



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas



Emanoel Marcos Medeiros de Azevedo

**ANÁLISE DOS FORAMINÍFEROS RECENTES DA PLATAFORMA
CONTINENTAL DE PERNAMBUCO, NE-BRASIL**

Areia, PB
Fevereiro, 2017

Emanoel Marcos Medeiros de Azevedo

**ANÁLISE DOS FORAMINÍFEROS RECENTES DA PLATAFORMA
CONTINENTAL DE PERNAMBUCO, NE-BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba como
requisito parcial para obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. David Holanda de Oliveira

**Areia, PB
Fevereiro, 2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

A994a Azevedo, Emanuel Marcos Medeiros de.
Análise dos foraminíferos recentes da plataforma continental de Pernambuco, NE-
Brasil / Emanuel Marcos Medeiros de Azevedo - Areia: UFPB/CCA, 2017.
40f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de
Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: David Holanda de Oliveira.

1. Foraminíferos – Pernambuco 2. Plataforma continental 3. Sedimentos biogênicos I.
Oliveira, David Holanda de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 551.351.3(813.4)

Emanoel Marcos Medeiros de Azevedo

**ANÁLISE DOS FORAMINÍFEROS RECENTES DA PLATAFORMA CONTINENTAL
DE PERNAMBUCO, NE-BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba como
requisito parcial para obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: ____de ____2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. David Holanda de Oliveira (UFPB/DCB)
(Orientador)



Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito (UFPB/DCB)
(Examinador)



Prof. Dr. Luiz Ricardo da Silva Lobo do Nascimento (UFPE/ PALEOLAB)
(Examinador)

**Areia, PB
Fevereiro, 2017**

In Memoriam do meu primo Lucas Daniel, Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos deuses por terem-me dado discernimento para cursar Ciências Biológicas e trabalhar com Paleontologia e Evolução (com o Professor David Holanda).

Aos meus pais (Francisco Fransual e Maria Do Carmo) que contribuíram da forma que poderão nestes anos, vindo me visitar no campus; costurando umas roupas que de tanto subir e descer as ladeiras do CCA acaba por sofrer ações intempéricas e antropogênicas; mandando algum dinheiro para custear minhas xerox e pastéis; a minha Tia (Raimunda Lobo) que mesmo com seus 78 anos, sempre acordou as 03:00 da manhã para fazer um lanche antes das minhas vindas para a Paraíba durante todos estes anos. Aos meus tios e primos que acompanharam minha jornada em Areia.

Ao meu orientador David Holanda pelos puxões de orelhas mais que merecidos, mas além de tudo, todo aprendizado acadêmico e principalmente de formação humana, moral e valores sociais. Agradeço também, pelos bons diálogos sobre filmes que retratam problemáticas sociais urgentes, mas sem esquecer uns bons devaneios em ficção científica (Star Wars).

A todos os meus colegas de turma 2012.1, ao qual tenho bastante apreço pelas situações mais mirabolantes que passamos de bons e maus momentos, mas que ficaram impressas na memória pelos nossos 4 anos vividos como uma família acadêmica.

Aos colegas de laboratório, principalmente Viviane Fabrício, pelo companheirismo e nosso pioneirismo com os estudos de microfósseis no CCA-UFPB, pelas risadas do mais diversos temas e a contribuição nos dados para esta monografia.

Aos meus grandes amigos do CCA-UFPB e de Areia, Rodrigo Cirino (Best Friendly Forever), Fernando Mendonça, Kilmer Soares, Jhonatan Feitosa, Alisson César, Sabrina Patilissa, Raul Antones, Marcos Venancio, Micaely Vlazac, Vinícios Barbosa, Alberto Júnior, Mario Veras, Marccone Meireles, Rafaela Paiva, Claudio Montenegro, Ayrton Meneses, Delza Ribeiro, Eduardo Gomes e os demais que puderam participar da minha vida nestes anos.

Aos professores que contribuíram para a edificação do meu aprendizado em Ciências Biológicas: Anita Leocádia, Ana Cristina, Andreia Guimarães, Carlos Henrique de Brito, Péricles Farias, Manoel Bandeira, Laís Angélica Borges, Robson Peixoto, Helder Farias, Mailson Monteiro, Wilson Xavier, Ricardo Lobo, e a todos que contribuíram na minha vida profissional e pessoal durante estes anos.

[...]

Alice: Chapeleiro, você me acha louca?

Chapeleiro: Louca, louquinha!

Mas vou te contar um segredo:

As melhores pessoas são.

CARROLL, Lewis, 2002.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Representação da Plataforma continental e sua extensão.....	12
Figura 02 Tipos de parede das carapaças de foraminíferos.....	14
Figura 03 Elementos principais da carapaça de foraminíferos.....	14
Figura 04 Morfogrupos de foraminíferos.....	15
Figura 05 Amostrador do tipo draga Van-veen.....	17
Figura 06 Mapa de localização da área de estudo.....	18
Figura 07 Material utilizado no processo de lavagem e triagem das amostras.....	19
Figura 08 Percentual de espécimes de foraminíferos quanto ao tipo de carapaça encontradas nas amostras estudadas.....	22
Figura 09 Número de gêneros de foraminíferos por amostra.....	23
Figura 10. – Processo tafonômico coloração: A) Percentual de carapaças não Alteradas (Em Vermelho) X Alteradas (Em Azul). B) Percentual de tipos de carapaças alteradas: Marrom (Em Vermelho), Mosqueadas (Em Amarelo) e Amarelas (Em Azul).....	31
Figura 11. Processo tafonômico preservação: A) Percentual entre carapaças preservadas (Em Vermelho) X carapaças não preservadas (Em Azul). B) Percentual de tipos de carapaças Percentual de Incrustação (Em Vermelho), fragmentação (Em Azul) e Dissolução (Em Amarelo) nas carapaças de foraminíferos.....	31
Figura 12 Esquema hipotético sobre as variações relativas do nível do mar e o soerguimento e posteriormente submersão das carapaças de foraminíferos. A) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônico, antes da exposição subaérea. B) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônico durante regressão marinha, causando diminuição do nível do mar, exposição subaérea, oxidação das carapaças e consequente mudança de coloração. C) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônico durante transgressão marinha, causando aumento do nível do mar, soterramento e fragmentação das carapaças.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Padrão de análise tafonômica correlacionada a coloração das carapaças de foraminíferos.....	20
Tabela 02. Processos de alteração na morfologia das carapaças de foraminíferos.....	20

RESUMO

A plataforma continental de Pernambuco apresenta reduzida largura, pouca profundidade, declive suave, águas relativamente quentes, salinidade elevada e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e biogênicos. Dentre os sedimentos biogênicos, os foraminíferos têm importância para os estudos paleoceanográficos e paleoecológicos, pois são predominantemente marinhos e sensíveis as mudanças ambientais (físicas e químicas) e bióticos que controlam sua distribuição biogeográfica e batimétrica. Objetivou-se neste trabalho conhecer, identificar e descrever os foraminíferos, seus diferentes morfogrupos, e os processos tafonômicos do ambiente deposicional ao quais foram incorporados e retrabalhados pelos processos de dinâmica sedimentar da plataforma continental de Pernambuco. As amostras utilizadas foram coletadas na plataforma continental de Pernambuco, através de um amostrador do tipo “*van-veen*” em profundidades variando entre 13m a 32m. Foram analisadas 18 amostras, as quais foram lavadas de acordo com o protocolo padrão para estudo de foraminíferos. Após a lavagem, foram analisadas 10g de sedimentos quarteadas e triagem mínima de 300 indivíduos por amostra. Foi identificado 22 Gêneros de foraminíferos, destes 21 bentônicos e 1 planctônico. Os gêneros mais frequentes foram *Archaias* spp. (36,5%); *Quinqueloculina* spp. (21,1%) e *Amphistegina* spp. (16,2%), dentre outros. Em relação ao grau de preservação (72,3%) e coloração (92,9%), estas apresentaram alterações em suas carapaças (fragmentadas, dissolvidas, incrustadas, marrons, amarelas e mosqueadas). Estes dados tafonômicos (preservação e coloração) evidenciam uma fauna antiga (relictos) e bastante representativa. A microfauna de foraminíferos apresentada neste trabalho é típica de ambientes de águas tropicais rasas, mornas e de boa luminosidade, além de serem predominantemente de plataforma interna a média.

Palavras chaves: Sedimentos biogênicos; Micropaleontologia; Foraminíferos.

ABSTRACT

The continental shelf of Pernambuco presents reduced width, shallow depth, gentle slope, relatively warm waters, high salinity and sedimentary cover composed by terrigenous and biogenics. Among the biogenic sediments, the foraminiferal has importance for studies paleoceanographic and paleoecological, because they are predominantly marine and sensitive environmental changes (physical and chemical) and biotic that control about distribution biogeographical and bathymetric. The objective of this work was to know, identify and describe the foraminifera, their different morphogroups, and the taphonomic processes of the depositional environment to which they were incorporated and reworked by the processes of sedimentary dynamics of the continental shelf of Pernambuco. The samples used were collected on the continental shelf of Pernambuco, through a van-veen sampler at depths ranging from 13m to 32m. We analyzed 18 samples, which were washed to the according standard protocol for study of foraminiferal. After washing, 10g quarteted sediments were analyzed and a minimum of 300 individuals per sample. It was identified 22 genera of foraminiferal, of these 21 benthic and 1 planktonic. The most frequent genera were *Archaias* spp. (36.5%); *Quinqueloculina* spp. (21.1%) and *Amphistegina* spp. (16.2%), among others. In relation to the degree of preservation (72.3%) and staining (92.9%), these presented changes in their shells (fragmented, dissolved, encrusted, brown, yellow and mottled). These taphonomic data (preservation and coloration) show an ancient fauna (relict) and quite representative. The foraminiferal microfauna presented in this work is typical of shallow tropical waters, warm and of good luminosity, Besides being predominantly of internal to medium platform.

Key Words: Biogenic Sediments; Micropaleontology; Foraminiferal.

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

1. Introdução	12
2. Objetivos	17
2.1. Objetivo Geral.....	17
2.2. Objetivos Específicos.....	17
3. Materiais e Métodos	17
3.1. Área de estudo.....	17
3.2. Laboratório.....	19
4. Resultados e Discussão	22
4.1. Microfauna de Foraminíferos	22
4.2. Caracterização dos morfogrupos.....	26
4.3. Processos tafonômicos e inferências paleoambientais.....	31
5. Considerações Finais	35
6. Referências Bibliográficas	36

Apêndices

Apêndice 01

Apêndice 02

Apêndice 03

Apêndice 04

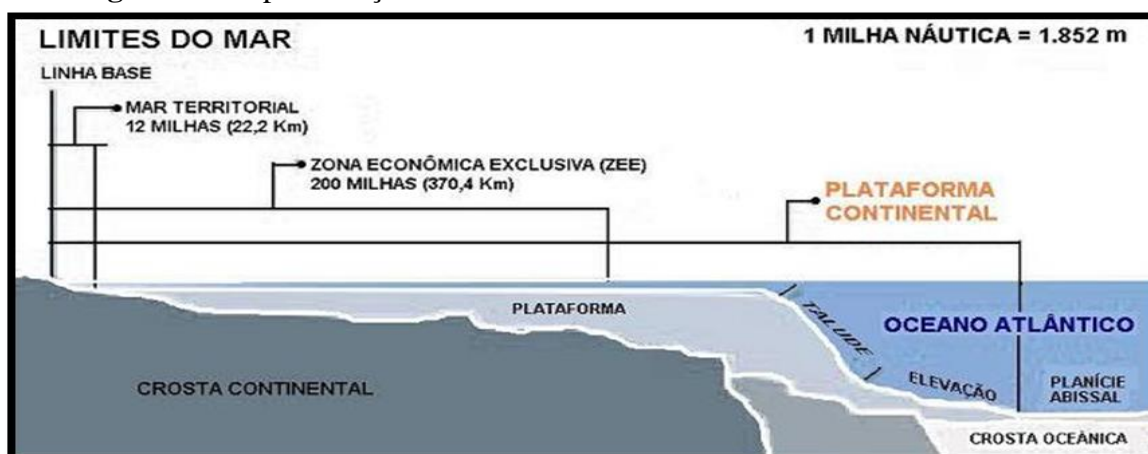
Apêndice 05

INTRODUÇÃO

A plataforma continental é uma porção relativamente pequena da superfície oceânica, com elevada importância para a manutenção do equilíbrio ecológico, constituindo uma das áreas mais dinâmicas do planeta e de grande valor científico, econômico e ambiental, que vem sofrendo forte pressão antrópica (LEMOS JÚNIOR, 2011).

A plataforma continental do Brasil compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância (Figura 01) (BRASIL. Lei 8.617, 1998, art. 11).

Figura 01. Representação da Plataforma continental e sua extensão.



Fonte: Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (1988).

A plataforma continental do Estado de Pernambuco apresenta, na sua quase totalidade, reduzida largura (média de 35km), pouca profundidade, declive suave, quebra de plataforma entre -50m e -60m, águas relativamente quentes, salinidade elevada e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos (MANSO; CORREIA; GUERRA, 2003).

Para DIAS (2004), as partículas que constituem os sedimentos oceânicos têm origens muito variadas, podendo ser classificadas em: 1 - Partículas Vulcanogênicas, que são provenientes das erupções vulcânicas; 2 - Partículas Terrígenas provenientes da fragmentação e erosão das rochas, ao qual sua variabilidade mineralógica no oceano depende da rocha que foi degradada (granitos, gabros, basaltos, gnaisses, xistos, quartzitos, arenitos, calcários,

conglomerados); 3- Partículas Biogênicas que são constituídas em meio marinho pelos restos de organismos que morreram.

Segundo MURRAY (2006), os sedimentos biogênicos são formados principalmente por carapaças de moluscos, equinodermos, briozoários, foraminíferos, algas vermelhas, algas verdes, corais... dentre outros, que ao morrerem tem seus restos esqueléticos depositados no assoalho marinho, colaborando para a formação do assoalho oceânico.

NASCIMENTO (2016), ao estudar a composição de sedimentos biogênicos da plataforma continental de Pernambuco (Região Sul de Sirinhaém), constatou que 39% do sedimento biogênico encontrado, correspondem a carapaças de foraminíferos, o que a levou a considerá-los, como um dos principais grupos que compõe os sedimentos marinhos naquela região. Os foraminíferos são organismos atualmente classificados no Reino Chromista, Filo Retaria, Subfilo Foraminifera (RUGGIERO et al., 2015).

SANJINÉS (2004), aponta que os foraminíferos são essencialmente marinhos e são classificados de acordo com seu hábito em bentônicos ou planctônicos. Os organismos bentônicos surgiram no Cambriano á cerca de 545 milhões de anos e são aqueles que vivem juntos ao substrato, na interface água-sedimento, ou ligeiramente enterrados nas camadas mais superficiais do substrato, habitando os mais variados ambientes, podendo ser livres ou sésseis. Já os foraminíferos planctônicos surgiram no Jurássico á 205,1 milhões de anos e vivem flutuando passivamente na massa d'água, executando subidas e descidas diurnas na zona fótica dos oceanos, dispersos, principalmente, pela ação de correntes marinhas.

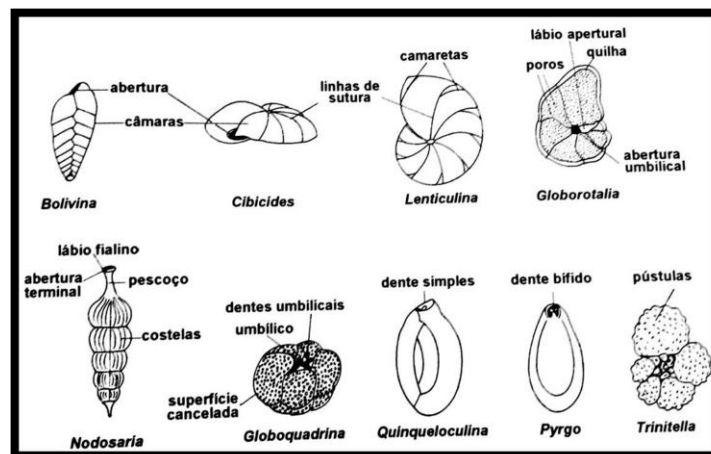
Estes organismos eucariotas são formados por um citoplasma contendo organelas celulares, em que são envoltos por uma carapaça que possui formas variadas, tendo assim organismos com carapaças do tipo aglutinantes; calcárias; dentre outras (ARMSTRONG e BRASIER, 2005).

Para SILVA (2011), as tecas aglutinantes são constituídas por um conjunto de partículas de material exógeno, como areia, fragmentos calcários e espículas, cimentadas sobre uma camada orgânica produzida pelo próprio organismo. As carapaças calcárias são as mais comuns, formadas de minerais de carbonato de cálcio (principalmente calcita). Conforme a disposição dos cristais de calcita, as carapaças podem ser hialinas ou porcelanosas. Frequentemente nas carapaças lamelares a disposição orientada dos grãos de calcita (ocorre de maneira perpendicular à carapaça) produzindo assim uma aparência hialina ou translúcida que, no entanto, pode ser mascarada pela presença de poros e ornamentos.

Nas carapaças porcelanosas, os cristais de calcita possuem uma disposição aleatória, produzindo uma aparência de porcelana ou leitosa (VILELA, 2011).

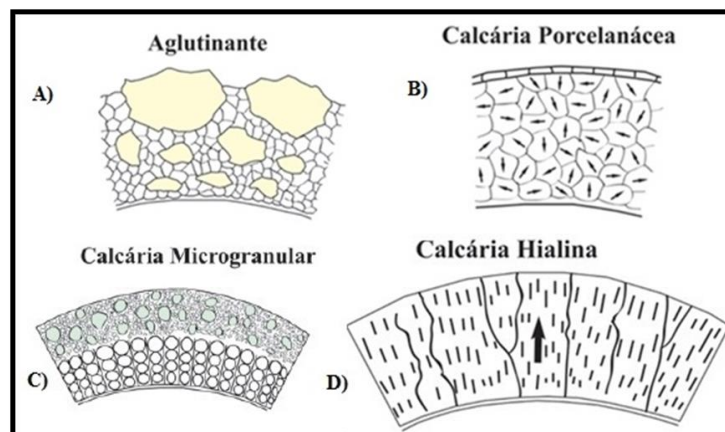
As carapaças dos foraminíferos podem ser formadas por uma câmara ou por um conjunto de câmaras que se tornam comunicantes através de um forâmen, é a partir deste forâmen que os foraminíferos irão prolongar parte de seu citoplasma para fora da carapaça e serão capazes de capturar partículas que estão em suspensão ao seu redor para alimentar-se, bem como para incorporar partículas à carapaça que cresce durante o tempo de vida destes organismos. A composição química da carapaça juntamente com sua morfologia é utilizada para classificar taxonômicamente estes organismos (Figura 02 e 03) (TINOCO 1989; BATISTA; VILELA; KOUTSOUKOS, 2007).

Figura 02. Tipos de parede das carapaças de foraminíferos.



Fonte: Modificado de SILVA, 2011 *apud* Vilela, 2004.

Figura 03. Elementos principais da carapaça de foraminíferos.

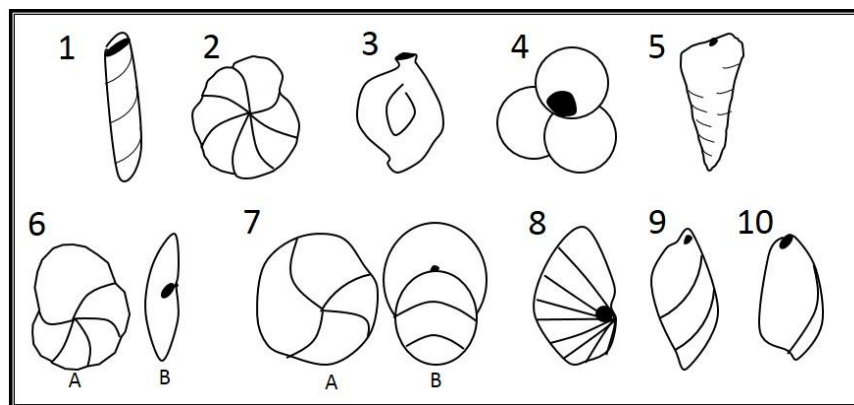


Fonte: Modificado Vilela , 2011.

O estudo de associações (morfogrupos) de foraminíferos tem sido um dos principais delineadores para definição e estudo de biofácies. Pois estes demonstraram que, independentemente do nível taxonômico, a forma externa que as carapaças se exibem, refletem o ambiente de deposição. A grande variedade morfológica de carapaças de foraminíferos é atribuída principalmente a sua capacidade de adaptação às mudanças ambientais. O agrupamento dos táxons em morfogrupos mostra-se uma ferramenta eficaz quando aplicada em reconstruções paleoambientais (FERNANDES 2006; QUADROS et. al., 2015).

PÉREZ (2006), apresenta dez formas de agrupamento morfológico (morfogrupo) para foraminíferos. Ele os agrupa com base no estudo da forma externa (Morfologia) das carapaças de foraminíferos identificados (Figura 04). Nos grupos são estudadas principalmente as características visuais de geometria e simetria das carapaças dos espécimes. A nomenclatura utilizada para estes agrupamentos se refere diretamente a aparência externa.

Figura 04. Morfogrupos de foraminíferos: 1-Cilíndrico. 2-Planispiral-Circular. 3-Miliolino. 4- Esférico. 5- Aplanado-Elongado. 6- Plano-Convexo. 7-Biconvexo. 8-Biumbilicado. 9-Ovoidal. 10-Conico.



Fonte: Autor

Desta forma o uso de foraminíferos tem mostrado excelentes resultados em estudos de ambientes costeiros e de monitoramento ambiental de impactos naturais e antropogênicos. Essa utilização é baseada na abundância, diversidade e facilidade de coleta desses organismos no ambiente marinho, tornando possível a análise quantitativa dos dados; além de excelentes indicadores ecológicos e ambientais, os foraminíferos têm grande importância geológica, pois com a sua morte, as carapaças são incorporadas ao sedimento e passam a se comportar como grãos sedimentares (LEMOS. JÚNIOR, 2011).

Segundo DIAS (2004), a análise destes grãos nos permitirá conhecer a história da Terra, bem como das mudanças climáticas e ambientais que ocorreram nos oceanos durante os últimos milhares ou milhões de anos (sob a ótica da paleoceanografia e paleoclimatologia). Desta forma os estudos dos processos tafonômicos (ação dos fatores físico, químicos e biológicos que ocasionam alterações post-mortem nos restos orgânicos afetando assim a preservação do registro fóssilífero), nos permitirá conhecer a história do ambiente deposicional ao qual estes organismos foram incorporados (DIAS, 2004; PARSONS E BRETT, 1991 apud BATISTA, VILELA E KOUTSOUKOS, 2007).

Os foraminíferos em relação aos demais grãos sedimentares distinguem-se em: morfologia, tamanho, composição da carapaça e estrutura. Desta forma, fornecem assinaturas tafonômicas que são indicadoras de processos preservacionais que ocorreram em virtude dos processos geológicos atuantes na crosta terrestre. A grande variabilidade morfológica de carapaças possibilita inferir hipóteses sobre a paleoecologia evolutiva destes organismos, pois o modo como às carapaças se apresentam é um reflexo direto da paleoquímica da água do mar, padrões de circulação, sedimentação e ação bioerosiva (WETMORE, 1987).

Segundo VILELA (2011), há uma abundância destes organismos em sedimentos de áreas marinhas, e o que é preservado deles são suas carapaças e esqueletos formados através dos sedimentos marinhos. A expressiva distribuição geográfica e a célere evolução dos microfósseis através das eras geológicas nos permite fazer estudos de correlação de camadas sedimentológicas e datação relativa, levando a inferir também características dos paleoambientes. A distribuição das associações de foraminíferos é condicionada por fatores como: temperatura, nutrientes, salinidade, ph, luz, oxigênio, teor de CaCO₃ e profundidade. As espécies mais tolerantes ou menos tolerantes a variações ambientais podem ser indicadoras do ambiente em que foram encontradas e servem como referencial para se determinar paleoambientes. Os índices mais utilizados em estudos desta natureza são: Abundância, Frequência e Diversidade.

Uma vez que os foraminíferos têm sua distribuição influenciada por agentes físicos, químicos e biológicos do ambiente, objetivou-se neste trabalho conhecer, identificar e descrever os foraminíferos, conhecer os diferentes morfogrupos e os processos tafonômicos característicos do ambiente deposicional aos quais as carapaças foram incorporadas e retrabalhadas pelos processos de dinâmica sedimentar da plataforma continental de Pernambuco.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a distribuição dos foraminíferos na plataforma continental de Pernambuco.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os gêneros de foraminíferos presentes nas amostras;
- Conhecer os diferentes morfogrupos;
- Analisar os processos tafonômicos nas carapaças dos foraminíferos;
- Inferir o (os) possível (is) paleoambiente(s).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo:

A praia de Sirinhaém está localizada a 60 km ao sul de Recife (Figura 05), sobre extensos depósitos costeiros do Quaternário, como produto da carga de sedimentos transportados e depositados na zona costeira pelos rios Formoso e Trapiche, localizados ao sul e ao norte da Praia de Sirinhaém, respectivamente (MANSO et al., 2001).

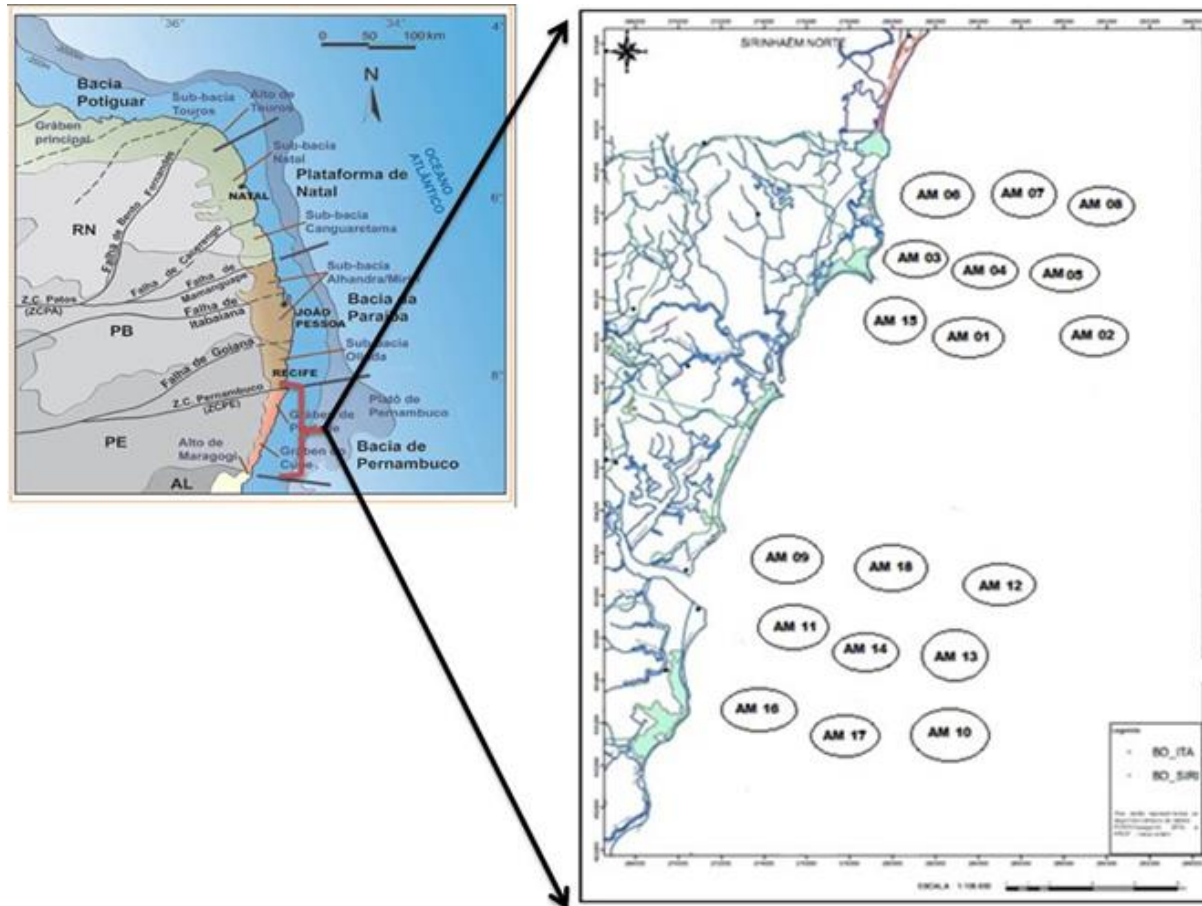
O material analisado foi coletado e cedido pelo Serviço Geológico do Brasil para realização deste trabalho. As amostras foram coletadas por um amostrador do tipo *Van-veen* (Figura 06), adaptado para coleta de sedimentos superficiais. A análise do material foi realizada no Laboratório de Zoologia de Vertebrados e Paleontologia do Centro de Ciências Agrárias-UFPB, Areia. Para este estudo, foram analisadas 18 amostras coletadas entre as profundidades de 13m a 32m (Apêndice 04).

Figura 06. Amostrador do tipo draga *Van-veen*.



Fonte: <http://indalo.com.es/es/dragas-tomamuestras-de-fondo/83-draga-van-veen-.html>

Figura 05: Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Mapa 01- BARBOSA et al. (2003) (Modificado de Mabeoone & Alheiros, 1988). Mapa 02- OLIVEIRA, 2012.

3.2 Laboratório:

De cada amostra foi realizada a análise de 10 gramas de sedimento. O material foi lavado em peneira com abertura de 63 mm. Após secagem para facilitar a análise, o material foi quarteado para triagem dos organismos. Sob lupa binocular, foram triados no mínimo 300 organismos de cada amostra quarteada (Figura 07). Após a finalização do processo de coleta dos organismos, iniciou-se a etapa para identificação taxonômica dos gêneros de foraminíferos, utilizando referências bibliográficas especializadas para identificação: LOEBLICH & TAPPAN (1988), SEN GUPTA (1999), OLIVEIRA (2012). Em relação a identificação de morfogrupos, foram utilizadas as seguintes referências: JONES e CHARNOCK (1985); BERNHARD (1986); CORLISS e CHEN (1988) modificado por PÉREZ (2006). Foi realizado fotomicrografias através do microscópio eletrônico de varredura, para a confecção de estampa de foraminíferos (Apêndice 03).

Figura 07. Material utilizado no processo de lavagem e triagem das amostras.







Fonte: Autor

Durante a identificação das carapaças foram analisados os seguintes parâmetros tafonômicos: coloração e preservação.

Em relação á coloração (Tabela 01), naturalmente os foraminíferos possuem carapaças de coloração branca ou incolor, todavia eles podem apresentar mudanças (amarelo, marrom, ou mosqueado) devido a possíveis alterações físico-químicas do ambiente ao longo do tempo geológico. Tais alterações são registradas nas carapaças dos foraminíferos e servem de informações paleoambientais (LEÃO E MACHADO, 1989; MORAES, 2001; CEZÁR, 2015).


Tabela 01. Padrão de análise tafonômica correlacionada a coloração das carapaças de foraminíferos.

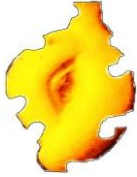


Brancas/Incolor	São brancas, quando não sofrem alterações deposicionais;	
Amarelas	Esta coloração é atribuída às carapaças quando o elemento Ferro sob a forma de monossulfeto de ferro está disponível e por processo de oxidação transformasse em pirita;	
Marrons	Esta coloração é atribuída às carapaças quando o elemento Ferro sob a forma de limonita está disponível no ambiente oxidante conferindo tons amarronzados ou acastanhados;	
Mosqueada	Esta coloração é atribuída às carapaças quando há o processo de mudança na coloração de um estágio para outro sem que haja a sua finalização, apresentando assim uma miscelânea de cores.	

Fonte: Autor

Para o estado de preservação, foi utilizada a metodologia de COTTEY & HALLOCK (1988), e modificado de MORAES (2001): O padrão de desgaste fornecerá informações importantes como transporte do material e ambiente de deposição (CEZÁR, 2015). Foram escolhidos quatro padrões de desgaste para mensurar o estado de preservação das carapaças (Tabela 02):

Tabela 02. Processos de alteração na morfologia das carapaças de foraminíferos.

Normal	Para os indivíduos cuja superfície e/ou ornamentações mostrarem-se intactas;	
--------	--	---

Fragmentação	Para caso de depressões de impacto, micro perfurações, abrasão e quebra de câmaras periféricas;	
Dissolução	Ocorre disposta sobre a parede externa das carapaças, revelando grandes porções das estruturas internas das câmaras;	
Incrustação	Quando é diagnosticado tubos de habitações de organismos incrustantes na carapaça ou precipitação de partículas sedimentares.	

Fonte: Autor

Para análise dos dados foi utilizado os seguintes índices ecológicos abaixo:

- **Densidade Populacional ou abundância absoluta (n):** corresponde ao número total de indivíduos na amostra por unidade de volume ou peso, neste caso será considerado o valor n em 10g de sedimentos (TINOCO, 1989).
- **Frequência relativa (FR):** é a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie (n) em relação ao número total de indivíduos da amostra (T) expresso em porcentagem (Eq.01) (TINOCO, 1989).

Equação 01:

$$FR = \frac{n \times 100}{T}$$

Para a interpretação dos resultados foi adotada a escala (Modificado de Dajoz, 1983):

- Gêneros principais: valores de FR acima de 5%;
- Gêneros acessórios: valores de FR entre 1% e 4,9%;
- Gêneros traços: valores de FR inferiores a 1%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

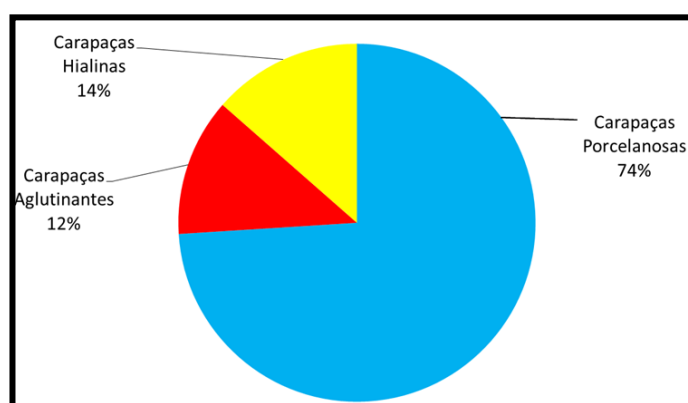
4.1. Microfauna¹ de Foraminíferos

No total de 18 amostras analisadas, foi inferida a densidade de 43.976 espécimes de foraminíferos e a identificação de 22 Gêneros, dentre estes 21 foram bentônicos e 1 planctônico. As amostras que apresentaram maior densidade de espécimes foram: AM01 com 5328 espécimes; AM14 com 4120 espécimes; AM17 com 3576 espécimes e AM15 com 3504 espécimes (Apêndice 01).

Em relação aos tipos de carapaças, a maioria dos foraminíferos apresentou carapaças porcelanosas (74%), constituídos pela Ordem Miliollida, representada por nove gêneros: *Archaias* spp, *Borelis* spp, *Spiroloculina* spp, *Pyrgo* spp, *Massilina* spp, *Triloculina* spp, *Quinqueloculina* spp, *Articulina* spp, e *Sigmoillina* spp.

Os foraminíferos de carapaças hialinas (14%) foram representados pela Ordem Rotallida com sete gêneros: *Rosalina* spp, *Discorbes* spp, *Gypsina* spp, *Amphistegina* spp, *Nonion* spp, *Elphidium* spp e *Siphonina* spp, e das Ordens Globogerinida, e Buliminida que apresentaram apenas um gênero cada: *Globogerinoides* spp e *Reussela* spp, respectivamente os foraminíferos de carapaças aglutinantes (12%) encontrados pertencem à Ordem Testulariida, com gêneros: *Textularia* spp, *Bigerina* spp, e *Clavulina* spp, e a Ordem Lituolida somente com um gênero representante, *Ammoscalaria* spp, (Figura 08).

Figura 08. Percentual de espécimes de foraminíferos quanto ao tipo de carapaça encontradas nas amostras estudadas.



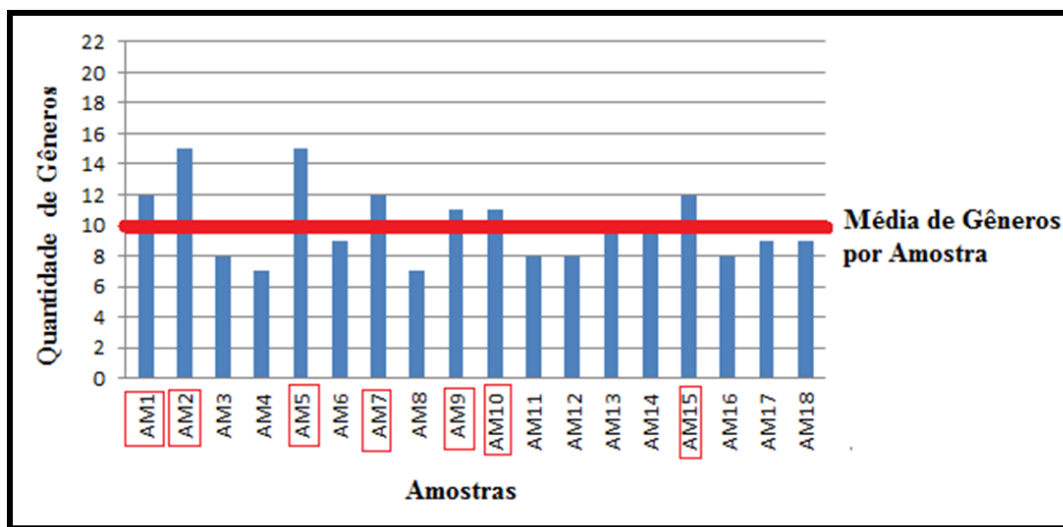
Fonte: Autor

¹ O termo fauna é normalmente usado para designar o conjunto de animais de uma região. Porém também é usado para designar um grupo de organismos que viveu em uma determinada época geológica. SANTOS,V.S. Fauna e flora. 2010.

Em relação ao número de gêneros por amostra, as amostras AM01, AM02, AM05, AM07, AM 09, AM 10 e AM15 apresentaram uma quantidade maior de gêneros que a média total (10 gêneros por amostras) (Figura 09).

Os gêneros principais foram: *Archaias* spp. com frequência relativa média nas amostras de 36,5%, variando entre 0,5% (AM 15) à 77,8% (AM 08); *Quinqueloculina* spp, com frequência relativa média de 21,1% nas amostras, variando entre 0,4% (AM 09) a 45% (AM 06) e *Amphistegina* spp, com frequência relativa média de 16,2%, variando entre 05% (AM 05) à 73% (AM 18) dentre outros. Os gêneros acessórios foram: *Spiroloculina* spp, com frequência relativa média de 3,7% variando entre 0,5% (AM 05) à 23,3% (AM 09); *Elphidium* spp, com frequência relativa média de 1,7% %, variando entre 0,2% (AM 17) à 3,8% (AM 15) e *Articulina* spp. com frequência média nas amostras 1% variando entre 0,1% (AM 14) à 2,4% (AM 13) dentre outros. Os gêneros traços foram: *Globigerinoides* spp. com frequência relativa média de 0,7% variando entre 0,2% (AM 07 e 10) à 2% (AM 15) dentre outros (Apêndice 02).

Figura 09. Número de gêneros de foraminíferos por amostra (Em destaque em caixa vermelha as amostras que foram acima de média).



Fonte: Autor

Os trabalhos de OLIVEIRA (2012) e ARARIPE (2014), foram pioneiros quanto ao estudo de inferência de densidade faunística de foraminíferos nas porções Norte e Central da plataforma continental de Pernambuco, os quais analisaram 62 amostras, coletadas entre as profundidades de 10m a 30m e obtendo 115.938 espécimes de foraminíferos na região norte e 116.929 na região central.

Em relação à densidade faunística de foraminíferos da região sul, analisada neste trabalho, foi identificado 43.976 espécimes de foraminíferos. Desta forma pode-se perceber que mesmo com profundidades semelhantes, há uma redução na quantidade de organismos na direção norte/sul da plataforma (levando em consideração a razão entre o número de espécimes por amostras estudadas), mas que quando comparadas em relação às associações faunísticas, estas se apresentam bastante semelhantes. Um dos fatores que pode justificar essa diminuição dos espécimes de foraminíferos em direção a região sul da plataforma continental de Pernambuco, esta correlacionada ao aporte sedimentar terrígeno que nessa região é fortemente influenciado pelos rios Formoso e Trapiche que promove o transporte de sedimentos terrígenos do continente em direção ao mar (NASCIMENTO, 2016), e que é potencializado segundo, ARAÚJO et al. (2004), pela declividade da plataforma que nesta área é mais acentuada que a região norte e central.

A grande quantidade de foraminíferos com carapaças porcelanosas justifica-se pelo fato de que na plataforma continental de Pernambuco o processo hidrodinâmico é mais intenso, devido à ação de ondas e correntes marítimas superficiais a qual acaba selecionando organismos de carapaças mais resistentes, como é o caso dos Milíolídeos, que possuem carapaças mais robustas, e que resistem por mais tempo no ambiente marinho aos processos de saltação e arrasto decorrentes dos efeitos de circulação de massas de água (ARARIPE, 2014).

Outro fato que colabora para essa interpretação é quando correlacionamos à quantidade de foraminíferos bentônicos e planctônicos nas amostras. A menor quantidade de foraminíferos planctônicos nos ambientes de plataforma justifica-se pelo fato de que estes organismos possuem sua ecologia adaptada a ambiente de águas mais calmas com processos hidrodinâmicos pouco intenso, geralmente característicos de ambiente de mar aberto (GUPTA, 1999). De acordo com isso, o baixo número de formas planctônicas, está provavelmente relacionado ao fato de que a área estudada apresenta maiores oscilações de salinidade e condições de energia hidrodinâmica moderada a alta, sendo assim fatores limitantes para a presença destes foraminíferos no ambiente e que a ocorrência, mesmo que baixa, de formas planctônicas justifica-se pela fraca influência de correntes marítimas de água de áreas mais profundas (ARARIPE, 2014).

Resultados semelhantes foram encontrados por ARAÚJO e ARAÚJO (2010), que ao estudar foraminíferos da plataforma Interna, Média e Externa da Bahia concluíram que as ordens miliolida e rotalida são mais frequentes na área de estudo, e que os miliolídeos por possuírem uma maior resistência nas carapaças, tem um predomínio na plataforma continental que é um ambiente de alta energia; além disso, segundo os autores a associação faunística é bastante semelhante com a da província indiana, aos quais estas espécies são típicas de plataformas tropicais. Em outro trabalho realizado por ARAÚJO et al. (2011), em áreas recifais do sul da Bahia, foi demonstrado que a fauna de foraminíferos porcelanosos além de indicar um ambiente de moderada a alta energia, pode ser utilizado para caracterizar o local em termos de substratos e luminosidade.

RIBEIRO NETO et al, (2012), ao analisarem a distribuição vertical de foraminíferos na região de Abrolhos, BA, demonstrou a grande quantidade de organismos pertencentes as ordens Miliolida e Rotalida e que estas possuem as carapaças mais resistentes, pois o ambiente ao qual elas foram submetidas é de alta energia e somente as carapaças mais resistentes permanecem no sedimento.

Trabalho realizado por BATISTA et al. (2007), ao estudar os foraminíferos bentônicos da região de Maracajaú, RN, confirmou que as espécies de foraminíferos bentônicos encontradas são típicas de ambiente recifal, e que a ordem Miliolida foi a mais representativa, seguida das ordens Rotaliida e Testulariida. Outro trabalho realizado por FARIAS (2015), na plataforma interna e área estuarina do rio Potengi Natal, RN, constatou que a plataforma interna é dominada pelas espécies aglutinantes e porcelanáceas, as quais são típicas de ambientes com alta salinidade e boa hidrodinâmica.

Os resultados de frequência relativa dos gêneros, assemelham-se aos encontrados por outros autores (BATISTA, 2007; ARAÚJO e ARAÚJO, 2010; ARAÚJO et al., 2011; BRUNO E ARAÚJO 2012; RIBEIRO NETO et al., 2012; FARIAS, 2015) para a plataforma continental do nordeste. A associação faunística encontrada (*Quinqueloculina* sp. *Amphistegina* sp. *Archaias* sp. *Pyrgo* sp. *Triloculina* sp. *Elphidium* sp. dentre outros) é típica de águas tropicais mais rasas, predominantemente de plataforma interna a média e grande parte desses organismos vivem relações ecológicas simbióticas, principalmente com algas, as quais necessitam de ambientes com pouca profundidade e boa luminosidade para sobreviverem (TINOCO, 1989; SEN GUPTA, 1999; BATISTA, VILELA e KOUTSOUKOS, 2007).

4.2 Caracterização dos morfogrupos:

Tradicionalmente, os dados de associações de foraminíferos têm sido utilizados para reconstruir ambientes marinhos. Estas associações estão constituídas por morfogrupos mistos (infaunais e epifaunais) indicando as condições mesotróficas do fundo oceânico (JORISSEN et al., 2007). De acordo com os espécimes encontrados, os principais morfogrupos que constituem a região sul da plataforma continental de Pernambuco são:

Morfogrupo Cilíndrico

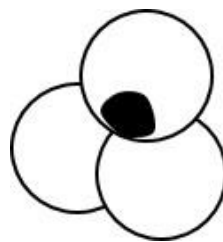


Inclui espécimes geralmente multiloculares, de câmaras globosas ou cilíndricas, com enrolamento predominantemente uniserial, apresentam seções transversais circulares e lados paralelos.

Bigerina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaça aglutinante de hábito bentônico/infaunal, ao qual vive de modo sésil e detritívoro.

Ammoscalaria spp. Höglund, 1947. Organismos com carapaça calcária porcelanasas, de hábito bentônico/semi-infaunal, ao qual vive de modo sésil e omnívoro.

Morfogrupo Esférico



Inclui tanto formas uniloculares como formas multiloculares, sobre as quais se podem observar visualmente três eixos aproximadamente iguais.

Globigerinoides spp. Cushman, 1927. Organismos com carapaça calcária hialina, planctônico/ epifaunal, ao qual vive de modo omnívoro. Ocorre no ambiente marinho, zonas de transição terrestre/marinho, zonas de bioherm e em recifes de corais na sua porção mais elevada ou profunda e em locais com presença de carbonato de cálcio.

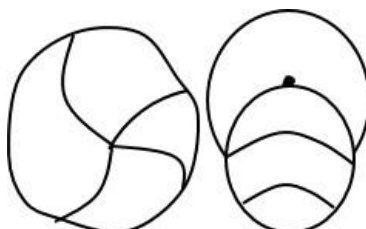
Morfogrupo Planispiral-Circular



Inclui espécimes com um aspecto similar a um disco, formas multiloculares, com enrolamento predominantemente planispiral, evolutivo ou involuto, seu contorno com a periferia é circular.

Elphidium spp. Montfort, 1808. Organismos com carapaça calcária hialina, de hábito bentônico/semi-infaunal, ao qual vive de modo sésil e omnívoro. Ocorre no ambiente marinho, recifes de corais, zonas de bioherm, zonas de transição terrestre/marinho, águas profundas; regiões de estuário e baías, regiões fluviais-deltaicas e em locais com presença de carbonato de cálcio.

Morfogrupo Biconvexo



Agrupam espécimes com um aspecto bicônico, se inclui formas multiloculares com enrolamento planispiral ou trocospiral, de bordas delgadas ou carinadas e contorno circular.

Amphistegina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaças calcárias hialinas, de hábito bentônico/epifaunal. Vive em simbiose com diferentes organismos fotossintetizantes, ao qual sua distribuição de profundidade é relacionada com a luz requerida pelos simbiossiontes específicos. Devido a estas comunidades específicas as assembleias de algas calcárias e foraminíferos maiores são comumente usados como indicadores proxy de profundidade de águas em sedimentos de carbonato tendo a *Amphistegina* como um dos seus representantes proeminentes.

Siphonina spp. Reuss, 1850. Organismos com carapaças aglutinantes de hábito

bentônico/semi-epifaunal, ao qual vive de modo sésil e omnívoro. Ocorre no ambiente marinho em zonas de transição/costeira, litoral profundo.

Gypsina spp. Carter, 1877. Organismos com carapaça calcária porcelanosa, de hábito bentônico/semi-epifaunal, ao qual vive de modo sésil omnívoro. Ocorre no ambiente marinho e em recifes de corais na sua porção mais elevada ou profunda, zonas bioherm e em locais com presença de carbonato de cálcio.

Morfogrupo Biumbilicado



Inclui espécimes com um aspecto discoidal–elipsoidal, formas multiloculares, com enrolamento planispiral, comumente involuto e periferia elipsoidal, as últimas câmaras tendem a serem maiores que as que lhe antecedem, e apresenta marcada uma depressão umbilical.

Nonion spp. Montfort, 1808. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/semi-epifaunal, ao qual vive de modo sésil e omnívoro. Ocorre estritamente no ambiente marinho, em recifes de corais, zonas de bioherm, zonas de transição terrestre/marinho e águas profundas; e em locais com grande quantidade de carbonato de cálcio.

Morfogrupo Aplanado-Elongado



Este é formado por espécimes com um aspecto similar a um cone aplanado ou triangular, inclui formas multiloculares, de câmaras comprimidas, o enrolamento pode variar de uniserial a biserial, geralmente tem uma seção transversal elipsoidal o romboidal e lados subparalelos.

Textularia spp. Defrance, 1824. Organismos com carapaças aglutinantes, não-simbionte e hábito bentônico/inafaunal, vivendo principalmente sob substratos duros, hábito sésil e detritívoro.

Clavulina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaça aglutinante de hábito bentônico/ infaunal ao qual vive de modo sésil e detritívoro. Ocorre estritamente no ambiente marinho e em locais com presença de carbonato de cálcio.

Reussela spp. Galloway, 1933. Organismos com carapaças calcária hialina.

Morfogruppo Miliolino



Inclui todos os organismos que são miliolídios, com enrolamento tipicamente. quinqueloculino, triloculino ou biloculino, como formas com enrolamento sigmoideal.

Archaias spp. Mantfort, 1808. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal, ao qual vive de modo sésil e detritívoro. Tipicamente de ambiente marinho raso, ocorrendo em recifes de corais, zonas de bioherm, regiões fluviais-deltaicas e em locais com presença de carbonato de cálcio

Pyrgo spp. Defrance, 1824. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal, tipicamente de ambiente marinho, ocorrendo em recifes de corais na sua porção mais elevada ou profunda, zonas de bioherm, zonas de transição terrestre/marinho, e águas profundas.

Articulina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e detritívoro. Tipicamente de ambiente marinho, ocorrendo principalmente em recifes de corais na sua porção mais elevada ou profunda, zonas de bioherm, zonas de transição terrestre/marinho, águas profundas e em regiões fluviais-deltaicas

Spiroloculina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e herbívoro. Tipicamente de ambiente marinho, zonas de transição terrestre/marinho, zonas de bioherm e em recifes de corais na sua porção mais elevada ou profunda.

Quiqueloculina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e herbívoro. Tipicamente de ambiente marinho e em recifes de corais, zonas de bioherm, regiões de estuário e baías, águas profundas

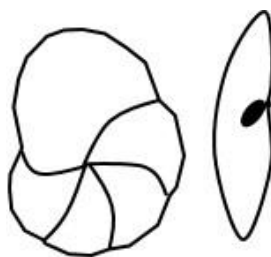
Triloculina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e detritívoro. Ocorrem estritamente no ambiente marinho, zonas de transição terrestre/marinho, ambientes deltaicos, bioherm e recifes de corais na sua porção mais elevada.

Sigmoilina spp. Schlumberger, 1887. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e detritívoro.. Ocorrem estritamente no ambiente marinho, recifes de corais, zonas de transição terrestre/marinho e águas profundas.

Borelis spp. Montfort, 1808. Organismos com carapaças calcária porcelanosas, de hábito bentônico/epifaunal ao qual vive de modo sésil e omnívoro. Ocorrem estritamente no ambiente marinho e em recifes de corais na sua porção mais elevada.

Massilina spp. Schlumberger, 1893. Organismos com carapaça cácaria porcelanosas.

Morfogruppo Plano-Convexo



Este é formado por espécimes com um aspecto de cone truncado, inclui formas com enrolamento predominantemente trocospiral, estas exibem um lado espiral plano e outro umbilical, marcadamente convexo, seu contorno é circular.

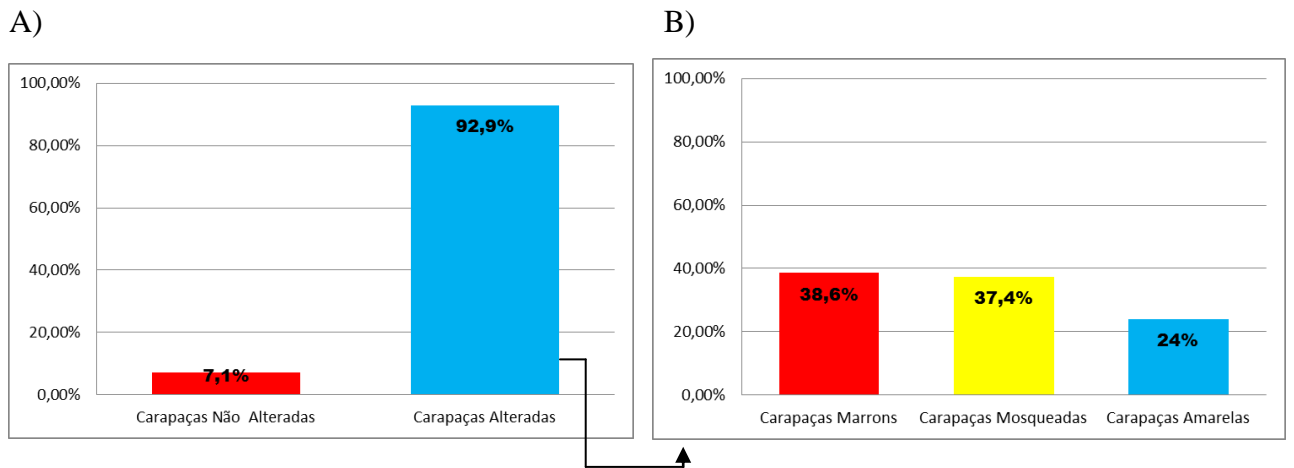
Rosalina spp. d'Orbigny, 1826. Organismos com carapaça cácaria porcelanosas, de hábito bentônico/semi-infaunal, ao qual vive de modo sésil e herbívoro. Ocorrem estritamente no ambiente marinho e em recifes de corais, regiões de estuário e baías e zonas de transição terrestre/marinho.

Discorbis spp. Lamarck, 1804. Organismos com carapaça cácaria hialina.

4.3 – Processos tafonômicos e inferências paleoambientais:

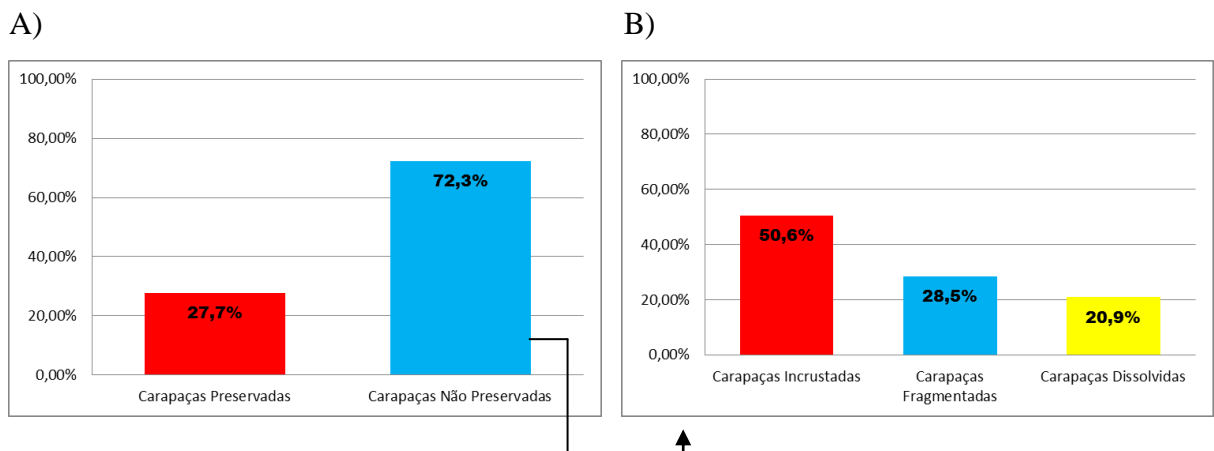
Foram avaliados os processos tafonômicos que ocorreram nas carapaças dos foraminíferos, dentre estes foram analisados o estado de coloração das carapaças (Figuras 10 A e B) e preservação das carapaças (Figura 11 A e B).

Figura 10. – Processo tafonômico coloração: **A)** Percentual de carapaças não Alteradas (Em Vermelho) X Alteradas (Em Azul). **B)** Percentual de tipos de carapaças alteradas: Marrom (Em Vermelho), Mosqueadas (Em Amarelo) e Amarelas (Em Azul).



Fonte: Autor

Figura 11. Processo tafonômico preservação: **A)** Percentual entre carapaças preservadas (Em Vermelho) X carapaças não preservadas (Em Azul). **B)** Percentual de tipos de carapaças Percentual de Incrustação (Em Vermelho), fragmentação (Em Azul) e Dissolução (Em Amarelo) nas carapaças de foraminíferos.



Fonte: Autor

Em relação à coloração, originalmente (quando não alteradas) as carapaças de foraminíferos são brancas ou transparentes e sua superfície e/ou ornamentações mostram-se na maioria das vezes intactas. Segundo DULEBA (1994), a alteração na coloração da carapaça está relacionada a forma com que o elemento ferro encontra-se disponível no ambiente, e que este elemento pode ser encontrado na natureza sobre três formas principais: Limonita, que quando em meio oxidante conferirá as carapaças uma coloração amarronzada ou acastanhada; Monossulfeto de ferro, que em ambientes redutores atribui as carapaças uma tonalidade preta ou acinzentada, e se estas permanecem em ambiente redutor por um tempo mais prolongado, o monossulfeto de ferro se transformará em pirita atribuindo uma coloração amarelada as carapaças (LEÃO e MACHADO, 1989).

A grande quantidade de carapaças com colorações alteradas (92,9%) e não preservadas (72,3%), demonstra que há uma alta representatividade de espécimes relictos (espécimes que morreram em épocas remotas e tiveram suas carapaças preservadas nos sedimentos), na plataforma continental de Pernambuco.

As mudanças da coloração das carapaças estão diretamente correlacionadas ao momento de exposição e tempo de duração em condições subaéreas desses organismos (Figura 12). Esta inferência é corroborada com os dados de preservação, o qual se destaca uma grande quantidade de organismos incrustantes presentes nas carapaças não preservadas. Esse resultado também indica que as amostras estudadas estiveram expostas. De acordo com isso, acredita-se que o material estudado corresponde ao registro biológico da variação relativa do nível do mar na plataforma continental de Pernambuco, durante o período Quaternário (ARARIPE, 2014).

Segundo VIEIRA e SOARES (1981; 2011), por volta de dezoito mil anos atrás o mar esteve em fase de regressão, situação esta que pode levar a uma descida do nível médio das águas e, conseqüentemente, ao recuo do mar relativamente à linha de costa, aumentando o território correspondente à faixa litoral. Neste caso, o mar chegou a diminuir seu nível até +/- 110m do nível atual, e que por volta de seis mil anos atrás se iniciou uma fase transgressiva (Transgressão Flandriana), ou seja, uma subida gradativa do nível médio das águas e, conseqüentemente, ultrapassou o território onde se encontrava anteriormente a faixa litoral exposta (Figura 13).

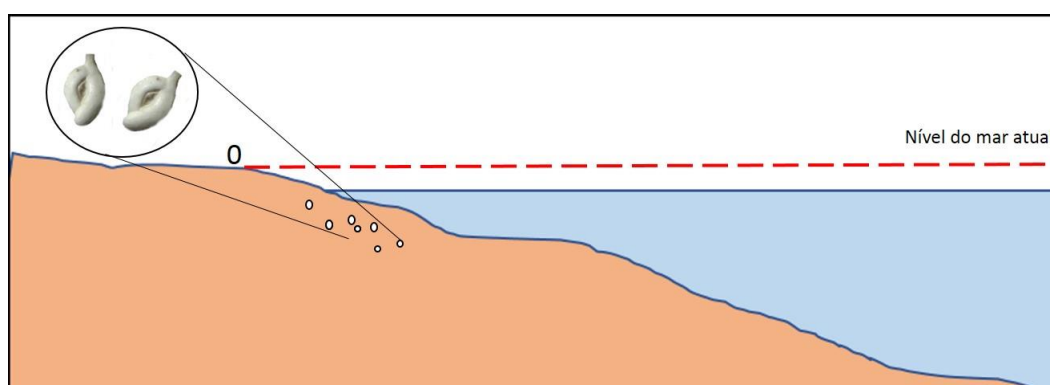
O registro da variação relativa do nível do mar é visto em toda a costa do Brasil e do mundo. Em Pernambuco, um estudo realizado por FERREIRA JÚNIOR (2010), sobre

mapeamento e datações de radiocarbono em arenitos de praia, mostrou que no Holoceno Médio (6.500 anos a 7.000 anos), o nível do mar estava 18m mais baixo que o nível do mar atual. Essa informação coincide com a profundidade de coleta das amostras analisadas nesse trabalho, onde estão representas por uma grande quantidade de material relicto. Desta forma, em algum momento no período Quaternário, a porção sul da plataforma continental de Pernambuco esteve descoberta, expondo as carapaças dos foraminíferos para uma zona oxidativa acarretando assim modificações na sua coloração e preservação.

Em relação ao grau de preservação, o percentual das carapaças preservadas foi menor (27,7%) que as carapaças não preservadas (72,3%). Das carapaças não preservadas estas apresentaram principalmente incrustação (50,6%) e fragmentação (28,5%). As carapaças com incrustação é um forte indicador de exposição aérea na interface água-sedimento. E a quebra de esqueletos (fragmentação) é usualmente um indicador de alta energia, resultado de ações de ondas ou correntes e também pode ser potencializada em casos de perfurações por predação (COTTEY E HALLOCK, 1988, apud BATISTA, VILELA E KOUTSOUKOS, 2007). Outro fator que contribui bastante para a não preservação são os processos de regressão e transgressão do nível do mar, que promovem o arraste nas carapaças levando-as a fragmentar-se ainda mais.

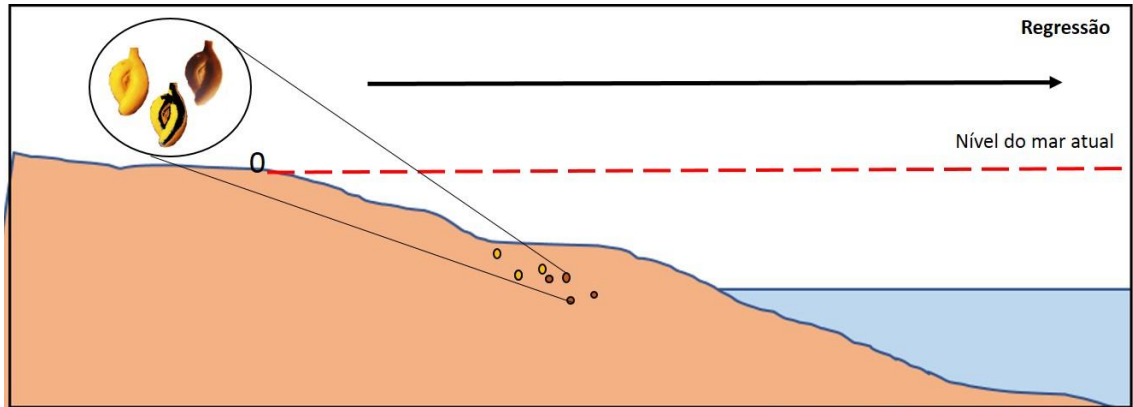
Figura 13. Esquema hipotético sobre as variações relativas do nível do mar, com transgressão e regressão marinha.

- a) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônico, antes da exposição subaérea.



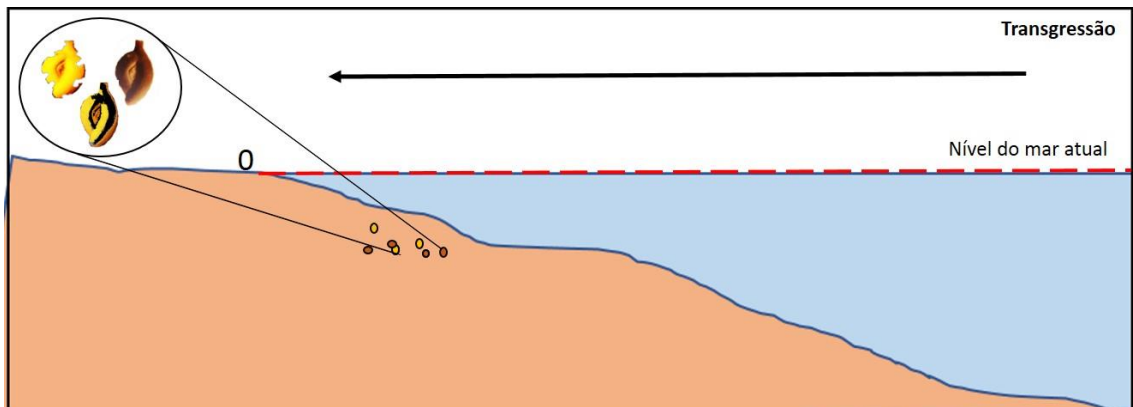
Fonte: Autor

- b) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônicos durante regressão marinha, causando diminuição do nível do mar, exposição subaérea, oxidação das carapaças e consequente mudança de coloração.



Fonte: Autor

- c) Representação hipotética da preservação dos foraminíferos bentônicos durante transgressão marinha, causando aumento do nível do mar, soterramento e fragmentação das carapaças.



Fonte: Autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, é possível observar que os foraminíferos possuem boa representatividade na maioria das amostras analisadas. E que há uma influência significativa do aporte sedimentar na densidade dos foraminíferos encontrados na região sul da plataforma continental de Pernambuco.

Os gêneros mais representativos (*Archaias* spp. *Quinqueloculina* spp. *Amphistegina* spp. dentre outros), são típicos de ambientes de águas tropicais rasas, mornas; de boa luminosidade e predominantemente de plataforma interna a média.

A plataforma continental de Pernambuco é constituída pela formação de 8 morfogrupos (*Cilíndrico; Planispiral-Circular; Miliolino; Esférico; Aplanado-Elongado; Plano-Convexo; Biconvexo e Biumbilicado*), de foraminíferos, os quais são constituídos na sua maioria por gêneros epifaunais e infaunais, presentes em regiões recifais ou zonas de *bioherm* mantendo relações ecológicas simbióticas, principalmente com algas.

Os foraminíferos de carapaças porcelanosas dominam a plataforma continental de Pernambuco caracterizando-a como um ambiente com intensa hidrodinâmica, devido a ação de ondas e correntes marítimas superficiais, que seleciona organismos de carapaças mais resistentes aos processos de saltação e arrasto, como é o caso dos Milíolídeos.

Sobre os processos tafonômicos das carapaças, foi observada uma grande quantidade de carapaças com colorações alteradas (amarelas, marrons e mosqueadas) e não preservadas (incrustadas, fragmentadas e dissolvidas), demonstrando assim uma representatividade de espécimes relictos na plataforma continental de Pernambuco.

O material relictos encontrado na plataforma continental de Pernambuco é resultado do processo de exposição das carapaças a condições subaéreas, correlacionadas a períodos de regressão (diminuição do nível do mar) e transgressão (aumento do nível do mar).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARARIPE, R.V.C. **Caracterização da Fauna de Foraminíferos Bentônicos da Plataforma Continental de Itamaracá, PE-Brasil**. 2014. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

ARAÚJO, H.A.B.; MACHADO, A.J.; ARAÚJO, T.M.F. **Relação entre alterações na hidrodinâmica e a microfauna de foraminíferos do estuário do rio Caravelas, Bahia**. In: XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. Armação dos Búzios, RJ. 2011.

ARAÚJO, T. C.; SEOANE, J. C. S.; COUTINHO, P. N. (2004). **Geomorfologia da plataforma continental de Pernambuco**. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. **Oceanografia um cenário tropical**. Recife: Ed. Bagaço, p. 39-57.

ARAÚJO, T.M.F. ARAÚJO, H.A.B. Assembleias de foraminíferos dos sedimentos superficiais da plataforma continental e talude superior do norte da Bahia. **Revista de Geologia**, vol 23, nº 1, 115-134, 2010.

ARMSTRONG, H.A; BRASIER; M.D. **MICROFOSSILS**. 2a Edição. Editora Blackwell Publishing 2005. p. 142-184.

BARBOSA et al., A estratigrafia da bacia paraíba: uma reconsideração. **Rev. Estudos Geológicos** v. 13: 89-108. Recife, PE. 2003.

BATISTA, D. S; VILELA, C. G; KOUTSOUKOS, E.A.M. Influência de Fatores Ambientais na Preservação da Microfauna de Foraminíferos Bentônicos no Ambiente Recifal dos Parrachos de Maracajaú, RN, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p.93-103, 10 set. 2007.

BRASIL. LEI N. 8.617, DE 4 DE JANEIRO DE 1993 . **Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm Acesso em: 20/11/2016.

BRUNO, R. L. M; ARAÚJO, H. A. B; MACHADO, A.J. Análise das assembleias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 4, n. 39, p.599-507, dez. 2009.

BRUNO, R.L.M. ARAÚJO, T.M.F. Distribuição dos Foraminíferos na Plataforma de Transição Carbonato-Siliciclástico, Região de Ilhéus, Bahia. **Rev. GRAVEL**, V. 10 – nº 1 23-33 p Porto Alegre, RS. 2012

CARROLL, L. **Aventuras de Alice no País das Maravilhas**. Rio de Janeiro. 2002. 125p.

Comissão Interministerial Para Os Recursos Do Mar. **Amazônia Azul**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/content/amazonia-azul-0>> Acesso em: 31 de outubro de 2016.

CÉSAR, A. B. **Interpretações paleoambientais com base em foraminíferos bentônicos do poço Iate 1 Labio-PE-3 localizado na Bacia da Paraíba - NE do Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

DAJOZ, R. 1983. **Ecologia geral**. 4 ed. Vozes, Petrópolis Rio de Janeiro, , 472 p.

DIAS, J.A. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos: Uma introdução oceanografia geológica**. Universidade do Algarve, 2004. p. 84.

FARIAS, C.L.C. **Foraminíferos como ferramenta de estudo na geologia ambiental do estuário do rio Potengi e da plataforma interna, RN, BRASIL**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal, RN. 2015.

FERNANDES, J. Evolución paleoambiental de la formación cubagua (península de araya) a partir de patrones de distribución de morfogrupos de foraminíferos béticos. **Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.**, Vol. 21, N°3, pp. 23–34, 2006.

FERREIRA JÚNIOR. A.V. **Mapeamento e estudo petrológico de arenitos de praia (beachrocks): evidências da variação no nível do mar no holoceno, na costa central de Pernambuco**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociências. Recife, PE. 2010.

Indalo – Técnicas Ecológicas, **Draga Van-Veen Grande**. Disponível em: <<http://www.indalo.com.es/es/dragas-tomamuestras-de-fondo/83-draga-van-veen-.html>> Acesso em: 26 de janeiro de 2017.

JORISSEN, F.J., FONTANIER, C. THOMAS, E. (2007). Biological tracers and biomarkers. In: Proxies in Late Cenozoic Paleooceanography: Pt. 2: (C. Hillaire-Marcel y A. de Vernal, Eds.) **Elsevier**, 263-326.

LEÃO, Z. M. A. N; MACHADO, A. J. Variação da cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 1, n. 19, p.87-91, mar. 1989.

DULEBA, W. (1994). Interpretações paleoambientais obtidas a partir das variações na coloração das carapaças de foraminíferos, da Enseada do Flamengo, SP. **Boletim Inst. Oceanogr.** 42 (1/2): Pg 63-72.

GUPTA, S. B. K., 1999. **Modern foraminífera**. Kluwer Academic Publishers, London, 371p.

LEMOS JÚNIOR, I.C. **Distribuição e aspectos tafonômicos de foraminíferos recentes na plataforma continental de Sergipe, BRASIL**. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MANSO, V. A. V; CORRÊIA, I. C. S; GUERRA, N. C. Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entras as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p.17-25, nov. 2003.

MANSO, V.A. et al. Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Serinhaém, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.45-49, set. 2001.

Loeblich, A. R. Jr. & Tappan, H. 1988. **Foraminiferal genera and their classification**.

MURRAY, J. W. **Ecology and Applications of Benthic Foraminifera**. 1ª edição Cambridge: Cambridge University Press. 2006. 426 p.

MORAIS, S.S. **Interpretações da hidrodinâmica e dos tipos de transporte a partir de análises sedimentológicas e do estudo dos foraminíferos recentes dos recifes costeiros da praia do forte e de Itacimirim, litoral norte do estado da Bahia**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

NASCIMENTO, V.F. **Análise dos Bioclastos Marinhos da Região Sul da Plataforma Continental de Pernambuco, Brasil**. 2016. 49 f. Monografia - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

OLIVEIRA, D. H. 2012. Tese de doutorado: **Sedimentação Biogênica da Plataforma Continental Interna e Média de Pernambuco com Base na Distribuição de Foraminíferos e Fauna Associada**. Universidade Federal de Pernambuco.

PÉREZ, A. (2006): Patrones de distribución de morfogrupos de foraminíferos bentónicos como discriminadores de biofacies en la Formación Cubagua, Península de Araya, (Venezuela Oriental).- **Revista Geología Colombiana**, 31, pp. 3-10, 4 Figs., Bogotá.

QUADROS, F.B.; FERREIRA, E.P.; VIVIERS, M. C.; COSTA, D.S.; VILELA, C.G. Caracterização paleoambiental de depósitos eocênicos da bacia de sergipe-alagoas, brasil, com base em morfogrupos de foraminíferos bentônicos e palinomorfos. **Revista brasileira de paleontologia**. 18(3):413-428, Setembro/Dezembro 2015.

RIBEIRO NETO, A.S. ARAÚJO, T.M.F. ARAÚJO, H.A.B. Distribuição vertical da microfauna de foraminíferos em um testemunho da região recifal de abrolhos, sul da Bahia. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 1, maio 2012.

RUGGIERO, M.A. GORDON, D.P. ORRELL, T.M. BAILLY, N. BOURGOIN, T. BRUSCA R.C. et al. (2015) **A Higher Level Classification of All Living Organisms**. PLoS ONE 10(4): e0119248. doi:10.1371/journal.pone.0119248.

SANJINÉS, A.E.S. **Análise bioestratigráfica de dois testemunhos a pistão do talude da bacia de Campos, RJ**. 2004. 90 f. Monografia - Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, V.S. **Fauna e flora**. 2010. Disponível em:
<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/fauna-flora.htm>> Acesso em: 03 de fevereiro de 2017.

SILVA, C.P. **Bioestratigrafia e Paleoecologia de Foraminíferos da Bacia de Barreirinhas, Cretáceo, Margem Equatorial Brasileira**. IGEO/UFRGS, 2011. 132f. Tese (Doutorado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2011.

SOARES, C. **Regressões e Transgressões Marinhas**. 2011. Disponível em:
<<http://geologia12.blogs.sapo.pt/10961.html>> Acesso em: 01 de fevereiro de 2017.

TINOCO, I. M. 1989. **Introdução ao Estudo dos componentes Bióticos dos Sedimentos Marinhos Recentes**. Editora Universitária da UFPE. 220p.

VIEIRA, P.C. Variações do nível, marinho: alterações eustáticas no quaternário. **Revista IG**, São Paulo, p. 39-58, jun. 1981.

Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1782p.

VILELA, C.G. Foraminíferos In: CARVALHO, I.S Paleontologia: **Microfósseis Paleoinvertebrados**. 3^a Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. Volume 2, p. 53-68.

WETMORE, K.L. Correlations between test strenght, morphology and habitat in some benthic foraminifera from the coast of Washington. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 17, n. 1, p. 1-13, 1987.

APÊNDICES

Apêndice 01

Apêndice 01. Densidade de foraminíferos por amostra.

AMOSTRAS																			
	AM01	AM02	AM03	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18	
Número do Quarteamento	1/8	1/2	1	1/4	1/4	1	1/2	1/8	1/8	1/4	1/4	1/8	1/8	1/8	1/8	1/4	1/8	1/8	
Número de Espécimes por Amosta																			
Gêneros de Foraminíferos																			
Archaias	1088	506	13	1236	1964	6	590	2672	688	880	196	1296	856	2568	168	72	2320	920	
Amphistegina	1144	116	9	192	156	61	300	280	400	132	132	240	0	368	768	164	0	240	
Textularia	872	200	1	20	200	17	80	64	672	208	352	0	504	248	560	224	504	736	
Pyrgo	40	58	6	20	80	10	48	40	24	44	28	136	104	72	56	0	48	48	
Articulina	56	10	0	0	8	0	2	0	72	4	4	56	64	8	48	4	48	32	
Discorbes	24	26	2	8	44	5	46	0	56	12	0	0	0	168	88	16	104	45	
Elphidium	72	32	0	0	12	9	38	0	48	0	0	0	64	16	136	12	8	0	
Gypsina	0	4	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Globigerinoides	24	0	1	0	0	0	4	0	0	4	0	0	16	0	8	0	0	0	
Spiroloculina	0	18	0	0	16	0	14	32	8	20	0	0	48	8	0	0	8	0	
Reussella	48	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quiqueloculina	1472	550	52	168	544	123	326	296	808	276	152	312	632	320	728	224	248	392	
Triloculina	424	20	12	8	32	41	14	48	664	252	216	264	360	296	840	236	24	752	
Massilina	0	18	0	0	24	0	0	0	16	44	208	24	0	40	96	0	264	88	
Clavulina	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nonion	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sigmoilina	64	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rosalina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	
Borelis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	
Bigenerina	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ammoscalaria		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Siphonina	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	
Total	5328	1598	96	1652	3100	273	1472	3432	3456	1876	1288	2336	2664	4120	3504	952	3576	3253	

Apêndice 02

Apêndice 02. Frequência Relativa dos Foraminíferos.

Frequência Relativa dos Foraminíferos	AM01	AM02	AM03	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18
	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Gêneros de Foraminíferos																		
Archaias	20,4%	31,6%	14%	76%	63,30%	2,10%	40%	77,80%	19,90%	46,90%	15,20%	55,40%	32,10%	62,30%	0,50%	7,50%	64,80%	28,20%
Anphistegina	21,4%	7,20%	9,30%	11,80%	5%	22,30%	20%	8,10%	11,50%	7%	10,20%	10,20%		8,90%	21,90%	17,20%		7%
Textularia	16,3%	12,50%	1%	1,20%	6,40%	6,20%	5,40%	1,80%	19,40%	11%	27,30%		18,90%	7%	15,90%	23,50%	14%	22,60%
Pyrgo	0,7%	3,60%	6,20%	1,20%	2,50%	3,60%	3,20%	1,10%	0,60%	2,30%	2,10%	5,80%	3,90%	1,70%	1,50%		1,30%	1,40%
Articulina	1,1%	0,60%			0,20%		0,10%		2%	0,20%	0,30%	2,30%	2,40%	0,10%	1,30%	0,40%	1,30%	1,30%
Discorbes	0,5%	1,60%	2%	0,40%	1,45%	1,80%	3,10%			0,60%				4%	2,50%	1,60%	2,90%	
Elphidium	1,3%	2,00%			0,30%	3,20%	1,90%						2,40%	0,30%	3,80%	1,20%	0,20%	
Gypsina		0%				0,30%	0,60%		0,20%									
Globogerinoides	0,5%		1%				0,20%			0,20%			0,60%		2%			
Spiroloculina	0,9%	1,10%			0,50%		0,90%	0,90%	23,30%	1%			1,80%	0,10%				
Reussela	0,9%				0,10%				19,20%								0,20%	12%
Quiqueloculina	27,6%	34,40%	54,10%	10,30%	17,50%	45%	22,10%	8,60%	0,40%	14,70%	11,80%	13,30%	23,70%	7,70%	20,60%	23,55%		23,10%
Triloculina	8,0%	1,20%	12,50%	0,40%	1%	15%	0,90%	1,30%		13,45%	16,70%	11,30%	13,50%	7,10%	23,90%	27,70%	6,90%	2,70%
Marcilina		1,1%			0,70%						16,10%	1%			2,70%		0,60%	
Clavulina					0,10%												7,30%	
Nônio					0,20%													
Sigmoilina		2,0%																
Rosalina	1,2%												0,30%					
Borelis																		
Bigerina		0,2%																
Ammoscalaria		0,2%																
Siphonina					0,10%								0,30%					

Apêndice 03

Apêndice 03. Estampas dos Foraminíferos

Figura 01: **Foraminífero:** Aglutinante *Textularia* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 02: **Foraminífero:** Aglutinante *Clavulina* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 03: **Foraminífero:** Porcelanoso *Pyrgo* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 04: **Foraminífero:** Porcelanoso *Articulina* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 05: **Foraminífero:** Porcelanoso *Quinqueloculina* sp.
Vista frontal, x 100 mm

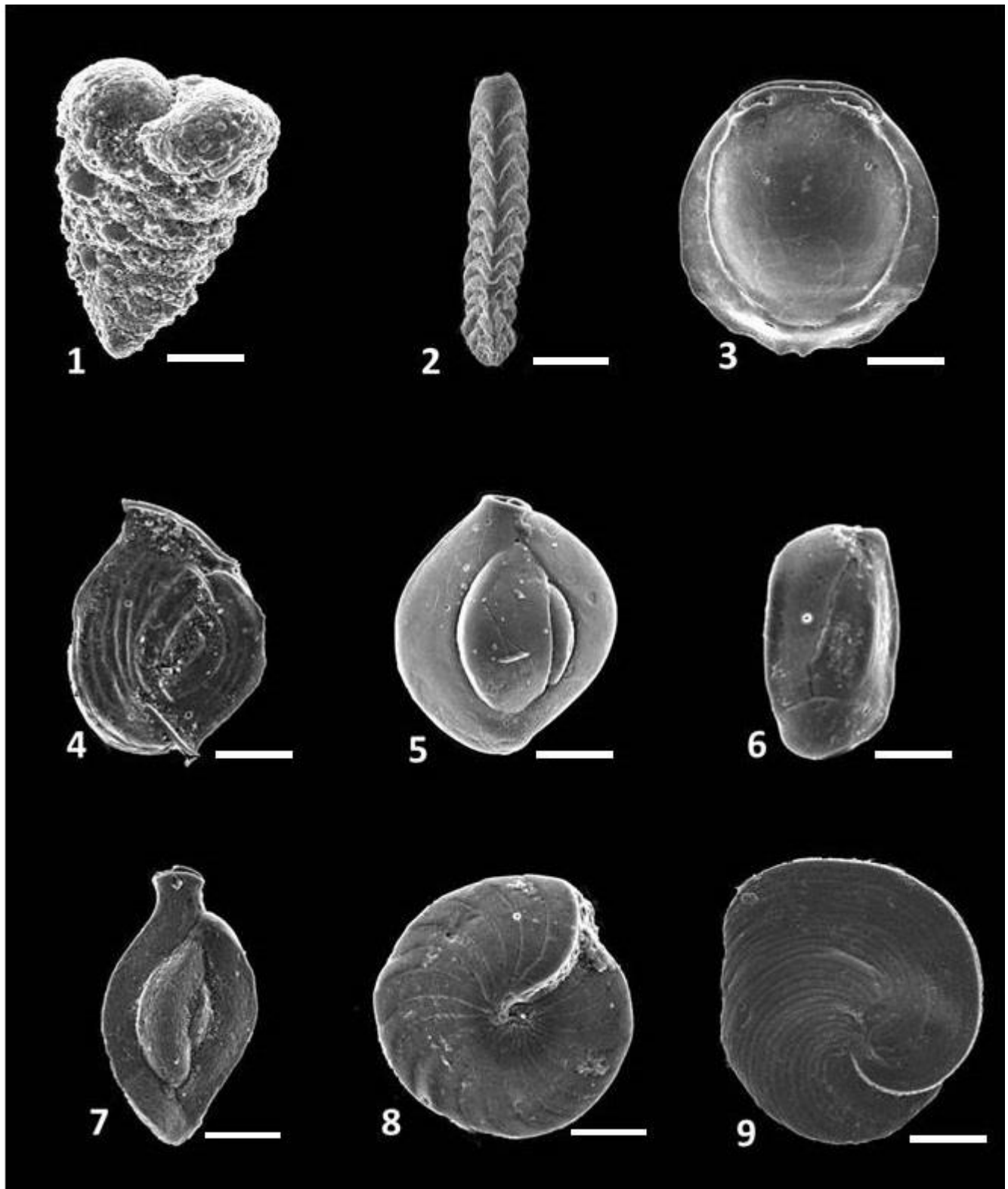
Figura 06: **Foraminífero:** Porcelanoso *Quinqueloculina* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 07: **Foraminífero** Porcelanoso *Spiroloculina* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 08: **Foraminífero:** Porcelanoso *Archaias* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Figura 09: **Foraminífero:** Porcelanoso *Archaias* sp.
Vista frontal, x 100 mm

Estampa 1



Apêndice 04

Apêndice 04. Relação das amostras coletadas na Plataforma Continental sul de Pernambuco.

Amostras	Coordenadas	Profundidades	Granulometria
AM01	25s/283033/9052759	23 m	Não identificado
AM02	25s/288392/9052494	31 m	Não identificado
AM03	25s/280739/9055249	13 m	Cascalho
AM04	25s/285342/9054910	25 m	Cascalho
AM05	25s/288434/9054612	30 m	Cascalho
AM06	25s/280952/9056327	15,5 m	Não identificado
AM07	25s/287073/9057007	26,6 m	Areia
AM08	25s/290143/9056713	32 m	Lama
AM09	25s/275198/9039908	15 m	Cascalho
AM10	25s/278963/9035776	25 m	Cascalho
AM11	25s/277585/9032662	25,6 m	Areia
AM12	25s/283600/9035362	31 m	Cascalho
AM13	25s/282155/9031914	28 m	Cascalho
AM14	25s/274460/9036670	30 m	Cascalho
AM15	25s/272963/9033609	18 m	Cascalho
AM16	25s/288211/9059542	27 m	Cascalho
AM17	25s/278393/9039435	23 m	Cascalho
AM18	25s/281300/9053923	16 m	Cascalho

Apêndice 05

Apêndice 05. Ocorrência dos espécimes de foraminíferos nas amostras.

Ocorrência dos espécimes de foraminíferos nas amostras	AM01	AM02	AM03	AM04	AM05	AM06	AM07	AM08	AM09	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18
Gêneros de Foraminíferos																		
Archaias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Anphistegina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X
Textularia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Pyrgo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Articulina	X	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Discorbes	X	X	X	X	X	X	X			X				X	X	X	X	X
Elphidium	X	X			X	X	X						X	X	X	X	X	
Gypsina		X				X	X		X									
Globogerinoides	X		X				X			X			X		X			
Spiroloculina	X	X			X		X	X	X	X			X	X				
Reussela	X				X				X								X	X
Quiqueloculina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Triloculina	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marcitina		X			X						X	X			X		X	
Clavulina					X												X	
Nônio					X													
Sigmoilina		X																
Rosalina	X												X					
Borelis																		
Bigerina		X																
Ammoscalaria		X																
Siphonina					X								X					