



Universidade Federal do Pará



Instituto de Geociências



Faculdade de Geologia

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LUIZ FERNANDO FREITAS RODRIGUES**

**SOBRE A PRESENÇA DE AMBIENTE MARINHO NA FORMAÇÃO  
MORRO DO CHAVES, APTIANO INFERIOR DA BACIA DE SERGIPE-  
ALAGOAS**

**GEOCIÊNCIAS**  
U F P A

BELÉM - PARÁ

ABRIL DE 2013

**LUIZ FERNANDO FREITAS RODRIGUES**

**SOBRE A PRESENÇA DE AMBIENTE MARINHO NA FORMAÇÃO  
MORRO DO CHAVES, APTIANO INFERIOR DA BACIA DE SERGIPE-  
ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de Araújo Távora.

Belém

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

R696s Rodrigues, Luiz Fernando Freitas  
Sobre a presença de ambiente marinho na Formação Morro do Chaves, Aptiano inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas / Luiz Fernando Freitas Rodrigues; Orientador: Vladimir de Araújo Távora – 2013  
53 f. : il.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2013.

1. Paleontologia. 2. Bacia de Sergipe-Alagoas. 3. Formação Morro do Chaves. 4. Aptiano. 5. Microfósseis. I. Távora, Vladimir de Araújo, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22<sup>a</sup> ed.: 560.98135

---

**LUIZ FERNANDO FREITAS RODRIGUES**

**SOBRE A PRESENÇA DE AMBIENTE MARINHO NA FORMAÇÃO  
MORRO DO CHAVES, APTIANO INFERIOR DA BACIA DE SERGIPE-  
ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Data de aprovação: 10/04/2013

Conceito: BOM

Banca examinadora:

---

Prof. Vladimir de Araújo Távora – Orientador  
Doutor em Geologia  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. José Fernando Pina Assis – Membro  
Mestre em Ciências  
Universidade Federal do Pará

---

Profa. Dra. Maria Inês Feijó Ramos  
Doutora em Geociências  
Museu Paraense Emílio Goeldi

À Deus,  
meu criador e Pai celestial

Aos meus pais  
Luiz Fernando e Ana Maria

Aos meus irmãos  
Fernando Augusto e Luana Rodrigues

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, autor da vida, meu criador e Pai Celestial; ao Espírito Santo, meu amigo íntimo, consolador, nunca me deixou na bonança ou na tempestade sempre estive e estará ao meu lado; a Jesus Cristo meu amor maior, que se entregou naquela cruz por me amar, tudo que eu faça nessa vida não poderá retribuir o que Você fez por mim, te amo muito.

Aos melhores pais do mundo Luiz Fernando e Ana Maria, alicerces em minha vida; aos irmãos Fernando e Luana; ao meu cunhado e irmão William Silva e aos sobrinhos: Lucas, Athos e Felipe, família maravilhosa.

Ao meu cunhado e irmão William Silva e aos meus sobrinhos Lucas, Athos e Felipe.

A Universidade Federal do Pará pelo apoio e infraestrutura necessária para a formação dos estudantes no curso de Geologia.

Ao programa PRH-06, da Agência Nacional do Petróleo (ANP) pelo financiamento desta pesquisa e bolsa de iniciação científica, oportunizando a realização de um trabalho científico.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (IG-UFGPA) na pessoa do seu coordenador Dr. Cláudio Nery Lamarão e da técnica Srta. Ana Paula P. Corrêa.

A Direção da Faculdade de Geologia, na figura da Professora Dra. Rosemary Silva Nascimento, pelo suporte acadêmico e administrativo.

Ao Professor Vladimir Távora pela orientação deste trabalho e amizade demonstrada.

À Professora Dra. Valéria Gallo da Silva pela cessão das amostras e permissão para utilização do perfil geológico da Pedreira Atol.

Aos professores da Faculdade de Geologia responsáveis pelo meu aprendizado e formação profissional.

Aos meus melhores amigos Bruno Garcia (Líder), Brunna Cariello, Denise Soares, Elaine dos Santos, Fernando Monteiro, Henrique Mendes, Hellen Lobato, Janderson Lima, Kalife Lafayette, Thiago Oliveira e Vinicius Reis, pra mim vocês são especiais, minha vida é mais feliz ao lado de vocês.

Aos Radicais da Última Geração, igreja da qual faço parte, que me mostrou um propósito de vida pelo qual eu vivo e se preciso for também morro e aos Pastores da Rede de Jovens em especial ao Pr. Valter Maia e Pr. Valério Rendeiro, incansáveis no Reino, vocês são referenciais de vida pra mim.

A célula Efraim 25 motivo da minha alegria e aos discípulos Lucas Leal e Anderson Silva, colunas fortes deste mover.

A amiga e psicóloga Yeda Tavernard, que me ajudou em dos momentos que mais precisei em minha vida, nunca me esquecerei de você.

A turma de 2008, em especial aos amigos: Maurício, Paulo (Papi), Tiago, Victor, Renato, Raphael Neto, Lucas (Chelsea), Aldemir (Cris), Paulo (Pop), Carlos e José; e as amigas Marília e Thainá (2009).

A família Moreira; sinto-me em casa quando estou com vocês.

“Edificar, multiplicar, gerar filhos e discipular, impactar a nossa geração, não abrimos mão da nossa posição, somos Radicais da Última Geração”.

Nosso propósito.

## RESUMO

Este trabalho apresenta os dados obtidos a partir da análise de microfósseis calcários em amostras coletadas na Pedreira Atol da empresa CIMPOR, Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas, Formação Morro do Chaves da Bacia de Sergipe-Alagoas, visando investigar a presença de ambiente marinho ou com influência marinha no Aptiano Inferior desta unidade litoestratigráfica. As amostras foram coletadas na cava sul, São Miguel (Pedreira Atol), onde foram investigados 23 níveis de pelitos, intercalados com 13 pacotes de coquinas e arenitos, totalizando 76m de exposição. O tratamento das amostras para triagem dos espécimens pesquisa, seguiu os métodos usuais para separação de microfósseis calcários. A paleontologia e o conteúdo fossilífero da Formação Morro do Chaves abrange os principais grupos sistemáticos viventes durante o Mesozóico Médio, sendo que os peixes são os elementos mais abundantes estando associados a presença de bivalvíos, gastrópodes, ostracodes, tetrápodes e palinórfos. O paleolago Morro do Chaves representa uma plataforma carbonática gerada em ambiente lacustre, caracterizada pelo acúmulo de coquinas, durante o estágio rifte da evolução da margem continental brasileira, depositados em condições tectônicas instáveis. Foram recuperados e reconhecidos cinco grupos microfossilíferos, incluindo os gêneros *Cibicides* e *Ammonia* de foraminíferos, ostracodes pertencentes aos gêneros *Cypridea* e *Darwinula*, bem como fragmentos zoariais de briozoários queilostomados, espículas de poríferos e um microbivalvío indeterminado. A composição taxonômica e as feições preservacionais das associações microfossilíferas sugerem que os foraminíferos, briozoários, poríferos e microbivalvío, tipicamente marinhos sofreram transporte de curta distância, constituindo assim uma concentração fossilífera alóctone. Ao contrário, a ostracofauna lacustre é considerada autóctone. Esta mistura de formas viventes em ambientes distintos teria ocorrido durante as oscilações positivas do lago Morro do Chaves, causadas pelas chuvas de monções, comuns durante o Cretáceo Inferior. Os dados coligidos neste trabalho sugerem que não existiu ambiente marinho e nem com influência marinha na Formação Morro do Chaves.

Palavras-chave: Bacia de Sergipe-Alagoas. Formação Morro do Chaves. Aptiano. Microfósseis.

## ABSTRACT

This work presents the data obtained from the analysis of calcareous microfossils in samples collected in CIMPOR quarry, town of São Miguel dos Campos, State of Alagoas, Morro do Chaves Formation in the Sergipe-Alagoas Basin, in order to investigate the presence of the marine environment or marine influence in the Lower Aptian of this lithostratigraphic unit. The samples were collected in the pit south, San Miguel (Atol Quarry), and were investigated 23 levels of pelites, interbedded with 13 packages coquina and sandstones, totaling 76 m exposure. The treatment of samples followed the usual methods for calcareous microfossils analysis. The paleontology and fossil content of the Morro do Chaves Formation include mainly fishes associated with bivalvs, gastropods, ostracods, palynomorphs and tetrapods. The Morro do Chaves paleolake was a carbonate platform generated in lacustrine environment, characterized by accumulation of coquina during the rift stage of evolution of the brazilian continental margin, deposited in unstable tectonic. Were recovered and recognized five microfossiliferous taxa, including the *Ammonia* and *Cibicides*- foraminifera, *Cypridea* and *Darwinula*- ostracods, zoarial fragments of bryozoans scheilostomes, spicules of sponges and an undetermined microbivalve. The taxonomic composition and taphonomic preservational signatures suggest that foraminifera, bryozoans, sponges and microbivalve typically marine suffered short-distance transport, characterizing a allochthonous fossiliferous concentration and the ostracofauna is typically and is lacustrine is autochthonous. This mixture living forms in different environments have occurred during positive oscillations in the lake Morro do Chaves caused by monsoon rains, common during the Early Cretaceous. The data collected in this study suggest that there not existed the marine environment nor with marine influence in the Morro do Chaves Formation.

Keywords: Paleontology. Sergipe-Alagoas Basin. Morro de Chaves Formation. Aptian. Microfossils.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização geográfica da Pedreira Atol (Empresa CIMPOR) DO Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas.....	13
Figura 2- Perfil geológico da Pedreira Atol.....	17
Figura 3- Modelo esquemático de sucessão de fácies da Formação Morro do Chaves.....	29
Figura 4- Coluna estratigráfica do afloramento da Formação Morro do Chaves, na Pedreira Atol da Empresa CIMPOR, Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas.....	30
Figura 5-Foraminíferos: 1–4 <i>Cibicides</i> sp.; 5–7 <i>Ammonia</i> sp.; 8 Porífero: espícula triaxônicatriactinal indeterminada; 9–11 Briozoários: zoécios isolados de quilostomados indeterminados; 12–Briozoário: fragmento de pasiteídeo; 13– Biválvio: valva de microbiválvio indeterminado.....	40
Figura 6- Ostracodes: 1 – 6, 9, 12 e 13 ? <i>Cypridea</i> sp.; 7, 8, 10 e 11 ? <i>Darwinula</i> sp.....	42
Figura 7- Modelo de reconstituição paleoambiental da formação Morro do Chaves.....	45

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>OBJETIVO</b> .....	13
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	15
3.1	ATIVIDADES DE CAMPO.....	15
3.2	ATIVIDADES DE LABORATÓRIO.....	15
4	<b>GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DA BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS</b> .....	20
4.1	BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS.....	22
4.2	FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES.....	26
4.3	PALEONTOLOGIA DA FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES.....	31
4.4	TAFONOMIA DOS PEIXES DA FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES.....	33
5	<b>RESULTADOS</b> .....	37
5.1	MICROPALEONTOLOGIA.....	37
5.1.1	<b>Foraminíferos</b> .....	37
5.1.2	<b>Poríferos e Briozoários</b> .....	39
5.1.3	<b>Microbiválvio</b> .....	39
5.1.4	<b>Ostracodes</b> .....	41
5.2	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	43
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	44
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	48
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho visa a investigação sobre a existência de paleoambientes marinhos ou sob influência marinha no Aptiano Inferior (Formação Morro do Chaves) da Bacia de Sergipe-Alagoas, a partir de microfósseis calcários (foraminíferos, ostracodes, microbriozoários). Estudos de isótopos estáveis em esqueletos e dentes de peixes, bem como de marcadores biológicos, em particular a razão triciclo/hopano, atestam ambiente de sedimentação com pelo menos concentração de sais acima das que ocorrem em água doce, enquanto estudos palinológicos atestaram ambiente não marinho para esta seção da Bacia Sergipe-Alagoas.

Estes dados discordantes mostram a necessidade de pesquisa desta natureza, utilizando outra ferramenta, e desta vez mais diagnóstica, que são os microfósseis calcários, em particular foraminíferos, ainda não registrados na seção estratigráfica da Formação Morro do Chaves. Este problema geológico constitui uma oportunidade para efetiva contribuição à evolução ambiental da Bacia, e suportar ou não o que sugerem também algumas evidências sedimentológicas e estratigráficas. A partir deste estudo pretendeu-se então subsidiar o entendimento sobre o complexo sistema deposicional e petrolífero da Bacia de Sergipe-Alagoas.

## 2 OBJETIVOS

O trabalho se propõe a realizar investigação micropaleontológica da Formação Morro do Chaves, procedente de amostras coletadas na Pedreira CIMPOR, Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas (Figura 1). O presente estudo visa levantar dados que atestem influência marinha no pacote sedimentar relacionado a esta unidade litoestratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas, alvo de controvérsias científicas desde a década de 60 do século passado, quando teve seus primeiros estudos revelados.

Figura 1- Localização geográfica da Pedreira Atol (Empresa CIMPOR) do Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas.



Fonte: (Modificada de ROSSI, 2008).

Como objetivos específicos a presente pesquisa visa:

- a) Investigar e caracterizar a sistemática dos microfósseis calcários (foraminíferos, ostracodes e microbriozoários) da Formação Morro do Chaves na referida Pedreira Atol da Empresa CIMPOR;
- b) Caracterizar paleoambientalmente e tafonomicamente os táxons identificados;
- c) Ilustrar sob Microscópio Eletrônico de Varredura os táxons mais representativos;
- d) Contribuir para a elucidação da história geológica da Formação Morro do Chaves e possível entendimento do sistema petrolífero da Bacia de Sergipe-Alagoas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ATIVIDADES DE CAMPO

O material estudado foi coletado em 2009 por membros da equipe executora do projeto de pesquisa intitulado *Sistemática e Tafonomia da Ictiofauna Mesozoica da Bacia de Pernambuco-Paraíba e Cronocorrelação com as demais bacias do Gondwana Leste* coordenado pela professora Valéria Gallo da Silva da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ. As amostras procedem do principal afloramento da Formação Morro do Chaves, localizado em uma pedreira na Cidade de São Miguel dos Campos (AL), situada a 60 km da capital Maceió, administrada pela empresa CCB-CIMPOR Cimentos do Brasil. Esta pedreira possui três grandes cavas, Santa Tereza, São Sebastião e São Miguel. A coleta das amostras foi feita na cava sul, São Miguel (Pedreira Atol), única em atividade para a extração de calcário, utilizado na fabricação de cimento. As cavas Santa Tereza e São Sebastião encontram-se atualmente inundadas e, portanto, desativadas. Devido ao aprofundamento da cava com o aumento da atividade exploratória, ocorreu uma maior exposição do afloramento da Formação Morro do Chaves, na porção alagoana, e assim verificou-se a existência de 23 níveis de folhelhos, com grande variação de espessura e de fácies, intercalados com 13 pacotes de coquinas e arenitos, totalizando 76 metros de exposição (Figura 2).

#### 3.2 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

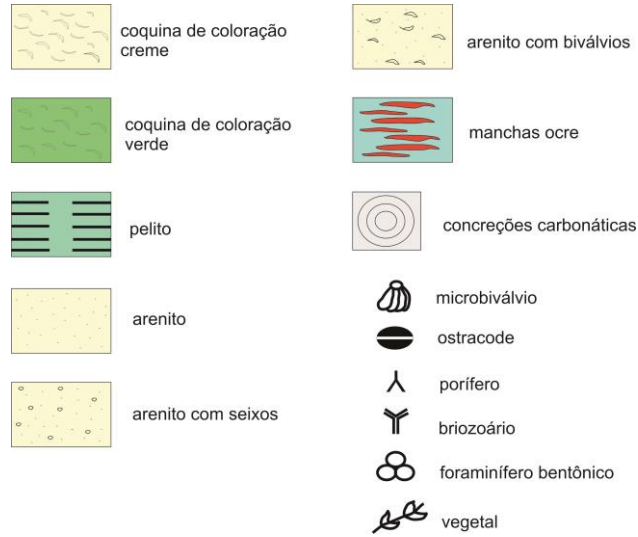
As atividades foram desenvolvidas em fases distintas e consecutivas, a saber:

- 1) seleção e tratamento das amostras do perfil de 76 m da Pedreira Atol, situada em São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas (Figura 2). O tratamento das amostras para exame dos microfósseis incluiu: pesagem, e desintegração mecânica, com os seguintes passos: corte da amostra para a retirada de 5 a 1 cm de diâmetro; Secagem (se esta estiver molhada); imersão em peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$  = Água oxigenada) e deixar por 2 dias, no segundo dia por mais  $H_2O_2$  até cobrir a amostra; lavagem da amostra, com bastante água em peneiras de 250 mesh ou 0,63 micrometros; segunda secagem das amostras em temperatura ambiente, triagem dos microfósseis, e montagem dos exemplares em células de Franke, sob lupa binocular Stemi SV-6, utilizando para a separação pincel 000. 2) o trabalho segue

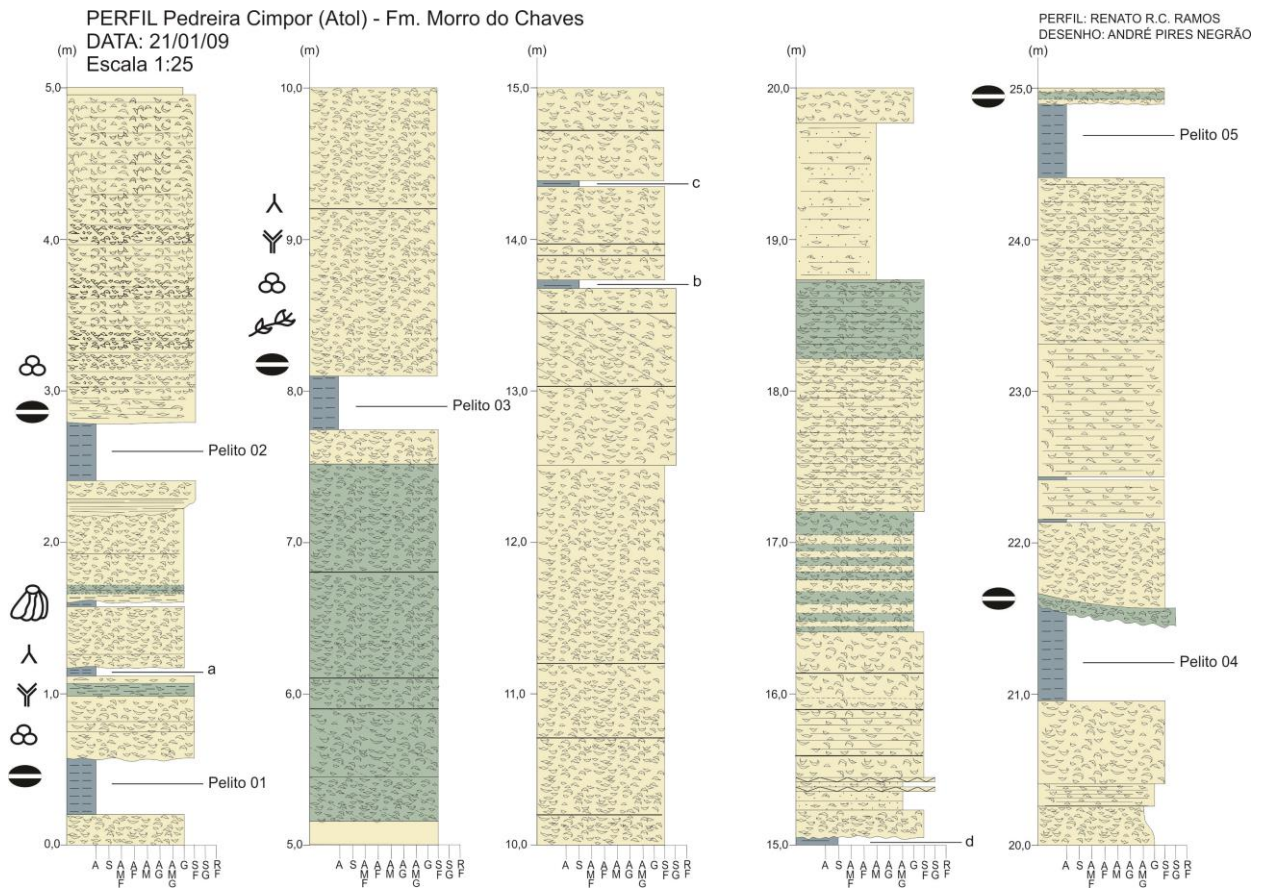
com identificação taxonômica sob Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), da marca Zeiss, modelo Leo 1430 e posterior caracterização ambiental e o escopo principal, a verificação de influência marinha no Aptiano Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas.

Figura 2- Perfil geológico da Pedreira Atol

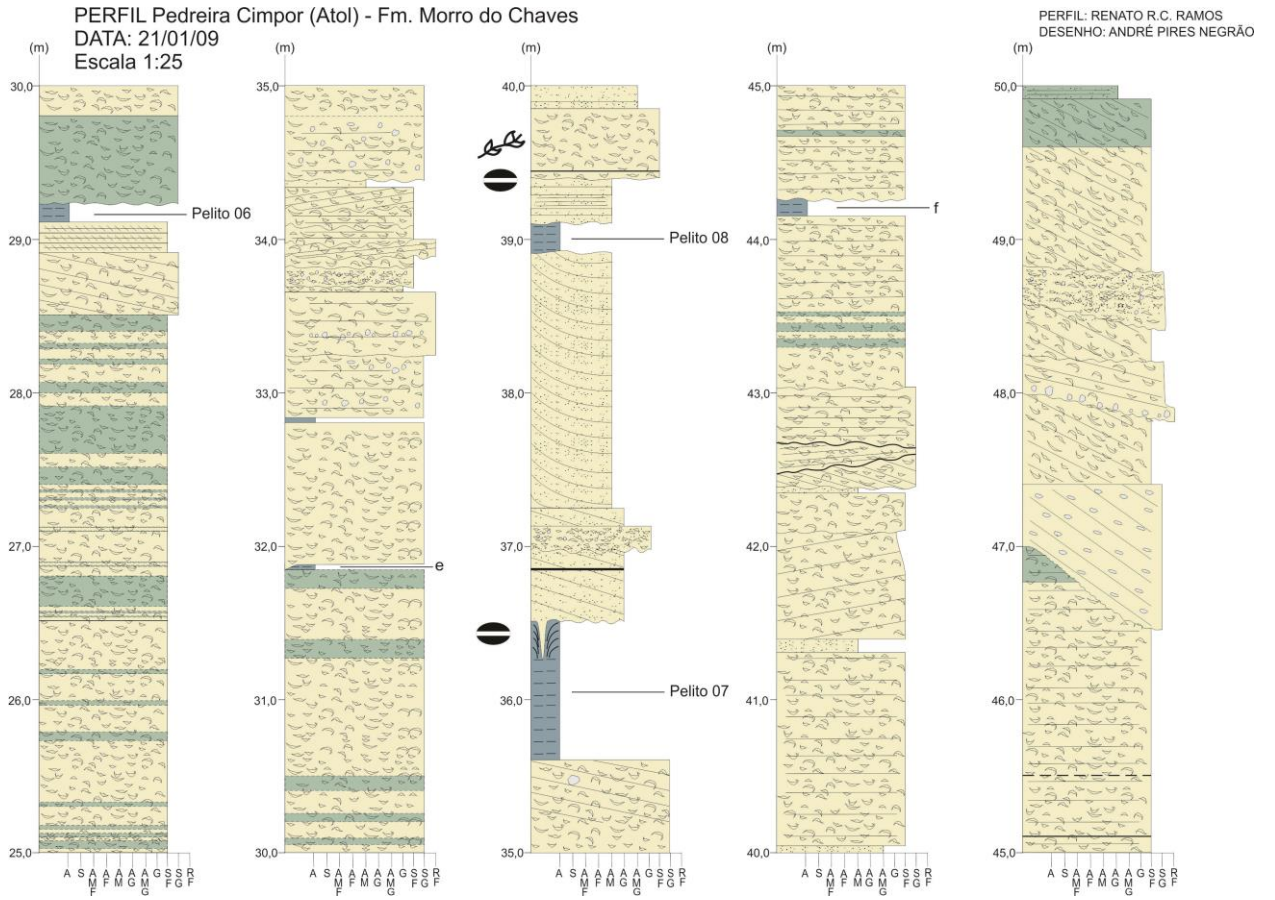
**LEGENDA**



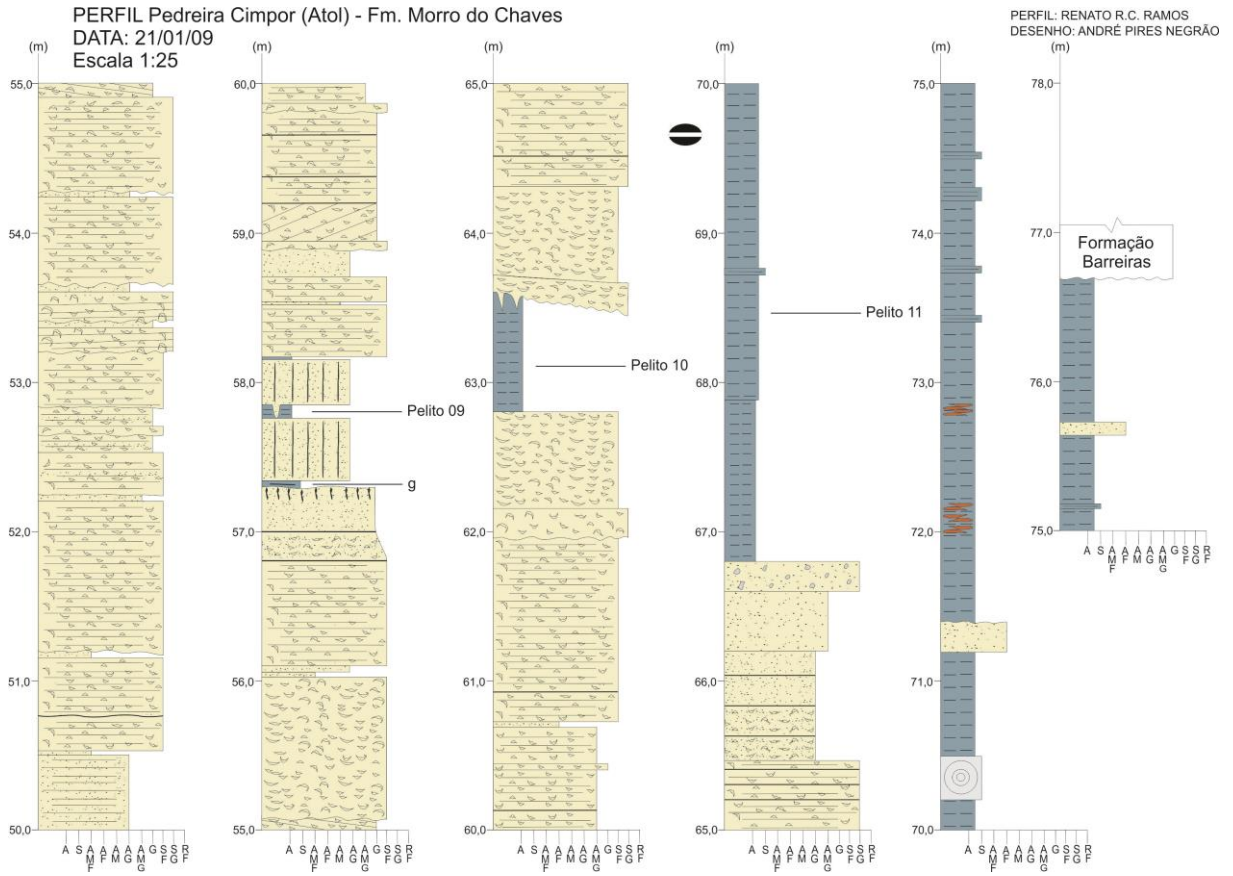
(Parte 1)



(Parte 2)



(Parte 3)



Fonte: (Modificado de MELO, 2011).

#### 4 GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DA BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS

Durante a formação do Oceano Atlântico, os continentes sulamericano e africano se comportaram como blocos rígidos individuais dando início a formação de uma crosta oceânica que teria ocorrido na passagem Aptiano-Albiano, após uma deposição evaporítica sobre a crosta continental estirada. A análise de uma extensa zona de cisalhamento possibilitou uma importante noção de que a placa sulamericana não teve um comportamento totalmente rígido, provavelmente um riftpropagante em diferentes estágios. McKenzie (1978) admite um estiramento litosférico e adelgaçamento crustal durante a fase rifte e, posteriormente, uma fase de subsidência termal associada ao resfriamento da anomalia térmica da astenosfera.

A margem continental brasileira possui bacias formadas por sistemas de riftes cuja gênese está relacionada ao rompimento do supercontinente Pangea e aos estágios de evolução do Oceano Atlântico Sul. A quebra continental do Gondwana a partir do Mesozóico gerou movimentos tectônicos que afetaram toda a plataforma brasileira, resultando em riftes associados à abertura do Atlântico Sul e a gênese das bacias marginais mesozóicas. Essas bacias ocupam as porções da planície costeira, plataforma continental e o talude da porção oeste do Atlântico Sul e são elas: Sergipe-Alagoas, Bahia Sul, Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas. O estiramento litosférico é um fator muito importante nos estudos destas bacias, que durante a fase rift, deve ter ocorrido em pulsos distintos, influenciando a distribuição das fácies presentes nestas unidades geotectônicas. A estratigrafia das bacias do leste brasileiro é compartimentada nas megassequências continental, evaporítica transicional, plataforma carbonática rasa, transgressiva marinha e regressiva marinha (MOHRIAK, 2003).

A megassequência continental foi depositada em ambiente flúvio-lacustre durante o rifteamentocrustal que está associada a movimentos divergentes entre as placas sul-americana e africana, ocorrida no Jurássico Superior e Cretáceo Inferior. É dividida em três fases (associações de fácies sedimentares e litológicas), onde na sin-rift I, de idade jurássica superior, ocorreu individualização da Depressão Afro-Brasileira cujos sedimentos tipificam deposição em leques aluviais, depósitos fluviais, depósitos transicionais e evaporitos sob clima árido. No Neocomiano iniciou-

se a fase sin-rift II onde uma série de meio-grábens foi formada, sendo que na porção norte instalaram-se lagos profundos e estratificados, posteriormente enraseados, preenchidos por sedimentos finos ricos em matéria orgânica e clásticos fluvio-deltaicos. Na parte sul ocorrem sequências vulcanossedimentares e lacustres, associadas a vulcanismo aquoso lacustre e subaéreo e lagos salinos e alcalinos. Em tempos barremianos, uma sequência de coquinas e clásticos grosseiros a finos tipificam ambiente lacustre com expansão e contração cíclica, dos tipos *playae* pluvial sob clima úmido. Este pacote corresponde à fase sin-rift III, com registro mais expressivo nas Bacias de Campos e Santos (rifteamento dômico ou ativo) e Bahia Sul e Sergipe-Alagoas (rifteamento interdômico ou passivo), sendo que nesta última unidade geotectônica, a sedimentação é do tipo mista, clástico-carbonática (MOHRIAK, 2003).

Durante o Aptiano foi depositada uma megassequência transicional evaporítica sobre uma ampla discordância pós-rift. A sucessão litológica é iniciada com siliciclásticos do Aptiano Inferior e finaliza-se com sedimentos evaporíticos (Aptiano Superior a Albiano Inferior). A superfície plana formada foi coberta por uma cunha de clásticos grosseiros posteriormente recobertos por clásticos finos e sedimentos finos ricos em matéria orgânica. Tem importante papel como principal camada selante para a movimentação de fluídos gerados na megassequência continental. A abertura gradual de uma estreita passagem marinha durante o Albiano, favoreceu a deposição de um extenso pacote carbonático em plataforma rasa de alta energia, interrompida abruptamente devida um evento de inundação que teria ocorrido entre o Meso a Neo-albiano. Esta megassequência marca o final da fase de estiramento litosférico e rifteamento da crosta continental. Uma célula de alta pressão subtropical sobre a massa de água já ampliada do Oceano Atlântico Sul durante o Cenomaniano, pode ter provocado as mudanças das condições climáticas para úmidas segundo Mohriak (op.cit.).

Ao término do Albiano a megassequência carbonática de plataforma rasa supradetalhada, deu lugar a outra, de caráter marinho transgressivo de baixa energia, reconhecida a partir da associação de calcilutitos, margas e folhelhos, depositada em um ambiente progressivamente mais profundo. A transição do trato transgressivo para um regressivo é marcada pela passagem de uma sequência batial em *onlap* para uma cunha *offlap*, não sincrônica em todas as bacias da

margem continental leste. A megassequência marinha transgressiva compreende seção sedimentar espessa, carbonática, de ambiente marinho raso plataformal e profundo na bacia sendo reconhecida as fácies neríticas, hemipelágica e de águas profundas, em função das características deposicionais e litológicas. Já a marinha regressiva inclui uma espessa seção sedimentar siliciclástica depositada em ambiente marinho aberto. Na porção sul, predominam os sistemas siliciclásticos, enquanto que a norte desenvolveram-se plataformas carbonáticas. O tempo de início dessas megassequência é variável entre as unidades geotectônicas, dependendo da taxa de suprimento local de sedimentos (MOHRIAK, 2003).

#### 4.1 BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS

A Bacia de Sergipe Alagoas localiza-se na porção nordeste da plataforma sul-americana, possuindo uma extensão de 35.000 km<sup>2</sup>, dos quais dois terços encontram-se submersos, nas porções costeiras de parte dos estados de Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Bahia. Esta bacia possui a mais completa sucessão estratigráfica de rochas do Mesozóico, desde depósitos relacionados às sinéclises paleozóicas até sequências características da evolução de bacias do tipo rifte e *drift* em margens passivas. Com geometria de um meio gráben assimétrico é limitada pelo lineamento de Pernambuco, e falha de Itapuã, a norte e sul respectivamente. Sua implantação teve início no Jurássico, com o preenchimento de uma sinéclise pré-rifte intracatônica permiana por sedimentos fluviais. A história evolutiva das bacias do leste brasileiro é representada através de quatro etapas evolutivas distintas, pré-rifte, rifte, pós-rifte e drift (SOUZA-LIMA, 2008).

A super sequência pré-rifte corresponde ao estágio precoce da evolução das bacias, representando a fase intracatônica do super continente Gondwana anterior ao rifte atlântico sul onde foram formadas depressões preenchidas por sedimentos de água rasa, onde o estiramento litosférico gerou subsidência flexural culminando em separação continental. Na margem nordeste brasileiro esta sequência se expressa por rochas remanescente do Permiano e Carbonífero. O avanço da subsidência mecânica propiciada por falhas normais inicia a fase rifte, onde o estilo estrutural que dominou foi de blocos falhados e rotacionados e geração de grábens onde se alojaram grandes depocentros sedimentares. Com o término da principal atividade das falhas normais o fenômeno de subsidência térmica se intensificou

gerando a fase pós-rifte com a formação de uma segunda bacia com geometria *sag*, de idade Alagoas. A instalação de uma crosta oceânica marca o início da fase drift e da efetivação progressiva separação dos continentes. O rompimento materializado forma uma discordância que marca a mudança de regime tectônico experimentadas pelas bacias do leste brasileiro na passagem rift/pós-rift para drift. Na Bacia de Sergipe-Alagoas são reconhecidas três sucessões estratigráficas depositadas em diferentes ambientes e regimes tectônicos distintos. A primeira é composta pelas sinéclises paleozóicas (Neo-Carbonífero-Eopermiano); a segunda fase corresponde aos estágios pré-rifte, depositados durante os Andares Dom João-Rio da Serra (Tithoniano?-Valaginiano?). A terceira fase sin-rifte, temporalmente correlacionada com os andares Aratu e Eoalagoas (Hauteriviano?-Eoaptiano?). Dados indicam que no término desta fase, incursões marinhas podem ter sido freqüentes na Sub-Bacia de Alagoas (SOUZA-LIMA, 2008).

Internamente a Bacia de Sergipe-Alagoas é subdividida em quatro sub-bacias: Cabo, Alagoas, Sergipe e Jacuípe, com evoluções tectono-sedimentares e preenchimentos ligeiramente distintos segundo Souza-lima (op.cit.). Na sub-bacia de Alagoas, os sedimentos acumularam-se sobre um complexo granítico-gnáissico, enquanto que na sub-bacia de Sergipe, a sedimentação foi implantada sobre os metassedimentos da Faixa Sergipana. O preenchimento sedimentar Neopaleozóico e Jurássico destas duas unidades geotectônicas apresentam grandes similaridades, entretanto a série Neocomiana encontra-se melhor representada na sub-bacia de Alagoas, enquanto que as séries Gálicas, Senoniana e o sistema terciário são mais desenvolvidos na sub-bacia de Sergipe. Estruturalmente a Bacia de Sergipe-Alagoas é constituída por falhamentos principais norte-sul, interceptados por falhas leste-oeste e nordeste-sudoeste, gerando uma configuração geral NE-SW. O rifteamento é assumido como de movimentos distensivos, resultantes de movimentos transtensionais. As sub-bacias de Sergipe e Alagoas consistem de meio-grábens, mergulhando para sudeste e possuindo uma série de falhas geradas por esforços tectônicos relacionados à ruptura do Gondwana.

A Sub-Bacia de Sergipe caracteriza-se pela ocorrência de altos do embasamento na porção emersa, e testemunhos pouco espessos da sequência sin-rifte. A sequência transicional evaporítica compreende camadas de sal do Aptiano Superior preservadas em baixios locais. Os evaporitos distribuem-se tanto na porção

terrestre como em áreas submersas, sendo nesta última melhor desenvolvida na sub-bacia. O Andar Alagoas abrange um intervalo em torno de 10 M.a, entre o Aptiano Inferior e o Albiano Inferior, atestando a migração gradual de um ambiente continental para marinho franco. A invasão marinha iniciou-se sob a forma de um alongado e estreito golfo originando pequenas bacias que foram evaporadas e originaram as sequências salíferas. A porção inferior deste andar é representada pela parte superior da Formação Coqueiro Seco, segundo estágio evolutivo do rifte Atlântico depositado em sistema deltaico do tipo entrelaçado. É possível que durante sua deposição as taxas de subsidência tenham sido relativamente altas em relação ao suprimento sedimentar formando lagos profundo. Ainda foi reconhecida uma acumulação de halita, que sugere um evento evaporítico estratigraficamente inferior aos dois outros eventos desta natureza presentes na bacia (SOUZA-LIMA, 2008).

Na Bacia de Sergipe-Alagoas, o último estágio é representado pela deposição das Formações Cabo, Maceió e Poção. A distribuição peculiar das sequências evaporíticas nesta unidade geotectônica abrange três eventos distintos, dois dos quais (os mais inferiores) sem representatividade nas demais bacias da margem leste brasileira, tornando-a fundamental no entendimento da evolução paleogeográfica decorrente da fragmentação do Gondwana para a formação do proto-oceano Atlântico.

Os domínios tectônicos relacionados às camadas salinas nas bacias marginais da costa leste estão ordenados, passando de uma faixa de domínios extensionais, próximo à costa, para compressional nas porções mais profundas. Na Bacia de Sergipe-Alagoas este aspecto parece refletir a geometria do arcabouço estrutural herdado das discontinuidades do embasamento das bacias costeiras. Linhas sísmicas mostram que geralmente ocorrem falhas normais e arqueamentos estruturais nas camadas situadas acima dos níveis de sal, tanto para as seções evaporíticas Ibura como para a Paripueiras. A ação desta tectônica pós-sal tem grande importância na condução de hidrocarbonetos gerados na seção pré-sal para os sedimentos marinhos sobrejacentes aos evaporitos.

Estruturas compressionais ocorrem afetando tanto os evaporitos Paripueiras, na Sub-Bacia de Alagoas quanto os evaporitos Ibura, na Sub-Bacia de Sergipe, e é nesta bacia que ocorrem as maiores evidências de sal na região de plataforma, mas

há algumas interpretações das ocorrências de evaporitos em águas profundas. Sugere-se que um possível diápiro teria ocorrido próximo ao limite crustal, pelo fato de terem sido interpretadas, na área, estruturas atribuídas a refletores mergulhantes para o mar, associado a vulcanismo durante a implantação de crosta oceânica.

Segundo Souza-Lima (2008), o evento evaporítico Horizonte está inserido na sequência estratigráfica correspondente a porção média superior da Formação Coqueiro Seco e representa o registro evaporítico mais antigo nas bacias da margem sul atlântica, de idade Jiquiá Superior atestada pelos ostracodes encerrados nestes estratos. O evento Paripueira foi o primeiro registro de evaporitos na Sub-Bacia de Alagoas, estando a ela restrito. Com base em palinomorfos, sua deposição teria se iniciado no Eoaptiano Superior, estendendo-se até o Mesoaptiano. A seção evaporítica Paripueira é constituída por sucessões de halita intercaladas a folhelhos, arenitos e siltitos, e subordinadamente, calcários. Os evaporitos Ibura ocorrem na porção emersa da Sub-Bacia de Sergipe em espessas acumulações, atingindo 800m no Baixo do Mosqueiro, plataforma continental de Sergipe, em sua grande parte composta por halita e secundariamente por anidrita. A variedade litológica desses evaporitos é o que difere dos demais eventos evaporíticos da bacia, restritos a Sub-Bacia de Sergipe. A maior expressão estratigráfica das camadas de anidrita do evento Ibura, situa-se ao norte na porção superior do Membro Tabuleiro dos Martins, Sub-Bacia de Alagoas.

O arcabouço litoestratigráfico do evento Ibura revela que este está inserido na Formação Muribeca, subdividida nos membros Carmópolis, Ibura e Oiteirinhos. O Membro Carmópolis é constituído por conglomerados polimíticos compostos por seixos de filitos, micaxistos, metarenitos, arenitos, folhelhos, calcilutitos, siltitos e margas. O Membro Ibura, é o mais expressivo, abrangendo a maior parte da sequência evaporítica da Formação Muribeca, iniciado pela deposição de carbonatos e sulfatos, seguida pela precipitação de halita e depósitos de silvinita. O Membro Oiteirinho é definido pela alternância entre folhelhos e calcilutitos depositados nas porções menos restritas, externas à bacia evaporítica.

O evaporitos Ibura está compartimentado em três seções: basal, média e superior. Na seção basal ocorrem halita e calcários com intercalações delgadas de anidrita nas plataformas marginais. A seção mediana compreende os sais

depositados sob condições de restrição acentuada. Uma discordância marca o fim da seção intermediária e o início da superior composta por pacotes laminados de halita com intercalações delgadas de silvinita.

Do ponto de vista ambiental, o evento Horizonte, na Sub-bacia de Alagoas, parece ter ocorrido em ambientes transicionais de lacustre para marinho marginal hipersalino. Para o evaporito Paripueira foi atestada por meio da análise de bromo, provavelmente relacionada ao aporte de água salgada para o interior dos baixos regionais da bacia, por influência da instalação do proto-oceano atlântico. O evento Ibura da Formação Muribeca deve estar relacionado a ambiente de sistema de leques, associado a um complexo lacustre ou lagunar em clima semi-árido. Os leques seriam retrabalhados por um sistema alúvio-fluvial. O calcário do Membro Ibura teriam sido depositados em um ambiente lagunar hipersalino raso de clima semiárido formando um ambiente de planície de maré com água relativamente turva.

#### 4.2 FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES

A Formação Morro do Chaves foi referida, pela primeira vez na literatura por Petri (1962). Schaller (1969) utilizou esta denominação para designar uma sequência de calcários, margas e dolomitos com intercalações clásticas, superpostas à seção arenosa da Formação Penedo e subjacente aos sedimentos da Formação Coqueiro Seco, aflorante na colina do Morro do Chaves (localidade-tipo), no município de Propriá, Estado de Sergipe. Esta unidade litoestratigráfica é caracterizada pela ocorrência de bancos e leitos de calcários e margas coquinoídes, de coloração cinza-clara, branca e rósea. Através da litologia diagnóstica, e em parte predominando sobre ela, ocorrem leitos de folhelhos castanhos, verdes ou cinzentos, maciços a micáceos, em parte calcíferos e sílticos, intercalados com arenitos finos a médios, cinzentos, em geral calcíferos com ocasionais horizontes arenosos grossos a conglomeráticos.

Posteriormente, Feijó (1994) rebaixou a Formação Morro do Chaves para a categoria de membro da Formação Coqueiro Seco, designando as coquinas presentes na base da unidade ou próximo a ela, em parte das sub-bacias de Sergipe e Alagoas. Em recente revisão, Campos Neto *et al.* (2007) propuseram a retomada da nomenclatura proposta por Schaller (1969) após verificarem, por análise de

sequências, que as rochas da Formação Morro do Chaves realmente ocorriam interdigitadas às das formações Rio Pitanga, Poção e Coqueiro Seco, e cuja amplitude temporal estende-se dos andares Aratu até o Eoalagoas. Portanto, esta nomenclatura também será adotada no presente estudo.

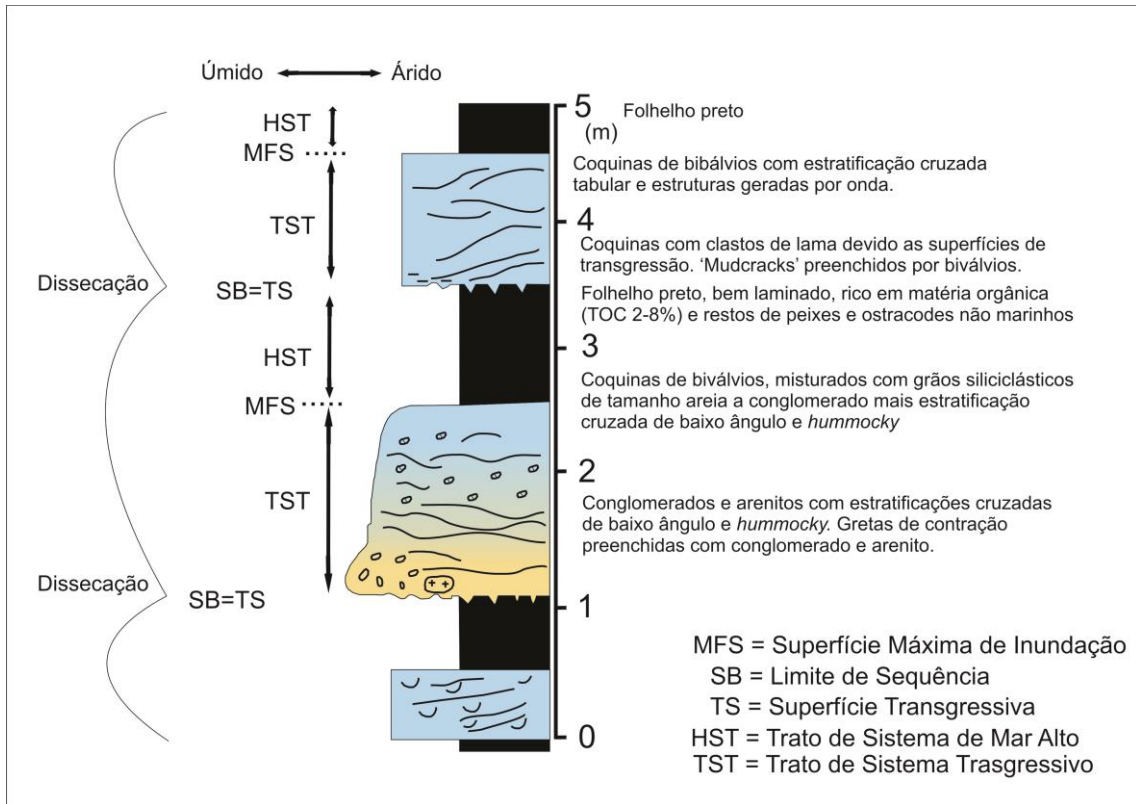
Esta unidade litoestratigráfica representa uma plataforma carbonática gerada em ambiente lacustre, caracterizada pelo acúmulo de coquinas. O desenvolvimento dessa plataforma carbonática teria cessado, provavelmente, devido à subsidência acelerada das sub-bacias, com elevação relativa das áreas fontes, aliadas à intensa atividade tectônica, que teriam permitido a progradação do sistema fluviodeltaico e a evolução de sistemas de fandeltas para o interior do lago (SOUZA-LIMA, 2008). Em termos cronológicos, teve sua deposição datada do Eoaptiano, no afloramento em Alagoas (FALCONI, 1990; AZAMBUJA FILHO et al., 1998); no entanto, novos dados palinológicos, obtidos do topo do afloramento em Alagoas, indicam uma idade Barremiana (ANTONIOLI et al., 2004, 2009), em acordo com aqueles obtidos por Chang et al. (1992). Em termos estratigráficos, sobrepõe-se discordantemente à Formação Penedo e está sotoposta, também discordantemente à Formação Maceió e interdigitada às formações Poção e Coqueiro Seco, na sub-bacia de Alagoas; enquanto na sub-bacia de Sergipe, sobrepõe-se discordantemente à Formação Penedo e está sotoposta, também discordantemente à Formação Maceió e interdigitada às formações Rio Pitanga e Coqueiro Seco (CAMPOS NETO et al., 2007).

A Formação Morro do Chaves consiste de sedimentos do Cretáceo Inferior relacionados ao estágio rifte da margem continental brasileira, depositados em condições tectônicas instáveis. Nesta fase ocorreram bruscas variações laterais e verticais de fácies, causadas por sistemas deposicionais complexos, falhamentos frequentes e erosão de caráter regional ou local. Durante a Idade Jiquiá, falhas com direção nordeste desenvolveram-se truncando os meio-grabens escalonados com direção norte-sul que se formaram durante o início do estágio rifte. Isto criou novos meio-grabens, com direção principalmente nordeste que foram preenchidos com carbonatos lacustres e sedimentos flúvio-deltaicos, desenvolvidos preferencialmente em altos (LANA, 1990; BRADLEY; FERNANDEZ, 1992).

Apresenta empilhamentos que variam de 50 m a 350 m de espessura, sendo os maiores relacionados a blocos falhados. Junto à pedreira CIMPOR, esta unidade litoestratigráfica atinge espessuras de 210 m, sendo que as rochas expostas perfazem um total de 108 m. Exibe quatro associações principais de fácies: (1) *fan-deltas* relacionados à falha da borda nordeste da bacia; (2) conglomerados retrabalhados por ondas e arenitos com bivalvíos; (3) espessas camadas carbonáticas de coquinas de bivalvíos; (4) folhelhos lacustres (Figura 3). Estas fácies são interpretadas com representantes de trato de sistema transgressivo de 3ª ordem com recobrimento dos depósitos fluviais da Formação Penedo, depositadas sob fortes oscilações climáticas. O contato basal é tanto uma superfície transgressiva, como também um limite de sequência. A sequência sedimentar é marcada pela presença de camadas de coquinas de bivalvíos, ostracodes e alguns gastrópodes, intercaladas com calcilutitos e material siliciclástico de granulometria fina - os folhelhos – que apresentam laminação cruzada de baixo ângulo e estratificação do tipo *hummocky*. Os níveis de folhelhos são, em sua maioria, ricos em peixes, sendo encontrados tanto fragmentos quanto espécimes inteiros, ostracodes não marinhos pertencentes à biozona NRT- 009 conchas de bivalvíos e restos de vegetais, principalmente junto aos folhelhos do topo da sequência (AZAMBUJA FILHO et al. 1998; NOGUEIRA et al. 2003; ANTONIOLI et al. 2004, 2009).

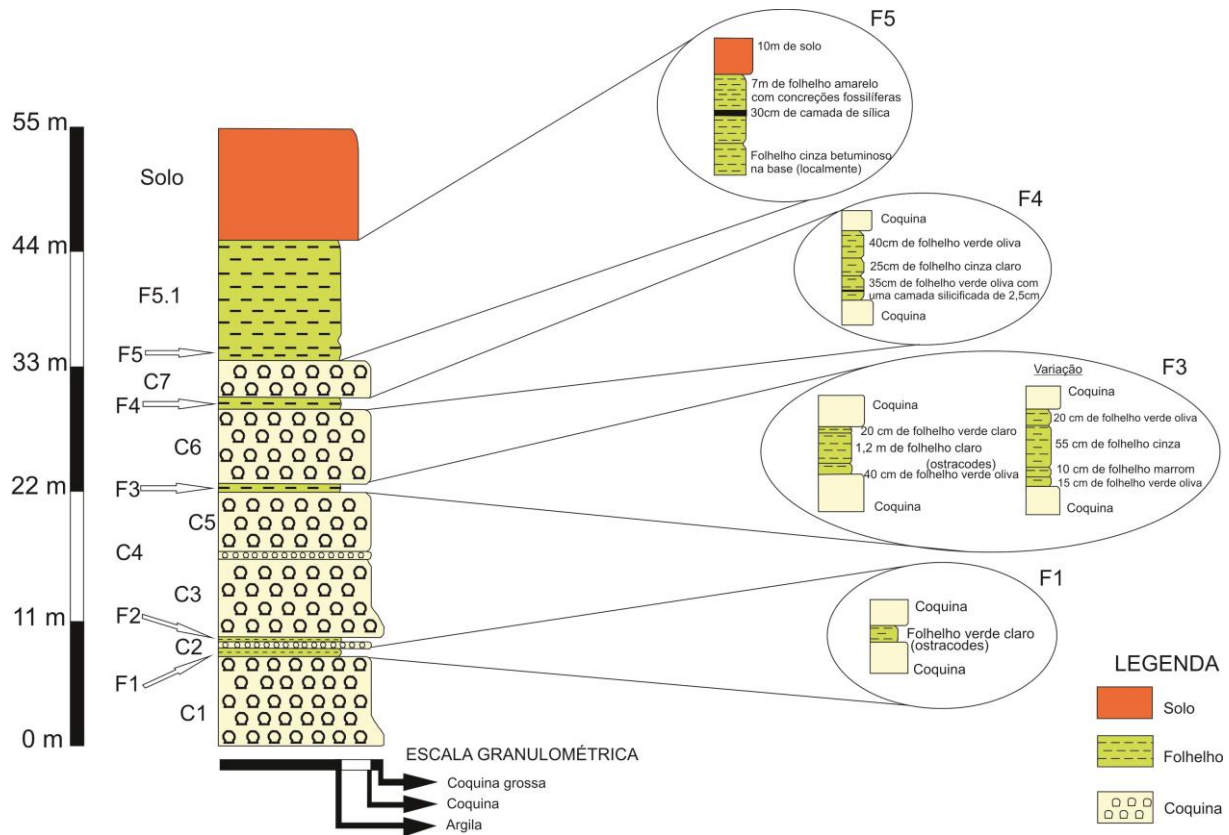
Em termos sedimentológicos, Coelho (2004), Queiroz Neto (2005) e Gallo Coelho (2008) elaboraram um perfil geológico do afloramento da Formação Morro do Chaves na pedreira CIMPOR apontando a existência de cinco níveis de folhelhos intercalados com sete camadas de coquinas para esta unidade, perfazendo um total de 55 m de exposição (Figura 3 e Figura 4).

Figura 3 – Modelo esquemático de sucessão de fácies da Formação Morro do Chaves.



Fonte: (Modificado de AZAMBUJA FILHO et al., 1998).

Figura 4 – Coluna estratigráfica do afloramento da Formação Morro do Chaves, na Pedreira Atol da Empresa CIMPOR, Município de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas.



Fonte: (Modificado de GALLO ; COELHO, 2008).

Segundo Maffizzoni (2000) e Queiroz Neto (2005) o ambiente deposicional foi predominantemente continental, lacustre, sem influência marinha e de baixa energia, apresentando águas salobras, com salinidade em torno de 5‰ e alternância entre águas ácidas e neutras. Antonioliet al. (2009) propuseram uma influência marinha “leve”, a partir da análise de peixes e palinóforos associados. Azambuja Filho et al. (1998) propuseram um modelo de reconstituição paleoambiental para a Formação Morro do Chaves na pedreira CIMPOR (Figura 3). Azambuja Filho & Rocha Mello (1992) afirmaram, ainda, que as flutuações do nível do lago, durante as fases transgressivas, propiciaram inundações de extensas áreas, e, em fases regressivas, com a diminuição da lâmina d’água, havia formação de lagos isolados. Com o balanço hídrico negativo e as consequentes disoxia e estratificação salina ocorriam a deposição de pelitos e concentração de matéria orgânica no substrato deposicional.

Segundo Falkenheinet al. (1986), o sistema lacustre desta formação é bastante peculiar, composto por um lago em cujas margens acumulavam-se conchas em abundância, formando depósitos denominados coquinas.

O paleoclima à época da deposição, segundo Moore et al. (1995), Grosdidier et al. (1996), Bate (1999) e Dingle (1999) afirmaram que tanto a Bacia de Sergipe-Alagoas quanto ao norte da Bacia do Gabão esteve sujeita ao efeito de chuvas de monções, responsáveis pela diluição das seções devido a um grande volume de siliciclásticos descarregados que oxigenaram sazonalmente o fundo dos lagos com correntes turbidíticas. Katz (1995) ressalta que altas taxas de sedimentação afetam drasticamente o conteúdo orgânico final devido ao efeito de diluição da matéria orgânica pelos sedimentos.

#### 4.3 PALEONTOLOGIA DA FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES

As primeiras descrições sistemáticas de fósseis na bacia de Sergipe foram realizadas em amonóides e em um gastrópode coletados nas áreas de Maruim e Laranjeiras. Estudos geológicos e paleontológicos mais detalhados na bacia sofreram grande impulso com o avanço da prospecção do petróleo em 1940, resultando em novas coletas de fósseis. Com base em foraminíferos foi estabelecida um zoneamento mais detalhado para as Formações Riachuelo, Cotinguiba e Calumbi, enfatizando os aspectos paleoambientais na tentativa de reconstrução da história paleogeográfica e paleoceanográfica da bacia no Aptiano ao Maastrichtiano. (SOUZA-LIMA et al., 2002).

O conteúdo fossilífero da Formação Morro do Chaves abrange os principais grupos sistemáticos viventes durante o Mesozóico Médio, sendo que os peixes são os elementos mais abundantes. A paleocitofauna presente é bastante diversificada, abundante e bem preservada com registros de semionotídeos, elopomorfos, clupeomorfos, gonorhynchiformes, salmoniformes, cimolictioídeos, enchodontídeos e mawsonídeos associados a presença de bivalvíos, gastrópodes, ostracodes, tetrápodes e palinomorfos (BRITO et al. 1988; GALLO, 2000; GALLO; BRITO, 2004; GALLO; COELHO, 2008; GALLO et al. 2009; GALLO et al. 2010; MAFFIZZONI, 2000; MELO et al., 2001;).

Nos níveis pelíticos da Formação Morro do Chaves, a assembléiafossilífera é composta por exemplares de semionotídeos, eleopomorfos, clupeomorfos, cimolictioideos, enchodontídeos e mawsonídeos associados a invertebrados e plantas. Algumas partes de peixes é de difícil identificação, devido a grande parte de o registro fossilífero estar sob a forma de ossos isolados, dificultando seu posicionamento taxonômico.

A paleoictiofauna desta formação é dominada por peixes atribuídos ao táxon Clupeomorpha. Sua distribuição ao longo de 11 níveis pelíticos exhibe três concentrações fossilíferas evidentes: a primeira monótona, composta por Elopomorpha presente no pelito 1; a segunda apresentando maior diversidade abrangendo os níveis pelíticos 2 a 8. A terceira concentração ocorre no pelito 11 exibindo menor diversidade, composta por uma associação entre Elopomorpha, Clupeomorpha e Aulopiformes.

Foi possível inferir morte não seletiva visto que os indivíduos juvenis e adultos estão presentes na assembleia fossilífera, causado por variações na salinidade, oxigenação e pH, provavelmente devido a diminuição na espessura da coluna d'água.

A presença de indivíduos adultos de Aulopiformes e Mawsoniidae sugere alóctones ao ambiente lacustre. Com relação a Semionotidae, na porção sergipana, sugere que estes peixes habitavam águas mais rasas, enquanto que os adultos (porção alagoana), habitariam águas mais profundas.

Os dados coligidos sugerem que na pedreira CIMPOR, a Formação Morro do Chaves foi depositada em ambiente lacustre onde tem-se uma estrita associação entre Mawsonia e Lepidotes, característica do Gondwana Ocidental e reconhecida em outras bacias sincrônicas também consideradas lacustre.

Com relação aos invertebrados a paleofauna inclui pequenos gastrópodes e bivalvíos dos gêneros *Anodontophora*, *Gonodon*, *Nucula*, *Astarte* e *?Psammobia*, bem como ostracodes representativos de *Cypridea*, *C.(Pseudocypridina)*, *Petrobrasia*, *Reconcavonae Darwinula* (SOUZA-LIMA et al., 2002; QUEIROZ NETO, 2005). Com base nos ostracodes, o último autor posicionou

o pacote Morro do Chaves no Eoaptiano e interpretou o paleoambiente como sendo do tipo lacustre, devido à ocorrência de espécies exclusivamente não marinhas.

Galloet al. (2009) assinalaram a presença de um exemplar quase completo de tetrápode quelonídeo no topo da unidade, e posicionando-o no táxon Pleurodira.

Antonioliet al. (2004, 2009) analisaram os palinomorfos e afirmaram que a associação palinoflorística é composta por grãos de pólen atribuíveis às gimnospermas (*Classopollis*, *Equisetosporites*, *Araucariacites*, *Eucommiidites*, *Gnetaceaepollenites*, *Inaperturopollenites*, *Dicheiropollis*), em associação com esporos triletes (*Apiculatisporis*, *Aequitriradites*, *Cicatricosisporites*, *Verrucosisporites*, *Deltoidospora*, *Leptolepidites*, *Concavisporites*) e diatomáceas (*Botryococcusbraunii*). Destacaram que grãos de pólen afins às angiospermas, dos gêneros *Stelatopollise Transitoripollis*, são componentes raros na associação. Estes mesmos autores posicionaram a unidade litoestratigráfica em análise no Barremiano Superior, devido à ocorrência conjunta das espécies *Aequitriradites spinulosus*, *Transitoripollis crisopolensis* *Dicheiropollis etruscus*. Além disso, interpretaram o paleoambiente como predominantemente continental e apontaram influência marinha para esta localidade, com base na ocorrência de um táxon de peixe estritamente marinho, atribuído a *Enchodus* sp. O paleoambiente lacustre é confirmado pela presença da associação *Mawsoniae Lepidotes*.

#### 4.4 TAFONOMIA DOS PEIXES DA FORMAÇÃO MORRO DO CHAVES

O estudo dos processos tafonômicos atuais permite extrapolar para os fósseis a intensidade dos processos físicos e biológicos contemporâneos, que deixam registrados nos restos esqueléticos as suas respectivas assinaturas tafonômicas. Os processos atuantes na formação da concentração fossilífera podem ser subdivididos em duas categorias. A primeira compreende os processos que causam modificações no esqueleto e incluem incrustação, fragmentação, abrasão, dissolução e bioerosão/corrosão. Na segunda, estão os processos que afetam as relações entre os bioclastos, tais como orientação e articulação (PARSONS; BRETT, 1991).

O reconhecimento e descrição das feições tafonômicas substancializam as interpretações geológicas, pois são confiáveis indicadores sobre a hidrodinâmica deposicional no momento de acumulação da concentração fossilífera. As

assinaturas tafonômicas são indicativas das consequências preservacionais dos processos geológicos atuantes na crosta terrestre. A sua grande variabilidade morfológica, ainda que homomórfica em algumas famílias possibilite testar hipóteses sobre paleoecologia evolutiva, pois a preservação é um reflexo direto da paleoquímica da água do mar, padrões de circulação, sedimentação e ação bioerosiva (WETMORE, 1987).

Em condições normais, os restos esqueléticos mantêm-se em equilíbrio com a química da água onde vivem. Quando ocorre dissolução de carapaças calcárias, significa que este equilíbrio foi quebrado por flutuações na temperatura, pH ou CO<sub>2</sub>. Esta desarmonia ocorre provavelmente no micro-habitat circundante dos restos. Na zona tafonomicamente ativa (ZTA), as águas intersticiais tornam-se supersaturadas em CaCO<sub>3</sub> e ocorre produção de ácido sulfúrico a partir da degradação do carbono orgânico e oxidação do sulfeto de hidrogênio na interface óxica-anóxica. Os elementos bioturbadores misturam o ácido com o sedimento de fundo, induzindo a rápida produção de sulfato, misturando-o com as águas superficiais, assim resultando na dissolução de restos esqueléticos de composição carbonática (PARSONS; BRETT, op.cit.).

Embora as espécies calcárias apresentem dissolução diferencial, variável de acordo com seu ambiente de vida, foi possível definir que a resistência à dissolução está diretamente ligada à espessura da parede e a fatores ligados aos demais elementos faunísticos associados, tais como a degradação do cimento orgânico por ação de bactérias e fluidos do trato digestivo das formas sedimentívoras com pH baixo, principalmente em substratos ricos em matéria orgânica (PARSONS; BRETT, 1991).

Segundo Melo (2011) os estudos tafonômicos revelaram que a maior porcentagem de peixes articulados e a presença de escamas preservadas indicariam término precoce de decomposição após a morte, seguido de soterramento. Baixo grau de retrabalhamento, ausência de transporte à longa distância e morte não seletiva são características do processo.

Os indivíduos mais bem preservados foram identificados nos pelitos 5 e 11, visto que o processo de desarticulação de carcaças ocorre mais rapidamente em águas superficiais. Os pelitos 7 e 8 indicaram maior grau de desarticulação e maior

número de indivíduos adultos. Um gradiente de desarticulação crescente foi verificado no pelito 2 em direção ao topo, interrompido por intervalos de boa preservação nos níveis 5 e 11.

O aumento da decomposição está intimamente ligado a elevação da temperatura da água. Desta maneira os pelitos 2 a 4 e 7 a 10 representariam momentos de aquecimento crescente enquanto que os níveis 5 e 11 são sugestivos de períodos frios e úmidos marcados pelo aumento do nível do lago.

O táxon Mawsoniidae apresenta maior grau de desarticulação que os demais, isto é atribuído ao processo diferencial de decomposição, onde os indivíduos menores são melhores preservados por não tenderem a se desarticularem tão rapidamente como os maiores. Possuem maior flutuação pelo grande potencial de produção de gases. Os peixes menores afundam com maior facilidade e permanecem no fundo devido ao baixo acúmulo de gases decomposicionais.

As nadadeiras caudal e peitoral exibem maiores desarticulações, sendo nos níveis pelíticos 2, 3, 5, 7 e 10 o maior índice de desarticulação das nadadeiras. O maior grau de desarticulação com relação às costelas foi definido nos pelitos 7 e 9, nos pacotes mais superiores, devido ao processo longo de decomposição facilitando a maior exposição da carcaça. Nos pelitos 7, 8 e 9 apresentaram o maior índice de desarticulação com relação ao crânio, enquanto que o pelito 11 exibiu melhor articulação craniana. Todos os indivíduos foram submetidos ao processo de decomposição em diferentes níveis de intensidade.

Os níveis pelíticos de 2 a 8 e 11 verificou-se a ocorrência de tetania. A presença deste atributo no registro fossilífero está relacionada a pequenos intervalos temporais de exposição da carcaça e a variação taxonômica, sendo os níveis mais basais indicando maior incidência de tetania quando comparados com os estágios mais superiores. Mostrando orientação preferencial, os pelitos 4 e 10, evidenciaram correntes fortes o suficiente para orientar os bioclastos no sedimento. No entanto o pelito 2 indicou fracas correntes porém suficientes para espalhar o material desarticulado pelo sedimento.

A presença de pirita é indicativa de taxas do soterramento e condições geoquímicas de interface água-sedimento. Este mineral de forma euédrica nodular foi encontrado nos pelitos 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11 sugerindo substrato disóxico e ambiente de baixa sedimentação.

Os indivíduos que apresentaram melhor articulação foram encontrados no pelito 11, preservados devido a concreção carbonática, oriundos de ambientes em condições anaeróbicas, que eleva o pH da água favorecendo a precipitação do carbonato. Após a morte estas estruturas diagenéticas são imediatamente formadas, o que favorece a observação dos atributos tafonômicos.

Para a Formação Morro do Chaves foram reconhecidas três tafofácies: A- bioclastos desarticulados preservados em arenito fino; B- bioclastos parcialmente articulados e desarticulados preservados em siltito e argilito; C- bioclastos bem articulados preservados em concreções carbonáticas Melo (2011).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 MICROPALÉONTOLOGIA

#### 5.1.1 Foraminíferos

A intensidade do transporte de teca de foraminíferos pode ser caracterizada a partir da sua forma, tamanho e abundância relativa, assim como pela granulometria do substrato, que podem sugerir a distância na qual a teca foi projetada para acima do fundo. Para isso, as formas esféricas, discóides e cilíndricas, em ordem de confiabilidade, são as utilizadas neste tipo de análise. De acordo com Martin e Liddell (1991), a velocidade com que as tecas são jogadas contra o substrato, antes de serem depositadas, e as velocidades de tração/saltação, quando plotadas em um gráfico linear, permitem a caracterização de quatro grupos de transporte, que podem ser correlacionados com diferentes tafofácies.

Tafofácies é o agrupamento de associações faunísticas que possuem histórias tafonômicas similares, que pode ser útil na interpretação de ambientes deposicionais antigos, por meio da quantificação das assinaturas tafonômicas. O efeito dos processos tafonômicos na acumulação de associações de foraminíferos é melhor evidenciado nos ambientes com sedimentação carbonática. Isso acontece porque é possível reconhecer e por vezes quantificar os gradientes relacionados com a batimetria, tais como turbulência da água, taxa de sedimentação, conteúdo de carbono orgânico, química da água, bioerosão e bioturbação. Também nestes ambientes é possível avaliar os correspondentes gradientes tafonômicos atuantes após a morte dos indivíduos, a saber: abrasão, dissolução e transporte. Ainda que preliminarmente, Martin e Liddell (op.cit.) desenvolveram um modelo com seis diferentes tafofácies, capaz de testar a influência dos contrastes ecológicos e tafonômicos, na morfologia da teca, evolução e preservação ao longo do tempo.

Os estudos de tafonomia comparativa em associações de foraminíferos bentônicos ainda são restritos a alguns aspectos preservacionais ou a táxons específicos. Atualmente, as pesquisas têm sido direcionadas para análises experimentais de abrasão e resistência à dissolução, dissolução *in situ* e bioerosão; através desses aspectos têm sido formuladas e testadas hipóteses sobre perdas de informações na transição populações vivas/populações fósseis. Com isso, podem-se

identificar distorções nos gradientes batimétricos, resultantes de dominâncias específicas produzidas pelos fatores tafonômicos e seus gradientes (MARTIN; LIDDELL, 1991).

A forma, composição e estrutura da teca não são os fatores que influenciam diretamente na redução da teca por abrasão. O tipo de sedimento constituinte do substrato e a espessura da testa, ao contrário, são os parâmetros mais importantes para medir a influência da abrasão na destruição de elementos das associações de foraminíferos. A alteração da composição original de um dado conjunto faunístico pode ser expressiva e influenciar a interpretação final. Em ambientes deposicionais carbonáticos, as tecas não chegam a ser destruídas pelo simples atrito com os sedimentos do substrato. Mesmo nos ambientes de alta energia (*backreefe forereef*) as tecas não são totalmente destruídas por abrasão. Experimentos comprovaram que esse padrão é diferenciado nos ambientes deposicionais mistos e siliciclásticos, o que bem caracteriza um contraste tafonômico (MARTIN; LIDDELL, op.cit.).

O grau de fragmentação reflete o nível de energia física de um determinado ambiente. A quebra dos restos esqueléticos resulta do seu impacto com rochas, seixos ou outros bioclastos. É nas áreas de fraqueza das tecas que ocorre sua fragmentação, como mudanças na estrutura esquelética e mineralogia, linhas de ornamentação ou bruscas mudanças na convexidade (PARSONS; BRETT, 1991).

A análise tafonômica dos foraminíferos revelou a presença de formas robustas com graus de fragmentação e abrasão variando entre moderado à alto que reflete a alta energia ambiental durante o processo de soterramento, pois apenas um meio ambiente altamente energético pode quebrar bioclastos de tamanhos tão reduzidos.

A grande parte dos foraminíferos examinados neste trabalho, apresenta sinais de dissolução, desencadeada a partir da super-saturação das águas em carbonato de cálcio, seja nas que contactam o fundo (interface água-sedimento) ou nos interstícios dos grãos sedimentares. A dissolução também pode ser consequência da oxidação da matéria orgânica nos sedimentos superficiais de granulação fina.

As tecas de foraminíferos bentônicos analisados apresentam-se em um único estágio de dissolução de acordo com a proposta de Parsons e Brett (1991), onde

observou-se a fragmentação de todas as câmaras e a obliteração das estruturas morfológicas diagnósticas.

As associações de foraminíferos examinadas nesta pesquisa possuem tecas lenticulares e densas representantes dos gêneros *Cibicides* (Figura 5.1-5.4) e *Ammonia* (Figura 5.5-5.7), que são facilmente removidas, porém redepositam-se rapidamente. Estes táxons e suas respectivas mobilizações permitem afirmar que o conjunto microfaunístico sofreu transporte por *bedload* (MURRAY, 1991). Os indivíduos são nitidamente espécies misturadas, advindas de ambientes adjacentes ao lago, inseridas na associação original tipicamente lacustre.

A associação estudada nesta pesquisa caracteriza-se por uma mistura diversa de elementos de igual suscetibilidade a transportes ou destruição. As formas são todas alóctones com tecas de mesma resistência aos fatores bioestratinômicos. O conjunto faunístico e a sedimentologia física sugerem tratar-se de um meio de baixa energia com transporte pós-morte variando entre pequeno a moderado.

#### 5.1.2 Poríferos e Briozoários

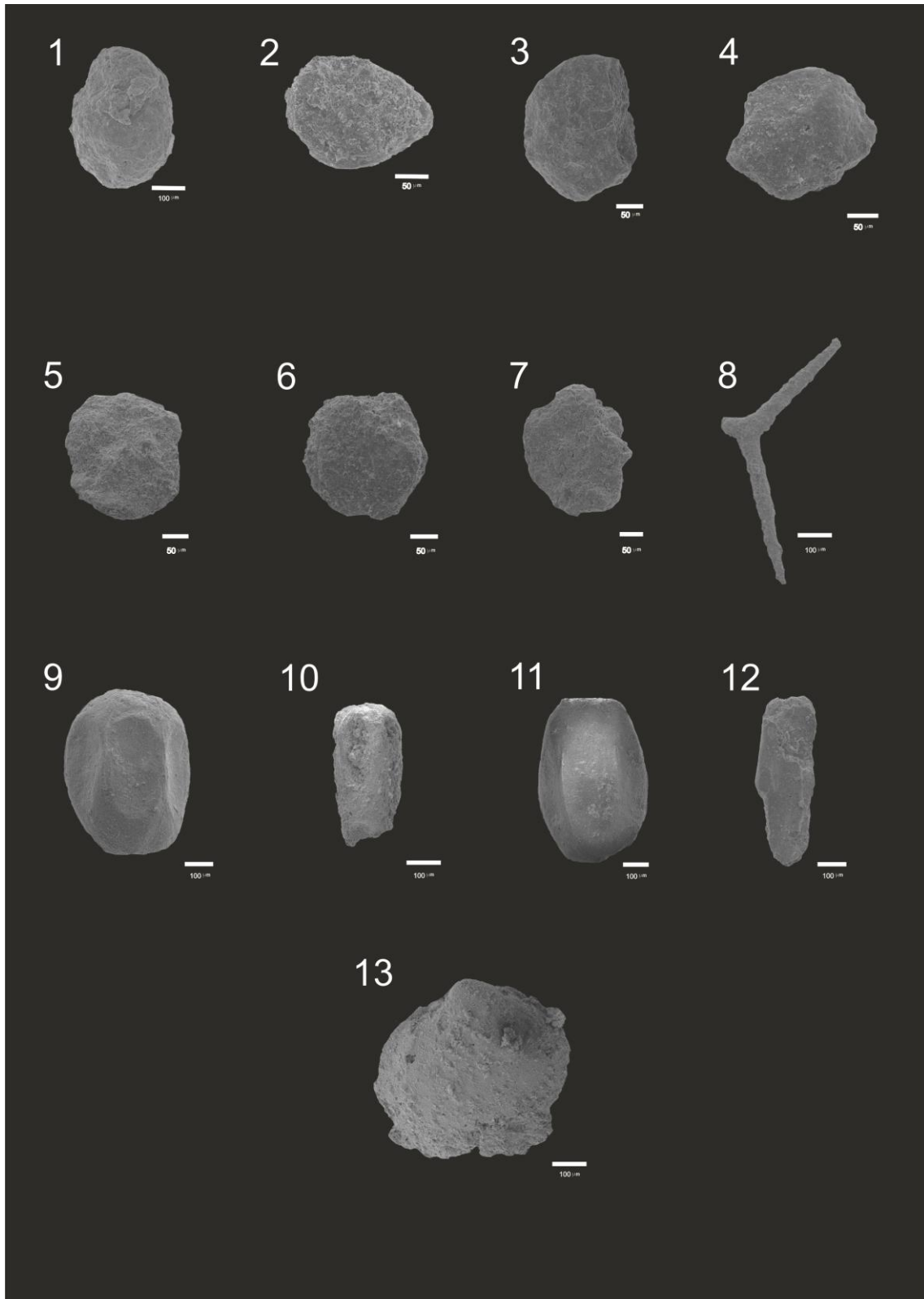
Os poríferos estão representados por espículas calcárias com arquitetura monoaxônica e triaxônica triactinal (Figura 5.8), parcialmente fragmentadas e moderado grau de dissolução.

Os briozoários estão representados por fragmentos zoariais com simetria tetrâmera, onde cada lado é ocupado por um único indivíduo (Figuras 5.9-5.12). Dos zoécios ainda são reconhecidas as espessas e bem marcadas paredes dos opésios, posicionados em um nível levemente mais alto do que a superfície da carapaça. Os fragmentos isolados destas colônias eretas representam elementos originalmente unidos por articulações, que tipificam ambiente com moderado nível energético.

#### 5.1.3 Microbiválvio

A concha do microbiválvio (Figura 5.13) exhibe moderados graus de fragmentação e abrasão, e evidentes vestígios de dissolução, permanecendo intacta a sua área dorsal. A preservação do umbo, sua parte mais proeminente, afasta a possibilidade de atrito entre a concha e o substrato, evidenciando transporte pós-morte em curta distância.

Figura 5 - Foraminíferos: 1-4 *Cibicides* sp.; 5-7 *Ammonia* sp.; 8 Porífero: espícula triaxônica triactinal indeterminada; 9-11 Briozoários: zoécios isolados de quilostomados indeterminados; 12- Briozoário: fragmento de pasiteídeo; 13- Biválvio: valva de microbiválvio indeterminado.

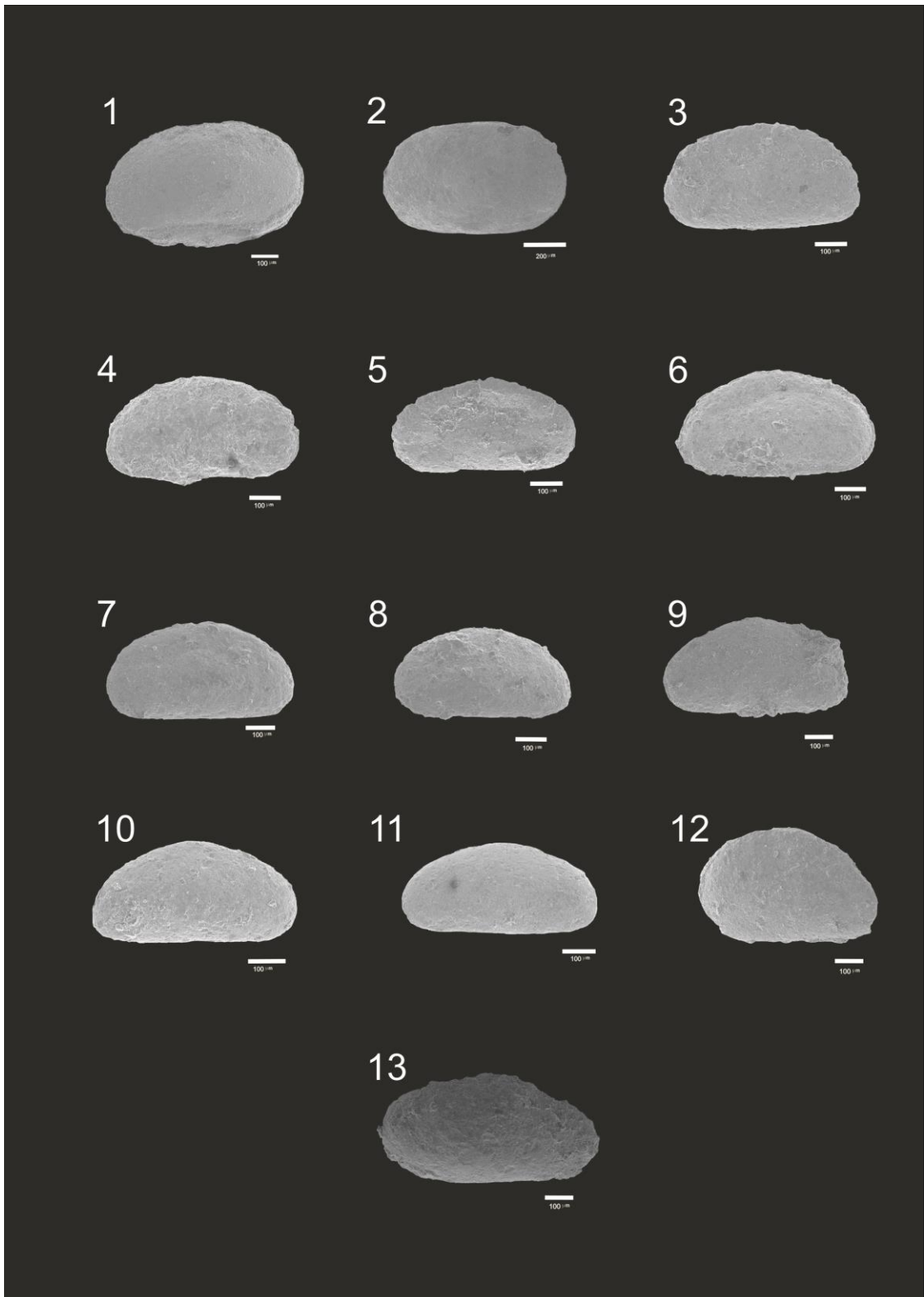


#### 5.1.4 Ostracodes

Os ostracodes estão preservados em sua maioria como carapaças com as valvas articuladas, principalmente no nível P5, P7 e P8, onde ocorrem a maioria de seus estágios ontogenéticos, reconhecidos como provavelmente pertencentes aos gêneros *Cypridea* (Figuras 6.1-6.6, 6.9, 6.12, 6.13) e *Darwinula* (Figuras 6.7, 6.8, 6.10, 6.11), que sugerem ambiente de baixa energia e baixo aporte sedimentar. Nos demais níveis pelíticos ocorrem tanto carapaças completas e articuladas quanto valvas isoladas com feições de dissolução em todos os indivíduos, indicando nível de energia um pouco mais alto.

Segundo Queiroz Neto (2005) as assembleias são monoespecíficas no nível P3, caracterizando água salobra, e no nível P11, parece também ter havido baixo aporte sedimentar.

Figura 6– Ostracodes: 1-6, 9, 12 e 13 ?*Cypridea* sp.; 7, 8, 10 e 11 ?*Darwinula* sp.



## 5.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O quadro de instabilidade ambiental causados pelas flutuações na temperatura, pH e CO<sub>2</sub> está refletido em todos os microfósseis analisados, principalmente nos foraminíferos, poríferos, briozoários e microbiválvio, encontrados nos níveis pelíticos P1, P2 e P3 cujas carapaças apresentam claros vestígios de dissolução. De acordo com os dados geológicos e ictiológicos (MELO, 2011) estes horizontes refletem momentos de oscilação positiva do nível do lago, quando extensas áreas foram inundadas provavelmente por chuvas de monções.

As assinaturas tafonômicas sugerem que estes restos foram transportados por curta distância por saltação e/ou suspensão, cuja composição pelítica do fundo dirimiu os efeitos de abrasão, pelo abrandamento do impacto entre as carapaças e o substrato.

A composição taxonômica e as feições preservacionais da ostracofauna mostram que corresponde a uma assembleia autóctone cujas instabilidades em alguns fatores ambientais causaram diferenças nas suas acumulações esqueléticas e dissolução em suas carapaças em alguns níveis da seção geológica estudada.

A integração entre os dados tafonômicos da concentração microfossilífera e sua composição taxonômica sugerem que os ostracodes constituem uma assembleia autóctone, tipicamente lacustre, enquanto que os demais elementos são todos alóctones, tipicamente marinhos, que foram transportados até o lago.

## 6 DISCUSSÃO

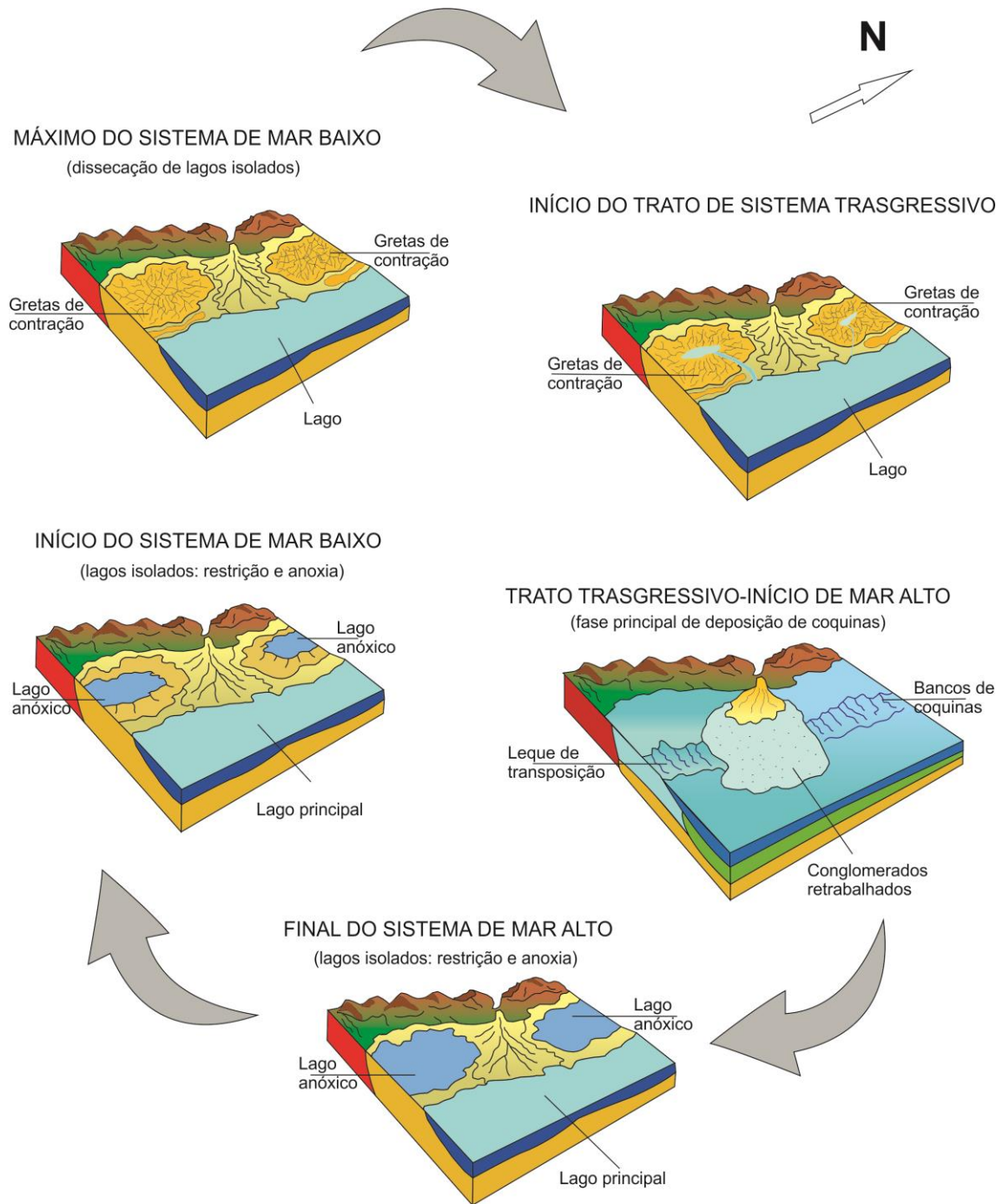
As contextualizações geológicas e tafonômicas prévias, favoreceram a compreensão sobre a provável evolução e dinâmica do paleolago Morro do Chaves.

Wicander e Monroe (2009) afirmaram que uma elevação global no nível do mar teria ocorrido durante o Cretáceo resultando em transgressões provavelmente causadas por um fluxo maior de calor, ao longo das cadeias mesoceânicas, devido ao intenso rifteamento e posterior expansão da crosta oceânica. Os autores admitiram que no Cretáceo Médio, o nível do mar deveria estar tão elevado como em nenhum outro período desde o Ordoviciano, recobrando cerca de um terço da crosta continental.

Segundo Dias (1999), no Aptiano Inferior (final do Andar Jiquiá e início do Andar Alagoas) a sedimentação foi predominantemente siliciclástica e de caráter continental, com incursões marinhas esporádicas, que teriam ocorrido ainda durante a fase rifte. O Andar Alagoas de idade em torno de 10 M.a., entre o Aptiano Inferior e o Albiano Inferior, registrou uma passagem gradual de um ambiente tipicamente continental para um marinho franco, com características intermitentes, iniciada sob a forma de um alongado e estreito golfo originando pequenas bacias que foram evaporadas gerando acumulações de sequências salíferas. (SOUZA-LIMA, 2008).

Segundo Melo (2011) a intercalação cíclica de folhelhos com laminação plano-paralela, coquinas e arenitos estratificados, associadas a feições de gretas de contração sugere paleoambiente lacustre na porção alagoana da Formação Morro do Chaves na Pedreira Atol. No perfil geológico foram individualizadas quatro parasequências, cada uma representativa dos tratos de sistema transgressivo, de nível de lago alto e de nível de lago baixo (*sensu* SCHOLZ; ROSENDAHL; SCOTT, 1990), condizente com o modelo de Azambuja Filho; Arient e Cruz (1998) (Figura 7). Este padrão sugere ciclicidade entre raseamento e inundação do lago, cuja fase de inundação máxima está bem caracterizada no topo da seção, onde o pacote pelítico alcança maiores espessuras. As fases transgressivas são marcadas pela presença de gretas de contração e pelo padrão de empilhamento sedimentar retrogradacional, como resultado do aporte sedimentar de origem fluvial, devido ao aumento do volume de água identificado pela presença de estratificações acanaladas e cruzadas.

Figura 7: Modelo de reconstituição paleoambiental da formação Morro do Chaves.



Fonte: (Modificado de AZAMBUJA FILHO et al., 1998).

As coquinas, bem retrabalhadas, cimentadas e recristalizadas, foram depositadas nos momentos trasgressivos, enquanto que a presença de pirita euédrica nodular em quase todos os pacotes pelíticos analisados, reforça a

suposição de ambiente redutor, disóxico-anóxico, atribuído à porção mais distal do lago. Cabe ressaltar que as gretas de contração identificadas nesta seção são atípicas já que causam deformação do pelito e, algumas vezes, acompanham horizontalmente o sedimento litificado. A presença de delgadas lâminas de gipsita depositadas sugere ambiente de baixa salinidade (MELO, 2011).

A porção sergipana corresponde a um ambiente óxico, com baixo potencial de preservação fossilífera, com grande descarga de sedimentos grosseiros, sendo interpretada como borda lacustre. A presença de icnofósseis (bioturbações) e conchostráceos reforça esta hipótese, uma vez que estes organismos são típicos de ambientes continentais restritos e freqüentes em corpos de água doce e rasos. No registro geológico, os conchostráceos são expressivos em depósitos originados sob condições climáticas relativamente quentes e secas (WEBB, 1979 in MELO 2011).

Maffizzone (2002) com bases em estudos isotópicos em amostras de apatita procedente da Pedreira Atol, afirmou que a salinidade do ambiente teria sido maior do que as encontradas em água doce, indicando uma possível influência marinha no paleoambiente ou simplesmente uma concentração de sais acima da que ocorre normalmente em água doce.

Antonioliet al.(2009) propuseram uma “leve” influência marinha a partir de associações de peixes e palinórfos. Segundo Azambuja Filho e Rocha Mello (1992) ocorreram flutuações do nível do lago, alternando-se fases transgressivas que inundavam extensas áreas e fases regressivas, quando formavam-se lagos isolados.

Os dados paleoictiológicos levantados por Melo (2011) sugeriram que a presença exclusiva de representantes adultos de Aulopiformes e †Mawsoniidae seriam alóctones ao paleoambiente lacustre da unidade litoestratigráfica analisada, uma vez que assembleias autóctones seriam caracterizadas pela associação geosincrônicas de indivíduos juvenis e adultos pertencentes ao mesmo táxon. Para Ferber e Wells (1995), os peixes seriam bons indicadores ambientais, pois estes permitem interferências sobre temperatura, profundidade e teor de oxigênio dissolvido na água. Essas características são úteis na reconstrução de antigos ambientes, levando em conta também a análise dos atributos tafonômicos de

necrólise, composição taxonômica, tamanho dos exemplares, desarticulação dos esqueletos e grau de tetania.

As associações de foraminíferos, briozoários, poríferos e microbiválvio identificadas nesta pesquisa sugerem que estes indivíduos sejam todos de caráter alóctone, caracterizada por uma mistura de elementos susceptíveis a transporte ou destruição. A análise destes táxons possibilitou definir um transporte do tipo *bedload* (MURRAY, 1991), experimentado por esses indivíduos que são nitidamente espécies misturadas advindas de ambientes próximo ao lago, inseridas na associação tipicamente lacustre. Segundo Queiroz Neto (2005), os ostracodes do pacote Morro do Chaves são espécies exclusivamente não marinhas de paleoambiente lacustre. Na presente pesquisa, apenas a ostracofauna possui características que sugerem tratar-se de uma assembleia autóctone de ambiente tipicamente lacustre, enquanto que os demais indivíduos são todos alóctones.

As descrições das assinaturas tafonômicas coincidem com as interpretações geológicas realizadas até o momento. Os registros tafonômicos demonstraram que os restos destes indivíduos teriam sido transportados por uma distância relativamente curta, tanto por saltação quanto por suspensão.

As chuvas de monções causaram provavelmente as flutuações positivas do nível do lago, bem como o aporte aquoso continental no mar, alimentado pelos elementos do sistema de drenagem continental. Durante esses eventos, as águas do lago e do mar se misturaram, pois os seus níveis ultrapassavam o alto estrutural que os separava. Assim, microfósseis corpóreos marinhos eram carregados para dentro do lago. Nos momentos das flutuações negativas, a diminuição do nível do lago, a grande quantidade de matéria orgânica e a nula agitação das águas desencadeavam a instalação de um ambiente redutor nas porções mais distais do lago. Em consequência deste evento foi possível registrar a presença de indivíduos alóctones tipicamente de ambiente marinho na seção lacustrina.

Os teores de salinidade acima do normal para um ambiente lacustre encontrado por Mafizzone (2002) nos estudos de isótopos, sugerem que o aporte de sal no paleolago Morro do Chaves também esteja associado com a mistura das águas do lago e do mar durante as oscilações positivas.

## 7 CONCLUSÕES

O estudo dos microfósseis procedentes da Pedreira Atol, estado de Alagoas, atribuída geologicamente à Formação Morro do Chaves, Bacia de Sergipe-Alagoas, permitiu as seguintes conclusões:

1 A associação microfossilífera é pouco diversa, composta por foraminíferos (gêneros *Cibicides* e *Ammonia*), ostracodes (gêneros *Cypridae* e *Darwinula*), espículas de poríferos, fragmentos zoariais de briozoários quelostomados e um microbiválvio indeterminado.

2 A supersaturação em  $\text{CaCO}_3$  das águas intersticiais produz ácido sulfúrico a partir da degradação do Carbono orgânico e oxidação do sulfeto na interface óxica-anóxica, que induz a produção de sulfato, gerando instabilidade no meio, dissolvendo os restos esqueletais carbonáticos. Em todos os microfósseis analisados, principalmente nos foraminíferos, poríferos, briozoários e microbiválvio dos níveis pelíticos P1, P2 e P3 cujas carapaças apresentam claros vestígios de dissolução, sugerem tal desequilíbrio químico do ambiente. Os dados geológicos e ictiológicos destes horizontes refletem momentos de oscilação positiva no nível do lago, quando extensas áreas foram inundadas provavelmente por chuvas de monções.

3 As assinaturas tafonômicas sugerem que os microfósseis, exceto os ostracodes, sejam alóctones, tendo sido transportados por curta distância por saltação e/ou suspensão, cuja composição pelítica do fundo dirimiu os efeitos de abrasão, pelo abrandamento do impacto entre as carapaças e o substrato. A composição taxonômica e as feições preservacionais da ostracofauna refletem tratar-se de uma assembleia autóctone embora elementos de alguns níveis da seção geológica estudada, também apresentem feições de dissolução.

4 As descrições tafonômicas coincidem com as interpretações geológicas realizadas anteriormente e também nesta pesquisa. A análise dos táxons indicou um transporte tipo *bedload*, experimentado por esses indivíduos que representam espécies nitidamente misturadas oriundas de ambientes proximais, implantadas na assembleia tipicamente lacustre. Os dados disponíveis atestam que não houve ambiente marinho e nem influência marinha na seção lacustrina na Formação Morro

do Chaves, já que os microfósseis marinhos foram deslocados até o lago, durante flutuações positivas que elevavam o nível do lago, acarretando em uma mistura das águas do mar e do lago após terem ultrapassado o nível topográfico do alto estrutural que os separavam.

5 Os teores de salinidade mais elevados do que se espera para um ambiente tipicamente lacustre, obtidos em estudos isótopos também estariam associados com a mistura das águas durante os eventos de oscilações positivas.

## REFERÊNCIAS

- ANTONIOLI, L.; DINO, R.; GALLO, V. Barremian palynomorphs and associated fish remain on the Sergipe/Alagoas Basin, northeastern Brazil. In: INTERNATIONAL PALYNOLOGICAL CONGRESS, 11th, 2004, Granada. *Polen*. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2004. v. 14, p. 447-448.
- ANTONIOLI, L.; DINO, R.; GALLO, V. Palinomorfos barremianos e peixes associados em sedimentos da Formação Morro do Chaves, Bacia de Sergipe-Alagoas, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 21., 2009, Belém. *Livro de resumos*. Belém: SBP, 2009. p. 22.
- AZAMBUJA FILHO, N.C.; ARIENTI, L.M.; CRUZ, F.E.G. Guidebook to the rift-drift Sergipe-Alagoas passive margin Basin, Brazil. Rio de Janeiro: Petrobras, 1998. 1CD-ROM.
- AZAMBUJA FILHO, N.C.; ROCHA MELLO, M. Sedimentação de coquinas e folhelhos betuminosos da Formação Morro do Chaves, Cretáceo inferior, Bacia de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. *Boletim de resumos expandidos*. São Paulo: SBG, 1992. p. 488-489.
- BATE, R. H. Non marine ostracod assemblages of the pré-salt rift basins of West Afrika and their role in sequence stratigraphy. In: CAMERON, N.R.; BATE, R.H. e CLURE, V.S. (Eds.). *The Oil and gas habitats of the South Atlantic*. London: Geological Society, Special Publications, 1999. v. 153, p. 283-292.
- BRADLEY, C.A.; FERNANDEZ, M.N. Early Cretaceous palaeogeography of Gabon/Northeastern Brazil: a tecton-stratigraphic model based on propagating rifts. In: Colloque de Géologie, Libreville, 1991. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, v. 13. Libreville: [s.n.], 1992. p. 17-30.
- BRITO, I.M.; CARVALHO, M.G.P.; BRITO, P.M. Considerações sobre a Paleontologia da Formação Morro do Chaves, Cretáceo Inferior da bacia de Sergipe-Alagoas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 1988. v. 59, n. 3, p. 163.
- CAMPOS NETO, O.P.A.; SOUZA-LIMA, W.; CRUZ, F.E.G. 2007: Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415, maio/nov.2007.
- CHANG, H.K. et al. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil Rift System: an overview. *Tectonophysics*, [S.l.], v. 213, n. 1/2, p. 97-138, out. 1992.
- COELHO, P.M. *Revisão sistemática dos Enchodontidae (Euteleostei: Aulopiformes) do Brasil*. 2004. 83f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- DIAS, J. L. O Andar aptiano na margem leste do Brasil e as primeiras incursões e ingressões marinhas no oceano atlântico Sul Meridional. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Campus do Rio Claro/SP. *Boletim...Campus do Rio Claro*: UNESP, 1999. p. 03-07.

DINGLE, R.V. Walvis Ridge barrier: its influence on palaeoenvironments and source rock generation deduced from ostracods distributions in the early South Atlantic Ocean. In: CAMERON, N.R.; BATE, R.H.; CLURE, V.S. (Eds.). *The Oil and gashabitats of the South Atlantic*. London: Geological society, Special Publications, 1999. v. 153. p. 293–302.

FALCONI, C.M.O. Sedimentação e caracterização dos arenitos-reservatórios da Formação Coqueiro Seco (Cretáceo Inferior), Campo de Pilar, Bacia de Sergipe-Alagoas. 1990. 177f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 1990.

FALKENHEIN, F.H.U. et al. *Projeto análise da Bacia de Sergipe-Alagoas*. [S.l.], 1986. (Relatório Interno da Petrobras).

FERBER, C.T.; WELLS, N.A. Paleolimnology and taphonomy of some fish deposits in "Fossil" and "Uinta" lakes of the Eocene Green River Formation, Utah and Wyoming. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, [S.l.], v. 117, p. 185-210. 1995.

FEIJÓ, F.J. Bacias de Sergipe e Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 149-161, jan./mar.1994.

GALLO, V. et al. Paleontologia e geologia da Formação Coqueiro Seco, Aptiano Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 18., 2003, Brasília. *Boletim de resumos*. Brasília: SBP, 2003. p. 143-144.

GALLO, V. First occurrence of *Lepidotes* (Actinopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) in the Coqueiro Seco Formation, Early Aptian of the Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia*, Rio de Janeiro, n. 51, p. 1-14. abr.2000.

GALLO, V.; BRITO, P.M. An Overview of Brazilian semionotids. In: ARRATIA, G.; TINTORI, A. (Eds.). *Mesozoic fishes 3 - systematics, paleoenvironments and biodiversity*. München: Verlag Dr. Friederich Pfeil, 2004. p. 253-264.

GALLO, V.; COELHO, P.M. First occurrence of an aulopiform fish in the Barremian of the Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. In: ARRATIA, G.; SCHULTZE, H.-P.; WILSON, M.V.H. (Org.). *Mesozoic fishes 4 - systematics, homology and nomenclature*. München: Verlag Dr. Friederich Pfeil, 2008. p. 351-371.

GALLO, V. et al. A Tartaruga Pleurodira mais antiga do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 21., 2009, Belém. *Livro de resumos*. Belém: SBP, 2009. p. 180-181

GALLO, V.; CARVALHO, M.S.S. de; SANTOS, H.R.S. New occurrence of Mawsoniidae (Sarcopterygii, Actinistia) in the Morro do Chaves Formation, Lower Cretaceous of the Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*, Belém, v. 5, n. 2, p. 195-205, maio/ago. 2010.

GROSDIDIER, E. et al. Biozonation du crétacé inférieur non marin des bassins du Gabon et du Congo. In: COLLOQUES ANGERS, 1994, [S.l.] *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud: Actes.* [S.n.] 1996. p. 67-82.

KATZ, B.J. Factors controlling the development of lacustrine petroleum source rocks – an update. *AAPG Special Volumes*, [S.l.], v. 40, p. 61-80. 1995.

LANA, M.C. Bacia de Sergipe-Alagoas: Uma Hipótese de evolução tectono-sedimentar. In: GABAGLIA, G.P.R.; MILANI, E.J. (Eds.). *Origem e evolução das bacias sedimentares*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. p. 311-332.

MAFFIZZONI, A.F. *Paleoictiofauna da Formação Coqueiro Seco, aptiano inferior do Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil*. 2000. 149f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000.

MAFFIZZONI, A.F. Alguns aspectos da paleoictiofauna e do paleoambiente do aptiano inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 121-126, jul./set.2002.

MARTINI, R.E. ; LIDELL, W.D. The taphonomy of foraminifera in modern carbonate environments, implications of the formations of foraminiferal assemblages. In: DONOVAN, S.K. (Coord.). *The Processes of fossilization*. Columbia University Press, 1991. p. 170-193.

MCKENZIE, D.P. Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth and Planetary Science Letters*, v.40, n.1, p.25-32, Jun.1978.

MELO, R.S.P. et al. A possible eopomorph fish from the Coqueiro Seco Formation, Early Aptian of the Sergipe-Alagoas Basin. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., 2001, Rio Branco. *Boletim de resumos*. Rio Branco: SBP, 2001. p. 137.

MELO, R.S.P.F. *Análise tafonômica da ictiofauna da Formação Morro do Chaves, Cretáceo Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas, Nordeste do Brasil*. 2011.182f. (Doutorado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro Biomédico, Programa de Pós Graduação em Biociências, Rio de Janeiro, 2011.

MOHRIAK, W. U. Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: BIZZI, L. A. (Ed.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG = Geology, tectonics and mineral resources of Brazil: text, maps & GIS*. Brasília, D. F.: CPRM, 2003. xviii, 673 p. cap 3. p. 87-165.

MOORE, G.T. et al. Paleoclimatic Controls on Neocomian-Barremian (Early Cretaceous) Lithostratigraphy in Northern Gondwana's rift lakes interpreted from a general circulation model simulation. *AAPG Special volumes*, [S.l.], v. 40, p. 173-189.1995.

MURRAY, J.W. *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*, [S.l.: s.n], 1991.p. 397

NOGUEIRA, M.S.; LEMOS, V.B.; TERRA, G.J.S. As “Coquinas” do Membro Morro do Chaves, Cretáceo Inferior da Bacia de Alagoas, e seu potencial para reservatório de petróleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 2., 2003, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: ABPG, 2003. p. 1105-1107.

PARSSONS, K.M.; BRETT, C.E. Taphonomic processes biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation. In: DONOVAN, S.K. (Coord.), *The Processes of fossilization*, Columbia University Press, 1991.p. 22-65.

PETRI, S. Foraminíferos cretáceos de Sergipe. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 265, Série Geologia, n. 20, p.1-140.1962.

QUEIROZ NETO, J.V. Taxonomia, paleoecologia e correlação bioestratigráfica de ostracodes não marinhos do membro Morro do Chaves, Formação Coqueiro Seco, Eoaptiano, Bacia de Alagoas, *NE-Brasil*. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília,DF, 2005.

SCHALLER, H. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86.1969.

SCHOLZ, C.A.; ROSENDAHL, B.R.; SCOTT, D.L. Development of coarse-grainedfacies in lacustrine rift basins: examples of east Africa. *Geology*, [S.l.], v. 18, p. 140- 144. 1990.

SOUZA-LIMA, W. Sequências evaporíticas da Bacia de Sergipe-Alagoas. In: MOHRIAK, W.; SZATMARI, P.; ANJOS, S.M.C. (Org.). *Sal geologia e tectônica exemplos nas bacias brasileiras*. São Paulo: Beca Edições Ltda., 2008. p. 230-249.

SOUZA-LIMA, W.; ANDRADE, E.J.; BENGTON, P.; GALM. P.C. A Bacia de Sergipe-Alagoas, evolução geológica, estratigrafia e conteúdo fóssil. *Phoenix*, Edição Especial,n.1, p. 34. 2002.

WEBB, J.A. A Reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustácea:Branchiopoda). *NeuesJahrbuch fur Geologie und Palaontologie Abhandlungen*,Stuttgart, v. 158, n. 2, p. 259-275.1979.

WETMORE, K.L. Correlations between test strength, morphology and habitat in some benthic foraminifera from the Coast of Washigton. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 17, n. 1, p. 01-13.1987.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. *Fundamentos de geologia*. São Paulo Cengage Learning, 2009. xvii, p. 508.