



FLOREST
CONSULTORIA E ENGENHARIA



CIMENTO
NACIONAL

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

TOMO V.II – PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

**PROJETO FAZENDA FUGIDA
CAAPORÃ/PB
JUNHO/2019**



SUMÁRIO - TOMO V.II PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

1. APRESENTAÇÃO	6
2. INTRODUÇÃO	8
3. OBJETIVOS DO TRABALHO	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS	10
5. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	12
5.1 Localização	12
5.2 Geologia	13
5.3 Dados de Sondagem	15
5.4 Paleontologia Regional	18
5.4.1 Flora	19
5.4.2 Fauna dos Invertebrados	19
5.4.3 Fauna dos Vertebrados	24
6. GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA LOCAL	27
6.1 Geologia	27
6.2 Paleontologia	27
6.2.1 Bivalvios (Classe)	27
6.2.2 Gastropoda (Classe)	31
6.2.3 Cefalópoda (Classe)	33
6.2.4 Equinóides (Classe)	45
6.2.5 Icnofósseis	51
6.2.6 Minerais e Processos químicos	56
7. POSSÍVEIS IMPACTOS FUTUROS DO EMPREENDIMENTO E RECOMENDAÇÕES PARA A PRESERVAÇÃO DOS FÓSSEIS	58
8. CONCLUSÕES	59
9. LIMITAÇÕES	60



REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS	61
ANEXOS	70
REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO AFLORAMENTO VISITADO	74



ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1: Processo de limpeza, descrição, registro dos fósseis em laboratório e comparação com a correlação de fósseis da UFPE.....	11
Figura 2: Mapa de localização da área de estudo e a cava. Com destaque para os pontos de coletas e trilhas percorridas.	12
Figura 3: Divisão das bacias Pernambuco, Paraíba e Potiguar e suas sub-bacias de acordo com Barbosa <i>et al.</i> , 2004.....	14
Figura 4: Perfil sismoestratigráfico da Bacia Paraíba, em azul a Formação Gramame. Fonte: Modificado de Barbosa <i>et al.</i> , (2005).....	15
Figura 5: Carta estratigráfica para a porção emersa da Bacia Pernambuco-Paraíba com registro das unidades nas sub-bacias: Olinda, Alhandra e Miriri (Córdoba <i>et al.</i> , 2007).....	15
Figura 6: Descrição de testemunho de sondagem elaborados com direção E-W próximo a área de coleta.	17
Figura 7: Perfil geológico E-W da área mapeada e suas unidades litoestratigráficas discriminadas.....	18
Figura 8: Amostras dos calcários maciços da Formação Gramame com concha de bivalve em destaque na seta em vermelho.	27
Figura 9: Conjunto de conchas não articuladas e fragmentos de conchas de bivalve abundantemente encontradas, <i>Ostrae</i> sp.	29
Figura 10: Fósseis de bivalves com pares de valvas fechados por vezes quebradiços.	30
Figura 11: Bivalve com par de valvas fechados e preservação parcial das carapaças.	31
Figura 12: Fragmento de concha espiralada fossilizado, característica dos gastrópode.	33
Figura 13: Molde externo de fragmento de concha fossilizada de cefalópode.	34
Figura 14: Fragmento de concha fossilizada de cefalópode com preservação dos moldes internos.	34
Figura 15: Fragmento com preservação de molde externo de concha fossilizada de cefalópode.....	35
Figura 16: Molde interno e externo de concha de cefalópode da Formação Gramame.	36
Figura 17: Fragmento com preservação de molde externo de concha fossilizada de cefalópode.....	36



Figura 18: Concha fossilizada de cefalópode com preservação de suaves linhas de crescimento, em molde externo.....	37
Figura 19: Raro fragmento com preservação da concha de cefalópode.	38
Figura 20: Pequena concha inteira de cefalópode Pachydiscus jacquoti da Formação Gramame.	38
Figura 21: Pequenas conchas inteiras de cefalópode com preservação de costelas e ornamentos	40
Figura 22: Conchas inteiras de cefalópode com clara preservação de molde interno e externo parcialmente preservado.	41
Figura 23: Fragmento de conchas de cefalópode com ornamentos em destaque. ...	41
Figura 24: Conchas de cefalópode de médio porte excelente preservação dos ornamentos classificatórios.	42
Figura 25: Grande fragmento de conchas de cefalópode de médio porte com excelente preservação das costelas características do gênero.....	43
Figura 26: Grande fragmento de conchas de cefalópode de médio porte com destaque para terminação de concha e molde interno.	43
Figura 27: Fragmento de molde externo de conchas de cefalópode da Formação Gramame.	44
Figura 28: Grande fragmento de molde externo de conchas de cefalópode.	44
Figura 29: Fragmento de molde externo de conchas de cefalópode.....	45
Figura 30: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	46
Figura 31: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	47
Figura 32: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	47
Figura 33: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	48
Figura 34: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	48
Figura 35: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	49
Figura 36: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	49
Figura 37: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	50
Figura 38: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	50
Figura 39: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.....	51



Figura 40: Icnofóssil coletado representando uma estrutura de bioturbação de crustáceos (Thalassinoides), na Formação Gramame.	52
Figura 41: Conjunto de fragmentos de Thalassinoides.	53
Figura 42: Visão lateral de entrada/saída dos dutos de bioturbação, Thalassinoides.	54
Figura 43: Maior representante icnofóssil coletado compondo uma estrutura de bioturbação de crustáceos (Thalassinoides), da Formação Gramame. ...	56
Figura 44:Pequenos geodos de cristais de calcita.	57
Figura 45:Maior exemplar de geodo calcário coletado.....	57



1. APRESENTAÇÃO

O presente estudo paleontológico foi elaborado para a Mineração Nacional, na zona rural da cidade de Alhandra no estado da Paraíba, onde tem por objetivo construir uma cava para mineração de calcário.

Os estudos iniciais consistiram em levantamento bibliográfico de trabalhos geológicos e paleontológicos feitos na área para elaborar o plano inicial de trabalho, assim como o estudo de mapas, com o objetivo de identificar sítios fossilíferos na região. Em seguida foi feita a primeira visita técnica para conhecimento da área e obter informações das possíveis áreas fossilíferas da futura cava.

Após os dados iniciais coletados na primeira etapa, um planejamento para uma segunda visita ao campo foi elaborado, consistindo em determinar com maior precisão as áreas que possuem fósseis e as que não possuem, coleta de fósseis nas áreas aflorantes do calcário da Formação Gramame e separar para estudo em laboratório e estudo das seções estratigráficas.

A terceira etapa teve como objetivo a limpeza dos fósseis em laboratório para posteriormente serem fotografados e identificados. Para a limpeza foi usado ácido clorídrico e água, numa proporção (10% de HCl e 90% de água), preservando assim suas formas para melhor identificação e reconhecimento das associações fossilíferas.

A área estudada neste trabalho localiza-se em região costeira, onde ocorrem os sedimentos da Bacia Paraíba, com idade de formação no final do Cretáceo. Esta bacia costeira abrange uma faixa sedimentar que existe desde o Lineamento Pernambuco, nas proximidades da cidade de Recife-PE, até o alto estrutural de Mamanguape ao norte de João Pessoa-PB. A Bacia Paraíba é composta da base para o topo pelos arenitos da Formação Beberibe, calcarenitos da Formação Maria Farina, calcários e margas da Formação Gramame e pelos arenitos e sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras. Porém, nas áreas das cavas, ocorrem apenas os calcários da Formação Gramame e parte do solo, do tipo argissolo.



Foram encontradas diversas famílias de fósseis na área mapeada com destaque para as classes Bivalvios, Gastropoda, Cefalópoda e Equinóides, evidenciando o alto caráter fossilífero da Formação Gramame na região. Também foram encontrados icnofósseis e geodos, que são estruturas formadas através de processos químicos. A Formação Gramame é conhecida por ocorrerem tais fósseis além também de peixes e répteis dando uma noção da fauna da região no Período Cretáceo.



2. INTRODUÇÃO

A Mineração Nacional está fazendo um levantamento paleontológico para operar uma lavra de calcário a aproximadamente 50 quilômetros ao sul de João Pessoa, na zona rural do município de Caaporã, no estado da Paraíba. O objetivo deste trabalho é planejar o futuro das operações da empresa Mineração Nacional conduzindo um estudo paleontológico na área e suas consequências em função da abertura de novas cavas para extração de calcário. Para tanto, a Mineração Nacional contratou os serviços da Florest, que contratou os serviços dos geólogos Renan Siqueira e César Felipe Cordeiro Filgueiras visando realizar o levantamento das espécies de fósseis que ocorrem na região.

3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Objetivo geral: identificar o potencial fossilíferos das unidades litoestratigráficas presentes na área de estudo, assim como classificá-los de acordo com seus táxons.

Este trabalho teve por finalidade as seguintes atividades:

- Elaboração do inventário de ocorrências de fósseis
- Caracterização das camadas sedimentares aflorantes na área identificando os seus potenciais fossilíferos
- Levantamento da fauna fóssil da área da cava
- Classificar os táxons dos fósseis encontrados
- Reconstituir os paleoambientes a partir de dados reunidos dos trabalhos de campo
- Avaliar os possíveis impactos futuros do empreendimento sobre os fósseis das áreas afetadas

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada durante a realização da pesquisa foi realizada em 4 etapas: a primeira etapa foi um levantamento bibliográfico da geologia e do acervo paleontológico da Bacia Paraíba, consistindo principalmente de artigos próximos da área de estudo, a segunda etapa consistiu de um conhecimento inicial da área, no dia 27 de fevereiro de 2019, tendo como objetivo um mapeamento inicial da área, conhecimento das áreas aflorantes do calcário e procurar os locais onde ocorrem os fósseis. A terceira etapa consistiu na definição das áreas que ocorrem e não ocorrem os fósseis e sua coleta e seleção, assim como um estudo da sedimentologia da área, definindo assim os limites das ocorrências. A quarta etapa teve como finalidade a limpeza dos fósseis em laboratório, usando água corrente e uma mistura de ácido clorídrico e água, numa proporção (10% de HCl e 90% de água), preservando assim suas formas para melhor identificação e classificação das associações fossilíferas (**Figura 1**).

O material de estudo foi preparado nos métodos convencionais, utilizando-se inicialmente água corrente, escovas finas, pincéis, pequenas talhadeiras, martelos paleontológicos e ácido clorídrico. A morfometria foi realizada utilizando-se um paquímetro, precisão de 0,2 mm, tendo sido descritos os espécimes com melhor estado de preservação. O registro fotográfico foi feito mediante dois métodos; macrofotografia digital para o registro dos exemplares de grandes dimensões e fotografia digital na lupa para os fósseis de menor dimensão.



Figura 1: Processo de limpeza, descrição, registro dos fósseis em laboratório e comparação com a correlação de fósseis da UFPE.



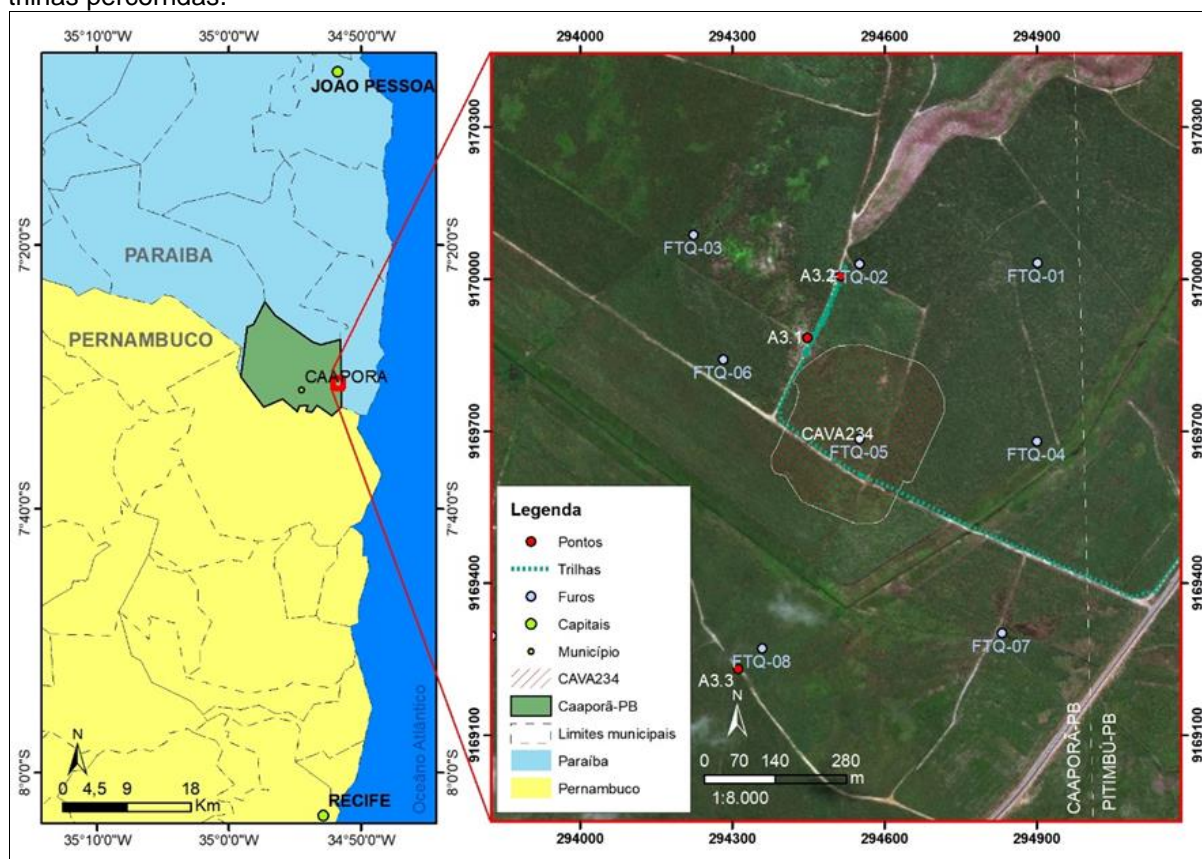


5. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

5.1 Localização

A área mapeada está localizada na zona rural do município de Caaporã, litoral sul do estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil. O acesso a área se dá pela PB-008 e por estradas de terra, ficando exatamente entre as cidades de Caaporã e Pitimbu, na Paraíba. As coordenadas UTM no mapa a seguir exibem a localização exata da área (**Figura 2**).

Figura 2: Mapa de localização da área de estudo e a cava. Com destaque para os pontos de coletas e trilhas percorridas.





5.2 Geologia

A área estudada neste trabalho localiza-se em região costeira, onde ocorrem os sedimentos da Bacia Paraíba, com idade de formação no final do Cretáceo. Esta bacia costeira abrange uma faixa sedimentar que existe desde o Lineamento Pernambuco, nas proximidades da cidade de Recife-PE, até o alto estrutural de Mamanguape ao norte de João Pessoa-PB (**Figura 3**). Sua carta estratigráfica é definida por Barbosa *et al.* 2004, da seguinte forma, da base para o topo (**Figura 5**):

A Formação Beberibe de idade Santoniana, é a base da sequência estratigráfica da bacia, ela é composta por arenitos quartzosos médios a grossos variando até arenitos conglomeráticos, por vezes argilosos, cor cinza a creme, mal selecionados, formados em ambientes flúvio lacustres e podem atingir espessuras entre 150 e 250 metros.

Sobre a Formação Beberibe ocorre a Formação Itamaracá, de idade Campaniana, essa unidade é representada por depósitos costeiros de estuários e lagoas, contendo fósseis de ambiente marinho salobro, ocorrem ainda níveis de fosfato sedimentar no topo dessa unidade que é composta por depósitos de arenitos carbonáticos, folhelhos e carbonatos com siliciclastos ricamente fossilíferos.

Sobre a unidade Itamaracá está a Formação Gramame, de idade Maastrichtiana, representada por calcários, dolomitos e margas depositados em uma plataforma carbonática com espessura entre 100 a 150m (**Figura 4**). Esta é a formação alvo da lavra pela Mineração Nacional.

Em seguida, ocorrem os depósitos da Formação Maria Farinha (Paleoceno), com espessuras em torno de 25 a 40 metros e constituída por calcários, calcários margosos e espessos níveis de marga na porção inferior, e calcários dolomíticos detríticos, contendo fauna fóssil de recifes e lagoas recifais na porção superior, sua coloração pode variar entre cinza e creme.

No topo da sequência estratigráfica está o Grupo Barreiras, de idade Plioceno-Pleistoceno, que é constituída por arenitos grossos a argilosos, fragilmente



consolidados, com intercalações de níveis silte-argilosos e conglomeráticas, coloração vermelha, amarelada e branca e presença de concreções ferruginosas. A espessura desta sequência pode chegar a 100 metros, além de ocorrer estratificações plano-paralelas.

Figura 3: Divisão das bacias Pernambuco, Paraíba e Potiguar e suas sub-bacias de acordo com Barbosa *et al.*, 2004.





Figura 4: Perfil sismoestratigráfico da Bacia Paraíba, em azul a Formação Gramame. Fonte: Modificado de Barbosa *et al.*, (2005).

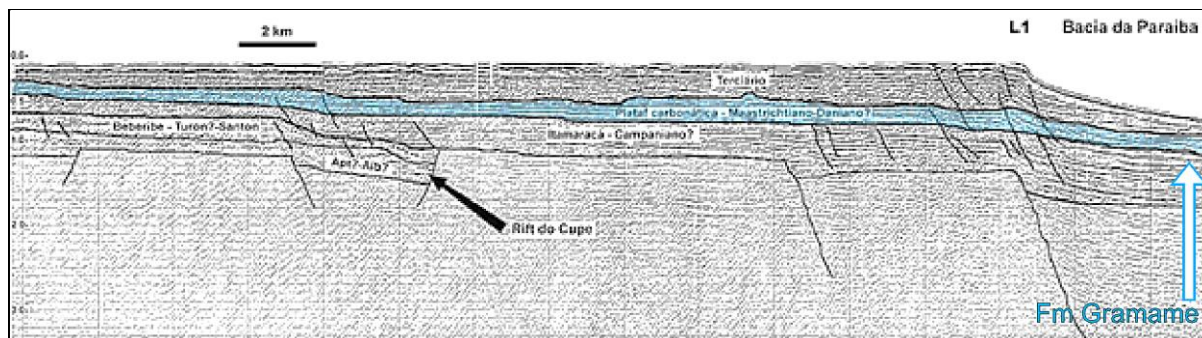
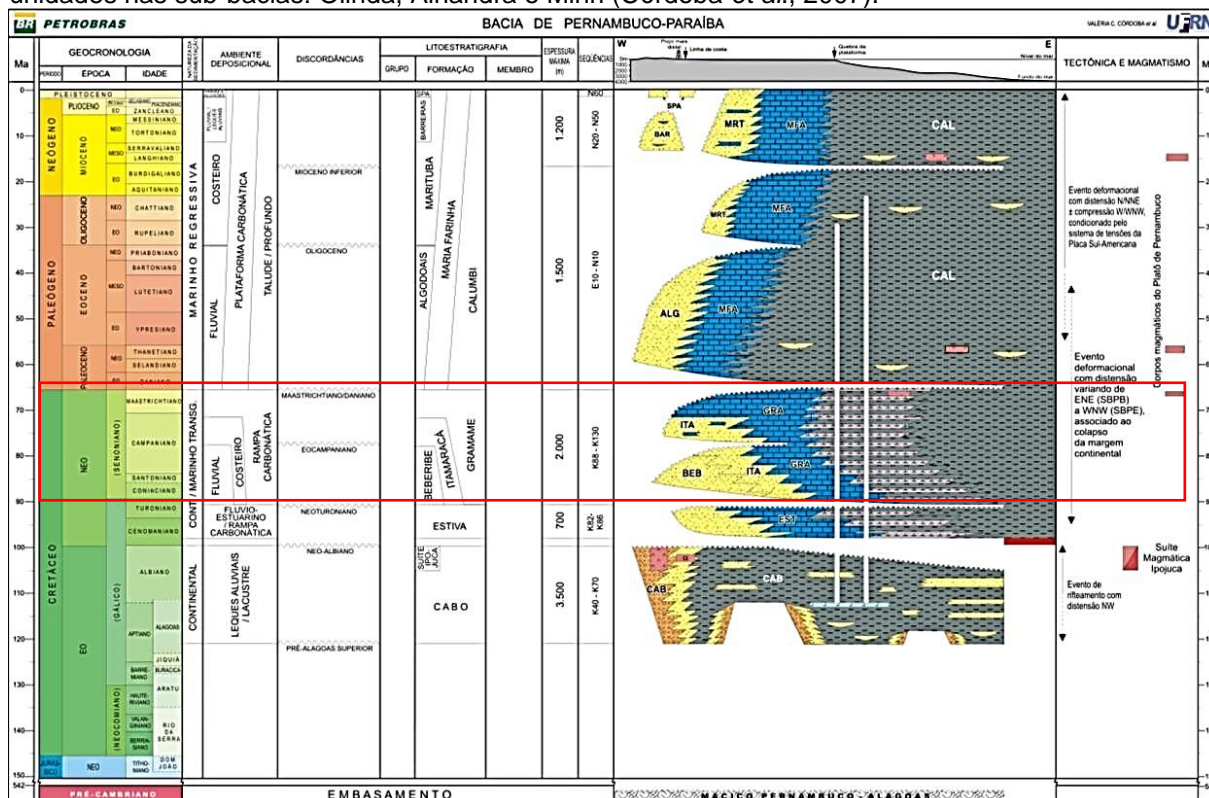


Figura 5: Carta estratigráfica para a porção emergida da Bacia Pernambuco-Paraíba com registro das unidades nas sub-bacias: Olinda, Alhandra e Miriri (Córdova *et al.*, 2007).



5.3 Dados de Sondagem

Os estudos em furos de sondagem permitiram uma melhor interpretação das formações geológicas e sua geometria. Essa análise dos furos permite uma melhor caracterização e compreensão de como se comporta cada unidade litoestratigráfica, pois cada formação se comporta de uma maneira distinta de acordo com sua deposição e tectonismo regional, assim como a ocorrência, ou não, de fósseis.



Ao menos 12 testemunhos de sondagem e 4 perfis geológicos, com direção E-W, foram analisados para entender o arcabouço estrutural da bacia sedimentar que as formações se encontram, a seção geológica 01 foi usada como modelo por melhor representar as seções estudadas e por se localizar próximo a área de coleta dos fósseis (**Figura 6**).

O perfil geológico elaborado através dos furos de sondagem foi feito com até 54,20 metros de profundidade e mostra uma seção composta pela Formação Gramame na base do testemunho, com composição calcítica e intercalações de argila e um calcário silicoso, em seguida ocorre a Formação Barreiras composta por uma camada argilosa na base e por arenitos no topo (**Figura 7**). Os arenitos do Grupo Barreiras ocorrem em áreas onde as cotas topográficas são mais altas, regiões onde há uma depressão ocorrem a Formação Gramame e os depósitos flúvio-marinheiros compostos por pântanos e mangues. Nos estudos dos testemunhos de sondagem não foram descritos fósseis na área de cava.



Figura 6: Descrição de testemunho de sondagem elaborados com direção E-W próximo a área de coleta.

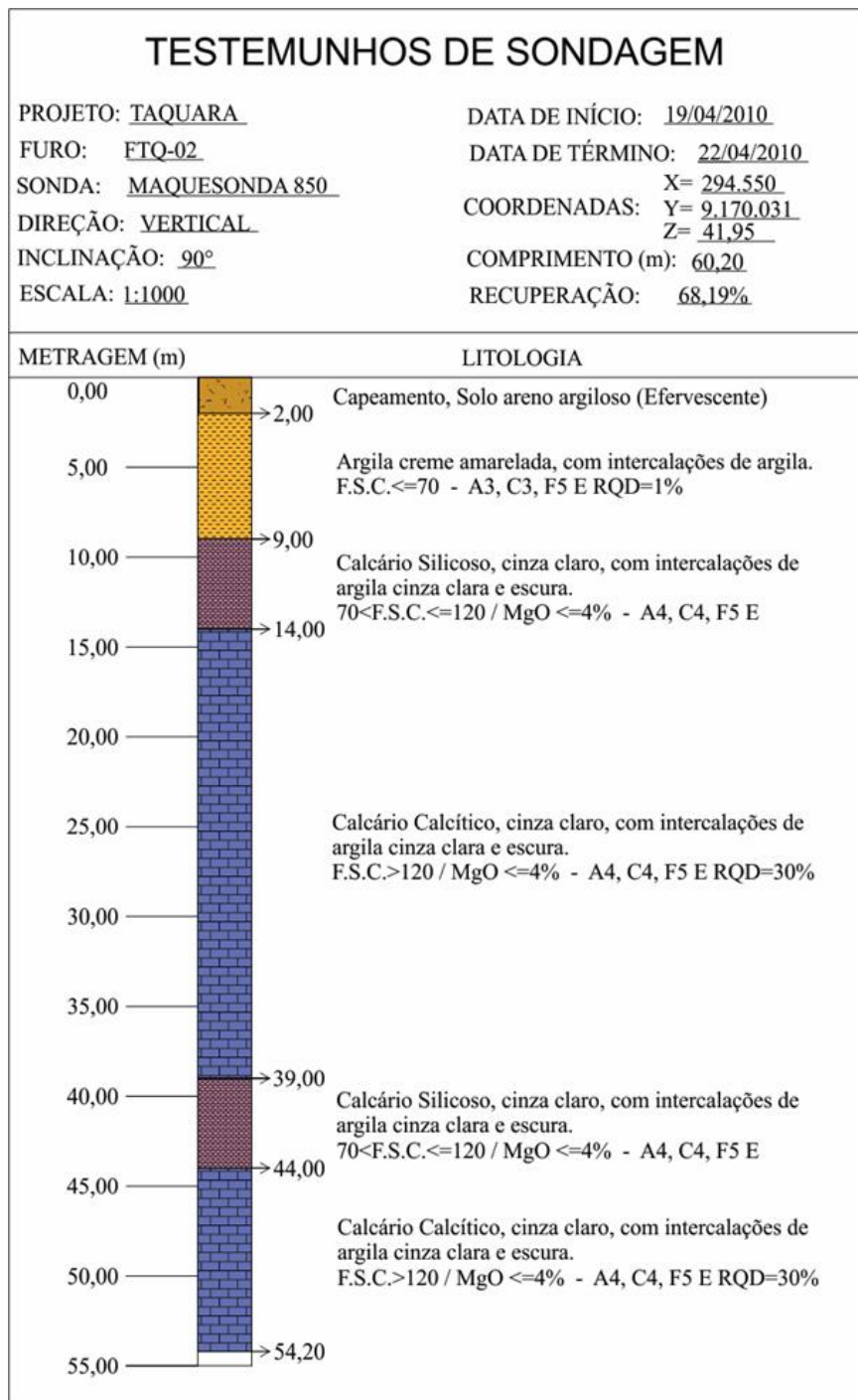
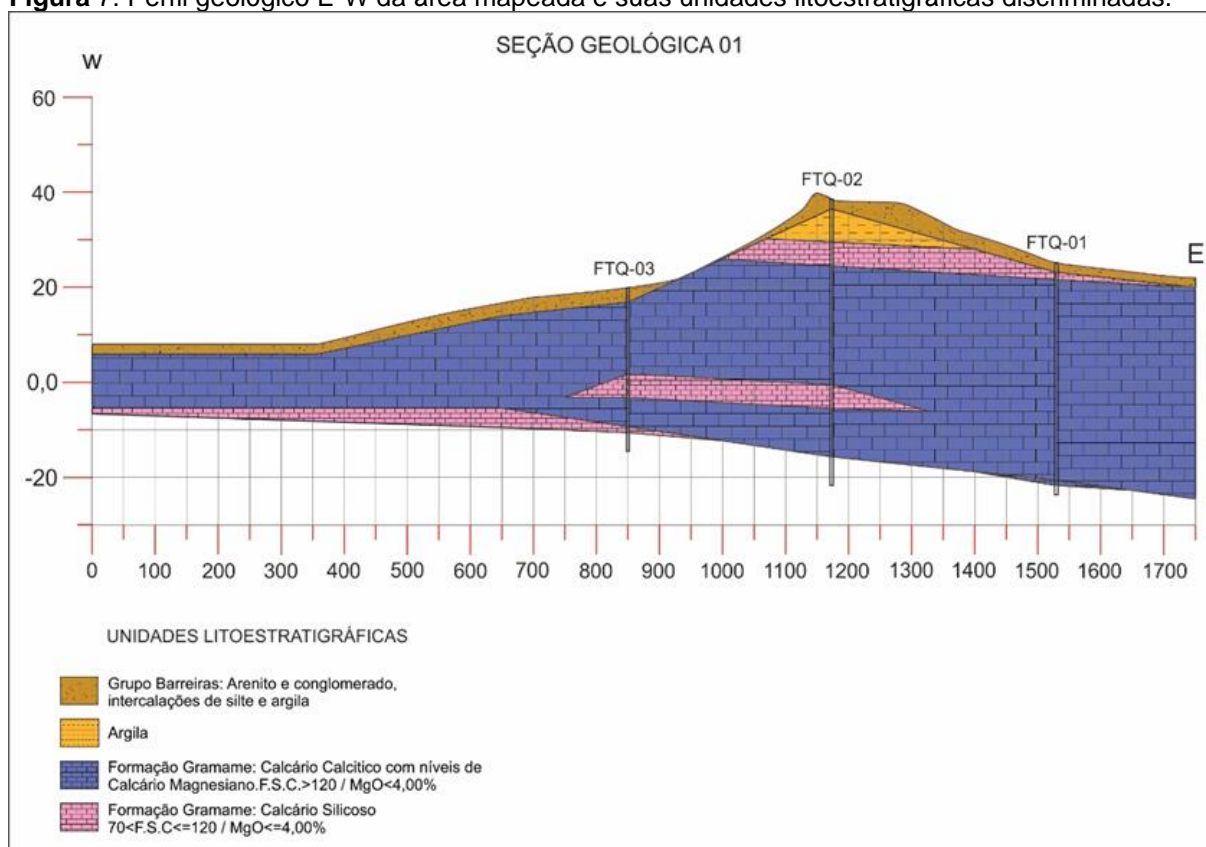




Figura 7: Perfil geológico E-W da área mapeada e suas unidades litoestratigráficas discriminadas.



5.4 Paleontologia Regional

A Formação Gramame é conhecida há mais de um século, por seu conteúdo fóssilífero, representado por microfósseis (palinórfos, nanofósseis calcários, foraminíferos, ostracodes), e macrofósseis de corais, moluscos (bivalves, gastrópodes e cefalópodes amonóides), anelídeos, crustáceos, equinodermatas, peixes (cartilaginosos e ósseos), répteis (mosassauros, pleiossauros, crocodilos e pterossauros), frutos de palmeiras e icnofósseis (coprólitos, diversos tubos de crustáceos e vermes marinhos).

Dentre as publicações científicas listadas abaixo, a flora representa 3,70%; e a fauna 96,30%. Sendo a fauna de invertebrados representada por 62,86% e a fauna de vertebrados com 33,44%, conforme pode ser visto no Anexo 1.

As pesquisas paleontológicas na Bacia da Paraíba se iniciaram em 1870, com a expedição de Morgan (Formação Maria Farinha) e com Branner em 1889 (Formação



Gramame). Vários foram os trabalhos publicados referente à paleontologia da Formação Gramame, dentre os mais contundentes destacam-se (Maury, 1930 e Muniz, 1993).

5.4.1 Flora

Maury (1930) descreveu dois frutos de palmeira (cocos) coletados na margem direita da Formação Gramame, na fazenda do Congo, onde atribui uma nova espécie denominada de *Palmocarpon luisi*. Segundo a autora, as palmeiras eram já abundantes durante o Cretáceo Superior.

5.4.2 Fauna dos Invertebrados

Williamson (1868) foi o pioneiro no âmbito das pesquisas paleontológicas na Bacia da Paraíba, onde analisou de forma pormenorizada as camadas cretáceas das vizinhanças de João Pessoa.

Em 1889, H. G. Summer, então superintendente da E. F. Conde d'Eu, realizou coleta de fósseis nas pedreiras próximas da cidade de João Pessoa e os entregou a John Casper Branner (1902) - geólogo norte-americano. Esses fósseis foram posteriormente enviados para especialistas, que resultou nas seguintes espécies identificadas: um crustáceo *Zanthopsis cretacea*, Mary Jane Rathbun; *Cimolichthys*, sp., um peixe classificado por Samuel Wenell Williston, e um cefalópode *Sphenodiscus* descrito por James Perrin Smith, (BRANNER, 1902).

Maury (1930) reclassificou a espécie como *Zanthopsis brasiliana*. Porém Beurlen (1958) ao estudar o Cretáceo Superior da Bacia da Paraíba, reclassificou o gênero descrito por Rathbun (1902) e reclassificado por Maury (1930), ficando *Ophthalmoplax brasiliana* (Maury) e *Palaeoxanthopsis cretacea* (Rathbun) respectivamente. Neste âmbito o novo gênero adotado é *Palaeoxanthopsis*.

Maury (1930), ao realizar o trabalho mais completo referente à paleontologia da Formação Gramame da Bacia da Paraíba, descreveu uma abundante fauna de vertebrados e invertebrados, principalmente de cefalópodes. Dos materiais de invertebrados estão: os crustáceos da espécie *Zanthopsis cretacea* Rathbun e a nova



espécie *Zanthopsis brasiliiana*, os equinodermatas *Coelopleurus castroi* e *Pyrina parahybensis*; *Cyphosoma riograndensis* var. *parahybensis*, *Hemiaster jacksoni* e a nova espécie *Henricia parahybensis*; os cefalópodos, compostos em sua totalidade por novas espécies, *Parapachydiscus parahybensis*, *P. dossantosi*, *P. gettyi*, *P. euzebioi*, *P. arionis*, *P. albuquerquei*, *P. brasiliensis*, *P. reedsi*, *P. eurydice*, *P. orpheus*, *P. bruneti*, *P. williamsoni*, *P. sumneri*, *P. poseidon*, *P. endymion*, *P. hermes*, *P. athena*, *P. psyche*, *P. hera*, *P. perseus*, *P. oceanus*, *Pseudophyllites amphitrite*, *P. nereidideditus*, *Canadoceras riogramamense*, *C. andromeda*, *Sphenodiscus* sp., *S. brasiliensis*, *S. parahybensis*, *Glyptoxoceras brasiliense*, *G. parahybenze* e *Glyptoxoceras* sp.; os moluscos *Tylostoma* cf. *materinum* White, e as novas espécies *Pinna regina-maris*, *Inoceramus dominguesi*, *Pecten gramamensis*, *Cypraea parahybensis*, *Volutomorpha brasiliensis*, *Eusebia stantoni*, *Trigonarca jessupae*, *Cucullaea isolda*, *C. freia*, *C. erda*, *Venericardia maris australis*, *Cardium riogramamense*, *Roudairia brasiliensis*, *Pholadomya parahybensis*, *Corbula lyra*, *Plicatula parahybensis*, *Natica parahybensis*, *Turritella totium-sanctorum*, *T. antigona*, *T. rethusa*, *T. brunnhilda* e *Cerithium (Campanile) brasiliense* (Anexo 1).

Spath (1939 apud Oliveira e Andrade Ramos, 1956), posteriormente afirmou que os gêneros *Pachydiscus* e *Parapachydiscus* descritos por Maury (1930) são sinonímia, passando a ser figurados somente de *Pachydiscus*.

Oliveira e Santos (1950) fizeram uma descrição de fragmentos de um grande cefalópode do gênero *Pachydiscus*, o qual foi coletado no município da Ilha de Itamaracá em Pernambuco, na Pedreira do Presídio.

Duas novas espécies de crustáceos coletados na Pedreira de Massaranduba em Pontas de Pedra (Formação Gramame), são descritas por Beurlen (1962), sob os nomes: *Calianassa mottai* e *Calianassa massarandubae*.

Beurlen (1966) já apontava para a Formação Gramame três associações faunísticas bem diferentes: 1 – a fauna Alhandra-Itamaracá, caracterizada pela predominância de moluscos com conchas grossas (*Veniella*, *Pungnellus* e *Voluntidae*); 2 – a fauna das camadas fosfáticas, caracterizadas por conchas de moluscos, em geral, relativamente pequenas, com *Lucina*, *Plicatula* e principalmente



uma grande variedade de gastrópodes (*Xenophora*, *Aporrhais*, *Helicaulax*, *Cypraes*, etc); 3 – a fauna do calcário gramame, na qual predominam os grandes *Pachydiscus*, *Sphenodiscus* e *Pseudophyllites*, além de *Hemiaster* e *Pinna*. Mesmo diante desta variação fossilífera entre as camadas gramame, Beurlen (1966, p. 3) ressalta que as diferenças não documentam diferente idade estratigráfica, mas que refletem somente as variações ecológicas, reflexo de variação ambiental. As faunas citadas acima (1 e 2) são entendidas para esse contexto como associação litorânea da fase transgressiva, e a fauna 3 representa um ambiente nerítico com fundo lodoso.

Numa visão de afinidades paleobiogeográficas, quase todos os elementos da fauna indicam uma relação estreita com a costa da atlântica da África, como na fauna Beberibe, mas, além disso, encontram-se alguns elementos de procedência norte-americana (*Cypraea*, *Xenophora*, *Pachydiscus*, *Turritella* e *Trilira*). Atualmente, as associações 1 e 2 são incluídas na Formação Itamaracá e não mais na Formação Gramame (BEURLLEN, 1966).

Beurlen (1967b) estudando a paleontologia da faixa sedimentar costeira entre Recife e João Pessoa concluiu que a associação fóssil estudada indicava um ambiente nerítico com uma relativa distância da costa. Isso por ter observado uma associação fóssil composta pela predominância de cefalópodes amonóides, com ocorrências de equinóides (*Hemiaster*), poucos gastrópodes e bivalvíos, se destacando as espécies *Atrina regina-maris*, *Volutomorpha brasiliensis* e *Pyrazus brasiliensis*.

Muniz (1969) ao realizar coletas do gênero *Legumen* em João Pessoa-PB na Fazenda Santa Alexandrina, da Formação Gramame, verifica que esse fóssil se manifesta de forma pioneira no Brasil e talvez na América do Sul. O autor atribui o material a espécie *Legumen* cf *L. ellipticum*.

Muniz e Lima (1979) ao estudarem 16 espécies da malacofauna da Formação Gramame, caracterizadas por bivalvíos e gastrópodes, duplicam o número de gêneros anteriormente descritos por Maury (1930), os quais estão representados pelas famílias: Pectinidae, Limidae, Inoceramidae, Ostreidae, Veneridae, Tellinidae, Fimbriidae?, Astartidae?, Poromyidae e Gastrochaenidae?. Os materiais estudados



foram coletados em três afloramentos distintos: no município do Conde (Fazenda Santa Alexandrina), Alhandra-PB e Ilha de Itamaracá (Engenho Amparo).

Fernandes (1986) faz um registro inédito de ocorrência de corais em rochas da Formação Gramame no Conde-PB, na Fazenda Santa Alexandrina. Segundo o autor o exemplar estudado, corresponde a um molde interno de coral, sugerindo pertencer a família Caryophyllidae.

Stinnesbeck, Ashraf e Perch-Nielsen (1991) apontam que a macrofauna da Formação Gramame é qualificada como muito abundante em espécies. De modo que até o momento mais de 38 moluscos foram descritos na literatura, além de numerosos crustáceos, anelídeos, equinóides, corais, peixes, répteis e plantas.

Muniz (1993) realizou um estudo malacológico da fauna da Formação Gramame. Neste âmbito, o autor revisou as formas descritas por Maury (1930) e descreveu outras espécies fósseis. Ao total Muniz descreveu 34 espécies de moluscos, bivalvíos (com um novo gênero, *Brasilicardium*), 35 espécies de gastrópodes e cinco espécies de cefalópodes. Entre os bivalvíos estão: *Lopatina* (*Pseudocucullaeae*) *stantoni* (Maury); *Trigonarca jessupae* Maury, 1930; *Trigonarca isolada* (Maury); *Trigonarca freia*; *Lithophaga* (*Lithophaga*) *paraibensis* *Atrina* *Reginamaris* (Maury); *Inoceramus* (*Cataceramus*) *balticus* Bohm, 1907; *Inoceramus* (*Edocostea*) *dominguensi* Maury, 1930; *Camptonectes* (*Camptonectes*) *moderatus* *Neithea* (*Neithea*) *latericostata*; *Plicatula* (*Plicatula*) *parahybensis* Maury 1930; *Acesta paraibensis*; *Pseudolimea* sp.; *Pycnodonte* (*Phygraea*) *vesicularis* (Lamarck); *Exogyra* (*Exogyra*) *gramamensis* *Ostrea* sp.; *Fimbria beurleni*; *Venericardia* (*Venericardia*) *marisaustralis* Maury, 1930; *Coelopsis* (*Coelopsis*) *brasiliensis* *Crassatella paraibensis* *Granocardium* (*Criocardium*) *paraibense*; *Cardium rigramamense*; *Brasilicardium rigramamense* (Maury); *Linearia* (*Liothyris*) *brasiliensis*; *Veniella brasiliensis*; *Mesolcallista* (*Mesocallista*) *Maurayae* *Cyprimeira paraibensis* *Cyprimeira* sp.; *Legumen brasiliense* sp. nov.; *Sinomia paraibensis* sp. nov.; *Gastrochaena* (*Gastrochaena*) sp.; *Pholadomya* (*Pholadomya*) *parahybensis* Maury, 1930; *Liopistha* (*Liopistha*) *riogramamensis*.



Os gastrópodes são: *Otostoma paraibense*; *Keilostoma magna*. *Mesalia priscilae* *Mesalia garapuensis* *Turritella antigona* Maury, 1930; *Turritella antigona itamaracaensis*; *Turritella Bunnhilda* Maury, 1930; *Turritella totiumsanctorum* Maury, 1930; *Turritella nordestensis* *Turritella* sp.; *Pseudomalaxis?* *Pauciorinata* *Cerithium paraibense* *Campaniele brasiliense* Maury, 1930; *Cerithiella* (*Cerithiella*) *pernambucensis* *Calyptraea paraibensis* *Anchura roxoi* Oliveira; *Pterodonta?* *gramamensis* *Pugnellus* (*Pugnellus*) *assisi*. *Calyptrophorus itamaracensis* *Strombus?* *Latiaperturalis*; *Euspira parahybensis*; *Bellifusus parvus*; *Paleopsephaea itamaracensis*; *Fusinus delicatus*; *Woodsella?* *brasiliensis* *Pyropsis axiornata*..; *Pseudoliva bellecompta* *Volutoderma* (*Voluntoderma*) *brasiliensis* (Maury); *Volutomorpha* sp.; *Cancellaria?* *paraibensis*; *Matixa paucilirata* (MUNIZ, 1993).

Almeida (2007) ao estudar a macrobioerosão na Bacia da Paraíba, entre o Cretáceo Superior e o Paleógeno, descreveu 36 icnotáxons, sendo 33 atribuídos 13 icnogêneros, um tratado como morfotipo não conhecido e dois como problemático. De modo, que sugere algumas revisões taxonômicas, nos icnogêneros *Vermiforichnus* e *Rogerella* e abandono de termos de fósseis corporais, como *Siminizapfes*, *Zapfella*, *Brachyzapfes*, *Spathipora* e *Penetrantia*. O icnogênero *Cunctichnus* é retomado e tem sua distribuição estendida ao Eoceno inferior. *Vermiforichnus* também deve ter sua distribuição ampliada ao paleoceno. *Caulostrepsis* e *Entobia* revelaram fenômenos de aproveitamento de galerias, resultando em formas xenomóficas. *Entobia* é o icnogênero mais abundante e diversificado, com grande variabilidade. Diante deste pressuposto, as formas Problemáticas merecem estudos específicos e análise de suas relações com os substratos conchíferos.

Almeida (2007) verifica ocorrências de icnofósseis e estruturas de bioturbação (*Thalassinoides*), na Formação Gramame na cidade do Conde da Fazenda Santa Alexandrina – CIGRA; Arvore Alta/Volta da Pedra e fazenda Garupu (Grupo Votorantim), Alhandra e Ponta do Funil.

Sobral (2011) revisou os amonóides da Bacia da Paraíba, registrando quatro ordens, típicas do Cretáceo, com sete gêneros e nove espécies: *Phylloceratina*, *Hypophylloceras* (*Neophylloceras*) *surya* Forbes, 1846; *Lytoceratina*, *Glaudyceras varicostatum* van Hoepen, 1991; *Ammonitina*, *Hauerieras* Grossouvre, 1894,



Pachydiscus (Pachydiscus) neubergicus van Hauer, 1858; *Sphenodiscus lobatus* Tuomey, 1854; Ancyloceratina, *Axonoceras* cf. *compressum* Stephenson, 1941; *Axonoceras pingue* Stephenson ? *Diplomoceras cylindraceum* DeFrance, 1816. Sobral (2011) apontou que a paleofauna estudada indica um ambiente netrítico profundo de plataforma continental entre 100 e 200m para a bacia e 60% corresponde a táxons cosmopolitas de modo apresentando uma maior relação com a fauna sul americana e tetiana.

5.4.3 Fauna dos Vertebrados

Maury (1930), descreve os vertebrados da Bacia da Paraíba oriundos da Formação Gramame aponta os peixes ósseos *Palaeobalistum ponsorti* Heckel *Palaeobalistum dossantosi*; *Eurypholis* sp; *Enchodus oliverai* e *Enchodus annectens*; peixes cartilaginosos *Corax pristodontus* Agassiz e *Lamna serra* Woodward, e o réptil *Goniopholis harti* (Marsh). O gênero *Corax* descrito por Maury (1930) foi modificado para *Squalicorax* por Whitley (1939).

Prince (1953b) analisando o material fóssil do crocodilomorfo *Goniopholis harti* identificado por Maury (1930), reclassificou como uma diáfise do úmero esquerdo de pterossauro, nomeado como *Nyctosaurus lamegoi*. Kellner (1989) ao estudar os répteis voadores do Cretáceo do Brasil, ressaltou que o primeiro pterossauro encontrado no Brasil, se deu na Formação Gramame da Bacia da Paraíba, o *Nyctosaurus lamegoi*, encontrado na fazenda do Congo a margem direita do Rio Gramame no Estado da Paraíba.

Silva *et al.*, (1995) realizam coletas de dente de *Enchodus* na Pedreira da Marga-PE durante o Projeto Dinossauros no Brasil, ao mesmo tempo que estudam quatro dentes pertencentes da coleção do DEGEO/UFPE da espécie *Enchodus lybicus*.

Carvalho *et al.*, (1995a e 1995b) e Carvalho (1996) registram ocorrência de dois gêneros de répteis marinhos, oriundos do Engenho Guerere (Fosforita), Pedreira CIPASA e Pedreira Poty Os fósseis coletados foram 24 dentes e 4 vértebras de



Mosassaurus e *Globidens*. Os fósseis foram correlacionados com a fauna do Maastrichtiano de Marrocos, Angola e Nigéria.

Azevedo e Carvalho (1997) ao publicarem um resumo com base em características morfológicas de 110 dentes de mosassauros propuseram uma classificação de répteis marinhos do Cretáceo da Bacia da Paraíba, determinando duas subfamílias: Mosassaurinae e Plioplatecarpinae.

Carvalho *et al.*, (1997b) e Carvalho Azevedo (1998b) verificam a primeira ocorrência de plesiossauros na Formação Gramame, a partir do estudo de arco neural do atlas, áxis, vértebra vertical, vértebra dorsal, fragmentos de costelas e um dente muito longo, delgado com finas estrias. De acordo com Carvalho *et al.*, (1997b) a vértebra dorsal dos pleiossauros, possui dois pares de forâmens nutritivo. E taxonomicamente o dente pertencia a superfamília Plesiosauroidea e quanto ao restante do material a família Elasmosauridae.

Silva (2007) e Silva *et al.* (2007) ao estudarem os vertebrados da Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleoceno), dando ênfase a análise de dentes identificam e revisam 36 táxons, sendo que os vertebrados da Bacia da Paraíba estão representados por duas classes de peixes e por répteis, sendo os peixes predominantes. Da classe dos peixes estão os Chondrichthyes (4 raias e 12 tubarões) e os Osteichthyes (10 peixes). Silva (2007) os infere como marinhos e terrestres, de modo que os marinhos compreendem a família dos Mosasauridae, com duas subfamílias, Mosasaurinae e Plioplatecarpinae, nos gêneros *Mosassaurus*, *Globidens*, *Platecarpus* e *Prognathodon*; Ordem Plesiosauria, famílias Elasmosauridae e Pliosauridae e Pterosauria com a espécie, *Nyctosaurus lamegoi*. A partir da fauna analisada, Silva (2007) aponta um ambiente marinho mais profundo, de plataforma externa para a Formação Gramame.

A partir de uma tabela elaborada por Silva (2007) sobre os vertebrados da Bacia da Paraíba, pode-se listar os vertebrados da Formação Gramame em duas classes de peixes: Chondrichthyes (peixes cartilaginosos) e Osteichthyes (peixes ósseos); e também a classe da Reptília. Dos Chondrichthyes estão: *Hexanchus microdon*, *Hexanchus*; *Cretolamna biauriculata mar.* (= *Lamna serra*; *Lamna serrata*); *Squalicorax*



pristodontus (=Corax *pristodontus*; Galeocerdo *pristodontus*); *Squalicorax pristodontus* (=Corax *pristodontus*; Galeocerdo *pristodontus*). Os Osteichthyes: *Palaeobalistum dossantosi*, *Palaeobalistum dossantosi*, *Enchodus elegans* (=E. *subaequilateralis*); *Enchodus libycus*; *Enchodus oliveirai* (=Enchodus *bursauxi*). E Reptilia: *Globidens fraasi*; *Mosasaurus anceps* e *M. beaugei*; *Platecarpus* sp; Elasmosauridae e Dyrosauridae. Através de estudos de dentes isolados, Galo *et al.* (2011) fizeram a primeira referência de ocorrência de *Cretolamna biauriculata*.

6. GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA LOCAL

6.1 Geologia

A bacia sedimentar Paraíba é composta da base para o topo pelos arenitos da Formação Beberibe, calcarenitos da Formação Maria Farina, calcários e margas da Formação Gramame e pelos arenitos e sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras. Porém, nas áreas das cavas, ocorrem apenas os calcários da Formação Gramame e parte do solo, do tipo argissolo, de cor vermelha a amarela, típicos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil.

6.2 Paleontologia

6.2.1 Bivalvios (Classe)

Os bivalvíos são representados pelos mexilhões, ostras, vieiras (pectens) e turus (teredos). Ocorrem, preferencialmente, em ambientes marinhos desde regiões polares até o equador, em águas rasas e abissais.

Figura 8: Amostras dos calcários maciços da Formação Gramame com concha de bivalve em destaque na seta em vermelho.



Classe BIVALVIA Linnaeus, 1758
Sub-Classe OSTREOIDA Buerlen, 1944
Ordem OSTREOIDA
Família OSTREIDAE Rafinesque, 1815
Gênero Ostrea Linnaeus, 1758
Ostrea sp. (Figura: 8, 9 e 10)

Diagnose: Concha grande, da qual apenas podem ser observadas algumas características internas. A forma é subovalada, quase suborbicular, um pouco mais alta que longa. A área cardinal é subtriangular encurvada e nela, tanto no resilífero como nas dobras laterais cardinais, podem ser observadas as camadas de crescimento anual. O resilífero pouco profundo apresenta uma largura máxima aproximadamente equivalente às larguras máximas das dobras laterais cardinais; a extremidade ventral do referido resilífero é bastante convexa. O comprimento da linha da charneira é 37 mm. A máxima largura do resilífero é 12 mm. A altura é 17 mm (MUNIZ 1993, p. 76).

Paleoecologia: Epifaunal fixo. Suspensívoro (FOSSILWORKS, 2017).

Ocorrência: Ocorre do Permiano ao Recente (FOSSILWORKS, 2017).



Figura 9: Conjunto de conchas não articuladas e fragmentos de conchas de bivalve abundantemente encontradas, *Ostrae* sp.





Figura 10: Fósseis de bivalves com pares de valvas fechados por vezes quebradiços.



O registro fóssil da classe é rico e conhecido desde o Cambriano (Pojeta *et al.*, 1987). Um dos aspectos importantes observados nela é o tamanho da concha. No cambriano, as espécies não são maiores que 5mm, enquanto no Ordoviciano Inferior, formas maiores que 1cm de comprimento se desenvolveram. Durante o Fanerozóico, no Cretáceo, pode-se observar formas com mais de 1m de comprimento, como o do gênero atual *tridacna*.

Segundo sua morfologia, a anatomia corporal é constituída de manto e músculos paliais; pelas brânquias; pelo conjunto pé/massa visceral e pelos músculos adutores.

Figura 11: Bivalve com par de valvas fechados e preservação parcial das carapaças.



6.2.2 Gastropoda (Classe)

Os gastrópodes são os mais conhecidos caracóis, caramujos e lesmas, São os moluscos mais diversificados e abundantes. Habitam, preferencialmente, o ambiente marinho, onde a maioria é bentônico e ocupa substratos duros ou não consolidados, de natureza variada. Algumas formas, como o gênero atual *Tricolia*, vivem sobre algas flutuantes, outras podem boiar utilizando um “colchão” de bolhas como o gênero *Janthina*. Os vermetídeos vivem fixos a rochas ou carapaças de organismos e os pterópodes (opistobrânquios) participam do plâncton marino. Muitos gastrópodes são



de água doce e alguns de seus representantes são os únicos, dentre os moluscos, que conseguiram invadir o meio terrestre.

A concha é, geralmente, espiralada, mas pode assumir outras formas. Algumas vezes, torna-se interiorizada ou pode inexistir. Entre os moluscos a torção é a principal feição do grupo. Esse processo ocorre durante a fase larval, quando a massa visceral sofre um giro de 180°, fazendo com que a cavidade do manto, originalmente localizada na parte posterior, passe a se posicionar anteriormente e acima da cabeça. Em vários gastrópodes atuais a torção é nítida nas formas adultas, em outros ocorre um processo chamado detorção, o qual desloca a câmara palial para o lado direito do corpo. Esses processos são independentes do enrolamento da concha.

Na morfologia dos gastrópodes, o conjunto cabeça-pé e massa visceral pode ser conectado por um pescoço fino. Nas formas com concha espiralada, a massa visceral acompanha esse enrolamento. A classificação dos gastrópodes, principalmente de suas subclasses e ordens, baseia-se na anatomia das formas atuais. A denominação de tais *taxa* origina-se de aspectos associados à cavidade do manto, aos sistemas circulatório, respiratório e nervoso e a rádula.

Subclasse Prosobranchia – Gastrópodes com conchas helicoidais ou em forma de cone; torção nítida; cavidade do manto e brânquias localizadas na região anterior. Geralmente dióicos. Opérculo comumente presente. Maioria marinha. Quase 4.500 gêneros fósseis e viventes.

Ordem Archaeogastropoda – Prosobrânquios com conchas geralmente pateliformes (cônicas), turbiniformes ou com espira baixa (helicoidal), com camada nacarada; orifícios, fendas pleurotomarianas e selenizona (corrente exalante) presentes nas formas mais primitivas; peristômio olostomado (sifão inalante ausente); brânquia(s) bipectinada (s), com a direita geralmente perdida. Dióicos. Quase 1.300 gêneros. Os Archaeogastropoda ocorrem em rochas mesozóicas e cenozoicas do Brasil, como por exemplo o gênero *Otostoma*, na Formação Gramame.

Classe GASTROPODA Cuvier, 1797

Super Ordem HYPSOGASTROPODA Ponder e Lindberg, 1997

Ordem LITTORINIMORPHA Golikov e Starobogtov, 1975

Super Família NATICOIDEA Forbes, 1838

Família NATICIDAE Guilding, 1834

Sub-Família NATICINAE Guilding, 1834

Gênero NATICA PARAHYBENSIS Muniz, 1944

Figura 12: Fragmento de concha espiralada fossilizado, característica dos gastrópode.



6.2.3 Cefalópoda (Classe)

Os cefalópodes foram extremamente abundantes no Paleozóico e Mesozóico. Até o momento, cerca de 7.700 espécies fósseis são conhecidas, em contraste com, aproximadamente, 650 espécies recentes, demonstrando que o grupo está em franco declínio. São moluscos exclusivamente marinhos e, entre os representantes atuais, estão os *Nautilus*, *Sepia*, *Spitula*, lulas e polvos.

Figura 13: Molde externo de fragmento de concha fossilizada de cefalópode.



Aparentemente, a morfologia de um polvo ou de uma lula pouco assemelha-se a outras classes de moluscos, mostrando uma organização estrutural mais complexa, adaptada a hábitos mais ativos. São predadores e capazes de nadar e alcançar grandes velocidades.

Figura 14: Fragmento de concha fossilizada de cefalópode com preservação dos moldes internos.



Possuem notável cefalização e olhos bem desenvolvidos. Em certos casos, os olhos são considerados análogos aos dos vertebrados. São os moluscos que alcançam os maiores tamanhos. Conchas do gênero fóssil *Pachidiscus* podem medir cerca de 2,5m de diâmetro.

Conchas externas e bem desenvolvidas foram muito comuns no passado geológico, particularmente nos extintos Ammonoidea, embora cefalópodes do Paleozóico, em excelente estado de preservação, demonstrem que o grupo também



possuía concha interna (Clarkson, 1986). Entretanto, o registro fóssil da classe parece mostrar uma tendência a interiorização, redução ou perda da concha. Este fenômeno deve estar vinculado à redução de peso e à aquisição de um formato hidrodinâmico, adaptados para o hábito natatório.

Figura 15: Fragmento com preservação de molde externo de concha fossilizada de cefalópode.



Os cefalópodes, e mais especialmente os amonóides, são muito importantes para a Paleontologia. A grande diversidade de formas e a rápida diferenciação de várias linhagens os tornam extremamente úteis em estudos bioestratigráficos.



Figura 16: Molde interno e externo de concha de cefalópode da Formação Gramame.



Segundo sua morfologia, o corpo é composto de cabeça, circundada por uma coroa de numerosos braços, hiponômia e massa visceral. A cabeça é grande, alojando um cérebro bem desenvolvido e um par de olhos. Algumas formas apresentam braços longos chamados de tentáculos. No centro desse conjunto, localiza-se a boca com rádula e um par de mandíbulas córneas.

Figura 17: Fragmento com preservação de molde externo de concha fossilizada de cefalópode.





Figura 18: Concha fossilizada de cefalópode com preservação de suaves linhas de crescimento, em molde externo.



Basicamente, em sua classificação, os cefalópodes são agrupados em subclasses que levam em consideração a presença ou ausência de concha, o tipo de sutura que estas apresentam e outras características.

Os principais grupos de cefalópodos podem ser caracterizados, resumidamente em três subclasses: Nautiloidea, Ammonoidea e Coleoidea.



Figura 19: Raro fragmento com preservação da concha de cefalópode.

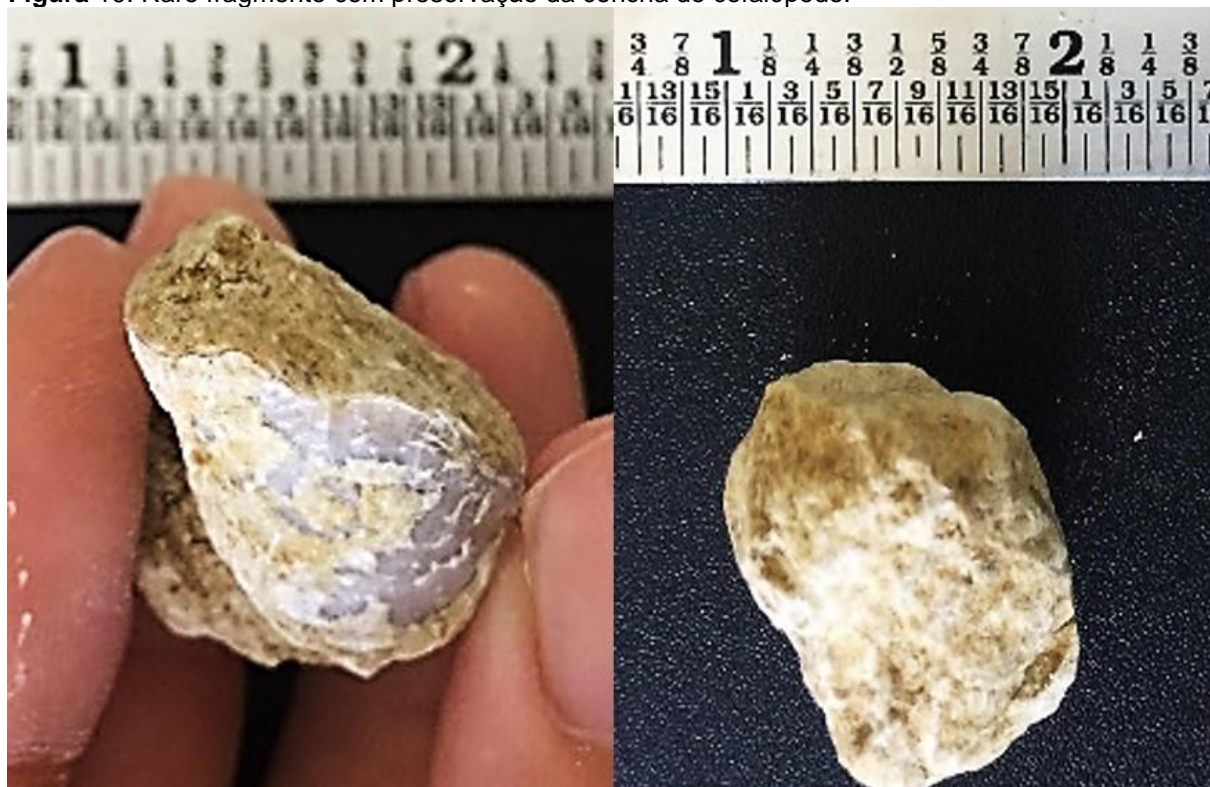


Figura 20: Pequena concha inteira de cefalópode *Pachydiscus jacquoti* da Formação Gramame.



Família PACHYDISCIDAE Spath, 1922

Subgênero *PACHYDISCUS jacquoti* Seunes, 1890

Figuras 21, 22, 23 e 24.

Pachydiscus jacquoti - Seunes: p.5 pl. 3(2); fig. 1-3

890

Pachydiscus (Pachydiscus) llareni Wiedmann. - Wiedmann: p.764 pl. 4, fig. 6;

960

pl. 5, fig. 4

Pachydiscus (Pachydiscus) llareni Wiedmann. - Wiedmann: p.147 fig. 39

964

Pachydiscus (Pachydiscus) jacquoti Seunes. - Kennedy: p.34 pl. 5, fig. 3-11,

986

15-19; pl. 6, texto-figura.

2d, e, 3o, s, 4b (com sinonímia completa)

Pachydiscus (Pachydiscus) jacquoti Seunes. - Kennedy: fig. 9a, b

986

Pachydiscus (Pachydiscus) jacquoti Seunes. - Kennedy: p.171 pl. 11, figs. 1-4;

987

pl. 12, figs. 1-3, 8-10;

pl. 13, fig. 1-5; pl. 14, fig. 4-6, 8-10; pl. 15, fig. 1-3, 12, 13; texto-fig. 7b

Pachydiscus jacquoti jacquoti Seunes. - Ward & Kennedy: p. 27, 35, 36, 37, 4

993

fig. 25.8, 25.13, 29.1-

29.4, 30.1-30.3, 31.2, 31.3, 31.6, 35.7, 39.4, 40.2

Material estudado: DGEO – CTG – UFPE 4220, 4222, 4666, 4667, 4688, 4708, 4711, 4712, 4713, 4714, 4719, 4721, 4724, 4728, 5260, 5261, 5486, localidade Fazenda Santa Alexandrina.

Descrição: Concha moderadamente evoluta, seção transversal arredondada levemente comprimida, umbílico moderadamente profundo, ornamentação com costelas que ocorrem no umbílico onde são mais estreitas e no flanco externo onde ficam mais espaçadas.

Discussão: O enrolamento da concha, a seção da volta quando não fragmentada e as costelas esparças são características diagnósticas que permitem classificar o material estudado como *Pachydiscus (Pachydiscus) jacquoti*. Assemelham-se aos exemplares descritos por Ward & Kennedy (1993) que apresenta as seguintes características: enrolamento moderadamente evoluta; umbílico compreende cerca de 30% do diâmetro; bullae distante, em



torno de 8 por volta; presença de costela estreita, distante e prosirradiada que no flanco externo enfraquece consideravelmente; costelas ocasionalmente bifurcam em pares de bullae. Segundo Henderson & Macnamara (1985) os exemplares de *P. (P.) jacquoti* são muitas vezes confundidos com *Pachydiscus (Pachydiscus) neubergicus*, mas este possui seção transversal mais comprimida.

Ocorrência: A espécie é conhecida na França (Maastrichtiano), Columbia Britânica (Campaniano), Armênia e Madagacar.

Figura 21: Pequenas conchas inteiras de cefalópode com preservação de costelas e ornamentos.





Figura 22: Conchas inteiras de cefalópode com clara preservação de molde interno e externo parcialmente preservado.



Figura 23: Fragmento de conchas de cefalópode com ornamentos em destaque.





Figura 24: Conchas de cefalópode de médio porte excelente preservação dos ornamentos classificatórios.





Figura 25: Grande fragmento de conchas de cefalópode de médio porte com excelente preservação das costelas características do gênero.



Figura 26: Grande fragmento de conchas de cefalópode de médio porte com destaque para terminação de concha e molde interno.





Figura 27: Fragmento de molde externo de conchas de cefalópode da Formação Gramame.



Figura 28: Grande fragmento de molde externo de conchas de cefalópode.

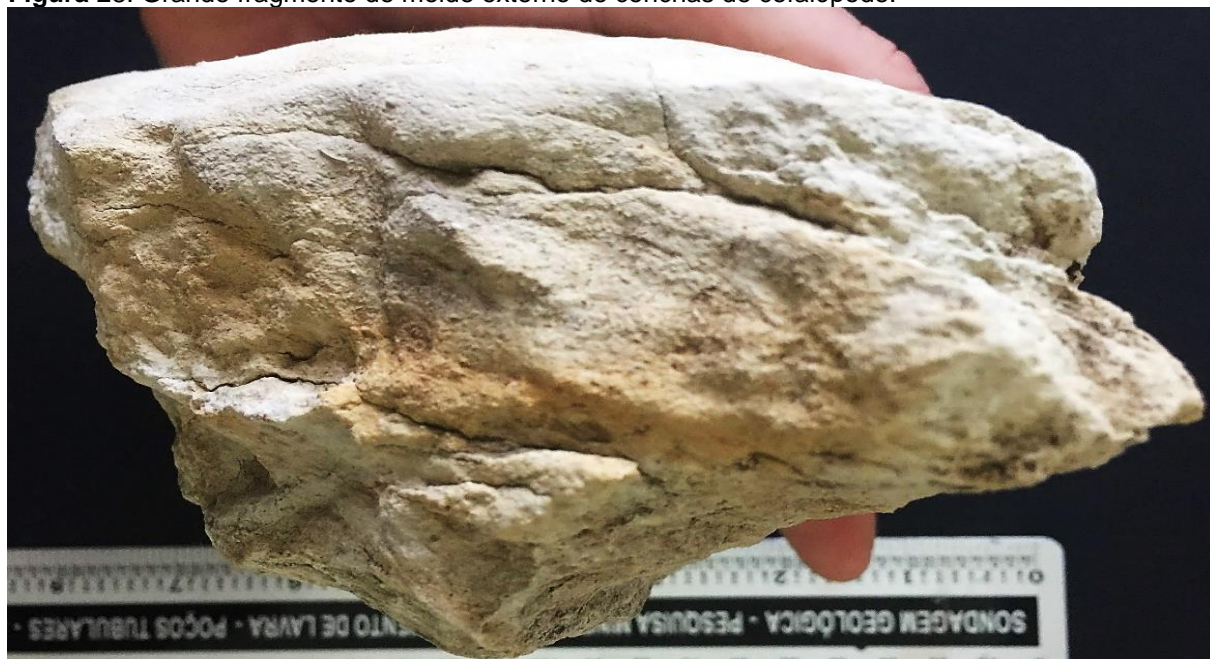


Figura 29: Fragmento de molde externo de conchas de cefalópode.



6.2.4 Equinóides (Classe)

A classe Echinoidea contém um dos mais bem representados grupos fósseis de equinodermas, os equinóides. Conhecidos como ouriços-do-mar e também como bolachas-de-praia, são bastantes comuns no litoral do Brasil, ocorrendo em diversos tipos de substratos, bem como no registro fóssil brasileiro.

Na morfologia, os equinóides apresentam uma carapaça globular ou discoide, coberta por muitos grânulos que servem à fixação e articulação dos numerosos espinhos que a cobrem. Estas carapaças são constituídas por pequenas placas, distribuídas em 20 colunas onde se alternam os pares ambulacrais, mais estreitos, que contêm os poros através dos quais os pódios do sistema vascular se expandem, e os pares interambulacrais, normalmente mais largos, onde fixam-se os espinhos locomotores.

Os espinhos ou radiolos têm a função de locomoção, defesa e camuflagem, e articulam-se com carapaça através dos tubérculos. Estão unidos a eles por meio de um delicado tecido orgânico facilmente decomposto após a morte do organismo, o



que explica a raridade em encontrar-se espinhos articulados à carapaça nos fósseis. Apresentam uma grande variedade de tamanhos e formas, sendo sua estrutura interna útil à classificação taxonômica.

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Sub-Classe EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Super Ordem ATELOSTOMATA Zittel, 1879

Ordem SPATANGOIDA Claus, 1876

Sub-Ordem HEMIASTERINA A. G. Fischer, 1966

Família HEMIASTERIDAE Clark, 1876

Gênero HEMIASTERAE - Hemiaster sp.

Figura 30: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.





Figura 31: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.



Figura 32: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.





Figura 33: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.



Figura 34: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.

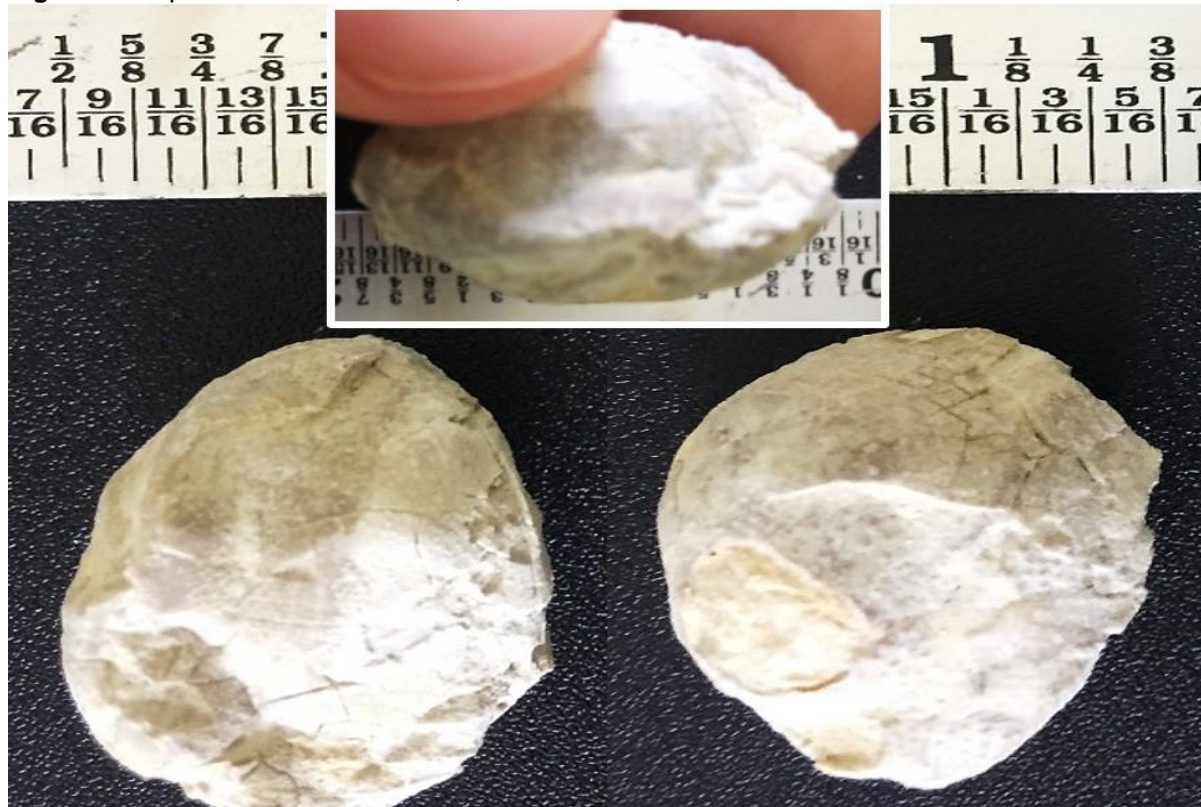




Figura 35: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.



Figura 36: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.





Figura 37: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.



Figura 38: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.

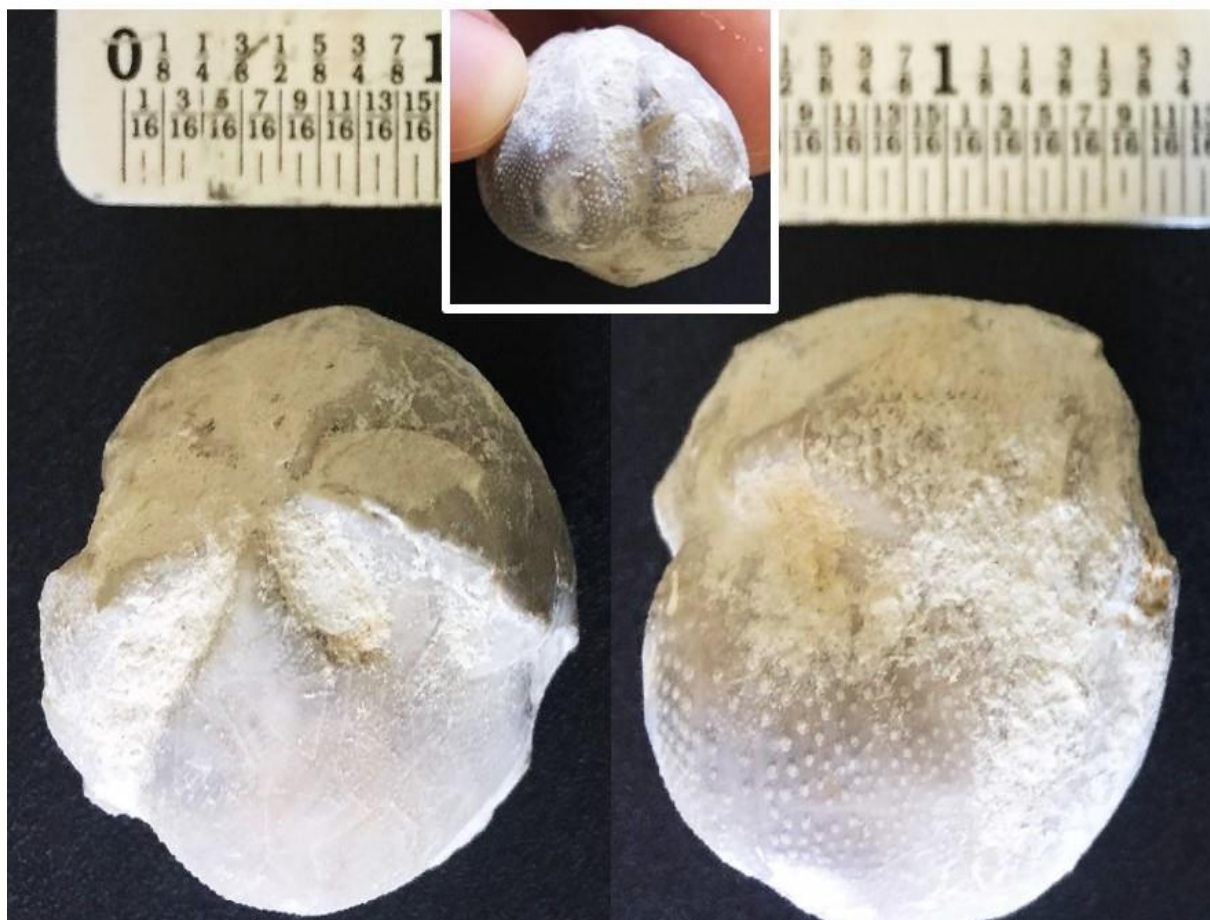


Figura 39: Equinoide em visão dorsal, lateral e ventral.



6.2.5 Icnofósseis

Em um breve histórico, os primeiros pesquisadores a se interessarem pelos estudos de icnofósseis no Brasil foram os paleontólogos e estratígrafos (geólogos especializados em estudar as camadas rochosas), devido a sua importância para reconstrução de paleoambientes de sedimentação.

De acordo com Muniz (1979), antes da década de 70 foi Wilhelm Kegel quem mais se interessou pelo o estudo dos icnofósseis, publicando diversos trabalhos sobre o material da Bacia da Paraíba.

Posteriormente o geógrafo José Antônio Barbosa em sua dissertação de mestrado identificou alguns icnogêneros na Bacia da Paraíba no estado de



Pernambuco. E em 2006 junto com seus colaboradores analisando os paleoambientes (ambientes passados) das Formações Gramame e Maria Farinha demonstrando a existência de icnofácies. Em 2007, o paleontólogo José Augusto Costa de Almeida em sua tese de doutorado descreveu e figurou mais 21 icnotáxons no mesmo local.

Um icnofóssil é o resultado da atividade de um organismo, que pode vir a ser preservado em um sedimento, que pode vir a ser preservado em um sedimento, rocha ou corpo fóssil. Seu estudo enquadra-se no âmbito da Icnologia

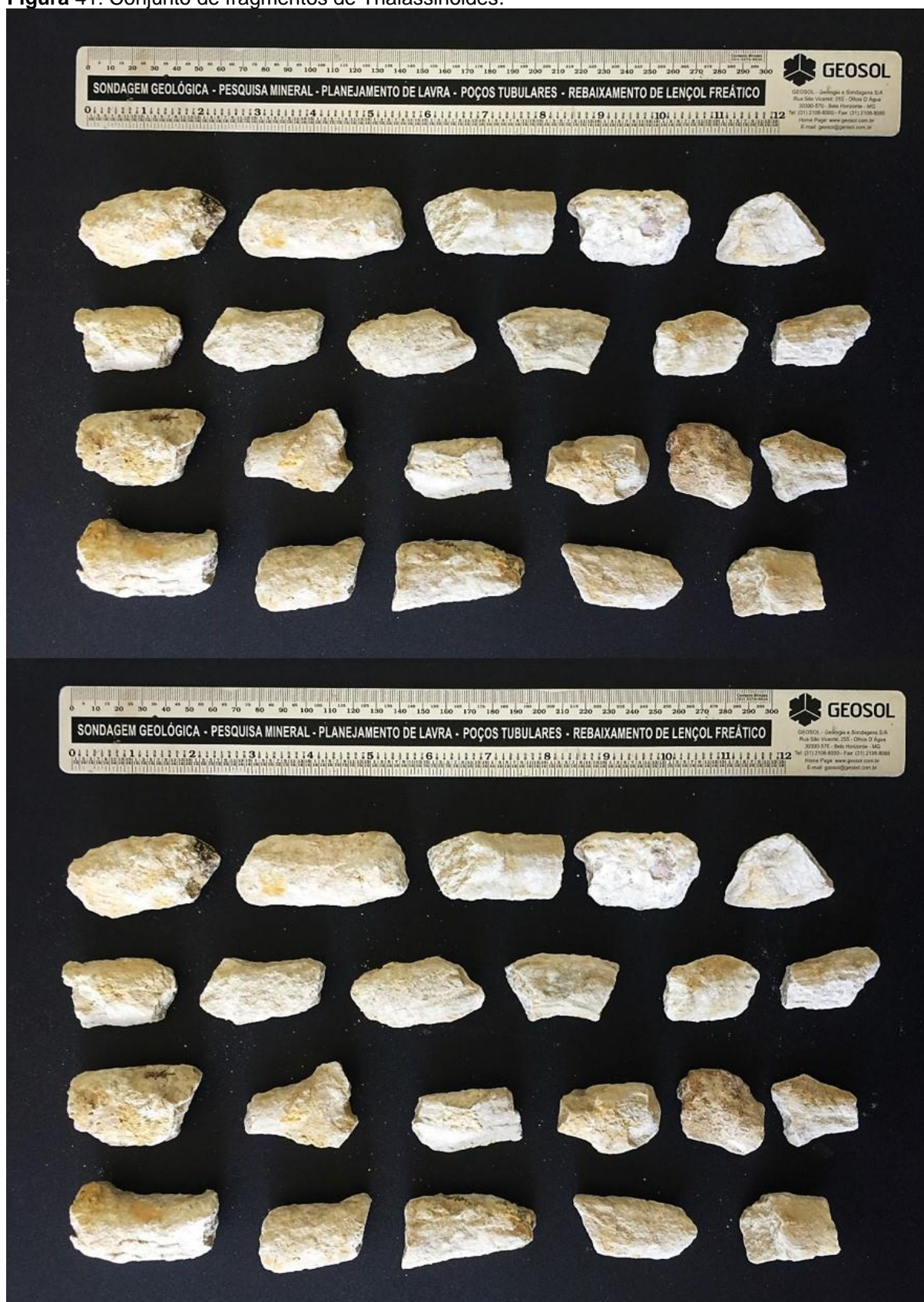
- Demonstram o grau de retrabalhamento dos sedimentos pelos organismos.
- Auxiliam nas interpretações paleoambientais e paleoecológicas.

Figura 40: Icnofóssil coletado representando uma estrutura de bioturbação de crustáceos (Thalassinoides), na Formação Gramame.





Figura 41: Conjunto de fragmentos de Thalassinoides.





Os icnofósseis revelam algumas vantagens sobre os fósseis corporais. Primeiro, por serem representantes direto de uma biocenose, já que ocorrem *in situ*, enquanto que os fósseis corporais compõem mais frequentemente as tanatocenoses. Em segundo lugar, por serem registrados com mais frequência em determinados tipos de rochas (como siltitos e arenitos), em que fósseis corporais são menos comuns e muitas vezes mal preservados. E, em terceiro lugar, pela tendência da diagênese em aumentar a visibilidade dos icnofósseis, enquanto os fósseis corporais têm suas estruturas de detalhes destruídas.

Os icnofósseis abrangem diferentes tipos de estruturas são classificadas como bioturbações, bioerosão, coprólitos, ovos e nidificações.

Dentre as bioturbações, diversos organismos, tanto marinhos como continentais, produzem uma ampla variedade de pistas, escavações e túneis dos sedimentos, que podem ser interpretados como atividade de alimentação, reptação, habitação, e/ou descanso e que resultam, muitas vezes, na destruição das estruturas sedimentares previamente existentes.

Entre os invertebrados, praticamente todos os filos possuem indivíduos potencialmente produtores de ictitos ou icnofósseis (Fernandes, 1993). Anelídeos, moluscos e artrópodes são os grupos que possuem maior número de espécies responsáveis pela produção de pistas e escavações em sedimentos inconsolidados.

Figura 42: Visão lateral de entrada/saída dos dutos de bioturbação, *Thalassinoides*.



Como divisão e subdivisões da Icnologia dois campos de estudo: NEOICNOLOGIA e **PALEOICNOLOGIA**. A paleoicnologia inclui o estudo dos vestígios do passado, resultantes das atividades vitais de animais e vegetais.

Em geral, são excluídos da categoria de estruturas biogênicas os organismos fossilizados e as impressões que resultam do contato passivo entre as partes do corpo de um organismo e o substrato.

Estrutura Biogênica de Bioturbação: corresponde as escavações feitas por organismos em substratos não litificados, (sedimentos não consolidados) incluindo pistas, pegadas e escavações.

Pistas: Abrangem os deslocamentos horizontais de animal sobre/ou sob o substrato, ou seja, é o deslocamento por arrasto.

Escavações: São formadas pela penetração de organismos vertebrados, invertebrados ou raízes no interior do substrato sedimentar inconsolidado.

Dentro da utilização dos traços fósseis na reconstrução dos ambientes antigos, as estruturas sedimentares biogênicas refletem o comportamento dos organismos responsáveis pelos traços fósseis e sua resposta às condições ambientais locais.

Tanto nos depósitos clásticos como nos carbonáticos, a distribuição dos traços fósseis nos ambientes marinhos parece, na maioria dos casos, ser fortemente relacionada com a profundidade, ou seja, as mais expressivas mudanças de conjuntos de traços fósseis ocorrem, batimetricamente, de acordo com um verdadeiro zoneamento de profundidade.

Figura 43: Maior representante icnofóssil coletado compoendo uma estrutura de bioturbação de crustáceos (Thalassinoides), da Formação Gramame.



6.2.6 Minerais e Processos químicos

Os geodos ocorrem com frequência na área mapeada. Estas cavidades que se formam nas rochas, apresentando-se revestidas por formações cristalinas, muitas vezes apresentando a forma de faixas concêntricas. O exterior desses geodos mais comuns é geralmente constituído por calcário, enquanto que o interior é repleto por cristais de calcita, quartzo, calcedônia e outros. Outros geodos apresentam-se completamente preenchidos com cristais, apresentando-se como uma massa sólida, e tomam o nome de nódulos.



Figura 44:Pequenos geodos de cristais de calcita.



Os geodos podem formar-se em qualquer cavidade enterrada. Estas cavidades são geralmente bolhas de gás no interior de rochas, vesículas em lava após uma erupção vulcânica ou mesmo tocas de animais. Com o tempo, a parede externa da cavidade endurece, e os silicatos e carbonatos dissolvidos depositam-se na superfície interior; o fornecimento lento de constituintes minerais pelas águas subterrâneas ou por soluções hidrotermais, permite a formação de cristais no interior da câmara oca. Ao longo de milhões de anos após a sua formação, o geodo regressa à superfície através de processos geológicos correntes.

Figura 45:Maior exemplar de geodo calcário coletado.





7. POSSÍVEIS IMPACTOS FUTUROS DO EMPREENDIMENTO E RECOMENDAÇÕES PARA A PRESERVAÇÃO DOS FÓSSEIS

Tendo em vista o decreto-lei nº 4.146 de 1942, que concede ao Departamento Nacional de Pesquisa Mineral-DNPM o poder de regular e fiscalizar os fósseis no Brasil. É sabido que o contingente de fiscais é insuficiente ao grande território que lhe cabe a responsabilidade de fiscalizar.

Contudo, as características geológicas da região e o grande registro fossilífero nos afloramentos visitados, requerem algumas precauções afins de prevenir impactos ao patrimônio fossilífero da Formação Gramame, como apenas sugestão do corpo técnico deste trabalho:

- Salvamento e preservação dos achados fossilíferos, em contribuição ao acervo paleontológico.
- Acompanhamento das cavas para monitoramento de ocorrências nas camadas inferiores da Formação Gramame para o registro de possíveis novas espécies.
- Capacitação técnica em paleontologia de um ou mais profissionais da empresa ao monitoramento das frentes de lavra.



8. CONCLUSÕES

O presente trabalho consiste em uma caracterização paleontológica da área prevista para a lavra de calcário no município de Alhandra, no estado da Paraíba, elaborado para a Mineração Nacional. O intuito do estudo é uma avaliação paleontológica de modo a orientar o avanço do empreendimento sem que haja impactos negativos ao patrimônio fossilífero da região.

Na área mapeada o registro fossilífero é representado por fósseis de bivalvíos, gastrópodes, cefalópodes, equinóides e icnofósseis, porém, é importante destacar que podem ser encontrados outros registros fósseis à medida que a cava for sendo aberta.



9. LIMITAÇÕES

O presente trabalho foi elaborado visando atender as exigências do órgão ambiental do estado da Paraíba (SUDEMA), para o empreendimento da empresa Mineração Nacional, no município de Alhandra. As informações apresentadas são fruto de coletas diretamente realizadas em campo e de informações indiretas obtidas na literatura. Os resultados alcançados neste relatório são interpretações dos dados e informações obtidas a partir da análise de um contexto mais geral que se especifica nas características locais da área do empreendimento. Todas as informações apresentadas, interpretações, conclusões e recomendações estão conectadas ao período de tempo que foi realizado o relatório. Qualquer análise posterior pode resultar em uma configuração de dados distintas do que foi coletada no presente trabalho.

O uso das informações do presente relatório deve ser acordado de forma escrita com os autores do mesmo, os geólogos Renan Siqueira e César Felipe Cordeiro Filgueiras. Os geólogos não se responsabilizarão por uso indevido dos dados obtidos por terceiros, em qualquer hipótese, seja por perda, dano ou despesa resultante desse uso ou tomada como base para decisões. O uso de dados, informações ou interpretações deste relatório usados por terceiros sem acordo ou autorização prévia, será feita por seu próprio risco.



REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS

ANDRADE, E. J.; SEELING, J. BENGSTON, P.; SOUZA-LIMA, W.; The bivalve *Neithea* from the Cretaceous of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* (17) 2004 25–38 P.

ARAI, M. A. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP: Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

ASMUS, H. E.; CARVALHO, J. C. 1978. Condicionamento tectônico da sedimentação nas bacias marginais do Nordeste do Brasil (Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba). In: PROJETO REMAC (ed.), Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. PETROBRAS/CENPES, 4: 1-24.

AZEVEDO, S. A.; CARVALHO, L. B. 1997. Proposta de classificação para os répteis marinhos (Mosasauridae: Lepidosauria) do Cretáceo Superior da Bacia Pernambuco-Paraíba, Brasil. XV Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro-SP. 1997. Boletim de resumos, 96 p.

BARRETO, A. M. F.; OLIVEIRA, E.V. ; CASSAB, R. C. T. ; DUQUE, R. R. C.; SUCERQUIA, P. ; MOTA, M. A. L. . Catálogo do Material-Tipo da Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. *Estudos Geológicos (UFPE)*, v. 24, p. 3-53, 2014.

BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; LIMA FILHO, M. F. & NEUMANN, V. H. 2003. A Estratigrafia da Bacia Paraíba: Uma reconsideração. *Estudos Geológicos*, 13: 89-108.

BARBOSA, J. A. Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano - Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mario Ferreira de Lima Filho). Recife 2004. 230 p.

BARBOSA, J. A.; LIMA FILHO, M. F. Os Domínios da Bacia da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de P&G em Petróleo e Gás. *Boletim Trabalhos*. 2005, 6 p.

BARBOSA, J. A., LIMA FILHO, M. F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife - Natal: observações em dados de poços. 20 p. B. *Geoc. Petrobrás Rio de Janeiro*, v. 14, n.2. 2006, 287 – 306 p.

BARBOSA, J. A. A deposição Carbonática na Faixa Costeira Recife-Natal: Aspectos Estratigráficos, Geoquímicos e Paleontológicos. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mario Ferreira de Lima Filho). Recife PE 2007. 219 p.

BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V.H.; LIMA FILHO, M.; SOUZA, E.M.; MORAES, M.A. 2007. Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal), NE Brasil. 2007. *Estudos Geológicos*, 17 (2): 3-30.



BARBOSA, J. A.; VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. Paleoambientes e icnofácies carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleógeno), Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. 2006. 36 (3): 449-464 p.

BEURLIN, K. Dois crustáceos do Cretáceo Superior do Nordeste do Brasil (DECÁPODA, BRACHYURA). *Boletim do Museu Nacional. Geologia. Nova Série*. Nº 26. 1958. 23 p.

BEURLIN K. O termo Formação na Terminologia Estratigráfica, ilustrado pelas Formações Maruim e Gramame (Cretáceo do Nordeste do Brasil). *Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro. 1963. 327 – 338. 12 p.

BEURLIN, K. O gênero *Callianassa* nas formações cretácicas de Pernambuco. *Arq. Geol.* 1962. Recife 2: 1-10 p.

BEURLIN K. Introdução geral e Estratigrafia. *Geologia da faixa sedimentar Pernambuco/Paraíba. II Simpósio de Geologia do Nordeste*. 1966. 6 p.

BEURLIN K. A Estratigrafia da Faixa Sedimentar Costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. 1967a. 16 (1): 43-53.

BEURLIN K. Paleontologia da Faixa Sedimentar Costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. 1967b. 16 (1): 73-79.

BEURLIN, K. *Geologie von Brasilien*. Berlin, Gerb. Borntraeger. 1970. 444 p.

BRANNER, J. C. *Geology of the Northeast of Brazil*. Geological Society of America. Bulletin, 13: 1902. 41-98 p.

CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A.; SILVA, V. G. Novos vertebrados cretáceos e paleocênicos das formações Gramame e Maria Farinha, Bacia Sedimentar Pernambuco/Paraíba, Nordeste do Brasil. II. Répteis. XIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Uberaba-MG, Boletim de resumos. 1995a. 31-32 p.

CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A.; SILVA, V. G. Quatro novas vértebras de Mosasauridae do Neocretáceo da Bacia Pernambuco-Paraíba, Brasil. XIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Uberaba-MG, Boletim de resumos. 1995b. 33-34 p.

CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A.; SILVA, V. G. Maastrichtian mosasaur remains from northeast Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 55th Vertebrate Paleontology Society Meeting. 1995c. 15(3): 22 p.

CHOQUETTE, P. W.; JAMES, N. P. Limestones - The burial diagenetic environment. In: McIlreath, I.A. & Morrow, D.W. (Eds.), *Diagenesis*. Geoscience Canada, Reprint Series. 1990. 4:75-111.

CÓRODOBA, V. C.; SÁ, E. F. J.; SOUSA, D. C.; ANTUNES, A. F. Bacia de Pernambuco - Paraíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, maio/nov. 2007.391-403p.

COX, L. R. 1969-1971. Part N v. 1-3, Mollusca 6, Bivalvia. IN: Moores, R. C. (ed.) *Treatise on invertebrate Paleontology*, 1224p., Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Press. Lawrence.

CRISTENSEN, W. K; HANCOCK, J. M., PEAKE; N. B; KENNEDY, W. J. 2000. The base of the Maastrichtian. *Bulletim of the Geological Society of Denmark*. 2000. 47: 81-85.



DARTEVELLE, E.; FRENEIX, S. Mollusques fossiles du Crétacé de la Côte occidentale d'Afrique, du Cameroun à l'Angola, II Lamellibranches. Ann Mus Roy. Tervuren. 1957. Congo Belge, ser. 8°, Sc. Géol, 20:1-271 p. est. 1-35.

DEMICO, R. V.; HARDIE, L. A. Sedimentary structures and early diagenetic features of shallow marine carbonate deposits. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Atlas Series. 1994. 1:1-265.

GADI, M. S. M.; Brookfield, M. E. Open carbonate ramp facies, microfacies and paleoenvironments of the Gramame Formation (Maastrichtian), Pernambuco- Paraíba Basin, Northeastern Brazil. Journal of South American Earth Sciences. 1999. 12(4):411- 433.

GADI, M.S.M.; BROOKFIELD, M.E. Open carbonate ramp facies, microfacies and paleoenvironments of the Gramame Formation (Maastrichtian), Pernambuco- Paraíba Basin, Northeastern Brazil. Journal of South American Earth Sciences. 1999. 12(4):411- 433.

EKDALE, A.A.; STINNESBECK, W. Trace fossils in Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary in northeastern Mexico: Implications for sedimentation during the KT boundary event. 1998. Palaios, 13:593-602 p.

EL GADI, M. S. M. Estudo das microfácies da Formação Gramame (Maastrichtiano), Faixa costeira de Pernambuco-Paraíba. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Geociências. Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco CTG – UFPE. Recife 1993. 133 p.

FEIJÓ, F. P. Bacia Pernambuco-Paraíba. Boletim de Geociências da Petrobrás. 1994 (1): 143-148.

FERNANDES, A. C. S. Ocorrência inédita de coral (Coelenterata – Scleractina) na Formação Gramame, Cretáceo Superior da Paraíba. An. Acad. Bras. Ciênc. 1986. 58(4): 608 p.

FILHO, O. J. C.; ALENCAR, M. L. BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H. Proposta de formalização de Formação Tambaba, Eoceno da Bacia da Paraíba, NE do Brasil. Estudos Geológicos Vol. 25 (2) 2015. 61-8, 21p.

FURRIER, M. Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa – 1:100.000. Tese de Doutorado. USP, São Paulo, SP (2007).

HARLAND, W. B.; ARMSTRONG, R. L.; COX, A.V.; GRAIG, L. E.; SMITH, A. G.; SMITH, D.G. A geologic Time Scale. Cambridge University Press, New York, 1989. 263pp.

HONJO, S. Coccoliths: production, transportation and sedimentation. Marine Micropaleontology, Amsterdam. 1976. v. 1, n°1, p. 65-79.

GRADSTEIN, F. M.; AGTERBERG, F.P.; OGG, J. G.; HARDENBOL, J.; VAN VEEN, P.; THIERRY, J.; UANG, Z. A Mesozoic time scale. Journal of Geophysical Research, 1994. 99(B12): 24051-24074.

GRADSTEIN, F. M.; AGTERBERG, F. P.; OGG, J. G.; HARDENBOL, J.; VAN VEEN, P.; THIERRY, J.; HUANG, Z. 1995. A Triassic, Jurassic and Cretaceous time scale. In: BERGGREN, W. A.; KENT, D. V.; AUBRY, M.-P.; ARDENBOL, J.; SCHOLLE,



P. A. (Eds.). Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication. 1995. 54:95 126 p.

KELLNER, A. W. A. Pterossauros, os primeiros vertebrados voadores. *Ciência Hoje*, 2001. 30 (178): 27-31 p.

KEGEL, W. In: Relatório anual do director (ano 1952). 1953. Boletim DGM/DNPM, 80p.

KEGEL, W. Geologia do Fosfato de Pernambuco. D. N. P. M., Div. Geol. Min. 1955a Bol. 157: 54p.

KEGEL, W. Geologia de Pernambuco. Div. Geol. Min. 1955b. D.N.P.M. bol. 157, 54 p., ilustrações. KEGEL, W. Nota sobre os microfósseis do fosfato cretáceo de Pernambuco. Sociedade Brasileira de Geologia. 1955c. Boletim, 3(1): 73-76.

KEGEL, W. Um novo membro fossilífero da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior), Pernambuco. 1957. An. Ac. Bras. Cienc. V. 29, N° 3. 373-375 p.

LIMA FILHO, M. F. Correlação da Bacia Cabo com as Bacias do Oeste Africano. Simpósio Aspectos Tectônicos, Depositionais e Evolutivos de Bacias Rift. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador-BA. 1996. Anais, 5: 347-349.

LIMA FILHO, M. F. Análise estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. Tese de Doutorado. Pós-Graduação IG-USP. 1998a. 180 p.

LIMA FILHO, M.F. 1998b. The main tectonic-magmatic events in Pernambuco basin (NE Brazil). In: Mabessone, J. M. (ed.) Contribuições Científicas do LAGESE (Laboratório de Geologia Sedimentar para o Projeto IGPC N° 381 "Correlações Mesozóicas no Atlântico Sul". Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Geologia, Publicação Especial 4. 1998b.

LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, A. B.; SOUZA, E. M. Carbonate sections of the Paraíba and Pernambuco Basins, Northeastern Brazil: Implications for the late stages of opening of Southern Atlantic Ocean. Alicante (Espanha), 15th, International Sedimentology Congress. 1998c. Resumos, 504 –505.

LIMA, F. J. C.; BARRETO, A. M. F. . Procedimentos de Curadoria em parte da Coleção Científica de Fósseis do DGEO/CTG/UFPE. In: XV Congresso de Iniciação Científica da UFPE - CONIC UFPE, 2007, Recife. CD de Resumos. Recife: UFPE, 2007. v. 1. p. 1-1.

LIMA FILHO, H. O.; GUIMARÃES NETTO, R.; KOUTSOUKOS, E.A.M. Thalassinoides monoichnofauna and its environmental significance at Gramame Formation (Maastrichtian) of Pernambuco-Paraíba Basin - NE Brazil. International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro. 2000. CD-ROM Abstracts.

LIMA, F. H. O. Estratigrafia integrada do Maastrichtiano (Formação Gramame) da Bacia Pernambuco-Paraíba – NE do Brasil: caracterização faciológica e evolução paleoambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002. 295p.

LIMA, F.H.O.; KOUTSOUKOS, E.A.M. 2000. Biostratigraphy of calcareous nannoplankton of Gramame Formation (Maastrichtian) of Pernambuco- Paraíba Basin - NE Brazil. International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro. 2000. CD-ROM Abstracts.



LIRA, D. R.; TIMÓTEO, D. M. O.; RAFAEL, L. M.; SANTOS, C. A. Reconstrução de Paleoambiente Litorâneo a partir de fósseis da Classe Equinoidea (Hemiaster Scutiger) na Formação Gramame, Bacia da Paraíba. Sociedade de Ecologia do Brasil. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2007. 2 p.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS M. M. Base estrutural-Faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. Estudos Geológicos, 1991. 10: 33- 43.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS M. M. Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba. Revista Brasileira de Geociências, Volume 18. Recife 1988b, 7 p.

MABESOONE, J. M. Marine carbonate rocks from Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin (NE Brazil). SAMC News (IGCP 381). 1998. (10):19-23.

MABESOONE, J. M.; OLIVEIRA, D. D. Paleontologia Estratigráfica. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEOL série Estudos e Pesquisas. V. 10 Recife 1991. 5p.

MABESOONE, J. M. Sedimentos. Geologia da faixa sedimentar Pernambuco/Paraíba. II Simpósio de Geologia do Nordeste. 1966. 6 p.

MABESOONE, J. M. Estudo petrográfico comparativo dos calcários do Nordeste. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Geologia. Brasília, DF 1970. 287-236p.

MABESOONE, J. M. Histórico. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEOL SÉRIE B: Estudos e Pesquisas. V. 10. Recife 1991a. 5 p.

MABESOONE, J. M. Notas Explicativas dos Mapas. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEOL SÉRIE B: Estudos e Pesquisas. V. 10. Recife 1991b. 11p.

MABESOONE, J. M. Significance of Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin (NE Brazil) for Atlantic Cretaceous. SAMC News (IGCP 381). 1998. (5):37-38.

MABESOONE, J. M. Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte. In: IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, Águas de São Pedro-SP – 1996. Boletim de resumos. 81 - 84.

MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Geologia da Faixa Sedimentar Costeira Pernambuco – Paraíba. Resumo do II Seminário Departamental da Universidade Federal de Pernambuco do Instituto de Geociências, do Departamento de Geologia e Paleontologia. 1971. 8 p.

MANSO, C. L. C.; SOUZA-LIMA, W. O registro do equinóide *Hemiaster zululandensis* BESAIRE & LAMBERT, 1930, no Cretáceo (Albiano Superior) de Sergipe. Revista Brasileira de Paleontologia. Dezembro 2003. 6:61-67 p.

MAURY, C. J. O Cretáceo Da Parahyba Do Norte. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 1930. 305MAURY, C. J. O. O Cretáceo de Sergipe. Serv. Geol. Min. Brasil, 283 p., 28 est. (Monographia XI). Rio de Janeiro 1936.



- MENDES, J. C. Problemas estratigráficos da faixa sedimentar costeira de Pernambuco. & Introdução do conhecimento da sutura dos amonóides. Instituto de Geologia da Universidade Federal da Paraíba. Paleontologia. N.1 1962. 16 p.
- MENDES, J. C. 1984. Elementos de Estratigrafia. T.A. Queiroz/Ed. da Universidade de São Paulo 1984. 566p.
- MENOR, E. A.; DANTAS, J. R. A. SOBRINHO, A. C. P. La Sédimentation phosphatée. Pétrographie, minéralogie et géochimie des gisements de Taiba (SénéGal) e t d'Ólinda Brasil. Strabourg. Univ. Louis Psteur, Thesee Doct. Ing. 1975. 153 p.
- MENOR, E. A.; DANTAS, J. R. A.; SOBRINHO, A. C. Sedimentação fosfática em Pernambuco e Paraíba: Revisão de novos conhecimentos. In: SIMP. GOL. NORDESTE, 8, Campina Grande, 1977, Atlas..., Campina Grande, SBG/NE, p. 1- 27.
- MENOR, E. A.; AMARAL, A. J. R. Excursão N° 5: "O Cretáceo-Paleoceno da Faixa costeira Pernambuco-Paraíba e Depósitos Fosfáticos associados". XXX Congresso Brasileiro de Geologia. Boletim N° 02 Roteiro das Excursões. Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo de Excursões. Recife 1978. 69 – 86 p.
- MONTEIRO, F. A. C.; MEIRELLES, C. A. O.; SOARES, M. O. Bivalves fósseis do gênero Neithea (bivalvia: pectinidae) e seu significado paleobiogeográfico para o domínio Tetiano na Bacia Potiguar. São Paulo, UNESP, Geociência. 2010, v. 29, n. 3, 335-341 p.
- MUNIZ, G. C. B. Sobre a presença no Brasil do gênero cretáceo Legumen. Instituto de Geociências, Universidade Católica de Pernambuco, Cadernos de Geociências. 1969. 9 p.
- MUNIZ, G. C. B. Excursão N° 11 – Conteúdo fóssil do Cretáceo e Paleoceno da Bacia PB/PE e do Cretáceo da Bacia Potiguar. XXX Congresso Brasileiro de Geologia. Boletim N° 02 Roteiro das Excursões. Sociedade Brasileira de Geologia. Núcle Nordeste Recife 1978. 169 – 175.
- MUNIZ, G. C. M.; LIMA, L. V. O. Observações sobre os bivalvios cretáceo superior da Bacia da Paraíba PE/PB, nas fácies Engenho Amparo, Alhandra e Congo. Atlas do IX Simpósio de Geologia do Nordeste Natal (RN) 1979. 78 – 83.
- MUNIZ, G. C. B. Um novo e importante afloramento fóssilífero da porção inferior da Formação Gramame (Ks), no Estado da Paraíba. XII Simpósio de Geologia do Nordeste – João Pessoa – PB. 1986. 15 – 19 p.
- MUNIZ, G. C. B. Novos Moluscos da Formação Gramame, Cretáceo superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Departamento de Geologia – UFPB. Publicação Especial N° 1: 1993. 202p.
- OLIVEIRA, P. E.; ANDRADE RAMOS, J. R. 1956. Geologia das quadrículas de Recife e Pontas de Pedra. Boletim DGM/DNPM. 1956. 151: 1-60.
- OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. 1940. Geologia do Brasil. 2 ed., s. n., Rio de Janeiro, Ser. Didática n. 2, 813p.
- OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. 1978. Geologia do Brasil. Escola superior de Agricultura de Mossoró. Coleção Mossoroense Vol. LXXII. Ano XXX da Batalha da Cultura. 1978 5p.



- OLIVEIRA, P. E.; RAMOS, J. R. A. Contribuição a Geologia do Município de Olinda, Pernambuco. Div. Geol. Min. D. N. P. M. 1951. bol. 138, 23p.
- OLIVEIRA, P. E.; SANTOS, R. S. 1950. Fósseis Cretáceos da Ilha de Itamaracá. Rio de Janeiro. An. Acad. Bras. Ciênc.. 1950. 22(1): 107-112.
- OLIVEIRA, L. T.; DEMETRIO, J. G. A.; TOME, M. E. T.; VASCONCELOS, C. L. Análise da geometria dos aquíferos costeiros da porção norte da região metropolitana do Recife- PE a partir de perfis litológicos de poços tubulares. Revista Águas Subterrâneas. 2003. 17: 9-22.
- PRICE, L. I. 1953a. Restos de mosassáurios de Pernambuco e considerações sobre a presença destes répteis na Bacia Amazônica do Brasil. Boletim DGM/DNPM. Notas Preliminares e Estudos, 58: 1-15 p.
- PRICE, L. I. 1953b. A presença de pterossáuria no Cretáceo Superior do Estado da Paraíba. Boletim DGM/DNPM. Notas Preliminares e Estudos, 71:1-10 p.
- RAND, H. M.; MABESOONE, J. M. 1982. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 1982. 38: 163-183.
- RATHBUN, J. M. Description of *Zanthopsis cretacea* sp. nov. from the Parahyba do Norte. Bulletin Geological Society of America. 1902. 13: 43-44.
- REYMENT, R. A.; BENGTSON, P. (compiladores) (1985). Mid-Cretaceous events: report on results obtained 1974-1983. Projeto IGCP 58, Publications from the Paleontological Institution of the University of Uppsala, Special. (1985) v. 5, 132 p.
- RICH, V.; RICH P. TH; FENTON. MA; FENTON C. L. 1997. The Fossil Book: A Record of Prehistoric Life. Dover Publ., 760 p.
- ROCHA, J. F.; MORAES, L. J. Atlas Geológico do Brasil. Serviço de Piblicidade Agrícola. Rio de Janeiro. Brasil. 1939.
- SANTOS, J. D. Os Calcários do estuário do Rio Parahyba e seus arredores. Parahyba do NotE, 1928. 30 p.
- SILVA, M. C. Os Vertebrados da Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleoceno), Nordeste do Brasil. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007. 201 p.
- SILVA V. G.; AZEVEDO, S. A.; CARVALHO, L. B. Novos vertebrados cretáceos e paleocênicos das formações Gramame e Maria Farinha, Bacia Sedimentar Pernambuco/Paraíba, Nordeste do Brasil. I. Peixes. XIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Uberaba-MG, Boletim de resumo. 1995. 122-123 p.
- SILVA, M. C.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, I. S.; CARVALHO, M. S. S. Vertebrados e Paleoambientes do Neocretáceo-Daniano da Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociências. Departamento de Geologia. Volume 17 (2) 2007. 12 p.
- SOBRAL, A. C. S. Os amonoides da Bacia da Paraíba: Implicações Cronostratigráficas, Paleoecológicas e Paleobiogeográficas. Dissertação de mestrado (Programa de Pós- Graduação em Geociências – Área de Concentração:



Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007. 74 p.

SANTOS, M. S. Caracterização geomorfológica e do quadro físico da carta topográfica Pitimbú – PB, 1: 25. 000. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa PB, 2011, 68p.

SIAL, A.N.; CHEN, J. ; LACERDA, L. D. ; FREI, R. ; TEWARI, V. C. ; PANDIT, M. K.; GAUCHER, C. ; FERREIRA, V. P. ; CIRILLI, S. ; PERALTA, S. ; KORTE, C.; BARBOSA, J. A. ; PEREIRA, N. S.. Mercury enrichment and mercury isotopes in Cretaceous?Paleogene boundary successions: links to volcanism and palaeoenvironmental impacts. *Cretaceous Research*, v. 66, p. 60-81, 2016.

SIESSER, W. G. e WINTER, A. Composition and morphology of coccolithophores skeletons. In: Winter, A.; Siesser, W. (eds) - *Coccolithophores*. Cambridge, Cambridge University Press. 1994. 51- 62 p.

SOUZA, E. M. Estratigrafia da sequência clástica inferior (Andares Coniciano-Maastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centre de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (Orientador Prof. Joel C. Castro). Recife 2006, 375 p.

SMITH, A B. Echinoid palaeobiology. 1ªed. London, George Allen & Unwin Ltd. 1984.199 p.

SUGUIO, K. Dicionário de Geologia Sedimentar. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1222 p.

TINOCO, I. M. Contribuição ao conhecimento da Gênese do Fosfato de Olinda. Arquivo do Museu Nacional 1971. 54: 177-182.

SHOL, N. F. Neogastropoda, Opisthobranchia and Basommatophora from the Ripley, Owl Creek and Prairie Bluff Formations. U. S. Geol. Survey Prof. Paper. 1964. 331-B, 153 – 344 p.

STEPHENSON, L.W. The larger invertebrate fossils of the Navarro Group of Texas. University of Texas Publication. 1941. 4101, 1–641.

STINNESBECK, W.; ASHRAF, A. R.; PERCH-NIELSEN, K. S. Estudos paleontológicos no limite Cretáceo-Terciário no Estado de Pernambuco. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEO SÉRIE B: Estudos e Pesquisas. V. 10. Recife 1991b. 141 – 156 p.

WADE, B. The fauna of the Ripley Formation on Coon Creek, Tennessee. U. S. Geol. Survey prof. Wasshington, 1926. Paper 173, 272 p., 72 est.

WALLICH G.C. Remarks on some novel phases of organic life, and on the boring powers of minute annelids, at great depths in the sea. *Annals and Magazine of Natural History*, Series3. 1861. 8:52-58 p.

WENZ, W. Gastropoda. In.: SCHINDEWOLF O. H. ed. *Handbuch der Palaozoologie*: v: 6, Berlin. 1938 – 1944.1639 p.



WILLIAMSON. Geology of Parahyba and Pernambuco gold Regions. Transactions Manchester Geological Society. 1868. 6. 115p.

WOODS, H. A Monography of the Cretaceous Lamellibranchiata of England. London 1899-1913. Palaeontograph. Soc., v. 1 (1899 - 1903), 227 p., 42 est.; v. 2 (1904 - 1913), 473 p., 63 est.

WRIGHT, C. W.; CALLOMON, J. H.; HOWARTH, M. K. Cretaceous Ammonoidea. In: Kaesler, R. L. (Ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology: Part L Mollusca 4 (Revised). Geological Society of America, University of Kansas 1996. 362p.

WORKS, F. Gateway to the Paleobiology Database. Fonte: Fossil Works: fossilworks.org (2017).



ANEXOS

Tabela 1: Síntese bibliográfica com as principais publicações sobre os táxons estudados na Formação Gramame da Bacia Paraíba. Fonte: Modificado de Oliveira, 2017.

Publicações dos macrofósseis da Formação Gramame, Bacia Paraíba	
Táxons por Grupos	Autores
FAUNA	
Invertebrados	
Bivalvios	
<i>Acesta paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Atrina reginamaris</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Brasilicardium riogramamense</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Camptonectes (Camptonectes) moderatus</i>	Muniz (1993)
<i>Cardium rigramamense</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Cataceramus balticus</i>	Bohm (1907); Muniz (1993)
<i>Coelopsis (Coelopsis) brasiliensis</i>	Muniz (1993)
<i>Crassatella paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Cyprimeira paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Cyprimeira</i> sp.	Muniz (1993)
<i>Exogyra (Exogyra) gramamensis</i>	Muniz (1993)
<i>Fimbria beurleni</i>	Muniz (1993)
<i>Gastrochaena (Gastrochaen)</i>	Muniz (1993)
<i>Granocardium (Criocardium) paraibense</i>	Muniz (1993)
<i>Inoceramus (Edocostea) dominguensi</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Legumen brasiliense</i>	Muniz (1993)
<i>Leptosolen paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Linearia (Liothyris) brasiliensi</i>	Muniz (1993)
<i>Liopistha (Liopistha) riogramamensis</i>	Muniz (1993)
<i>Lithophaga (Lithophaga) paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Lopatina (Pseudocucullaeae) stantoni</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Mesolcallista (Mesocallista) Mauryae</i>	Muniz (1993)
<i>Neithea (Neithea) bexarensis</i>	Muniz (1993)
<i>Ostrea</i> sp.	Muniz (1993)
<i>Pholadomya (Pholadomya) parahybensis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)



Publicações dos macrofósseis da Formação Gramame, Bacia Paraíba

Táxons por Grupos

Autores

FAUNA

Invertebrados

<i>Plicatula (Plicatula) parahybensis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Pseudolimea</i> sp.	Muniz (1993)
<i>Pycnodonte (Phygraea) vesicularis</i>	Muniz (1993)
<i>Sinomia paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Trigonarca freia</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Trigonarca isolada</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Trigonarca jessupae</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Venericardia (Venericardia) marisaustralis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Veniella brasiliensis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
Gastropoda	
<i>Anchura roxoi</i>	Muniz (1993); Oliveira? (1951)
<i>Bellifusus parvus</i>	Muniz (1993)
<i>Calyptraea paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Calyptraphorus itamaracensis</i>	Muniz (1993)
<i>Campaniele brasiliense</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Cancellaria? Paraibensis</i>	Muniz (1993)
<i>Cerithiella (Cerithiella) pernambucensis</i>	Muniz (1993)
<i>Cerithium paraibense</i>	Muniz (1993)
<i>Euspira parahybensis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Fusinus delicatus</i>	Muniz (1993)
<i>Keilostoma magna</i>	Muniz (1993)
<i>Mataxa paucilirata</i>	Muniz (1993)
<i>Mesalia garapuensis</i>	Muniz (1993)
<i>Mesalia priscilae</i>	Muniz (1993)
<i>Otostoma paraibense</i>	Muniz (1993)
<i>Paleopsephaea itamaracensis</i>	Muniz (1993)
<i>Pseudoliva bellecompta</i>	Muniz (1993)
<i>Pseudomalaxis? pauciornata</i>	Muniz (1993)
<i>Pterodonta? gramamensis</i>	Muniz (1993)
<i>Pugnellus (Pugnellus) assisi</i>	Muniz (1993)
<i>Pyropsis axiornata</i>	Muniz (1993)
<i>Strombus? Latiaperturalis</i>	Muniz (1993)



Publicações dos macrofósseis da Formação Gramame, Bacia Paraíba

Táxons por Grupos

Autores

FAUNA

Invertebrados

<i>Trachytriton? pernanbucense</i>	Muniz (1993)
<i>Turritella nordestensis</i>	Muniz (1993)
<i>Turritella antigona</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Turritella antigona itamaracaensis</i> subsp.	Muniz (1993)
<i>Turritella arethusa</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Turritella Bunnhilda</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Turritella</i> sp.	Muniz (1993)
<i>Turritella totiumsancoru</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Volutoderma (Voluntoderma)</i> <i>brasiliensis</i>	Maury (1930); Muniz (1993)
<i>Volutomorpha</i> sp.	Muniz (1993)
<i>Woodsella? brasiliensis</i>	Muniz (1993)
Cefalópoda	
<i>Axonoceras</i> cf. <i>A. compressum</i>	Muniz (1993); Sobral (2011)
<i>Axonoceras pingue</i>	Muniz (1993); Sobral (2011)
<i>Diplomoceras cylindraceum</i>	Sobral (2011)
<i>Gaudryceras varicostatum</i>	Muniz (1993); Sobral (2011)
<i>Hauericeras</i> sp.	Muniz (1993); Sobral (2011)
<i>Pachydiscus (Pachydiscus.) jacquoti</i>	Sobral (2011)
<i>Pachydiscus (Pachydiscus.)</i> <i>neubergicus</i>	Sobral (2011)
<i>Pachydiscus</i> sp.	Lima (2002)
<i>Phylloceras (Hypophylloceras) surya</i>	Muniz (1993); Sobral (2011)
<i>Sphenodiscus lobatos</i>	Sobral (2011)
Decápoda	
<i>Ophthalmoplax brasiliana</i>	Rathbun (1902); Maury (1930); Beurlen (1958)
Equinoides	
<i>Hemiaster</i>	Maury 1930; Almeida (2007); Lima (2002)
ICNOFÓSSEIS	
<i>Phycosiphon</i>	Lima (2002)
<i>Thalassinoides</i>	Lima (2002); Almeida (2007)



Publicações dos macrofósseis da Formação Gramame, Bacia Paraíba

Táxons por Grupos

Autores

FAUNA

Invertebrados

Vertebrados

Chondrichthyes

<i>Cretolamna biauriculata</i>	Maury (1930); Oliveira e Silva Santos (1950) Silva (2007)
<i>Hexanchus microdon</i>	Rebouças e Silva Santos (1956); Silva (2007)
<i>Hexanchus</i> sp.	Rebouças e Silva Santos (1956); Silva (2007)
<i>Rhombodus binkhorsti</i>	Silva (2007)
<i>Squalicorax pristodontus</i>	Maury (1930); Oliveira e Silva Santos (1950);

Osteichthyes

<i>Enchodus elegans</i>	Silva (2007)
<i>Enchodus libycus</i>	Silva et al., (1995); Silva (2007)
<i>Enchodus oliveirai</i>	Maury (1930); Oliveira e Silva Santos (1950); Silva (2007)
<i>Palaeobalistum dossantosi</i>	Maury (1930); Silva (2007)

Reptilia

<i>Elasmosauridae</i>	Carvalho et al., (1997b); Silva (2007)
<i>Globidens fraasi</i>	Price (1957); Carvalho et al., (1995a); Carvalho et al., (1995c); Carvalho (1996); Azevedo e Carvalho (1997); Carvalho e Azevedo (1998a); Silva et al., (2006); Silva (2007)
<i>Mosasaurus anceps</i> e <i>M. Beaugei</i>	Price (1953a); Price (1957); Carvalho et al., (1995a); Carvalho et al., (1995b); Carvalho et al., (1995c); Carvalho (1996); Azevedo e Carvalho (1997); Carvalho e Azevedo (1998a); Silva et al., (2006); Silva (2007)
<i>Nyctosaurus lamegoi</i>	Price (1953b); Silva (2007)
<i>Platecarpus</i> sp.	Carvalho (1996); Azevedo e Carvalho (1997); Carvalho e Azevedo (1998a)

FLORA

<i>Palmocarpus luisi</i>	Maury (1930)
--------------------------	--------------



REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO AFLORAMENTO VISITADO



Imagem 1. A. B. C. D. Afloramento da Formação Gramame onde foram encontrados os fósseis deste trabalho.



Imagem 2. A. B. C. Icnofósseis de estruturas de bioturbação de crustáceos (Thalassinoides), da Formação Gramame.



FLOREST
CONSULTORIA E ENGENHARIA



FLOREST
CONSULTORIA E ENGENHARIA



CIMENTO
NACIONAL

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

**PROJETO FAZENDA FUGIDA
CAAPORÃ/PB
JUNHO/2019**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE DUAS MINAS DE EXTRAÇÃO DE
CALCÁRIO NO MUNICÍPIO DE CAAPORÃ/PB**

FICHA TÉCNICA:

Cliente/Requerente: MINERAÇÃO NACIONAL S/A
Endereço: Rodovia PB-044, Pitimbu - PB, 58324-000

Empresa responsável pela Coordenação e Consolidação do EIA/RIMA:
Razão Social: FLOREST – Consultoria e Engenharia de Projetos LTDA ME
Endereço: Avenida Mato Grosso, 667 Caixa Postal 0046, Bairro dos Estados, 58030-080, João Pessoa/PB. **Telefones:** (83) 98808-3647 📞 / 99845-0025
E-mails: florest@outlook.com

Empresas colaboradoras em diagnósticos deste EIA/RIMA:

Ruído: Ambiental 7
Endereço: R. Nossa Sra. dos Navegantes, 521 - Tambaú, João Pessoa - PB, 58039-111
Telefones: (83) [98877-4634](tel:98877-4634) 📞
E-mails: ambiental7.eng@gmail.com

Ar: Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda
Endereço: Av. Prefeito Sebastião Fernandes nº 83 Centro, CEP 33200-000, Vespasiano/MG **Telefones:** (31) 3427 1600 - Fax (31) 3427 4077
E-mails: limnos@limnos.com.br

Água: Bioagri Ambiental LTDA
Endereço: Avenida Rinaldo Pinho Alves, 2680, Paulista/PE
Telefones: (81) 3372-8700
E-mails: falecom.amb.br@mxns.com

Arqueologia: TRADITIO Arqueologia
Endereço: Rua Pinheiro Machado, 20, Centro – Cruz Alta/RS
Telefones: (55) 99671-0201
E-mails: almeida.c.thaissa@gmail.com

EQUIPE TÉCNICA:

Nome	Formação Acadêmica	Registro Profissional	CTF/IBAMA
MSc. Alfredo N. da Silva Neto	Eng. Agrônomo	CREA/PB 2114813045	7142184
Cleberton da Silva Costa	Biólogo	CRBio 85.162/05-D	5474605
Faynara C. F. Figueiredo	Eng. Ambiental	CREA PB 1616684291	6093846
MSc. Felipe O. Tenório da Silva	Geólogo	CREA-PE 181574970	7324259
Dr. Gustavo A. C. Toledo	Biólogo	67.872/05-D	881693
Esp. Héric C. M. dos Santos	Eng. Florestal	CREA 161038317-6 PB	6266065
MSc. Ícaro de F. Albuquerque	Eng. Ambiental	CREA 161374525-7	7201271
Esp. Igor Feitosa Nogueira	Eng. Ambiental	CREA 161231176-8	5972486
MSc. José H. B. Mantovani	Sociólogo	-	-
MSc. Juan Diego L. de Mendonça	Biólogo	CRBio 107.378/05-D	5728536
Márcia Rodrigues Santos	Arqueóloga	-	5663904
Esp. Mônica Laura C. Ervolino	Assistente Social	CRESS/PB 4537	-
Odilon M. de J. da Silva	Téc. Biotecnologia	CRQ II 02409845	-
MSc. Renan Siqueira	Geólogo	CREA-PE 1814172092	7325499
Renato Magnum T. Costa	Biólogo	CRBio 99772/05-D	5329551
Ricardo T. de Carvalho	Graduando em Eng. Amb e Sanitária	-	-
Salvina Cristina Nunes	Tec. em Química	CRQ MG: 024020150	-
MSc. Sérgio Luiz da S. Muniz	Biólogo	CRBio 85.605/05-D	2137073
Dr. Telton Pedro A. Ramos	Biólogo	CRBio 67.115/05-D	2269976
Thaissa de Castro A. Caino	Arqueóloga	-	7323387
MSc. Thiago C. F. da Silva	Biólogo	CRBio 59.485/05-D	331999
Vitor de A. Lacerda	Eng. Ambiental	CREA/PB 1616429240	7143715
MSc. Wylde da Luz Vieira	Biólogo	CRBio 107.770/05-D	5824129