



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

RAFAEL DE MIRANDA TAVARES

**ASPECTOS SISTEMÁTICOS E PALEOECOLÓGICOS DOS MOLUSCOS
GASTRÓPODES E BIVALVES DA FORMAÇÃO MARIA FARINHA, DANIANO DA
BACIA DA PARAÍBA, PEDREIRA POTY PERNAMBUCO, NE DO BRASIL**

Recife

2019

RAFAEL DE MIRANDA TAVARES

**ASPECTOS SISTEMÁTICOS E PALEOECOLÓGICOS DOS MOLUSCOS
GASTRÓPODES E BIVALVES DA FORMAÇÃO MARIA FARINHA, DANIANO DA
BACIA DA PARAÍBA, PEDREIRA POTY PERNAMBUCO, NE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Mestre em Geociências.

Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Alcina Magnólia da Silva Franca

Coorientadora: Profa. Dra. Priscilla Albuquerque Pereira.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

- T231a Tavares, Rafael de Miranda.
Aspectos sistemáticos e paleoecológicos dos moluscos gastrópodes e bivalves da formação Maria Farinha, daniano da Bacia da Paraíba, Pedreira Poty Pernambuco, NE do Brasil / Rafael de Miranda Tavares – Recife, 2019.
74 f.: figs., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Alcina Magnólia da Silva Franca.
Coorientadora: Profa. Dra. Priscilla Albuquerque Pereira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2019.
Inclui referências.
1. Geociências. 2. Epifauna. 3. Tafonomia. 4. Paleoambiente. 5. Morfologia. I. Franca, Alcina Magnólia da Silva (Orientadora). II. Pereira, Priscilla Albuquerque (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG / 2020-119

RAFAEL DE MIRANDA TAVARES

**ASPECTOS SISTEMÁTICOS E PALEOECOLÓGICOS DOS MOLUSCOS
GASTRÓPODES E BIVALVES DA FORMAÇÃO MARIA FARINHA, DANIANO DA
BACIA DA PARAÍBA, PEDREIRA POTY PERNAMBUCO, NE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Mestre em Geociências.

Aprovada em: 09 / 08 / 2019 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra Alcina Magnólia França Barreto (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dra. Ludmila Alves Cadeira do Prado (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Anderson da Conceição S. Sobral (Examinador externo)
Centro Universitário Tiradentes -UNIT

Aos meus pais, Fernanda Goretti e Mastroianne Jesus, pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal de Pernambuco e ao corpo docente e administrativo do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFPE.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

À professora Alcina Barreto por me acolher no PALEOLAB e também pela confiança na realização deste trabalho quando aceitou orientá-lo.

À professora Priscilla Albuquerque Pereira por coorientar este trabalho e me aceitar como coorientando.

Aos meus familiares: pai, mãe e avós pela torcida e incentivos.

Aos amigos do Paleolab UFPE Gabriel Levi, Anny Rafaela, Rudah Duque, Daniel Oliveira, Ludmila Prado, Prof. Edison Vicente, Rilda Araripe, entre outros amigos.

Anny Rafaela e Rudah Duque por me ajudar em algumas imagens que foram inseridas nesse trabalho.

A Deus por me dar forças para continuar seguindo em frente sem desistir.

Os espíritos protetores nos ajudam com os seus conselhos, através da voz da consciência, que fazem falar em nosso íntimo, mas como nem sempre lhes damos a necessária importância, oferecem-nos outros mais diretos, servindo-se das pessoas que nos cercam (KARDEC, 2008, p.180).

RESUMO

A Formação Maria Farinha representa um ambiente de plataforma rasa que passou por movimentos oscilatórios da linha de costa durante o início da Era Cenozoica, Período Paleógeno, Andar Daniano, Bacia da Paraíba. Na Mina Poty, Paulista, PE, são observados os primeiros estratos, bem como o topo da Formação Gramame (Maastrichtiano), com registro da passagem Cretáceo/Paleógeno (K/Pg). Neste trabalho, foram analisados aspectos sistemáticos, tafonômicos e paleoecológicos dos bivalves, gastrópodes que colonizaram o Mar Maria Farinha, após a grande crise que extinguiu cerca de 80% da vida. A pesquisa envolveu trabalhos de campo e laboratório e levantamento bibliográfico e de fósseis da coleção paleontológica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (DEGEO-CTG-UFPE). A fauna estudada é composta pelas ordens de gastrópodes Sorbeoconcha, Caenogastropoda e Neogastropa: distribuídos em 7 (sete) famílias e 9 (nove) espécies, a saber: *Serratocerithium buaquianum*, *Turritella soaresana*, *Campanile brasiliense*, *Cerithium Harttianum*, *Euspira parahybensis*, *Xenophora conchyliophora*, *Proadusta dalliana*, *Volutispina radula* e *Volutispina alticostata*. A família Cerithidae com *Serratocerithium buaquianum* é predominante, embora as famílias Cerithidae e Neogastropoda sejam mais diversificadas nos estratos da Formação Maria Farinha. Os bivalves estão representados pelas ordens Cardiida (família Cardiidae), Protobranchia (família Nuculanidae), (família Pholadomyidae) e Ostreida (família Gryphaeidae) com as espécies: *Granocardium soaresanum*, *Nuculana swiftiana*, *Pholadomya parahybensis*, *Gryphaeostrea trachyoptera*, respectivamente. A análise da fauna de bivalves e gastrópodes das camadas basais da Formação Maria Farinha, bem como a fauna associada, composta principalmente por crustáceos, equinóides e nautilóides, mostra o predomínio de organismos bentônicos móveis e escavadores, de amplo espectro alimentar, com representantes pouco especializados na dieta, variando de herbívoros, carnívoros e necrófagos. Grupos tolerantes a stress ambiental, em águas com poucos nutrientes. Essas características ecológicas dos grupos facilitaram a colonização dos ambientes de plataforma rasa após a crise K/Pg.

Palavras-chave: Epifauna. Tafonomia. Paleoambiente. Morfologia.

ABSTRACT

The Maria Farinha Formation represents a shallow platform environment that experienced oscillatory shoreline movements during the early Cenozoic Era, Paleogen Period, Danian Floor, Paraiba Basin. In Poty Mine, Paulista, PE, the first strata of the formation are observed, as well as the top of the Gramame Formation (Maastrichtiano), with record of the Cretaceous / Paleogene Passage (K / Pg). In this work, systematic, taphonomic and paleoecological aspects of bivalves, gastropods that colonized the Maria Farinha Sea, were analyzed after the great crisis that extinguished about 80% of marine life. The research involved field and laboratory work and a bibliographic and fossil survey of the paleontological collection of the Department of Geology of the Federal University of Pernambuco (DEGEO - CTG - UFPE). The studied fauna is composed of the orders of gastropods Sorbeoconcha, Caenogastropoda and Neogastropoda: distributed in 7 (seven) families and 9 (nine) species, namely: *Serratocerithium buaquianum*, *Turritella soaresana*, *Cerithium Harttianum*, *Euspira parahybensis*, *Xenophora conchyli* *Proadusta dalliana*, *Volutispina radula* and *Volutispina alticostata*. . The Cerithidae family with *Serratocerithium buaquianum* is predominant, although the Cerithidae and Neogastropoda families are more diverse in the Maria Farinha Formation strata. The bivalves are represented by the orders Cardiida (family Cardiidae), Protobranchia (family Nuculanidae), (family Pholadomyidae) and Ostreida (family Gryphaeidae) with the species: *Granocardium soaresanum*, *Nuculana swiftiana*, *Pholadomya parahybensis*, *Gryphaeostrea trachyoptera*, respectively. The analysis of the fauna of bivalves and gastropods of the Maria Farinha Formation basal layers, as well as the associated fauna, mainly composed by crustaceans, equinoids and nautiloids, shows the predominance of mobile benthic organisms and excavators, with broad food spectrum, with little specialized representatives. in the diet, ranging from herbivores, carnivores and scavengers. Tolerant environmental stress groups, in waters with low nutrients these ecological characteristics of the groups facilitated the colonization of shallow platform environments after the K / Pg crisis.

Keywords: Epifauna. Taphonomy. Paleoenvironment. Morphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização da Paraíba e a divisão em Sub-bacias.	18
Figura 2 –	Carta estratigráfica da Sub-bacia Olinda.	19
Figura 3 –	processos tafonômicos e suas subdivisões.	25
Figura 4 –	Modo de vida dos moluscos.	28
Figura 5 –	Morfologia das conchas dos bivalvios.	30
Figura 6 –	Morfologia das conchas dos gastrópodes.	31
Figura 7 –	Mapa de localização da bacia sedimentar da Paraíba e da pedreira Poty.....	32
Figura 8 –	Vista lado direito e esquerdo da concha de <i>Serratocerithium buaquianum</i> White,1887.....	35
Figura 9 –	Vista do lado direito e esquerdo da concha de <i>Cerithium harttianum</i> Maury,1930.....	36
Figura 10 –	Vista do lado direito e esquerdo da concha de <i>Turritella soaresana</i> Hartt,1887.....	37
Figura 11 –	Vista lado direito e esquerdo da concha de <i>Campanile brasiliense</i> Maury,1930.....	38
Figura 12 –	Vista lado direito e apical da concha de <i>Euspira parahybensis</i> Maury, 1930.....	39
Figura 13 –	Vista lado direito e apical da concha de <i>Xenophora conchyliophora</i> (Born, 1780).....	40
Figura 14 –	Vista do lado direito e esquerdo da concha de <i>Proadusta dalliana</i> (White,1887).	41
Figura 15 –	Vista do lado direito e esquerdo da concha de <i>Volutispina radula</i> (Sowerby in Forbes,1846).....	42
Figura 16 –	Vista do lado direito e esquerdo da concha de <i>Volutispina alticostata</i> (White,1887).....	43
Figura 17 –	Vista do lado direito e apical da concha de <i>Granocardium soaresanum</i> (Rathbun, 1874).	44
Figura 18 –	Vista do lado direito e apical da concha de <i>Nuculana swiftiana</i> Rathbun, 1875.....	45
Figura 19 –	Vista lado direito e esquerdo e vista da charneira da concha.....	46
Figura 20 –	Vista do lado direito da concha de <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> (White, 1887)..	47
Figura 21 –	Pedreira Poty. Vista das camadas basais da Formação Maria Farinha, tanto da Primeira (B) como da segunda bancada (A),	

	calcários e margas com estratificação paralelas.	48
Figura 22 –	Seção estratigráfica da pedreira Poty, mostrando a litologia e associação fossilífera da Formação Maria Farinha.	50
Figura 23 –	A e B Espécie <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> apresentam as valvas articulada fechada e desarticulada. Espécimes C – <i>Nuculana swiftiana</i> , D - <i>Pholadomya parahybensis</i> apresenta uma linha demarcando os dois lados da concha e E - <i>Granocardium soaresanum</i> apresentam as valvas fechadas.	57
Figura 24 –	As espécies A - <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> e B - <i>Granocardium soaresanum</i> apresentam incrustação de um verme serpulídeo.....	58
Figura 25 –	Espécies de A - <i>Granocardium soaresanum</i> e B - <i>Pholadomya parahybensis</i> apresentam recristalização nas conchas.	58
Figura 26 –	Ontogenia em <i>Granocardium soaresanum</i> , A - indivíduo adulto, B e C – indivíduos jovens.	59
Figura 27 –	Recristalização na espécie <i>Serratocerithium buaquianum</i> . Notar a columela.	60
Figura 28 –	As espécies A - <i>Campanile brasiliense</i> , B - <i>Cerithium Harttianum</i> e C - <i>Euspira parahybensis</i> apresentam incrustação por uma espécie de serpulídeo.	60
Figura 29 –	<i>Serratocerithium buarquianum</i> preservado na forma de molde, apresentando, parcialmente, substituição por pirita (piritização).	61
Figura 30 –	Ontogenia em <i>Serratocerithium buaquianum</i> , A - indivíduo adulto, B e C – indivíduos jovens.	62
Figura 31 –	Ontogenia em <i>Euspira parahybensis</i> , A - indivíduo adulto, B e C – indivíduos jovens.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Processos que ocorrem nos ambientes de fossilização.	26
Tabela 2 -	Litologia e conteúdo fossilífero da Formação Maria Farinha na Pedreira Poty	51
Tabela 3 -	Dados biométricos dos bivalves da Formação Maria Farinha	54
Tabela 4 -	Hábito de vida dos bivalves da Formação Maria Farinha	55
Tabela 5 -	Dados biométricos dos gastrópodes da Formação Maria Farinha	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	JUSTIFICATIVA	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	GEOLOGIA DA BACIA DA PARAÍBA	17
3.2	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	19
3.2.1	Formação Beberibe	19
3.3.2	Formação Itamaracá	20
3.2.3	Formação Gramame	20
3.2.4	Formação Maria Farinha	21
3.2.5	Formação Barreiras	22
3.3	PALEONTOLOGIA DA FORMAÇÃO MARIA FARINHA	22
3.4	TAFONOMIA DOS INVERTEBRADOS BIVALVES E GASTRÓPODES	23
3.5	PALEOECOLOGIA DE BIVALVES E GASTRÓPODES	27
3.6	ASPECTOS MORFOLÓGICOS E PALEOECOLÓGICOS	28
3.6.1	Bivalves	28
3.6.2	Gastrópodes	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	Área de estudo	32
4.2	Materiais e métodos	33
4.2.1	Atividades de campo	33
4.2.2	Identificação e classificação do material de estudo	33
4.2.3	Análise paleoecológica	34
4.2.4	Análise tafonômica	34
5	RESULTADOS	35
5.1	SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	35
5.2	A FORMAÇÃO MARIA FARINHA NA PEDREIRA POTY	48
5.3	ANÁLISES MORFOFUNCIONAIS	54

5.4	ANALISE TAFONÔMICA	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

Os invertebrados marinhos representam as primeiras formas de vida macroscópicas do planeta. A fauna da Era Cenozoica se iniciou logo após uma crise global com a extinção em massa do final da Era Mesozoica e início da Era Cenozoica (K-Pg), há 66 milhões de anos. A Bacia Sedimentar da Paraíba registrou nos calcários e margas de ambiente de plataforma intermediária a rasa da Formação Maria Farinha, um relevante conteúdo fossilífero dessa etapa evolutiva da história da Terra.

As frentes de lavra de calcários e argilas da Pedreira Poty (Grupo Votorantim) município de Paulista, PE, representam a mais importante localidade aflorante na América do Sul por registrar em seus estratos o período conturbado de extinção da biota e de eventos catastróficos no limite K-Pg, base da Formação Maria Farinha, Andar Daniano. A relevância desse afloramento culminou com a criação formal de uma área de proteção ao patrimônio natural, o Geossítio K/Pg, Mina Poty, em 2018 (ALBERTÃO, 1992, ALBERTÃO & MARTINS JR., 2006).

Estudos sobre a fauna dos moluscos da Formação Maria Farinha vêm sendo desenvolvidos desde o século XIX, como os trabalhos de Rathbun (1875), White (1887), Maury (1912), Buerlen (1967), Cassab (1978), Muniz (1993). Todos eles abordam aspectos essencialmente de sistemática paleontológica. Trabalhos mais recentes foram realizados por Almeida (2000) sobre revisão sistemática dos moluscos a cerca de icnofósseis e Almeida (2007) estruturas macrobioerosivas em moluscos da Formação Maria Farinha. A Formação Maria Farinha possui vasta diversidade de fósseis de invertebrados como crustáceos, bivalves, gastrópodes, nautiloides, equinoides, corais, e de vertebrados como os Chondrichthyes, Osteichthyes, Pelomedusidae e Dyrosauridae, além dos icnofósseis.

A paleoecologia é responsável por estudar as relações de espécies pretéritas com organismos simpáticos e seu habitat (Lawrence, 1971). É dividida em dois ramos, a paleoautoecologia que infere a forma de vida (dieta e habitat) de espécies individuais ou populações, e a paleosinecologia que se encarrega de analisar a estrutura e funcionamento das populações, comunidades e ecossistemas do passado (Lawrence, 1971; Damuth, 1992).

O presente trabalho visa investigar a diversidade, aspectos tafonômicos e paleoecológicos da fauna de moluscos gastrópodes e bivalves da Formação Maria Farinha, a partir das primeiras camadas sedimentares que marcam o início da Era Cenozoica, na Pedreira Poty, PE.

1.1 OBJETIVOS

Aqui apresentamos os objetivos gerais e específicos a serem trabalhados durante toda a pesquisa a ser feita.

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho objetiva o estudo de identificação taxonômica e paleoambiental dos moluscos bivalves e gastrópodes da Formação Maria Farinha, na Pedreira Poty, Paulista, PE, a fim e contribuir com o conhecimento da dinâmica sedimentar/paleoambiental durante o estágio inicial da Era Cenozoica, Andar Daniano da Bacia da Paraíba.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar coleta de fósseis com controle estratigráfico para estudos taxonômicos e análise de associação de fauna.
- Realizar identificação taxonômica dos moluscos bivalves e gastrópodes da Formação Maria Farinha.
- Analisar das relações paleoautoecológicas e paleossinecologia com integração dos dados e inferências paleoambientais.

2 JUSTIFICATIVA

A importância do estudo proposto nesse material justifica-se pelos poucos trabalhos abordando a temática dos moluscos bivalves e gastrópodes da Formação Maria Farinha. Tal afirmação é corroborada pelo fato de que a última revisão taxonômica, para os grupos, vindos dessa formação, foi feita por Almeida (2000) em sua dissertação. O autor em questão não publicou sua pesquisa em revista científica.

Ressalta-se que é de suma importância os estudos paleoecológicos para que possamos compreender como era o modo de vida dos animais que viviam em ambientes pretéritos e a sua dinâmica ambiental.

Adicionalmente, o estudo da área se justifica também pela relevância do afloramento da Formação Maria Farinha na pedreira Poty, que se apresenta exposta à porção basal da formação, desde a grande extinção e crise ambiental do Período Cretáceo (K/Pg).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada toda a revisão bibliográfica apresentada nesta pesquisa sobre a geologia e paleontologia bacia Paraíba e unidade estratigráfica Maria Farinha além da tafonomia e paleoecologia dos moluscos.

3.1 GEOLOGIA DA BACIA DA PARAÍBA

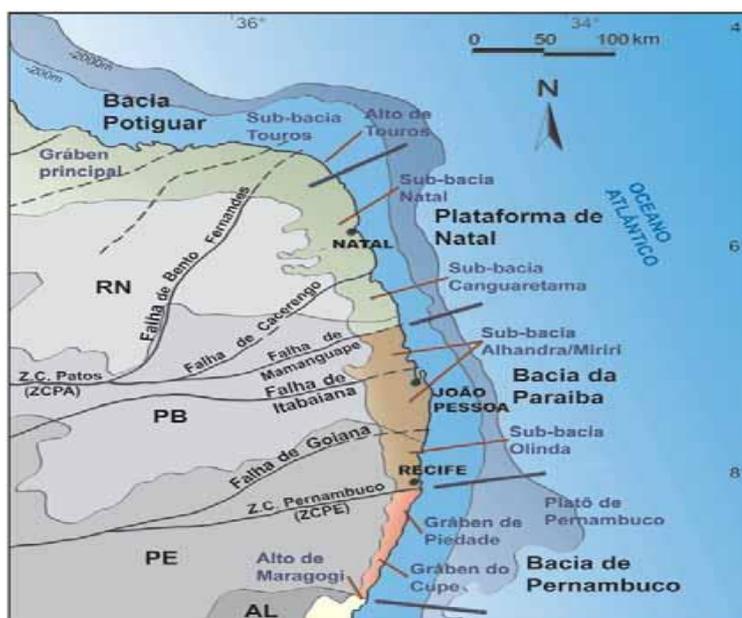
A Bacia da Paraíba é uma bacia costeira, de idade Mesozoica, cuja origem e evolução estão intrinsecamente ligadas aos fenômenos da deriva continental, separação dos continentes sul-americano e africano e à formação do oceano Atlântico (SOUZA et ali., 2006).

Essa bacia se apresenta como uma faixa estreita da costa nordeste do Brasil, ocupando o litoral norte do Estado de Pernambuco e parte do litoral sul do Estado da Paraíba, perfazendo uma área de aproximadamente de 5.300 km² em sua porção emersa, sendo limitada ao sul pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE) e ao norte pela falha de Mamanguape, que representa uma ramificação da Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA) (BARBOSA, 2004, 2007).

Com base nas linhas estruturais e em dados de geofísica, a Bacia da Paraíba pode ser subdividida em duas sub-bacias: Olinda e Alhandra-Miriri, separadas pelo Alto de Goiana. O caráter do preenchimento lítico, do conjunto estratigráfico e da associação fossilífera são peculiares a essas sub-bacias (SOUZA, 2006).

A subdivisão da Bacia da Paraíba foi inicialmente proposta por Mabesoone & Alheiros (1988, 1993), no entanto, para este trabalho foi adotada a modificação feita por Barbosa (2007). A área de estudo está localizada na sub-bacia Olinda, ao norte do Recife (Figura 2).

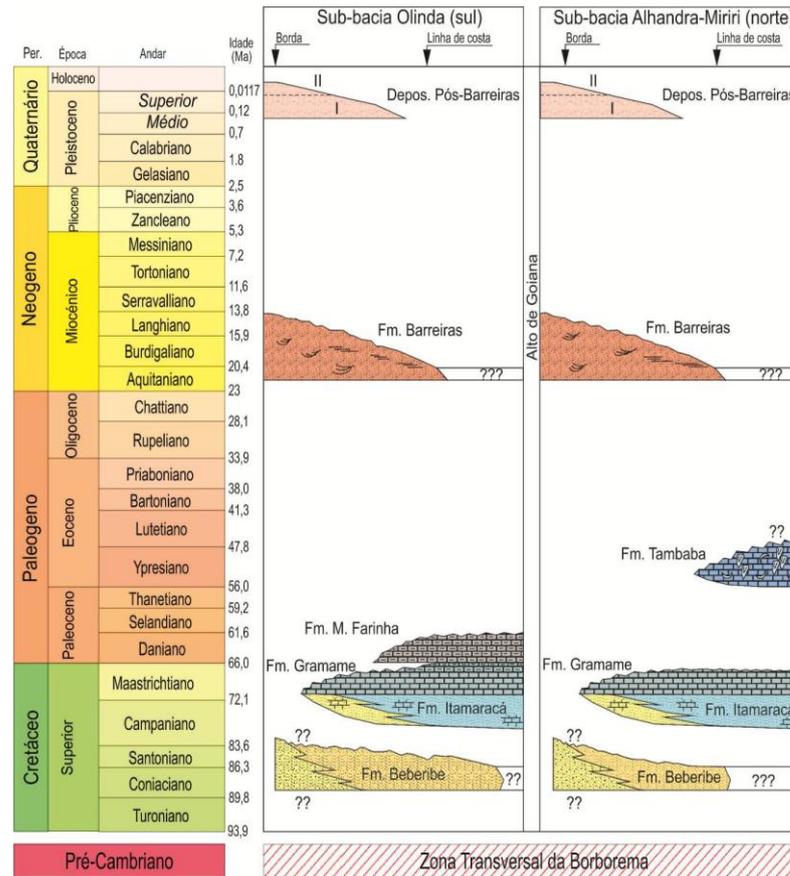
Figura 1 - Localização da Bacia da Paraíba e a divisão em sub-bacias.



Fonte: adaptado de Barbosa, 2007.

A sub-bacia de Olinda fica localizada entre o Lineamento de Pernambuco (Recife) e a Falha de Goiana (Goiana) (Figura 3). Segundo Correia Filho et al., (2015), estão presentes nessa sub-bacia as formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha, Barreiras e os depósitos quaternários flúvio marinhos.

Figura 2 - Carta estratigráfica da sub-bacia Olinda.



Fonte: Correia Filho et al., (2015).

3.2 UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

Aqui será apresentada as unidades estratigráficas que se encontram na bacia Paraíba.

3.2.1 Formação Beberibe

A Formação Beberibe foi definida por Kegel (1957) como um afloramento fossilífero com camadas de sedimentos microclásticos, originados do vale do Rio Beberibe. Essa formação era conhecida como Formação Itamaracá, por se tratar de fácies continentais. A sequência é essencialmente arenosa com espessura de 200 metros sem fósseis, aparentemente (KEGEL, 1955; MABESOONE, 1991).

Segundo Lima Filho (1998) a sedimentação da Formação Beberibe teve início por um evento tectono-magmático no final do Turoniano. Esse evento movimentou o trecho localizado ao norte do Linramento Pernambuco e permitiu, assim, o depósito de clastos grossos.

Posteriormente, uma transgressão proveniente do Atlântico equatorial atingiu a região e foi responsável pela deposição da Formação Gramame.

Segundo Beurlen (1967a), a idade da Formação Beberibe foi mensurada por associação fossilífera nas camadas do vale do Rio Beberibe, datada do Santoniano-Campaniano.

3.2.2 Formação Itamaracá

Kegel (1953) utilizou o termo Formação Itamaracá para classificar um arenito calcífero abundante com fósseis marinhos. Os sedimentos da Formação Itamaracá foram depositados recobrando os sedimentos da Formação Beberibe, preenchendo, na transgressão da bacia, vales existentes nos depocentros. Em sua região periférica, eram depositados os estratos transgressivos, com espessura de 20 ou 30 metros e, na superfície, os estratos ricos em fosfatos.

Essa formação representa o momento da máxima inundação que se instalou na bacia. Sua idade é datada do Eo-campaniano à Maastrichtiano (BARBOSA, 2007).

É composta por arenitos creme ou cinzentos, de granulação muito grosseira, siltitos com os níveis, calcarenitos e arenitos calcífero-fosfáticos. Possui fósseis de origem marinha e sua sedimentação se deu próxima à costa, com extensão em torno de 100 metros (KEGEL, 1955; TINOCO, 1967; MUNIZ, 1993; OLIVEIRA et al., 2003; SOBRAL, 2011).

3.2.3 Formação Gramame

A Formação Gramame foi definida inicialmente por Oliveira (1940) pelo aparecimento dos calcários e margas que afloram próximos ao vale do Rio Gramame, na Paraíba. Sua espessura chega a um total de 55 metros (MABESOONE, 1991, MUNIZ, 1993; FAUTH & KOUTSOUKOS, 2002; OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Mabesoone (1966), o início da Formação Gramame tem três tipos faciológicos, sendo um de fácies litorânea, que representa o início da transgressão marinha, contendo arenitos de praia, seguidos por calcários e calcários argilosos (margas) com muitos fósseis de fácies de plataforma rasa e intermediária.

Lima (2002), estudando pedreiras que continham afloramentos da Formação Gramame, observou que em suas rochas havia uma alternância nas litofácies, sendo elas Mudstones/Wackestones contendo argila (M/Wa) e Mudstone/ Wackestones (M/W).

Os (M/W) contêm camadas tubulares de cor cinza-claro, com topo e base irregulares devido a uma intensa bioturbação, ou tendo o topo gradado para argiloso (M/Wa), sendo ele maciço e bioturbado, contendo macrofósseis, concreções carbonáticas e fraturas preenchidas por calcita (LIMA, 2002).

A idade da Formação Gramame é Maatrichtiana, sendo representada pelos fósseis de *Thalassinoides* isp, répteis, peixes ósseos, seláquios, moluscos, equinodermatas e crustáceos (BARBOSA, 2007).

3.2.4 Formação Maria Farinha

A Formação Maria Farinha, objeto de estudo deste trabalho, tem uma espessura aproximada de 35 metros e constitui a continuação de uma sequência calcária superior da Bacia Paraíba. Foi definida por Oliveira (1940), que utilizou o termo Formação Marinha Farinha para denominar a unidade litoestratigráfica sobreposta à Formação Gramame.

A Formação Maria Farinha é composta por calcários detríticos de cor cinzento à creme, com intercalações de níveis argilosos (marga), tornando-se mais arenosos para o topo, com características de um processo regressivo na bacia (BEURLEN, 1967a,b; MABESOONE, 1991, ALBERTÃO, 1992).

A influência da regressão causou um grande acúmulo de siliciclastos, margas e argilitos calcíferos com alto teor de quartzo detrítico, encontrados nos depósitos de topo da unidade na Pedreira Poty e na Ponta do Funil. Na mina da Poty, os estratos danianos logo acima do K/Pg mantêm uma semelhança litológica com os estratos maatrichtianos, sendo, em sua maioria, compostos terrígenos (CORREIA FILHO et al., 2015).

A sequência litológica da Formação Maria Farinha começa com um calcário litográfico (recristalizado), quase sem fósseis, e posteriormente passa por alternância de camadas de calcários e margas, com fósseis, e estratificação plana paralela, de plataforma marinha, sem mostrar a fácies mais arenosa, indo até o final da seção, em contato com a Formação Barreiras (BUERLEN, 1959; MUNIZ, 1993).

Os fósseis mais característicos da Formação Maria Farinha são os gastrópodes, bivalves, equinodermatas e nautiloides. Esses animais marinhos viviam em pequenas profundidades e próximos à costa. Também estão presentes na formação peixes, répteis e plantas.

3.2.5 Formação Barreiras

Segundo Arai (2006), a Formação Barreiras é composta por uma sequência de sedimentos detríticos, siliciclásticos de origem fluvial e marinha, pouco ou não consolidados, mal selecionados e de cores diversas, podendo variar de areias finas a grossas, predominando grãos angulosos, argilas cinza-avermelhadas, com matriz caulínica e ocorrência escassa de estruturas sedimentares (VILAS BOAS, 1996; VILAS BOAS, 2001; PEREIRA, 2011; MABESOONE et al., 1972; BIGARELLA, 1975; LIMA, 2002; NUNES et al., 2011).

A idade geológica dessa formação, devido a sua natureza afossilífera, tendo sido atribuída ao intervalo de tempo entre o Mioceno até o Plioceno-Pleistoceno (SUGUIO et al., 1997).

3.3 PALEONTOLOGIA DA FORMAÇÃO MARIA FARINHA

Rathbun (1875) fez as primeiras descrições e os primeiros estudos de fósseis encontrados, quais sejam: *Nuculana braziliensis*, *Nuculana swiftiana*, *Arca orestis*, *Idonearca hartti*, *Lucina (Callucina) tenella*, *Venericardia morganiana*, *Venericardia wilmotti*, *Granocardium (Criocardium) soaresanum*, *Tellina pernambucensis*, coletados por Orville Adalbert Derby e DeBorden Wilmont.

Beurlen (1959), estudando os calcários observou a presença de crustáceos *Plagiolophus carinula* e *Calianassa* e de outros fósseis, como equinóides, briozoários e nautilóides. Ele também identificou alguns peixes seláquios, como o *Odontaspis koerti* Stromer, o *Odontaspis macrotis* e o *Pycnodus precursor*, todos eles datados do Paleoceno.

Beurlen (1967b) descreveu restos de crustáceo do gênero *Calianassa*, os grandes gastrópodes dos gêneros *Campanile*, *Pyrazus*, da família Naticidae, que são indicadores de águas rasas e movimentadas, os pequenos gastrópodes dos gêneros *Turritella*, *Mesalia*, *Cerithium*, *Cypraea*, *Calyptrophorus* e *Volutocorb* e também os bivalvíos *Nuculana* e *Ostrea*, indicativos de ambiente de águas calmas.

Oliveira e Santos (1969) revisaram algumas espécies de bivalves que foram descritas por Rathbun (1875) e White em (1887) citando os gêneros novos de *Lithophaga* e *Prepeamusium*.

Buge & Muniz (1974) descreveram um novo briozoário, com a designação de *Lunulites (Heteractis) barbosa*.

Cassab (1978) fez uma revisão da superfamília Cerithioidea e também revisou as espécies *Cerithium pedroanum*, *Cerithium harttianum*, *Cerithium branneri*, *Cerithium tethys*,

Dirocerithium wechesense, *Dirocerithium woodringi*, *Serratocerithium serratum*, *Serratocerithium buarquianum*, *Serratocerithium sagittarium*, *Turritella tenebra*, *Turritella humerosa*, *Turritella mortoni*, *Turritella soaresana*. Do gênero *Mesalia*, foram vistos *Mesalia mesal* e *Mesalia pumila*; do gênero *Vicarya*, *Vicarya verneuili*, *Vicarya (Morgania) fusiformis* e *Vicarya (Morgania) daphne*; do gênero *Orvillia*, *Orvillia mutabilis* e *Orvillia ruginosa* e, por fim, do gênero *Potamides*, *Potamides (Exechestoma) angulosus*,

Fernandes (1978) descreveu *Stephanocoenia pernambucensis* e *Paracytus* cf. *p. rugosus* Vaugan, que são os dois primeiros fósseis de corais hermatípicos.

Lima (1985) publicou a primeira ocorrência de palinórfos para Bacia Pernambuco-Paraíba.

Muniz & Almeida (1989) fizeram as primeiras referências sobre as perfurações em conchas e em corais, atribuídas às esponjas da família *Clionidae*.

Almeida (2000), estudando os calcários em Jacumã, descreveu os bivalvíos *Miltha (Miltha) tabatinguenses* (Nomen Nudum), *Pteria invalida* White, *Barbatia (Acar) sp.* . *Barbatia (Acar) sp.* , *Arca (Arca) sp.* , *Arca (Arca) sp.* , *Atrina sp.*, *Litophaga (Litophaga) sp.*, *Plicatula (Plicatula) sp.*, *Lucina (Lucina) tenella (Rathbum)*, *Acanthocardia (Schedocardia) soaresanum (White)*, *Ostrea sp.* , *Ostrea sp.* , *Chama sp.*

Silva (2007) teceu um breve histórico sobre os vertebrados da Bacia da Paraíba e citou em seu trabalho algumas espécies de Chondrichthyes, como *Synodontaspis sp.*, *Hexanchus sp.*, *Cretolamna appendiculata*, *Cretolamna biauriculata*, *Squalicorax pristodontus*, *Apocopodon sericeus*, *Myliobatis sp.*, *Rhinoptera prisca*. Também foram vistas algumas espécies dos Osteichthyes, como *Picnodontiformes indeterminatus*, *Enchodus elegans*, *Farinichthys gigas*, Ariidae, Serranidae e as classes dos répteis como *Pelomedusidae* e *Dyrosauridae*.

Barbosa et al. (2005) publicou um artigo sobre uma nova espécie de *Crocodylomorpha*, que foi chamada de *Guarinisuchus munizi*.

Carvalho (2015) em sua dissertação sobre morfologia, taxonomia e paleoecologia de tartarugas fósseis de Pernambuco descreve uma tartaruga da espécie *Inaechelys pernambucensis* com idade do Daniano.

3.4 TAFONOMIA DOS INVERTEBRADOS BIVALVES E GASTRÓPODES

Segundo Efremov (1940), a tafonomia foi proposta para designar o estudo das “leis” de transição dos restos orgânicos que saem da biosfera para litosfera. A tafonomia também pode ser

apresentada pela definição de Behrensmeyer & Kidwell (1985), que se referem a ela como o estudo dos processos de preservação e como as informações são afetadas no seu registro fossilífero.

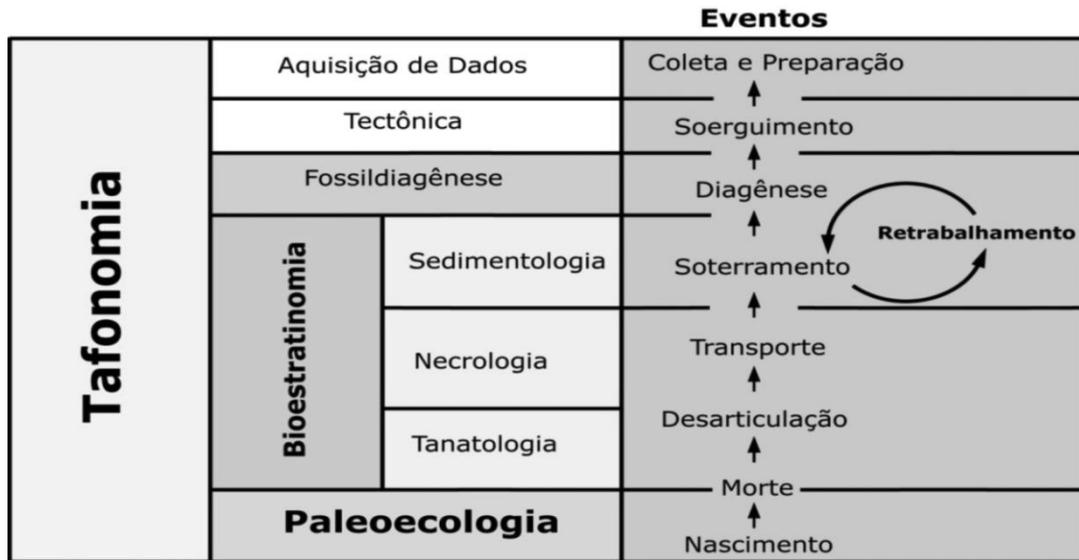
Nos anos 20, a pesquisa em tafonomia era dominada pela observação atualista, que foi desenvolvida pela escola alemã de paleontologia. Entre 1956 e 1960, os estudos tafonômicos continuavam sendo fundamentados no atualismo, cujos princípios não eram válidos em habitats marinhos, onde os fatores bióticos não eram constantes e sempre houve mudança na história geológica da Terra (JONHSON, 1960; SCHÄFER, 1962, VOORHIES, 1969; GIFFORD, 1981; CADÉE, 1991; OLSON, 1992 e HOLZ & SIMÕES, 2002).

Também no início da década de 1990, houve um impulso no estudo da tafonomia experimental, na qual eram conduzidos experimentos por observações quantitativas e métodos rigorosos tanto no campo como no laboratório. Nesse âmbito, foram pioneiros Weigelt, Richter e Schäfer, que realizavam estudos importantes relacionados aos organismos, como predação; processos químicos, como dissolução e substituição; e estudos de cunho sedimentológico, como o transporte seletivo, que é o fator responsável pela gênese dos fósseis (KIDWELL & HOLLAND, 1991; KIDWELL & LABARBENA, 1993; BRIGGS, 1995 e HOLZ & SIMÕES, 2002).

Seilacher (1976), Flessa et al. (1992) destrincharam a tafonomia em duas amplas divisões: a *biostratinomia*, que engloba a história sedimentar dos restos até o soterramento, incluindo as causas da morte de um organismo, a decomposição e o transporte, e por fim, o soterramento, e a *diagênese* dos fósseis, que faz parte dos processos físicos e químicos que podem alterar os restos após o soterramento (ver figura 4).

Segundo Holz e Simões (2002), dentro da tafonomia, os restos orgânicos são partículas sedimentares, que podem ser sujeitos aos processos de erosão, transporte e deposição, podendo, assim sofrer as mesmas consequências que outros litoclastos, como a mistura de vários elementos, os desgastes físicos e químicos, seleção hidráulica e retrabalhamento (Figura 4).

Figura 3 - Processos tafonômicos e suas subdivisões.



Fonte: Simões e Holz, 2004.

Segundo Holz & Simões (2002), o processo diagenético pode ser dividido em três fases: a *eodiagênese*, que ocorre na superfície ou em níveis pouco profundos; a *metadiagênese*, que ocorre em profundidades de quilômetros, sob alta pressão e temperatura; e a *telodiagênese*, que ocorre no retorno da camada à superfície. Assim, esses processos físico-químicos que agem sobre as camadas sedimentares afetam também os restos orgânicos, que sofrem uma série de processos de transformação, chamados de *fossilização*. Os restos orgânicos fossilizados, por sua vez, podem ser agrupados em três categorias: *preservação total* (incluindo os tecidos moles, por congelamento, mumificação ou trapeamento em asfaltos naturais e resinas); *preservação sem alteração dos restos esqueléticos* (processos de incrustação, recristalização e permineralização, muito comuns em ossos) e *preservação com alteração dos restos esqueléticos* (dissolução e formação de moldes, carbonificação).

Na tabela a baixo (tabela 1) vemos os processos que ocorrem nos ambientes de fossilização, quais sejam:

Tabela 1 - Processos que ocorrem nos ambientes de fossilização.

Aspectos tafonômicos	Descrição	Referências
Desarticulação	Processo pós - morte. Causada por necrólise e/ou agitação da água de fundo e ação de seres necrófagos.	Schaefer, 1962; Smith, 1984; Kidwell & Baumiler, 1990; Parsons & Brett, 1991; Rodrigues, 2006; Rodrigues & Simões, 2010.
Fragmentação	Processo de pós – morte ou predação. Por meios dos processos de correntes ou ondas.	Zuschin et al., 2003; Kowalewski et al., 1995; Best & Kidwell, 2000; Kotzian & Simões, 2006; Kidwell et al., 2001.
Reorientação	Este processo está relacionado ao transporte conduzido por correntes.	Kidwell & Bosence, 1991; Kidwell & Flessa, 1996; Simões et al., 2009; Erthal, 2012.
Posição do bioclasto	É a identificação da posição do fóssil em relação ao plano de acamamento do registro sedimentar antes do soterramento final e comparado ao hábito de vida original.	Rodrigues et al., 2001; Simões et al., 2009; Rodrigues & Simões, 2010; Erthal 2012;
Bioerosão	Processo corrosivo por agentes biológicos através da perfuração e predação das partes duras esqueléticas.	Taylor & Wilson, 2003; Santos & Mayoral, 2008; Edinger, 2003; Lecinsky et al., 2002; Fursich & Flessa, 1987; Cutler & Flessa, 1995.
Dissolução	Processo de pós – morte. É o efeito de dissolver os elementos orgânicos por mudanças químicas nas águas de superfície ou intersticiais.	Alexanderson, 1979; Kotzian & Simões, 2006; Ritter et al., 2013; Allen, 1982; Glover & Kidwell, 1993; Davis et al., 1989.
Arredondamento	Combinação de fragmentação, corrosão, bioerosão ou dissolução parcial. Ocorre em ambientes relativamente mais energéticos com tempo de residência maior.	Kidwell & Bosence, 1991; Fursich & Oschmann, 1993; Kidwell et al., 2001.
Tamanho	Podem ocorrer fósseis de vários tamanhos em uma associação, e isso pode ser gerado através da seleção de tamanhos causados pela intensidade hidráulica.	Schaefer, 1962; Smith, 1984; Kidwell & Baumiler, 1990; Parsons & Brett, 1991; Rodrigues, 2006; Rodrigues & Simões, 2010.
Incrustação	Recobrimento das partes duras esqueléticas por organismos epibiontes. Bom indicador ambiental, porque fornece o tempo residência.	Smith & Nelson, 2003; Taylor & Wilson, 2003; Lecinsky, 1993.
Abrasão	Podem ocorrer por processos biológicos como bioerosão. Também pode ocorrer por desgastes físico do bioclasto, devido as correntes ou ondas geradas em ambientes de maior energia.	Taylor, 1973; Glover & Kidwell, 1993; Newell et al., 2007; Smith & Nelson, 2003; Aguirre

		& Farinatti, 1999.
Corrosão	Desgaste gradual de um resto esquelético por transformação físico/químico. Indica tempo de residência na interface água/sedimento.	Kidwell & Bosence, 1991; Fursich & Oschmann, 1993; Kidwell et al., 2001

Fonte: O autor, 2019.

3.5 PALEOECOLOGIA DE BIVALVES E GASTRÓPODES

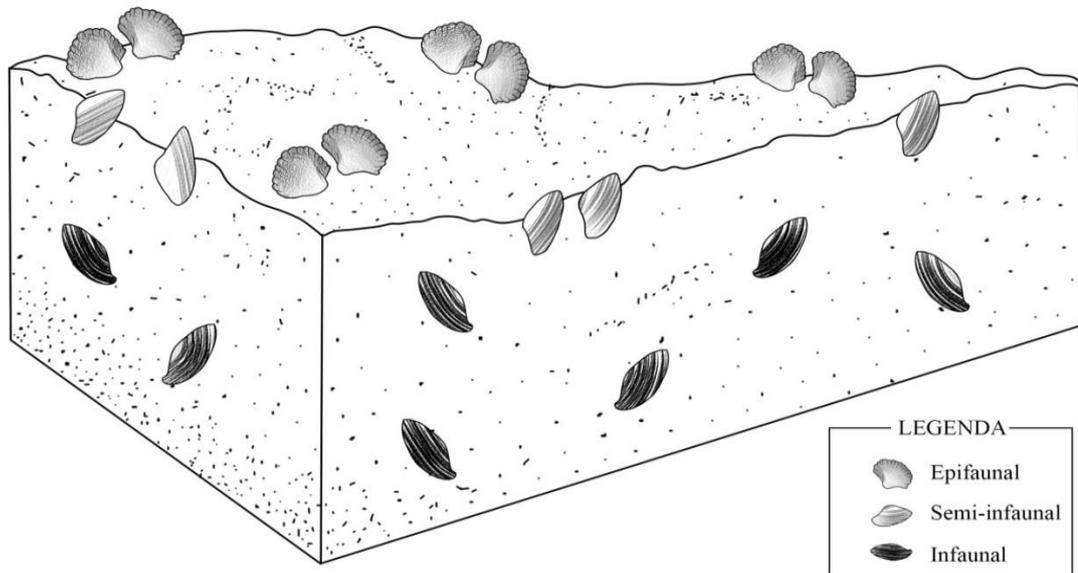
A paleoecologia tem o objetivo de refazer as relações entre os indivíduos extintos e o ambiente em que viviam; tais relações podem ser inferidas pelos fósseis e pelas respostas dos organismos aos estímulos ambientais, não se diferenciando muito do que vemos nas relações ecológicas modernas (DUTRA, 2000).

Conforme Ghilardi (1999), a paleoautoecologia é a compreensão da morfologia funcional para analisar estruturas que interagem entre si fisiológica e anatomicamente. Por meio do princípio do uniformitarismo, podemos utilizar características dos táxons vivos para analisar estruturas dos animais extintos, o que é de extrema importância em estudos de paleoecologia (ANELLI, 1999).

De acordo com Pereira (2011) e Raup & Stanley (1978), o tipo de substrato pode interferir no hábito de vida dos animais cavadores. Os substratos rochosos são facilmente utilizados pelos animais da epifauna e perfuradores de rochas. Já as areias, como são de difícil habitação, são colonizadas por animais da infauna. Nos fundos de substratos lodosos, por ser muito tranquilo, os habitantes consistem em elementos da infauna conchífera e pequenos animais. Os fundos que são compostos por areia e finos são habitados por várias espécies que utilizam esse tipo de substrato. Dessa forma, ressalta-se que o tipo de vida que o animal irá desenvolver e também da sua adaptação morfológica ao meio depende muito do substrato.

Conforme os hábitos de vida, os bivalves podem ser divididos em grupos tróficos, cada um com suas próprias características adaptativas, a saber: a *epifauna*, grupo no qual os animais são mais expostos ao substrato, de forma solitária ou agregada (prendendo-se ao substrato duro) e são encontrados em zonas litorâneas, em regiões rasas; a *semi-infauna*, cujos animais são de águas rasas, podendo sofrer a ação de correntes ou ondas, e enterram mais da metade ou metade do comprimento do próprio corpo no substrato, tendo, assim, pouca mobilidade; e a *infauna*, na qual os elementos são escavadores e podem passar a vida toda ou parte dela enterrados no substrato (MOORE, 1969; PEREIRA, 2011) (Figura 5).

Figura 4 - Modo de vida dos moluscos.



Elaborado por: Carvalho, 2019.

3.6 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E PALEOECOLÓGICOS

Aqui será tratado os aspectos morfológicos e paleoecológicos dos moluscos estudados nesta pesquisa.

3.6.1 Bivalves

As conchas dos bivalves podem ser caracterizadas pela presença de duas valvas, uma direita e outra esquerda, que são convexas e articuladas entre si e possuem uma charneira na porção posterior a maioria das espécies tem, ao longo dessa linha, dentes e fossetas que servem para alinhar as valvas e como ponto de apoio para abertura e fechamento da concha. Um ligamento elástico entre as valvas na linha da charneira tende a deixá-las abertas; elas são fechadas pela contração de dois pequenos músculos transversais que as juntam em direção à mesma linha (CARVALHO & BABINSKI, 1985). Nota-se que a região dorsal geralmente é definida pela presença do umbo e que a região ventral é caracterizada como sendo o lado oposto

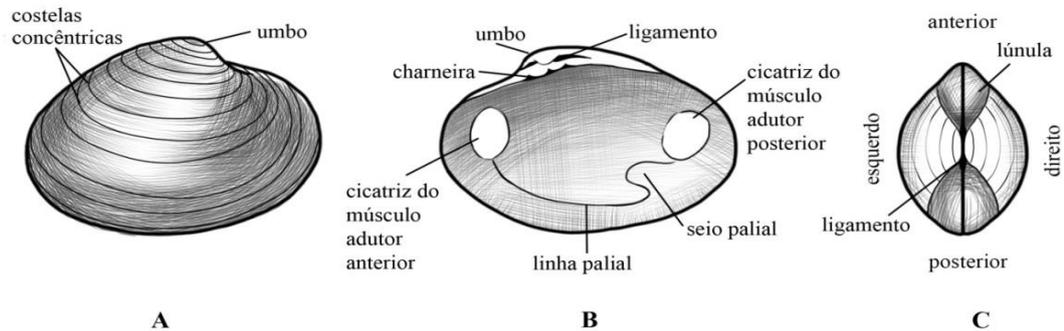
ao umbo. Em algumas espécies que são fixas, o umbo se encontra deslocado e define a região anterior (ver Figura 6).

Na face interna da concha, há uma cicatriz sinuosa a qual chamamos de *seio palial*. Essa reentrância identifica a região posterior, Na face externa das valvas, há diferentes tipos de ornamentação, como costelas, escamas, espinhos, estrias etc. Em algumas espécies podemos notar as costelas concêntricas mais proeminentes e radiais. Ainda externamente, podemos situar as *linhas de crescimento*, que são marcas concêntricas e pouco elevadas (RIBEIRO-COSTA & MARINONI, 2006).

Nos bivalves, a forma das conchas varia, podendo ser circular, retangular, triangular ou deformada, dependendo do modo de vida do animal. Na fase juvenil, a forma pode ser equívale e equilátera. Nas formas adultas, os que andam pelo fundo são inequívales, já os perfuradores se alongam. Nas formas fixas pelo byssus, a concha é alongada, com redução do músculo anterior e a linha cardeal forma com um eixo da concha um ângulo agudo (MAGALHÃES & MEZZALIRA, 1953).

Conforme Ribeiro-Costa & Marinoni (2006), os bivalves sofreram uma grande irradiação adaptativa, podendo ocorrer tanto na infauna como na epifauna. Os que habitam a infauna são escavadores de fundo mole e vivem abaixo da superfície, os que habitam a epifauna podem ser sésseis, presos a substratos como madeira, conchas e rochas, ou ser de vida livre. As principais adaptações das espécies infaunais foram a formação dos sifões, pois eles atuam na captação de água da superfície livre de sedimentos, e o pé, que é grande, bem desenvolvido e atua no processo de penetração no substrato.

Figura 5 - Morfologia das conchas dos bivalvíos.



Elaborado por: Carvalho, 2019.

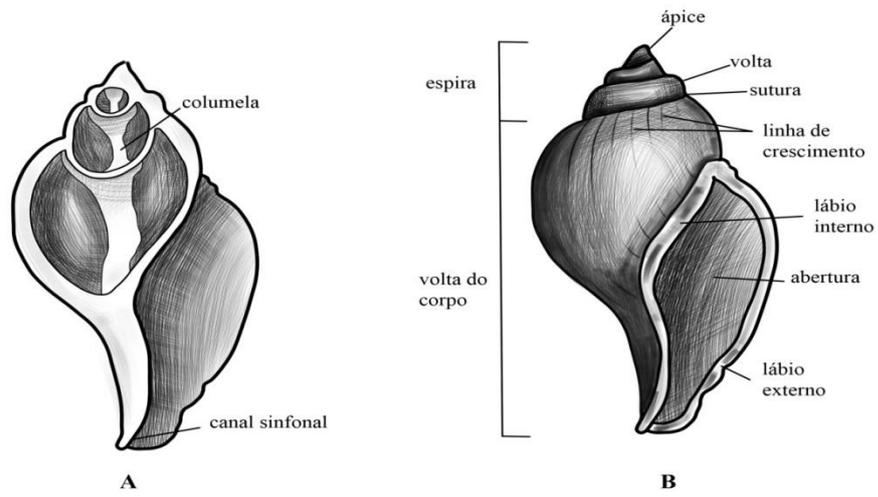
3.6.2 Gastrópodes

A concha, originalmente, é um cone alto, que pode se enrolar em um segundo eixo ao qual podemos chamar de *columela* ou *eixo de enrolamento*. Cada enrolamento de 360° forma uma volta, e o contato entre essas voltas é denominado de *sutura*. A concha embrionária (protoconcha) é uma das voltas mais antigas, localizada na parte posterior da concha, chamada de *ápice*. O conjunto de voltas, menos a última que é a volta corporal, é denominado *espira* (ver Figura 7) (MACHADO et. al., 2010).

Tendo em vista que a deposição da concha inicia-se pelo bordo do manto, ou seja, próximo à margem da abertura da concha, as linhas de crescimento são as marcas da deposição e não podem ser confundidas com outras ornamentações. Em contato com a parte interna da abertura podemos encontrar o *lábio interno*, e, contornando a parte externa, vemos o *lábio externo*. Quando vemos a abertura da concha direcionada para o lado direito, chamamos-a de *dextrógira*, e quando direcionada para a esquerda, *sinistrógira* ou *levógira*. Em algumas conchas, podemos, ainda, identificar o *canal sinfonal*, onde se aloja o sifão (RIBEIRO-COSTA & MARINONI, 2006).

Os gastrópodes são animais de modo de vida epifaunal, semi-infaunal e infauna. Vivem nos substratos duros ou em fundos de areia. A principal adaptação nos gastrópodes foi a rádula, que lhes tornou possível hábitos alimentares muito variados, podendo ser herbívoros, carnívoros ou consumidores de detritos em depósitos ou suspensão (RIBEIRO-COSTA & MARINONI, 2006).

Figura 6 – Morfologia das conchas dos gastrópodes.



Elaborado por: Carvalho, 2019.

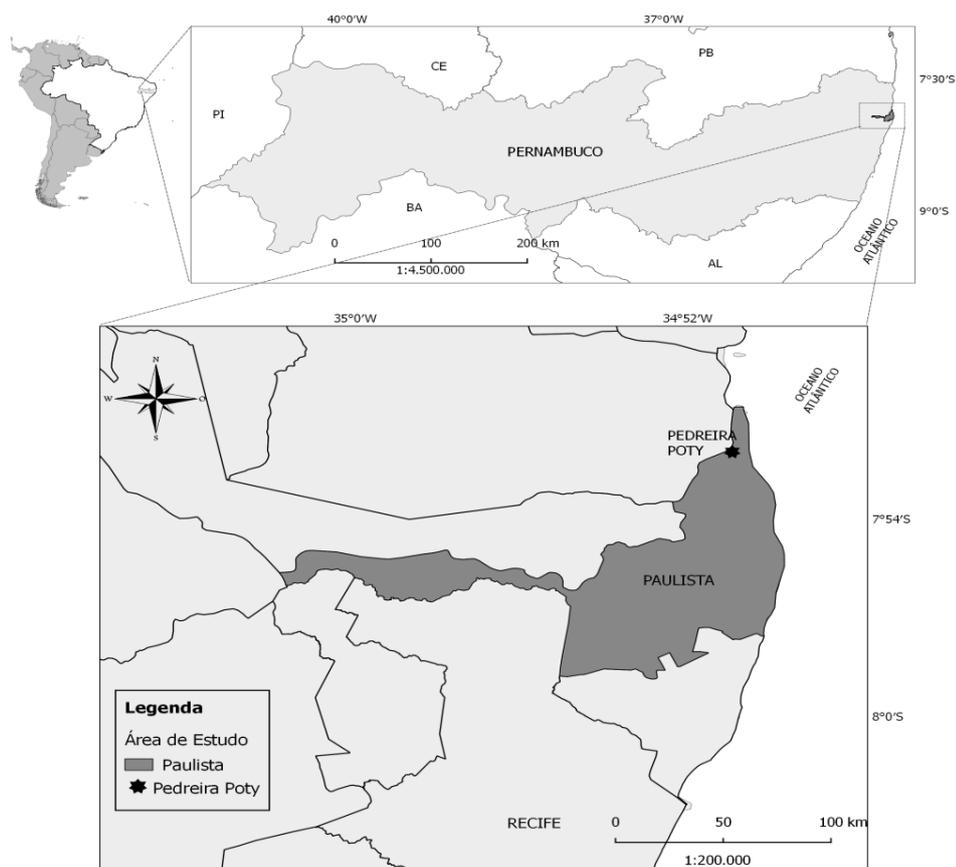
4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será apresentada a área de estudo, materiais e métodos a ser seguido nesta pesquisa.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Pedreira Poty, está localizada no município de Paulista, estado de Pernambuco, na Região Nordeste do Brasil. O acesso a esse local pode ser realizado pela estrada que liga Paulista à área de Maria Farinha, suas coordenadas em UTM são Zona 25: 9.117.000N: 296.000E (07°59'S - 34°51' W). A partir dessa localidade, prossegue-se para norte, seguindo-se a placa indicativa de entrada à esquerda, para a mineração Votorantim, que detém o direito de lavra da pedreira (Figura 1).

Figura 7- Mapa de localização da Bacia Sedimentar da Paraíba e da Pedreira Poty.



Elaborado por: Nascimento, 2019.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material de estudo consiste em moluscos gastrópodos e bivalvíos da Formação Maria Farinha, provenientes da Pedreira Poty, coletados em etapas de campo e em exemplares selecionados da Coleção Científica-Paleontológica do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (DEGEO – CTG – UFPE), totalizando 866 fósseis estudados, sendo 617 bivalvíos e 249 gastrópodos.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram realizados: um levantamento bibliográfico sobre a paleontologia, a paleoecologia e a tafonomia da Bacia da Paraíba, trabalhos de campo, preparação de fósseis, identificação taxonômica, análise tafonômica e paleológicos e integração de dados para elaboração textual.

4.2.1 Atividades de campo

As atividades de campo foram realizadas na Pedreira Poty, em Paulista, no estado de Pernambuco, nos dias 28 de novembro de 2017, 22 a 23 de março de 2018 e 10 de abril de 2018. Durante essas atividades, foi traçado o perfil estratigráfico e foi realizada, também, a coleta de fósseis com controle estratigráfico, foi tomada medida utilizando uma Trena Longa de fita de fibra de vidro com 50m da marca Eda, também foi feito o registro fotográfico da sessão com uma câmera fotográfica Sony de 9.1 mega pixel e a descrição do perfil foi com base no trabalho de Albertão (1993) com estratigrafia de sequência.

4.2.2 Identificação e classificação do material de estudo

Os fósseis foram preparados por meio de limpeza mecânica e química para a retirada de rocha matriz, auxiliando, assim, a identificação, a tomada de medidas e as fotografias. Em laboratório, foram utilizadas as ferramentas para preparação mecânica: talhadeiras, martelo geológico, cinzéis, ponteiras, agulhas, instrumentos odontológicos (sonda exploratória), Dremel tipo microretífica, pincéis, pinças, bandejas, cola do tipo cianocrilato. Para preparações químicas, foram utilizadas soluções HCl a 3% por 15 minutos para retirada de pequenas partes com sedimento. Já para a identificação e classificação do material, foram utilizados/consultados os seguintes autores: Maury (1930), Muniz (1993), White (1887), Magalhães & Mezzalira (1953), Simone & Mezzalira (1994) e Moore (1969).

4.2.3 Análise paleoecológica

Foram realizadas análises biométricas e morfofuncionais de acordo com a metodologia de Stanley (1970), utilizando-se os dados de Comprimento (C); Altura (A); Largura (L) e Comprimento Anterior (CA), que permitem a análise de caracteres morfológicos como Alongamento (C/A), Obesidade (A/L) e Alongamento Anterior (CA/C). As medidas foram tomadas em centímetros, com auxílio de um paquímetro. Os dados biométricos foram utilizados para interpretação do hábito de vida dos moluscos. Foram analisados 12 (doze) bivalvíos e 18 (dezoito) gastrópodos, sendo 18 (dezoito) completos. Também foi elaborada uma tabela em que foram colocadas apenas a média de cada espécie em cada índice.

4.2.4 Análise tafonômica

Foram realizadas análises tafonômicas de acordo com a metodologia de Simões & Ghilardi (2000). Os aspectos bioestratinômicos analisados neste trabalho foram desarticulação/articulação, modificação das margens das conchas por desgaste, fragmentação e incrustação. Os processos diagenéticos também foram analisados.

5 RESULTADOS

Aqui será apresentado os resultados e a conclusão desta pesquisa.

5.1 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

As espécies de moluscos gastrópodes e bivalvíos presentes na Pedreira Poty são descritas abaixo, adotando-se a classificação de Moore (1969).

Filo Molusca Linnaeus, 1758
Classe Gastropoda Cuvier, 1795
Ordem Caenogastropoda Cox, 1959
Superfamília Cerithiacea (Fleming, 1822)
Família Cerithiidae (Fleming, 1822)
Gênero *Serratocerithium* Vignal, 1897

Serratocerithium buaquianum White, 1887

Figura 8 - Vista lado direito e esquerdo da concha de *Serratocerithium buaquianum* White, 1887.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887): Concha grande, turriculada, delgada. Oito voltas, volta corporal também achatada, pouco convexa, levemente côncava próximo à abertura. A porção da espira próxima à sutura apresenta uma ruga espiral estreita. Na concha jovem, as rugas são crenuladas e praticamente do mesmo tamanho de um lado e do outro da sutura; nas conchas adultas, a ruga do lado distal da sutura é menor e lisa, enquanto a do lado proximal torna-se proeminente, entalhada e estreita. A superfície achatada das voltas entre as rugas marginais apresenta várias linhas finas espirais e crenuladas, que se tornam indistintas na concha adulta. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 2,6 a 9,5 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8718

Paleoecologia: Pastador e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Gênero *Cerithium* Bruguière, 1789

Cerithium harttianum Maury, 1930

Figura 9 - Vista do lado direito e esquerdo da concha de *Cerithium harttianum* Maury, 1930.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, p.152): Concha grande, turricular. Quatro voltas, convexas, cada uma tendo cerca de sete varizes, que não chegam à sutura no lado distal, mas no lado proximal avançam sobre a sutura, produzindo profundas sinuosidades em seu curso. Na última volta maior, essas varizes mudam-se em rudes nódulos, tendo uma aparência parcialmente dupla, sendo a parte superior a mais proeminente. No lado anterior da última volta, dentro da série periférica dos nódulos rudes, há uma série de nós menores, em torno da qual a superfície é regulamente rugosa. Não foi preservada a abertura da concha. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,4 a 6,2 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8713

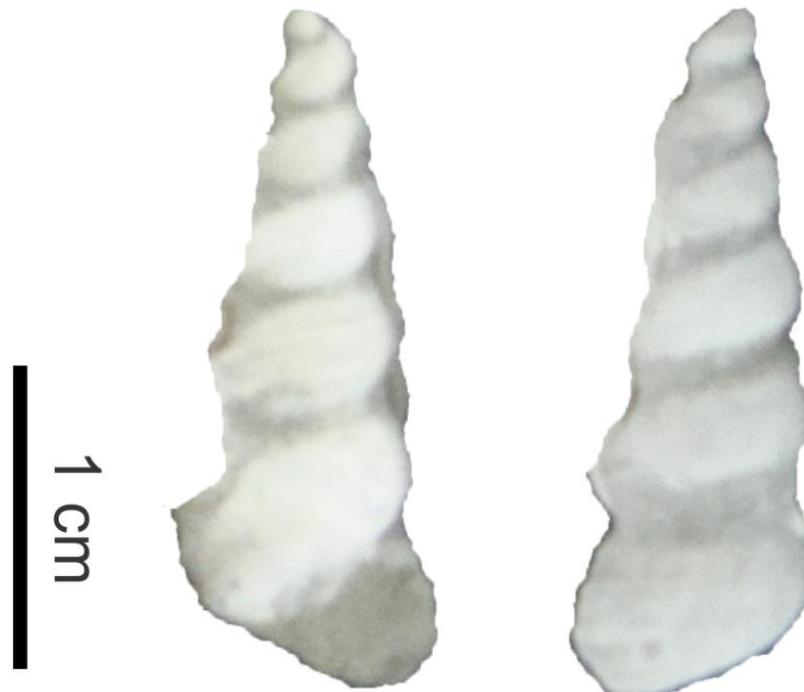
Paleoecologia: Herbívoro e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Família Turritellidae Woodward, 1851

Gênero *Turritella* Lamarck, 1799

Turritella soaresana Hartt, 1887

Figura 10 - Vista lado direito e esquerdo da concha de *Turritella soaresana* Hartt, 1887.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, p.160): Concha delgada, espira alta gradualmente cônica. Seis voltas, suturas lineares e profundas, estrangulando agudamente nas voltas. Três cordões espirais

salientes, paralelos e bem marcados. Linhas de crescimento observáveis em lupa, abertura subcircular, lábio externo bastante sinuoso. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,0 a 2,8 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8719

Paleoecologia: Semi-infaunal, suspensívoro e locomoção facultativa. (FOSSILWORKS, 2018).

Superfamília Campaniloidea Douvillé, 1904

Família Campanilidae Douvillé, 1904

Gênero *Campanile* Fischer, 1884

Campanile brasiliense Maury, 1930

Figura 11- Vista lado direito e esquerdo da concha *Campanile brasiliense* Maury, 1930.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (MAURY, 1930): Concha alongada e cônica. Cinco voltas, o ápice não está preservado em nenhum molde, sutura impressas, lineares. Flanco convexo, abertura subcircular. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,2 a 4,5 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8722

Paleoecologia: Detritívoro e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Superfamília Naticoidea (Forbes, 1838)

Família Naticidae Guilding, 1834

Subfamília Polinicinae Gray, 1847

Gênero *Euspira* Agassiz, 1837

Euspira parahybensis Maury, 1930

Figura 12 - Vista lado direito e apical da concha de *Euspira parahybensis* Maury, 1930.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (MUNIZ, 1993): Concha subglobosa, grande, com diâmetro crescente até a última volta. Em torno de quatro a cinco voltas. Espira baixa, flanco convexo, suturas profundamente impressas. A ornamentação não foi preservada. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,2 a 2,8 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8716

Paleoecologia: Carnívoro e semi-infaunal (FOSSILWORKS, 2018)

Superfamília Xenophoroidea Troschel, 1852
 Família Xenophoridae Troschel, 1852
 Gênero *Xenophora* Fischer Von Waldheim, 1807

Xenophora conchyliophora (Born, 1780)

Figura 13 - Vista lado direito e apical da concha de *Xenophora conchyliophora* (Born, 1780).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (RIOS, 2009, p.130): Concha trochiforme, com sete a oito voltas horizontais. Ângulo da torre igual a 85°. Base plana, finamente reticulada. Cor creme acastanhado. Abertura subquadrada. Opérculo subtriangular à elíptico, linhas de crescimento concêntricas, marrons, lipticas. Umbigo fechado em espécimes adultos. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 0,2 a 1,7 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8721

Paleoecologia: Dentrítivoro e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Superfamília Cypraeacea Rafinesque, 1815
 Família Cypraeidae Rafinesque, 1815
 Subfamília Nariinae Schilder 1932

Gênero *Proadusta* Sacco, 1894

Proadusta dalliana (White, 1887)

Figura 14 - Vista do lado direito e esquerdo da concha de *Proadusta dalliana* (White, 1887).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (ALMEIDA, 2000, p.63): Concha pequena, subovóide, em forma de olho quando vista com a abertura voltada para baixo. Voltas em número de quatro, sendo que a última aumenta rapidamente e é tão bojuda que forma quase toda a concha, estreitando-se na base num canal delgado e curto. Espira curta, parcialmente coberta por uma projeção do lábio externo, que se dirige para o ápice e passa da metade da espira; sutura distinta; lábios externo e interno crenulados, sendo o primeiro voltado pra dentro; abertura estreita, projetando-se posteriormente entre a espira e a calosidade e terminando anteriormente no canal; entalhe da base da columela estreito e voltado para a abertura; superfície aparentemente lisa. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,7 a 2,3 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8720

Paleoecologia: Onívoro e detritívoro, epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Ordem Neogastropoda Thiele, 1929
 Superfamília Muricoidea de Costa, 1776
 Família Volutidae Rafinesque, 1815
 Subfamília Volutinae Rafinesque, 1815
 Gênero *Volutispina* Newton, 1906

Volutispina radula (Sowerby in Forbes, 1846)

Figura 15 - Vista do lado direito e esquerdo da concha de *Volutispina radula* (Sowerby in Forbes, 1846).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, p.126): Concha suboval, alongada, espira tendo menos de um terço do comprimento total da concha. Quatro voltas, flanco convexo, Ornamentação com varizes longitudinais moderadamente fortes, que são cruzadas por depressões ou sulcos espirais estreitos, dos quais o mais largo fica do lado distal, junto à sutura. Esses sulcos dão às varizes um aspecto distintamente denticulado, sendo às vezes os dentículos tão proeminentes que parecem subespinhos. As varizes da última volta são longas, mas tornam-se indistintas, essa parte da concha sendo ornada somente de última volta com ornamentação em cordões espirais grossos e salientes. Aberturas sifostomadas. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,5 a 2,5 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8717

Paleoecologia: Carnívoro e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Gênero *Volutispina* Newton, 1906

Volutispina alticostata (White, 1887)

Figura 16 - Vista do lado direito e esquerdo da concha de *Volutispina alticostata* (White, 1887).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, p.127): Concha alongada; espira moderadamente estendida; voltas em número de três, flancos convexos. Última volta expandida e alongada. A ornamentação das voltas apresenta sete varizes longitudinais e proeminentes, separadas entre si por espaço largos estendendo-se por toda a largura das voltas. Aberturas sifostomadas e canal anterior largo e um pouco curvado. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,1 a 1,9 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8714

Paleoecologia: Carnívoro e epifaunal (FOSSILWORKS, 2018).

Filo MOLUSCA Linnaeus, 1758

Classe Bivalvia Linnaeus, 1758
Ordem Veneroidea H. Adams & A. Adams, 1856
Superfamília Cardiacea (Lamarck, 1809)
Família Cardiidae Lamarck, 1809
Subfamília Cardiinae Lamark, 1809
Gênero *Granocardium* Gabb, 1868

Granocardium soaresanum (Rathbun, 1874)

Figura 17 - Vista do lado direito e apical da concha de *Granocardium soaresanum* (Rathbun, 1874).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, p.90): Concha pequena e composta, moderadamente bojuda, quase equilátera, de contorno marginal subovado ou subtetraédrico. Altura e comprimento quase iguais, margem cardinal compativelmente longa, ligeiramente arqueada e arredondada abruptamente, tanto na extremidade anterior como na posterior, margens anterior e da base formando juntas partes de uma curva elíptica. Umbos elevados, bicos pequenos, encurvados e voltados um pouco para frente. Superfície com presença das 14 costelas radiais nas valvas. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 0,5 a 3,2 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8725

Paleoecologia: Suspensívoro, semi-infaunal e locomoção facultativa (FOSSILWORKS, 2018).

Ordem Nuculoida Dall, 1889

Superfamília Nuculanacea Adams & Adams, 1858

Família Nuculanidae Adams & Adams, 1858

Gênero *Nuculana* Link, 1807

Nuculana swiftiana Rathbun, 1875

Figura 18 - Vista do lado direito e apical da concha de *Nuculana swiftiana* Rathbun, 1875.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição: **Descrição** (WHITE, 1887, p.68p.): Concha de contorno marginal subelíptico alongada, moderadamente bojuda, bicos proeminentes, situados um pouco adiante do meio do comprimento da concha. Margem ântero-dorsal ligeiramente côncava, desde os bicos até a margem posterior, presença da dentição; margem da frente abruptamente arredondada, margem da base largamente convexa, arredondada para as margens da frente e posterior, esta última

sendo fortemente arredondada ou quase lisa. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 0,8 a 2,0 cm.

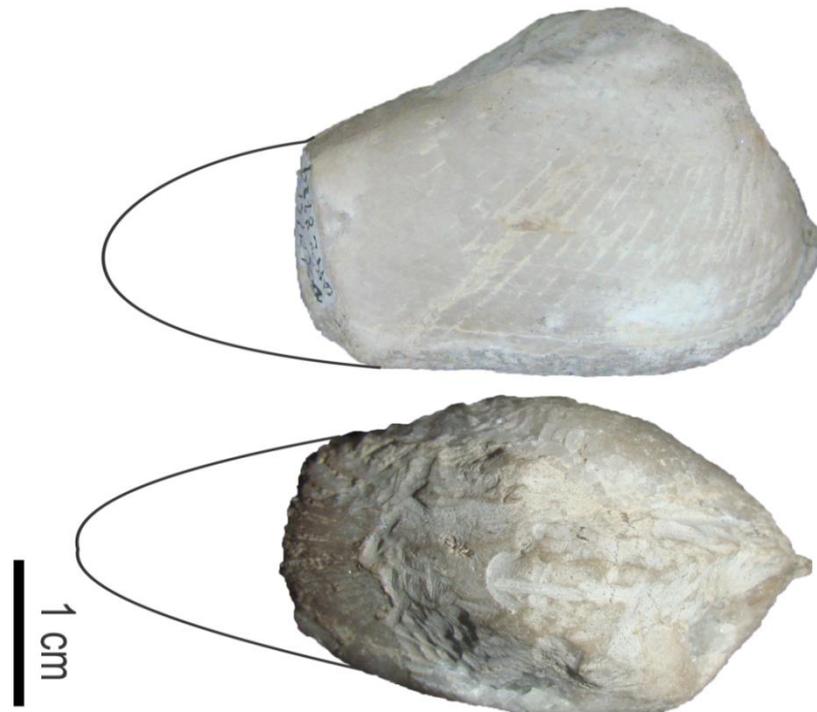
Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8723

Paleoecologia: Suspensívoro, infaunal e locomoção facultativa (FOSSILWORKS, 2018).

Ordem Pholadomyoidea (Newell, 1965)
 Superfamília Pholadomyacea Gray 1847
 Família Pholadomyidae Gray, 1847
 Gênero *Pholadomya* Sowerby, 1823

Pholadomya parahybensis Maury, 1930

Figura 19 - Vista lado direito e esquerdo e vista da charneira da concha de *Pholadomya parahybensis* Maury, 1930.



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (MUNIZ, 1993): Concha grande, alongada transversalmente, muito curta anteriormente; o bico estando situado perto do quinto anterior da concha. Extremidade posterior grosseiramente arredondada, bordos dorsal e ventral quase paralelos. Bicos gastos, porém, parece não terem sido muito elevados. A ornamentação é de costelas radiais, estendendo-se da

extremidade para o flanco umbonal, porém estas faltam na área dorsal posterior. Os traços das costelas indicam que elas eram muito baixas e estreitas, subiguais e um tanto largamente espaçadas.

O exemplar encontrado na Formação Maria Farinha é alongado transversalmente, muito curto anteriormente, e a ornamentação é de costelas radiais, estendendo-se da extremidade para o flanco umbonal. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 2,3 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8724

Paleoecologia: Suspensívoro, Infaunal profundo e locomoção facultativa (FOSSILWORKS, 2018).

Ordem Ostreida (Ferussac, 1822)
 Superfamília Ostreoidea (Rafinesque, 1815)
 Família Gryphaeidae Vyalov, 1936
 Gênero *Gryphaeostrea* Conrad, 1865

Gryphaeostrea trachyoptera (White, 1887)

Figura 20 - Vista do lado direito da concha de *Gryphaeostrea trachyoptera* (White, 1887).



Fonte: O autor, 2019.

Descrição (WHITE, 1887, 30p.): Concha de contorno marginal irregularmente subovado, inclusive a asa, valva esquerda, umbo elevado, oblíquo, encurvado e dirigido para frente. Bico um pouco arqueado sobre a linha da charneira, levemente voltado para trás e torcido. Região

póstero-dorsal estendida em forma de asa, áspera e, na maioria dos exemplares, franjada. Margem anterior irregularmente côncava, margem da base arredondada. Superfície ornada de ondulação e linhas de crescimento irregulares. Valva superior desconhecida. Em alguns indivíduos jovens, a valva inferior encontra-se articulada com a valva superior. Os exemplares analisados apresentaram uma variação de comprimento de 1,0 a 3,8 cm.

Material: DEGEO-CTG-UFPE- 8715

Paleoecologia: Suspensívoro, epifaunal e sésil (FOSSILWORKS, 2018).

6.2 A FORMAÇÃO MARIA FARINHA NA PEDREIRA POTY

A Formação Maria Farinha, na Pedreira Poty, apresenta uma exposição de 13 (treze) metros de altura, dispostas em duas bancadas de extração de argilas. Apresenta 20 (vinte) camadas alternadas de calcários e margas com diferentes espessuras e coloração variando de cinza à bege e estruturas como estratificações cruzadas *swaley* e paralelas (Figura 21). A associação macrofossilífera é composta por vertebrados e invertebrados, tendo sido identificados 18 táxons, com o predomínio do grupo dos moluscos e sua comunidade e formada por uma assembleia autóctone e alóctone.

Figura 21 - Pedreira Poty. Vista das camadas basais da Formação Maria Farinha, tanto da primeira (B) como segunda bancada (A) Calcários e margas com estratificação paralela.

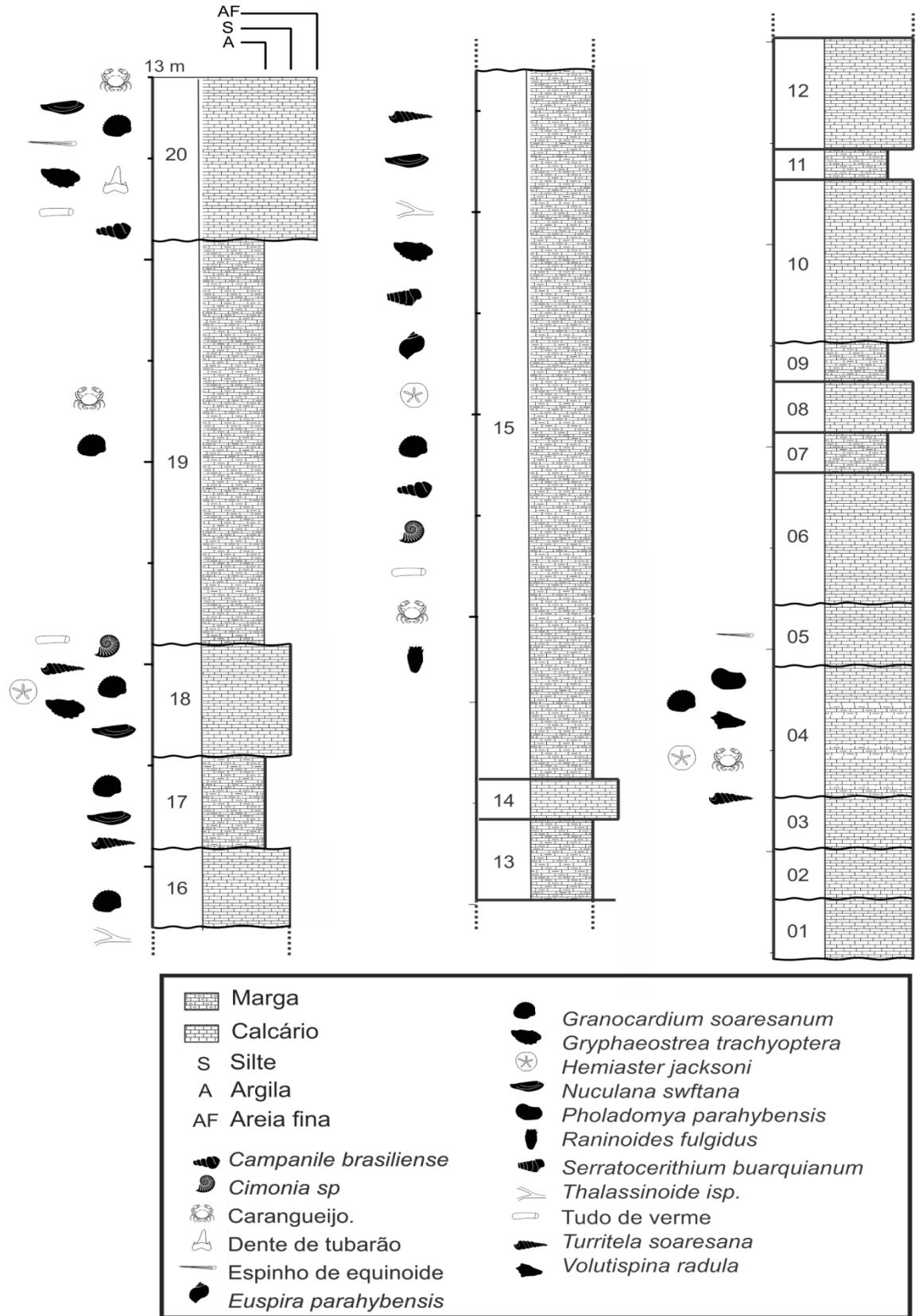




Fonte: O autor, 2019.

A Figura 21 e a tabela 2 apresentam a seção estratigráfica e a associação fossilífera da Formação Maria Farinha na pedreira Poty.

Figura 22 - Seção estratigráfica da pedreira Poty, mostrando a litologia e associação fossilífera da Formação Maria Farinha.



Elaborado por: Duque, 2018.

Tabela 2- Litologia e conteúdo fossilífero da Formação Maria Farinha na Pedreira Poty.

Camada	Litologia	Fósseis	Espessura
01	Calcário	-----	0,30 m
02	Calcário	-----	0,25 m
03	Calcário	-----	0,25 m
04	Calcário	Carangueijo inderteminado, <i>Turritela soaresana</i> , <i>Pholadomya parahybensis</i> , <i>Hemiaster jacksoni</i> , <i>Granocardium soaresanum</i> , <i>Volutispina radula</i> .	0,65 m
05	Calcário	Espinho de equinoide.	0,30 m
06	Calcário	----	0,65 m
07	Marga	----	~0,20 m
08	Calcário	----	~0,25 m
09	Marga	----	~0,20 m
10	Calcário	----	~0,80 m
11	Marga	----	~0,15 m
12	Calcário	----	~0,50 - 0,60 m
13	Marga	----	0,40 m
14	Calcário	----	0,20 m
15	Marga	<i>Granocardium soaresanum</i> , <i>Turritela soaresana</i> ., <i>Nuculana swiftiana</i> , <i>Thalassinoide isp.</i> , <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> , <i>Serratocerithium buaquianum</i> , <i>Euspira parahybensis</i> , <i>Hemiaster jacksoni</i> , <i>Campanile brasiliense</i> , <i>Cimonia pernambucensis</i> , Tubo de verme, Crustáceos, <i>Raninoide fulgidus</i>	3,10 m
16	Calcário	<i>Granocardium soaresanum</i> , <i>Thalassinoide isp.</i>	0,40 m
17	Marga	<i>Granocardium Soaresanum</i> , <i>Turritela soaresana</i> ., <i>Nuculana swiftiana</i> .	0,45 m
18	Calcário	<i>Granocardium soaresanum</i> , <i>Cimonia pernambucensis</i> , <i>Nuculana swiftiana</i> , <i>Turritela soaresana</i> , <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> , <i>Hemiaster jacksoni</i> , Tubo de verme.	0,55 m
19	Marga	<i>Granocardium soaresanum</i> , Crustáceo.	2 m
20	Calcário	Crustáceos, <i>Granocardium soaresanum</i> , dente de tubarão, <i>Gryphaeostrea trachyoptera</i> , <i>Campanile brasiliense</i> , <i>Nuculana swiftiana</i> , Espinho de equinoide, Tubo de verme.	0,80 m

Fonte: O autor, 2019.

As camadas 1 a 3 contêm calcário apresentando, ao todo, 0,80 m de espessura; não foram observados macrofósseis. Essas camadas correspondem à base da Formação Maria Farinha, após o evento de extinção em massa do K/Pg, com o contato imediatamente abaixo. Já na camada 4 contêm um calcário apresentando, ao todo, 0,65 m de espessura. Nela, foram encontrados a carapaça de um caranguejo indeterminado e o equinoide *Hemiaster jacksoni*, um animal bentônico com o modo de vida epifaunal que habita sedimentos móveis e consolidados na zona de entremarés (Andrade et al., 2014).

Foram encontrados na camada 4 os moluscos *Volutispina radula*, predadores que habitam ambientes rasos e possuem modo de vida infaunal, geralmente estando associados a substratos arenosos (Oliveira, 2018). Os *Turritella soaresana* habitam ambientes marinhos pouco profundos (infralitoral) de substrato móvel e têm o hábito de vida semi-infaunal (Silva, 2013). Os bivalves *Granocardium soaresanum* são suspensívoros com hábito de vida infaunal, são escavadores lentos que se enterram na areia ou na lama e, possuem alta tolerância a ambientes de salinidade reduzida. Os *Pholadomya parahybensis* habitam a infauna e são escavadores rápidos de águas rasas e bem oxigenadas; essa espécie foi a primeira a ser encontrada no mar da Formação Maria Farinha por Bernain & Senra, (2008). Essa sucessão é bastante diversificada no ponto de vista paleontológico.

De acordo com a ecologia dos animais encontrados nessa seção, podemos dizer que esse era um ambiente águas rasas de alta energia e bastante oxigenadas, fazendo parte a região rasa da plataforma continental.

A camada 5 contém calcário com 0,30 m de espessura e se apresentou pouco diversificada em relação aos macrofósseis, sendo observado apenas um espinho de equinoide. Esse animal habita um ambiente de águas rasas de alta à baixa energia, bastante oxigenadas, e faz parte da região rasa da plataforma continental.

As camadas 6 a 14 contêm uma intercalação deposicional de calcário e margas com 4,25 m de espessura. Não foram observados macrofósseis.

Na camada 15, podemos observar uma marga com 3,80 m, uma diversa e abundante associação fossilífera, com os bivalves *Granocardium soaresanum* e *Nuculana swiftiana*, organismos que têm o modo de vida infaunal de sedimento móvel e são consumidores de depósitos em sedimentos organogênicos (Francisco, 2018), e *Gryphaeostrea trachyoptera*, organismos que habitam plataformas marinhas rasas de baixa energia, têm o modo de vida epifaunal e se alimentam de partículas em suspensão (Malchyk, 2014). Os gastrópodes são representados pela *Turritella soaresana*, que habitam ambientes marinhos pouco profundos

(infralitoral) de substrato móvel, tendo o hábito de vida semi-infauna (Silva, 2013); *Campanile brasiliense*, encontrada em zonas entremarés, de modo de vida epifaunal, possuem uma alimentação detritívora, tendo sido esta espécie a primeira a ser encontrada no mar da Formação Maria Farinha Souza, (2018); *Serratocerithium buarquianum*, encontrado em zona litorânea, com o modo de vida epifaunal e suportando salinidade abaixo do normal; *Euspira parahybensis*, esta espécie têm o modo de vida semi-infaunal, são escavadores de ambiente marinho pouco profundo (infralitoral) de substratos móveis Wiggers, (2003). Os moluscos nautiloides também são vistos como o *Cimonia pernambucensis*, organismos que têm o modo de vida livre, vivem próximos às encostas de recifes e são predadores Machado et al., (2011). Também podemos ver crustáceos representados pela presença do caranguejo *Raninoide fulgidus*, organismos de ambientes marinhos de substrato arenoso à argiloso, tendo seu modo de vida infaunal (Távora et al., 2016). Adicionalmente, são encontrados vestígios deixados por de crustáceos decápodes *Thalassinoide* isp., feitas por crustáceos decápodes escavadores (infaunal), que habitam sedimentos arenosos fazendo galerias profundas na zona intramaré rasa (Abrunhosa et al., 2005); tubos de vermes marinhos, organismos que vivem em zona de infralitoral rasa, com modo de vida epifauna, sendo animais incrustantes.

Conforme a ecologia dos animais encontrados nesta seção, que representam uma camada bastante diversificada na pedreira Poty, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas de baixa energia e bastante oxigenadas, fazendo parte da região rasa da plataforma continental. Reitera-se que esses foram os primeiros animais a aparecer após o *hiato* sofrido nas camadas de 6 a 14.

Na camada 16, temos um calcário com 0,40 m de espessura. Nela estão presentes o bivalve *Granocardium soaresanum* e grande quantidade de galerias de crustáceos decápodes *Thalassinoide* isp. De acordo com fósseis encontrados nessa camada, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas, de baixa energia, fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

Na camada 17, temos uma margam com 0,45 m de espessura. Nela foi encontrada a associação de bivalves *Granocardium soaresanum* e *Nuculana Swiftiana*, e o gastrópode *Turritela soaresanum*. De acordo com ecologia dos animais encontrados nessa camada, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas de alta energia, bastante oxigenadas, fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

Na camada 18, vemos um calcário com 0,55 m de espessura. Nela estão presentes os bivalves *Granocardium soaresanum* e *Nuculana swiftiana*, *Gryphaeostrea trachyoptera*, o

gastrópode *Turritela soaresana*, o equinoide *Hemiaster jacksoni*, o nautiloide *Cimonia pernambucensis* e turbos de vermes, sendo essa uma camada tão diversificada quanto a camada 15. De acordo com ecologia dos animais encontrados, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas de alta energia, bastante oxigenadas, fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

A camada 19 contém marga com 2 m de espessura. Nela foram observados o bivalve *Granocardium soaresanum*, e fragmentos de carapaça de crustáceo. De acordo com ecologia dos animais encontrados, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas, bastante oxigenadas, de alta energia, fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

Na camada 20, temos um calcário amarelado, maciço, com 0,80 m de espessura. Nela estão presentes os bivalves *Granocardium soaresanum*, *Nuculana swiftiana* e *Gryphaeostrea trachyoptera*, o gastrópode *Campanile brasiliense*, espinho de equinoide regular, dente de tubarão e turbos de verme, sendo essa, também, uma camada bastante diversa. De acordo com ecologia dos animais encontrados, podemos dizer que esse era um ambiente de águas rasas de alta à baixa energia, fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

5.3 ANÁLISES MORFOFUNCIONAIS

A análise morfofuncional realizada envolveu o estudo das características anatômicas externas das conchas, como comprimento, obesidade, alongamento e tamanho para os bivalves; para os gastrópodes foram observados número de voltas, altura e comprimento, como pode ser visto nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3- Dados biométricos dos bivalves da Formação Maria Farinha.

Espécie	Alongamento (cm)	Obesidade Média (cm)	Alongamento Anterior (cm)	Comprimento Médio (cm)
<i>Nuculana swiftiana</i>	3	0,3	0,2	1,2
<i>Nuculana swiftiana</i>	3,2	0,3	0,2	1,3
<i>Nuculana swiftiana</i>	2,6	0,3	0,2	1,3
<i>Nuculana swiftiana</i>	2,8	0,2	0,1	1,7
<i>Nuculana swiftiana</i>	4	0,2	0,1	1,6
<i>Nuculana swiftiana</i>	4	0,3	0,2	2,0
<i>Granocardium soaresanum</i>	1,7	0,5	-	2,1
<i>Granocardium soaresanum</i>	1,6	0,6	-	2,9
<i>Granocardium soaresanum</i>	1,5	0,6	-	3,2
<i>Granocardium soaresanum</i>	2,1	0,4	-	1,3

<i>Granocardium soaresanum</i>	1,8	0,5	-	1,1
<i>Granocardium soaresanum</i>	3,0	0,3	-	0,6

Fonte: O autor, 2019.

Tabela 4- hábito de vida dos bivalves da Formação Maria Farinha.

Espécie	Modo de Vida	Velocidade de escavação	Tipo de Substrato
Espécie	Modo de Vida	Velocidade de escavação	Tipo de Substrato
<i>Nuculana swiftiana</i>	Infaunal	Lento	Argila Areia fina Silte
<i>Granocardium soaresanum</i>	Infaunal	Lento	Argila Areia fina Silte

Fonte: O autor, 2019.

Analisando os hábitos de vida da comunidade dos bivalves da Formação Maria Farinha, observou-se que todas as espécies analisadas são suspensívoras. Em consideração à relação concha *versus* substrato, a espécie *Nuculana swiftiana* foi considerada infaunal de escavação lenta, por apresentar valor de 0,3 de obesidade, o que indica que o animal tinha uma concha fortemente inflada e o *Granocardium soaresanum* foi considerado infaunal de escavação lenta, por apresentar índice 0,5 de obesidade, o que indica que esse animal também tinha uma concha fortemente inflada.

Observando algumas características dos moluscos, Stanley (1970) viu que a obesidade e a característica que se relaciona com a velocidade de escavação do organismo, sendo um animal com baixo índice de obesidade (menor que 1,49, concha inflada) a escavação sendo lenta e por outro lado o animal com alto índice de obesidade (maior que 1,70, concha lateralmente comprimida) apresenta uma escavação rápida nos animais.

Para os animais fósseis Stanley (1970) considerou bivalves de escavação rápida aqueles com índice maior que 2 e os bivalves de escavação lenta com os índices menores que 0,5.

Tabela 5- Dados biométricos dos gastrópodes da Formação Maria Farinha.

Espécie	Número de voltas	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Hábito de vida
<i>Serratocerithium buarquianum</i>	7	9,5	4,0	Epifaunal
<i>Serratocerithium buarquianum</i> (completo)	4	2,6	1,6	Epifaunal
<i>Campanile brasiliense</i>	5	4,5	1,6	Epifaunal
<i>Campanile brasiliense</i>	3	1,2	0,4	Epifaunal
<i>Turritela soaresana</i>	5	2,8	0,7	Semi-Infauanal
<i>Turritela soaresana</i>	3	1,3	0,4	Semi-Infauanal
<i>Cerithium harttianum</i>	4	6,2	4,8	Epifaunal
<i>Cerithium harttianum</i>	4	1,4	1,0	Epifaunal
<i>Volutispina alticostata</i>	3	1,9	1,0	Infauanal
<i>Volutispina alticostata</i>	3	1,1	0,5	Infauanal
<i>Volutispina radula</i>	4	2,5	2,0	Infauanal
<i>Volutispina radula</i>	4	1,5	0,9	Infauanal
<i>Proadusta dalliana</i>	3	2,3	1,2	Infauanal
<i>Proadusta dalliana</i>	2	1,7	1,0	Infauanal
<i>Euspira parahybensis</i>	3	2,8	3,5	Semi-Infauanal
<i>Euspira parahybensis</i>	3	1,2	1,4	Semi-Infauanal
<i>Xenophora conchyliophora</i>	2	0,2	1,1	Epifaunal
<i>Xenophora conchyliophora</i>	3	0,7	1,7	Epifaunal

Fonte: O autor, 2019.

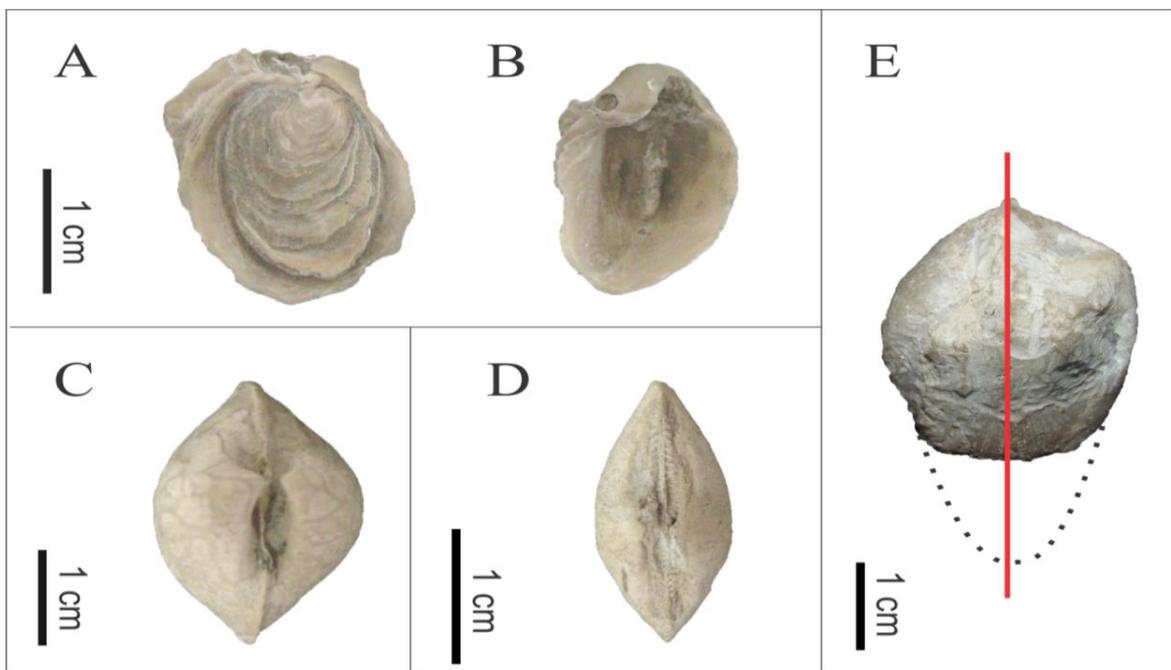
Segundo Machado et al. 2010 os gastrópodes que apresentam as espiras baixas (*Volutispina alticostata*, *Volutispina radula*, *Proadusta dalliana*, *Euspira parahybensis* e *Xenophora conchyliophora*) podem ocupar substratos rochosos e suportam ambientes com altas energias causadas pelas ondas; já os gastrópodes com espiras longas (*Serratocerithium buarquianum*, *Campanile brasiliense*, *Turritela soaresana* e *Cerithium harttianum*) nem sempre toleram águas agitadas e alguns têm a capacidade de se enterrar no sedimento. Formas com canal sifonal inalante possuem sifão e podem viver enterradas em substratos não consolidados. Algumas características como concha nodosa e ornamentações com espinhos longos podem dizer o tipo de ambientes em que eles vivem ,como recifes ou plataformas.

De acordo com os dados obtidos da estratigrafia e da paleoecologia, podemos interpretar a Formação Maria Farinha como um ambiente marinho raso, dominado por ondas e influenciado por marés, bastante oxigenado, fazendo parte da região rasa da plataforma continental. Esse ambiente dava suporte a vários animais de hábitos de vida diferentes.

5.4 ANÁLISE TAFONÔMICA

Observações bioestratinômicas foram realizadas buscando analisar o grau de desarticulação/ articulação, incrustação e fragmentação. Nos bivalves, foram observadas as valvas preservadas articuladas fechadas e desarticuladas. *Nuculana swiftiana*, *Pholadomya parahybensis* e *Granocardium soaresanum* têm preservação preferencial de valvas articuladas fechadas (100%, n = 421) e a *Gryphaeostrea trachyoptera* têm a preferência por valvas desarticuladas (88,6%, n = 178) e valvas articuladas e fechadas (11,4%, n = 23) como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23 - **A** e **B** Espécie *Gryphaeostrea trachyoptera* apresentam as valvas articulada fechada e desarticulada. Espécimes **C** - *Nuculana swiftiana*, **D** - *Pholadomya parahybensis* apresenta uma linha demarcando os dois lados da concha e **E** - *Granocardium soaresanum* apresentam as valvas fechadas.

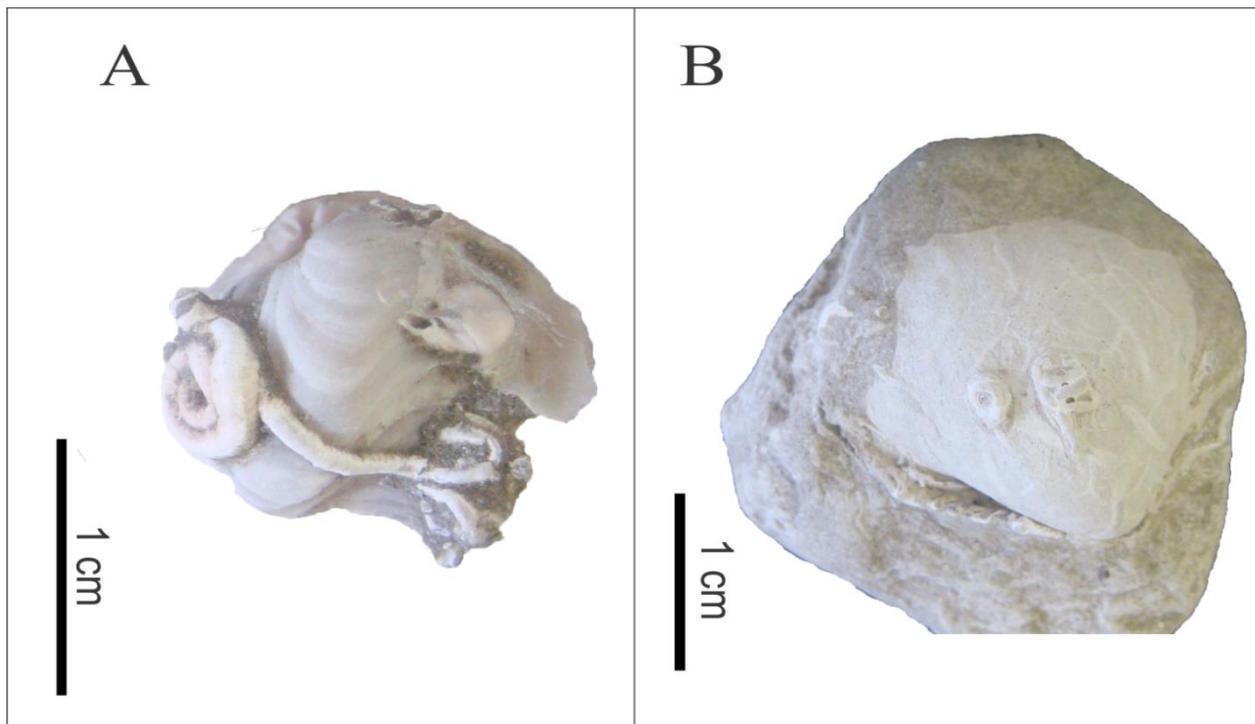


Fonte: O autor, 2019.

Os bivalves tiveram pouca fragmentação no material analisado, pois só a *Gryphaeostrea trachyoptera* apresentou esse aspecto: 168 conchas inteiras (83,6%) e 33 conchas fragmentadas (16,4%).

Quanto à presença de incrustação em bivalves, no total 613 (99,4%), apenas 4 (0,6%) foram incrustados por verme serpulídeo, como podemos ver na Figura 24.

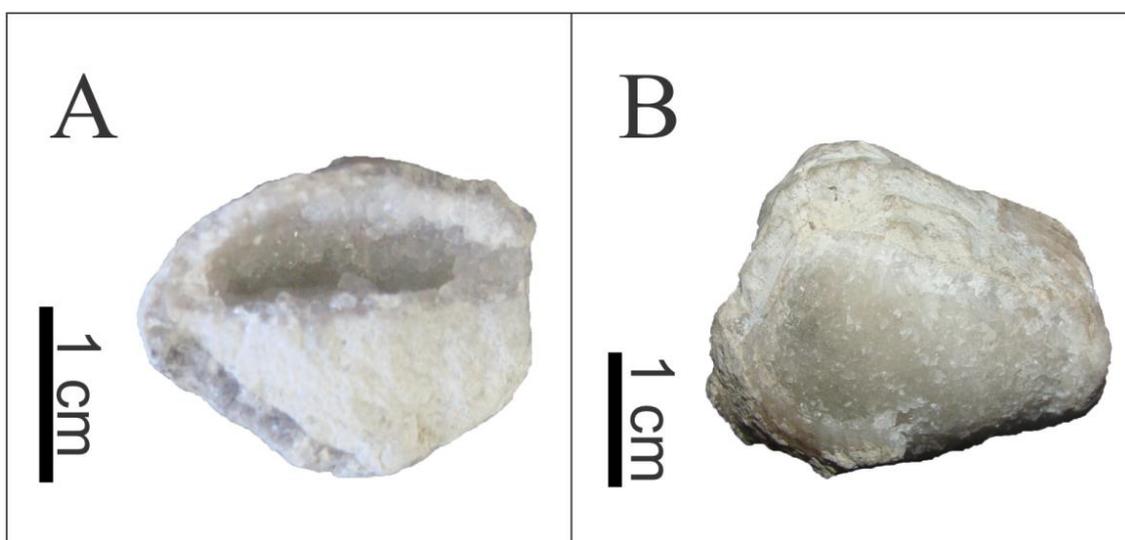
Figura 24 - As espécies **A** - *Gryphaeostrea trachyoptera* e **B** - *Granocardium soaresanum* apresentam incrustação de um verme serpulídeo.



Fonte: O autor, 2019.

Em relação aos aspectos diagenéticos, nos bivalvíos observou-se a seguinte conservação: 579 elementos na forma de preservação parcial (92,8%) e 41 em moldes (7,2%). A recristalização foi observada em apenas 2 conchas (0,3%); 615 conchas (99,7%) não apresentaram esse aspecto ver Figura 25.

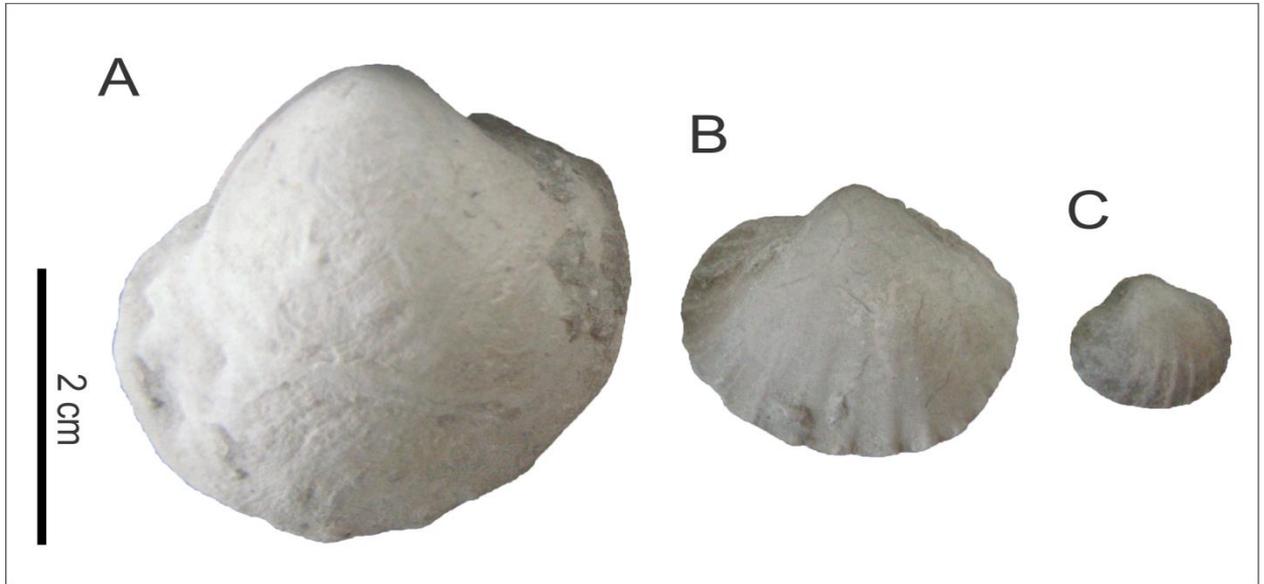
Figura 25 - Espécies de **A** - *Granocardium soaresanum* e **B** - *Pholadomya parahybensis* apresentam recristalização nas conchas.



Fonte: O autor, 2019.

Quanto à ontogenia nos bivalves, o *Granocardium soaresanum* é representada por 125 adultos totalizando 57,9% e 91 indivíduos jovens totalizando 42,1%, foi a única espécie que encontramos em que a metade do tamanho do maior espécime adulto equivale ao tamanho dos espécimes jovens do material estudado ver Figura 26.

Figura 26. Ontogenia em *Granocardium soaresanum*, A - indivíduo adulto, B e C – indivíduos jovens.



Fonte: O autor, 2019.

Em relação aos aspectos bioestratinômicos dos gastrópodes, foi visto que quanto a incrustação, 243 indivíduos totalizando 97,6% não sofreram incrustação e 6 indivíduos totalizando 2,4% foram incrustados por um verme serpulídeo e por conchas ver Figura 28.

Em relação aos aspectos diagenéticos, nos gastrópodes observou-se a seguinte conservação: 151 na forma de preservação parcial (60,6%) e 98 em moldes (39,4%). Quanto à recristalização, 3 espécimes apresentam (1,2%) e 246 indivíduos não apresentam (98,8%); raros exemplares apresentaram a columela recristalizada, ver Figura 27. Os mesmos números foram observados quanto à substituição por piritita, ver figura 29. Apenas 43 exemplares dos 206 gastrópodes apresentam achatamento (14,7%), devido a compressão dos estratos.

As espécies que melhor foram observadas os estágios ontogenéticos foi *Euspira parahybensis* e *Serratocerithium buaquianum*. Em *Serratocerithium*, os espécimes representam 18 indivíduos adultos totalizando (52,9%) e os espécimes jovem tem 16 indivíduos (47,1%); os espécimes adultos contem 8 voltas e os espécimes jovens contem metade dos números de voltas ver Figura 30. Em *Euspira parahybensis*, os espécimes adultos apresentou maior percentual, com 26 espécimes (78,8%), jovens apresentam 7 espécimes (21,2%). Os espécimes jovens

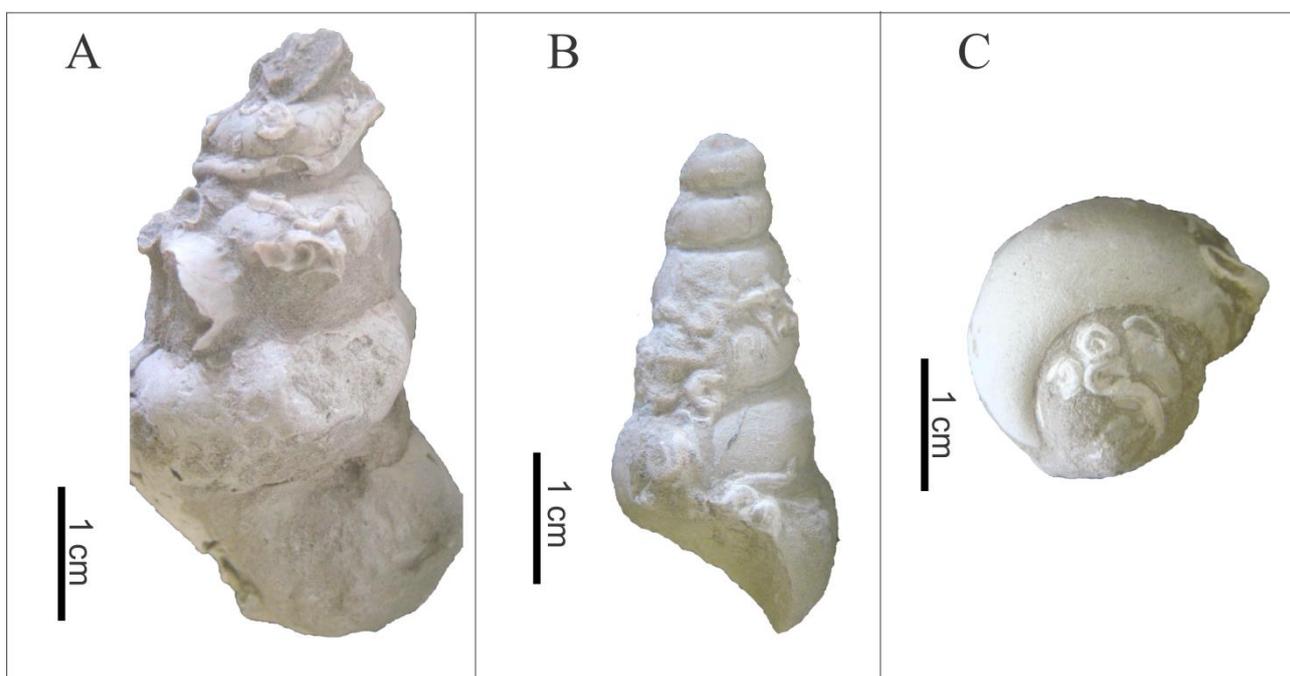
apresentam a metade do diâmetro da largura do espécime adulto (Figura 31); os exemplares adultos representam cerca de metade do material de estudo.

Figura 27 - Recristalização na espécie *Serratocerithium buaquianum*. Notar a columela.



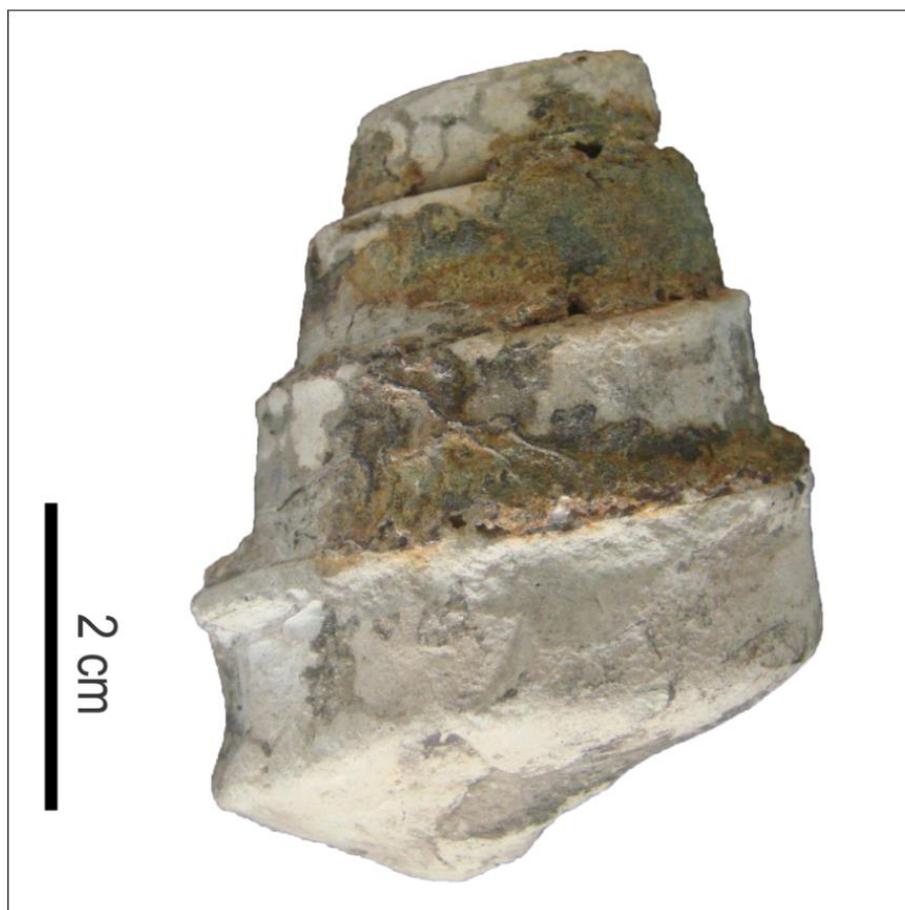
Fonte: O autor, 2019.

Figura 28 – Gastrópodes incrustados por serpulídeos. **A** - *Campanile brasiliense*, **B** - *Cerithium Harttianum* e **C** - *Euspira parahybensis*.



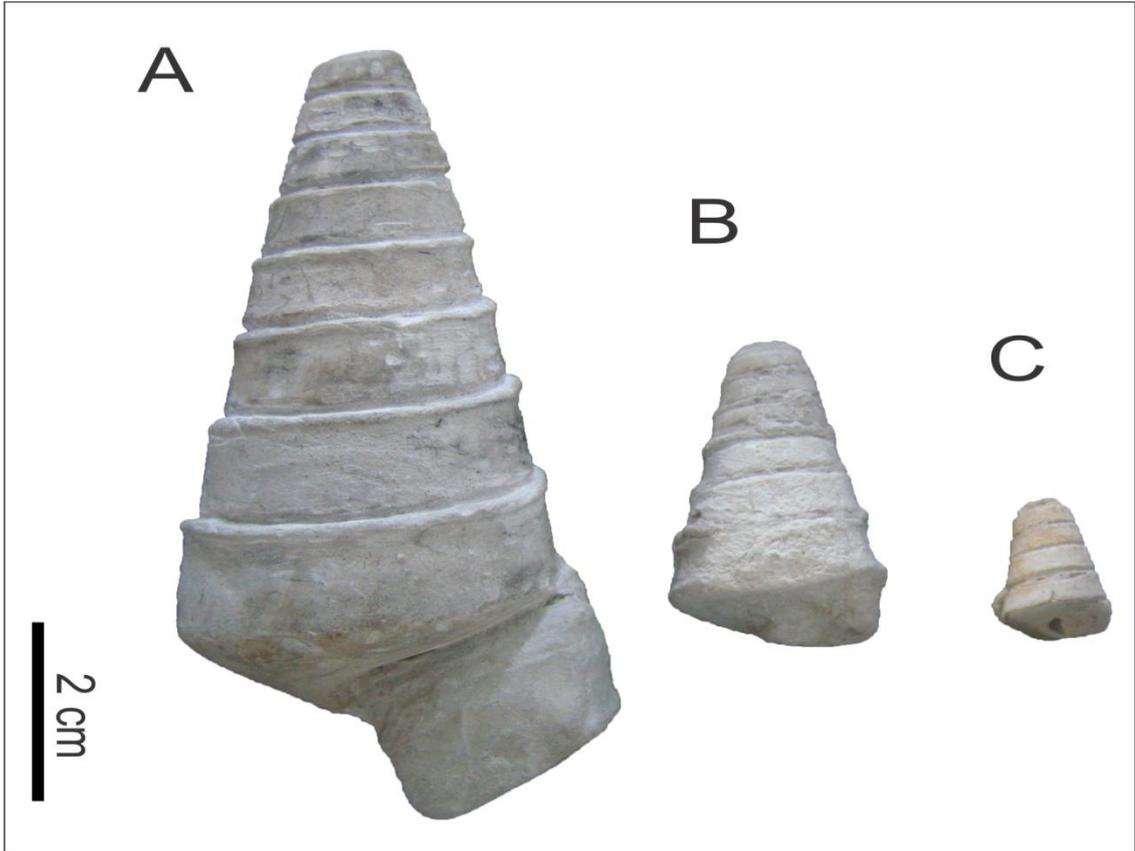
Fonte: O autor, 2019.

Figura 29 - *Serratocerithium buarquianum* preservado na forma de molde, apresentando, parcialmente, substituição por pirita (piritização).



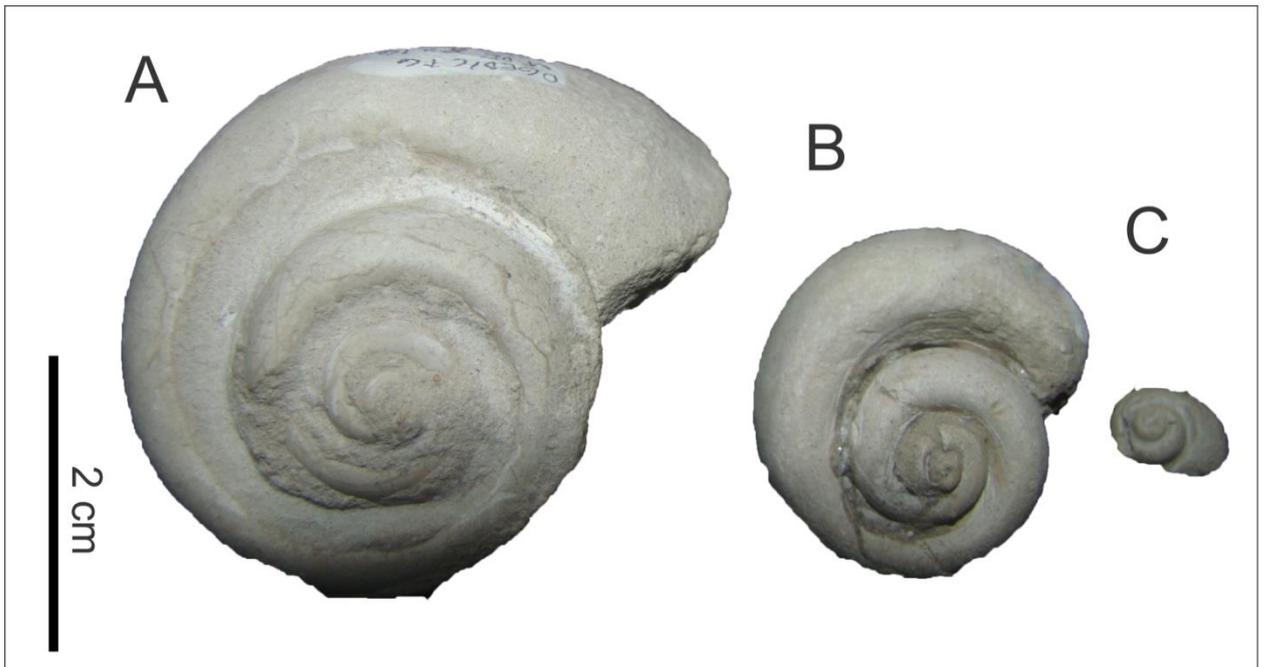
Fonte: O autor, 2019.

Figura 30 - Ontogenia em *Serratocerithium buaquianum*, **A** - indivíduo adulto, **B** e **C** - indivíduos jovens.



Fonte: O autor, 2019.

Figura 31 - Ontogenia em *Euspira parahybensis*, **A** - indivíduo adulto, **B** e **C** - indivíduos jovens.



Fonte: O autor, 2019.

A partir dos dados apresentados podemos concluir que, dos restos de conchas estudados, a maioria das conchas de bivalves foi preservada em forma de moldes. Na preservação parcial das conchas *Granocardium soaresanum*, *Pholadomya parahybensis* e *Nuculana swiftiana* não houve desarticulação e as conchas *Granocardium soaresanum* e *Gryphaeostrea trachyoptera* sofreram incrustação. Já o *Gryphaeostrea trachyoptera* sofreu desarticulação em algumas conchas; outras se mantiveram articuladas e sofreram fragmentação e incrustação.

Os gastrópodes *Serratocerithium buarquianum*, *Euspira parahybensis*, *Volutispina alticostata*, *Volutispina radula*, *Turritella soaresana*, *Campanile brasiliense*, *Xenophora conchyliophora*, *Cerithium Harttianum* e *Proadusta dalliana* foram encontrados completos em forma de moldes e preservação parcial da concha. Alguns sofreram incrustação.

Esses fatores indicam que houve um soterramento rápido em águas rasas de baixa e alta energia, indicando permanência na zona tafonomicamente ativa, o que fez com que alguns organismos incrustantes pudessem utilizar as conchas como substrato. A fragmentação e desarticulação pode ter sido causada pelas incrustações e/ou alta energia do ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pedreira Poty tem a melhor exposição fossilífera das camadas basais da Formação Maria Farinha, com a presença dos moluscos (bivalves e gastrópodes) que são relevantes para os estudos paleoecológicos e paleoambientais.

Foram registradas para Formação Maria Farinha 3 (três) ordens de gastrópodes, Sobreoconcha, Caenogastródes e Neogastrópodes, distribuídas em 7 (sete) famílias e 9 (nove) espécies: a família Cerithidae, com o *Serratocerithium buarquianum* e com o *Cerithium harttianum*; a família Turritellinae, com *Turritella soaresana*, a família Campanilidae, com *Campanile brasiliense*; a família Naticidae, com *Euspira parahybensis*; a família Xenophoridae, com *Xenophora conchyliophora*; a família Cypraeidae, com *Proadusta dalliana*; e a família Volutidae, com *Volustipina rádula* e *Volustipina alticostata*. Os bivalves foram representados por 3 (três) ordens, Cardiida, Protobranchia e Ostreida, e 4 (quatro) famílias: a família Cardiidae, com o *Granocardium soaresanum*; a família Nuculanidae, com *Nuculana Swiftiana*; a família Pholadomyidae, com *Pholadomya parahybenses*; e a família Gryphaeidae, com *Gryphaeostrea trachyoptera*.

Foram registradas 3 (três) espécies que conseguiram passar do Cretáceo para o Paleógeno da Formação Maria Farinha: o bivalvio *Pholadomya parahybenses* e os gastrópodos *Campanile brasiliense* e *Euspira parahybensis*. Estas espécies poderiam ter uma maior plasticidade ecológica, e tolerar o stress ambiental decorrente da extinção.

A estratigrafia da formação Maria Farinha apresenta 20 (vinte) camadas totalizando 13m de seção, com uma litologia variando de camadas de calcário a margas, trazendo também uma associação fossilífera bastante diversificada. A fauna apresentada na Formação Maria Farinha indica um ambiente marinho raso, dominado por ondas e influenciado por marés, bastante oxigenado e fazendo parte da região rasa da plataforma continental.

Analisando os aspectos morfofuncionais das espécies de *Granocardium soaresanum* e *Nuculana Swiftiana*, percebe-se que essas espécies adotaram um modo de vida infaunal.

Os gastrópodos apresentaram hábitos de vida epifaunal, semi-infaunal e infauna. Por meio da morfologia de suas conchas, foi observado que os gastrópodes de espiras longas nem sempre toleram águas agitadas e os de espiras baixas podem suportar altas energias do ambiente; outros aspectos, como canal sifonal inalante e conchas nodosas e ornamentadas podem auxiliar na descoberta do hábito de vida do animal.

A análise tafonômica indica um ambiente marinho raso de baixa e alta energia. Muitas conchas apresentam as valvas fechadas, o que indica um ambiente de soterramento rápido. Além disso, sofreram incrustações que demonstram que o animal permaneceu por um certo intervalo de tempo na zona tafonomicamente ativa. A fragmentação e desarticulação, por sua vez, pode ser proveniente da alta energia envolvida no processo deposicional e/ou da própria incrustação.

A pesquisa então sugere que no futuro esta área seja submetida a novos estudos tafonômicos e paleoecológicos que permitam comprovar as conclusões da presente pesquisa ou apresentar novos dados.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, F. A.; ARRUDA, D.; PALMEIRA, C. A. Levantamento da fauna carcinológica de talassinídeos (Decapoda: Thalassinidae) da região Nordeste do Pará com duas novas ocorrências, *Callichirus major* (Say, 1818) e *Upogebia vasquezi* (Ngoc-Ho, 1989). In: Congresso de Ecologia do Brasil, 7., 2005, Caxambu, MG. **Anais [...]**. Caxambu: CEB, 2005. p. 84-86.
- AGUIRRE, M. L., FARINATI, E. E. Taphonomic processes affecting late Quaternary mollusks along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina, Southwestern Atlantic): **Paleo3**, v.149, p. 283-304, 1999.
- ALBERTÃO, G. A. **Abordagem interdisciplinar e epistemológica sobre as evidências do limite Cretáceo-Terciário, com base em leituras efetuadas no registro sedimentar das bacias da costa leste brasileira**. 1992. 251f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1992.
- ALBERTÃO, G. A.; MARTINS JR., P. P. **Estratos calcários da Pedreira Poty (Paulista), PE**. Evidências de evento catastrófico no primeiro registro do limite K-T descrito na América do Sul SIGEP. n 102, 2006. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep>>. Acesso em: 28 jul. 2018.
- ALMEIDA, J. A. C. **Calcário recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na sub-bacia Alhandra, Paraíba**: aspectos taxionômicos, paleoecológicos, paleoambientais e estratigráficos. 2000. 164f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.
- ALMEIDA, J. A. C. **Iconofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo superior-Paleógeno), Nordeste do Brasil**. 2007. 214f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- ALEXANDERSON, E. T. Marine maceration of skeletal carbonates in the Skagerrak, North Sea. **Sedimentology**, v. 26, p. 845-852, 1979.
- ALLER, R. C. Carbonate dissolution in nearshore terrigenous muds: the role of physical and biological reworking. **Journal of Geology**, v. 90, p. 79-95, 1982.
- ANELLI, L. E. **Invertebrados neocarboníferos das Formações Piauí (Bacia do Parnaíba) e Itaituba (Bacia do Amazonas) taxonomia, análise cladística das subfamílias oriocrassatellinae (Crassatellacea, bivalvia) e neospiriferinae (Spiriferoidea, brachiopoda)**. 1999. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ANDRADE, E. J.; OLIVEIRA, J.; MANSO, C. L. C. Distribuição dos equinoides na Formação Jandaíra. **Brazilian Journal of Geology**, v. 44, n. 4, p. 597-606, 1982.
- ARAI, M. A. Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP. Série Científica**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006
- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE Brasil**. 2004. 230f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

- BARBOSA, J. A.; KELLNER, A. W. A.; VIANA, M. S. Preliminary information on a crocodyliformes from paleocene of the Paraíba basin, NE Brasil. *In*: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2., Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2005. p. 46-47.
- BARBOSA, J. A. **A Deposição Carbonática na Faixa Costeira Recife-Natal: Aspectos Estratigráficos, Geoquímicos e Paleontológicos**. 2007. 264f. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- BEHRENSMEYER, A; KIDWELL, S. M. Taphonomy's Contributions to Paleobiology, **Paleobiology**, v. 11, p. 105-119, 1985.
- BEURLLEN, K. Observações sobre a Formação Maria Farinha, Estado de Pernambuco. **Arquivos de Geologia**, Escola de Geologia, v. 1, p. 5-15, 1959.
- BEURLLEN, K. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Boletim de Geologia**, São Paulo, v.16, n.1, p. 43-53, 1967a.
- BEURLLEN, K. Paleontologia da Faixa Sedimentar Costeira Recife - João Pessoa. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v.16, n.1, p. 73-79, 1967b.
- BET, M. M. R., KIDWELL, S. M. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings: I. Environmental variation in shell condition. **Paleobiology**, v. 26, p. 80-102, 2000.
- BIGARELLA, J. J. The Barreiras Group in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, p. 366-392, 1975.
- BUGE, E.; MUNIZ, G. C. B. *Lunulites (Heteractis) barbosa* nouvelle espèce de bryozoaire lunulitifforme (Bryozoa, Cheislostomata) du paléocène du Nord-Est du Brésil. **Annales de Paléontologie**, v.2, p. 191-202, 1974.
- BRIGGS, D. E. G. Experimental Taphonomy. **Palaïos**, v. 10, p. 539-550, 1995.
- CADÉE, G. C. History of Taphonomy. *In*: DONAVAN, S. K. (ed.). **The Process of Fossilization**. New York: University Press, 1991, p. 303.
- CARVALHO, R. G.; BABINSKI, M. E. C. B. O. **Paleontologia dos invertebrados: guia de aulas práticas**. São Paulo: IBLC, 1985.
- CARVALHO, A. R. A. Morfologia, taxonomia e paleoecologia de tartarugas fósseis de Pernambuco. 2015. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- CASSAB, R. C. T. Revisão da família Cerithiidae (mollusca-gastropoda), da Formação Maria Farinha, Paleoceno de Pernambuco (Brasil). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife. **Boletim de Resumos**. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, p. 929-936.

- CORREIA FILHO, O. J.; ALENCAR, M. L.; BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H. Proposta de Formalização da Formação Tambaba, Eoceno da Bacia Paraíba, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 2, p. 61-81, 2015.
- CUTLER, A. H., FLESSA, K. W. Bioerosion, dissolution and precipitation as taphonomic agents at high and low latitudes. **Senckenbergiana Maritima**, v. 25, p. 115-121, 1995
- DAVIS, D. J., POWELL, E. N., STANTON, Jr. R. J. Relative rates of shell dissolution and net sediment accumulation – a commentary: can shell beds form by the gradual accumulation of biogenic debris on the sea floor? **Lethaia**, v. 22, p.207-212, 1989.
- DAMUTH, J.D., Taxon-free characterization of animal communities. In: Behrensmeier, A.K., Damuth, J.D., DiMicheli, W.A., Potts, R., Sues, H.,D, Wing, 107 S.L. (Eds.), *Terrestrial ecosystems through time. Evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals*. Chicago: **The University of Chicago Press**, p. 183-203, 1992.
- DUTRA, T. L. Paleoecologia, In: CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2000, p. 145-154.
- EFREMOV, J. A. Taphonomy: New Branch of Paleontology. **Pan American Geology**, v. 74, p. 81-93, 1940.
- EDINGER, E. N. Bioerosion. In: Briggs, D.E.G. & Crowther, P.R. (eds.) **Paleobiology II**, Blackwell Publishing, Malden, Oxford, 2003. p. 273-277.
- ERTHAL, F. Assinaturas tafonômicas em bivalves marinhos recentes na costa do Brasil e seu significado paleoambiental. 2012, 212 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2012.
- ERTHAL, F., RITTER, M. N., KOTZIAN C. B. Assinaturas tafonômicas em moluscos recentes e seu significado paleoambiental. **Terræ Didática**, v. 13, n. 1, p. 5-30, 2017.
- FAUTH, G.; KOUTSOUKOS, E. A. M. Paleocological inferences from marine ostracode assemblage of the Maastrichtian and Danian in the Pernambuco-Paraíba basin. In: Simpósio do Cretáceo do Brasil, 4., **Boletim de resumos**. São Pedro: 2002, p. 261-265.
- FERNANDES, A. C. S. Corais hermatípicos da Formação Maria Farinha, Paleoceno do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife, **Anais [...]**. Recife: CBG, 1978, p. 960-964.
- FOSSILWORKS. Gateway to paleobiology database. 2018. Disponível em: <fossilworks.org>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- FANCISCO, J. A, 2011. **Estudos das espécies dos gêneros Nuculana Link, 1807 (Bivalvia: Protobranchia: Nuculanidae) da plataforma e talude continental do norte e nordeste do Brasil**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

FÜRSICH, F. T.; FLESSA, K. W. Taphonomy of tidal flat molluscs in the northern Gulf of California: paleoenvironmental analysis despite the perils of preservation. **Palaios**, v. 2, p. 543-559, 1987.

FÜRSICH, F. T. & OSCHMANN, N. Shell beds as toots in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. **Journal of Geological Society of London**, v. 150, p. 169-185, 1993.

FLESSA, K. W.; KOWALEWSKI, M.; WALKEN, S. E. Post Collection Taphonomy Shell Destruction and the Chevrolet. **Palaios**, v. 7, p. 243-250, 1992.

GIFFORD, D. P. Taphonomy and Paleocology a Critical Review of Archeology's Sister discipline. In: Shiffer, M.B. ED. *Advances in Archeological Method and Theory*. **Academic Press**, v. 4, p. 365-438, 1981.

GHILARDI, R. P. **Paleoautoecologia dos bivalves do Grupo Passa Dois (Neopermiano), no estado de São Paulo**: bivalves fósseis como indicadores da dinâmica sedimentar. 1999. 161f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

GLOVER, C. P., KIDWELL, S. M. 1993. Influence of organic matrix on the post-mortem destruction of molluscan shells. **Journal of Geology**, v. 101, p. 729-747, 1993.

JONHSON, R. G. Models and Methods for Analysis of the Mode of Formation of Fossil Assemblages. **Geological Society of America Bulletin**, v. 71, p. 1075-1086, 1960.

KEGEL, W. Relatório Anual do Diretor. Boletim DGM/DNPM, p. 80, 1953.

KEGEL, W. Nota Sobre os Macrofósseis do Fosfato Cretáceo de Pernambuco. Sociedade Brasileira de Geologia. **Boletim**, n.3, v.1, p. 73-76, 1955.

KEGEL, W. Novo Membro Fossilífero da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior) de Pernambuco. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 29, p. 373-375, 1957.

KIDWELL, S. M. & BAUMILLER, R. T. Experimental disintegration of regular echinoids: roles of temperature, oxygen and decaythries holos. **Paleobiology**. v. 16, p. 247-271, 1990.

KIDWELL, S. M. & BOSENCE, D. W. Taphonomyand time – averaging of marine shelly faunas, taphonomy: relesing the data locked in the fóssil record. **Plenum**. New York. p. 115-209, 1991.

KIDWELL, S. M.; HOLLAND, S. M. Field Description of Coarse Bioclastic Fabrics. **Palaios**, v. 6, p. 426-434, 1991.

KIDWELL, S. M., ROTHFUS, T. A., BEST, M. M. R. Sensitivity of taphonomic signatures to sample size, sieve size, damage scoring system and target taxa. **Palaios**, v. 16, p. 26-52, 2001.

KIDWELL, S. M.; LABARBERA, M. Experimental Taphonomy. **Palaios**, v. 8, p. 1-2, 1993.

KIDWELL, S. M., FLESSA, K. W. The quality of the fóssil record: polulations, species, and communities. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 24, n. 1, p. 433-464, 1996.

KOWALEWSKI, M., FLESSA, K. W., HALLMAN, D. P. Ternary taphograms: triangular diagrams applied to taphonomic analysis. **Palaios**, v. 10, p. 478-483, 1995.

KOTZIAN, C. B. & SIMÕES, M. G. Taphonomy of recent freshwater molluscan death assemblages, Touro Passo Stream, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, p. 243-260, 2006.

LAWRENCE, D.R. The nature and structure of paleoecology. **Journal of Paleontology**. v.45, n. 4, p. 593-607, 1971.

LESCINSKY, H. L. 1993. Taphonomy and paleoecology of epibionts on the scallops *Chlamys hastata* (Sowerby 1843) and *Chlamys rubida* (Hinds 1845). **Palaios**, 8:267-277.

LESCINSKY, H. L., EDINGER, E., RISK, M. J. 2002. Mollusc Shell Encrustation and Bioerosion Rates in a Modern Epeiric Sea: Taphonomy Experiments in the Java Sea, Indonesia. **Palaios**, 17:171-191.

LIMA, M. R., 1985. Primeiros resultados palinológicos de sedimentos da Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 9. **Anais**. 1985. p. 347-349.

LIMA FILHO, M. F. **Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco**. 1998. 139 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

LIMA, C. C. U., de. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. 2002. 141 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

MABESOONE, J. M. Geologia da faixa sedimentar Pernambuco/Paraíba. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 2., **Resumos**. 1966. p. 6.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS, E.; SILVA, A.; BEURLIN, K. 1972. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, 2:173-190.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. 1988. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco- Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 18 (4): 476-482.

MABESOONE, J. M. 1991. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco-Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. UFPB, João Pessoa, **Serie Estudos e Pesquisas**, 10: 252, 1991.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. 1993. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. **Geologie en Mijnbouw**, 71: 351-362.

MACHADO, D. M. C.; KOTZIAN, C. B.; ERTHAL, F. Paleoecologia. In: CARVALHO, I. S.(ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2010, p. 409-447.

MAGALHÃES, J.; MEZZALIRA, S. **Moluscos fósseis do Brasil**. ed. Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1953.

MAURY, C. J. 1921. A contribution to the paleontology of Trinidad. **Journal of the Academy of Natural Science of Philadelphia**, 15: 23-112.

MAURY, C. J. O Cretáceo da Parahyba do norte. **Serviço Mineralógico do Brasil**, n. 35, p. 305, 1930.

MOORE, R. C. 1969. **Treatise on Invertebrate Paleontology**: Part N, Mollusca, Bivalvia, 464p.

MUNIZ, G. C. B.; ALMEIDA, J. A. C. Perfurações em invertebrados da Formação Maria Farinha, Terciário Inferior da Bacia Pernambuco-Paraíba. In: Simpósio Geologia do Nordeste, Fortaleza. **Resumos**. 1989, p. 184-187.

MUNIZ, G. C. B. Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Publicação Especial-UFPE**, n.1, p. 1-202, 1993.

MALCHYK, O. 2007. Biostratigraphic Distribution of the Cretaceous Oysters (Bivalvia) in Volyno-Podolian region of East European Craton.. **Acta Mineralogica-Petrographica**, Abstract Series, 8.

NEWELL, A. J., GOWER, D. K., BENTON, M. J., TVERDOKHLEBOV, V. P. 2007. Bedload abrasion and the in situ fragmentation of bivalve shells. **Sedimentology**, 54:835-845

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS BOAS, G. S. Grupo Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.194, p. 30, 2011.

OLSON, E. C. The Evolution of a Permian Vertebrate Chrono Fauna Evolution. **Lancaster**, v. 6, p. 181-196, 1992.

OLIVEIRA, P. E. História da pesquisa de petróleo no Brasil. Ministério da Agricultura, **Serviço Público Agrícola**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, 1940.

OLIVEIRA, L. L, 2018. **Aspectos populacionais, habitats e observações reprodutivas e alimentares dos gastrópodes endêmicos *Voluta ebraea* (LINNAEUS, 1758) (MOLLUSCA:VOLUTIDAE) em um estuário hipersalino em Macau, RN**. Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Trabalho de Conclusão de Curso, 38p.

OLIVEIRA, P. E.; SANTOS, M. E. Invertebrados Fósseis da Formação Maria Farinha: Bivalvia. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia, **Boletim Especial**, n.1, p.60, 1969.

OLIVEIRA, L. T.; DEMÉTRIO, J. G. A.; TOMÉ, M. E. T.; VASCONCELOS, C. L. 2003. Análise da geometria dos aquíferos costeiros da porção norte da região metropolitana do Recife PE a partir de perfis litológicos de poços tubulares. **Revista água subterrânea**,17: 9-22.

PARSONS, K. M. & BRETT, C. E., 1991. Taphonomic processes and biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation, the processes of fossilization. **Columbia University Press**, New York, p. 22 – 65.

PARSONS – HUBBARD, K., 2005. Molluscan taphofacies in recent carbonate reef/lagoon systems and their application to microfossil samples from reef cores. **Palaios**, 20 (2):175-191.

PEREIRA, P. A. **Aspectos taxonômicos e paleoecológicos dos braquiópodes e moluscos (Bivalves) da Formação Inajá (Devoniano), Bacia do Jatobá (PE)**. 2011. 100f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

RATHBUN, R. Preliminary report on Cretaceous Lamellibranchs collected in the vicinity of Pernambuco, Brazil, on the Morgan Expedition of 1870, Charles Frederic Hartt in charge. **Proceedings of the Boston Society of Natural History**, v.17, p.241-256, 1875.

RAUP, D. M.; STANLEY, S. M. **Princípios de Paleontologia**. ed. Barcelona: Ariel, 1978.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. **Invertebrados: manual de aulas práticas**. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

RODRIGUES, S. C., 2006. **Tafonomia de moluscos bivalves e gastrópodes das enseadas de Ubatuba e Picinguaba, norte do estado de São Paulo: implicação do uso de assinaturas tafonômicas no reconhecimento de gradientes ambientais**. Tese de Doutorado. Programa de Pós – Graduação em Geologia Sedimentar, USP. São Paulo.

RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G.; PIRES - DOMINGUES, R. A., 2009. Viés analítico em estudos tafonômicos com macroinvertebrados: implicações (paleo) ambientais e (paleo) ecológicas. **Geologia USP. Série científica**, 9 (1): 101 – 114.

RODRIGUES, S. C., SIMÕES, M. G., 2010. Taphonomy of bouchardia rósea (RHYNCHONELLI FORMEA) brachiopod shells from Ubatuba bay, Brazil: implications for the use of taphonomic signatures in (paleo) environmental analysis. **Ameqhiniana**, 47(3); 373 – 386.

SANTOS, A., MAYORAL, E. 2008. Bioerosion versus colonisation on Bivalvia: a case study from the Upper Miocene of Cacela (southeast Portugal). **Geobios**, 41:43-59.

SEILACHER, A. Sonderforschungsbereich 53, “Paläökologie”: Arbeitsbericht 1970-1975. **Zentralblatt für Geologie und Mineralogie**, n.516, v.2, p. 203-494, 1976.

SENRA, M. C. E., BENAIM, N. P. 2000. O Gênero *Pholadomya* Sowerby, 1823 (Mollusca: Bivalvia) na Formação Jandaíra (Cretáceo Superior), Bacia Potiguar: Implicações Paleoecológicas e Paleogeográficas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, 31 - 1 / 2008 p.88-97.

SILVA, M. C. **Os vertebrados da Bacia da Paraíba: Cretáceo Superior-Paleoceno, Nordeste do Brasil**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

- SILVA, C. M. da. 2013. **Geodiversidade no campus da FCUL. Fósseis de Turritella**. Consultado em 26 de Setembro, 2016 em <http://paleoviva.fc.ul.pt/Geodivfcul/Geoturrit01/Geoturrit01.htm>
- SIMONE, L. R. L.; MEZZALIRA, S. Fossil molluscs of Brazil. **Boletim** n.1, São Paulo, 1994.
- SIMÕES, M. G.; HOLZ, M. H. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In. CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia**, Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p. 861.
- SIMÕES, M. G.; HOLZ, M. **Elementos fundamentais de tafonomia**. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2002.
- SIMÕES, M. G., GHILARDI, R. P., 2000. Protocolo tafonômico/ paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleosinecológicas: exemplos de aplicações em concentrações fossilíferas do paleozoico da bacia do Paraná, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, 27 (2): 3 – 13.
- SCHÄFER, W. **Aktuopaleontologie Nach Studien in der Nordsee**. ed. Frankfurt:Waldemar Kramer, 1962.
- SMITH, A. M., 1984. Equinoid paleobiology in: Allen and Unwin, London. **Special Topics in Paleontology**, v.1.
- SMITH, A. M. & NELSON, C. 2003. Effects of early sea-floor processes on the Taphonomy of temperate shelf skeletal carbonate deposits. **Earth-Science Reviews**, 63:1-31.
- STANLEY, S. M. Relation of Shell form to life Habit of the bivalvia (Mollusca). **Geological Society of America**, n.125, p.296, 1970.
- SOBRAL, A.C.S. **Os amonóides da Bacia Paraíba: Implicação cronoestratigráficas, paleoecológicas e paleobiogeográficas**. 2011. 107f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- SOUZA, E. M.; LIMA FILHO, M. & BARBOSA, J. A., 2006. Eventos tectônicos e sedimentares nas bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações do quebraamento do gondwana e correlação com a bacia do rio Muni. UNESP, **Geociencias**. v. 25 (1), p. 117 – 126.
- SOUZA, B. H. M, 2018. **Gastropod fauna on organic fauna the Southwest Atlantic deep-sea**. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo, Tese de Mestrado, 97p.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. The role of neotectonics in the evolution of the brazilian coast. **Geonomos**, v.4, n.2, p.45-53, 1997.
- TINOCO, I. M. Micropaleontologia da Faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, n.16, v.1, p. 81-85, 1967.
- TAYLOR, P. D. & WILSON, M . A. 2003. Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities. **Earth-Science Reviews**, 62:1-103.

TAYLOR, J. D. 1973. The structural evolution of the bivalve shell. **Palaeontology**, 16:519-534.

VILAS BOAS, G. S. **Sedimentos terciários e quaternários do interior**. Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia. Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração, Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 1996.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.73, n.3, p. 417-427, 2001.

VOORHIES, M. R. Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna Knox Coutry, Nebruska. **Contributions to Geologia-Special Papper**, v.1, p. 69, 1969.

WHITE, C. A. **Contributions to the palaeontology of Brazil**: comprising descriptions of Cretaceous invertebrate fossils, mainly from the provinces of Lergipe, Pernambuco, Para and Bahia, 1887.

WIGGERS, F., 2003. Moluscos gastrópodes da plataforma continental externa e talude continental da laguna dos patos – Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós – Graduação em Biologia Animal, Universidade do Rio Grande do Sul.

ZUSCHIN, M., STACHOWITSCH, M., STANTON, Jr. R. J. 2003. Patterns and processes of shell fragmentation in modern and ancient marine environments. **Earth-Science Reviews**, 63:33-82.