

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR – LABOMAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**VALESCA PAULA ROCHA**

**MORFOMETRIA E ANATOMIA DE ARCÍDEOS  
(MOLLUSCA, BIVALVIA) DA COSTA NORTE-  
NORDESTE DO BRASIL**

**FORTALEZA**

**2011**

VALESCA PAULA ROCHA

MORFOMETRIA E ANATOMIA DE ARCÍDEOS (MOLLUSCA, BIVALVIA) DA COSTA  
NORTE-NORDESTE DO BRASIL

Dissertação submetida à Coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais.

Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Helena Matthews-Cascon

FORTALEZA

2011

R573m Rocha, Valesca Paula  
Morfometria e Anatomia de Arcídeos (Mollusca, Bivalvia)  
da costa Norte-Nordeste do Brasil / Valesca Paula Rocha, 2011.  
68 f.; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon.

Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas  
Marinhos e Estuarino.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará – UFC,  
2011.

1. Padrões morfológicos 2. Redescrição 3. Anadarinae 4.  
Arcinae. I. Matthews-Cascon, Helena (orient.) II. Universidade Federal  
do Ceará – Instituto de Ciências do Mar, Pós-Graduação em Ciências  
Marinhas Tropicais. III. Título

CDD 594.11

**Valesca Paula Rocha**

**Morfometria e Anatomia de Arcídeos (Mollusca: Bivalvia) da Costa Norte-Nordeste do Brasil.**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências marinhas Tropicais, LABOMAR – Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, área de concentração em Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em, *04 de março de 2011.*

**BANCA EXAMINADORA**

  
**Profa. Dra. Helena Matthews Cascon (orientador)**  
**Universidade Federal do Ceará - UFC**

  
**Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira**  
**Universidade Federal do Ceará - UFC**

  
**Prof. Dr. Luiz Ernesto Arruda Bezerra**  
**Universidade Federal de Pernambuco - UFPE**

*À minha família, dedico.*

*“A parte que ignoramos é muito maior que tudo quanto sabemos.”*

*Platão*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha família que sempre estão por perto para incentivar e me dá forças para alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos Anderson – pela ajuda fiel nas fotos – e Hendel – pelas ajudas com o computador. Obrigada a todos pelos momentos de descontração e filmes...

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Helena Matthews-Cascon, por ser sempre tão paciente e animadora. Por confiar em mim nesses cinco anos de ‘malacologia’... É um exemplo a seguir sempre!

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cristina de Almeida Rocha-Barreira e as pessoas que trabalham no laboratório de zoobentos, no LABOMAR-UFC, por sempre me receber de “braços abertos”.

Ao Prof. Dr. Marcelo ‘Tony’, da UFC, pela enorme ajuda com o programa de estatística.

Ao Dr. Luis Ernesto, da UFPE, pelas sugestões e correções na redação da dissertação.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Inês Xavier, da UFERSA, por ter enviado os exemplares de *Anadara braziliana* com parte mole para o estudo de anatomia.

À todos do LIMCE, em especial a Débora, Jeyce, Ítala e Bruno, por me emprestarem os ouvidos para desabafar e pelos momentos de descontração.

Aos poucos e grandes amigos de verdade que tenho e àqueles que conheci durante o mestrado – todos os encontros “conviver” nesses dois anos foram perfeitos!

À minha futura nova família (Dona Graça, Seu Valdenísio e Juuuuu) por me acolher como uma filha/irmã e acreditar que eu posso alcançar meus sonhos.

Ao Valdenísio Júnior (meu amor), por ter entrado na minha vida e me fazer uma pessoa feliz e realizada. Por sempre está por perto, pelos conselhos e pelas ajudas incontáveis sempre que necessário.

A todos os professores que tive, até mesmo nos cursos de língua estrangeira, pela base, conhecimento e exemplo na minha formação profissional e pessoal.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa de mestrado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	08
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
<b>CAPÍTULO 1: Análise Morfométrica da Família Arcidae (Mollusca: Bivalvia) na costa Norte-Nordeste do Brasil</b> .....	17
RESUMO .....	18
ABSTRACT .....	19
1. Introdução .....	20
2. Objetivos .....	22
3. Material e Métodos .....	23
4. Resultados .....	25
5. Discussão .....	33
<b>CAPÍTULO 2: Anatomia Comparada de Três Espécies da Família Arcidae (Mollusca: Bivalvia) da Costa Nordeste do Brasil</b> .....	37
RESUMO .....	38
ABSTRACT .....	39
1. Introdução .....	40
2. Objetivo .....	42
3. Material e Métodos .....	43
4. Resultados .....	44
5. Discussão .....	54
<b>CONCLUSÕES</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Hipótese atualmente aceita da relação entre os altos taxa de bivalves. FONTE: GIRIBET, 2008..... 15
- Figura 2** – Características morfológicas utilizadas na diferenciação de conchas de bivalves arcídeos. As letras A, B, C, D, E, I, J, K, L, M, N e O indicam os marcos anatômicos. FONTE: Adaptado de MARKO & JACKSON, 2001 ..... 23
- Figura 3** – Gráfico das distâncias euclidianas das oito medidas da concha de arcídeos da costa Norte-Nordeste brasileira, mostrando o percentual de similaridade ..... 31
- Figura 4** – Gráfico das distâncias euclidianas das oito medidas da concha de arcídeos da costa Norte-Nordeste brasileira de acordo com as populações, mostrando o percentual de similaridade ..... 32
- Figura 5** – Cladograma mostrando a relação de arcídeos do gênero *Barbatia* com dois grupos externos de arcídeos (gêneros *Arca* e *Anadara*). FONTE: Adaptado de SIMONE & CHICHVARKHIN, 2004 ..... 34
- Figura 6** – Cladograma baseado na análise de máxima verossimilhança de sequências da COI combinadas a sequências de H3 de alguns bivalves da família Arcidae. FONTE: Adaptado de MARKO, 2002 ..... 35
- Figura 7** – Mapa do Brasil cujas regiões assinaladas correspondem a área das populações do estudo. FONTE: Adaptado de smartkids.com.br, 2011 ..... 36
- Figura 8** – Anatomia de *Arca imbricata*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1cm); (B) Visão da parte anterior evidenciando músculo adutor anterior (aa), músculo retrator anterior (ar) e gônadas (go) (escala: 4,5 mm); (C) Parte posterior evidenciando músculo adutor posterior (pa), músculo retrator posterior (pr) e reto (rt) (escala: 4,5 mm); (D) Secção longitudinal do pé (ft), mostrando a boca (mo) e o começo do esôfago (es) (escala: 2 mm); (E) Visão lateral da estrutura do bisso ('bissal clump'= bc) (escala: 2,5 mm); (F) Visão apical da estrutura do bisso (bc) (escala: 2,5 mm); (G) Visão da borda do manto (mb) e em detalhe o olho composto (ey) (aumento de 10x); (H) Desenho esquemático do olho composto; (I) Desenho esquemático da vista lateral mostrando brânquias (gi), palpos (pp), músculo adutor anterior (aa), músculo adutor posterior (pa) e pé (ft) (escala: 6 mm); (J) Visão detalhada da gônada (go) (escala: 4 mm); (K) Desenho esquemático dos ventrículo (v) (escala: 0.5 mm); (L) Desenho esquemático do esôfago (es), estômago (st), intestino (g) e ânus (an) (escala: 3 mm) ..... 47

**Figura 9** – Anatomia de *Anadara braziliana*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1cm); (B) Desenho esquemático em visão apical, sem concha, expondo algumas estruturas musculares – músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), músculo retrator anterior (ar) e posterior (pr) –, coração com aurículas (au) e gônadas (go) (escala: 5 mm); (C) Vista lateral evidenciando o pé (ft) e sua valva direita (d) e esquerda (ve) (escala: 3,5 mm); (D) Superfície externa da borda do manto; (E) Superfície interna da borda do manto; (F) Desenho esquemático da vista lateral mostrando as brânquias (gi), palpos labiais (pp), músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), estrutura suspensora da brânquia (gt) e pé (ft) (escala: 7 mm); (G) Detalhe da vista interna do palpo labial (pp) (escala: 1,5 mm); (H) Detalhe da região interna do estômago (st) mostrando a possível tiflossole (ty); (I) Desenho esquemático do estômago (st), porção mediana do intestino (g) e esôfago(es) (escala: 3 mm).  
..... 50

**Figura 10** – Anatomia de *Anadara ovalis*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1cm); (B) Desenho esquemático em visão apical, sem a concha, expondo algumas estruturas musculares – músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), músculo retrator posterior (pr) – ventrículos (v) e gônadas (go) (escala: 7 mm); (C) Visão lateral do pé (ft) (escala: 3 mm); (D) Vista apical de um fragmento da borda do manto (mb), camada externa; (E) Detalhe da superfície interna dos palpos labiais; (F) Corte longitudinal mostrando o estômago (st) com septo (s), glândula digestiva (dg) e parte mediana do intestino (g) (escala: 1,5 mm); (G) Desenho esquemático do estômago (st) e porção mediana do intestino (g) (escala: 1,5 mm)..... 53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Significância de acordo com os valores de P (P value) e suas respectivas indicações .....	24
<b>Tabela 2</b> – Classificação das espécies de Arcidae observadas nas amostras analisadas neste estudo.....	26
<b>Tabela 3</b> – Análises de variância entre as espécies do Gênero <i>Anadara</i> de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significativa, (*) significativa, (**) pouco significativa e (***) muito significativa. ....	27
<b>Tabela 4</b> – Análises de variância entre as espécies do Gênero <i>Arca</i> de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significativa, (*) significativa, (**) pouco significativa e (***) muito significativa .....	28
<b>Tabela 5</b> – Análises de variância entre as espécies do Gênero <i>Barbatia</i> de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significativa, (*) significativa, (**) pouco significativa e (***) muito significativa .....	28
<b>Tabela 6</b> – Análises de variância entre os subgêneros <i>Cunearca</i> , <i>Lunarca</i> e <i>Larkiria</i> – do Gênero <i>Anadara</i> – de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significativa, (*) significativa, (**) pouco significativa e (***) muito significativa .....	29

Introdução geral

---

Mollusca é um grande filo em número de espécies – apenas o filo Arthropoda possui maior quantidade de espécies (RUPPERT *et al.*, 2005; BIELER & MIKKELSEN, 2006; GIRIBET *et al.*, 2006). São animais morfologicamente diferenciados que sofreram uma das maiores radiações evolutivas entre os metazoários, tendo um ancestral comum segmentado (PURVES *et al.*, 2005). Existem várias hipóteses sobre as relações entre as principais linhagens dentro do filo, grande parte destas baseadas em dados morfológicos, de desenvolvimento e paleontológicos (PASSAMANECK *et al.*, 2004).

Os moluscos possuem notadamente importância ecológica e econômica para o homem. Estão presentes na formação de sedimentos, servem de recursos para outros seres vivos (THOMÉ, 1985), são presas e predadores de inúmeros organismos, participam da cadeia trófica em vários níveis, são importantes na organização de comunidades, bem como fazem parte da alimentação do homem, na cultura e no artesanato. São animais principalmente marinhos, mas podem ser encontrados em ambientes de água doce (alguns bivalves e gastrópodes) e em ambiente terrestre (somente alguns gastrópodes).

A sistemática compreende atividades distintas: taxonomia, classificação (que não necessariamente refletia uma filogenia em estudos mais antigos) e nomenclatura (PONDER; LINDBERG, 2008). A sistemática de Mollusca teve um grande desenvolvimento ao longo dos séculos. As primeiras informações partiram de colecionadores e muitos dos nomes atribuídos (pré-Lineano) deram origem a algumas das primeiras classificações animais. Com o advento de metodologias moleculares aplicadas se deu uma nova revolução.

BRUSCA & BRUSCA (2003) propuseram uma classificação para o filo Mollusca, dividindo-o em oito táxons: (1) Caudofoveata; (2) Solenogastres; (3) Polyplacophora; (4) Monoplacophora; (5) Bivalvia; (6) Scaphopoda; (7) Gastropoda e (8) Cephalopoda. GIRIBET *et al.* (2006) sugeriram, através de análise estatística de dados moleculares, a monofilia em Mollusca. Ainda neste estudo, GIRIBET *et al.* indicaram Bivalvia como grupo difilético.

Os Bivalves estão entre os animais mais facilmente reconhecidos de todos os invertebrados. Compreendem algumas das espécies mais ameaçadas do planeta, bem como algumas das pragas mais problemáticas do mundo. Ecologicamente, eles são importantes membros de todos os ecossistemas marinhos e de água doce, às vezes em grandes densidades, fornecendo alimento para muitos predadores, apresentando adaptações morfológicas para

escavação, fixação, dentre outras (BIELER & MIKKELSEN, 2006). Geralmente, os Bivalves adultos possuem pouca mobilidade (ABBOTT, 1965; GIRIBET, 2008), onde poucas espécies apresentam adaptações para locomoção, como jatos de propulsão (ABBOTT, 1965).

Bivalves, via de regra, possuem fecundação externa, ausência de órgãos copulatórios e fertilização ocorrendo na água, onde os gametas são lançados (DROZDOV *et al.*, 2009). Muitos bivalves marinhos tendem a reproduzirem-se quando a disponibilidade de alimento é alta, sendo a temperatura, porém, um dos fatores mais importantes que influi no ciclo reprodutivo dos bivalves (GARCÍA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2008).

Bivalvia reúne três grupos morfológicos (protobrânquios, lamelibrânquios e septibrânquios), separados através de diferenças em suas brânquias e por seus modos de alimentação, porém sem reconhecimento taxonômico formal. Protobrânquios possuem a forma mais simples de brânquia, de tamanho pequeno em relação aos lamelibrânquios, responsável principalmente pela respiração, sendo estes animais consumidores de depósitos. Em lamelibrânquios as brânquias se apresentam de forma mais complexa, subdividindo-se em filibrânquios, pseudolamelibrânquios e eulamelibrânquios, alimentando-se de plâncton e detritos em suspensão. Por fim, os septibrânquios possuem brânquias bastante reduzidas, cuja função é de criar sucção para a captura de alimento e não para troca gasosas – que é feita na superfície do manto exposta. É um pequeno grupo de animais com hábitos carnívoros, detritívoros ou necrófagos (RUPPERT *et al.*, 2005).

Uma grande variedade de bivalves é encontrada em águas rasas, mas alguns são típicos habitantes de águas profundas. Quanto ao tipo de fundo, algumas formas podem ser encontradas em fundos arenosos e outras em sedimentos lamosos (ABBOTT, 1965). A distribuição de animais marinhos, bem como terrestres, é fortemente influenciada por fatores ambientais (variação, gradiente, intensidade) (BOUTET *et al.*, 2009).

Os lamelibrânquios, devido a sua maior independência alimentar, tiveram uma grande irradiação adaptativa, colonizando vários habitats nos ambientes marinhos e de água doce. Desta forma, esses animais são estudados no ponto de vista ecológico, onde os principais grupos são: animais da infauna de fundos moles (escavadores), perfuradores de substratos duros, epifauna aderida (bisso ou cimentação) e não aderida a substratos firmes e simbióticos (RUPPERT *et al.*, 2005).

Os bivalves têm sido fundamentais para a compreensão de padrões da biodiversidade em larga escala dentro do ambiente marinho (CRAME, 2000). Eles são utilizados para resolver várias questões teóricas de cunho biológico e paleontológico: como o papel de fatores bióticos e abióticos na evolução de grupos de invertebrados, correlações de taxas de especiação e variação, desenvolvimento de estruturas morfológicas, paleogeografia, dentre outros. No entanto, apesar da compreensão desses animais, ainda não foi aceita uma sistemática geral para o grupo (NEVESSKAJA, 2009). A construção de um sistema natural é dificultada devido a presença de linhagens paralelas (NEWELL, 1965; PURCHON & BROWN, 1969, *apud* NEVESSKAJA, 2009).

A proposta taxonômica aceita atualmente, proposta por GIRIBET (2008), está apresentada abaixo, onde a filogenia pode ser observada na Figura 1:

Bivalvia Linnaeus, 1758

Opponobranchia (*novo nome*)

Nuculanoida Carter, D.C. Campbell & M.R. Campbell, 2000

Autolamellibranchiata Grobben, 1894

Pteriomorphia Beurlen, 1944

Heteroconchia Cox, 1960

Paleoheterodonta Newell, 1965

Heterodonta Neumayr, 1883

Archiheterodonta (*novo nome*)

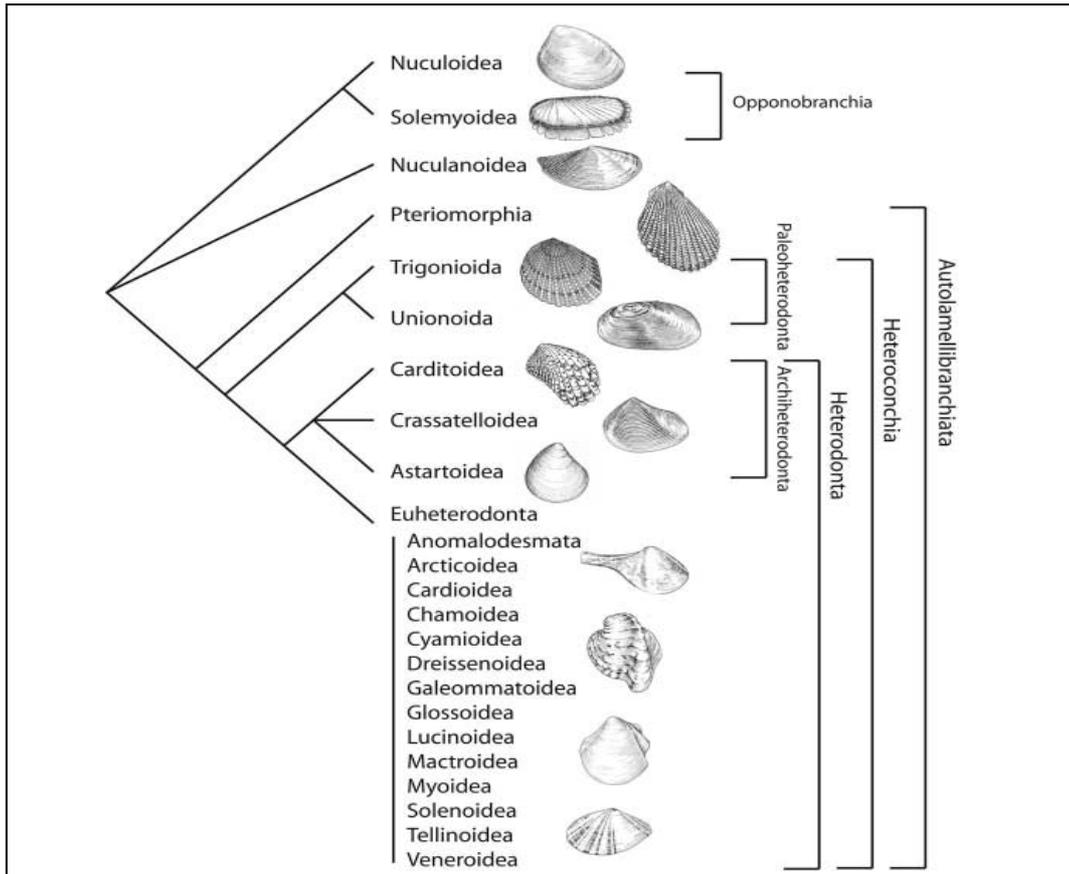
Euheterodonta Giribet e Distel, 2003

(incluindo Anomalodesmata)

A sistemática do grupo Bivalvia recebeu menos atenção do que a de outros invertebrados, mesmo o grupo sendo um importante componente da fauna marinha e não-marinha no Recente. Esse fato é observado devido a estabilidade existente, que embora seja desejada, na ciência possui significado de estagnação, dado que em outros grupos de moluscos há várias modificações na sistemática a medida que são realizados mais estudos (SCHNIDER, 2001).

Dentre os bivalves marinhos, que se tornaram um sistema modelo para análises macroevolutivas e macroecológicas, alguns não possuem registros fósseis, sugerindo que os taxa em falta não são apenas uma amostra aleatória da biota viva (VALENTINE *et al*, 2006).

Os autores apontam que – dentre outros fatores como profundidade, hábito de vida, região – a dificuldade da preservação de pequenos bivalves fósseis é devido ao tamanho do corpo. O não conhecimento da distribuição dos tamanhos dos corpos dos bivalves vivos atualmente, agravado pelo fato de que espécimes muito pequenos podem ser ignorados no momento da coleta e a dificuldade de atribuir o animal a um táxon, dificulta o refinamento taxonômico dos bivalves.



**Figura 1** – Hipótese atualmente aceita da relação entre os altos taxa de bivalves. FONTE: GIRIBET, 2008.

Os bivalves são conhecidos desde o Cambriano, embora de forma extremamente escassa. No início do Ordoviciano, tornam-se um componente típico da fauna bentônica, atingindo picos de diversidade e distribuição no Mesozóico, mantendo-se um grupo de invertebrados amplo na atualidade (NEVESSKAJA, 2008).

Na subclasse Pteriomorphia (lamelibrânquios), encontramos a ordem Arcoida, superfamília Arcoidae, família Arcidae. Habitando mares tropicais, possuem importância ecológica e econômica. Assim como os animais da subfamília Anadarinae, são considerados importantes como fonte de proteína em áreas tropicais, especificamente para regiões do Indo-Pacífico, e em alguns países há o reconhecimento do potencial de espécies desta família para

a aqüicultura (BROOM, 1983). Para o Brasil, RIOS (2009) aponta *Anadara chemnitzii* (Philippi, 1851) como espécie comestível na região Nordeste.

A maioria dos trabalhos de taxonomia do grupo Arcidae é baseada na conquiologia, e trabalhos que apresentam descrições anatômicas são escassos (SIMONE & CHICHVARKHIN, 2004). Desta forma, devido a necessidade de mais análises de caracteres morfológicos, este trabalho apresenta estudos de morfometria (Capítulo 1) e anatomia (Capítulo 2) de espécies da família encontradas na costa Norte-Nordeste do Brasil.

# Capítulo 1

---

**Análise Morfométrica da Família Arcidae (Mollusca: Bivalvia) na costa Norte-Nordeste do Brasil**

## RESUMO

### **Análise Morfométrica da Família Arcidae (Mollusca: Bivalvia) na Costa Norte-Nordeste do Brasil**

Com o objetivo de complementar as informações conquiológicas da literatura sobre a família Arcidae, foi utilizado o enfoque morfométrico – que permite a comparação de padrões morfológicos a partir de caracteres multivariados, considerando simultaneamente várias características em uma estrutura corporal complexa. Os espécimes disponíveis para o estudo são provenientes da Coleção Malacológica “Prof. Henry Ramos Matthews”, da Universidade Federal do Ceará, onde foram utilizadas as valvas direitas. Após identificação, com auxílio de paquímetro, foram tomadas 8 medidas: comprimento da charneira, comprimento da concha, posição do bico (prodisoconcha), altura do bico, altura da porção anterior da concha, altura média da concha, altura da porção posterior da concha e comprimento da porção posterior da concha. As medidas são previamente conhecidas como ‘marcos anatômicos’ da família. Em seguida os dados foram analisados em pacotes estatísticos. As médias dos tamanhos das conchas dos espécimes analisados apresentaram-se coerentes as medidas apresentadas na literatura. Dados morfométricos da prodisoconcha não foram tão significantes na diferenciação das espécies estudadas. Com os dados obtidos nesse estudo, a análise morfométrica das espécies formou um gráfico de similaridade heterogêneo. As populações analisadas, que possuem proximidade geográfica, apresentam similaridade morfológica.

Palavras-chave: Padrões morfológicos, populações, similaridade.

## ABSTRACT

### **Morphometric Analyses of Family Arcidae (Mollusca: Bivalvia) on the Coast of North-Northeast Brazil**

Aiming to supplement conchology literature information on the family Arcidae was used morphometric approach - which allows comparison of morphological patterns from multivariate character while considering various characteristics in a complex body structure. The specimens available for study are from the malacological collection "Prof. Henry Ramos Matthews (CMPHRM), Federal University of Ceará (UFC), where the right valves were used. After identification, using calipers, were taken eight measures: length of the trough, shell length, position of beak (prodisoconcha), beak height, height of the anterior portion of the shell, the shell height, height of the posterior portion of the shell and length of the posterior portion of the shell. The measures are previously known as 'landmarks' of the family. Then the data were analyzed by statistical packages. The mean sizes of the shells of our specimens had to be consistent measures presented in the literature. Prodisoconcha of morphometric data were not as significant in the differentiation of species. With the data obtained in this study, morphometric analysis of the species formed a heterogeneous graph similarity. The different populations that have geographical proximity, have morphological similarity.

**Key words:** Morphological patterns, populations, similarity.

## 1. INTRODUÇÃO

Quantificar fenômenos por meio de modelos matemáticos e estatísticos é uma prática já estabelecida em diversos ramos da biologia. O termo *morfometria* foi utilizado por muito tempo de forma indiscriminada para qualquer estudo que analisava quantitativamente a variação da morfologia encontrada nos organismos. Entretanto, nos anos de 1980 houve uma revolução metodológica que fez surgir a necessidade de um embasamento teórico e filosófico, surgindo então a morfometria geométrica – que permite a comparação de padrões morfológicos a partir de caracteres multivariados, considerando simultaneamente várias características em uma estrutura corporal complexa (MONTEIRO & REIS, 1999).

Fundamental para análises de morfometria geométrica, os “marcos anatômicos” (*landmarks*) são loci anatômicos discretos que podem ser reconhecidos como os mesmo loci em todos os espécimes estudados. Matematicamente, são pontos de correspondência combinados dentro e entre populações (ZELDITCH *et al.*, 2004). MONTEIRO & REIS (1999) afirmam que esses pontos anatômicos são aqueles aos quais estão ligadas as explicações sobre processos biológicos. Na morfometria tradicional, no entanto, os estudos eram baseados em análises multivariadas de um conjunto de medidas aleatórias (ROHLF, 2000; ADAMS *et al.*, 2004).

As análises morfométricas podem ser realizadas de diversas formas, seguindo uma série de passos, onde fica claro que os resultados de análises preliminares acabam sendo imprescindivelmente analisados por métodos multivariados (MONTEIRO & REIS, 1999).

Os métodos atuais de morfometria, diverso daqueles utilizados tradicionalmente, trazem um interesse considerável como ferramenta para resolver problemas no campo da sistemática, lembrando que se faz necessário evitar distorções para estimar filogenias (ROHLF, 2000). A morfometria geométrica está sendo utilizada em estudos de diversos animais (vertebrados e invertebrados), como ferramenta em estudos não só de sistemática e filogenia, mas também de variabilidade geográfica, variabilidade inter e intraespecíficas, estudos ecomorfológicos e paleontológicos.

Estudos de populações, complexo de espécies, dentre outros, realizados com insetos comumente utilizam a morfometria geométrica, associada ou não a outra ferramenta, para compreensão desses grupos, observando variações morfológicas significativas

(AYTEKIN *et al.*, 2007; BAYLAC *et al.*, 2003; HOFFMAN & SHIRRIFFS, 2002; PETRORIUS, 2005; SILVA, 2008)

Para Bivalvia, FUIMAN e colaboradores (1999), em estudo com *Ledella pustulosa* (Bivalvia: Protobranchia) utilizaram a morfometria geométrica para explorar padrões de variação na forma da concha, para desenvolver critérios morfométricos para distinção de duas subespécies e para examinar padrões de distribuição das subespécies.

Para a família Arcidae, MARKO & JACKSON (2001) utilizaram 14 variáveis morfológicas para caracterizar a forma da concha e métodos multivariados para diferenciação entre 5 pares de espécies de três gêneros (*Arca*, *Barbatia* e *Arcopsis*). O estudo mostrou que os métodos multivariados foram eficientes na identificação correta das espécies em questão.

Considerando a necessidade de mais informações morfológicas para a sistemática da família Arcidae, este trabalho desenvolveu um estudo morfométrico das conchas de espécies encontradas na costa Norte-Nordeste brasileira, considerando os níveis taxonômicos de espécie, gênero e subgênero, e as populações.

## 2. OBJETIVOS

Complementar as informações morfológicas das conchas das espécies da família Arcidae na costa Norte-Nordeste do Brasil através da morfometria das conchas das espécies *Anadara chemnitzii* (Philippi, 1851); *Anadara braziliiana* (Lamarck, 1719); *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789); *Anadara notabilis* (Röding, 1798); *Arca imbricata* Bruguière, 1789; *Arca zebra* (Swainson, 1833); *Barbatia candida* (Helbling, 1779); *Barbatia domingensis* (Lamarck, 1819).

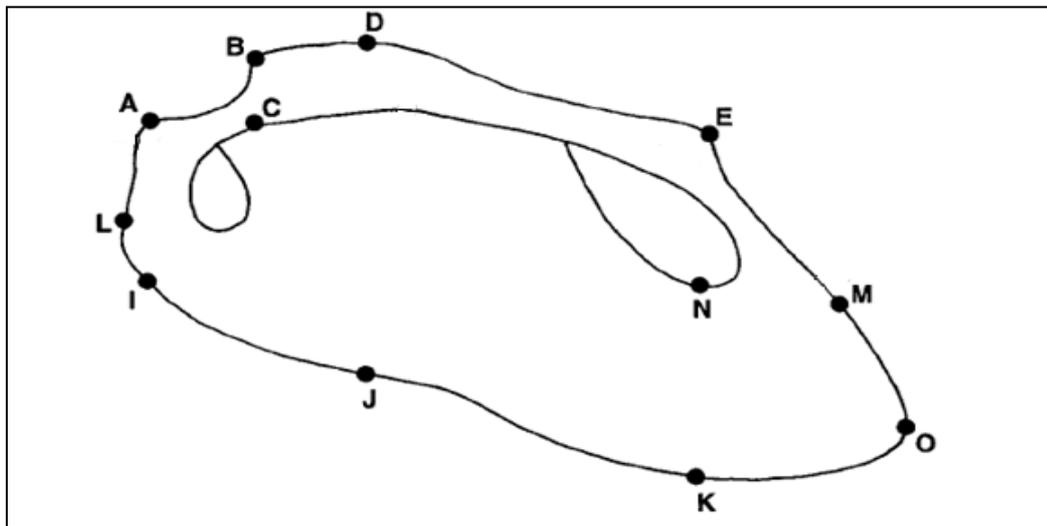
Através de análises estatísticas de dados morfométricos verificar se há variações entre as populações, bem como observar como os grupos (espécies e gêneros) se relacionam através de dados morfométricos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes disponíveis para o estudo foram provenientes da Coleção Malacológica “Prof. Henry Ramos Matthews” (CMPHRM), do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (UFC) onde as conchas são conservadas por via seca.

O material malacológico foi triado e em seguida identificado de acordo com a literatura existente (WARMKE & ABBOTT, 1962; ABBOTT, 1965; ABBOTT & DANCE, 1983; DIAZ & PUYANA, 1994; RIOS 1994, 2009; AMARAL et al., 2009.). Para as análises morfométricas foram tomadas as seguintes medidas das valvas direitas como medida de padronização – dado que *Anadara braziliiana* não é equivalve – adaptado de MARKO & JACKSON (2001), com auxílio de paquímetro ( $\pm 0,1\text{mm}$  de acurácia) (Figura 2):

01. Comprimento da charneira (AE);
02. Comprimento da concha (LM);
03. Posição do bico (prodisoconcha) (AC);
04. Altura do bico (prodisoconcha) (CB);
05. Altura da porção anterior da concha (AI);
06. Altura média da concha (DJ);
07. Altura da porção posterior da concha (EK);
08. Comprimento da porção posterior da concha (NO).



**Figura 2** – Características morfológicas utilizadas na diferenciação de conchas de bivalves arcídeos. As letras A, B, C, D, E, I, J, K, L, M, N e O indicam os marcos anatômicos. FONTE: Adaptado de MARKO & JACKSON, 2001.

Em seguida, foram analisadas as variâncias através do programa estatístico GraphPad InStat 3®. Para os resultados paramétricos, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) e pós-teste de Turkey, enquanto que para resultados não-paramétricos foi realizado teste de o Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn. A significância foi analisada de acordo com os valores de P (p value), onde:

**Tabela 1** – Significância de acordo com os valores de P (P value) e suas respectivas indicações.

<b>Significância</b>	<b>P value</b>	<b>Indicação</b>
Não significativa	$p > 0,05$	NS
Significante	$p < 0,05$	*
Pouco significativa	$p < 0,01$	**
Muito significativa	$p < 0,001$	***

Para construção dos *clusters* foi utilizado o BioEstat 5.0, com ligação completa como método de agregação, distância Euclidiana e variáveis padronizadas.

#### 4. RESULTADOS

A tabela 2 mostra a classificação das espécies de Arcidae das amostras analisadas. Nas medidas observadas no gênero *Anadara*, as espécies *A. chemnitzi*, *A. braziliana*, *A. ovalis* e *A. notabilis* apresentaram tamanho médio (o mesmo que altura média da concha – DJ) de 19,52 mm ( $\pm 5,21$ ), 29,30 mm ( $\pm 6,04$ ), 20,21 mm ( $\pm 4,00$ ) e 31,12 mm ( $\pm 5,33$ ), respectivamente. No gênero *Arca*, as espécies *A. imbricata* e *A. zebra* apresentaram tamanho médio de 19,30 mm ( $\pm 5,83$ ) e 8,3 mm ( $\pm 1,72$ ), respectivamente. No gênero *Barbatia*, as espécies *B. domingensis* e *B. candida* apresentaram tamanho médio de 9,8 mm ( $\pm 0,44$ ) e 5,89 mm ( $\pm 1,81$ ), respectivamente.

As medidas realizadas nas valvas direitas dos espécimes, de forma geral, apresentaram-se significantes na diferenciação das espécies entre si, das espécies dentro do mesmo gênero e dos subgêneros presentes do gênero *Anadara*. As medidas da altura do bico (prodisoconcha) (CB) e o comprimento da porção posterior da concha (NO), dentro do gênero *Barbatia*, se apresentaram com significância menor.

A partir da análise de variância das medidas, observou-se que dentro do gênero *Anadara* a melhor medida para separar as espécies entre si é o comprimento da concha (LM), onde as outras medidas diferenciam as espécies, mas não a todas simultaneamente (Tabela 3). Ainda nesse gênero foi possível observar que a espécie onde a maioria dos resultados morfométricos não permitiu uma diferenciação segura foi *A. ovalis*. Nos gêneros *Arca* e *Barbatia* todas as medidas são significantes na separação das espécies, onde a medida da altura do bico (prodisoconcha) é menos significante na separação das espécies de *Barbatia* (Tabelas 4 e 5).

Em *Anadara*, a análise de variância mostrou que as medidas da altura do bico (prodisoconcha) (CB), altura média (DJ), altura da porção posterior (EK) e o comprimento (LM) da concha foram aquelas significantes na separação a nível de subgênero. As outras medidas não foram significantes na separação de *Cunearca* dos outros subgêneros (*Larkiria* e/ou *Lunarca*) (Tabela 6).

**Tabela 2** – Classificação das espécies de Arcidae observadas nas amostras analisadas neste estudo.

---

Ordem Arcoidea Stoliczka, 1871

Superfamília Arcoidea Lamarck, 1809

Família Arcidae Lamarck, 1809

Subfamília Arcinae Lamarck, 1809

Gênero *Arca* Linnaeus, 1758

*Arca imbricata* Bruguière, 1789

*Arca zebra* (Swainson, 1833)

Gênero *Barbatia* Gray, 1842

Subgênero *Acar* Gray, 1857

*Barbatia domingensis* (Lamarck, 1819)

Subgênero *Cucullaearca* Conrad, 1865

*Barbatia candida* (Helbling, 1779)

Subfamília Anadarinae Reinhart, 1937

Gênero *Anadara* Gray, 1847

Subgênero *Cunearca* Dall, 1898

*Anadara braziliana* (Lamarck, 1819)

*Anadara chemnitzii* (Philippi, 1851)

Subgênero *Larkiria* Reinhart, 1935

*Anadara notabilis* (Röding, 1798)

Subgênero *Lunarca* Gray, 1842

*Anadara ovalis* (Bruguière, 1789)

---

**Tabela 3** – Análises de variância entre as espécies do Gênero *Anadara* de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significante, (\*) significante, (\*\*) pouco significante e (\*\*\*) muito significante.

Medida (variável)	Teste Paramétrico	Comparação	P value
<b>AC</b> (Posição do bico)	Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>AE</b> (Comp. charneira)	Não Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	** p < 0.01
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>AI</b> (Altura da porção anterior da concha)	Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>CB</b> (Altura do bico)	Não Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	* p < 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	** p < 0.01
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>DJ</b> (Altura média da concha)	Não Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>EK</b> (Altura da porção posterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	* p < 0.05
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>LM</b> (Comp. da concha)	Não Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	* p < 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	* p < 0.05
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
<b>NO</b> (Comp. da porção posterior da concha)	Paramétrico	<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara braziliana</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara ovalis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara chemnitizi</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara ovalis</i>	*** p < 0.001
		<i>Anadara braziliana</i> x <i>Anadara notabilis</i>	NS p > 0.05
		<i>Anadara ovalis</i> x <i>Anadara notabilis</i>	*** p < 0.001

**Tabela 4** – Análises de variância entre as espécies do Gênero *Arca* de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significante, (\*) significante, (\*\*) pouco significante e (\*\*\*) muito significante.

Medida (variável)	Teste Paramétrico	Comparação	P value
<b>AC</b> (Posição do bico)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>AE</b> (Comp. charneira)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>AI</b> (Altura da porção anterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>CB</b> (Altura do bico)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>DJ</b> (Altura média da concha)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>EK</b> (Altura da porção posterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>LM</b> (Comp. da concha)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001
<b>NO</b> (Comp. da porção posterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Arca imbricata x Arca zebra</i>	*** p < 0.001

**Tabela 5** – Análises de variância entre as espécies do Gênero *Barbatia* de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significante, (\*) significante, (\*\*) pouco significante e (\*\*\*) muito significante.

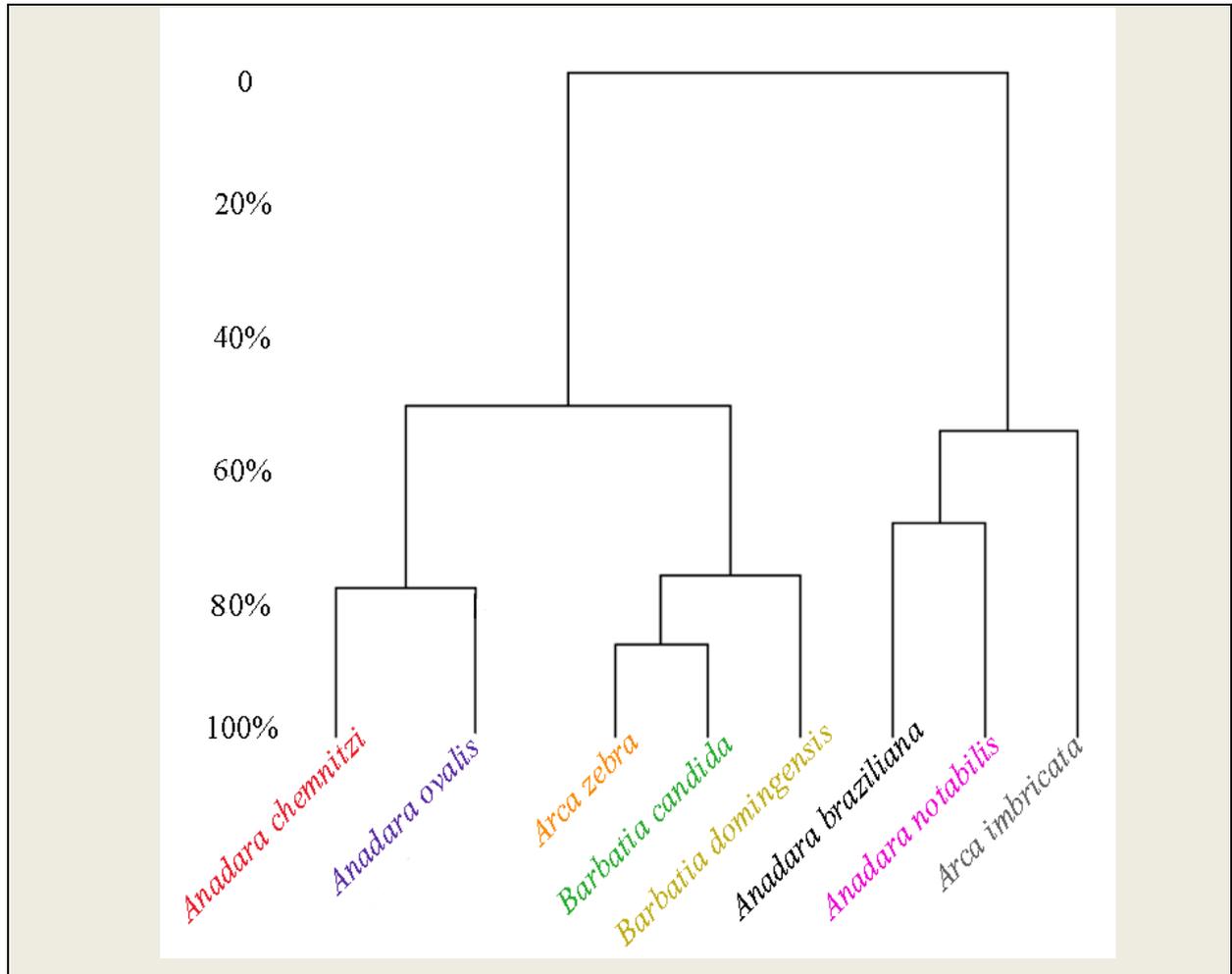
Medida (variável)	Teste Paramétrico	Comparação	P value
<b>AC</b> (Posição do bico)	Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>AE</b> (Comp. charneira)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>AI</b> (Altura da porção anterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>CB</b> (Altura do bico)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	* p < 0.05
<b>DJ</b> (Altura média da concha)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>EK</b> (Altura da porção posterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>LM</b> (Comp. da concha)	Não Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001
<b>NO</b> (Comp. da porção posterior da concha)	Paramétrico	<i>Barbatia candida x Barbatia domingensis</i>	*** p < 0.001

**Tabela 6** – Análises de variância entre os subgêneros *Cunearca*, *Lunarca* e *Larkiria* – do Gênero *Anadara* – de acordo com as medidas morfométricas da concha. (NS) não significante, (\*) significante, (\*\*) pouco significante e (\*\*\*) muito significante.

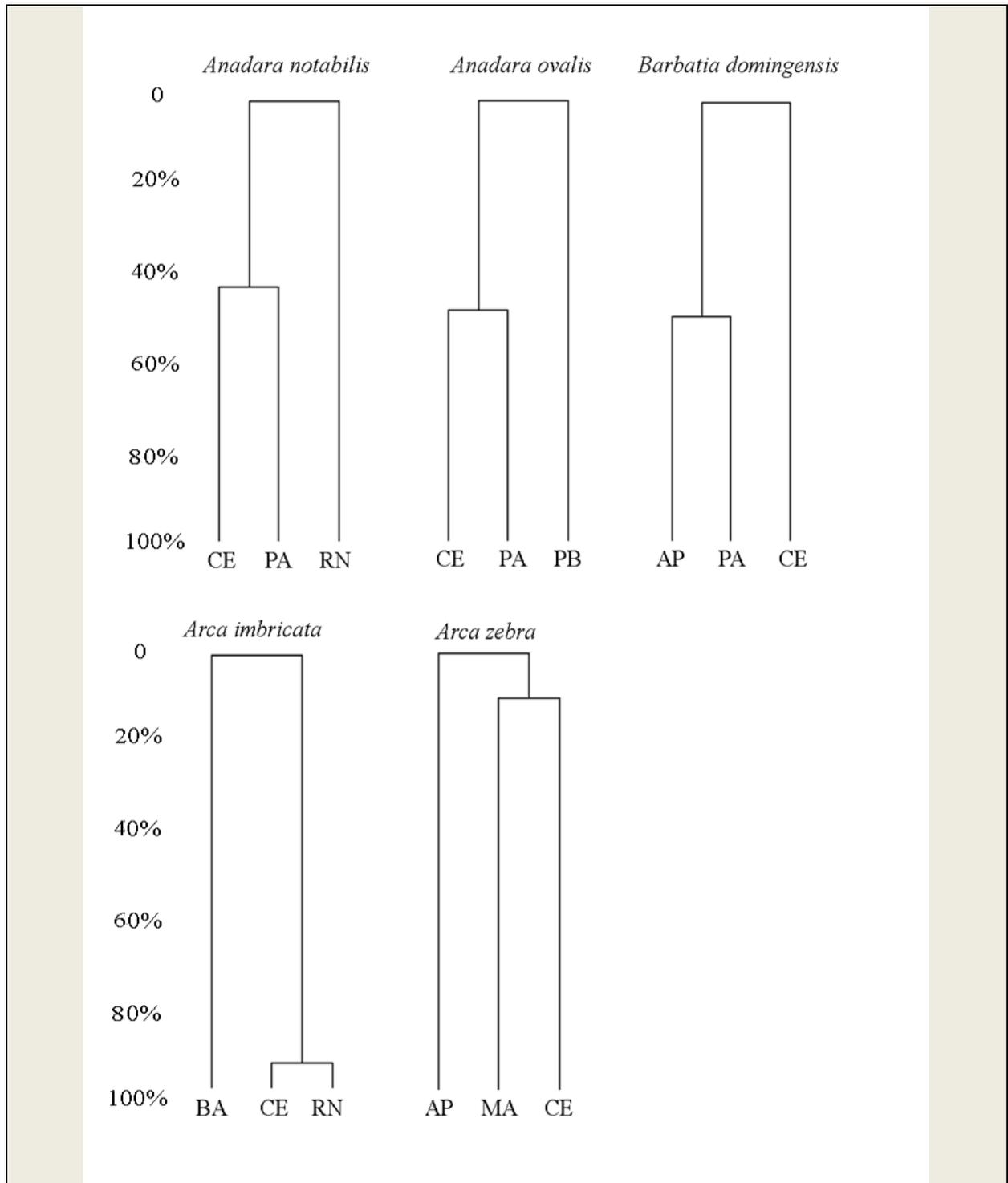
<b>Medida (variável)</b>	<b>Teste Paramétrico</b>	<b>Comparação</b>	<b>P value</b>
<b>AC</b> (Posição do bico)	Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	NS $p > 0.05$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>AE</b> (Comp. charneira)	Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	NS $p > 0.05$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>AI</b> (Altura da porção anterior da concha)	Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	NS $p > 0.05$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>CB</b> (Altura do bico)	Não Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>DJ</b> (Altura média da concha)	Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>EK</b> (Altura da porção posterior da concha)	Não Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	** $p < 0.01$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>LM</b> (Comp. da concha)	Não Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	NS $p > 0.05$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
<b>NO</b> (Comp. da porção posterior da concha)	Paramétrico	<i>Cunearca x Larkiria</i>	NS $p > 0.05$
		<i>Cunearca x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$
		<i>Larkiria x Lunarca</i>	*** $p < 0.001$

Com base nas distâncias Euclidianas, os agrupamentos feitos através do percentual de similaridade ('clusters') (Figura 3) das oito medidas das conchas das espécies de Arcidae da costa Norte-Nordeste brasileira, observou-se a formação de três grupos: o primeiro grupo une *Anadara chemnitzii* e *Anadara ovalis*; o segundo une *Arca zebra*, *Barbatia candida* e *Barbatia domingensis*, e o terceiro grupo une *A. braziliiana*, *A. notabilis* e *A. imbricata*. Os dois primeiros grupos apresentam a menor similaridade entre as espécies. *Arca zebra* e *Barbatia candida* apresentaram maior índice de semelhança, enquanto que *Anadara notabilis* e *Anadara braziliiana* apresentaram menor índice de semelhança.

A partir da análise dos clusters das regiões da espécie *Anadara notabilis*, também com base nas distâncias euclidianas, foi observado que as populações do Ceará e do Pará são mais similares, assim como as populações da *Anadara ovalis*. A população de *A. imbricata* do Ceará é mais similar com a do Rio Grande do Norte e em *A. zebra* a população do Ceará é mais similar com a do Maranhão. *Barbatia domingensis* apresentou a população do Amapá mais similar com a população do Pará (Figura 4).



**Figura 3** – Gráfico das distâncias euclidianas das oito medidas da concha de arcídeos da costa Norte-Nordeste brasileira, mostrando o percentual de similaridade.



**Figura 4** – Gráfico das distâncias euclidianas das oito medidas da concha de arcídeos da costa Norte-Nordeste brasileira de acordo com as populações, mostrando o percentual de similaridade.

## 5. DISCUSSÃO

As médias dos tamanhos das conchas dos espécimes analisados apresentaram-se coerentes as medidas apresentadas por DIAZ & PUYANA (1994) e RIOS (1994, 2009). As medidas apontadas para algumas espécies por DIAZ & PUYANA (1994) não diferem significativamente das encontradas no trabalho e citadas por RIOS (1994, 2009).

A variedade de processos biológicos causa diferenças na forma entre espécies ou entre partes dos organismos, tais como desenvolvimento ontogenético, adaptação a fatores geográficos locais, diversificação evolucionária de longo prazo etc. (ZELDITCH *et al.*, 2004). Em bivalves, a grande diversidade de hábitos de vida se reflete em uma ampla gama de variação morfológica, tanto na concha como na anatomia (HARPER *et al.*, 2000).

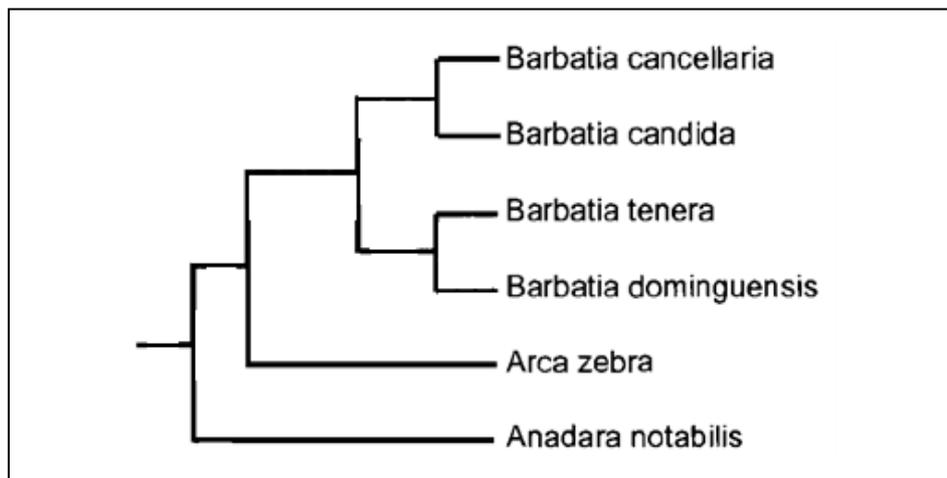
Conchas de espécimes juvenis não são consideradas, pois muitas vezes mostram ornamentações diferentes do adulto, apresentam características mais genéricas do que específicas da espécie, dentre outros fatores (MALCHUS, 2004a). Por esta razão os espécimes analisados refletem as características gerais da concha, sendo compatíveis as descrições feitas pela literatura.

O tamanho da prodisoconcha é uma característica que pode ter certa preferência a determinadas faixas de tamanho em alguns táxons superiores de bivalves, como é apresentado por MALCHUS (2004b) em seu estudo com Bakevelliidae. É, portanto, utilizada apenas como caractere informativo e não como filogenético por não se ter informações ontogenéticas claras (MALCHUS, 2004b). É geralmente mineralizada na concha do bivalve larval, onde conchas de larva planctotrófica e lecitotrófica-planctotrófica apresentam fases de crescimento distintas (MALCHUS, 2004a). No presente estudo, dados morfométricos da prodisoconcha não foram tão significantes na diferenciação de espécies de arcídeos, corroborando com MALCHUS (2004), sendo esta um caractere mais informativo.

Com os dados obtidos nesse estudo, a análise morfométrica das espécies analisadas forma um gráfico de similaridade heterogêneo. Embora esteja claro que a morfometria geométrica é fornecedor de dados para o enriquecimento de uma descrição de uma forma morfológica, ainda não se tem consenso sobre a melhor maneira de usar esses dados para estimativas filogenéticas (ADAMS *et al.*, 2004). O presente estudo dá suporte à afirmativa de OLIVER & HOLMES (2006), de que as relações dentro da família Arcidae não

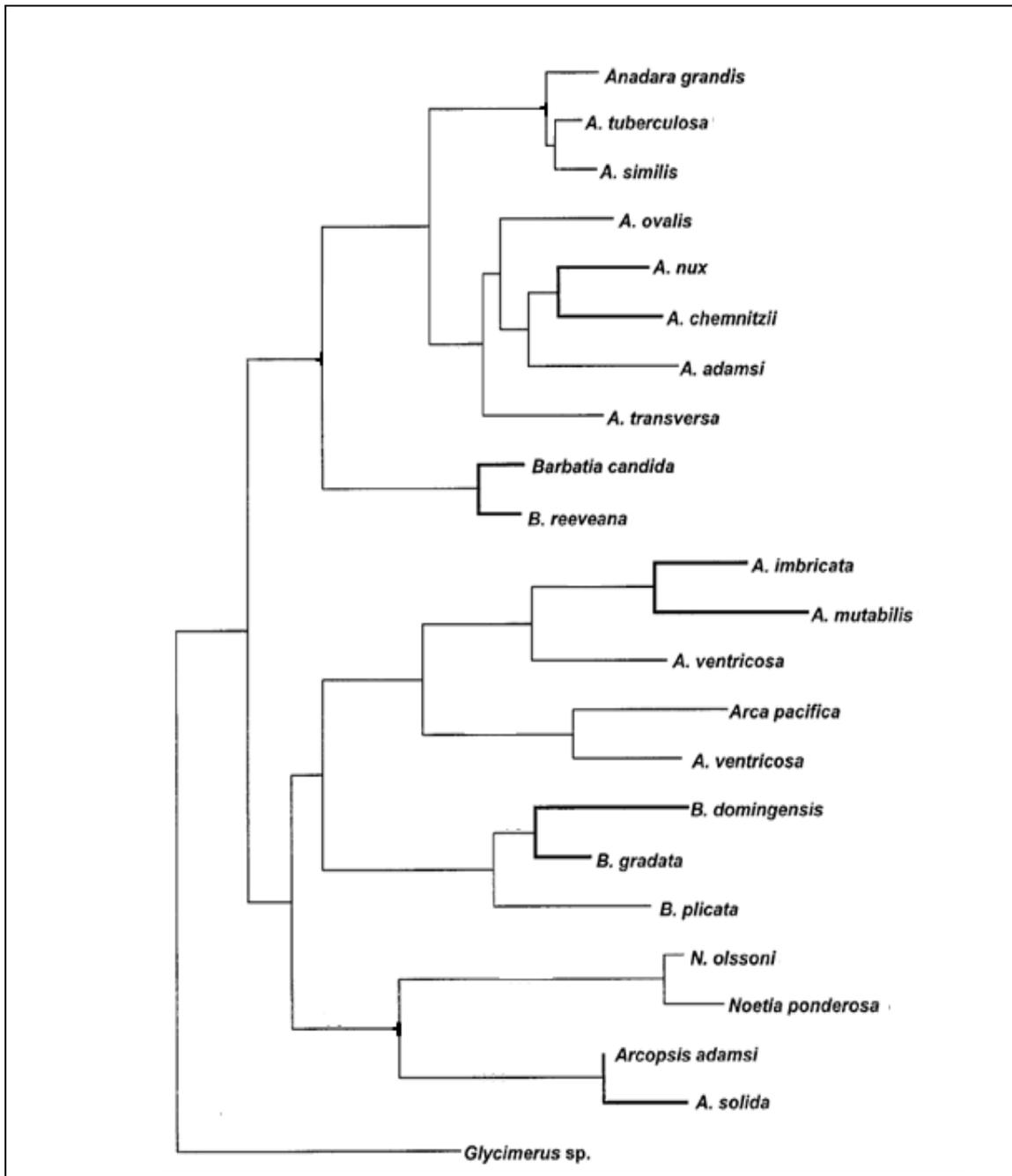
são claras, necessitando, portanto, de cada vez mais estudos para solucionar as relações entre os componentes da família.

Outros autores, em análises morfológicas e moleculares, também encontram cladogramas mostrando similaridades heterogêneas e, às vezes, são opositoras. SIMONE & CHICHVARKHIN (2004) sugerem, a partir de dados morfológicos e de anatomia de espécies do gênero *Barbatia*, arrumados em uma matriz de similaridade, um cladograma mostrando a relação entre alguns arcídeos (Figura 5). Para algumas espécies de arcídeos, como *Barbatia cancellaria* e *B.candida*, o estudo da concha pode tornar-se confuso devido a característica adaptativa da família. A espécie *Barbatia cancellaria* no estudo supracitado é mais similar a *B. candida* – sendo este gênero monofilético – e *Barbatia* estaria mais relacionado ao gênero *Arca* do que ao *Anadara*.



**Figura 5** – Cladograma mostrando a relação de arcídeos do gênero *Barbatia* com dois grupos externos de arcídeos (gêneros *Arca* e *Anadara*). FONTE: Adaptado de SIMONE & CHICHVARKHIN, 2004.

MARKO (2002) apresenta um cladograma baseado na análise de máxima verossimilhança de sequências da Citocromo *c* oxidase – 1 (COI) combinadas a sequências de Histona nuclear-3 (H3) de alguns bivalves da família Arcidae. Nesta análise, o gênero *Barbatia* não se apresenta monofilético e a subfamília Anadarinae (onde encontramos o gênero *Anadara*) não é táxon irmão, como um todo, da subfamília Arcinae (onde encontramos o gênero *Arca*) (Figura 6). A distribuição dos gêneros também não apresenta um padrão.

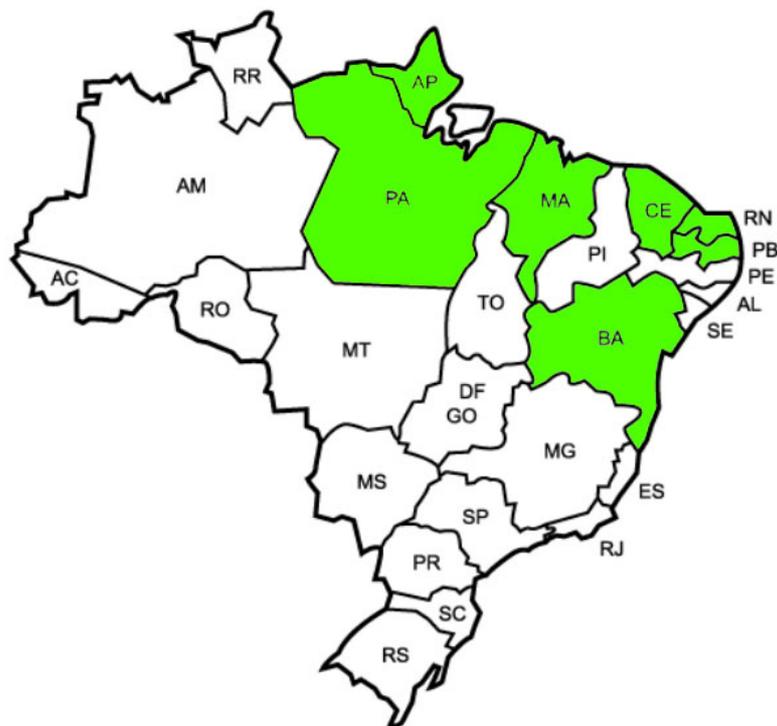


**Figura 6** - Cladograma baseado na análise de máxima verossimilhança de seqüências da COI combinadas a seqüências de H3 de alguns bivalves da família Arcidae. FONTE: Adaptado de MARKO, 2002.

A distribuição dos animais no ecossistema marinho é fortemente influenciada por fatores ambientais e a temperatura é identificada como um dos mais importantes por afetar a distribuição espacial das espécies de acordo com a tolerância térmica (BOUTET *et al*, 2009). Pela teoria geral dos gradientes estes animais estão em maior quantidade centrados nos trópicos, onde seu maior eixo está paralelo a latitude, e diminui em direção a ambos os hemisférios (CRAME, 1997). Outro fator importante que influencia a distribuição dos

organismos é a forte urbanização, onde muitas cidades tendem a se desenvolver em locais importantes para a conservação biológica (BOTKIN & BEVERIDGE, 1997).

Os arcídeos, de um modo geral, são animais sésseis e possuem concha bastante sujeita a variações ecofenotípicas, podendo apresentar variações em tamanhos e espessuras para melhor adaptação ao ambiente em que se encontram (SIMONE & CHICHVARKHIN, 2004). As populações analisadas nesse estudo possuem proximidade geográfica e a similaridade morfológica entre elas pode ser explicada devido ao fato delas estarem em latitudes e biomas semelhantes (Figura 7).



**Figura 7** – Mapa do Brasil cujas regiões assinaladas correspondem a área das populações do estudo. FONTE: Adaptado de smartkids.com.br, 2011.

## Capítulo 2

---

**Anatomia Comparada de *Arca imbricata* Bruguière, 1789; *Anadara braziliana* Lamarck, 1819 e *Anadara ovalis* (Bruguière,1789) (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) da Costa Nordeste do Brasil**

## RESUMO

### **Anatomia Comparada de *Arca imbricata* Bruguière, 1789; *Anadara braziliana* Lamarck, 1819 e *Anadara ovalis* (Bruguière,1789) (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) da Costa Nordeste do Brasil**

A família Arcidae possui uma considerável variação na forma da concha, onde a característica mais marcante é a área cardinal achatada. O estudo visa adicionar informações e apresentar os estudos preliminares de partes mole de espécimes da costa Nordeste do Brasil das espécies *Arca imbricata* Bruguière, 1789, *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789) e *Anadara braziliana* (Lamarck, 1819). Para o estudo da anatomia foi realizada dissecação de animais, provenientes da Coleção Malacológica “Prof. Henry Ramos Matthews”, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Coleção Malacológica do Laboratório de Moluscos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pelas técnicas convencionais. Para espécies do gênero *Arca* há uma considerável variação com relação ao sistema muscular. As espécies de *Anadara* estudadas apresentaram pequenas diferenças entre si no sistema muscular principal. Presença de estrutura bissal e bisso bem desenvolvidos são observadas em *Arca imbricata*. Para as espécies de *Anadara* aqui estudadas o pé aparece bem desenvolvido. O manto dos espécimes de *Arca imbricata* apresentaram-se com 2 camadas e olhos na camada externa. O coração é “duplicado”, ou seja, possuindo dois ventrículos bastante separados. As gônadas de alguns espécimes analisados estavam bastante desenvolvidas, indicando possível período reprodutivo. O sistema digestório de *Arca imbricata* apresentou apenas pequenas modificações dos observados na espécie no Pacífico Sul. O intestino dos espécimes de Anadarinae tem nitidamente tamanho superior do que o dos espécimes da Arcinae.

Palavras-chave: Anadarinae, Arcinae, redescrição.

## ABSTRACT

### **Comparative Anatomy of *Arca imbricata* Bruguière, 1789; *Anadara braziliana* Lamarck, 1819 and *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789) (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) from the Northeast Coast of Brazil**

The family Arcidae has considerable variation in the shape of the shell, where the most striking feature is the cardinal area flat. The study aims to add information and make preliminary studies soft parts of specimens of northeast Brazil (*Arca imbricata* Bruguière species, 1789, *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789) and *Anadara braziliana* (Lamarck, 1819). For the anatomy study was performed animals dissection, from the malacological collection "Prof. Henry Ramos Matthews", of the Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), of the Universidade Federal do Ceará (UFC), and the malacological collection of the moluscs laboratories of the Universidade Federal Rural do Semi-Arido (UFERSA), using conventional techniques. For species of the genus *Arca* there's considerable variation with respect to the muscular system. The species of *Anadara* studied had small differences in the muscular system main. Presence of biscal clump and well-developed byssus are observed in *Arca imbricata*. For the species of *Anadara* foot appears well developed. The mantle of specimens of *Arca imbricata* presented with two layers and eyes in the outer layer. The heart is "doubled", ie, having two widely separated ventricles. The gonads of some specimens examined were well developed, indicating possible breeding period. The digestive system of *Arca imbricata* showed only minor changes observed in the South Pacific species. The intestine of Anadarinae specimens has markedly higher than the size of the Arcinae specimens.

Keywords: Anadarinae, Arcinae, redescription.

## 1. INTRODUÇÃO

A superfamília Arcoidea é composta pelas Famílias Arcidae, Noetiidae, Cucullaeidae e Glycymerididae. Aproximadamente 300 espécies formam esta superfamília, com a maioria pertencente à família Arcidae, onde os gêneros mais numerosos são *Arca*, *Barbatia* e *Anadara* (OLIVER & HOLMES, 2006). Caracteriza-se por possuir perióstraco frequentemente hirsuto e umbo proeminente (COAN *et al.*, 2000), forma trapezoidal ou circular, com dois músculos adutores com tamanhos semelhantes (isomiário); equivalves, a maioria dos representantes compõe a infauna e epifauna de águas quentes. Arcoidea possui um longo registro fóssil, com origem no Ordoviciano. A maior radiação ocorreu no táxon Parallelodontidae – grupo provavelmente extinto – por todo período Paleozóico Superior e Mesozóico. Esta radiação é similar a de arcídeos modernos com a variação da forma da concha (COPE, 1997; AMLER, 1989 *apud* OLIVER & HOLMES, 2006).

A família Arcidae possui uma considerável variação na forma da concha, onde a característica mais marcante é a área cardinal achatada (COAN *et al.*, 2000). É caracterizada por ter concha inequilateral, formato de ovalada a subtrapezoidal, com escultura radial ou decussata, porcelanosa e numerosos dentes taxodontes localizados numa charneira reta, perióstraco espesso, ocasionalmente piloso (AMARAL *et al.*, 2009; RIOS, 1994, 2009). Para a costa brasileira, RIOS (2009) assinala as espécies *Arca imbricata* Bruguière, 1789, *Arca zebra* (Swainson, 1833), *Barbatia cancellaria* (Lamarck, 1819), *Barbatia domingensis* (Lamarck, 1819), *Barbatia candida* (Helbling, 1779), *Barbatia ectocomata* (Dall, 1886), *Barbatia tenera* (Adams, 1845), *Anadara braziliana* (Lamarck, 1819), *Anadara chemnitzii* (Philippi, 1851), *Anadara baughmani* Hertlein, 1951, *Anadara notabilis* (Roding, 1798), *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789), *Bathyarca* sp. e *Bentharca* sp.

HEATH (1941) apresenta dados de anatomia de 32 espécies e subespécies de quatro famílias diferentes (Arcidae, Noetiidae, Cucullaeidae e Glycymerididae). ROST (1955) também apresenta dados de 13 espécies de Arcidae provenientes do Pacífico, onde deixa claro a necessidade de comparações com espécies da costa do Atlântico. Outros trabalhos de anatomia com número menor de espécies também foram feitos do decorrer dos anos (LIM, 1966; BROOM, 1983; DUFOUR & BENINGER, 2001; SIMONE & CHICHVARKHIN,

2004; DROZDOV *et al.*, 2009; PURCHON & BROWN, 1969 *apud* Nevesskaja, 2009; SIMONE, 2009).

SIMONE & CHICHVARKHIN (2004) em estudo de detalhamento anatômico, mostram que caracteres morfológicos – conquiologia e anatomia interna – são úteis em análises filogenéticas até mesmo de espécies estreitamente relacionadas de bivalves, confrontando o pensamento frequente que a anatomia de bivalve é muito conservativa e, portanto, limitada para resolver problemas sistemáticos.

Desta forma, complementando dados presente na literatura sobre anatomia de Arcidae, este estudo visa adicionar informações e apresentar os estudos preliminares de partes mole de espécimes da costa Nordeste do Brasil das espécies *Arca imbricata* Bruguière, 1789, *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789) e *Anadara braziliana* (Lamarck, 1819).

## 2. OBJETIVO

Descrever a anatomia do sistema muscular principal, pé, bisso, manto, cavidade palial, massa visceral e sistema digestório de espécimes da costa nordestina brasileira, pertencentes a três espécies da família Arcidae: *Arca imbricata* Bruguière, 1789; *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789) e *Anadara braziliana* (Lamarck, 1719), analisando comparativamente as espécies entre si e com outras espécies da família.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes disponíveis para o estudo são provenientes da Coleção Malacológica “Prof. Henry Ramos Matthews” (CMPHRN), do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Coleção Malacológica do Laboratório de Moluscos (CMLM) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde as partes moles são conservadas por via úmida (álcool 70%). Todos os espécimes estudados são provenientes de regiões do Nordeste do Brasil.

Para o estudo da anatomia foi realizada dissecação dos animais pelas técnicas convencionais, observadas ao microscópio estereoscópico. Em seguida, foram feitos desenhos esquemáticos e fotos para melhor acompanhamento do estudo.

A classificação sistemática utilizada segue a proposta de RIOS, 2009.

As abreviações nas figuras: **aa.** Músculo adutor anterior, **an.** ânus, **ar.** músculo retrator anterior do pé, **au.** aurícula, **bc.** estrutura do bisso (‘bissal clump’), **dd.** divertículo digestivo, **dg.** glândula digestiva, **es.** esôfago, **ey.** olhos do manto, **ft.** pé, **g.** intestino, **gi.** brânquia, **go.** gônada, estrutura suspensora da brânquia, **gt.** **mb.** borda do manto, **mo.** boca, **pa.** músculo adutor posterior, **pp.** palpos, **pr.** músculo retrator posterior do pé, **rt.** reto, **s.** septo estomacal, **st.** estômago, **ty.** tiflossole, **v.** ventrículo, **ve.** valva esquerda, **vd.** valva direita.

## 4. RESULTADOS

### Classe Bivalvia

#### Ordem Arcoida Stoliczka, 1871

#### Superfamília Arcoidae Lamarck, 1809

#### Família Arcidae Lamarck, 1809

#### Gênero *Arca* Linnaeus, 1758

*Arca* Linnaeus 1758; ABBOTT, 1965: 342; DIAZ & PUYANA, 1994: 46; RIOS, 1994: 230; 2009: 470

Espécie tipo: *Area noae* Linnaeus, 1758.

Concha inequilateral, com charneira estreita e dentes taxodontes. Larga abertura bissal na região ventral. Área do ligamento ampla, situada entre os vértices das duas valvas. Área posterior, ou seja, entre os umbos das valvas, bastante larga e achatada. Superfície da concha com costelas bem marcadas.

#### *Arca imbricata* Bruguière, 1789

#### Figura 8

*Arca imbricata* Bruguière, 1789; ABBOTT, 1965:342; ABBOTT & DANCE, 1983:291; DIAZ & PUYANA, 1994:46; RIOS, 1994:230; RIOS, 2009:471; WARMKE & ABBOTT 1962:158.

*Area umbonata* Lamarck, 1819; *Arca umbonata* Lamarck, 1819.

Material examinado: CMPHRM 3911.

Redescrição –

**Concha** (Figura 8.A): concha subretangular, com ampla abertura bissal. Numerosas esculturas: costelas bem marcadas e linhas de crescimento.

**Sistema muscular principal:** músculo adutor anterior oval na superfície lateral (Figura 8.B), localizado próximo a borda do manto, ortogonal às gônadas em visão dorsal; tamanho mediano. Músculo adutor posterior elíptico na superfície apical (Figura 8.C), região mais próxima a borda do manto levemente mais afilada do que a região oposta, tamanho superior ao músculo adutor anterior. Músculo palial estreito, um pouco mais largo na porção central, afilado nas extremidades. Músculo retrator triangular na superfície apical, com a base do triângulo voltada para a porção anterior do animal. Músculo retrator anterior elíptico na superfície apical, próximo ao músculo adutor anterior e gônadas. Tamanho diminuto, disposto de forma um pouco oblíqua. Músculo protator anterior pedal pouco visível, circundando a porção ventral do músculo adutor anterior.

**Pé e bisso:** pé levemente comprimido lateralmente, espesso na região posterior, afilado na extremidade anterior, e curvado com a extremidade muito próxima a boca (Figura 8.D). Abertura ventral retilínea mais profunda a medida que se aproxima da porção anterior. Estrutura do bisso ('bissal clump') localizada internamente na abertura ventral do pé, na porção posterior (Figura 8.E e Figura 8.F).

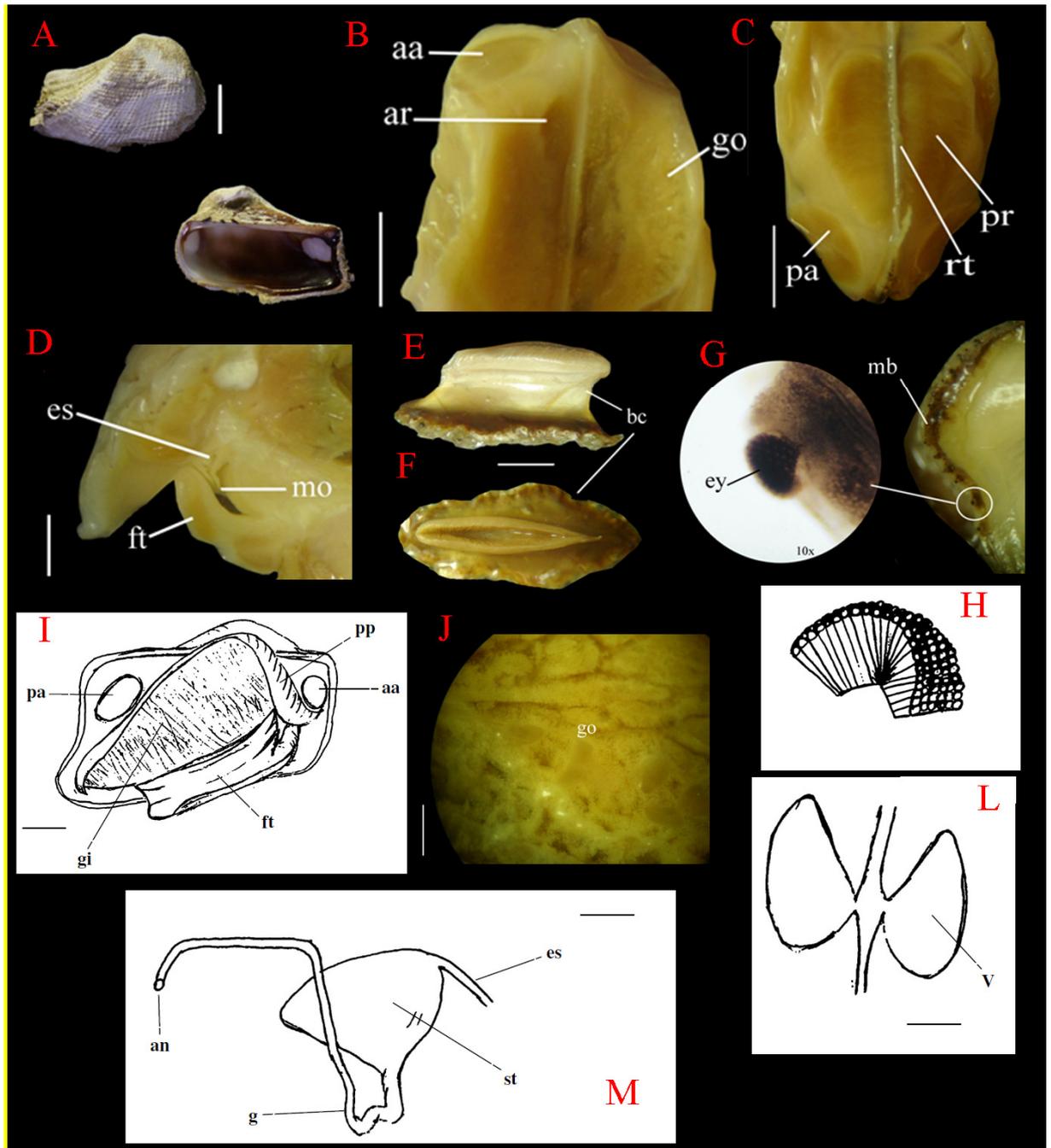
**Manto:** lóbulos do manto parcialmente unidos um ao outro. Presença de pigmentos de tonalidade marrom claro na extremidade da borda do manto. Manto pregueado, formando duas camadas bem visíveis, unidos a concha em prolongamento na extremidade após o último dente da charneira. Presença de pequenos olhos escuros, presentes na região externa do manto, levemente salientes, enfileirados por toda a borda do manto, escassos na região central (Figura 8.G). Maior quantidade de olhos na porção anterior, porém reduzidos em tamanho em relação aos olhos na porção posterior. Os olhos são formados por estruturas cônicas (omatídios), fortemente pigmentadas, sugerindo olhos compostos (Figura 8.H).

**Cavidade palial:** palpos labiais dorsalmente alongados e ventralmente achatados, estreitos na porção anterior e largos na porção posterior, parcialmente presos na região anterior, próxima a inserção do músculo adutor anterior (Figura 8.I). Superfície interna do palpo é praticamente lisa na porção anterior até a região equivalente a metade do músculo adutor anterior e presença de finas pregas no restante do palpo. Superfície externa do palpo é lisa e levemente translúcida, permitindo a visualização das finas pregas internas. Brânquias ocupando cerca de 40% da cavidade e de 80% largura dorsal da concha. Demibrânquia interna e externa com tamanho e largura semelhantes, com formatos

claviforme. Demibrânquia externa levemente menor que a interna na região anterior. As demibrânquias ficam parcialmente recobertas pelos palpos. Estrutura suspensora da brânquia larga, inserida na superfície ventral do músculo posterior adutor.

**Massa visceral:** ocupa grande parte do volume interno da concha. Estômago ocupando tamanho similar ao músculo retrator pedal posterior. Gônadas em formato claviforme em vista dorsal, revestindo a glândula digestiva e recobrindo o intestino, sugerindo o espécime está em período reprodutivo, com ductos curtos. Coração localizado dorsalmente, entre os músculos retratores posterior e a glândula digestiva. Ventrículos largamente separados, triangulares riniformes nas laterais (Figura 8.J), unidos por um pequeno vaso que se torna mais calibroso na região as brânquias. Conector dos gânglios cerebrais e viscerais passando através da gônada. Gânglio cerebral anterior ao músculo adutores anterior, abaixo do esôfago.

**Sistema digestório:** esôfago relativamente curto e parabólico, ventral ao músculo adutor anterior. Glândula digestiva localizada na região dorsal, entre as gônadas. Estômago esférico (Figura 8.K), com presença de câmaras não totalmente divididas, dois ductos dos divertículos digestivos, lado a lado, na região dorsal. Intestino fino e longo, curvado na porção ventral, contorcido na parte ventral, próximo ao músculo retrator posterior do pé. Intestino passa na região dorsal. Reto envolve dorsalmente o músculo adutor posterior, alargado, recoberto pela borda do manto, com ânus livre e não coberto pelo manto.



**Figura 8** – Anatomia de *Arca imbricata*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1 cm); (B) Visão da parte anterior evidenciando músculo adutor anterior (aa), músculo retrator anterior (ar) e gônadas (go) (escala: 4,5 mm); (C) Parte posterior evidenciando músculo adutor posterior (pa), músculo retrator posterior (pr) e reto (rt) (escala: 4,5 mm); (D) Secção longitudinal do pé (ft), mostrando a boca (mo) e o começo do esôfago (es) (escala: 2 mm); (E) Visão lateral da estrutura do bisso ('bissal clump' = bc) (escala: 2,5 mm); (F) Visão apical da estrutura do bisso (bc) (escala: 2,5 mm); (G) Visão da borda do manto (mb) e em detalhe o olho composto (ey) (aumento de 10x); (H) Desenho esquemático do olho composto; (I) Desenho esquemático da vista lateral mostrando brânquias (gi), palpos (pp), músculo adutor anterior (aa), músculo adutor posterior (pa) e pé (ft) (escala: 6 mm); (J) Visão detalhada da gônada (go) (escala: 4 mm); (K) Desenho esquemático dos ventrículo (v) (escala: 0.5 mm); (L) Desenho esquemático do esôfago (es), estômago (st), intestino (g) e ânus (an) (escala: 3 mm).

### Gênero *Anadara* Gray, 1847

*Anadara* Gray, 1847; ABBOTT, 1965:345; DIAZ & PUYANA, 1994:47; RIOS, 1994:231; 2009:473.

Espécie tipo: *Area antiquata* Linnaeus, 1758.

Concha oblonga, ornamentada com fortes costelas radiais, as valvas podem ter o mesmo tamanho ou uma ser maior que a outra. Umbo proeminente prosogírico. Área cardinal estreita e alongada. Tamanho mediano. Bisso pequeno ou vestigial.

### Subgênero *Cunearca* Dall, 1898

*Cunearca* Dall, 1898; RIOS, 1994:231; 2009:474.

Espécie tipo: *Arca braziliana* Lamarck, 1819.

Escultura da concha discrepante, valva esquerda é maior e possui nós mais grosseiros.

### *Anadara braziliana* Lamarck, 1819

#### Figura 9

*Anadara braziliana* Lamarck, 1819; ABBOTT, 1965:346; ABBOTT & DANCE, 1983:293; AMARAL et al., 2009:41; DIAZ & PUYANA, 1994:47; RIOS, 1994:231; 2009:474; WARMKE & ABBOTT, 1962:160.

*Area incongrua* Say, 1822.

Material examinado: CMLM 1012

Redescrição –

**Concha** (Figura 9.A): concha trigonal, inflada, costelas radiais, umbos bastante próximos, valva esquerda maior que a direita.

**Sistema muscular principal:** músculo adutor anterior oval em secção transversal, um pouco afastada da borda do manto. Músculo adutor posterior com formato semelhante a uma gota, sendo a porção interna a região levemente afilada, maiores que os músculos adutores anterior. Músculo retrator anterior elíptico, bastante diminuto, visível na superfície dorsal. Músculo retrator posterior filiforme bastante visível na superfície dorsal (Figura 9.B). Músculo palial bem desenvolvido.

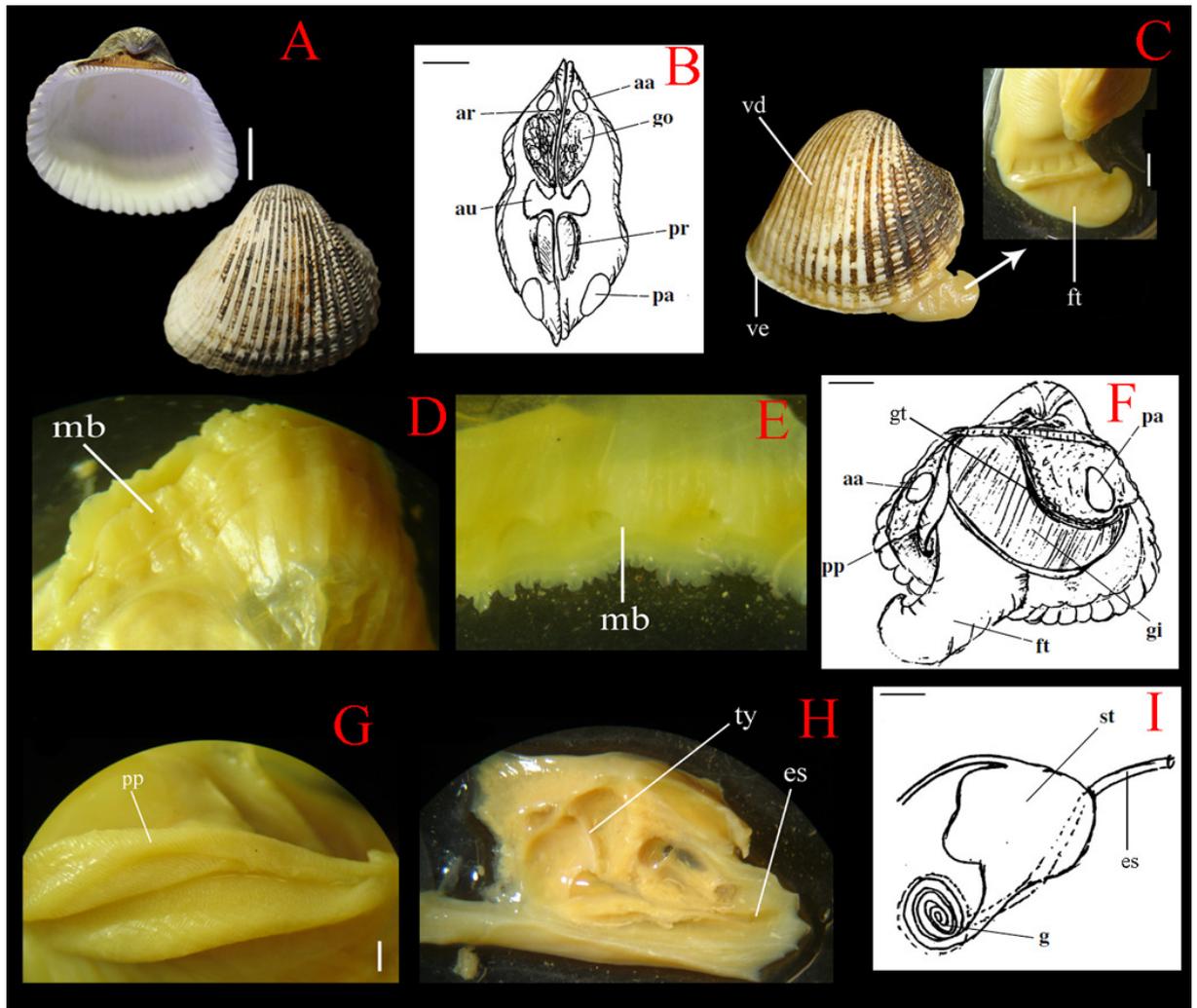
**Pé:** bastante desenvolvido, grande, afilado na extremidade, com curvatura discreta em direção a boca (Figura 9.C). Comprimido lateralmente, com abertura na metade da região ventral, iniciando 1/5 depois da extremidade anterior. Possui formato semelhante a uma bota.

**Manto:** lóbulos quase totalmente livres, unidos por uma porção diminuta nas extremidades. Extremidade posterior do manto bastante espessa, com região central e anterior mais delgada. Borda do manto pregueada formando duas camadas. Camada externa com ornamentação semelhante a da concha (Figura 9.D). Camada interna tem a superfície lisa e as extremidades delicadas e bastante pregueadas (Figura 9.E).

**Cavidade palial:** brânquias em formatos claviformes, menor que a de *Arca imbricata*; demibrânquias com tamanhos semelhantes, onde a demibrânquia externa é um pouco menor que a demibrânquia interna (Figura 9.F). Estrutura suspensora da brânquia bastante desenvolvida, com extremidade afilada e fina. Palpos labiais grandes, ocupando 3/5 da superfície lateral, unido a inserção da brânquia na região posterior. Superfície externa dos palpos labiais é lisa, translúcida, permitindo a visualização das pregas da superfície interna (Figura 9.G). Palpos labiais mais largos na região mediana, estreitando em direção as extremidades.

**Massa visceral:** ocupa cerca de 1/3 do volume interno da concha. Estômago grande, com formato ovalado. Intestino grande, com várias voltas na região mediana, onde o calibre é maior do que no restante do intestino. Gônadas ocupando a região central, assim como parte do intestino, rins laterais ao músculo adutor posterior. Coração anterior ao músculo retrator posterior, com aurículas (Figura 9.B). Sistema nervoso bem marcado na região posterior, com visualização de gânglio e saída das terminações nervosas para a estrutura suspensora das brânquias.

**Sistema digestório:** esôfago com tamanho mediano e levemente curvo. Glândula digestiva ventral ao estômago. Câmara estomacal arredonda, com possível presença de tiflossole (Figura 9.H). Intestino grande, com bastante voltas na porção mediana, sendo esta porção situada lateral a câmara estomacal (Figura 9.I), rodeado pelas gônadas e glândula digestiva. Porção do intestino mais fino, reto um tanto alargado e ânus dorsal ao músculo adutor posterior.



**Figura 9** – Anatomia de *Anadara braziliana*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1cm); (B) Desenho esquemático em visão apical, sem concha, expondo algumas estruturas musculares – músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), músculo retrator anterior (ar) e posterior (pr) –, coração com aurículas (au) e gônadas (go) (escala: 5 mm); (C) Vista lateral evidenciando o pé (ft) e sua valva direita (d) e esquerda (ve) (escala: 3,5 mm); (D) Superfície externa da borda do manto; (E) Superfície interna da borda do manto; (F) Desenho esquemático da vista lateral mostrando as brânquias (gi), palpos labiais (pp), músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), estrutura suspensora da brânquia (gt) e pé (ft) (escala: 7 mm); (G) Detalhe da vista interna do palpo labial (pp) (escala: 1,5 mm); (H) Detalhe da região interna do estômago (st) mostrando a possível tiflossole (ty); (I) Desenho esquemático do estômago (st), porção mediana do intestino (g) e esôfago (es) (escala: 3 mm).

### Subgênero *Lunarca* Gray, 1842

*Lunarca* Gray, 1842; ABBOTT, 1965:345; RIOS, 1994:232; RIOS, 2009:475.

Espécie tipo: *Arca ovalis* Bruguière, 1789.

Concha oblonga, subequivalves, umbos posicionados um quarto anterior, área cardinal entre os umbos.

### *Anadara ovalis* (Bruguière, 1789)

Figura 10

*Anadara (Lunarca) ovalis* (Bruguière, 1789); ABBOTT, 1965:345; ABBOTT & DANCE, 1983: 292; DIAZ & PUYANA, 1994:47; RIOS, 1994:232; RIOS, 2009:475; WARMKE & ABBOTT, 1962:159.

*Area campechiensis*, Gmelin, 1791, *Area pexata* Say, 1822 e *Lunarca ovalis* (Bruguière, 1789).

Material examinado: CMPHRM 3912

Redescrição –

**Concha** (Figura 10.A): concha arredonda-ovalada, ornamentada com costelas radiais lisas, ligamento estreito, umbos juntos.

**Sistema muscular principal:** músculo adutor anterior oval em secção transversal, próximo a borda do manto. Músculo adutor posterior ovalado em secção transversal, maior que o músculo adutor anterior. Músculos retratores posteriores bastante elíptico, delgados e pequenos (Figura 10.B). Músculos retratores anterior diminutos, não visualizados na superfície dorsal. Músculo palial bem desenvolvido.

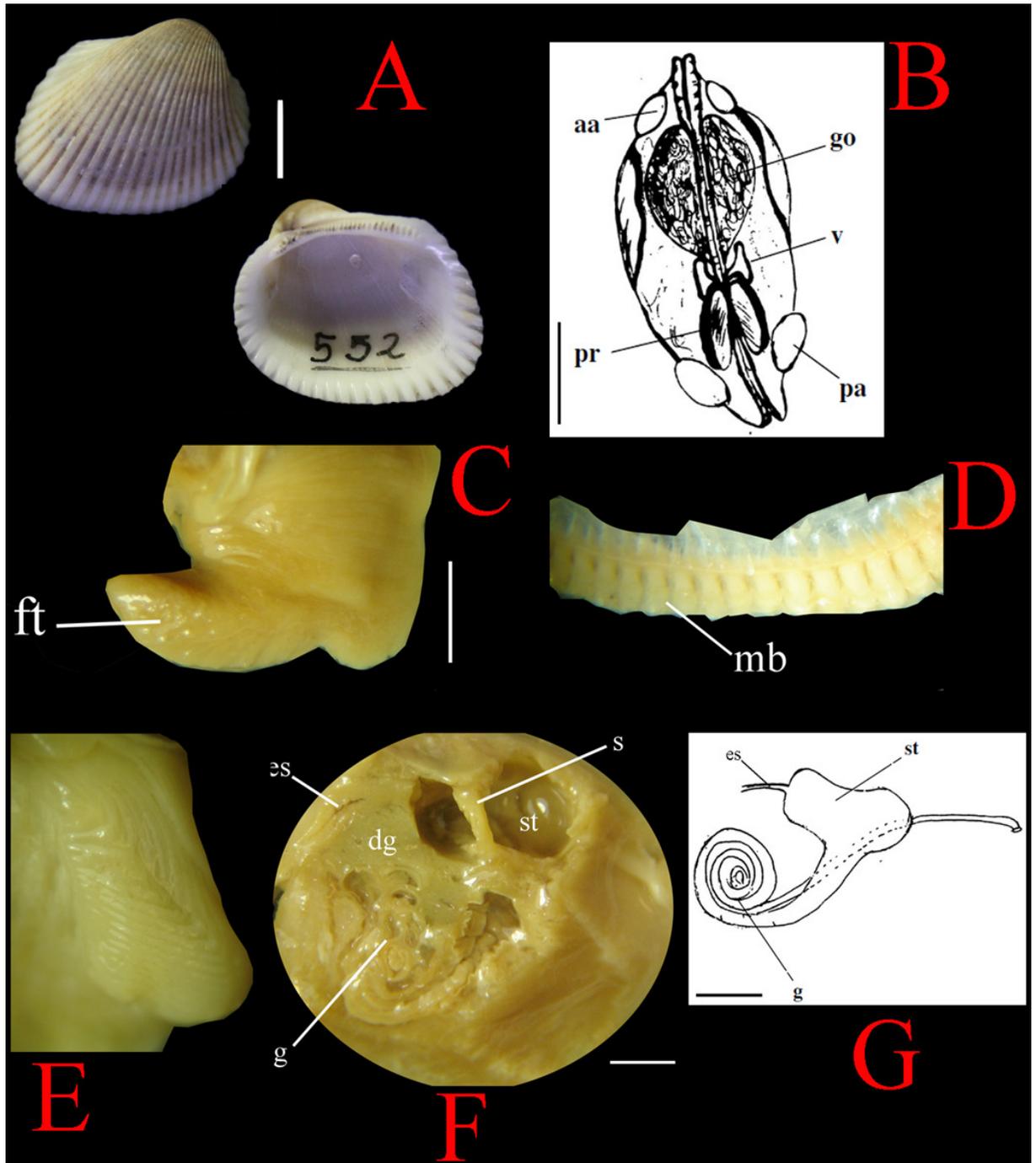
**Pé:** desenvolvido, comprimido lateralmente, levemente curvado para região anterior, distante da abertura da boca (Figura 10.C). Formato semelhante a uma ‘bota’. Fenda ventral ocupando  $2/3$  do tamanho do pé. Levemente achatado ventralmente na porção anterior.

**Manto:** lóbulos livres. Bordas do manto formando duas camadas. Camada externa pregueada semelhante a ornamentação da concha (Figura 10.D), enquanto a camada interna tem superfície lisa. Borda do manto larga quando comparada a *Arca imbricata*.

**Cavidade palial:** brânquias em formato claviforme, demibrânquias com tamanhos semelhantes. Estrutura suspensora das brânquias bem desenvolvida. Palpos labiais grandes, com  $2/3$  do comprimento da superfície dorsal. Superfície externa dos palpos labiais lisa e a superfície interna pregueada (Figura 10.E), formando desenho semelhante a uma digital em “V”.

**Massa visceral:** ocupa menos da metade do volume interno da concha. Estômago mediano, com formato elíptico. Intestino grande, dando várias voltas na porção mediana. Rins laterais aos músculos adutor posterior e retratores posterior. Coração na região dorsal, anterior ao músculo retrator posterior, com ventrículos laterais com formato de fuso e paredes espessas (Figura 10.B).

**Sistema digestório:** esôfago longo e levemente curvo. Câmara estomacal principal elíptica. Glândula digestiva ventral a câmara estomacal, abaixo do esôfago. Presença de septo na câmara estomacal (Figura 10.F). Intestino longo e fino da porção mediana ao ânus, dando várias voltas na porção mediana, logo abaixo ao estômago (Figura 10.G). Região inicial do intestino larga e pregueada na porção interna.



**Figura 10** – Anatomia de *Anadara ovalis*. (A) Valva direita mostrando superfícies interna e externa (escala: 1cm); (B) Desenho esquemático em visão apical, sem a concha, expondo algumas estruturas musculares – músculo adutor anterior (aa) e posterior (pa), músculo retrator posterior (pr) – ventrículos (v) e gônadas (go) (escala: 7 mm); (C) Visão lateral do pé (ft) (escala: 3 mm); (D) Vista apical de um fragmento da borda do manto (mb), camada externa; (E) Detalhe da superfície interna dos palpos labiais; (F) Corte longitudinal mostrando o estômago (st) com septo (s), glândula digestiva(dg) e parte mediana do intestino (g) (escala: 1,5 mm); (G) Desenho esquemático do estômago (st) e porção mediana do intestino (g) (escala: 1,5 mm).

## 5. DISCUSSÃO

Os bivalves são genericamente caracterizados por terem o corpo lateralmente comprimido, possuem duas valvas unidas por um ligamento, sem rádula, dentre outras características que podem variar entre as famílias. Essas modificações dos moluscos plesiomórficos, juntamente com problemas taxonômicos – que geralmente não existem em outros grupos de moluscos – dificultam o estabelecimento de uma filogenia para bivalves. Estudos anatômicos de bivalves levaram a vários tipos de classificações, como as de COX (1960), PURCHON (1968), NEWELL (1969), GIRIBET *et al* (2006) dentre outros, que levam em consideração determinados caracteres (como o estômago) e dados moleculares (GIRIBET & WHEELER, 2002). Porém, apesar dos avanços nos estudos de bivalves, são ainda confusas as relações entre os grupos (BIELER & MIKKELSEN, 2006; OLIVER & HOLMES, 2006; GIRIBET *et al*, 2006).

As observações das conchas dos espécimes do estudo de anatomia estão de acordo com a literatura (ABBOTT, 1965; DIAZ & PUYANA, 1994; RIOS 1994, 2009), sendo facilmente diferenciadas entre si, eximindo assim erros na identificação. Algumas pigmentações características podem não ter sido observadas tanto na concha como na parte mole provavelmente devido ao longo período de conservação em álcool 70%.

Espécies da família Arcidae, que juntamente às espécies das famílias Noetiidae e Cucullaeidae são conhecidos como “ark-shells” e “blood cookles”, são reconhecidos por sua concha trapezoidal com costelas, perióstraco evidente e dentição taxodonte. OLIVER & HOLMES (2006) afirmam que há a necessidade de avaliações críticas morfológicas para resolver a relação da família Arcidae principalmente com relação à família Noetiidae devido às grandes semelhanças existentes.

Para espécies do gênero *Arca* há uma considerável variação com relação ao sistema muscular, mais especificamente o músculo retrator pedal, que provavelmente possuem correlação com o ambiente que o animal se encontra (HEATH, 1941). Para o presente estudo o fato de o músculo retrator anterior encontrar-se diminuto e o músculo retrator posterior ser desenvolvido deve refletir a fixação do indivíduo em um substrato, logo possivelmente se relaciona ao habitat ao qual pertence. Segundo HEATH (1941) os músculos retratores de *Arca pacifica* (Sowerby, 1833) (Golfo da Califórnia) é relativamente menor comparado ao tamanho médio de *Arca imbricata* provenientes da Ilha Fiji (Pacífico Sul).

As espécies de *Anadara* estudadas apresentaram pequenas diferenças entre si no sistema muscular principal – como tamanho e posições dos músculos –, provavelmente por serem espécies diferentes, muito embora as descrições sigam o padrão estabelecido por HEATH (1941) e ROST (1955) para o gênero.

Uma das divisões feitas dentro da família Arcidae é a separação das subfamílias Arcinae e Anadarinae baseada na forma do bisso, ou seja, se o indivíduo está firmemente fixado (Arcinae) ou possui ‘vida livre’ (Anadarinae), existindo similar classificação de subfamílias na família Noetiidae (OLIVER & HOLMES, 2006). A presença de estrutura bissal e bisso bem desenvolvido, observadas no presente estudo com *Arca imbricata* – e nos estudos de HEATH (1941) com material proveniente da Ilha Fiji – pode ser considerada uma característica da subfamília, mas não deve ser utilizada como característica diferenciadora com relação a família Noetiidae.

Para as espécies de *Anadara* aqui estudadas (*Anadara ovalis* e *Anadara braziliana*), o pé aparece bem desenvolvido, indicando portanto que esses animais possuem pouca ou nenhuma fixação, sendo considerados não sésseis. Bivalves escavadores utilizam o pé para enterrar-se na areia ou lama (ABBOTT, 1965), logo, é necessário um pé desenvolvido para tal função. Sabendo-se que *Anadara braziliana* é uma espécie típica de areia e cascalho, corrobora o argumento do pé ser bem desenvolvido como adaptação ao habitat. Sugere-se uma escavação superficial devido à inobservância de sifões.

Geralmente o manto dos bivalves apresenta-se com 3 camadas, uma externa secretora, uma interna limitada pelo sulco periostracal e uma mediana sensorial (YONGE, 1982). *Anadara ovalis* e *Anadara braziliana* possuem mantos translúcidos e com apenas 2 camadas simples, aparentemente não apresentando uma camada ou órgãos tipicamente sensoriais no manto, como ocorre nas espécies *Anadara antiquata* (Lim, 1966) e *Anadara trapezia* (Sullivan, 1960) que apresentam pontos de pigmento sensíveis a luz nos sifões (YOLOYE, 1975). Já o manto dos espécimes de *Arca imbricata* deste estudo apresenta-se pouco translúcido, provavelmente devido a conservação em álcool, e com 2 camadas bem definidas, onde a camada externa possivelmente é secretora, como citado acima, e sensorial, devido a presença de olhos. Entretanto, HEATH (1941) descreve *Arca imbricata* com manto cristalino e não faz menção a presença de olhos.

Segundo WALLER (1981) e MORTON & PEHARDA (2008), a presença de olhos paliais em representantes de Arcoida pode ser de dois tipos: simples e composto. PELSENEER (1911, *apud* MORTON 2000), afirma que os olhos paliais em Bivalvia podem ter duas origens ontogênicas distintas. Famílias de Arcoida possuem olhos com ligações nervosas com o gânglio visceral via nervo palial e se desenvolvem na camada externa do manto (MORTON 2000). Os olhos observados em *Arca imbricata* são semelhantes aos que MORTON & PEHARDA (2008) observaram em *Arca noeae* – numerosos na região posterior, compostos (omatidiais), rodeados por células pigmentadas – que provavelmente desempenham função fotossensível similar.

A descrição da cavidade palial feita no presente trabalho diferiu um pouco da descrição feita por HEATH (1941) para *Arca imbricata*, apresentando-se ocupando um maior volume interno. A provável discordância ocorre provavelmente devido ao tamanho dos animais examinados, onde o animal do presente estudo é em média a metade do tamanho do animal estudado por este autor, podendo ser um indivíduo mais jovem – embora adulto – podendo desenvolver mais a concha, ou modificado de acordo com suas condições ambientais. Já as descrições da cavidade palial para as espécies de Anadarinae, apresentaram um padrão havendo pequenas diferenças, sugerindo serem peculiares para cada espécie.

As brânquias de bivalves suspensívoros (lamelibrânquios) tem função na captura, transporte e seleção de partículas, sendo complexas e estruturalmente variadas (DUFOUR & BENINGER, 2001), o que pode justificar o fato das estruturas suspensoras das brânquias serem bem desenvolvidas em *Arca imbricata*, uma espécie sésil, e menos desenvolvidas em *Anadara ovalis* e *Anadara braziliana*, que são espécies não sésseis.

Alguns membros da família Arcidae são os únicos a ter um coração “duplicado”, ou seja, possuindo dois ventrículos bastante separados por causa da intervenção maciça dos músculos retratores do pé (ABBOT, 1965). Para espécies analisadas no presente estudo as características do coração parecem estar bem estabelecidas, corroborando o argumento apresentado por ABBOTT (1965).

As gônadas de alguns espécimes analisados neste estudo estavam bastante desenvolvidas, ocupando uma parte considerável da massa visceral, indicando que, possivelmente, o animal encontrava-se em período reprodutivo. Comparando os ductos observados por HEATH (1941), para *Arca imbricata* houve uma pequena diferenciação nos

ductos observados neste estudo, pois estes se apresentaram mais curtos, logo, menos emaranhados entre si.

Com relação ao sistema digestório, os espécimes de *Arca imbricata* do presente estudo apresentaram apenas pequenas modificações – como o estômago um pouco mais arredondado – dos observados por HEATH (1941), não podendo definir se essas diferenças são causadas devido a forma da fixação do animal da coleção ou devido as condições ambientais da Ilha Fiji (Pacífico Sul) serem diferentes das encontradas na região Nordeste do Brasil, refletindo diferenças na anatomia.

As espécies do gênero *Anadara* apresentaram intestino semelhante às espécies *Anadara senilis* (Linnaeus, 1758), *Anadara bisenensis* Shrenck & Reinhart, 1938 e *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) (HEATH, 1941; YOLOYE, 1975), diferindo no padrão de voltas. O intestino de espécies de Anadarinae tem nitidamente tamanho superior do que o de espécies da família Arcinae. A diferença mais marcante dentro da subfamília Arcinae é na região do intestino, adjacente ao gânglio pedal, onde se dão várias voltas ('loops') (HEATH, 1941).

Conclusões

---

Estudos variados sobre as espécies de bivalves são importantes para o melhor entendimento das relações no grupo. O presente estudo, com enfoque morfométrico, acrescentou novas informações no estudo conquiológico da família Arcidae, verificando ocorrência e similaridades da família para estados da costa Norte-Nordeste do Brasil.

Foram complementadas algumas informações da anatomia da espécie *Arca imbricata*, observando determinadas diferenças em relação a mesma espécie presente na Ilha Fiji, situada no Pacífico Sul. Foram acrescentadas informações de anatomia para as espécies *Anadara braziliana* e *Anadara ovalis* acrescentando, portanto, informações que possam posteriormente serem utilizadas em estudos de sistemática.

Ainda são necessários estudos de anatomia mais aprofundados, preferencialmente com espécimes frescos, a fim de revelar maiores diferenças e características mais específicas das espécies.

## Referências Bibliográficas

---

ABBOTT, R. T. **American Seashells**. 7<sup>a</sup> ed. Princeton, New Jersey, Toronto, New York, London: D. Van Nostrand Company, Inc. 1965. p.348.

ABBOTT, R.T. & DANCE, S.P. **Compendium of Seashells** – A color guide to more than 4.200 of the World's Marine Shells. 2<sup>a</sup> ed. NY: E.P. Dutton, Inc. 1983. 411p.

ADAMS, D.C.; ROLFH, F.J.; SLICE, D.E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. **Italian Journal of Zoology**, [s.l.], n. 71, p. 5-16, 2004.

AMARAL, A.C.Z.; RIZZO, A.E.; ARUDA, E.P. **Manual de identificação dos invertebrados da região Suldeste-Sul do Brasil**. 1<sup>a</sup> Edição; Editora EDUSP. 2006. p.288.

AYTEKIN, A.M; TERZO, M.; RASMONT, P; ÇAGATAY, N. Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibiricobombus* Vogt (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille). **Annales de la Société Entomologique de France**, [s.l.], n. 43, v. 1, p. 95-102, 2007.

AMLER, MRW. Die Gattung *Parallelodon* Meek & Worthen (Bivalvia, Arcoida) in Mitteleuropäischen Unter-carbon. In: OLIVER, P. G.; HOLMES, A. M.. The Arcoida (Mollusca: Bivalvia): a review of the current phenetic-based systematics. **Zoological Journal Of The Linnean Society**, [s.l.], n. 148, p.237-251, 2006.

BAYLAC, M.; VILLEMANT, C.; SIMBOLOTTI, G. Combining geometric morphometrics with pattern recognition for the investigation of species complexes. **Biological Journal of the Linnean Society**, [s.l.], n. 80, p.89–98, 2003.

BIELER, R.; MIKKELSEN, P. M.. Bivalvia: a look at the Branches. **Zoological Journal Of The Linnean Society**, [s.l.], n. 148, p.223-235, 2006.

BROOM, M. J. Gonad Development and Spawning *Anadara granosa* (L.) (Bivalvia: Arcidae). **Aquaculture**, [s.l.], v. 30, p.211-219, 1983.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. S.. **Invertebrates**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc, 2003. 936 p.

BOTKIN, D.B; BEVERIDGE, C.E. Cities as Environments. **Urban Ecosystems**, [s.l.], n. 1, p.3–19, 1997.

BOUTET, I.; JOLLIVET, D.; SHILLITO, B.; MORAGA, D.; TANGUY, A. Molecular identification of differentially regulated genes in the hydrothermal-vent species *Bathymodiolus thermophilus* and *Paralvinella pandorae* in response to temperature. **BMC Genomics**, [s.l.], v. 10, n. 222, 2009.

COAN, E. V.; VALENTICH-SCOTT, P.; BERNARD, F. R.. **Bivalve Seashells of Western North America**: (Santa Barbara Museum of Natural History Monographs) (Hardcover). Santa Barbara: Musuem Of Santa Barbara, 2000. 764 p.

COPE, JCW. 1997. The early phylogeny of the class Bivalvia. In: OLIVER, P. G.; HOLMES, A. M.. The Arcoida (Mollusca: Bivalvia): a review of the current phenetic-based systematics. **Zoological Journal Of The Linnean Society**, [s.l.], n. 148, p.237-251, 2006.

COX, L.R. Thoughts on the classification of the bivalvia. 1960. In: GIRIBET, G. & WHEELER, W. On a bivalve phylogeny: a high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. **Invertebrate Biology**, [s.l.], v.4, n.121, p.271-324, 2002.

CRAME, J. A.. An evolutionary framework for the polar regions. **Journal of Biogeography**, n. 24, p. 1-9, 1997.

CRAME, J. A.. Evolution of taxonomic diversity gradients in the marine realm: evidence from the composition of Recent bivalve faunas. **Paleobiology**, [s.l.], v. 2, n. 26, p.188-214, 2000.

DIAZ, J. M. M.; PUYANA, M.h.. **Mosluscos del caribe Colombiano**. Santafé de Bogotá: Colciencias Y Fundación Natura, 1994. 291 p.

DUFOUR, S. C.; BENINGER, P. G.. A Functional Interpretation of cilia and mucocyte distributions on the abfrontal surface of bivalve gills. **Marine Biology**, [s.l.], v. 138, p.295-309, 2001.

DROZDOV, A.I.; SHARINA, S. N.; TYURIN, S. A.. Sperm Ultrastructure in Representatives of Six Bivalve Families from Peter the Great Bay, Sea of Japan. **Russian Journal Of Marine Biology**, [s.l.], v. 35, n. 3, p.236-241, 2009.

FUIMAN, L.A; GAGE, J.D.; LAMONT, P.A. Shell morphometry of the deep sea protobranch bivalve *Ledella pustulosa* in the Rockall Trough, north-east Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, United Kingdom, n. 79, p.661-671, 1999.

GARCÍA-DOMÍNGUEZ, F. A. et al. Ciclo reproductivo de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Arcidae) en Bahía Magdalena, México. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, [s.l.], v. 43, n. 1, p.143-152, 2008.

GIRIBET, G. & WHEELER, W. On a bivalve phylogeny: a high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. **Invertebrate Biology**, [s.l.], v.4, n.121, p.271-324, 2002.

GIRIBET, G; OKUSU, A.; LINDGREN, A.N.; HUFF, S.W.; SCHRÖDL, M.; NISHIGUCHI, M.K. Evidence for a clade composed of molluscs with serially repeated structures: monoplacophorans are related to chitons. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s.l.], n. 103, p.7723-7728, 2006.

GIRIBET, G. Bivalvia. In: PONDER, W. F.; LINDBERG, D. R. (Comp.). **Phylogeny and Evolution of the Mollusca**. Berkeley, Los Angeles, London: University Of California Press, 2008. Cap. 6, p. 105-143.

HARPER, E.M.; TAYLOR, J.D.; CRAME, J.A.. Unravelling the evolutionary biology of the Bivalvia: a multidisciplinary approach. **Geological Society**, Special Publication, London, v. 177, n. , p.1-19, 2000.

HEATH, H.. The anatomy of the pelecypod family Arcidae. **Transactions Of The American Philosophical Society**, [s.l.], v. 31, n. , p.287-319, 1941.

HOFFMAN, A.A; SHIRRIFFS, J. Geographic variation for wing shape in *Drosophila serrata*. **Evolution**, [s.l.], v. 56, n. 3, p.1068-1073, 2002.

LIM, C. F.. A comparative study of the ciliary feeding mechanisms of *Anadara* species from different habitats. **Biology Bulletin**, [s.l.], v. 130, n. , p.105-117, 1966.

MALCHUS, L. Constraints in the ligament ontogeny and evolution of Pteriomorphian Bivalvia. **Paleontology**, [s.l.], v. 47, n. 6, p. 1539-1574, 2004a.

MALCHUS, L.. Early ontogeny of Jurassic bivalviids and their bearing on bivalve evolution. **Acta Palaeontologica Polonica**, [s.l.], v. 49, n. 1, p.85-110, 2004b.

MARKO, P. B.; JACKSON, J. B. C. Patterns of Morphological Diversity Among and Within Arcid Bivalve Species Pairs Separated by the Isthmus of Panama. **Journal Paleontology**, [s.l.], v. 75, n. 3, p.590-606, 2001.

MARKO, P.B. Fossil Calibration of Molecular Clocks and the Divergence Times of Geminant Species Pairs Separated by the Isthmus of Panama. **Molecular Biology Evolution**, [s.l.], v. 19, n. 11, p.2005-2011, 2002.

MONTEIRO, L. R.; REIS, S. F.. **Princípios de Morfometria Geométrica**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 1999. 188 p.

MORTON, B. The Pallial Eyes of *Ctnoides floridanus* (Bivalvia: Limidae). **Molecular Biology Evolution**, London, n. 66, p. 449-455, 2000.

MORTON, B.; PEHARDA, M. The biology and functional morphology of *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae) from the Adriatic Sea, Croatia, with a discussion on the evolution of the bivalve mantle margin. **Acta Zoologica**, Stockholm, n. 89, p. 19-28, 2008.

NEVESSKAJA, L. A.. Dynamics of Taxonomic Diversity of Bivalves in the Phanerozoic. **Paleontological Journal**, [s.l.], v. 42, n. 4, p.3-11, 2008.

NEVESSKAJA, L. A.. Principles of Systematics and the System of Bivalves. **Paleontological Journal**, [s.l.], v. 43, n. 1, p.3-13, 2009.

NEWELL, N.D. Classification of the Bivalvia. 1965. In: NEVESSKAJA, L. A.. Principles of Systematics and the System of Bivalves. **Paleontological Journal**, [s.l.], v. 43, n. 1, p.3-13, 2009.

NEWELL, N.D. Classification of the Bivalvia. 1969. In: GIRIBET, G. & WHEELER, W. On a bivalve phylogeny: a high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. **Invertebrate Biology**, [s.l.], v.4, n.121, p.271-324, 2002.

OLIVER, P. G.; HOLMES, A. M.. The Arcoida (Mollusca: Bivalvia): a review of the current phenetic-based systematics. **Zoological Journal Of The Linnean Society**, [s.l.], n. 148, p.237-251, 2006.

PASSAMANECK, Y. J.; SCHANDER, C.; HALANYCH, K. M.. Investigation of molluscan phylogeny using large-subunit and small-subunit nuclear rRNA sequences. **Molecular Phylogenetics And Evolution**, [s.l.], n. 32, p.25-38, 2004.

PELSENEER, P. Les Lamellibranches de l'expédition Du Siboga. 1911. In: MORTON, B. The Pallial Eyes of *Ctenoides floridanus* (Bivalvia: Limidae). **Molecular Biology Evolution**, London, n. 66, p. 449-455, 2000.

PETRORIUS, E. Using geometric morphometrics to investigate wing dimorphism in males and females of Hymenoptera – a case study based on the genus *Tachysphex* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae: Larrinae). **Australian Journal of Entomology**, Austrália, n. 44, p.113-121, 2005.

PONDER, W. F.; LINDBERG, D. R.. Molluscan Evolution and Phylogeny: an Introduction. In: PONDER, W. F.; LINDBERG, D. R. (Comp.). **Phylogeny and Evolution of the Mollusca**. Berkeley, Los Angeles, London: University Of California Press, 2008. Cap. 1, p. 1-17.

PURCHON, R. D.; BROWM, D. Phylogenetic Interrelationships among Families of Bivalve Molluscs. 1969. In: GIRIBET, G. & WHEELER, W. On a bivalve phylogeny: a high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. **Invertebrate Biology**, [s.l.], v.4, n.121, p.271-324, 2002.

PURVES, W. K.; SADAVA, D., ORIAN, G.H.,HELLER, H.C. **Vida: A Ciência da Biologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artemed, 2005. 1044 p.

RIOS, E. C.. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade de Rio Grande, 1994. 233-234 p.

RIOS, E. C.. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. 1. ed. Rio Grande: *Evangraf*, 2009. 668p.

ROHLF, F.J. Geometric morphometrics and phylogeny. **Graduate Studies in Ecology and Evolution**, NY, n. 1059, 15p., 2000.

ROST, H.. A report on the family Arcidae. **Allan Hancock Pacific Expeditions**, [s.l.], v. 20, n. , p.177-236, 1955.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D.. **Zoologia dos Invertebrados: Uma abordagem funcional-evolutiva**. 7. ed. São Paulo: Rocca, 2005. 426-439 p.

SCHNEIDER, J. A.. Bivalve Systematics During the 20th Century. **Journal Of Paleontology**, [s.l.], v. 6, n. 75, p.1119-1127, 2001.

SILVA, T.G.A. **Caracterização morfológica e molecular de *Anastrepha bistrigata* Bezzi e *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae)**. 2008. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

SIMONE, L. R. L.. A new species of Acar (Bivalvia, Arcidae) from São Pedro e São Paulo Archipelago, Brazil. **Novapex**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.9-16, 2009.

SIMONE, L. R. L.; CHICHVARKHIN, A.. Comparative Morphological Study of Four Species of *Barbatia* Occurring on the Southern Florida Coast (Arcoidea, Arcidae). **Malacologia**, [s.l.], v. 46, n. 2, p.355-379, 2004.

THOMÉ, J.W. Importância e utilidade dos moluscos – parte I. **Informativo SBMa**, no.47. 1985.

VALENTINE, J. W. et al. Assessing the fidelity of the fossil record by using marine bivalves. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s.l.], v. 103, n. 17, p.6599-6604, 2006.

WALLER, T.R. Functional Morphology and Development of Veliger Larvae of the European Oyster, *Ostrea edulis* Linne. **Smithsonian Contributions to Zoology**, Washington, n. 328, 70p. 1981.

WARMKE, G.S.; ABBOTT, R.T. **Caribbean Seashells – A guide to the Marine Mollusks of Puerto Rico and the West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys.** 4<sup>a</sup> ed. Wynnewood, Pennsylvania: Livingston Company, 1962, 541p.

YOLOYE, V. The habits and functional anatomy of the West African Bloody Cockle, *Anadara senilis* (L.). **Proceedings Malacological Society of London**, Londres, n. 41, p.277-299, 1975.

YONGE, CM. Mantle margins with a revision of siphonal types in the Bivalvia. **Journal of Molluscan Studies**, Londres, n. 48, p.102-103, 1982.

ZELDITCH, M. L. et al. **Geometric Morphometrics for Biologists: A primer.** [s.l.]: Elsevier Inc., 2004. 443 p.