notavelmente pela intensa biomineralização, apresentando depósitos de óxidos de ferro e cálcio, como magnetita (Fe_3O_4) e lepidocrocita ($\beta\text{-FeOOH}$), minerais que conferem elevada dureza e resistência mecânica. Essa característica permite que os quítons explorem eficientemente substratos duros, incluindo rochas calcárias, durante a raspagem de algas epilíticas e endolíticas, ampliando seu espectro alimentar em ambientes litorâneos rochosos (Kim et al., 1989 apud Shaw, 2007; Lowenstam & Weiner, 1989). A deposição mineral ocorre sobre uma matriz orgânica predominantemente constituída por α -quitina, que atua como arcabouço estrutural para a nucleação e organização dos cristais minerais (Evans et al., 1990, apud Shaw, 2007).

Do ponto de vista taxonômico, a morfologia dos dentes radulares apresenta variações significativas entre as espécies de Polyplacophora, refletindo adaptações funcionais distintas. Em *Acanthopleura hirtosa* (Blainville, 1825), por exemplo, os dentes laterais maiores são amplos e unicúspides, favorecendo uma ação mais escavadora sobre o substrato. Em contraste, *Plaxiphora albida* (Blainville, 1825) possui dentes tricúspides, cuja conformação permite uma raspagem mais superficial e ampla, comparável ao funcionamento de um ancinho, indicando diferenças no modo de exploração alimentar entre as espécies (Macey et al., 1996, apud Shaw, 2007). Essas variações estruturais reforçam a importância da rádula como caráter taxonômico em níveis específicos e genéricos.

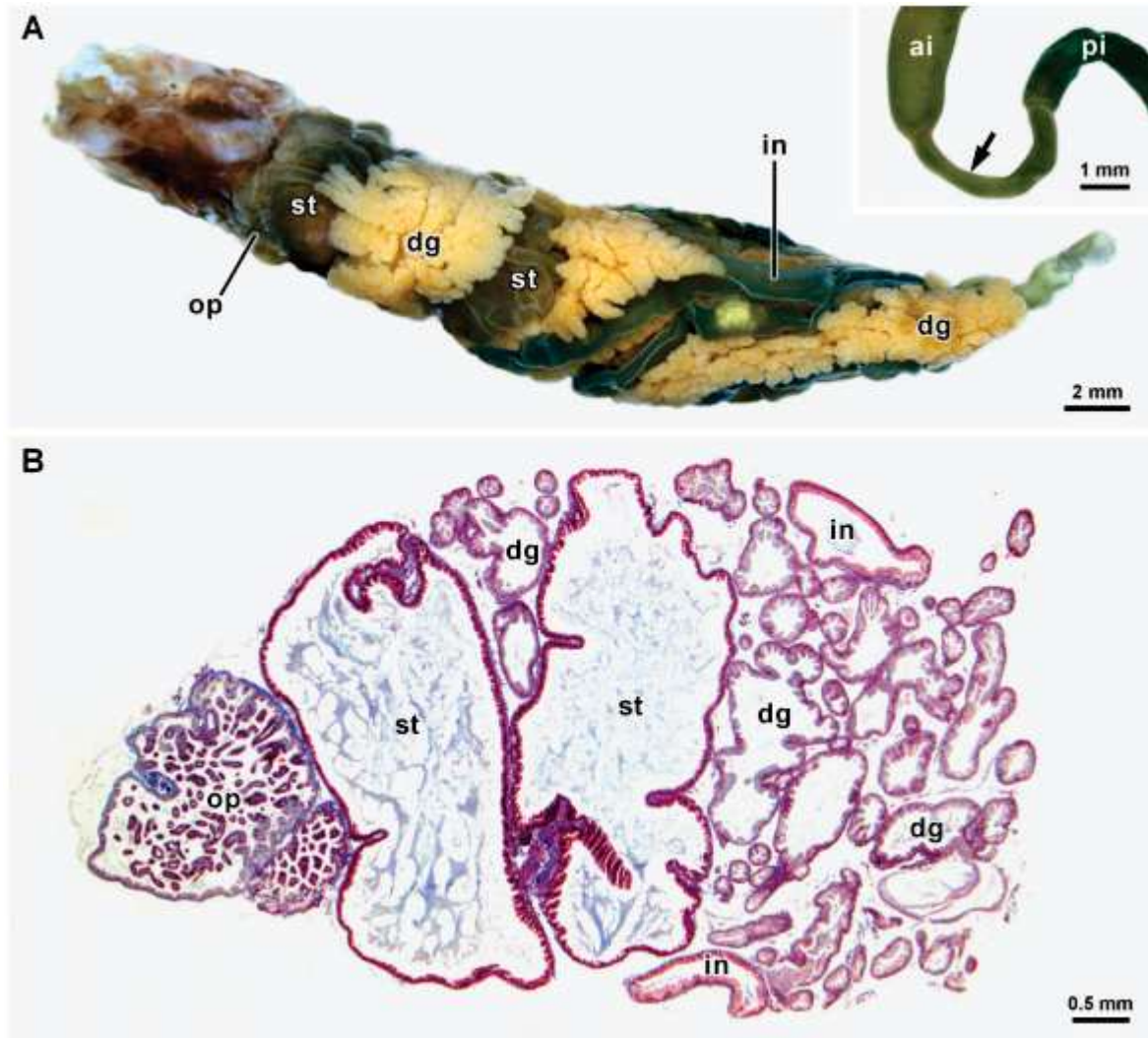
A mineralização dos dentes radulares constitui um processo altamente organizado e biologicamente controlado. A epiderme superior que recobre os dentes desempenha papel essencial na condução de íons metálicos até a matriz orgânica, regulando espacial e temporalmente a deposição mineral (Nesson & Lowenstam, 1985, apud Shaw, 2007). Esse mecanismo representa um exemplo clássico de biomineralização mediada por matriz, no qual diferentes minerais são depositados em compartimentos estruturais específicos dentro do dente, resultando em um gradiente funcional de dureza e resistência ao desgaste (Evans et al., 1990 apud Shaw, 2007; Webb et al., 1989, apud Shaw, 2007).

Por conseguinte, a taxonomia da rádula dos Polyplacophora está intimamente associada à sua organização estrutural e ao seu papel funcional, uma vez que as variações morfológicas e composicionais observadas refletem adaptações ecológicas e estratégias alimentares específicas, constituindo importantes ferramentas para a distinção taxonômica dentro do grupo.

3.1.4 Sistema Digestório

De maneira geral, o sistema digestório dos Polyplacophora segue o padrão básico observado em outros moluscos, no qual a digestão é iniciada no lúmen do trato digestório por meio da ação de enzimas extracelulares secretadas pelo epitélio e finalizada de forma intracelular, principalmente em lisossomos (Figura 13) (Lobo-da-Cunha, 2019 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022). O epitélio que reveste o trato digestório é constituído por uma combinação de células colunares ciliadas e não ciliadas, associadas a células secretoras especializadas, cuja organização contribui tanto para o transporte do conteúdo alimentar quanto para os processos digestivos e absorptivos (Fretter, 1937 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022; Lobo-da-Cunha, 2019 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022).

Figura 13 - Vista geral do sistema digestório. (A) Vista em estereomicroscópio do sistema digestório de *A. fascicularis*. Inseto: segmento estreito (seta) correspondente à válvula entre o intestino anterior (ai) e o intestino posterior (pi). (B) Corte histológico do sistema digestório de *C. angulata* corado pelo tricrômico de Masson. dg — glândula digestiva; in — intestino; op — bolsas esofágicas (glândulas de açúcar); st — estômago.



Fonte: Lobo-da-Cunha et al., 2022, pág. 4.

As células secretoras presentes no epitélio digestório podem ser classificadas em dois tipos principais, com base em suas características ultraestruturais e composição química. As células basofílicas apresentam vesículas secretoras de alta densidade eletrônica e são ricas em proteínas e polissacarídeos, sugerindo um papel relevante na secreção de enzimas digestivas (Figura 13). Em contraste, as células mucosas possuem vesículas de baixa densidade eletrônica, predominantemente compostas por polissacarídeos ácidos, atuando na produção de muco e na proteção do epitélio contra abrasão mecânica e ação enzimática

excessiva (Tandler, 1993 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022; Lobo-da-Cunha et al., 2021 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022).

Além disso, especificamente em duas espécies representativas do grupo, *Chaetopleura angulata* (L. Spengler, 1797) e *Acanthochitona fascicularis* (Linnaeus, 1767), ambas pertencentes à classe Polyplacophora, respectivamente nas subordens Chitonina e Acanthochitonina, foram identificadas células basais distribuídas ao longo do epitélio do trato digestório de ambas as espécies, exibindo características típicas de células enteroendócrinas (Lobo-da-Cunha et al., 2022). Essas células são dotadas de vesículas secretoras densas e estão associadas à produção e ao armazenamento de hormônios peptídicos, desempenhando papel fundamental na regulação fisiológica da digestão (Portela-Gomes et al., 1984 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022; Wade & Westfall, 1985 apud Lobo-da-Cunha et al., 2022). A ocorrência dessas células sugere a existência de uma interação funcional entre o trato digestório e o sistema nervoso, configurando um circuito neuroepitelial que integra estímulos sensoriais e respostas digestivas (Bohórquez et al., 2015; Lobo-da-Cunha et al., 2022).

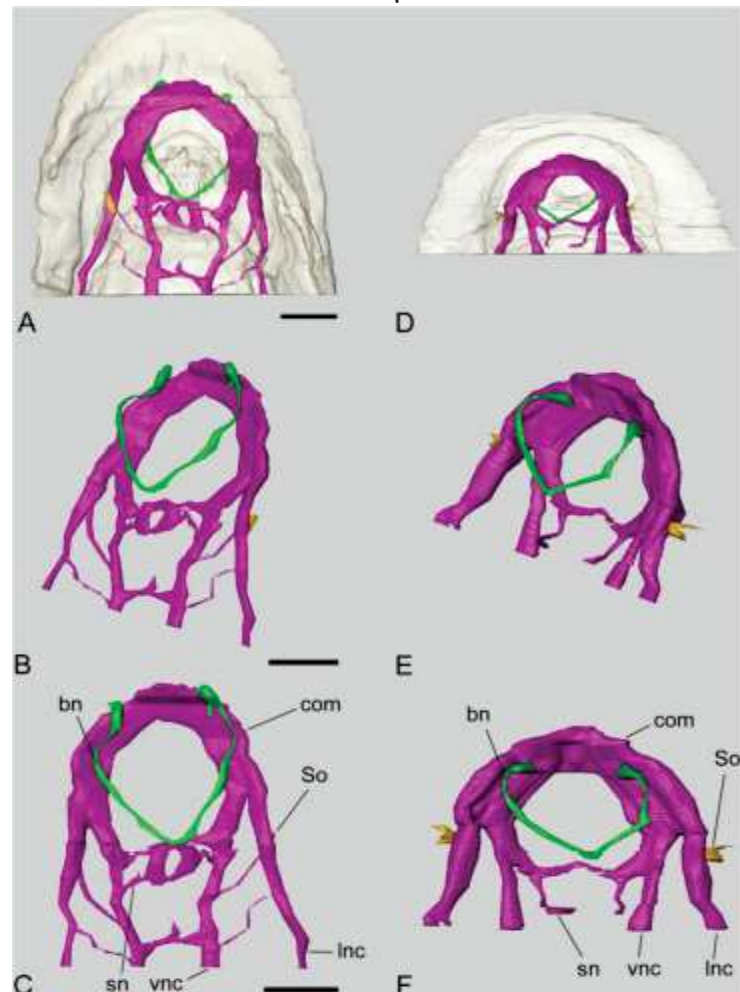
Dessa forma, o sistema digestório dos Polyplacophora apresenta um conjunto de características morfológicas e celulares que possuem relevância tanto funcional quanto taxonômica, refletindo a posição evolutiva do grupo dentro do filo Mollusca e evidenciando adaptações específicas relacionadas à dieta, ao modo de vida e aos ambientes ocupados por essas espécies.

3.1.5 Sistema Nervoso

A taxonomia do sistema nervoso dos Polyplacophora, conforme Sigwart et al. (2014), evidencia um conjunto de características morfológicas e organizacionais que vêm sendo objeto de investigação e revisão ao longo do tempo. Tradicionalmente, os quítons foram interpretados como portadores de um sistema nervoso considerado primitivo, caracterizado pela ausência de cefalização evidente e pela inexistência de verdadeiros gânglios nervosos, concepção amplamente difundida em abordagens clássicas da neuroanatomia dos moluscos (Mizzarro-Wimmer & Salvini-Plawen, 2001 apud Sigwart et al., 2014). Contudo, estudos mais recentes têm questionado essa interpretação, sugerindo que o anel nervoso esofágico apresenta organização ganglionar suficiente para ser considerado funcionalmente equivalente a um cérebro, uma vez que exhibe um neurópilo central circundado por somas neuronais dispostas periféricamente (Richter et al., 2010; Sigwart et al., 2014).

O sistema nervoso central dos quítons é constituído por um anel nervoso esofágico, também denominado anel “cérebro-bucal”, que envolve a massa bucal e forma uma comissura anterior localizada à frente da válvula cefálica (Figura 14) (Sigwart et al., 2014). A partir desse anel, o sistema nervoso se prolonga posteriormente em dois pares de cordões nervosos longitudinais: os cordões nervosos ventrais, ou pedais, associados à inervação do pé muscular, e os cordões nervosos laterais, ou paliais, que penetram no bloco muscular do cinturão e se estendem ao longo da cavidade palial (Sigwart et al., 2014).

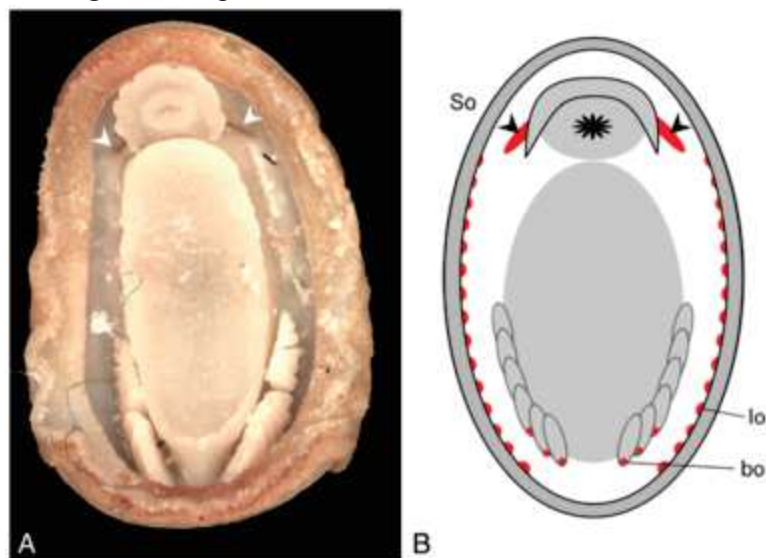
Figura 14 - Modelos tomográficos do sistema nervoso anterior em *L. asellus* (A–C) e *L. rugatus* (D–F). (A, D) Vista ventral com o contorno do corpo indicado; (B, E) Vista dorsal em ângulo do sistema nervoso e dos órgãos de Schwabe; (C, F) Vista dorsal do sistema nervoso. Rosa, tecido nervoso; verde, nervos bucais; amarelo, órgãos de Schwabe. bn, nervos bucais; com, comissura anterior; lnc, cordão nervoso lateral; So, órgão de Schwabe; sn, nervos subradulares; vnc, cordão nervoso ventral. Barra de escala: 500 μ m.



Fonte: Sigwart et al., 2014, pág. 4.

Do ponto de vista filogenético, como antes visto, os Polyplacophora são divididos em dois clados principais, Lepidopleurida e Chitonida, sendo o primeiro considerado mais plesiomórfico. Essa distinção reflete-se de maneira marcante na organização do sistema nervoso (Sigwart et al., 2014). Um dos caracteres diagnósticos de Lepidopleurida é a presença do órgão Schwabe, uma estrutura sensorial pigmentada localizada na superfície ventral do corpo, ausente nos representantes de Chitonida (Figura 15) (Sigwart et al., 2014). O órgão Schwabe é intensamente inervado pelo cordão nervoso lateral, apresentando feixes densos de fibras nervosas que atravessam o epitélio do órgão e se associam frequentemente a grânulos de pigmento, indicando uma função sensorial especializada (Figura 14) (Haszprunar, 1987 apud Sigwart et al., 2014).

Figura 15 - Os órgãos sensoriais paliais de Lepidopleurida. (A) Posição do órgão de Schwabe em *Leptochiton algesirensis*, conforme observado por ES; (B) Desenho esquemático indicando os órgãos sensoriais em Lepidopleurida (generalizado). Os órgãos laterais se estendem por grande parte da cavidade palial, como mostrado, e os órgãos branquiais localizam-se na base de cada brânquia (exemplos mostrados em 1B). Assim, órgãos de Schwabe, indicados por chevrons; lo, órgãos laterais; bo, órgãos branquiais.



Fonte: Sigwart et al., 2014, pág. 3.

Além disso, o sistema nervoso dos quítons revela uma condição intermediária entre cordões nervosos de organização medular e verdadeiros gânglios bem delimitados. Em espécies pertencentes a Lepidopleurida, o anel nervoso esofágico apresenta uma estrutura

claramente ganglionar, composta por uma região interna rica em fibras nervosas e uma camada periférica de somas celulares, configuração típica de centros nervosos integradores (Faller et al., 2012 apud Sigwart et al., 2014). Essa organização é descrita como uma sequência de gânglios fundidos, sem limites claramente detectáveis entre eles, o que reforça a interpretação do anel nervoso esofágico como uma forma de cérebro primitivo, porém funcionalmente complexo (Richter et al., 2010; Sigwart et al., 2014).

Sigwart et al. (2014) também destaca a presença de diversas estruturas sensoriais associadas ao sistema nervoso dos quítons, como os órgãos laterais e os órgãos branquiais, ambos inervados pelos cordões nervosos laterais. Embora as funções específicas dessas estruturas ainda não estejam completamente elucidadas, sua organização anatômica e padrão de inervação indicam um papel relevante na percepção sensorial e na interação do animal com o ambiente (Haszprunar, 1987 apud Sigwart et al., 2014).

Em suma, o sistema nervoso dos Polyplacophora apresenta uma combinação singular de caracteres morfológicos que desafiam a visão tradicional de simplicidade atribuída ao grupo. Evidências recentes apontam, portanto, para uma organização neuroanatômica mais elaborada, incluindo centros nervosos com estrutura ganglionar e órgãos sensoriais especializados, como o órgão Schwabe, os quais possuem implicações diretas para a compreensão da evolução, filogenia e taxonomia do sistema nervoso dos quítons.

3.1.6 Sistema Reprodutor

Os Polyplacophora constituem uma classe de moluscos marinhos predominantemente associados a costões rochosos intertidais, apresentando um sistema reprodutor cuja organização morfológica e funcionamento fisiológico refletem tanto características gerais do filo Mollusca quanto adaptações específicas ao modo de vida bentônico e ectotérmico desses organismos. De modo geral, os quítons são organismos dióicos, com sexos separados, apresentando fecundação externa e liberação de gametas diretamente na coluna d'água, caracterizando um padrão reprodutivo do tipo *broadcast spawning*, comum entre invertebrados marinhos (Avila-Poveda et al., 2021; Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013).

Em termos específicos, o processo reprodutivo dos quítons é predominantemente caracterizado pela fecundação externa. Os ovos e espermatozoides são liberados na coluna d'água, onde ocorre a fertilização, geralmente sincronizada por estímulos ambientais, como variações de temperatura, fotoperíodo e hidrodinamismo. Em algumas espécies, entretanto,

observa-se retenção temporária dos ovos na cavidade do manto, onde podem ocorrer as fases iniciais do desenvolvimento embrionário, embora esse comportamento não seja considerado representativo da classe como um todo (Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013).

Do ponto de vista taxonômico-funcional, o sistema reprodutor dos Polyplacophora é relativamente simples e consiste em uma única gônada dorsal, localizada na região posterior do corpo, estendendo-se ao longo do eixo longitudinal do animal. Essa gônada ocupa uma posição mediana, acima do trato digestório e abaixo das valvas dorsais, abrindo-se para a cavidade do manto por meio de dois ductos gonadais laterais, um em cada lado do corpo, próximos aos nefridióporos (Avila-Poveda et al., 2021). A gônada se comunica com o exterior por meio de dois gonodutos, um de cada lado do corpo, que se abrem na cavidade do manto por poros genitais localizados posteriormente, próximos às aberturas dos nefrídios (Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013). Essa disposição anatômica é considerada conservadora dentro do grupo e está associada à estratégia reprodutiva de liberação simultânea de gametas no ambiente.

Pelo lado fisiológico, a liberação dos gametas ocorre diretamente na cavidade do manto, de onde são conduzidos para o ambiente externo pelo fluxo de água gerado pelas correntes ciliares associadas aos ctenídios. Esse padrão está intimamente ligado ao modo de vida dos Polyplacophora, nos quais a cavidade do manto desempenha funções múltiplas, incluindo respiração, excreção e reprodução (Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013).

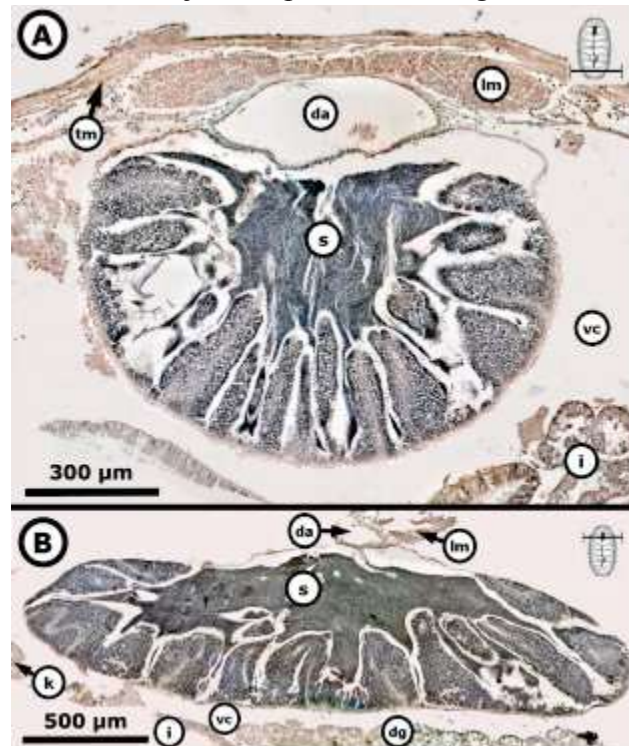
Dito isso, a fisiologia reprodutiva dos Polyplacophora envolve um processo cíclico de desenvolvimento gonadal, conhecido como ontogênese gonadal, que pode ser dividido em estágios bem definidos. Esses estágios refletem alterações estruturais e funcionais na gônada, relacionadas à proliferação celular, diferenciação gamética, acúmulo de reservas e liberação de gametas (Figura 16 e 17) (Avila-Poveda et al., 2021). A disposição posterior das aberturas genitais reduz o risco de contaminação dos gametas por resíduos metabólicos ou material fecal, favorecendo a eficiência reprodutiva (Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013).

Figura 16 - Fêmea adulta de *Chiton*. Imagem digital composta em corte transversal de um ovário de *Chiton articulatus* (2,228 g de peso corporal, 32 mm de comprimento total e 22 mm de largura total) em estágio maduro (S2), mostrando apenas um grupo síncrono de óvulos maduros, sem reposição por oócitos em estágios anteriores.
doi:10.1371/journal.pone.0069785.g015.



Fonte: Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013, pág. 10.

Figura 17 - Machos adultos de *Chiton*. Imagens digitais compostas em corte transversal (A) da porção dorsal posterior e (B) da porção dorsal anterior de machos adultos de *Chiton albolineatus* (A: 0,648 g de peso corporal, 25 mm de comprimento total e 13 mm de largura total; e B: 1,365 g de peso corporal, 29,5 mm de comprimento total e 16 mm de largura total), mostrando o lúmen gonadal completamente repleto de espermatozoides. Abreviações: da, aorta dorsal; dg, glândula digestiva; i, intestino; k, rim; lm, músculo longitudinal; s, espermatozoides; tm, músculo transversal; vc, cavidade visceral “hemocele”. doi:10.1371/journal.pone.0069785.g016.

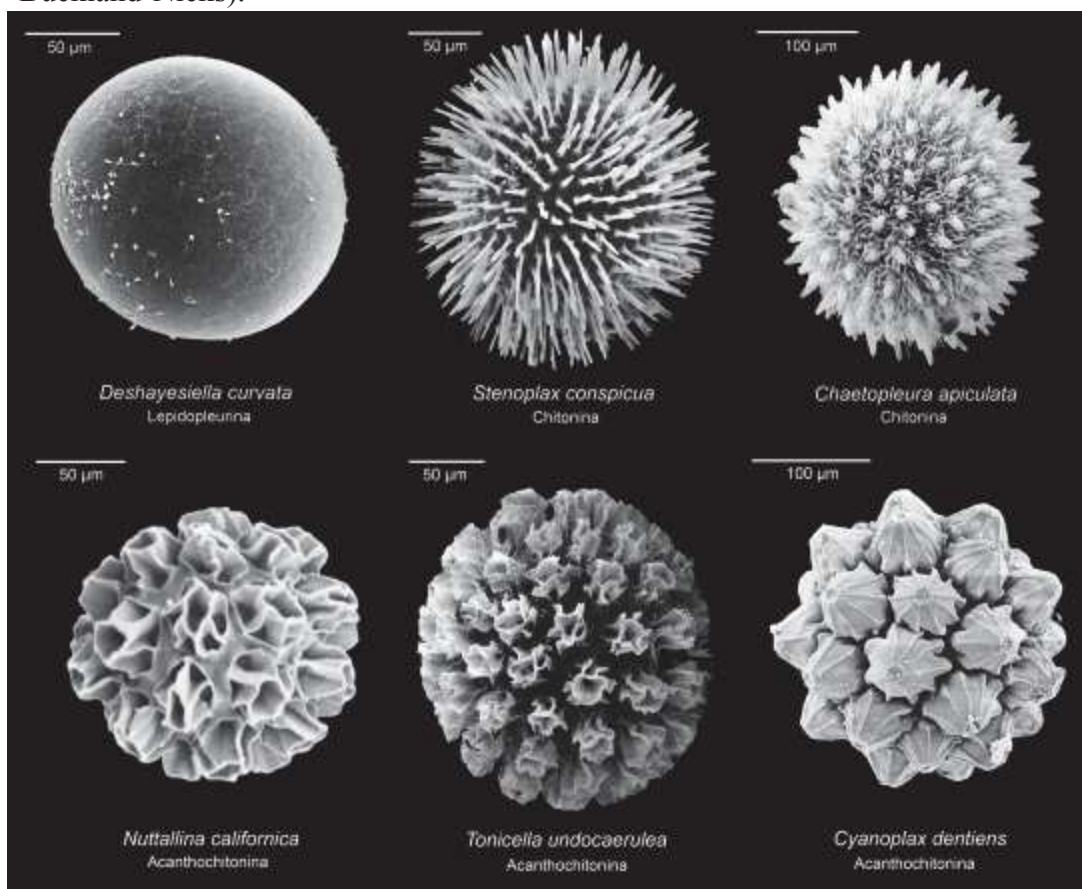


Fonte: Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013, pág. 10.

A progressão entre os estágios gonadais não ocorre de forma contínua e homogênea ao longo do ano, mas está fortemente associada a fatores ambientais, especialmente à temperatura da água. Como organismos ectotérmicos que vivem próximos aos seus limites térmicos superiores, os Polyplacophora apresentam elevada sensibilidade às variações térmicas sazonais e interanuais, o que se reflete diretamente na fisiologia reprodutiva (Helmuth et al., 2006 apud Avila-Poveda et al., 2021; Vinagre et al., 2019).

A estrutura dos gametas também apresenta relevância taxonômica. Os espermatozoides dos Polyplacophora exibem variações morfológicas entre diferentes grupos, particularmente no formato do núcleo e na organização das mitocôndrias, características frequentemente utilizadas em análises filogenéticas e sistemáticas do grupo (Figura 18) (Avila-Poveda & Abadia-Chanona, 2013). Da mesma forma, a morfologia dos ovos, incluindo a presença ou ausência de ornamentações na casca, tem sido empregada como caráter auxiliar na delimitação de linhagens dentro da classe.

Figura 18 - Exemplos de cápsulas de ovos de quítons. (Cortesia de J. Buckland-Nicks).



Fonte: Ponder; Lindberg; Ponder, 2020, pág. 77.

Em resumo, o sistema reprodutor dos Polyplacophora apresenta uma organização anatômica conservada, com uma única gônada dorsal e fecundação externa, mas exibe elevada plasticidade fisiológica em resposta às variações ambientais. Essa combinação de estabilidade estrutural e flexibilidade funcional permite que os quítons mantenham o sucesso reprodutivo em ambientes altamente variáveis, reforçando a importância do sistema reprodutor como um componente-chave na compreensão da biologia, ecologia e taxonomia do grupo.

3.2 Distribuição Global

Os Polyplacophora constituem um grupo de moluscos marinhos com distribuição ampla e predominantemente bentônica, ocorrendo desde zonas costeiras rasas até ambientes marinhos profundos. De acordo com Sigwart e Chen (2018), os quítons estão distribuídos globalmente, com maior diversidade registrada em regiões tropicais e subtropicais, embora espécies também ocorram em águas temperadas e frias, incluindo ambientes polares.

Em escala mundial, a distribuição dos Polyplacophora está fortemente associada à presença de substratos consolidados, especialmente costões rochosos, recifes e superfícies duras naturais ou artificiais. Esses ambientes oferecem condições adequadas para fixação, locomoção e alimentação, uma vez que a maioria das espécies se alimenta de algas microscópicas e biofilmes presentes sobre superfícies sólidas (Sigwart & Chen, 2018). Deste modo, a afinidade por substratos rochosos é um fator determinante para a distribuição espacial do grupo, influenciando tanto a riqueza quanto a abundância de espécies em diferentes regiões costeiras.

No ambiente intertidal, os Polyplacophora apresentam padrões de distribuição vertical bem definidos. Algumas espécies ocupam preferencialmente zonas superiores do mediolitoral, onde estão sujeitas a longos períodos de emersão e maior variação térmica, enquanto outras são mais frequentes em zonas inferiores, com maior tempo de submersão. Segundo Sigwart & Chen (2018), essa estratificação está relacionada à tolerância fisiológica à dessecação, à ação hidrodinâmica e à competição por espaço.

Em águas subtidais e profundas, os quítones continuam presentes, embora com composição taxonômica distinta. Espécies pertencentes a determinados clados, como Lepidopleurida, tendem a ocorrer com maior frequência em ambientes profundos, o que sugere uma diferenciação ecológica e evolutiva dentro da classe (Sigwart & Chen, 2018). Destaca-se que essas espécies profundas muitas vezes apresentam distribuição geográfica restrita, possivelmente associada a condições ambientais estáveis e especializadas (Sigwart & Chen, 2018).

A distribuição específica dos Polyplacophora também é influenciada por fatores biogeográficos históricos, como eventos de vicariância, dispersão larval limitada e barreiras oceanográficas. Assim, apesar da ampla distribuição do grupo, muitas espécies apresentam endemismo regional, especialmente em áreas com história geológica complexa ou isolamento

prolongado (Sigwart & Chen, 2018). Esse padrão reforça a importância dos quítons como organismos relevantes para estudos de biogeografia marinha e evolução costeira.

Além disso, o estudo destaca que a distribuição atual dos Polyplacophora reflete não apenas fatores ecológicos contemporâneos, mas também processos evolutivos de longo prazo. A combinação entre baixa capacidade dispersiva, fidelidade ao substrato e especialização ecológica contribui para padrões de distribuição fragmentados e elevada diversidade regional, particularmente em hotspots de biodiversidade marinha (Sigwart & Chen, 2018).

Logo, a distribuição dos Polyplacophora é caracterizada por ampla ocorrência global, forte associação a substratos duros e marcada diferenciação ecológica entre ambientes intertidais, subtidais e profundos. Reforçando, por consequência, a importância de fatores ambientais, históricos e evolutivos na organização espacial do grupo, evidenciando seu papel como componente fundamental das comunidades bentônicas marinhas e como modelo relevante para estudos de biogeografia e ecologia evolutiva.

3.3 Distribuição Costeira

Os quítons apresentam ampla distribuição em ambientes costeiros, sendo especialmente comuns em zonas entre-marés, como já mencionado, ocupando, destarte, substratos tanto rochosos quanto arenosos (Mendonça, 2012). De acordo com Mendonça (2012), esses moluscos são componentes frequentes nas comunidades bentônicas intertidais, embora historicamente tenham recebido menor atenção da comunidade científica em comparação a outros grupos de invertebrados marinhos.

A zona intertidal caracteriza-se por intensas variações ambientais, resultantes da alternância cíclica entre emersão e imersão, associada às marés. Nesse contexto, os quítones exibem adaptações ecológicas e comportamentais que lhes permitem tolerar variações acentuadas de temperatura, salinidade e dessecação (Mendonça, 2012). Segundo Mendonça (2012), a distribuição espacial dessas espécies está fortemente relacionada às características do substrato, à disponibilidade alimentar e à exposição à ação hidrodinâmica.

Em substratos rochosos, os Polyplacophora apresentam maior diversidade e abundância. Nessas áreas, os indivíduos fixam-se firmemente às rochas, geralmente em superfícies recobertas por algas, que constituem sua principal fonte alimentar. A autora destaca que a distribuição vertical ao longo do gradiente intertidal é bem definida, com

espécies ocupando zonas específicas do supralitoral, mediolitoral e infralitoral, refletindo diferentes níveis de tolerância à emersão e à ação das ondas (Mendonça, 2012).

Além disso, poças de maré representam micro-habitats relevantes para algumas espécies de quítons, funcionando como refúgios contra a dessecação e oferecendo maior estabilidade físico-química. A composição das populações nesses ambientes depende de fatores como profundidade da poça, localização no perfil intertidal e tipo de substrato disponível (Raffaelli e Hawkins, 1996 apud Mendonça, 2012; Underwood e Skilleter, 1996 apud Mendonça, 2012).

Em substratos arenosos, a ocorrência de Polyplacophora é mais restrita, sendo associada principalmente a áreas onde existem estruturas duras dispersas, como seixos ou fragmentos rochosos. Nesses ambientes, ocorre a menor abundância e riqueza específica desses indivíduos, sugerindo que a mobilidade do sedimento e a menor disponibilidade de superfícies para fixação limitam a presença desses moluscos (Mendonça, 2012).

No mais, ressalta-se que a coloração dos indivíduos pode influenciar sua distribuição, uma vez que determinados padrões cromáticos favorecem a camuflagem em substratos específicos, reduzindo a vulnerabilidade à predação. Esse aspecto sugere que fatores ecológicos e seletivos atuam conjuntamente na organização espacial das populações de Polyplacophora em ambientes intertidais (Mendonça, 2012).

Isto posto, a distribuição ecológica dos Polyplacophora é resultado da interação entre fatores físicos, biológicos e comportamentais, incluindo tipo de substrato, disponibilidade alimentar, ação hidrodinâmica e estratégias de defesa.

3.4 Comportamento e Ecologia

A classe dos Polyplacophora apresenta um conjunto de comportamentos intimamente relacionados ao seu modo de vida bentônico, à morfologia corporal e às condições ambientais em que estão inseridos. De modo geral, os quítons são organismos predominantemente criptobentônicos, vivendo aderidos firmemente a substratos duros, como rochas, em ambientes marinhos costeiros, especialmente na zona entremarés e no infralitoral raso. Esse hábito está diretamente associado ao seu comportamento locomotor, alimentar e defensivo, que visa minimizar a dessecação, a predação e o deslocamento por ação hidrodinâmica (Schwabe, 2010; Sigwart & Chen, 2018).

O comportamento locomotor dos Polyplacophora é caracterizado por movimentos lentos e contínuos, realizados por meio de um pé musculoso e ventral, altamente adaptado à

adesão ao substrato. A locomoção ocorre principalmente durante períodos de maior umidade ou submersão, sendo comum que muitos quítons apresentem atividade noturna, reduzindo a exposição à luz solar direta e à dessecação durante a maré baixa (Sigwart & Chen, 2018). Durante o dia, esses organismos tendem a permanecer imóveis, fortemente fixados ao substrato, ocupando fendas, reentrâncias ou áreas sombreadas.

Um comportamento amplamente descrito para os Polyplacophora é a homing behavior, ou comportamento de retorno ao local de repouso. Nesse padrão comportamental, o animal se desloca durante a maré alta para se alimentar e, posteriormente, retorna ao mesmo ponto específico do substrato para repousar durante a maré baixa. Esse local, frequentemente denominado “*home scar*”, corresponde a uma depressão ou área moldada no substrato rochoso, que aumenta a eficiência da vedação do corpo contra a rocha, reduzindo a perda de água e aumentando a proteção contra predadores (Ferreira, 1978 apud Sigwart & Chen, 2018).

No que diz respeito ao comportamento alimentar, os Polyplacophora são predominantemente raspadores, alimentando-se de algas epilíticas, microalgas, cianobactérias e matéria orgânica associada ao biofilme presente sobre superfícies duras; contudo, demonstram uma ampla diversidade de estratégias comportamentais relacionadas à alimentação, incluindo hábitos detritívoros, onívoros, carnívoros, predadores verdadeiros, epizoófagos, espongiívoros e xilófagos (Sigwart & Chen, 2018; Sigwart & Schwabe, 2017).

A alimentação ocorre por meio da rádula altamente especializada, cuja estrutura quitinosa mineralizada com ferro é utilizada para raspar, cortar ou capturar alimento diretamente do substrato, permitindo, portanto, a exploração de substratos resistentes (Sigwart & Chen, 2018; Sigwart & Schwabe, 2017). Esse comportamento alimentar influencia diretamente o padrão de deslocamento dos indivíduos, que tendem a explorar áreas específicas do substrato onde o biofilme é mais abundante (Sigwart & Chen, 2018). No mais, a maioria das espécies intertidais apresenta comportamento de pastejo onívoro, sendo capazes de consumir simultaneamente matéria vegetal e animal, como algas, diatomáceas, pequenos invertebrados e partículas do substrato. Esse comportamento onívoro é o que confere aos quítons sua elevada flexibilidade trófica, permitindo sua adaptação a variações sazonais e espaciais na disponibilidade de recursos alimentares (Sigwart & Schwabe, 2017).

Por outro lado, o comportamento predatório verdadeiro é considerado raro entre os Polyplacophora, mas foi identificado em pelo menos três linhagens distintas, incluindo os gêneros *Placiphorella*, *Loricella* e *Craspedochiton*. Essas espécies apresentam comportamento de emboscada, permanecendo praticamente imóveis enquanto aguardam o contato de presas como crustáceos e poliquetas (McLean, 1962 apud Sigwart & Schwabe,

2017). Ademais, nessas indivíduos, o intestino é curto e pouco enrolado, refletindo a digestão de alimentos de alta densidade energética (McLean, 1962 apud Sigwart & Schwabe, 2017).

Outros comportamentos específicos incluem a esponjivoria, observada em espécies que se alimentam exclusivamente de esponjas, e a xilofagia, presente em quítons associados a madeiras submersas (Sigwart & Schwabe, 2017). No caso das espécies xilófagas, há evidências de associação simbiótica com bactérias capazes de auxiliar na digestão da madeira (Sirenko, 2004; Sigwart & Schwabe, 2017). Entretanto, nem todas as espécies encontradas nesse tipo de habitat apresentam o mesmo comportamento alimentar, indicando uma diferenciação ecológica mesmo entre organismos que compartilham o mesmo substrato.

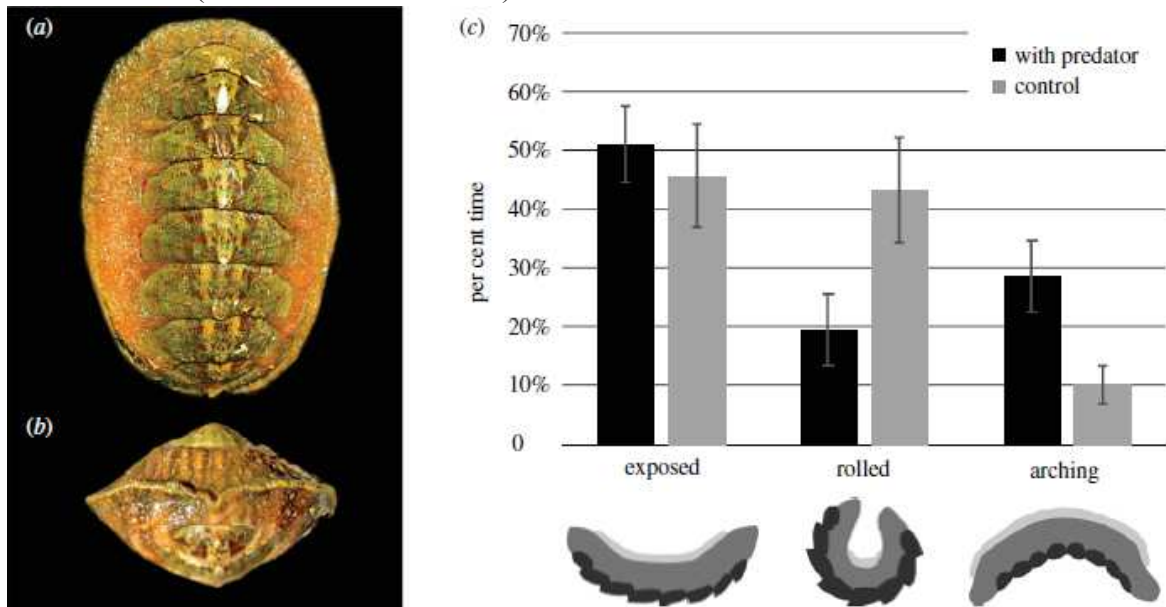
Outrossim, o comportamento alimentar dos Polyplacophora também possui implicações ecológicas relevantes, uma vez que esses organismos exercem forte controle sobre comunidades bentônicas, especialmente em ambientes rochosos intertidais. O pastejo contínuo pode alterar significativamente a estrutura das comunidades de algas, influenciando indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos marinhos (Haszprunar & Wanninger, 2012; Sigwart & Schwabe, 2017). Além disso, a coexistência de múltiplas espécies de quítons em uma mesma área sugere que a especialização comportamental e a partilha de nichos alimentares desempenham papel fundamental na redução da competição interespecífica (Ponder; Lindberg; Ponder, 2020; Sigwart & Schwabe, 2017).

O comportamento defensivo dos quítons está fortemente ligado à sua morfologia. Quando ameaçados, os Polyplacophora podem intensificar a adesão ao substrato, tornando-se extremamente difíceis de serem removidos, dessa forma, ao se fixarem firmemente à superfície por meio do pé muscular ventral, os quítons encontram-se bem protegidos pelas placas dorsais sobrepostas, formando uma armadura eficaz contra predadores (Speiser; Eernisse; Johnsen, 2011; Sigwart; Vermeij; Hoyer, 2019; Schwabe, 2010; Sigwart & Chen, 2018). Em algumas espécies, observa-se ainda o comportamento de enrolamento parcial ou completo, no qual o animal arqueia o corpo, expondo menos as partes moles, o que, por sua vez, dificulta o acesso de predadores (Figura 19) (Schwabe, 2010; Sigwart & Chen, 2018; Sigwart; Vermeij; Hoyer, 2019).

De modo geral, o fenômeno de conglobação nos Polyplacophora ocorre por meio da flexão do corpo, aproximando as extremidades anterior e posterior, de forma que as placas dorsais e o cinturão marginal passam a recobrir as partes mais vulneráveis do animal (Figura 19). Diferentemente de outros organismos que realizam conglobação, como trilobitas e isópodes, os quítons não possuem mecanismos de travamento que mantenham o corpo rigidamente fechado nessa posição. Essa ausência de dispositivos coaptativos indica que o

comportamento não está associado a uma defesa passiva prolongada, mas sim a uma resposta temporária e dinâmica frente a distúrbios ambientais ou ameaças potenciais (Sigwart; Vermeij; Hoyer, 2019). No entanto, a presença do cinturão (perinoto) espesso e, em muitos casos, ornamentado com espículas ou escamas calcárias, contribui como uma complementação da defesa passiva do animal (Schwabe, 2010; Sigwart & Chen, 2018).

Figura 19 - (a) Um quíton em posição normal (vista dorsal, *Mopalia swanni*, uma espécie não utilizada neste experimento, mostrada apenas para fins ilustrativos); (b) o mesmo indivíduo em (a), enrolado em forma de bola, com a região anterior no topo em ambas as imagens; (c) tempo gasto pelos animais experimentais em diferentes posições na presença ou ausência de um sinal de predador; “exposto” aqui combina qualquer posição que não seja fortemente enrolada (em bola) ou de levantamento ativo em relação ao substrato (arqueamento). Os valores representam a média (\pm e.p.) da porcentagem de tempo em 12 ensaios para cada grupo de tratamento. (Versão online em cores).



Fonte: Sigwart; Vermeij; Hoyer, 2019, pág. 2.

Aspectos sensoriais também desempenham papel relevante no comportamento dos Polyplacophora. Embora tradicionalmente considerados organismos de comportamento simples, estudos indicam que os quítons possuem estruturas sensoriais capazes de responder a estímulos táteis, químicos e luminosos. A presença de estetos e, em algumas espécies, de ocelos nas valvas permite a detecção de variações ambientais, auxiliando na resposta a sombras e movimentos, o que pode desencadear comportamentos defensivos ou de retração (Vendrasco et al., 2012; Sigwart & Chen, 2018).

De forma geral, o comportamento dos Polyplacophora reflete uma estratégia de vida altamente especializada para ambientes bentônicos expostos a variações físicas intensas, como oscilações de maré, temperatura e hidrodinamismo (Sigwart & Chen, 2018). A

combinação de comportamentos locomotores restritos, atividade alimentar oportunista, retorno ao local de repouso e defesas passivas evidencia um padrão comportamental conservador, porém altamente eficiente, que contribuiu para o sucesso evolutivo e a ampla distribuição do grupo nos ambientes marinhos atuais (Sigwart; Vermeij; Hoyer, 2019; Schwabe, 2010; Sigwart & Chen, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica, com o objetivo de traçar um panorama da produção científica sobre a classe Polyplacophora no litoral do Ceará. A busca pelo material bibliográfico foi realizada em bases de dados eletrônicas amplamente utilizadas na área das Ciências Biológicas, incluindo SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES (Camargo et al., 2021).

Para a seleção das publicações, foram utilizados operadores booleanos (“OR” e “AND”) com descritores em português e inglês, a fim de refinar as buscas; empregando-se o operador “OR” para termos sinônimos, como “Polyplacophora” e “quítons”, e o operador “AND” para combinar descritores taxonômicos e geográficos, como “moluscos”, “Brasil” e “Ceará”, de forma a ampliar a recuperação de estudos relevantes sem comprometer a especificidade da pesquisa. Logo, os descritores utilizados para busca se resumiram em: “Polyplacophora”, “quítons”, “moluscos”, “Brasil” e “Ceará” (Camargo et al., 2021).

As buscas priorizaram trabalhos que abordassem aspectos taxonômicos, morfológicos, ecológicos e de distribuição dos quítons, com ênfase em registros e estudos realizados dentro do litoral cearense. Portanto, como critério de exclusão, foram desconsideradas as publicações nas quais não houvesse, no corpo do texto, menção simultânea ao grupo Polyplacophora e ao recorte geográfico do litoral do Ceará. Ademais, foram considerados apenas trabalhos de acesso aberto, sejam eles artigos científicos, capítulos de livros, dissertações, teses, monografias e revisões, dando-se preferência a publicações mais recentes, mas sem excluir trabalhos clássicos relevantes para a compreensão do grupo.

Durante a pesquisa nas bases de dados, não foram obtidos resultados nas buscas realizadas nas plataformas SciELO e PubMed. No Portal de Periódicos da CAPES, foi encontrada apenas uma publicação, a qual também constou entre os resultados obtidos no Google Acadêmico, base que apresentou o maior número de registros. Nesta, foram identificadas 9 publicações a partir de descritores em português e 125 em inglês, ressalta-se, porém, que os trabalhos apareceram simultaneamente em ambas as buscas.

Entre as publicações potencialmente relevantes, foram selecionadas aquelas cujos títulos e resumos atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos. Nos casos em que os estudos apresentavam escopo mais amplo, contemplando apenas os descritores “moluscos” e “Brasil” nos títulos e resumos, procedeu-se à análise do corpo do texto, por meio de busca dirigida, utilizando os descritores “Polyplacophora”, “quítons” e “Ceará”, em português e em inglês, com o objetivo de verificar sua adequação à presente revisão.

Após essa análise preliminar, os trabalhos considerados pertinentes foram selecionados para leitura integral. O levantamento bibliográfico ocorreu no período de Outubro de 2025 a Janeiro de 2026, totalizando 18 publicações analisadas. As informações extraídas foram organizadas de forma analítica, permitindo a síntese e discussão do estado atual do conhecimento sobre os Polyplacophora no litoral do Ceará.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

A busca bibliográfica realizada nas bases de dados selecionadas resultou em um total de aproximadamente 125 publicações potencialmente relevantes. Após a leitura dos títulos e resumos, aproximadamente 107 trabalhos foram excluídos por não apresentarem relação direta com a classe Polyplacophora ou com o recorte geográfico do litoral do Ceará. Ao final do processo de seleção, 18 publicações foram analisadas integralmente.

O estudo mais antigo incluído na revisão é o de Righi (1967), que realizou uma análise taxonômica abrangente dos Polyplacophora do litoral brasileiro, incluindo registros para o Nordeste. Nesse trabalho, o autor descreveu espécies e discutiu aspectos de distribuição geográfica e sinonímia, fornecendo uma das primeiras bases sistemáticas para o conhecimento dos quítons no Brasil. O autor analisou material proveniente de diferentes estados, incluindo o Ceará, e discutiu seis espécies, das quais cinco foram estudadas detalhadamente com base em características do perinoto e da rádula. Para o litoral cearense, o trabalho registrou a ocorrência de *Ischnochiton (Stenoplax) striolatus* J. E. Gray, 1828 e *Callistochiton pectinatus* (sinonímia para *Ischnoplax pectinata* GB Sowerby II, 1840, segundo WoRMS Editorial Board, 2026), ambas coletadas em Fortaleza, na Praia do Meireles, destacando a importância do estado na distribuição dessas espécies e reforçando a relevância do estudo como referência clássica para a taxonomia e biogeografia dos Polyplacophora no Brasil.

Posteriormente, Righi (1971) ampliou esse levantamento ao revisar novamente os Polyplacophora do Brasil, incorporando novos registros e ajustando classificações previamente propostas. Assim contribuindo de forma significativa para o avanço do conhecimento taxonômico e ecológico do grupo, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, até então pouco estudadas. O autor analisou material proveniente de diversas expedições oceanográficas e coletas em zonas entremarés, abrangendo múltiplas localidades, incluindo o Ceará, e examinou detalhadamente caracteres morfológicos como o perinoto e a rádula.

No contexto do litoral cearense, o estudo registra cinco espécies de quítons (*Ischnochiton limaciformis* [sem registro na literatura], *I. roseus* [sinonímia para *Stenoplax boogii* Haddon, 1886, segundo WoRMS Editorial Board, 2026], *I. striolatus*, *Callistochiton flavidus* [sinonímia para *Callistochiton pulchrior* Pilsbry, 1893, segundo WoRMS Editorial Board, 2026], *Acanthochitona ciroi* Righi, 1971, e *Acanthochitona brunoi*, Righi, 1971), detalhando suas distribuições geográfica e batimétrica, desde a zona entremarés até profundidades superiores a 70 m, com destaque para *A. ciroi*, cuja descrição original se baseia em material-tipo coletado no Ceará. O estudo consolidou informações morfológicas e

taxonômicas fundamentais, servindo como referência para pesquisas subsequentes sobre a fauna de quítons em diferentes regiões do país, incluindo o Ceará (Righi, 1971).

Décadas mais tarde, Bezerra (2010) realizou um estudo sobre a composição e a distribuição da comunidade de moluscos incrustantes associada aos pilares artificiais dos terminais portuários do Pecém e do Mucuripe, no estado do Ceará (Figura 20). A pesquisa teve como objetivo principal caracterizar a malacofauna desses ambientes e avaliar a ocorrência de espécies exóticas ou invasoras, a partir de coletas realizadas por mergulho autônomo em diferentes profundidades e faces dos pilares, com posterior identificação taxonômica e análise da abundância das espécies.

No total, foram registradas 41 espécies de moluscos, sendo a maioria nativa, além de espécies criptogênicas e uma espécie exótica, *Isognomon bicolor* (C.B. Adams), que constituiu o foco central do estudo. No que se refere aos Polyplacophora, apenas a espécie *Ischnochiton striolatus* e *Calloplax janeirensis* J. E. Gray, 1828, foram registradas, representadas por um único exemplar cada coletado no Terminal Portuário do Pecém, correspondendo a uma frequência de ocorrência extremamente baixa. Embora não tenha sido o objeto principal da pesquisa, o registro de *I. striolatus* e *C. janeirensis* confirma a presença de Polyplacophora em substratos artificiais portuários no Ceará e contribui para a caracterização da malacofauna local associada a esses ambientes, evidenciando sua relevância como dado pontual dentro do panorama geral da fauna de quítons do estado (Bezerra, 2010).

Figura 20 - Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém.



Fonte: <http://www.docasdoceara.com.br/galerias/fotos-aereas-do-porto> (Bezerra, 2010, pág. 25).

No ano seguinte, Vasconcelos (2011) concebeu um estudo voltado à distribuição espacial e temporal de Polyplacophora em uma área de seixos na Praia do Pacheco, no município de Caucaia, Ceará (Figura 22). A pesquisa teve como objetivo analisar a dinâmica populacional dos quítons em relação a fatores ambientais e ao tamanho do substrato (Figura 21), a partir de amostragens mensais realizadas entre agosto de 2009 e julho de 2010, em dois transectos perpendiculares à linha da praia e em diferentes zonas do mesolitoral.

Foram registradas duas espécies da família Ischnochitonidae (*Ischnochiton striolatus* e *Ischnoplax pectinata*) totalizando 2.107 indivíduos, com predominância de *I. striolatus*, que representou a maior parcela da abundância observada. Ambas as espécies apresentaram maior ocorrência no mesolitoral inferior e no transecto mais exposto, com pico de abundância no mês de agosto de 2009, além de correlação negativa entre abundância e pluviosidade e salinidade, indicando redução populacional nos períodos chuvosos. Os resultados também evidenciaram uma relação positiva entre a abundância dos quítons e o tamanho dos seixos, sugerindo que pedras maiores oferecem micro-habitats mais favoráveis, atuando como refúgio contra a dessecação e a ação das marés. O estudo é particularmente

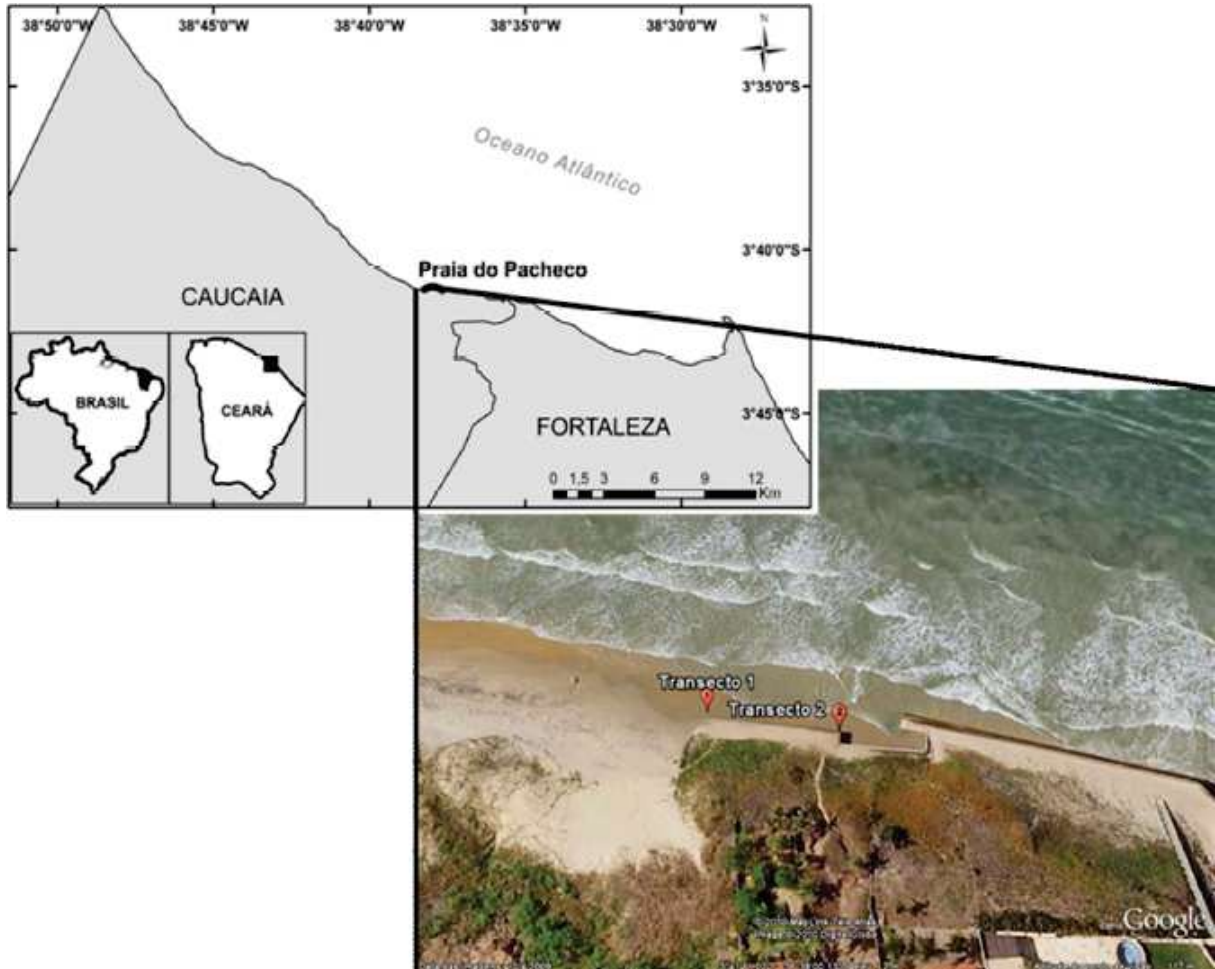
relevante para o Ceará por fornecer dados detalhados sobre a ecologia e a dinâmica populacional de Polyplacophora em ambiente entremarés, contribuindo para o conhecimento da biologia e da distribuição dessas espécies no litoral cearense (Vasconcelos, 2011).

Figura 21 - Moluscos poliplacóforos e fissurelídeos no mesmo seixo.



Fonte: Vasconcelos, 2011, pág. 4.

Figura 22 - Mapa da área de estudo – Praia do Pacheco, Caucaia – CE. Marcadores 1 e 2 identificam a localização dos transectos 1 e 2, respectivamente.



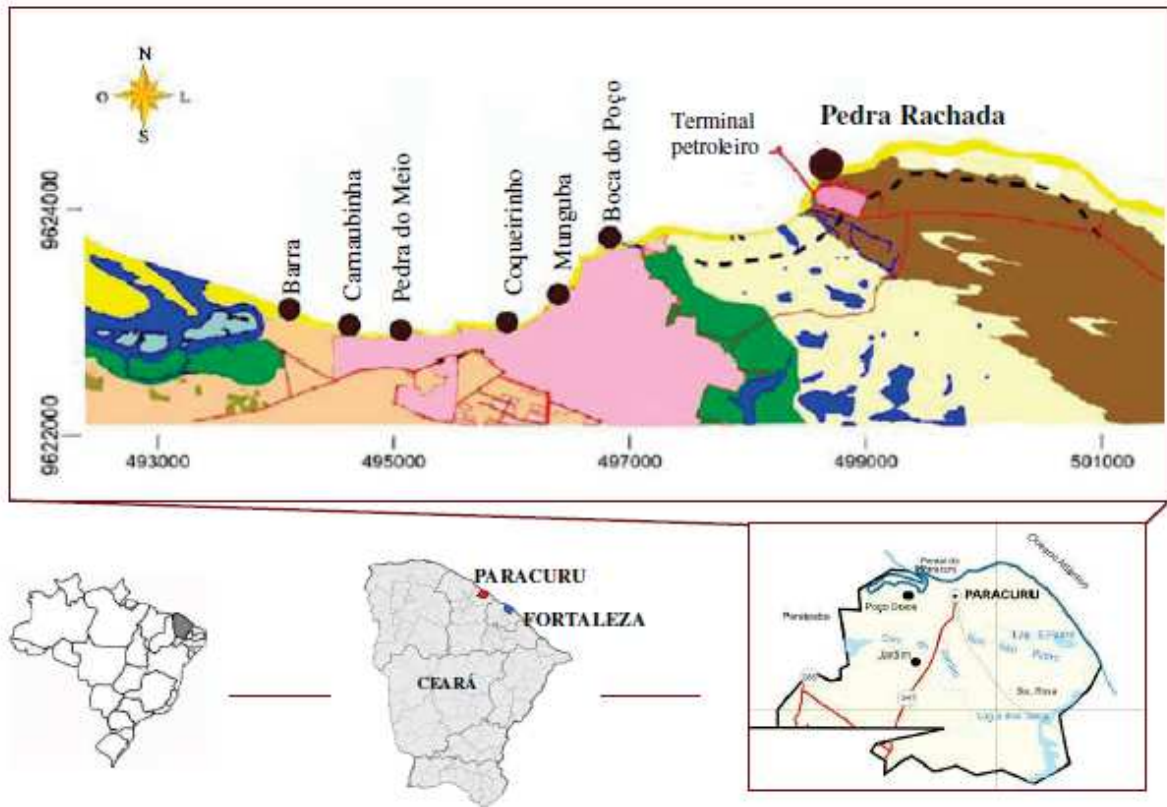
Fonte: Vasconcelos, 2011, pág. 13.

No mesmo ano, o trabalho de Veras (2011) analisou a composição e a estrutura da malacofauna associada à macroalga vermelha *Pterocladia caerulescens* (Kützing) Santelices & Hommersand, 1997, na zona entremarés do litoral cearense na praia da Pedra Rachada, Paracuru (Figura 23). O estudo avaliou a influência da complexidade estrutural da alga, medida por biomassa e volume, sobre a riqueza e a abundância de moluscos, a partir de seis campanhas de coleta realizadas em períodos seco e chuvoso, em diferentes estações amostrais. Foram registradas 50 espécies de moluscos, incluindo 36 gastrópodes, 11 bivalves e três espécies de Polyplacophora, identificadas como *Ischnochiton striolatus*, *Ischnoplax pectinata* e *Leptochiton* sp., todas componentes da fauna local do Ceará.

Os polioplacóforos foram classificados como espécies de frequência comum na área de estudo e apresentaram correlação positiva entre sua abundância e a biomassa da alga, indicando que a estrutura da *P. caerulescens* atua como importante substrato, oferecendo micro-habitats, refúgio e recursos alimentares. Esses resultados evidenciam a relevância das

macroalgas como ambientes estruturadores para Polyplacophora no litoral do Ceará e ampliam o conhecimento sobre a ecologia e a distribuição desse grupo em associações fitais na região (Veras, 2011).

Figura 23 - Mapa da costa de Paracuru, litoral oeste do Ceará, em destaque para a Praia da Pedra Rachada. Modificado de Sousa (2007) e IPECE (2009).



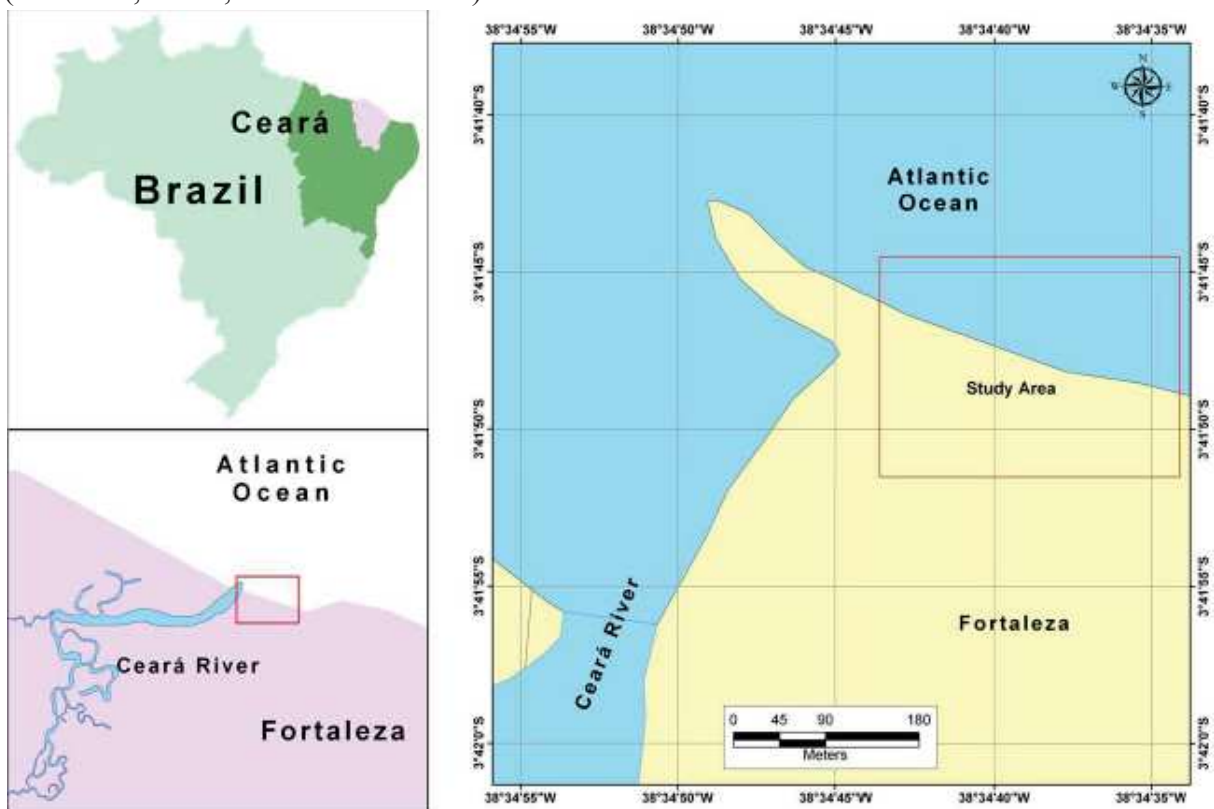
Fonte: Veras, 2011, pág. 20.

Dando continuidade, tanto em Barros & Rocha-Barreira (2013) quanto em Barros, Jardim e Rocha-Barreira (2013) foi abordado, para ambas publicações, a variação espacial e temporal da malacofauna associada a um prado de capim-marinho (*Halodule wrightii* Ascherson, 1868) na Praia das Goiabeiras, em Fortaleza, Ceará (Figura 24), com o objetivo de avaliar a resposta da comunidade de moluscos às mudanças ambientais sazonais e à biomassa das macrófitas. O estudo, conduzido por meio de amostragens mensais ao longo de mais de um ano, contemplou dois estratos do prado (acima e abaixo do solo), e empregou análises estatísticas univariadas e multivariadas para correlacionar a riqueza e a abundância das espécies com variáveis ambientais, como precipitação, matéria orgânica e velocidade do vento. Foram registrados 230 indivíduos distribuídos em 24 espécies, com maior riqueza entre os bivalves e maior abundância relativa de gastrópodes, sendo *Tricolia affinis* C. B. Adams,

1850, a espécie mais frequente, e com todas as classes apresentando maior ocorrência no sedimento.

No que se refere aos Polyplacophora, o trabalho registrou quatro espécies no litoral do Ceará (*Ischnochiton* sp., *Ischnochiton niveus* A. J. Ferreira, 1987, *Ischnochiton striolatus* e *Chaetopleura isabellei* A. d'Orbigny, 1839), as quais integraram a malacofauna do prado de *H. wrightii* estabelecido sobre rochas recifais, ocorrendo predominantemente no estrato abaixo do solo e com maior abundância durante a estação chuvosa, de modo a oferecer condições favoráveis como abrigo e disponibilidade de alimento. Destaca-se ainda o registro de *Ischnochiton niveus* pela primeira vez no Brasil nesse ambiente, evidenciando a relevância dos ecossistemas de capim-marinho do Ceará como habitats importantes para Polyplacophora e para a manutenção da diversidade bentônica local (Barros & Rocha-Barreira, 2013; Barros, Jardim; Rocha-Barreira, 2013).

Figura 24 - Área de estudo (Barros, Jardim; Rocha-Barreira, 2013) – Praia de Goiabeiras (Fortaleza, Ceará, nordeste do Brasil).



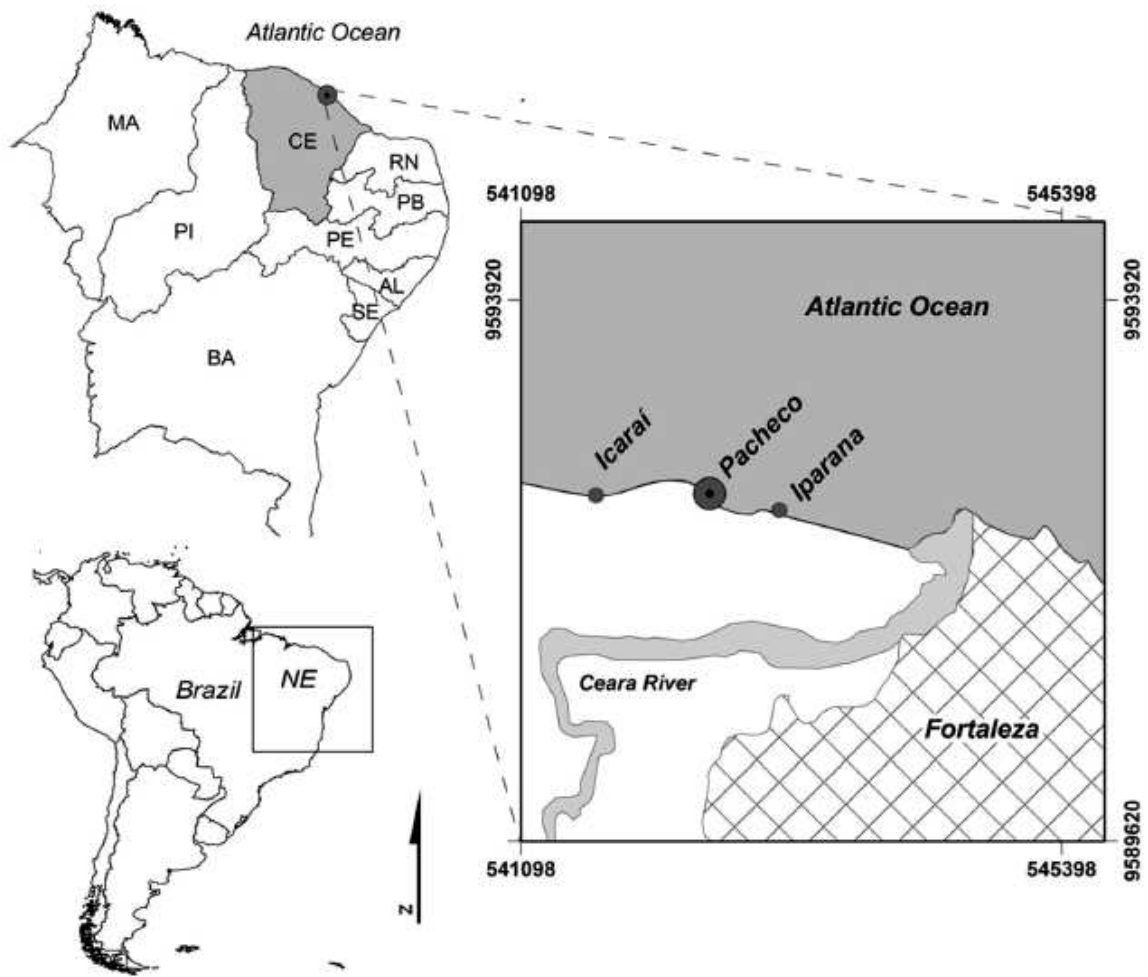
Fonte: Barros, Jardim; Rocha-Barreira, 2013, pág. 27.

Ainda nesse ano, Veras, Martins e Matthews-Cascon (2013) investigaram a distribuição espacial e a abundância da malacofauna em recifes de arenito da zona entremarés da Praia do Pacheco, em Caucaia, Ceará (Figura 25). A pesquisa foi conduzida por meio de

coletas mensais realizadas entre agosto de 2006 e setembro de 2007, ao longo de dois transectos que abrangeram diferentes faixas do supralitoral e do mesolitoral, permitindo avaliar padrões de similaridade e variação na composição das espécies ao longo do gradiente vertical da maré. Foram registrados 74.515 indivíduos distribuídos em 67 espécies, com predomínio de gastrópodes, seguidos por bivalves e, em menor proporção, por Polyplacophora, que corresponderam a 4,5% das espécies identificadas.

Entre os quítons registrados destacam-se *Ischnoplax pectinata* e *Ischnochiton striolatus*, além de registros identificados apenas ao nível de classe, os quais apresentaram distribuição concentrada principalmente no mesolitoral inferior, especialmente na faixa de 120 m dos transectos. Esse padrão foi associado às características ecológicas dos poli-placóforos, como a capacidade de forte adesão ao substrato rochoso e a preferência por áreas que permanecem úmidas ou submersas por mais tempo. Os resultados evidenciam a relevância dos recifes entremarés do litoral cearense para a ocorrência e a distribuição de Polyplacophora, reforçando o papel da heterogeneidade de micro-habitats na estruturação da malacofauna costeira do Ceará (Veras; Martins; Matthews-Cascon, 2013).

Figura 25 - Mapa de localização da área de estudo (Veras; Martins; Matthews-Cascon, 2013), Praia do Pacheco, estado do Ceará, nordeste do Brasil.



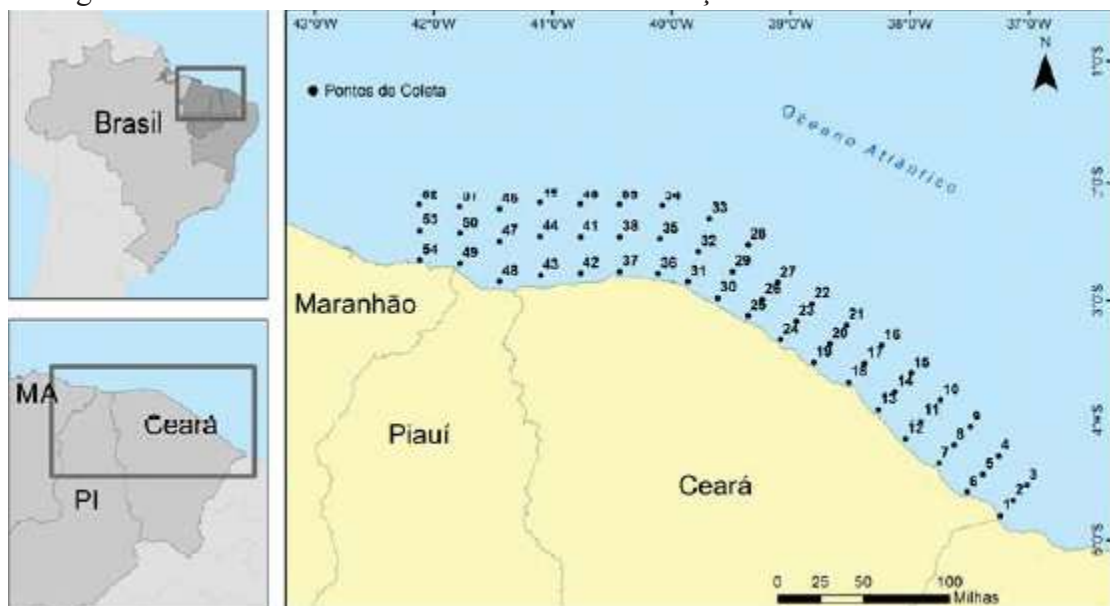
Fonte: Veras; Martins; Matthews-Cascon, 2013, pág. 98.

Posteriormente, Silva (2014) apresentou uma análise abrangente da composição e da distribuição da malacofauna bentônica ao longo da plataforma continental que compreende os litorais do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Figura 26). O estudo teve como objetivo avaliar como a estrutura da comunidade de moluscos se relaciona com a profundidade, as características do sedimento e variáveis abióticas da água, partindo do pressuposto de que a biodiversidade marinha da região é subestimada e pouco documentada em ambientes de plataforma. Para isso, foram realizadas coletas em 54 pontos amostrais durante dois períodos de 2010, utilizando amostrador do tipo Van Veen, com posterior análise da fauna associada e das variáveis físico-químicas e sedimentológicas.

Os resultados indicaram o registro de 623 indivíduos pertencentes a 115 espécies distribuídas em quatro classes, sendo a profundidade a variável ambiental mais relevante para a distribuição espacial da malacofauna, com maior riqueza e abundância concentradas entre

15 e 33 metros. A maioria das espécies foi classificada como rara, e a heterogeneidade do habitat, a presença de algas e a dinâmica sedimentar associada às correntes marinhas foram apontadas como fatores determinantes para a diversidade observada. Em virtude dos Polyplacophora, o trabalho registrou a ocorrência de *Stenoplax* sp. (Ischnochitonidae), representando cerca de 2% da frequência relativa entre as classes amostradas, valor baixo quando comparado aos demais grupos, mas relevante para a caracterização da fauna bentônica da plataforma continental cearense. A presença desse quíton contribuiu para ampliar o conhecimento sobre a distribuição dos Polyplacophora em ambientes sublitorais do Nordeste brasileiro e reforça a importância de levantamentos de larga escala para a compreensão da diversidade marinha regional (Silva, 2014).

Figura 26 - Mapa ilustrativo da área de estudo (Silva, 2014) - Plataforma Continental da região semiárida do nordeste do Brasil com as estações de coleta deste estudo.



Fonte: Silva, 2014, pág. 25.

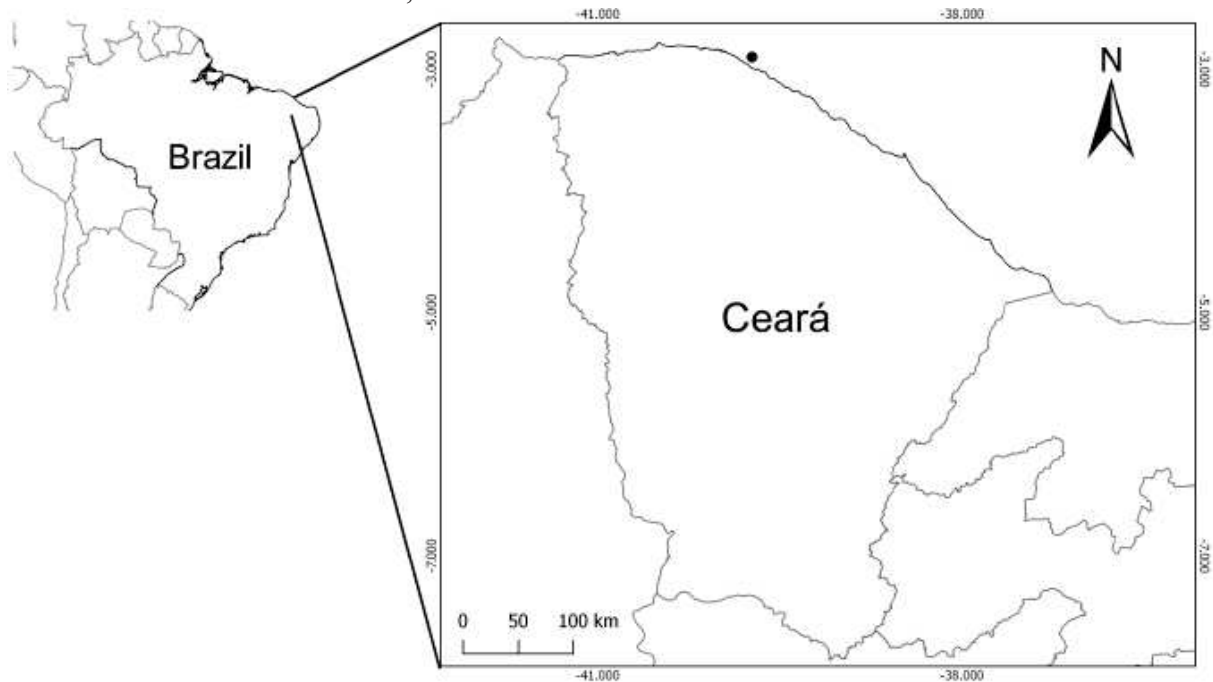
No mais, De Lima & Maia (2016), publicaram, sem data específica, uma investigação sobre a influência da salinidade na distribuição espacial e na abundância de Polyplacophora ao longo do estuário do rio Coreaú, no município de Camocim, Ceará, por meio de amostragens realizadas em três pontos com diferentes regimes salinos. A pesquisa teve como foco compreender como variações de salinidade afetam quítons, organismos bentônicos tipicamente associados a substratos rochosos, em um ambiente estuarino sujeito a fortes gradientes ambientais. Os espécimes foram coletados por busca ativa padronizada e posteriormente fixados, medidos e identificados em laboratório, permitindo a comparação do tamanho dos indivíduos entre os pontos amostrados.

No total, foram registrados 120 exemplares pertencentes a três espécies de Polyplacophora: *Ischnochiton striolatus*, *Acanthochitona terezae* Guerra Júnior (1983) e *Ischnoplax pectinata*, sendo *I. striolatus* a única espécie presente em todos os pontos e, portanto, a mais tolerante às variações de salinidade ao longo do estuário. Observou-se que os indivíduos de maior porte ocorreram no ponto mais próximo ao ambiente marinho, com salinidade mais elevada, enquanto indivíduos menores foram predominantes na área com maior influência estuarina e menor salinidade média. Os resultados indicaram que a distribuição, a abundância e o tamanho dos quítons variam em função do gradiente salino e da espécie considerada, sugerindo que diferentes estágios do ciclo de vida utilizam setores distintos do estuário, possivelmente como estratégia para reduzir a competição intraespecífica e explorar áreas de refúgio e alimentação (De Lima & Maia, 2016).

Avançando em alguns anos, o trabalho de Bandeira (2019) descreveu a composição e a estrutura da comunidade de moluscos associada a bancos de rodolitos da plataforma continental de Itarema, no litoral oeste cearense (Figura 27). O estudo analisou 76 rodolitos, nos quais foram quantificadas variáveis físicas como volume, porosidade, diâmetro médio, esfericidade, número de ramificações e cobertura de sedimento, além da identificação e categorização trófica da malacofauna associada, com o objetivo de suprir a escassez de informações sobre moluscos nesses habitats no Nordeste do Brasil. Os resultados registraram 895 indivíduos distribuídos em 45 espécies, com maior riqueza e abundância associadas a rodolitos mais porosos e de maior diâmetro, sendo a porosidade a variável com influência mais direta sobre a estrutura da comunidade. O trabalho também apontou novos registros regionais, incluindo o gastrópode *Nanaphora verbernei* Moolenbeek & Faber (1989) para o Ceará e o bivalve *Kellia* sp. para o Nordeste brasileiro, além de evidenciar elevada proporção de indivíduos juvenis, indicando o papel dos bancos de rodolitos como áreas de berçário.

Por parte dos Polyplacophora, apenas a espécie *Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828) foi registrada, ocorrendo associada à superfície dos rodolitos e apresentando maior frequência em exemplares mais ramificados, condição que amplia a área disponível para raspagem, compatível com seu hábito alimentar herbívoro. Embora pouco representada numericamente, a presença dessa espécie contribui para a caracterização da malacofauna associada aos rodolitos da plataforma continental do Ceará e reforça a relevância desses habitats para a ocorrência de quítons na região (Bandeira, 2019).

Figura 27 - Área de estudo (Bandeira, 2019). Plataforma continental do município de Itarema, litoral oeste do estado do Ceará, Brasil.



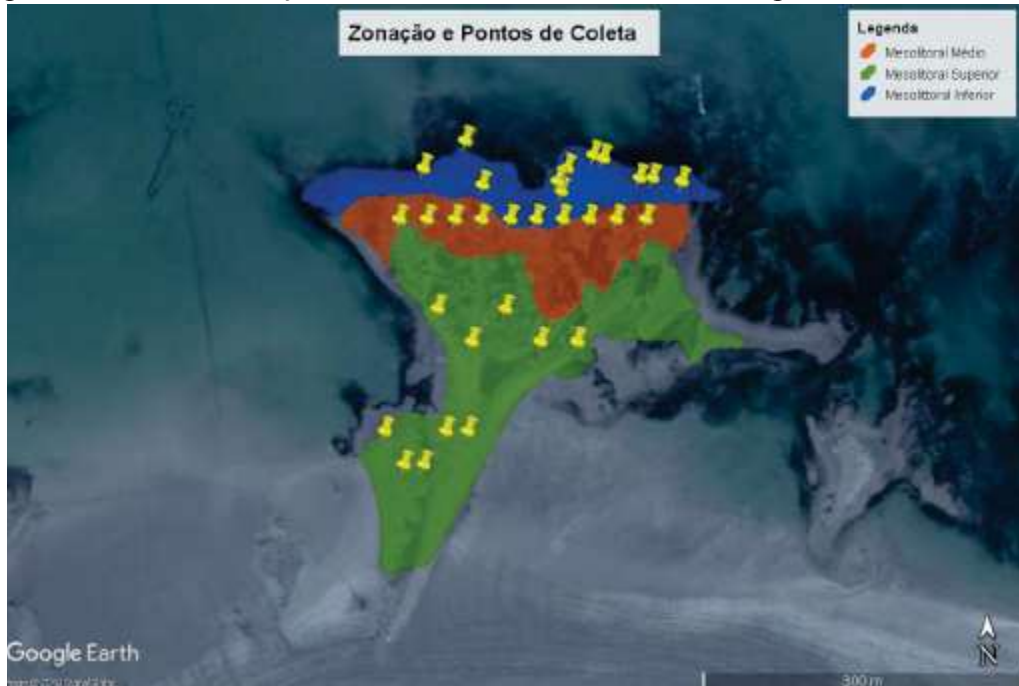
Fonte: Bandeira, 2019, pág. 13.

Em subsequência, Menezes (2019) apresentou a composição e a distribuição da malacofauna associada a um recife de arenito localizado na praia de Bitupitá, município de Barroquinha, no extremo oeste do litoral cearense (Figura 28), uma área até então pouco estudada quanto à fauna de moluscos. O estudo foi conduzido em um recife de aproximadamente 7 hectares, subdividido em zonas do mesolitoral superior, médio e inferior, definidas pelo tempo de exposição ao ar e pela cobertura algal (Figura 28), e utilizou uma adaptação do protocolo NaGISA para a coleta e análise de 30 amostras, totalizando 4.892 espécimes identificados em 66 espécies, 42 famílias e quatro classes. Os resultados indicaram elevada diversidade e abundância de moluscos para a região, com predominância de gastrópodes em todas as zonas, maior riqueza de bivalves no mesolitoral médio e diferenças significativas de abundância entre o mesolitoral superior e inferior, enquanto os índices de diversidade apontaram distribuição relativamente uniforme das espécies ao longo do recife.

No contexto dos Polyplacophora, foram registradas cinco espécies (*Acanthochitona ordini* (sem registro na literatura), *Acanthochitona* sp. 1, *Acanthochitona* sp. 2, *Ischnoplax pectinata* e *Ischnochiton striolatus*) que se mostraram amplamente distribuídas nas três zonas do recife, com leve aumento de ocorrência no mesolitoral inferior, área predominantemente submersa e com maior presença de algas vermelhas; entre elas, *Ischnochiton striolatus* foi a mais abundante. Esses resultados evidenciam a importância dos

recifes de arenito do oeste do Ceará como habitats para quítons e contribuem para o entendimento dos padrões de distribuição horizontal dos Polyplacophora em ambientes recifais da costa cearense (Menezes, 2019).

Figura 28 - Ponto de coleta no Recife da praia de Bitupitá, no município de Barroquinha, extremo oeste do estado do Ceará, no Brasil. Zoneado por cores para melhor visualização do mesolitoral inferior, médio e superior.



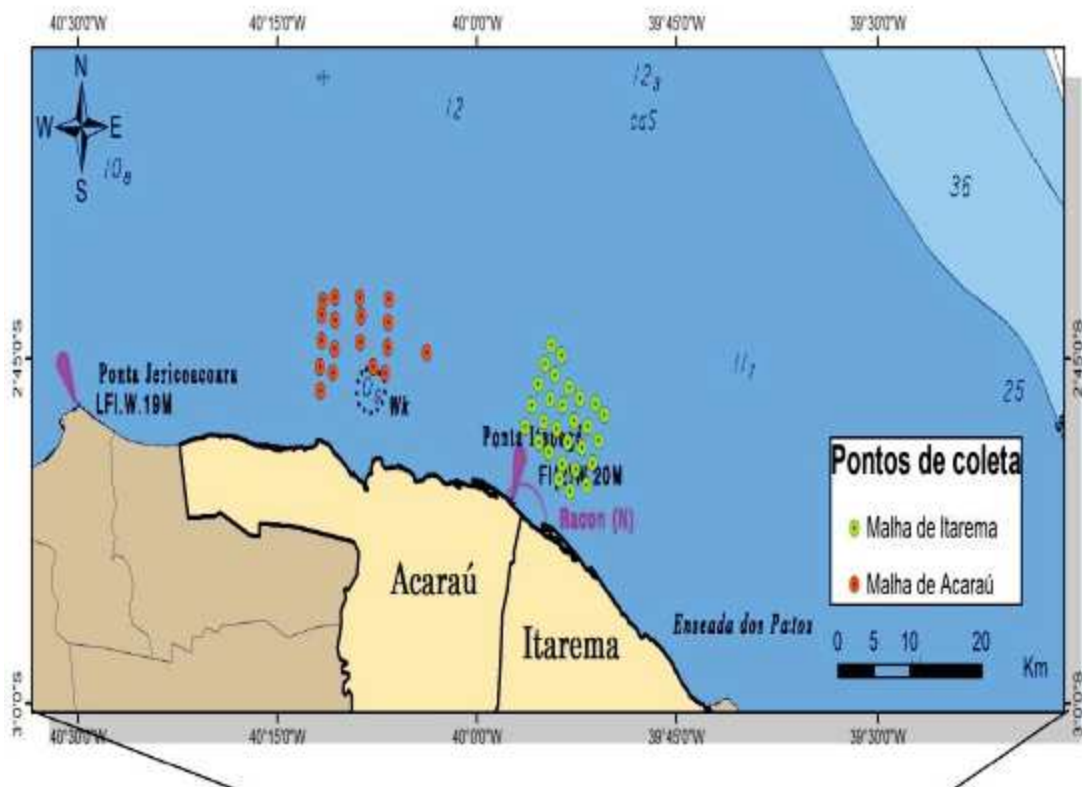
Fonte: Menezes, 2019, pág. 18.

Mais recentemente, Menezes (2020) continuou, concebendo um levantamento quali-quantitativo da assembleia de moluscos bentônicos da plataforma continental oeste do Ceará, abrangendo áreas próximas aos municípios de Itarema e Acaraú (Figura 29), com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre a composição e a distribuição da malacofauna em ambientes de plataforma rasa na região Nordeste. As amostragens, realizadas em fevereiro de 2017 com o uso de um amostrador Van Veen, resultaram na identificação de 72 espécies, distribuídas principalmente entre Gastropoda e Bivalvia, além de cinco espécies pertencentes à classe Polyplacophora, totalizando 375 indivíduos coletados.

A área de Itarema apresentou maior riqueza, densidade média e número total de espécies, com apenas um registro de Polyplacophora, enquanto Acaraú apresentou menor riqueza geral, porém maior diversidade de quítons, com quatro espécies registradas. Os padrões de distribuição indicaram influência de fatores ambientais distintos entre as áreas, como a proximidade da costa e o tipo de sedimento em Itarema, e a influência da

desembocadura do rio Acaraú nesta última localidade, resultando em assembleias com alta diversidade e baixa dominância. No conjunto dos resultados, os Polyplacophora, registrados como *Leptochiton* sp., *Ischnochiton* sp. e espécies de *Stenoplax*, representaram apenas cinco indivíduos e uma fração reduzida da malacofauna total, o que foi atribuído à baixa eficiência do método de coleta para organismos associados a substratos consolidados, destacando, ainda assim, sua ocorrência na plataforma continental oeste do Ceará e contribuindo para a caracterização regional da diversidade bentônica (Menezes, 2020).

Figura 29 - Pontos de amostragem na faixa oeste da plataforma continental do Estado do Ceará, NE Brasil, próximo aos municípios de Itarema e Acaraú.

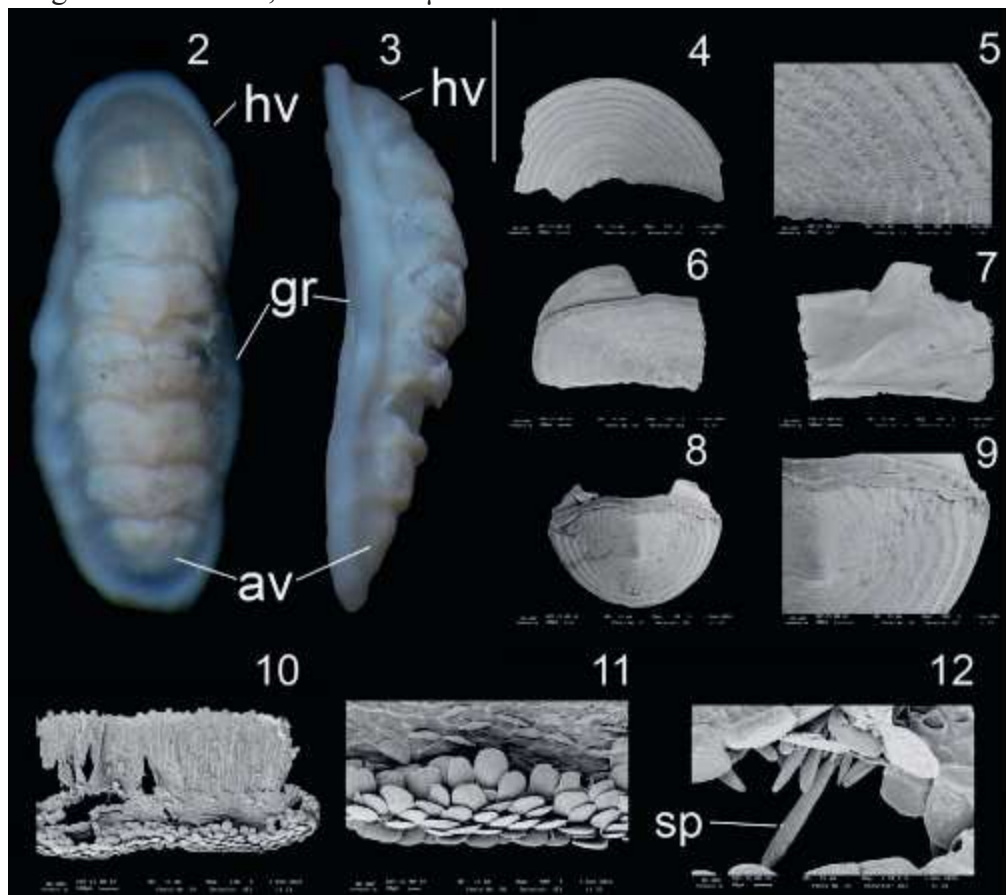


Fonte: Menezes, 2020, pág. 16.

Por seguimento, Jardim & Almeida (2021) descreveu formalmente uma nova espécie de Polyplacophora, *Stenoplax iansa*, ampliando o conhecimento taxonômico do gênero *Stenoplax* no litoral brasileiro, onde até então apenas três espécies eram reconhecidas. O estudo baseou-se na análise morfológica detalhada de seis espécimes, dos quais quatro foram coletados na zona entremarés de Paracuru, no litoral do Ceará, e dois no estado do Rio de Janeiro, utilizando estereomicroscopia e microscopia eletrônica de varredura para a caracterização minuciosa da concha, do cinturão e da rádula em indivíduos juvenis e adultos (Figura 30).

Os resultados permitiram diagnosticar a nova espécie como um quíton de pequeno porte, com coloração variando do vermelho ao rosado, placas com características próprias e cinturão revestido por escamas alongadas, distinguindo-a de outras espécies congêneres do Atlântico Ocidental. A ocorrência majoritária do material-tipo no Ceará confere relevância regional ao estudo, ao documentar o litoral cearense como área de distribuição confirmada da espécie e como local de coleta do holótipo e de parátipos, contribuindo de forma direta para o conhecimento da diversidade de Polyplacophora no estado e para o registro de novos táxons na fauna marinha brasileira (Jardim & Almeida, 2021).

Figura 30 - *Stenoplax iansa* sp. nov.: 2–3 Holótipo (MZSP 131630 – 3,42 × 1,13 mm), vistas dorsal e lateral, escala 5 µm. Parátipo (MZSP 131629), 4–5 hv, vista dorsal, escala 100 µm; 6–7 válvula v, vistas dorsal e ventral, escala 100 µm; 8–9 tv, vista dorsal, escala 100 µm. Material adicional (MZSP 134265), 10 hiponoto, escala 100 µm; 11 perinoto, escala 100 µm; 12 franja marginal do cinturão, escala 100 µm.



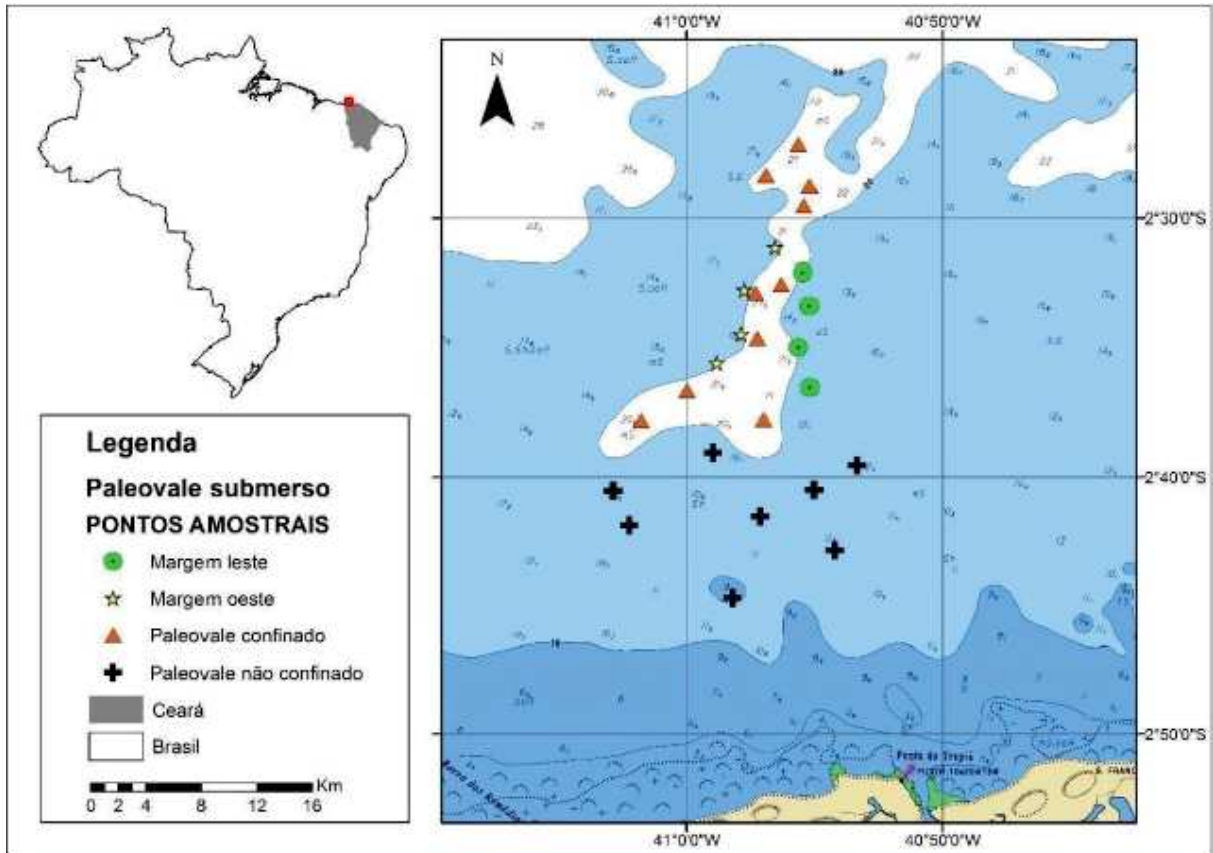
Fonte: Jardim & Almeida, 2021, pág. 33.

Logo em seguida, Lima (2021) abordou os moluscos marinhos a partir de uma perspectiva sistemática e ecológica, estruturando-se em dois capítulos complementares que contribuem para o conhecimento da malacofauna na costa oeste do Ceará. No primeiro

capítulo, a autora realizou uma revisão sistemática da literatura dos últimos vinte anos, seguindo o protocolo PRISMA, evidenciando que os estudos sobre moluscos marinhos concentram-se majoritariamente no hemisfério norte e em ambientes entremarés, enquanto a plataforma continental permanece relativamente pouco explorada. No segundo capítulo, a pesquisa caracterizou a assembleia de moluscos bentônicos do Paleovale submerso do Coreaú, situado entre os municípios de Camocim e Granja (Figura 31), por meio de coletas com draga Van Veen, nas quais foram registrados 100 indivíduos distribuídos em 53 espécies, três classes e 30 famílias, organizadas em diferentes guildas alimentares.

Os resultados indicaram que as variáveis ambientais influenciam a composição e a estrutura da assembleia ao longo das sub-regiões do paleovale, destacando o “Paleovale Não Confinado” (Figura 31) como a única área onde ocorreram simultaneamente Bivalvia, Gastropoda e Polyplacophora. Nesse contexto, a presença de *Ischnochiton striolatus* representa o único registro de Polyplacophora no estudo, classificado como micro e macro raspador, e sua ocorrência em um ambiente sedimentar da plataforma continental cearense amplia o entendimento sobre a distribuição ecológica desse grupo no estado, contribuindo para a caracterização da diversidade funcional e taxonômica dos moluscos marinhos do Ceará (Lima, 2021).

Figura 31 - Mapa mostrando as sub-regiões do Paleovale de Coreaú. Estações que apresentaram malacofauna nas diferentes sub-regiões descritos na legenda.



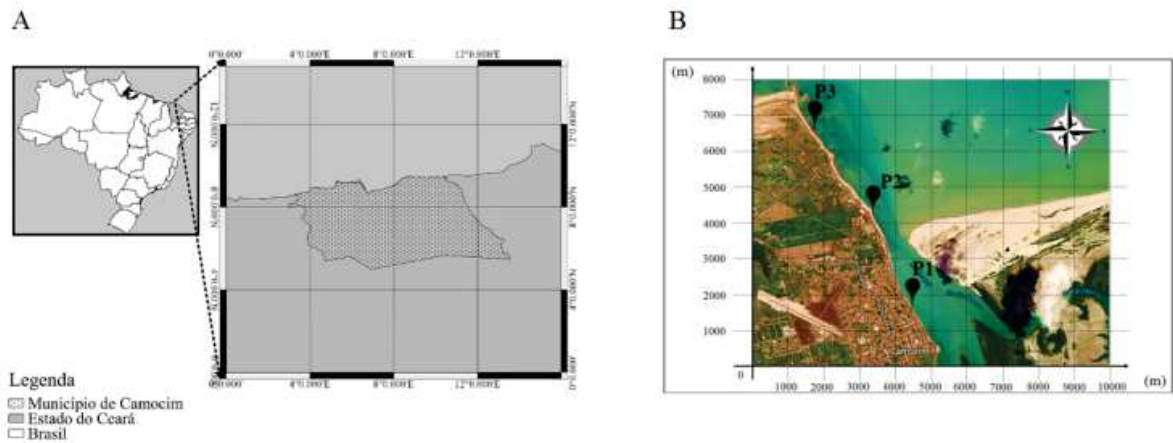
Fonte: Lima, 2021, pág. 83.

Ainda no mesmo ano, De Lima et al. (2021) investigou os padrões de coloração da espécie de quítion *Ischnochiton striolatus* em um ambiente estuarino rochoso no município de Camocim, Ceará (Figura 32), com o objetivo de analisar o polimorfismo cromático e sua possível relação com o tamanho dos indivíduos. A pesquisa foi conduzida em três pontos amostrais ao longo da faixa entremarés, por meio de coletas em quadrantes durante a maré baixa, seguidas de mensuração e registro fotográfico dos espécimes em laboratório. Ao todo, foram analisados 146 indivíduos, com comprimentos variando entre 4,5 e 16,5 mm, nos quais foram identificados 15 padrões distintos de coloração, sendo o padrão bege o mais frequente, enquanto os padrões caramelo e rosê apresentaram maior distribuição entre as classes de tamanho (Figura 33). Os resultados indicaram que indivíduos de tamanho intermediário, entre 7,5 e 12 mm, concentraram a maior abundância e a maior riqueza de padrões cromáticos, sugerindo uma associação entre tamanho corporal e variação de cor.

Os autores discutem que fatores ambientais do estuário, como variações de salinidade, além da possível pressão de predadores visuais, podem influenciar a predominância de indivíduos de tamanho médio com maior diversidade de coloração. Nesse

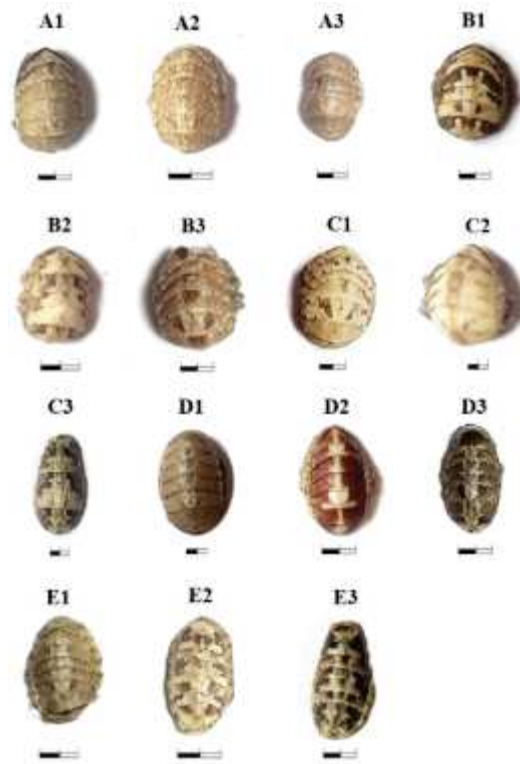
contexto, *Ischnochiton striolatus* constitui o único representante de Polyplacophora abordado no estudo e sua ocorrência e variabilidade morfológica em Camocim reforçam a relevância do litoral cearense para a compreensão da ecologia e da diversidade fenotípica desse grupo de moluscos (De Lima et al., 2021).

Figura 32 - Localização da área de estudo (De Lima et al., 2021), onde: (A) representa o Mapa do Brasil, destacando o município de Camocim; e (B) a região costeira e estuarina de Camocim, evidenciando os pontos de coleta P1, P2, P3.



Fonte: De Lima et al., 2021, pág. 3.

Figura 33 - Padrões de cores apresentados nos espécimes de *I. striolatus* com escala de tamanho 2 (mm).



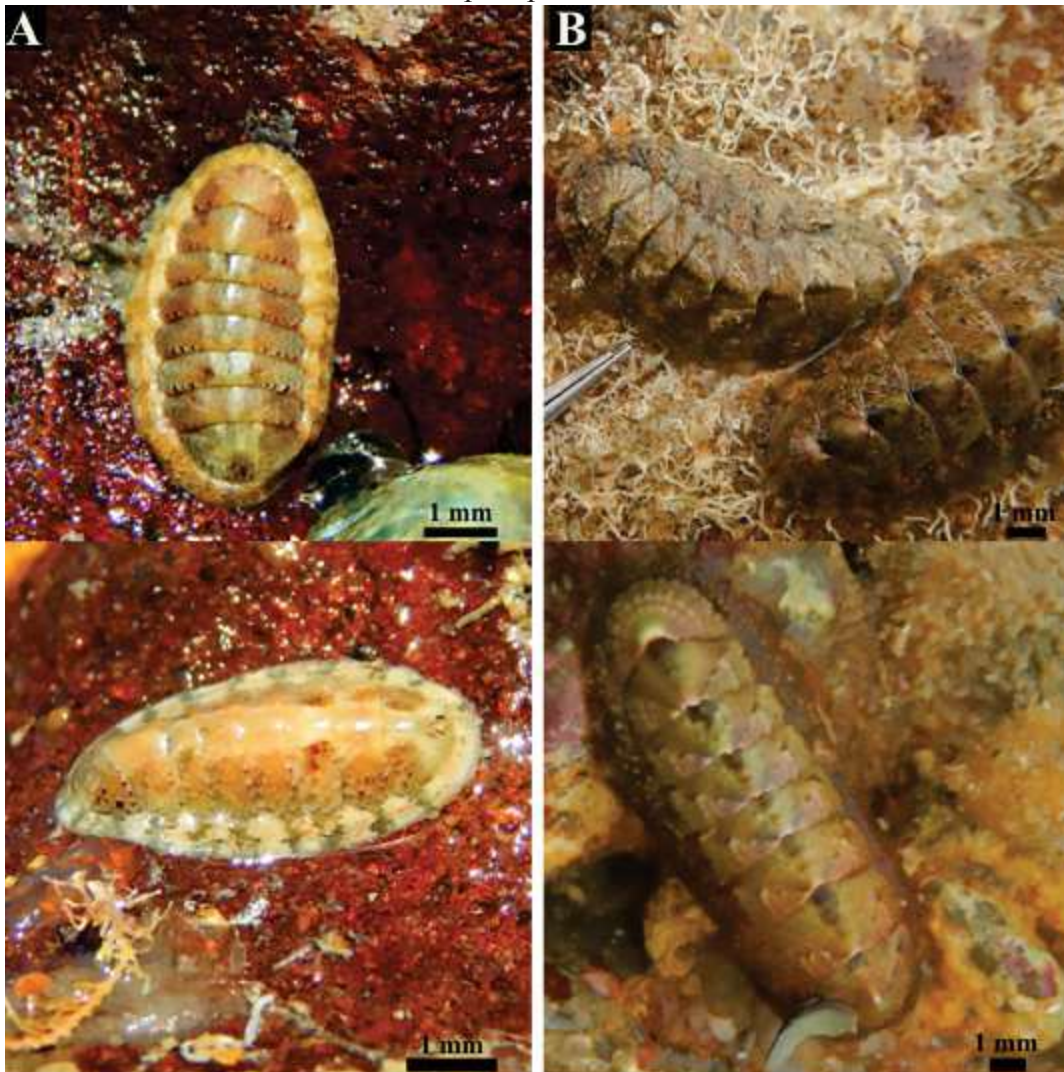
Fonte: De Lima et al., 2021, pág. 4.

Em contexto mais atual, De Lima, Maia e Jardim (2024) apresentou o primeiro registro da ocorrência de quíttons (Mollusca, Polyplacophora) em ambientes estuarinos no Brasil, a partir de amostragens realizadas no baixo estuário do rio Coreaú, em Camocim, Ceará. O estudo foi conduzido entre março de 2017 e março de 2019, com coletas bimensais durante a maré baixa em três pontos de um prado de capim-marinho na zona entremarés, associadas à busca ativa dos organismos sobre substratos consolidados e ao registro de variáveis abióticas, como temperatura e salinidade. Como resultados, foram contabilizados 981 indivíduos pertencentes a duas espécies, *Ischnochiton striolatus* e *Ischnoplax pectinata*, sendo a primeira amplamente dominante em abundância (Figura 34). A presença dessas espécies em um ambiente estuarino, caracterizado por variações sazonais acentuadas de salinidade, indicou uma tolerância fisiológica maior do que a tradicionalmente atribuída aos poliplacóforos, geralmente associados a costões rochosos marinhos.

A ocorrência dos quíttons esteve fortemente relacionada à presença de recifes de arenito no leito do estuário, que forneceram substrato consolidado adequado para fixação e alimentação. Os dados também sugeriram variações sazonais na abundância das espécies em

resposta à precipitação e às mudanças na salinidade, além de indicarem que esses ambientes estuarinos podem atuar como áreas de refúgio e possivelmente de berçário. Nesse contexto, *I. striolatus* e *I. pectinata* assumem relevância particular para o Ceará, por representarem os primeiros registros documentados de Polyplacophora em estuários brasileiros, ampliando o conhecimento sobre a distribuição ecológica e a plasticidade ambiental desse grupo no litoral cearense (De Lima; Maia; Jardim, 2024).

Figura 34 - Espécies de Polyplacophora no estuário do Rio Coreaú, Ceará, Brasil. A. *Ichnochiton striolatus*. B. *Ischnoplax pectinata*.



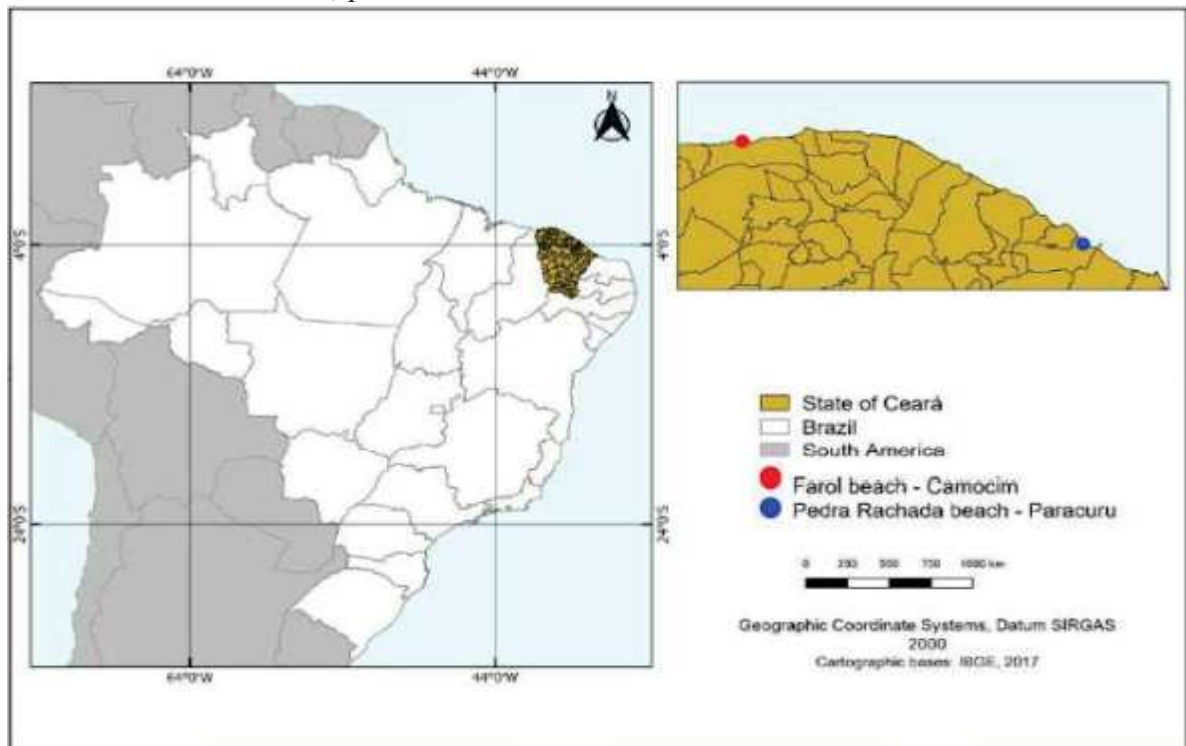
Fonte: De Lima; Maia; Jardim, 2024, pág. 910.

Por fim, Da Silva et al. (2024) realizaram a caracterização da assembleia de Polyplacophora na costa oeste do Ceará, com base em coletas realizadas nas praias da Pedra Rachada, em Paracuru, e do Farol do Trapiá, em Camocim, abrangendo substratos rochosos consolidados como recifes de arenito e seixos (Figura 35). O estudo teve como foco a

composição de espécies, a abundância relativa e a ocorrência dos quítons em associação com organismos coabitantes, a partir de amostragem por busca ativa manual em poças de maré, realizada em janeiro de 2017. Em resposta, foram registrados 697 indivíduos pertencentes a três espécies de Polyplacophora, *Ischnochiton striolatus*, *Ischnoplax pectinata* e *Acanthochitona* sp., sendo *I. striolatus* a espécie dominante, seguida por *I. pectinata* e *Acanthochitona* sp. A maior abundância total foi observada na Praia da Pedra Rachada, enquanto a Praia do Farol apresentou menor número de indivíduos.

Os quítons foram encontrados coabitando com diversos grupos de organismos bentônicos, incluindo algas, gastrópodes, bivalves, esponjas, poliquetas, cnidários, cirrípedes e ascídias, evidenciando a complexidade biológica desses habitats. Os resultados indicaram que a abundância e a distribuição das espécies variam conforme o tipo de substrato e a localidade, e que *I. striolatus* e *I. pectinata* se destacam como componentes frequentes da fauna bentônica costeira consolidada. Nesse contexto, o trabalho reforça a relevância dessas três espécies de Polyplacophora para o Ceará, ao documentar sua ocorrência, abundância e associação ecológica em ambientes rochosos do litoral oeste do estado, contribuindo para a compreensão da estrutura e dinâmica desses ecossistemas costeiros (Silva et al., 2024).

Figura 35 - Mapa dos locais de amostragem na costa oeste do Ceará, Brasil. Ponto vermelho: Praia do Farol; ponto azul: Praia de Pedra Rachada.



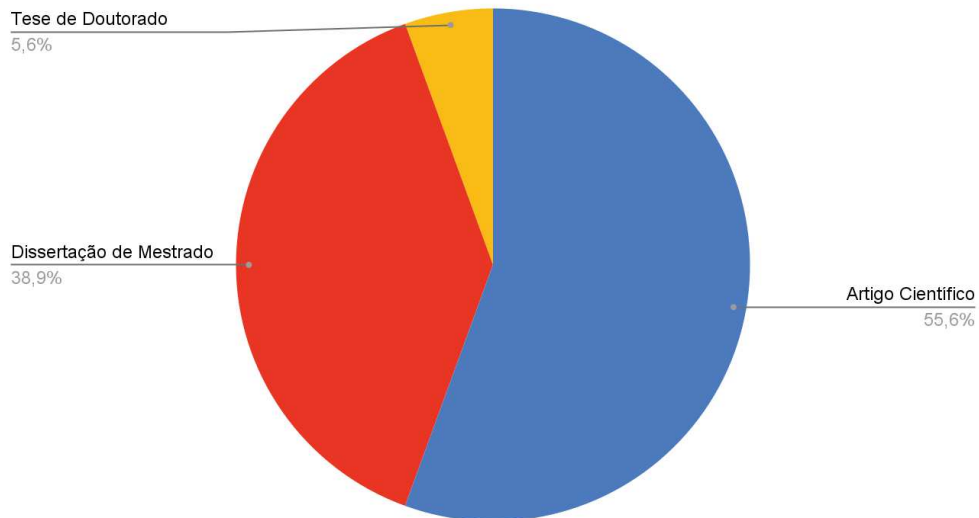
Fonte: Silva et al., 2024, pág. 3.

5.1 Ponto de Vista Geral

Os trabalhos selecionados consistiram majoritariamente em artigos científicos, correspondendo a cerca de 56% do total, seguidos por capítulos de dissertações de mestrado e teses de doutorado (Gráfico 1). As publicações analisadas abrangeram um período que se estende de 1967 a 2024, com maior concentração de estudos a partir da década de 2010, concentrando-se, até o momento, entre 2010 à 2019, e apresentando uma tendência de crescimento a partir desse mesmo período (Gráfico 2). De forma geral, o foco das publicações mantiveram-se constantes em abordar a distribuição dos Polyplacophora em âmbitos ecológicos distintos, ainda assim, trabalhos de distribuição e morfologia taxonômica, tal qual, de morfologia ecológica, ainda que minimamente, fizeram parte da seleção (Gráfico 3).

Gráfico 1 - Gráfico em pizza da porcentagem dos tipos de publicações selecionadas na revisão: Artigo científico (55,6%); Dissertação de Mestrado (38,9%) e Tese de Doutorado (5,6%).

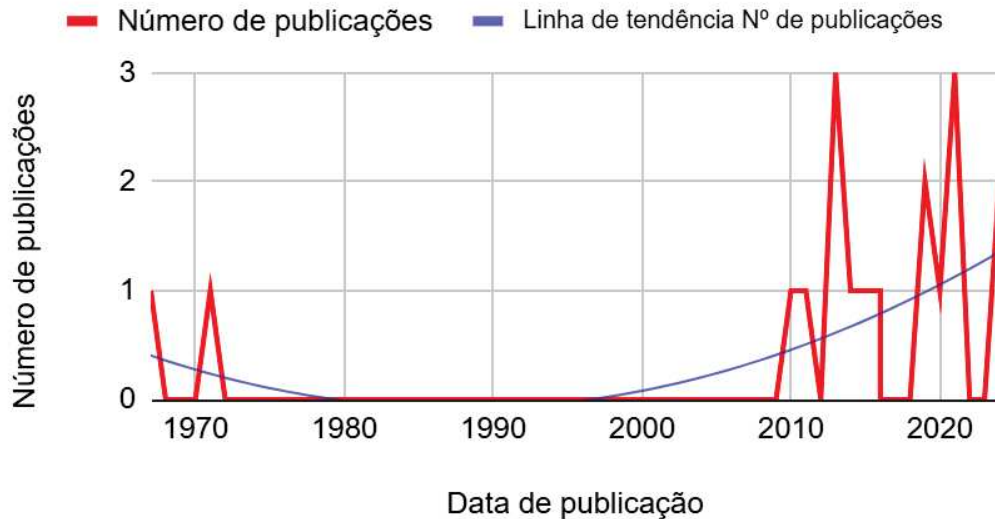
Porcentagem dos Tipos de Publicação Selecionados



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

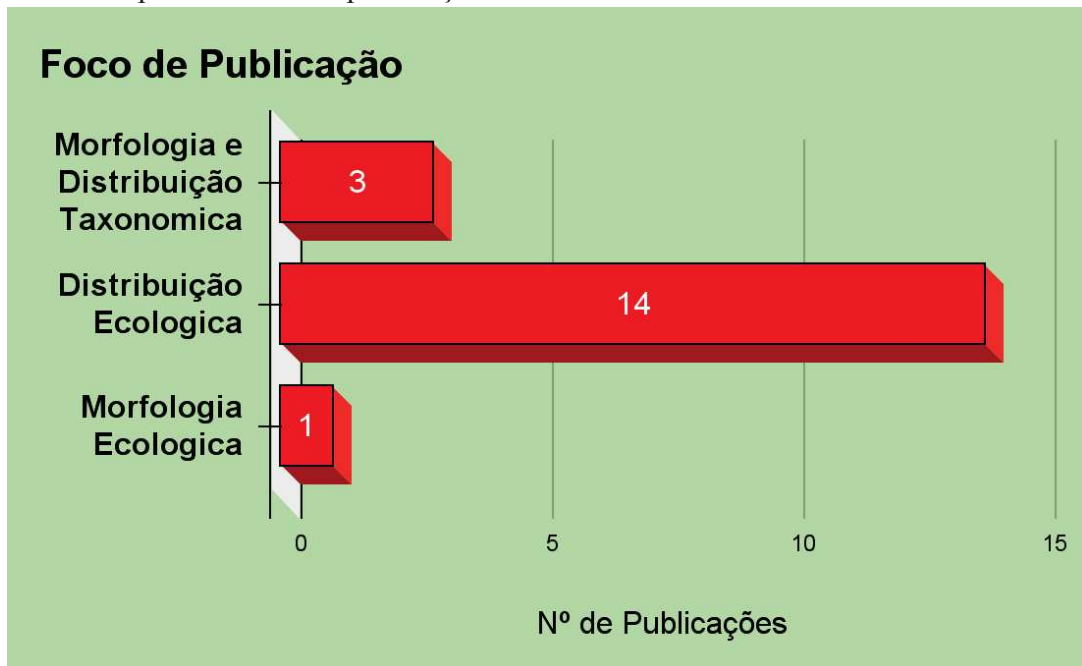
Gráfico 2 - Gráfico de linha do número de publicações por data de publicação, de modo a apresentar a linha de tendência polinomial para projeção do número de publicações.

Nº de publicações x Data de publicação



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

Gráfico 3 - Gráfico de barras do número de publicações para cada foco de produção científica entre as pesquisas selecionadas na revisão. Destacando estudos de morfologia, ecologia, distribuição e taxonomia, quanto à interdisciplina destes nas publicações.

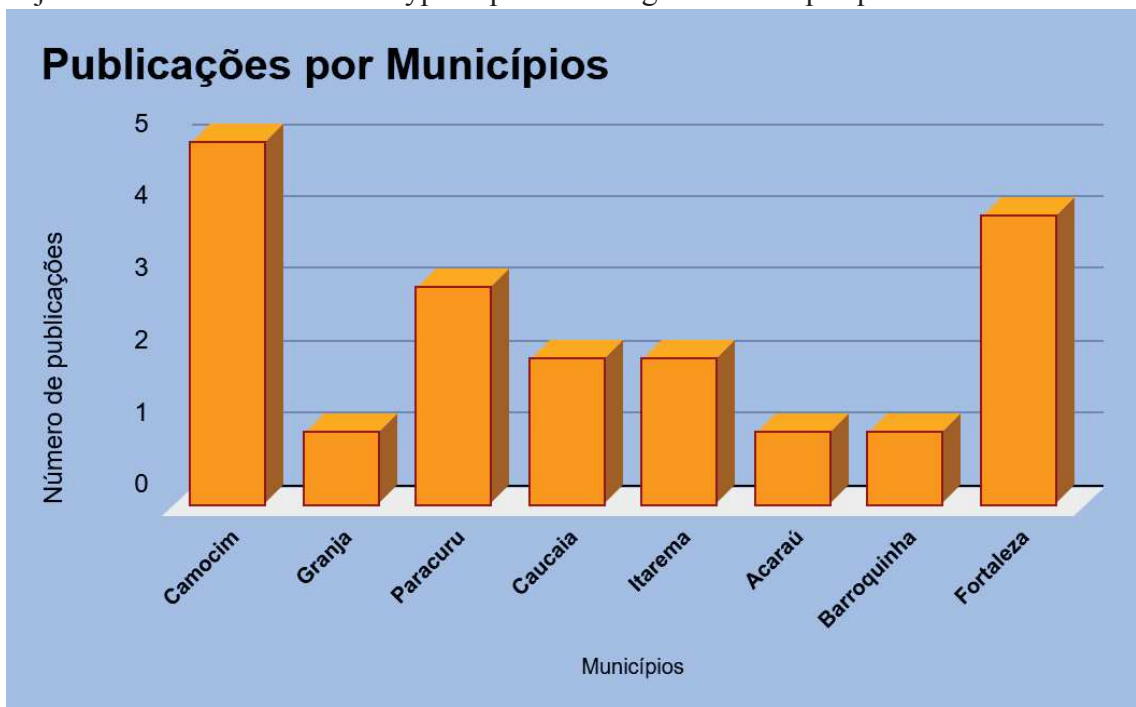


Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

Os trabalhos analisados foram conduzidos majoritariamente no litoral oeste do Ceará, com destaque para os municípios de Camocim, estendendo-se à Granja (Paleovale e

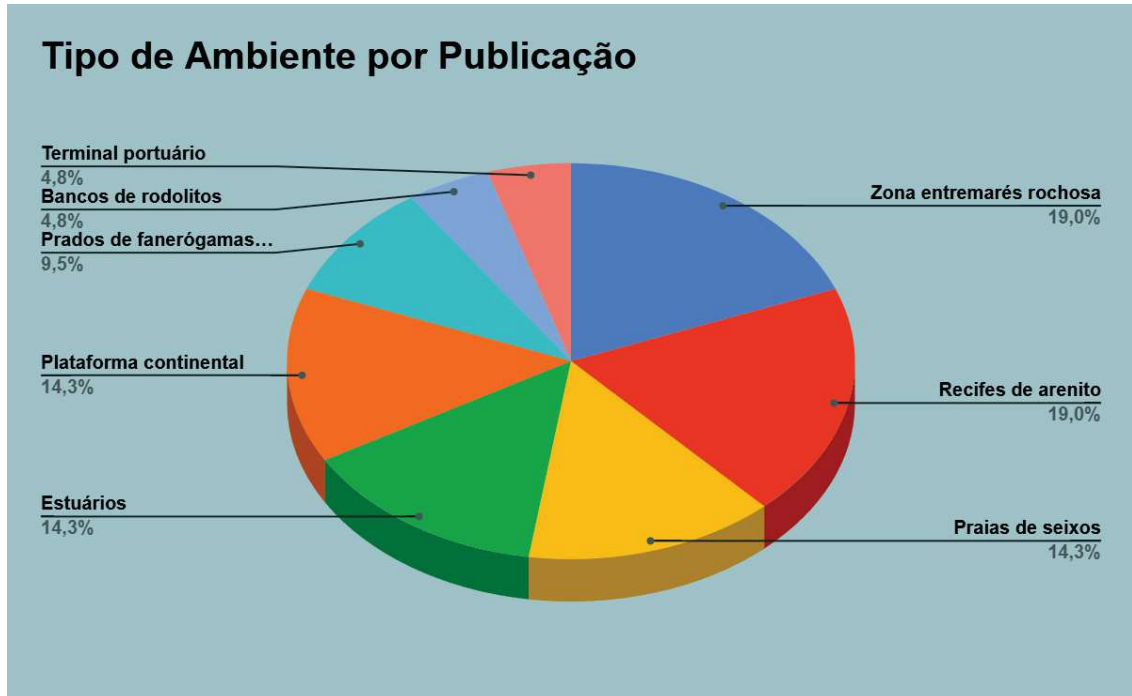
estuário do Rio Coreaú, assim como Farol do Trapiá), Paracuru (praias da Pedra Rachada) e Fortaleza (Praia do Meireles e Praia das Goiabeiras), além de registros pontuais em Caucaia (Praia do Pacheco), Itarema, Acaraú e Barroquinha (praia de Bitupitá) (Gráfico 4). Os ambientes estudados incluíram zona entremarés rochosa, praias de seixos, recifes de arenito, prados de fanerógamas marinhas (*Halodule wrightii*), bancos de rodolitos, estuários e áreas da plataforma continental, evidenciando a ampla variedade de habitats nos quais os Polyplacophora ocorrem no estado; de modo que ambientes do entremarés e de recife de arenito foram as mais evidenciadas na revisão (Gráfico 5 e Tabela 1).

Gráfico 4 - Gráfico em colunas do número de publicações por municípios do Ceará, cujo cerne do trabalho com Polyplacophora abrangeu em suas pesquisas.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

Gráfico 5 - Gráfico em pizza da porcentagem do número de publicações por tipo de ambiente ecológico cuja pesquisa com Polyplacophora abrangueu no Ceará, dentre elas: zonas entremarés rochosas; recifes de arenito; praia de seixos, estuários; plataformas continentais, prados de fanerógamas; bancos de rodolitos e terminal portuário.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

Do ponto de vista taxonômico, das 16 espécies registradas, ao menos 10 espécies de Polyplacophora têm ocorrência confirmada no Ceará, 4 não foram confirmadas a nível de espécie e 2 não possuem registro como espécie na literatura. Abrangendo dentre elas os gêneros *Ischnochiton*, *Ischnoplax*, *Acanthochitona*, *Stenoplax*, *Leptochiton*, *Callistochiton*, *Calloplax* e *Chaetopleura* (Tabela 1). Entre essas, destaca-se *Ischnochiton striolatus*, a espécie mais frequentemente citada, presente na grande maioria dos estudos analisados, ocorrendo em ambientes entremarés, estuarinos, recifes de arenito, bancos de rodolitos e até em áreas da plataforma continental (Tabela 1). Essa espécie demonstrou elevada plasticidade ecológica, sendo registrada tanto em substratos consolidados quanto em ambientes sob influência estuarina.

Tabela 1 - Número de espécies publicadas para cada município estudado quanto a produção científica de Polyplacophora no Ceará, seguidos em sequência, pelo agrupamento de cada habitat projetado em todas as respectivas pesquisas selecionadas.

Espécies Publicadas	Número de publicações	Municípios	Tipo de Ambiente
<i>Ischnochiton</i>	15	Acaraú, Barroquinha,	Terminal portuário;

<i>striolatus</i>		Camocim, Caucaia, Fortaleza, Granja, Itarema e Paracuru	área de seixos; recifes de arenito; zonas entremarés rochosas; bancos de rodolitos em plataforma continental; paleovale submerso; associados em prados de capim-marinho e estuário.
<i>Ischnochiton niveus</i>	2	Fortaleza	Associados em prados de capim-marinho
<i>Ischnochiton sp.</i>	3	Acaraú, Fortaleza e Itarema	Plataforma continental e associados em prados de capim-marinho
<i>Ischnoplax pectinata</i>	8	Barroquinha, Camocim, Caucaia, Fortaleza e Paracuru	Área de seixos; recife de arenito; zona entremarés e estuário
<i>Stenoplax boogii</i>	1	Não específico	Não específico
<i>Stenoplax iansa</i>	1	Paracuru	Zona entremarés
<i>Stenoplax sp.</i>	1	Não específico	Plataforma continental
<i>Acanthochitona ciroi</i>	1	Não específico	Não específico
<i>Acanthochitona brunoi</i>	1	Não específico	Não específico
<i>Acanthochitona sp.</i>	2	Barroquinha, Camocim e Paracuru	Substratos rochosos consolidados como recifes de arenito e seixos
<i>Callistochiton pulchrior</i>	1	Não específico	Não específico
<i>Leptochiton sp.</i>	2	Acaraú, Iratema e	Plataforma continental

		Paracuru	e zona entremarés
<i>Calloplax janeirensis</i>	1	Fortaleza e Caucaia	Plataforma continental
<i>Acanthochitona ordini</i>	1	Barroquinha	Recife de arenito
<i>Ischnochiton limaciformis</i>	1	Não específico	Não específico
<i>Chaetopleura isabellei</i>	2	Fortaleza	Associados em prados de capim-marinho

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa e revisão.

Os estudos mais antigos, especialmente os de Righi (1967, 1971), forneceram a base taxonômica inicial para o conhecimento dos polioplacóforos no Brasil e no Ceará, confirmando a ocorrência de diversas espécies no estado e discutindo aspectos de distribuição geográfica, batimétrica e sinonímia. Portanto, sendo fundamentais para consolidar registros históricos e orientar pesquisas posteriores, ainda que não apresentassem foco específico em análises ecológicas locais.

A partir da década de 2010, observa-se um aumento significativo de estudos com ênfase ecológica e populacional, sobretudo em ambientes entremarés. Trabalhos realizados na Praia do Pacheco (Caucaia) demonstraram que *I. striolatus* e *Ischnoplax pectinata* apresentam padrões bem definidos de distribuição espacial e temporal, com maior abundância em zonas de mesolitoral inferior e associação positiva com o tamanho dos seixos, além de influência de fatores abióticos como salinidade e pluviosidade (Veras; Martins; Matthews-Cascon, 2013; Vasconcelos, 2011). Resultados semelhantes foram observados em recifes de arenito e praias rochosas de Paracuru e Camocim, onde os quítons mostraram distribuição relativamente uniforme ao longo do substrato, com leve aumento de abundância em áreas mais submersas (Da Silva et. al., 2024).

Estudos conduzidos em prados de *Halodule wrightii*, ambos na Praia das Goiabeiras (Fortaleza), assim como aqueles seguidos no estuário do Rio Coreaú (Camocim), revelaram a presença inesperada de Polyplacophora em ambientes tradicionalmente associados a sedimentos inconsolidados (De Lima; Maia; Jardim, 2024; Barros & Rocha-Barreira, 2013; Barros; Jardim; Rocha-Barreira, 2013). Nesses locais, espécies como *Ischnochiton niveus*, *I. striolatus*, *Ischnoplax pectinata* e *Chaetopleura isabellae* foram encontradas predominantemente no estrato abaixo do solo, sugerindo que a complexidade estrutural proporcionada pelas raízes do capim-marinho e pela presença de rochas recifais

associadas favorece a ocorrência desses organismos. Alguns desses estudos registraram novos registros para o Brasil e para o Nordeste, destacando a importância desses habitats como áreas de abrigo e berçário.

Ambientes estuarinos também se destacaram nos resultados mais recentes. Pesquisas realizadas no estuário do Rio Coreaú registraram, pela primeira vez no Brasil, a ocorrência de quítons em estuários tropicais, com elevada abundância de *Ischnochiton striolatus* e presença de *Ischnoplax pectinata* (De Lima; Maia; Jardim, 2024; De Lima & Maia, 2016). Esses estudos demonstraram que essas espécies são capazes de tolerar amplas variações de salinidade, contrariando o entendimento prévio de que os Polyplacophora estariam restritos principalmente a ambientes marinhos plenamente salinos.

Na plataforma continental do Ceará, os quítons foram registrados de forma menos abundante, geralmente associados a estudos cujo foco principal eram outras classes de moluscos. Trabalhos baseados em amostragem por draga Van Veen indicaram baixa representatividade de Polyplacophora, frequentemente com poucos indivíduos e identificação limitada ao nível de gênero (Silva, 2014; Bandeira, 2019; Lima, 2021). Essa baixa abundância foi atribuída, em grande parte, à preferência dos quítons por substratos consolidados, que são pouco eficientes de serem amostrados por métodos voltados ao sedimento.

Do ponto de vista taxonômico-descritivo, destaca-se a descrição da espécie *Stenoplax iansa* sp. nov., com material-tipo coletado no litoral do Ceará, representando uma contribuição significativa para o conhecimento da biodiversidade de Polyplacophora no Brasil (Jardim & Almeida, 2021). Além disso, diversos trabalhos reportaram novos registros regionais, reforçando o papel do litoral cearense como área relevante para a diversidade e distribuição desse grupo.

6 DISCUSSÃO

A análise da produção científica sobre Polyplacophora no litoral do Ceará evidencia um conhecimento ainda fragmentado e fortemente concentrado em poucos táxons, ambientes e abordagens metodológicas. Embora o estado apresente uma abundância evidente, a diversidade não parece significativa, mesmo em ambientes costeiros; incluindo zonas entremarés rochosas, recifes de arenito, prados de fanerógamas marinhas e estuários. Em áreas da plataforma continental não só a diversidade, como a abundância também tendem a cair. Dito isso, os estudos disponíveis demonstram que a investigação dos quítons permanece restrita a contextos pontuais e, em grande parte, dependente de levantamentos mais amplos de moluscos ou macrofauna bentônica, o que por sua vez pode limitar a observação de uma ampla diversidade dos quítons em si.

Os trabalhos clássicos de Righi (1967, 1971) constituem o alicerce taxonômico sobre o qual se apoiam praticamente todas as pesquisas subsequentes realizadas no Ceará. Esses estudos forneceram descrições morfológicas detalhadas e consolidaram registros de ocorrência, porém refletem um período em que a abordagem taxonômica era predominantemente descritiva e baseada em caracteres morfológicos externos. A baixa frequência, constatada na revisão, de revisões taxonômicas modernas específicas para o litoral cearense, incorporando ferramentas como microscopia eletrônica ou dados moleculares, pode evidenciar uma lacuna importante no conhecimento atual sobre a diversidade real de Polyplacophora no estado. Isso posto, visto que as espécies identificadas no estado são de ampla distribuição e já de extenso estudo científico, buscar revisões mais modernas na região como interesse científico local pode acabar tornando-se redundante, embora que ainda imprescindível para o real desenvolvimento do estudo da classe.

A partir da década de 2010, observa-se uma mudança no enfoque das pesquisas, com um aumento expressivo de estudos voltados à ecologia e à estrutura populacional, especialmente em ambientes entremarés (Gráfico 3). Trabalhos realizados em praias de seixos e recifes de arenito demonstraram que espécies como *Ischnochiton striolatus* apresentam ampla distribuição espacial e elevada abundância relativa, tornando-se o principal modelo de estudo para o grupo no Ceará (Vasconcelos, 2011; Veras, Martins e Matthews-Cascon, 2013; Menezes, 2019; Da Silva et. al., 2024; De Lima; Maia; Jardim, 2024). Essa recorrência, embora contribua para um entendimento aprofundado da ecologia dessa espécie específica, também revela um viés taxonômico significativo, no qual outras espécies de Polyplacophora permanecem pouco exploradas ou sub-representadas na literatura.

A predominância de *I. striolatus* nos registros pode ser explicada, em parte, por sua elevada plasticidade ecológica e tolerância a diferentes condições ambientais. Sua ocorrência em ambientes entremarés, estuarinos, recifes e até na plataforma continental sugere uma capacidade adaptativa superior em comparação a outros quítons, o que facilita sua detecção em diferentes tipos de amostragem (Tabela 1). No entanto, essa característica também pode mascarar a presença de espécies menos abundantes ou mais crípticas, especialmente aquelas associadas a micro-habitats específicos ou a substratos de difícil acesso, como é possível constatar na revisão.

Os registros de Polyplacophora em prados de *Halodule wrightii* e em estuários tropicais representam um avanço relevante no conhecimento ecológico do grupo no Brasil (Barros & Rocha-Barreira, 2013; Barros; Jardim; Rocha-Barreira, 2013). Tradicionalmente associados a substratos rochosos expostos, os quítons demonstraram capacidade de ocupar ambientes considerados atípicos, desde que exista algum grau de consolidação do substrato, como raízes de fanerógamas, fragmentos recifais ou rochas isoladas. Esses resultados ampliam a compreensão da amplitude ecológica dos Polyplacophora e indicam que a diversidade do grupo pode estar subestimada em ambientes que historicamente não são alvo de amostragens direcionadas.

No que diz respeito à plataforma continental, a baixa representatividade de Polyplacophora nos estudos analisados parece estar mais relacionada às limitações metodológicas do que à real ausência do grupo nesses ambientes. Métodos de amostragem voltados para sedimentos inconsolidados, como dragas, são pouco eficientes para a captura de organismos fortemente associados a substratos duros. Dessa forma, a escassez de registros em áreas submersas do Ceará pode refletir uma lacuna amostral significativa, reforçando a necessidade de metodologias específicas para ambientes consolidados submersos, como mergulho científico e uso de ROVs.

A descrição de *Stenoplax iansa* (Jardim & Almeida, 2021), com material proveniente do litoral cearense, destaca a relevância do estado para o conhecimento da diversidade de Polyplacophora no Brasil. A descoberta de uma nova espécie em uma região relativamente bem acessível sugere e reforça que a fauna de quítons ainda está longe de ser completamente conhecida, especialmente quando se considera a escassez de estudos taxonômicos recentes e a diversidade de habitats disponíveis no litoral do Ceará.

De modo geral, os resultados discutidos indicam que a produção científica sobre Polyplacophora no litoral do Ceará é marcada por avanços pontuais, porém carece de maior integração entre abordagens taxonômicas, ecológicas e biogeográficas. A concentração de

estudos em poucas localidades e espécies, aliada à ausência de revisões sistemáticas modernas e de investigações em ambientes sub-explorados, aponta para a necessidade de pesquisas mais abrangentes e integradas. Nesse contexto, o presente trabalho procura contribuir ao sintetizar o conhecimento disponível, evidenciando padrões, limitações e lacunas que podem orientar futuras pesquisas sobre a diversidade, ecologia e conservação dos Polyplacophora no litoral cearense.

7 CONCLUSÃO

A partir dos dados analisados, esta revisão demonstra de forma consistente que os Polyplacophora apresentam ocorrência ampla e bem estabelecida no litoral do Ceará, ocupando diferentes ambientes costeiros, incluindo costões rochosos, estuários, prados de capim-marinho e áreas da plataforma continental. As evidências reunidas confirmam que espécies como *Ischnochiton striolatus*, *Ischnoplax pectinata* e *Acanthochitona* sp. constituem elementos recorrentes e abundantes da malacofauna bentônica estadual, com distribuição fortemente associada ao tipo de substrato e às condições ambientais locais. Os resultados também indicam que a presença de recifes, sedimentos consolidados e variações físico-químicas, especialmente de salinidade, influenciam diretamente a abundância, o tamanho e a estrutura das populações, reforçando a adaptação desses organismos a ambientes considerados atípicos para o grupo, como os estuários tropicais do Ceará.

Além disso, os registros analisados ampliam de maneira significativa o conhecimento taxonômico e ecológico dos Polyplacophora no Nordeste brasileiro, destacando o Ceará como uma área potencialmente relevante para a diversidade em novos registros do grupo, destacando para isso as espécies recentemente descritas ou registradas pela primeira vez no estado ou país. A ocorrência recorrente de quítons em ambientes estuarinos e sublitorais, aliada à sua abundância e interação com outros componentes da fauna bentônica, evidencia seu papel funcional nos ecossistemas costeiros cearenses (De Lima et. al., 2021; De Lima; Maia; Jardim, 2024; De Lima & Maia, 2016). Dessa forma, os resultados obtidos sustentam a necessidade de considerar os Polyplacophora em estudos diversos das áreas de ecologia, morfologia, distribuição e taxonomia; bem como de ampliar esforços amostrais em ambientes ainda pouco explorados, consolidando o Ceará como uma área-chave para a compreensão da classe dentro do Brasil.

REFERÊNCIAS

- AMPUERO, Andre *et al.* Aesthete pattern diversity in chiton clades (Mollusca: Polyplacophora): balancing sensory structures and strength in valve architecture. *Journal of Morphology*, v. 285, n. 11, p. e21784, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jmor.21784>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- AVILA-POVEDA, Omar Hernando *et al.* Plasticity in reproductive traits of an intertidal rocky shore chiton (Polyplacophora: Chitonida) under pre-ENSO and ENSO events. *Journal of Molluscan Studies*, v. 87, n. 1, p. eyaa033, 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/mollus/article-abstract/87/1/eyaa033/6034009>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- AVILA-POVEDA, Omar Hernando; ABADIA-CHANONA, Quetzalli Yasú. Emergence, development, and maturity of the gonad of two species of chitons “sea cockroach” (Mollusca: Polyplacophora) through the early life stages. *PLOS One*, v. 8, n. 8, p. e69785, 2013. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0069785>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- BANDEIRA, Ênio Victor Paiva. *Malacofauna associada a rodolitos da plataforma continental na costa oeste do Estado do Ceará, Brasil*. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/40278>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- BARROS, Kcrishna V. S.; JARDIM, Jaime; ROCHA-BARREIRA, Cristina A. Ecological observations on *Polyplacophora* in a *Halodule wrightii* Ascherson meadow and new records for Northeast and Brazilian coast. *Revista Nordestina de Zoologia*, Recife, v. 7, n. 1, p. 27–40, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/download/75488801/ECOLOGICAL_OBSERVATIONS_ON_POLYPLACOPHOR20211201-12168-px9o0r.pdf. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- BARROS, Kcrishna V. S.; ROCHA-BARREIRA, Cristina A. Responses of the molluscan fauna to environmental variations in a *Halodule wrightii* Ascherson ecosystem from Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, p. 1397–1410, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Z68nB5fHr4nFDzkdtxwSZHH/?lang=en&format=html>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- BENKENDORFF, Kirsten. Molluscan biological and chemical diversity: secondary metabolites and medicinal resources produced by marine molluscs. *Biological Reviews*, v. 85, n. 4, p. 757–775, 2010. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-185X.2010.00124.x?casa_token=KJKtXe6ochUAAAAA:g-aLHzMO9EXEaoRcSwWyL1sWABTLrCn9_FVRxRZji-Ye2TwL7sp889utu1inuUIHTS40g6lb_HxYnGNk. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- BEZERRA, Diego Feitosa. *Distribuição da malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará, Brasil, com ênfase no bivalve invasor *Isognomon bicolor**. 2010. 75 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em:
<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/1707>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

BOHÓRQUEZ, D. V. *et al.* Neuroepithelial circuit formed by innervation of sensory enteroendocrine cells. *The Journal of Clinical Investigation*, v. 125, n. 2, p. 782–786, 2015. Disponível em: <https://www.jci.org/articles/view/78361>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

BUCKLAND-NICKS, J. Ultrastructure of sperm and sperm-egg interaction in Aculifera: implications for molluscan phylogeny. In: JAMIESON, B. G. M.; AUSIÓ, J.; JUSTINE, J.-L. (eds.). *Advances in Spermatozoal Phylogeny and Taxonomy*. Paris: Mémoires du Muséum National d’Histoire Naturelle, v. 166, p. 129–153, 1995. Disponível em:
<https://archive.org/download/biostor-252392/biostor-252392.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

CAMARGO, P. R. da S. *et al.* Estado atual de conhecimento das principais características dos moluscos. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 40950–40963, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28603>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

COLLEY, Eduardo; SIMONE, Luiz Ricardo L.; DE LOYOLA, J. Uma viagem pela história da Malacologia. *Estudos de Biologia*, v. 34, n. 83, 2012. Disponível em:
<https://periodicos.pucpr.br/estudosdebiologia/article/view/22918>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

DA SILVA, Patricia Albuquerque *et al.* Polyplacophora (Mollusca): composition, abundance and occurrence with cohabitants on the west coast of Ceará, Brazil. *Conexões – Ciência e Tecnologia*, v. 18, p. e022036–e022036, 2024. Disponível em:
<https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/3390>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

DE LIMA, Davi José Araújo; MAIA, Rafaela Camargo. A influência da salinidade na distribuição e abundância de *Polyplacophora* (Mollusca) em Camocim, Ceará. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)*, 2016. Disponível em:
https://prpi.ifce.edu.br/nl/_lib/file/doc4466-Trabalho/PIBIC_RF.pdf. Acesso em: 15 Jan. 2026.

DE LIMA, Davi José Araújo *et al.* Padrões de coloração de *Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828) (Mollusca: Polyplacophora) em Camocim, Ceará. *Conexões – Ciência e Tecnologia*, v. 15, p. e021019–e021019, 2021. Disponível em:
<https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/2102>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

DE LIMA, Davi José Araújo; MAIA, Rafaela Camargo; JARDIM, Jaime Alberto. Occurrence of chitons (Mollusca, Polyplacophora) in estuaries: first records in Brazil. *Check List*, v. 20, n. 4, p. 908–914, 2024. Disponível em:
<https://checklist.pensoft.net/article/119583/download/pdf/>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

FORTUNATO, Helena. Mollusks: tools in environmental and climate research. *American Malacological Bulletin*, v. 33, n. 2, 2015. Disponível em:
<https://bioone.org/journals/American-Malacological-Bulletin/volume-33/issue-2/006.033.0208/Mollusks--Tools-in-Environmental-and-Climata-classinternal-link/10.4003/006.033.0208.short>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

- HASZPRUNAR, Gerhard; WANNINGER, Andreas. Molluscs. *Current Biology*, v. 22, n. 13, p. R510–R514, 2012. Disponível em: [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(12\)00592-1](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(12)00592-1). Acesso em: 15 Jan. 2026.
- HENDRICKX, Michel E. *et al.* Marine and brackish-water molluscan biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina*, v. 71, n. 4, p. 637–647, 2007. Disponível em: <https://scientiamarina.revistas.csic.es/index.php/scientiamarina/article/view/218>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- IRISARRI, Iker *et al.* A mitogenomic phylogeny of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *BMC Evolutionary Biology*, v. 20, n. 1, p. 22, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12862-019-1573-2>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- JARDIM, Jaime A.; ALMEIDA, Sergio M. *Stenoplax iansa* sp. nov. from Brazil (Polyplacophora, Chitonoidea). *Journal of Conchology*, v. 44, n. 1, p. 31, 2021. Disponível em: <https://conchsoc.org/sites/default/files/jconch/44/1/2021-44104.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- LIMA, Marianny Kellen Silva. *Moluscos marinhos: uma abordagem sistemática e uma caracterização da malacofauna de um paleovale submerso da Plataforma Continental na costa Oeste do Estado do Ceará, Brasil*. 2021. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64420>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- LOBO-DA-CUNHA, Alexandre *et al.* Functional histology and ultrastructure of the digestive tract in two species of chitons (Mollusca, Polyplacophora). *Journal of Marine Science and Engineering*, v. 10, n. 2, p. 160, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/2/160>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- LOWENSTAM, Heinz Adolf; WEINER, Stephen. *On biomineralization*. Oxford: Oxford University Press, 1989. Disponível em: https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=16znCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=On+biomineralization.&ots=7yCHahWe2z&sig=hXvWfLAEuy-A_b5Kz7XIglk8XVY. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- MACHADO, F. M., et al. How many species of *Mollusca* are there in Brazil? A collective taxonomic effort to reveal this still unknown diversity. *Zoologia*, v. 40, p. e23026, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/zool/a/39cb6vDrSBw437MNdx4CPPS>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- MENDONÇA, Vanessa Sofia Alegria. *Padrões de distribuição espacial e de variabilidade morfológica de quitones em zonas entre-marés rochosas e arenosas*. 2012. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/98bf5352e24981e0561f00d454111142/1?pq-origsite=scholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 15 Jan. 2026.
- MENEZES, Renata Pereira. *Estrutura da assembleia de moluscos bentônicos da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Brasil*. 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de

Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/52911>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

MENEZES, Thiago Pereira. *Malacofauna associada a um recife de arenito no Nordeste do Brasil*. 2019. 34 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/42805>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

MOLES, Juan *et al.* Tightening the girdle: phylotranscriptomics of Polyplacophora. *Journal of Molluscan Studies*, v. 87, n. 2, p. eyab019, 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/mollus/article-abstract/87/2/eyab019/6291577>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

OKUSU, Akiko *et al.* Towards a phylogeny of chitons (Mollusca, Polyplacophora) based on combined analysis of five molecular loci. *Organisms Diversity & Evolution*, v. 3, n. 4, p. 281–302, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439609204700768>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

PONDER, Winston Frank; LINDBERG, David R.; PONDER, Juliet Mary. *Biology and evolution of the Mollusca*. v. 2. Boca Raton: CRC Press, 2020.

PURCHON, Richard Denison. *The biology of the Mollusca*. Amsterdam: Elsevier, 2013. Disponível em: <https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=4EXgBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=The+biology+of+the+Mollusca.&ots=bRi9IpGHci&sig=uQZAIQXsE3xyaUHip2YzH8N6j8U>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

RICHTER, Stefan *et al.* Invertebrate neurophylogeny: suggested terms and definitions for a neuroanatomical glossary. *Frontiers in Zoology*, v. 7, n. 1, p. 29, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/1742-9994-7-29>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

RIGHI, Gilberto. Sobre Polyplacophora do litoral brasileiro. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 20, n. 1–21, p. 85–98, 1967. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/download/209471/192258>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

RIGHI, Gilberto. Moluscos polioplacóforos do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 24, n. 1–18, p. 123–146, 1971. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/download/210769/193214>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SCHMIDT-RHAESA, Andreas; HARZSCH, Steffen; PURSCHKE, Günter. *Structure and evolution of invertebrate nervous systems*. Oxford: Oxford University Press, 2015. Disponível em: https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=G6SCCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=Structure+and+evolution+of+invertebrate+nervous+systems&ots=8Beakh_40Y&sig=HfKRqTYIR9FcLkM0fjDTK_gSQss. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SCHWABE, Enrico. Illustrated summary of chiton terminology. *Spixiana*, v. 33, n. 2, p. 171–194, 2010. Disponível em:

https://www.pfeil-verlag.de/wp-content/uploads/2017/04/spix33_2_02.pdf. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SHAW, Jeremy. *Biomineralisation processes in the radula teeth of the chiton Acanthopleura hirtosa (Mollusca: Polyplacophora)*. 2007. Tese (Doutorado) — Murdoch University, 2007.

Disponível em:

<https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/doctoral/Biomineralisation-processes-in-the-radula-teeth/991005544017107891>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIGWART, Julia D. *et al.* A new sensory organ in “primitive” molluscs (Polyplacophora: Lepidopleurida). *Frontiers in Zoology*, v. 11, n. 1, p. 7, 2014. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1186/1742-9994-11-7>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIGWART, Julia D.; CHEN, Chong. Life history, patchy distribution, and patchy taxonomy in a shallow-water invertebrate (Mollusca: Polyplacophora: Lepidopleurida). *Marine Biodiversity*, v. 48, n. 4, p. 1867–1877, 2018. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12526-017-0688-1>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIGWART, Julia D.; SCHWABE, Enrico. Anatomy of the many feeding types in polyplacophoran molluscs. *Invertebrate Zoology*, v. 14, n. 2, p. 205–216, 2017. Disponível em:

<https://pure.qub.ac.uk/en/publications/anatomy-of-the-many-feeding-types-in-polyplacophoran-molluscs>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIGWART, Julia D.; VERMEIJ, Geerat J.; HOYER, Peter. Why do chitons curl into a ball? *Biology Letters*, v. 15, n. 10, p. 20190429, 2019. Disponível em:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsbl.2019.0429>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SILVA, Aline Ferreira da. *Distribuição dos moluscos bentônicos e sua relação com o sedimento na plataforma continental da região semiárida do Nordeste do Brasil*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/11347>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIMONE, Luiz Ricardo L. *Reino Animalia: Filo Mollusca*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em:

<http://www.moluscos.org/trabalhos/1999/Simone%201999-Mol-Mar2.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2026. Disponível em: Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIRENKO, B. I. Revision of the system of the order Chitonida (Mollusca: Polyplacophora) on the basis of correlation between the type of gills arrangement and the shape of the chorion processes. *Ruthenica*, v. 3, p. 93–117, 1993. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/337160243_Revision_of_the_system_of_the_order_Chitonida_Mollusca_Polyplacophora_on_the_basis_of_correlation_between_the_type_of_gills_arrangement_and_the_shape_of_the_chorion_processes. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIRENKO, B. I. The ancient origin and persistence of chitons (Mollusca, Polyplacophora) that live and feed on deep submerged land plant matter (xylophages). *Bollettino Malacologico*, v. 5, p. 111–116, 2004. Disponível em:

<https://www.societaitalianadimalacologia.it/Bollettino/Supplemento%205/Sirenko%20%2011-116.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SIRENKO, B. I. New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora)(< Special Number> the 2nd International Chiton Symposium). *Venus (Journal of the Malacological Society of Japan)*, v. 65, n. 1–2, p. 27–49, 2006. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/venus/65/1-2/65_KJ00004408535/_article/-char/ja/. Acesso em: 15 Jan. 2026.

SPEISER, Daniel I.; EERNISSE, Douglas J.; JOHNSEN, Sönke. A chiton uses aragonite lenses to form images. *Current Biology*, v. 21, n. 8, p. 665–670, 2011. Disponível em: <https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-98221100305-8>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

VASCONCELOS, Socorro Jeyce Rocha. *Dinâmica populacional dos quitons (Mollusca: Polyplacophora) da Praia do Pacheco, Caucaia, Ceará, Nordeste do Brasil*. 2011. xiii, 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/5020>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

VENDRASCO, M. J. *et al.* Polyplacophora (Mollusca) from the San Diego Formation: a remarkable assemblage of fossil chitons from the Pliocene of Southern California. *Contributions in Science*, v. 520, p. 15–72, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Michael-Vendrasco/publication/246547898_Polyplacophora_Mollusca_from_the_San_Diego_Formation_A_remarkable_assemblage_of_fossil_chitons_from_the_Pliocene_of_Southern_California_Contrib/links/0046351da9c02409e5000000/Polyplacophora-Mollusca-from-the-San-Diego-Formation-A-remarkable-assemblage-of-fossil-chitons-from-the-Pliocene-of-Southern-California-Contrib.pdf. Acesso em: 15 Jan. 2026.

VERAS, Débora Rocha Aguiar. *Moluscos associados à macroalga Pterocladia caerulescens (Rhodophyta, Pterocladia) na zona entremarés da Praia de Pedra Rachada, Paracuru, Ceará*. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/1382>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

VERAS, Débora R. A.; MARTINS, Inês X.; MATTHEWS-CASCON, Helena. Mollusks: how are they arranged in the rocky intertidal zone? *Iheringia. Série Zoologia*, v. 103, p. 97–103, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/jPncVL7wWRwm5KcmpSLgGSt/?lang=en>. Acesso em: 15 Jan. 2026.

VINAGRE, C. *et al.* Upper thermal limits and warming safety margins of coastal marine species—indicator baseline for future reference. *Ecological Indicators*, v. 102, p. 644–649, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X19302122?casa_token=z5phXJWiQzQAAAAA:SOx2iEez9WEaftE4mp3gr44AYuQsXzp4LlGv4l3ITgUxs4fiHQb70v2CbGQ9srid16WM4JOhlzy. Acesso em: 15 Jan. 2026.

WoRMS EDITORIAL BOARD. *World Register of Marine Species*. VLIZ, 2026. Disponível em: <https://www.marinespecies.org>. Acesso em: 14 jan. 2026. DOI: <https://doi.org/10.14284/170>.