

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI

NOVA SÉRIE

BELEM — PARÁ — BRASIL

GEOLOGIA

N.º 8

JUNHO DE 1959

CONTRIBUIÇÃO À PALEONTOLOGIA DO ESTADO DO PARÁ

NOVAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO PIRABAS E DESCRIÇÃO
DE NOVOS INVERTEBRADOS FÓSSEIS

V — (MOLLUSCA — PELECYPODA)

CÂNDIDO SIMÕES FERREIRA *

Museu Nacional

OSVALDO RODRIGUES DA CUNHA

Museu Goeldi

CONTEÚDO

Agradecimentos	2
Introdução	3
Novas ocorrências e observações gerais	3
Tectonismo	15
Descrição dos fósseis	16
<i>Atrina pirabensis</i> n. sp.	16
<i>Amusium</i> (<i>Amusium</i>) cf. <i>papyraceum</i> (Gabb)	19
<i>Mytilus vidali</i> n. sp.	22
<i>Modiolus domingosi</i> n. sp.	27
<i>Clavazella</i> cf. <i>echinata</i> Lamarck	30
<i>Corbula</i> (<i>Corbula</i>) <i>vieta</i> Guppy	33
<i>Divaricella castelensis</i> n. sp.	35
<i>Clementia</i> (<i>Clementia</i>) <i>dariena</i> (Conrad)	39
<i>Pitar</i> (<i>Lamelliconcha</i>) <i>circinata</i> (Born)	43
<i>Teredo</i> sp.	46
Considerações Paleogeográficas e Paleoecológicas	48
I — Aspecto do antigo mar miocênico de Pirabas	43

* Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

II — Temperatura	50
III — Salinidade	52
IV — Movimento das águas	53
V — Associações biológicas	55
IV — Moluscos índices e característicos do mioceno	68
Abstract	70
Bibliografia	72
Explicação das Estampas	76

AGRADECIMENTOS

Renovamos aqui os nossos sinceros agradecimentos aos Drs. Walter A. Egler e José Cândido M. Carvalho, diretores respectivamente do Museu Paraense Emílio Goeldi e Museu Nacional do Rio, pelo estímulo que ambos vêm dando aos nossos estudos.

Aos Drs. Emmanoel Azevedo Martins, diretor da Divisão de Geologia do Museu Nacional, e Paulo Erichsen de Oliveira, chefe da Seção de Paleontologia do Dep. Nac. da Produção Mineral, nosso reconhecimento pelas facilidades que nos têm sido proporcionadas.

Os autores deixam também aqui estampados os seus agradecimentos aos distintos amigos do Museu Nacional, Dr. José Oiticica Filho, pelas fotografias que ilustram o presente trabalho, e ao Paleontólogo Carlos de Paula Couto, responsável pelo resumo em inglês.

Pela atenção que sempre nos dispensou, o nosso muito obrigado ao Malacologista Arnaldo C. dos Santos Coelho, também do Museu Nacional.

Finalmente, somos gratos ao Conselho Nacional de Pesquisas, pelo apóio dado aos estudos da formação Pirabas que nos propusemos fazer.

INTRODUÇÃO

Como parte da revisão que estamos procedendo na fauna de moluscos da formação Pirabas, apresentamos no presente trabalho mais alguns dados e considerações sobre os animais marinhos extintos, daquela formação miocênica. Por outro lado, novas espécies, bem como outras já conhecidas, são aqui descritas e citadas pela primeira vez. Aliada à imensa fauna já catalogada da formação Pirabas, elas constituem mais elementos confirmadores para as diversas opiniões emitidas já por outros autores, e por nós em trabalhos anteriores, e principalmente no que no momento publicamos, quanto à idade, ecologia, correlação e afinidades com outras formações miocênicas da América do Norte, Centro e parte norte da América do Sul.

Para dar andamento aos nossos estudos e fazer aflorar novos conhecimentos, mais uma vez, em fins de 1957, retornamos à área da formação Pirabas dentro do Estado do Pará e, novas ocorrências calcárias fossilíferas foram por nós descobertas, sem entretanto, contribuir para ampliar os limites da mesma. Os novos jazimentos pois, não ultrapassam os limites extremos já conhecidos. Contudo, foi bastante satisfatório para nós, não só sob o ponto de vista da boa coleta de material fossilífero, como à luz de novas observações, pelos quais posteriormente foi possível se tirar melhores conclusões acerca daquela formação.

NOVAS OCORRÊNCIAS E OBSERVAÇÕES GERAIS

Os nossos trabalhos de campo tiveram como principal objetivo uma coleta sistemática, tanto na região da Estrada de Ferro de Bragança, como no litoral do Pará, compreendendo principalmente os municípios de Capanema e Salinópolis, isto porque, com uma boa amostragem representativa daquelas duas zonas paraenses, o estudo da macrofauna viria definitivamente dissipar a dúvida, anteriormente levantada por Maury (1924, p. 386), a respeito de uma provável diferença de idades ou somente fácies distintos entre aquelas duas zonas. A êsse respeito, nós em trabalho anterior (junho 1957, pp. 19 e 20), pela comparação rápida das associações faunísticas encerradas no calcário do

litoral atual, com os da antiga estação Experimental de Nova Timboteua, e de um poço aberto na Colônia Pedro Teixeira em Capanema, admitimos grande semelhança entre as mesmas. Petri (1957, p. 15), com mais segurança, baseado no estudo da microfaua (foraminíferos), opina para uma mesma idade entre aqueles sedimentos, havendo apenas diferença de fácies.

O critério por nós adotado na coleta de material na Colônia Pedro Teixeira, no município de Capanema, foi seguindo aproximadamente uma direção Sul-Norte, ou seja, do interior para o litoral e de preferência nas ocorrências que já eram de nosso conhecimento, e onde os sedimentos apresentavam algumas diferenças litológicas. Salientamos que esse nosso trabalho foi, de certo modo, facilitado, isso graças às escavações feitas anteriormente pelo Sr. Fritz Ackermann, assessor técnico da Superintendência da Valorização Econômica da Amazônia, a fim de verificar as possibilidades econômico-minerais da região.

O primeiro poço aberto foi feito próximo ao que aquele senhor havia escavado tempos antes, no sítio denominado "Guilhermino", distante de Capanema para o norte, 2,5 quilômetros.

O calcário ali ocorre a pouco mais de 1 m abaixo do solo, e a sucessão das camadas até à profundidade de 3 m é a seguinte :

6 —	Sólo vegetal	0,20 m
5 —	Argila azulada, manchada de vermelho pelo óxido de ferro	0,90 m
4 —	Calcário fino, mole, amarelo creme, com poucos fósseis	0,63 m
3 —	Arenito incoerente	0,03 m
2 —	Calcário creme amarelado, com grãos de Quartzo, densamente fossilífero, em parte semi-decomposto	1,00 m
1 —	Calcário igual ao da camada 4	0,40 m

A camada 4, sofreu uma solução de continuidade, sendo posteriormente preenchida pelos sedimentos mais modernos. Esse quadro, é uma provável reprodução de como se teria for-

mado grande parte do relêvo da formação Pirabas, notadamente na zona Bragantina, ou seja, após a regressão do mar que deu origem àquêles depósitos calcários, as camadas do antigo peneplano expostas então, ficaram sujeitas ao trabalho erosivo de águas pluviais ou fluviais formando dêsse modo depressões que foram encobertas pelos sedimentos mais modernos. Em nosso primeiro trabalho (Bol. Mus. P. E. Goeldi, Geol. n.º 2, 1957), fizemos uma rápida apreciação sôbre a irregularidade das camadas nos diversos pontos observados da formação Pirabas e, com reservas, admitimos para explicar tal fato, uma diferenciação brusca das isóbatas do relêvo marinho do antigo mar de Pirabas, ou ainda que ter-se-iam formado pequenos recifes (Bioherms), sendo que esta última suposição é reforçada na fauna tipicamente coralina que a formação Pirabas encerra. Provisoriamente, até que tenhamos dados mais elucidativos para explicar tais irregularidades, preferimos por uma questão de cautela, admitir as três sugestões, pois se na zona Bragantina as duas primeiras se enquadram bem, já os afloramentos da formação Pirabas no litoral, principalmente os da ilha de Fortaleza na baía de Pirabas, parecem sugerir em alguns pontos pelo acúmulo dos restos de organismos a edificação de Bioherms.

A camada 2, é um calcário com grãos de quartzo, densamente fossilífero, parecendo litologicamente em alguns aspectos com os calcários da antiga Estação Experimental de Nova Timbeteua e da ilha de Fortaleza. Os fósseis, principalmente os moluscos, estão bastante quebrados, o que indica ação de águas movimentadas para o ambiente de deposição daquela camada.

A camada 1, apresenta um calcário idêntico ao da camada 4, porém mais duro. Sua espessura total não é conhecida. É pouco fossilífero, sendo porém encontrado no mesmo, espinhos de equinodermos. Litologicamente êste calcário é muito semelhante ao que ocorre no local denominado "Caieira", cêrca de 5,4 Km sudoeste de Capanema, à margem da rodovia Capanema-Bonito. Esta última ocorrência é também conhecida pelo nome de Canecos (Petri, 1957), e atualmente se encontra em franca exploração para a fabricação do cal e, futuramente de cimento. Em espessura, é a maior ocorrência conhecida da for-

mação Pirabas, pois quando lá estivemos a mesma já havia ultrapassado de 10 metros.

Ainda na Colônia Pedro Teixeira coletamos em mais 3 pontos, a 3, 4, 5 e 6 Km norte de Capanema, sendo que o calcário naqueles pontos ocorre com as mesmas características topográficas já observadas no sítio Guilhermino, ou seja, as partes mais elevadas da região correspondem às menores profundidades das camadas calcárias. Há pouca variação litológica e, todos se aproximam muito ao que ocorre na Caieira ou Canecos. A fauna apresenta pouca variação de um ponto para outro e no seu conjunto se identifica com tôdas as demais ocorrências conhecidas da formação Pirabas, tanto do interior como do litoral. Essa identificação já foi, aliás, por nós abordada, e agora com o apóio dos conhecimentos sôbre a macrofauna, endossamos a opinião de Petri (1957), quanto ao sincronismo existente na deposição dos sedimentos do litoral e da chamada zona Bragantina. As pequenas variações faunísticas entre associações do interior com o litoral, aliadas ainda com algumas diferenças litológicas, levou Maury (1924, pp. 386-388) a admitir que essas diferenças ou eram motivadas por idades diferentes ou simplesmente por fácies distintos. Contudo, frisamos que aquela autora tomou apenas duas localidades, a antiga Estação Experimental Agronômica de Nova Timboteua e o local Castelo da ilha de Fortaleza, na baía de Pirabas. As razões que Maury apresentou para criar tal dúvida, foram :

- a) A falta do gênero *Orthaulax* na Estação Experimental.
- b) Pequenas diferenças litológicas.
- c) Poucas espécies comuns entre aqueles pontos (treze apenas).

Quanto à presença do gênero *Orthaulax* nas ocorrências da zona Bragantina até esta data, realmente não foi encontrado, apesar da grande quantidade de material fossilífero por nós coletado em duas excursões. Entretanto, podemos informar que se trata de um gastrópodo bastante raro, pois da grande coleção que Maury têve à sua disposição, ela só encontrou um molde externo (*Orthaulax brasiliensis*) procedente da ilha de Fortaleza,

e nos também nessa localidade encontramos três moldes externos, dos quais um se aproxima muito do *Orithaulax inornatus* Gabb, do mioceno inferior de São Domingos. Estes representantes da família *Strombidae*, de grande importância estratigráfica, pois foi restrito do oligoceno médio ao mioceno inferior, só foi encontrado por enquanto na ilha de Fortaleza, na baía de Pirabas. Esta aparente má distribuição, sem dúvida, corre por conta não só de sua raridade bem como, aquêle gênero extinto era de vida sedentária, exigindo pois para sua sobrevivência um "habitat" de rochas ou recifes, ambiente que talvez só aquela ocorrência do atual litoral pudesse oferecer.

As diferenças litológicas observadas nas diversas ocorrências do litoral atual e da zona bragantina (interior), seriam de alguma importância para uma descorrelação, se houvesse diferenciação acentuada quanto à fauna. Entretanto, isto não se dá, como provaremos adiante. Frisamos ainda que muitas vezes um mesmo calcário pode oferecer os mais variados aspectos por ação mais ou menos intensa do intemperismo químico, dando impressão ao observador de que se trata de fácies distinto.

Petri (1957, pp. 11-15) apoiado nas semelhanças micropaleontológicas e litológicas, diferenciou dois fácies para a formação Pirabas, denominando-os de fácies Castelo (local da ilha de Fortaleza, na baía de Pirabas), e fácies Canecos (Caieira, 5, 4 Km SW de Capanema).

A razão de Maury encontrar poucas espécies comuns entre a antiga Estação Agronômica e a ilha de Fortaleza, acreditamos ter sido devido ao pouco material que ela teve à sua disposição daquela primeira localidade. Os autores com mais sorte que aquela paleontologista, pois além da grande quantidade de fósseis coletados na antiga Estação Agronômica (Km 150 da E. F. Bragança) e em outras localidades do interior, tivemos ainda à nossa disposição, quase todo o material coletado por André Goeldi, em 1908, naquela primeira localidade e que se achava em depósito no Museu Goeldi, bem como a coleção enviada recentemente pelo Sr. Fritz Ackermann ao Dep. Nac. Prod. Mineral do Rio de Janeiro, tãda ela procedente do município de Capanema, podemos agora, pelo estudo de quase todo êsse material, afirmar

que no conjunto geral não há diferenciação quanto à macrofauna entre aquelas zonas que compreendem a formação Pirabas. A relação que apresentamos adiante das formas comuns entre o litoral atual e a zona bragantina apesar de ser parcial, pois ainda não terminamos a classificação de todo material à nossa disposição, falará melhor quanto ao acentuado sincronismo daquelas faunas, não havendo portanto nenhuma possibilidade de uma provável desccrrelação estratigráfica. À essa lista, juntamos também os foraminíferos coligidos do trabalho de Petri (1957), que são comuns àquelas zonas:

PEIXES:

Hemipristis serra Agassiz
Galeocerdo paulinoi Santos & Travassos
Rhinoptera studeri (Agassiz)

CRUSTÁCEOS decápodos:

Acanthocarpus obscurus (Rathbun)
Calappa circularis Beurlen
Callinectes cf. *declivis* Rathbun
Scylla costata Rathbun

ESCAFÓPODOS:

Dentalium paulini Maury

GASTRÓPODOS:

Alectrion praetrivittata Maury
Ancilla (*Amalda*) *branneri* Maury
Architectonica eudaidelum (Maury)
Architectonica granulatum (Lamarck)
Architectonica intraornatum (White)
Calliostoma (*Eutrochus*) *decamposi* Maury
Calliostoma (*Eutrochus*) *derbyi* Maury
Calliostoma (*Eutrochus*) *retectum* (White)
Calyptraea cf. *aperta* (Solander)
Calyptraea cf. *centralis* (Conrad)
Cancellaria praeindentata Maury
Cancellaria pirabensis Maury
Cerithium (*Clava*) *williamsi* Maury

- Conus lisboae* Maury
Conus longesperatus Maury
Conus pachecoi Maury
Conus pirabensis Maury
Crucibulum faustum (White)
Cypraea macrovoluta Ferreira & Cunha
Cypraea pennae (White)
Diodora derbyi (Maury)
Diodora fortalezensis Ferreira & Cunha
Fasciolaria restituta Maury
Ficus paraensis White
Fusinus doris (White)
Fusinus soperi (Maury)
Marginella pirabica Maury
Marginella perlatens Maury
Marginella acuta (White)
Mesalia rathbuni Maury
Mitra senecta (White)
Murex brevifrons Lamarck
Murex williamsi Maury
Natica eurydice White
Oliva paraensis Maury
Oliva pirabica Maury
Olivella paraensis Maury
Phalium paraensis Maury
Petalococonchus subvarians (Maury)
Polystira albida (Perry) *paraensis* (Maury)
Surcula camposi Maury
Terebra paraensis Maury
Turritella atiliroides Maury
Turritella callizona Maury
Turritella meunieri Maury
Turritella paraensis Maury
Turritella pirabica Maury
Xancus amazonianum Ferreira & Cunha
Xancus mauryae Ferreira & Cunha
Xenophora conchiliophora (Born) *brasiliensis* (White)

PELECÍPODOS:

- 
Anomia simplex d'Orbigny
Antigona (*Ventricola*) *thalestris* Maury
Arca (*Scapharca*) *agronomica* Maury & Sheldon
Arca (*Scapharca*) *inaequilateralis* Guppy

- Arca (Scapharca) melloi* ? Maury & Sheldon
Arca (Scapharca) textilicostata (White)
Cardita (Carditamera) manteia Maury
Callocardia (Agriopoma) euglypta Maury
Callocardia (Agriopoma) hartti Maury
Callocardia recondita Maury
Cardium (Trigonocardia) cordeliae Maury
Cardium (Fragum) estacianum Maury
Cardium hortensium Maury
Cardium paraense White
Cardium pessoae Maury
Cardium philotarium Maury
Chama callipona Maury
Chama euleiela Maury
Chione agraria (White)
Chione (Chione) paraensis (White)
Chione (Lirophora) penthesileae Maury
Chione (Lirophora) praepaphia Maury
Chione thalassopora Maury
Chione cordeliae ? Maury
Clementia (Clementia) dariena (Conrad)
Corbula (Bothrocorbula) delgada Maury
Corbula (Bothrocorbula) giga Maury
Corbula (Bothrocorbula) mimosa Maury
Corbula (Bothrocorbula) querida Maury
Dosinia (Dosinidia) brasiliensis White
Echinochama praeearcinella Maury
Echinochama pristina Maury
Glycymeris baumanni Maury
Glycymeris binemini (White)
Glycymeris crashleyi Maury
Glycymeris eumita Maury
Mactra defossa Maury
Macoma (Psammacoma) riopirabica Maury
Metis trinitaria Dall
Mytilus vidali Ferreira & Cunha
Ostrea distans White
Ostrea glucumarides Maury
Pecten callimorphus Maury
Pecten graptus Maury
Plicatula eroessa Maury
Phacoides (Here) eudaidalus Maury
Phacoides (Lucinisca) luciniolae Maury
Pitar (Lamelliconcha) circinata (Born)
Pitar (Lamelliconcha) perarcana Maury

Pteria serini Maury
Semele ferreirae Maury
Solen (Solena) obliquus Spengler
Tagelus whitei Maury
Tellina celetes Maury
Tellina penthesileae Maury
Venericardia isaurae Maury
Venericardia perimetra Maury
Venericardia perumbonata (White)
Venericardia thaleia Maury
Venericardia philotima Maury

CORAIS:

Flabellum cuneiforme Lonsdale

BRIOZOÁRIOS:

Cupuladria canariensis (Busk)
Lunulites pileolus White
Steginoporella pirabensis Barbosa

FORAMINÍFEROS:

Amphistegina lessonii d'Orbigny
Angulogerina hughesi (Galloway & Heminway)
Angulogerina paraensis Petri
Bolivina plicatella Cushman
Cibicides lobatulus (Walker e Jacob)
Cibicides pirabensis Petri
Cibicides pseudoungerianus (Cushman)
Cibicidina paraensis Petri
Conorbella americana Petri
Discopulvinulina pirabensis Petri
Discorbis paraensis Petri
Elphidium poeyanum (d'Orbigny)
Elphidium sagrai (d'Orbigny) var. *cururuensis* Petri
Fissurina laevigata Reuss
Globigerina bulloides d'Orbigny
Globigerinoides triloba (Reuss)
Lagena bulloides Petri
Lagena cf. *perlucida* (Montagu)
Neoconorbina terquemii (Rzehak)
Nonionella pirabensis Petri
Oolina nuttali (Galloway & Heminway)

- Pyrgo subsphaerica* (d'Orbigny)
Siphonina pulchra Cushman
Streblus becarii (Linné) var. *mendesi* Petri
Streblus catesbyanus (d'Orbigny) var. *tepida* (Cushman)
Textularia japericensis Petri

Não tivemos a preocupação de fazer êsse confronto de espécies comuns considerando as diferenças litológicas (fácies), desde que concluímos, que havia uma grande identidade entre as diversas associações faunísticas, notadamente entre os moluscos. Aquelas diferenças pouco ou nada informariam sôbre uma suposta ou pretenciosa tentativa de uma diferenciação de idade entre aquelas zonas da formação Pirabas. Como prova do que acabamos de dizer recordamos que na sucessão das camadas observadas no sítio Guilhermino da colônia Pedro Teixeira, temos uma camada de um calcário bastante duro, com grãos de quartzo e densamente fossilífero, que de acôrdo com Petri, se enquadra no "fácies Castelo". Êste calcário está entre duas camadas de um calcário fino e pouco fossilífero, idêntico pois, ao "fácies Canecos" (em nossa nomenclatura Caieira); mais adiante na mesma colônia Pedro Teixeira, nos sítios denominados Bonfim e Saturnino, 4 e 5 Km norte respectivamente da cidade de Capanema, os calcários ali encontrados podem ser comparados litologicamente com o que ocorre na Caieira de Capanema (Canecos), mas com uma fauna de moluscos bastante rica em formas comuns com as das ocorrências da ilha de Fortaleza e de Salinópolis no litoral. Na própria Caieira e suas proximidades nós e Ackermann encontramos calcários variados denotando fácies distintos porém, com faunas pouco diferenciadas. A êsse respeito, repetimos aqui o que já emitimos em nosso primeiro trabalho (1957, p. 46),

"Ê possível que tenha concorrido para essas diferenciações, não só a proximidade da costa baixa, contribuindo assim com elementos terrestres, mas também por deposições diferenciadas em tempo, em cujos intervalos algumas daquelas condições de ambiente ter-se-iam modificado, dando origem também a pequenas modificações na fauna, como ressaltou Maury na comparação dos espécimens do litoral com os da Estação Experimental

da Estrada de Ferro, mais tarde argumentado por Oliveira & Petri (1952), como uma modificação climática entre aqueles locais, então responsável para aquelas ligeiras diferenciações faunísticas. Contudo, achamos que o intervalo de tempo para essas viáveis deposições, não tenha sido muito elástico ao ponto de se pretender descorrelacionar estratigráficamente uma deposição da outra, ou mesmo quanto a fauna que seja de necrocenoses distintas".

Ainda no município de Capanema, fizemos coleta de material na Caieira, ocorrência esta já descrita em nosso primeiro trabalho. Este local da formação Pirabas, retrata condições ecológicas bastante variáveis, pois na base das escavações (mais de 10 m de profundidade) o calcário apresenta um bom conteúdo de restos de vegetais (folhas), as camadas superiores são pobres em macrofósseis porém, bastante ricas em foraminíferos conforme acentuou Petri em 1957, notando contudo aquele autor, variações daquela fauna nos diferentes níveis por ele coletado, não tendo porém nenhum significado estratigráfico. Sobreposto a essas camadas, encontra-se uma camada fina (aprox. 0,5m) de um arenito coerente de cimento calcário e bastante fossilífero parecendo indicar esta deposição uma praia consolidada, suposição que é reforçada pela presença de vários moluscos de "habitat" praiano, dos quais destacamos o pelecípodo *Anomia simplex* d'Orbigny. Esta ocorrência da Caieira como tudo indica, estaria bem próxima da antiga costa do mar de Pirabas, falando em favor dessa possibilidade, a presença do foraminífero *Streblus catesbyanus* (d'Orbigny) var. *tepida* (Cushman) que é característico de tôdas camadas calcárias desse local, sendo indicador de ambiente de águas bem rasas tendendo para salôbra, segundo Petri (1957, p. 66).

A segunda parte de nossa excursão de 1957, foi dedicada ao litoral paraense, onde tivemos oportunidade de coletar bastante material não só nos afloramentos já conhecidos da formação Pirabas, como, em novas localidades por nós descobertas. O roteiro dessa parte foi o seguinte:

Cidade de Salinópolis

Ilha de Fortaleza, baía de Pirabas

Vila de São João de Pirabas

Igarapé Camaleão, afluente do rio Pirabas

Cabeceira do rio Pirabas, próximo à vila de Patauá

Ilha do Padre, baía de Pirabas

Ilha do Campo do Sal, entre as baías de Pirabas e Japerica.

Os afloramentos de Salinópolis e da ilha de Fortaleza já foram descritos detalhadamente em trabalhos anteriores por diversos autores e nós, sendo portanto desnecessário falarmos sobre os mesmos.

O calcário do igarapé Camaleão, afluente do rio Pirabas, foi citado pela primeira vez por Oliveira & Petri (1952), sendo que tivemos grandes dificuldades em encontrá-lo pois o mesmo só poderá ser visto quando a baixa-mar atinge o seu mínimo. Acreditamos que dentro de pouco tempo dificilmente aquele calcário poderá ser notado, devido ao grande acúmulo de lama que está se formando sobre o mesmo.

Nas cabeceiras do rio Pirabas, próximo à vila de Patauá, coletamos também um calcário que pode ser visto somente na baixa-mar. Este calcário é bastante fossilífero, sua coloração é cinza azulado, passando a amarelo por ação do interperismo químico, semelhante pois, ao que ocorre em diversos pontos da ilha de Fortaleza.

Na ilha do Padre, a aproximadamente 3 Km leste da vila de São João de Pirabas, encontramos destroços de um calcário, no local denominado Pôrto. Aquela rocha já bastante decomposta não permite com segurança a identificação de seus fósseis. Dentro em pouco, também como no igarapé Camaleão, o calcário desaparecerá sob o mangue em formação naquêle local.

Finalmente, a ilha do Campo do Sal, situada entre as baías de Pirabas e de Japerica, dista 6 Km leste da vila de São João de Pirabas. Das novas ocorrências descobertas, foi a que ofereceu melhor conteúdo de fósseis. Esta ilha, grande parte do ano (julho a dezembro) se liga à ilha do Padre e, somente na época das grandes marés é que se separa dessa. As ocorrências da formação Pirabas ali observadas, lembram as da colônia Pedro Teixeira de Capanema. As camadas calcárias ocorrem em pe-

quenas elevações, cobertas por sedimentos mais recentes que não ultrapassam em alguns pontos, de um metro de espessura. Litologicamente, é um calcário semelhante ao que ocorre no local Fazenda, da ilha de Fortaleza, porém um pouco mais puro quanto à inclusão de grãos de quartzo. Chama atenção do observador o tamanho dos fósseis, principalmente os moluscos que apresentam formas bem desenvolvidas.

TECTONISMO

Parece não haver mais dúvidas que os sedimentos depositados próximo à antiga borda sul da bacia de Pirabas foram perturbadas ligeiramente por fenômenos tectônicos. O calcário recristalizado citado por Petri (1952, pp. 23 e 26) e descrito por V. Leinz (em Petri, 1952) encontrado no igarapé Caraparú, próximo a sua foz no Rio Guamá, e o que os autores encontraram (1957, p. 27) a 8 Km acima da foz do Caraparú, num pequeno igarapé denominado Quitéria, calcário este semelhante ao descrito por Leinz, indicam sinais evidentes de falhas. Segundo Petri, êsses fenômenos cataclásticos foram responsáveis pela elevação daquele calcário, provavelmente pertencente à formação Pirabas.

Em fins de 1957, o Sr. Fritz Ackermann (informação verbal) fazendo sondagens próximo da Caieira (Canecos) de Capanema, encontrou sinais de falhamentos somente nas últimas camadas da formação Pirabas, bem próximo portanto do embasamento cristalino que ali ocorre a pouco mais de 22 metros de profundidade. Aquêlê Sr. teve a gentileza de nos ofertar uma amostra do calcário perturbado, que realmente apresenta sinais evidentes de recristalização e de aspêto brechoide. Essas observações e informações bastante valiosas, parecem confirmar as suposições feitas por Petri (1954, p. 11) que diz:

“As relações entre a fôssa do Marajó e a bacia de Pirabas são incertas, havendo provavelmente relações de falhamentos”.

Parece-nos contudo, que os efeitos dos movimentos tectônicos post-miocênicos que deram origem à grande fôssa do Marajó não atingiram além das bordas sul e sudoeste da bacia de Pirabas, pois até hoje não foi observado qualquer perturbação das

camadas entre os limites da Estrada de Ferro Bragança e o litoral Paraense. Deve-se levar em consideração ainda a pouca espessura da formação Pirabas, que pelo menos na zona da estrada de ferro, assenta diretamente sôbre rochas do complexo cristalino (ver Seções colunares das sondagens em Capanema, Bol. Mus. P. E. Goeldi, Geol. n.º 2, 1957) e assim crêmos que qualquer perturbação das camadas por falhamento deveria apresentar uma reativação na superfície.

DESCRIÇÃO DOS FÓSSEIS

Filo MOLLUSCA

Classe PELECYPODA

Ordem PRIONODESMACEA

Família PINNIDAE

Gênero ATRINA Gray 1840

***Atrina pirabensis* n. sp.**

Est. I, figs. 1a, 1b

Interessante e de importância a ocorrência dêste gênero na formação Pirabas, pois nos parece ser raro. Aliás o foi também durante o Terciário em tôdas as formações das Américas. O gênero *Atrina*, como o seu afim *Pinna*, são característicos de mares quentes e têm preferência pela zona de limite de marés, ou onde hajam águas muito rasas, vivendo ocultas entre as areias ou vasa do mar. No Brasil é a primeira vez que se regista a ocorrência de *Atrina* em terrenos Terciários. Tanto as espécies fósseis como as viventes, apresentam larga distribuição geográfica.

Até o momento foram encontrados apenas 2 pequenos exemplares em parte danificados, sendo um mais completo, apresentando alguns caracteres específicos, e que serviu portanto para as nossas diagnoses, e o outro em parte mais estragado e bastante fragmentado.

DESCRIÇÃO: Concha fragmentada mas completa, bivalva, e de tamanho pequeno; estrutura fina e delicada, moderadamen-

te convexa, sendo esta mais acentuada na região mediana; não é possível perceber-se a charneira, mas nota-se, embora ligeiramente, na parte dorsal, a área ligamentar. A concha é um molde interno, mas nas partes dorsal e terminal conserva ainda a substância original; esta é muito fina e extremamente delicada, ornamentada com costelas longitudinais ou linhas elevadas, que mostram na parte interna como sulcos, os quais se tornam impressos no molde interno; estas linhas costelares parecem estar mui suavemente arranjadas, pois se dispõem mais ou menos em posição igual e regular, podendo-se contar entre 13 a 16 aproximadamente. No aspeto geral a concha tem forma trigonal, pontuda nos bicos, e alargando-se rapidamente para a borda ventral encurvada.

DIMENSÕES: As medidas foram tomadas no exemplar que serviu à descrição acima, mostrando o seguinte: comprimento 45 mm.; largura 20 mm.; espessura 11 mm.

DISTRIBUIÇÃO: Dois espécimens coletados na área da formação Pirabas, provenientes da ilha Campo do Sal, baía de Pirabas, Pará.

COLEÇÃO: Espécie tipo, exemplar n.º 4.776 — I, depositada na coleção do Museu Nacional.

DISCUSSÃO: Pela primeira vez se faz menção da ocorrência do gênero *Atrina*, em formações geológicas do Brasil. Tanto êste como o gênero *Pinna*, que são afins, têm sido muito confundidos, pois numa diagnose rápida se assemelham muito, sendo que êste é bem mais antigo, pois geologicamente se distribui desde o Mesozóico, enquanto *Atrina* é mais recente, devendo ter surgido nos começos do Cenozóico. Existem por outro lado diferenças bem peculiares. *Atrina* segundo consta, nunca foi tão abundantemente representada como *Pinna*. Os exemplares de Pirabas daquele gênero, apresentam determinados detalhes característicos, que transparecem pequenas dúvidas. Mesmo assim, acreditamos que êstes moldes se diferenciam o suficiente, para ser considerada uma nova forma. No oligoceno de Vicks-

burg, Mississippi, ocorre uma espécie relativamente abundante, a *Atrina argentata* (Conrad, 1848) que apresenta indicar certa afinidade e em alguns pontos, semelhança com a concha de Pirabas. Entretanto aquela se divorcia especificamente, principalmente por ser de tamanho maior, forma triangular com lados retos e provávelmente ornamentação costelar. Ocorre no eoceno superior do Perú, formação Saman, também uma forma aparentemente idêntica, a *Atrina talarensis* Olsson, 1928, que apresenta certos detalhes, assemelhando-se a *Atrina pirabensis* n. sp. A espécie do Perú contudo, apesar de aparecer em grande número, mostra logo quando bem observada, que não podia se identificar ao nosso fóssil, pois é uma forma maior, ornamentação costelar diferente, sendo estas talvez espinhosas ou nodosas, além de outros menores detalhes pouco importantes. Esta parece ser a forma fóssil afim mais próxima e de caracteres mais semelhantes aos espécimens de Pirabas.

Ocorre no mioceno de Maryland, e de North Carolina uma outra espécie que apresenta certo parentesco e que não poderíamos aqui deixar de referir, para maior ilustração. Dizemos que é a *Atrina harrisii* Dall, 1898, que apesar de possuir aspecto nitidamente genéricos, muito se afasta quanto aos caracteres específicos. Isso é visível principalmente no tamanho muito grande e bem como na ornamentação, onde se diferencia bastante da nova concha. Além destas, podemos citar ainda como provável afim, mostrando detalhes um tanto similares, a espécie *Atrina jacksoniana* Dall, 1898, ocorrendo no eoceno de Jackson, Mississippi, e na Lousiana, Estados Unidos. Parece que esta forma é comum ali. Não conseguimos nenhum trabalho onde ela estivesse figurada.

Ao fazermos a comparação o mais possível aproximada, da nossa nova espécie, com tôdas as formas que lhe são afins e que apresentam semelhanças mais palpáveis, tentamos assim procurar correlacionar a formação Pirabas com tôdas as formações miocênicas, idênticas e sincrônicas, e mais ainda com outras de idade mais antiga ou nova, não só sob o ponto de vista estratigráfico, como especialmente do paleontológico. Do resultado destas comparações e estudos pormenorizados, temos conheci-

mento da existência de uma identidade de faunas, em parte, durante a duração desses períodos, e principalmente no que diz respeito às condições ecológicas do então ambiente. A paleoecologia do antigo mar de Pirabas, está tendo no momento o seu esboço delineado, graças aos estudos que os autores deste trabalho e outros mais vêm dedicando com especial atenção. Daí poderemos já tecer comentários em torno de como teriam sido as condições ambientais e como ocorreu a deposição dos sedimentos desse antigo mar.

Família PECTINIDAE

Gênero AMUSIUM Bolten 1798

Amusium (Amusium) cf. papyraceum (Gabb, 1873)

Est. I, figs. 2, 3

- 1873 — *Pleuonectia papyracea* Gabb, Trans. Am. Philos. Soc., vol. 15, pág. 257.
 1898 — *Amusium papyraceum* Dall, Trans. Wagner Inst. Sci., p. 718.
 1903 — *Amusium papyraceum* Dall, op. cit., p. 1.586.
 1917 — *Amusium papyraceum* Maury, Bull. Am. Paleont. n.º 29, p. 190, pl. 26, fig. 22.
 1920 — *Amusium papyraceum* Maury, Sci. Surv. Porto Rico and Virgin Is, vol. 3, p. 1, pl. 21 (em Woodring, 1925).
 1921 — *Amusium papyraceum* Hubbard, Sci. Surv. Porto Rico and Virgin is, vol. 3, pt. 2, p. 96 (em Woodring, 1925).
 1922 — *Amusium papyraceum* Pilsbry, Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, vol. 73, p. 413, pl. 43, figs. 8, 9.
 1925 — *Amusium papyraceum* Maury, Bull. Am. Paleon., vol. 10, n.º 42, p. 241.
 1925 — *Amusium (Amusium) papyraceum* Woodring, Carnegie Inst. of Washington, publ. n.º 366, p. 73, pl. 9, figs. 1, 2.

A localidade tipo da espécie é a República de S. Domingos, e foi primeiramente descrita por Gabb em 1873. Ocorre ainda em Bowden na Jamaica, também nas camadas terciárias de Trinidad, e duvidosamente citada das formações miocênicas de Porto Rico, segundo Maury e Hubbard (Woodring, 1925). Atualmente é ainda encontrada vivendo no mar das Antilhas.

Até o momento o gênero *Amusium* nos parece ser de bastante raridade, * pois em tôda a vasta coleção feita pelos autores,

* Nos afloramentos do rio Japerica são relativamente comuns, segundo coleta feita ultimamente.

dessa formação, apenas 2 exemplares foram encontrados. Estão relativamente bem conservados, porém fragmentados, faltando num deles, o umbo, charneira e aurículas. Está aderente ao calcário bastante duro, mostrando somente a parte superior da valva, não permitindo portanto perceber as costelas ou liras internas. Notam-se ainda ligeiramente as impressões destas externamente. O outro exemplar bem maior, acha-se nas mesmas condições, fragmentado, porém em alguns pontos, o material original da concha foi retirado, mostrando assim perfeitamente as costelas impressas no calcário.

Dentre os gêneros da família *Pectinidae*, *Amusium* é o que apresenta detalhes mais característicos, sobressaindo imediatamente na sua diferenciação. Julia Gardner (1926), caracterizando-o escreve o seguinte: "Like Pecten, *Amusium* may be traced back to the Mesozoic, the thin, internally lirated shells of *Amusium* require a much more specialized habitat than the heavy, externally ribbed shells of most of the Pecten group, and perhaps for this reason the genus is relatively rare".

DESCRIÇÃO: A concha é bastante delicada, delgada, principalmente na direção da margem ventral; concavamente achatada, sendo mais salientemente convexa na parte mediana. Apresenta uma conformação circular ou subcircular, a largura possivelmente equivale à altura. A superfície externa é inteiramente lisa, exceto para a existência de suaves linhas concêntricas, percebidas apenas sob aumento, e as de crescimento também imperceptíveis. Neste característico se assemelha muito às espécies atuais que vivem nos mares Indo-Pacífico. No exemplar mais perfeito, apenas a superfície externa se acha a descoberto, não mostrando a sua parte interna, mas deixando perceber por transparência, muito imperceptivelmente as costelas internas. O espécimen maior, embora mais danificado apresenta pela retirada do material original da concha, as costelas ou liras impressas no calcário e dispostas em pares, como na espécie *A. papyraceum*. Contam-se mais de 20, e cada vez se tornam mais unidas para as bordas laterais. Este exemplar mostra ainda a aurícula direita intacta, com sua superfície externa ornada de sua

ves, mas nítidas linhas de crescimento. Este caráter parece ser comum ao espécimen de Pirabas e espécie em questão.

DIMENSÕES: As medidas foram feitas em exemplares imperfeitos, apresentando o seguinte: exemplar menor, altura 50 mm. presumivelmente; largura 50 mm.; espessura 4 mm.. Exemplar maior, altura 55 mm.; largura 55 mm. provável; espessura 5 mm.

DISTRIBUIÇÃO: Ambos exemplares foram coletados pelos autores na área da formação Pirabas, assim distribuído: menor espécimen na ilha Campo do Sal, situada entre as baías de Pirabas e Japerica; espécimen maior, local Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.

COLEÇÃO: Exemplar maior, número 4778 — I depositado na coleção paleontológica do Museu Nacional; exemplar menor n.º 4777—I na coleção do Museu Nacional.

DISCUSSÃO: Não deixa de ter certo interesse a ocorrência do gênero *Amusium*, na formação Pirabas, não só pela sua raridade, como pelas condições de habitat que apresenta. O gênero é quasi que exclusivamente Terciário e atual, mas parece que surgiu durante o cretáceo superior. Chegou até aos tempos atuais, com poucas espécies representativas, que vivem nos mares das Antilhas, talvez Atlântico sul, Índico, e Indo-Pacífico. Segundo Woodring (1925), hoje "sua distribuição é menos extensa do que durante o Terciário, quando então vivia virtualmente em todos os mares de águas quentes".

Não temos muitas dúvidas que os espécimens de Pirabas, mostram caracteres que se assemelham ao *Amusium papyraceum* (Gabb), principalmente na forma e no conjunto externo, e depois também pela disposição das líras internas, que são propriamente pares. Por outro lado temos de levar em conta que as conchas em questão, não nos permitem fazer uma identificação mais aproximada e definitiva da espécie. Os exemplares de Pirabas, apresentam muito mais íntima semelhança com esta espécie, do que

comparadas com outras embora afins. Daí termos efetuado uma comparação com as espécies que mais provavelmente se parecem. Entre elas temos o *Amusium mortoni* Ravenel, muito idêntico e afim, não só no aspeto geral, como no característico número das costelas internas. Esta forma ocorre no mioceno e plioceno da América do Norte, mas é ainda uma concha vivente. Segundo Woodring ela se diferencia de *A. papyraceum*, por ser geralmente de tamanho maior e de forma mais orbicular.

Uma forma muito próxima e parecida também, é o *Amusium rex-maris* Maury, 1925, do mioceno de Trinidad, mas diferencia-se dos nossos espécimens principalmente pelo porte muito maior, e também pela disposição das liras internas. Nessa sequência citamos ainda o *Amusium bocasensis* Olsson, 1922, encontrado no mioceno de Costa Rica, é porém uma forma muito pequena. Se assemelhando igualmente, há o *Amusium luna* Brown & Pilsbry, 1912, também da mesma procedência e do Panamá, parece ser uma espécie muito próxima de *A. papyraceum*, tornando-se bem difícil sua diferenciação característica. Nas costas atlânticas do Brasil, vive uma forma que foi determinada como *Amusium lucidum* (Jeffreys, 1876), mas nos parece se afastar bastante das nossas conchas, em vários caracteres específicos, entre eles o número e disposição das liras. De acôrdo com Dall, Woodring, Maury e outros, a superfície exterior do bico pode ser dado como caráter de classificação específica, tal como ocorre em *A. mortoni*, *A. papyraceum*, *A. luna*, que têm os umbos inteiramente lisos, enquanto *A. lyoni*, *A. sol* e *A. antiquensis*, apresentam ligeiras costelas radiais, no exterior da concha, nos primeiros estágios.

Família MYTILIDAE

Gênero MYTILUS Linnaeus, 1758

Mytilus vidali n. sp.

Est. II, figs. 1a, 1b

Foram encontrados vários exemplares de conchas, no enorme material proveniente da formação Pirabas, que identifica-

mos logo como pertencendo ao comum gênero *Mytilus*. São indivíduos que se caracterizam pelo variado tamanho, provavelmente determinado pelos estágios de crescimento. Até o momento não havia sido registrado nenhum exemplar deste gênero, ocorrendo nesta formação.

Mytilus é um gênero bastante característico, e por isso mesmo não muito recente, pois segundo alguns autores, deve ter surgido durante o Triássico, desenvolvendo-se muito no Terciário inferior principalmente, mas alcançando seu máximo desenvolvimento nos tempos atuais. Apresentou larga distribuição geológica e geográfica durante o Terciário. Os representantes atuais são encontrados nas zonas de limite de marés, de quasi todos os oceanos e mares. São formas gregárias e geralmente vivem presas às pedras, rochas e recifes de corais, compreendendo aí também, algumas espécies que vivem em tôdas as águas, comumente nas águas mais frias.

A ocorrência de representantes deste gênero na formação Pirabas, apresenta-se de importante significação, pois vem mostrar claramente os ambientes ecológicos e geográficos, de determinados pontos daquele antigo mar. Admitimos que em Pirabas viveu uma espécie distinta de *Mytilus*, mas por outro lado, apresenta características muito próximas às espécies de outras formações terciárias da América do Norte, sul e centro. Das formas atuais, alguns gêneros da família *Mytilidae*, muito se lhes assemelham. O comum e atual *Mytilus edulis* L. mostra certa afinidade, pelo que muito se aproxima. No Mioceno da Flórida, ocorre uma forma *Mytilus pandionis* Dall, 1898, que parece mostrar ligeira semelhança com *Mytilus vidali* n. sp.

DESCRIÇÃO: Concha de tamanho médio a grande para o gênero, de aparência delicada e contórno regular; parte posterior larga, arredondada e deprimida; parte anterior comprimida, abaulada e algo elevada; da parte mediana vai se estreitando para o bico que é reto e pontudo. O lado inferior se apresenta em linha reta, bem como a área da charneira, onde às vezes é possível perceber-se traços da área ligamentar; a curvatura semicircular da parte posterior, tem início mais ou menos no meio,

logo após a área ligamentar. Na pequena charneira, ainda é possível perceber-se traços de dentes; área cardinal muito curta. A superfície da concha é aparentemente lisa, exceto pela existência das linhas de crescimento, que em alguns exemplares são bem visíveis.

DIMENSÕES: As medidas foram tomadas no exemplar mais completo, e que serviu de base à descrição: comprimento 50 mm; largura máxima 22 mm.; altura máxima 12 mm.. Há nas coleções exemplares bem maiores, porém não tão perfeitos, bem como alguns de porte extremamente pequenos. São variações individuais e de idade também.

DISTRIBUIÇÃO: Vários espécimens foram coletados pelos autores, outros mais pelo sr. Fritz Ackermann, assim distribuídos:

exemplar tipo, acompanhado de outros, provenientes do Poço aberto no sítio Guilhermino, colônia Pedro Teixeira 2,5 km., ao norte de Capanema, Pará, pelos autores.

também pelos autores no lugar Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, Pará.

pelo sr. Fritz Ackermann, inúmeros exemplares coletados em poços abertos nos arredores de Capanema.

COLEÇÃO: Exemplar tipo n.º 4773 — I, guardado na coleção paleontológica do Museu Nacional.

DISCUSSÃO: Em recente trabalho Tron Soot-Ryen (1955), tratou detalhadamente das formas atuais desta interessante família, no qual se encontram modificações totais no velho sistema de classificação de seus vários gêneros. Para *Mytilus* admitiu como tipo comum e bastante distribuído *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, considerando como sinônimos uma infinidade de formas duvidosas, principalmente àquelas que ocorram nas costas atlânticas da América do Sul. O mesmo autor acentua ainda, *M. edulis* é considerada algumas vezes como cosmopolita, mas acha que não deve ser assim, por vários motivos que explica.

Todos os exemplares da formação Pirabas, mostram embora ligeiramente, certa semelhança com esta espécie atual, observando-se notadamente no conjunto geral. *Mytilus vidali* n. sp. diferencia-se bastante por ter caracteristicamente forma mais delicada, bico reto, pontudo e o lado inferior apresenta-se também em linha reta. Além disso *Mytilus edulis* L. é uma espécie relativamente recente, provavelmente ocorrendo no Plioceno, e até hoje não foi ainda encontrada acima desta idade. Não resta dúvida que é uma forma bastante afim, e indubitavelmente existe um parentesco muito próximo, principalmente nos caracteres exteriores. A espécie de Pirabas contudo é uma forma distinta com detalhes peculiares.

Tron Soot-Ryen no mesmo trabalho, procurou englobar várias formas que eram duvidosamente identificadas como *Mytilus*, e por tal motivo criou um novo gênero que denominou *Crenomytilus*. Para tanto buscou caracteres genéricos distintos nas respectivas formas, e arranjou uma diagnose, onde se poderá agrupar certas espécies fósseis e atuais. Para o novo gênero considerou como tipo a antiga espécie tida como *Mytilus grayanus* Dunker, 1853. Ele acha que algumas formas terciárias até então identificadas como pertencendo a *Mytilus*, passariam automaticamente para o gênero *Crenomytilus*, tais como as que o mesmo autor cita: *Crenomytilus mathewsoni* (Gabb, 1866) Oligoceno; *C. trampasensis* (Clark, 1915) Mioceno; *C. coalingsensis* (Arnold, 1910) Mioceno sup.; *C. kewi* (Nomland, 1916) Plioceno; e segundo o mesmo autor, ainda mais algumas. Ele acentua também, que das formas atuais somente uma parece pertencer ao mesmo gênero, é a *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) = (*Mytilus dunkeri* Reeve, 1857), que ocorre desde o sul das ilhas Kurilas até as Filipinas.

De todas as espécies acima citadas, achamos que a *C. grayanus*, atual, possui muito pouca afinidade com o fóssil de Pirabas, mas o mesmo não dizemos quanto às que ocorrem nas formações terciárias da América do Norte. Nelas notam-se certas analogias e semelhanças, principalmente quando olhadas no conjunto geral. Os caracteres específicos, são bem mais difíceis de serem considerados, tanto mais em formas fósseis, pois uma parte

dêses detalhes próprios, se danificam ou desaparecem. Dentre as formas fósseis que se assemelham em conjunto ao *Mytilus* de Pirabas, achamos *C. coalingensis* (Arnold) = (*M. coalingensis*), que viveu no Mioceno sup. da Califórnia. Esta porém se diferencia, principalmente pelo tamanho muito grande, fortes linhas de crescimento e delicadas linhas radiais; o umbo um pouco curvo, e não pontudo, enquanto o nosso é reto e agudo.

Na formação Chipola, Florida e na Carolina do sul, ocorre o *Mytilus incurvus* Conrad, 1839, que parece também apresentar afinidade com o de Pirabas. Aquê, contudo, se diferencia principalmente no bico que é curvo. No Mioceno de Maryland, Carolina do sul, juntamente com esta última espécie, ocorre comumente o *Mytilus conradinus* d'Orbigny, 1852, como em outras formações também, a qual parece lembrar muito com esta última espécie de Pirabas, não só pelo contôrno geral, linhas de crescimento, como pelo umbo mais ou menos reto. A charneira parece ser idêntica, e mais ainda pelos traços de dentes. Não temos dúvidas que existe muita afinidade entre ambas, e mesmo muita identidade. Apesar disso conservaremos os espécimens de Pirabas como pertencendo a uma forma nova e distinta, até comprovação mais exata. Muito próximo também é o *M. pandionis* Dall, 1898, do Mioceno da Florida.

Além da comparação feita com o atual *Mytilus edulis* L., há algumas poucas formas vivas que podem ser ligeiramente afins. Por terem insignificante importância aqui, deixaremos de as comentar.

A concha fóssil de Pirabas foi relativamente comum durante a existência dêsse antigo mar, estritamente vivendo dentro da área de seu habitat predileto. Sua ocorrência juntamente com a inumerável fauna que aí proliferou, já se pode no momento atual, delinear ou melhor caracterizar, ambientes e condições ecológicas peculiares, à cada grupo da escala animal. Os nossos estudos vêm confirmar, as preliminares considerações expostas em trabalhos anteriores.

Essa nova espécie, é uma homenagem póstuma ao Dr. Ney Vidal, chefe da Divisão de Geologia do Museu Nacional, falecido em novembro de 1957, o qual muito nos incentivou em nossos trabalhos.

Gênero MODIOLUS Lamarck 1799

Modiolus domingosi n. sp.

Est. II, figs. 2a, 2b

Até o presente momento tem sido escassamente representado na formação Pirabas, exemplares do gênero *Modiolus*, sucedendo o mesmo em outras formações terciárias da América do sul, central e norte. É um gênero bastante antigo, pois apresenta larga distribuição geológica, desde o devoniano até aos dias atuais, quasi sem sofrer alterações importantes, juntamente com o seu mais próximo afim *Mytilus*. Atualmente *Modiolus* é relativamente abundante em espécie, apresentando grande distribuição geográfica. Vivem em quasi todos os mares, principalmente os de águas tropicais.

Nas coleções de Pirabas, feitas pelos autores, apenas 2 moldes internos foram encontrados, em boas condições de preservação e de mais ou menos fácil identificação. Um dos exemplares é bem maior que o outro.

DESCRIÇÃO: Concha de tamanho pequeno a grande, aparência não muito delicada, mas robusta; contôrno idêntico na parte posterior, estreitando-se para a parte anterior; inflada e bastante volumosa, do centro para a parte anterior; umbos pequenos, subagudos, não termináveis, por causa da margem ventral que se dilata muito anteriormente fundindo-se com o umbo e formando uma linha mais ou menos reta, na vertical; região dorsal apresenta-se em parte, na área da charneira em linha reta; aí se projeta nitidamente para diante, a margem dorsal, formando como que uma aleta; charneira desprovida de dentição; cicatriz do músculo adutor anterior nitidamente visível. A superfície externa da concha deveria ser lisa, pois os moldes internos não mostram qualquer ornamentação. A margem posterior forma uma curva em semi-círculo, e a aleta dorsal um ângulo mais ou menos na parte média da concha.

DIMENSÕES: As medidas foram determinadas nos 2 exemplares assim discriminadas: exemplar maior, valva direita 35 mm. de comprimento, altura 20 mm., e espessura 10 mm.; exemplar menor, valva esquerda 25 mm., de compr., 15 mm. de altura e 7 mm. de espessura.

DISTRIBUIÇÃO: Ambos exemplares foram coletados pelos autores na área da formação Pirabas, na localidade Castelo, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.

COLEÇÃO: O exemplar maior foi o que serviu para ser o tipo da espécie, n.º 4774-I, depositado na coleção do Museu Nacional.

DISCUSSÃO: A existência do gênero *Modiolus* na formação Pirabas, ainda não havia sido registrada, juntamente com o seu afim *Mytilus*. Sabemos agora que ambos os gêneros faziam parte integrante, da imensa fauna de invertebrados que então enchia de vida esse antigo mar. A ocorrência de *Modiolus* aí, tem para nós muita significação e para ele, pode se ajustar perfeitamente tudo o que escrevemos sobre *Mytilus*.

Para comparação com os exemplares de Pirabas e as formas atuais, nos utilizamos ainda do bem redigido trabalho de Tron Soot-Ryen, sobre os componentes da família Mytilidae. Os nossos espécimens fósseis, conforme temos observado, mostram semelhanças com certas espécies vivas e fósseis, não só genérica como especificamente. Faremos agora uma citação rápida das formas que mais se aproximam do *M. domingosi* n. sp., para ilustrar melhor certas afinidades evidentes: temos *M. modiolus* Linnaeus, 1758, forma bastante comum nas praias atlânticas da América do Norte e Antilhas; *M. tulipus* Linnaeus, 1758, espécie que também ocorre nas costas atlânticas da América do Norte e Sul, bem como sua mais próxima afim *M. americanus* Leach, das águas do Atlântico norte; uma outra forma muito semelhante, é o *M. capax* Conrad, que ocorre nas águas do Pacífico da América do Norte; há ainda uma espécie que hoje está considerada em outro gênero, é *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) = (*Mo-*

diolus brasiliensis (Chemnitz, 1795), que ocorre abundantemente nas costas das Guianas e de todo o Brasil.

Não duvidamos que o *Modiolus domingosi* n. sp. ao ser comparado rapidamente com as formas atuais, esteja bem próximo de algumas delas, mas se observarmos detidamente, notaremos que difere prontamente por apresentar característica muito distinta, e propriamente uma espécie.

Comparada com as formas fósseis que ocorrem em formações terciárias da América do Norte, Central e Antilhas, parece que existem maiores afinidades, e muito mais semelhança não só no aspeto, como de caracteres específicos. Saliendo-se entre estas, relataremos as seguintes formas, dentro daquela consideração. Há uma espécie que quasi se identifica a de Pirabas, é o *Modiolus ducatelli* Conrad, 1840 e que é encontrada nos calcários do Mioceno de Maryland, New Jersey, Virginia e North Carolina, Estados Unidos. Julgamos ser a forma mais próxima da concha do Pará. No entanto, apesar dessa forte semelhança podemos diferenciá-las pela seguinte incisiva diagnose: *M. ducatelli* é concha muito maior, tem o umbo mais proeminente e a margem ventral anterior mais retraída; margem posterior mais deprimida e mais delgada, sendo menos arredondada; parte da aleta dorsal formando um ângulo mais fechado e menos reto; no conjunto geral, é menos cheia e menos abaulada. Pelo exposto, tais caracteres bem visíveis nos induzem a considerar esta espécie, uma forma distinta e muito particular que viveu no Mioceno inferior de Pirabas.

Algumas formas que achamos muito afins ao *Modiolus domingosi* n. sp. foram ainda comparadas: *Modiolus waringi* Maury, 1925, encontrado no Mioceno superior de Trinidad, difere por ser também muito maior e por apresentar outros detalhes particulares, embora esteja muito próximo; *Modiolus inflatus* (Tuomey-Holmes, 1857) forma afim mas bastante diferente, não só no contorno geral como em outros detalhes específicos, esta espécie ocorre no Mioceno inferior de New Jersey e Carolina do sul.

Dedicamos esta nova espécie ao descobridor dos afloramen-

tos da formação Pirabas, e grande conhecedor da Amazônia, dr. Domingos Soares Ferreira Pena.

Ordem TELEODESMACEA

Família CLAVAGELLIDAE

Gênero CLAVAGELLA Blainville 1817

Clavagella cf. *echinata* Lamarck, 1818

Est. II, figs. 3a, 3b

1818 — *Clavagella echinata* Lamarck, Anim. sans Vértèbres, tome V, p. 432, n.º 1 (em Deshayes, 1860).

1835 — *Clavagella echinata* Lamarck, par Deshayes & Edwards, Hist. Nat. Anim. sans Vértèbres, tome 6, p. 24.

1860 — *Clavagella echinata* Deshayes, Descrip. Anim. sans Vértèbres, tome 1, texte p. 90, Atlas 1, pl. 2, fig. 1-3, pl. 10, fig. 1-3.

1887 — *Clavagella echinata* Fischer, Manuel Conch. et Pal. Conc. p. 1.181.

1955 — *Clavagella echinata*? Shimer & Shrock, Index Fossils of North America, p. 415.

Registramos pela primeira vez em camadas geológicas do Brasil, a ocorrência deste gênero. *Clavagella* não é recente, pois apareceu provavelmente no Cretáceo superior, e atravessando os tempos continua até hoje. Sua biologia e sua morfologia permaneceram quasi invariáveis. Consta que durante o terciário foi relativamente abundante, mais em alguns mares que outros. Alguns restos ou mesmo as conchas encontradas em algumas formações, o atestam. Viveu no mar miocênico de Pirabas, mas segundo nos parece um tanto raramente, em vista dos poucos exemplares coletados, embora possamos encontrar mais alguns, daqui por diante.

O gênero *Clavagella* é bastante característico, não só por sua constituição orgânica, e conduta biológica, como por certas peculiaridades que o diferenciam imediatamente, dentre todos os pelecípodos, como entre seus próximos congêneres. Estas conchas têm um habitat assaz curioso. Para viver preferem águas que variam de temperadas à quentes e rasas. Desenvolvem um tubo bastante longo, secretado pela concha, às vezes

calcário, e no qual se encontram os sífões incurrente e excurrente, onde se efetua a entrada e saída da água e outros detritos. Possuem hábitos exclusivamente perfurantes, vivendo em rochas, recifes coralinos e carapaça de alguns animais marinhos. São conchas modificadas e extremamente especializadas.

Clavagella se distingue de outros afins, por apresentar valvas desiguais, pequenas, achatadas, e irregulares; valva esquerda soldada ao tubo por seus bordos e exterior; valva direita livre no interior do tubo. Este é mais ou menos alongado e cilíndrico; extremidade anterior do tubo ornado de processos espinhosos irregulares.

Atualmente o gênero está circunscrito aos mares Mediterrâneo e Indo-Pacífico, e parece que em número muito reduzido de espécies.

Presentemente existem na coleção apenas 5 exemplares, sendo alguns incompletos e fragmentados.

DESCRIÇÃO: Concha pequena, delicada e delgada; valvas ovais oblongas iguais, achatadas e pequenas; valva esquerda soldada ao tubo por seus bordos e exteriores; valva direita livre no interior do tubo; charneira simples, deixando perceber apenas ligeira proeminência cardinal, seguida de uma pequena depressão pouco acentuada, aí se acha pequena área ligamentar; as impressões dos músculos adutores parecem ser arredondadas; linha paleal mais ou menos visível. A superfície externa denota ser lisa, excetuando-se as imperceptíveis linhas de crescimento, fracamente delineadas. Tubo relativamente alongado, não arredondado, mas ovalado ou um pouco achatado, apresentando um sulco mais ou menos pronunciado, como que separando os sífões incurrentes e excurrentes; extremidade anterior envolvida pelo tubo, em forma de maçã e todo incrustado de protuberâncias espiniformes, mostrando anteriormente uma fissura central; extremidade posterior do tubo incompleto. Todos os exemplares não estão suficientemente perfeitos, para uma melhor diagnose.

DIMENSÕES: Medidas tomadas em 2 espécimens desenvolvidos, e em melhores condições, sendo uma feita apenas na con-

cha desprovida do envoltório espiniforme, livre. Obtemos o seguinte: concha livre, comprimento 25 mm., altura 15 mm., espessura 8 mm.; concha envolvida, compr. 35 mm., alt. 20 mm., esp. 13 mm.

DISTRIBUIÇÃO: Todos os moldes foram coletados pelos autores na área da formação Pirabas, localidade Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.

COLEÇÃO: Exemplar número 4782 — I, depositado na coleção do Museu Nacional; e outros na coleção do Museu Emílio Goeldi.

DISCUSSÃO: O gênero *Clavagella* até hoje ainda não havia sido encontrado em nenhuma formação Terciária das Américas, de maneira que a presente ocorrência, vem tornar o estudo desta forma miocênica, mais interessante sob vários aspectos, embora se apresentem certas dúvidas. As diagnoses genérica e específica foram feitas à base de exemplares já danificados e grosseiros que impedem segura exposição.

Para se acreditar na ocorrência do gênero *Clavagella* no Mioceno inferior de Pirabas, os autores tomaram por base primeiramente, como já acentuamos, o aspecto geral dos moldes, e por certos caracteres muito peculiares, que indubitavelmente indicam pertencer ao respectivo gênero. Por outro lado, tentamos compará-los, de acordo com descrições, com várias espécies semelhantes de *Clavagella* que ocorrem em formações terciárias. Todavia logo de início, nos pareceu que as conchas fósseis de Pirabas, tinham muita semelhança, grande afinidade, e principalmente profunda identidade de caracteres específicos, com conchas que ocorrem no terciário da bacia de Paris. Dentre tôdas, duas espécies se sobressaíam por sua semelhança, a *Clavagella cristata* Lamarck, 1835, e notadamente *Clavagella echinata* Lamarck 1818. Na exaustiva comparação por nós efetuada, prevaleceu esta, pois nos pareceu assemelhar-se e possuir idênticos caracteres aos exemplares de Pirabas. Estes espécimens foram assim identificados provisoriamente, até ulteriores estudos,

já então possivelmente feitos em maior número de exemplares e em melhores condições. Finalmente não deixaremos de aqui mencionar, para melhor comparação, uma espécie a *Clavagella armata* Morton, muito parecida com os nossos moldes, e que ocorre no Cretáceo superior de New Jersey, Tennessee e Alabama.

Família CORBULIDAE

Gênero CORBULA Bruguière 1798

Corbula (Corbula) vieta Guppy, 1866

Est. III, figs. 1a, 1b

- 1866 — *Corbula vieta* Guppy, Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 22, p. 580, pl. 26, fig. 8 (valva direita).
 1866 — *Erycina tensa* Guppy, op. cit. p. 582, pl. 26, fig. 6 (V. esq.).
 1867 — *Corbula vieta* Guppy, Proc. Sci. Assoc. Trinidad, pl. 3, p. 161 (Reimpressão em 1921, Harris, Bull. Am. Paleo. n.º 35 p. 40).
 1896 — *Corbula disparilis* Dall, Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 19, n.º 1.110, pp. 327-329.
 1898 — *Corbula (Aloidis) vieta* Dall, Trans. Wagner Inst. Sci., vol. 3, p. 849.
 1925 — *Corbula (Aloidis) vieta* Maury, Bull. Am. Paleont. vol. 10, n.º 42, p. 249, pl. 19, figs. 3-4.

São relativamente comuns na formação Pirabas, as conchas do gênero *Corbula*, pertencendo tôdas provavelmente ao subgênero *Bothrocorbula*. No entanto representantes do subgênero *Corbula* sensu stricto, até o momento ainda não haviam sido registrados, e segundo nos parece, são de ocorrência bastante escassa. No vasto material coletado não só pelos autores e outras pessoas, como aquele que serviu ao estudo na monografia de Maury, apenas 1 exemplar foi encontrado por nós em material trazido da recente excursão (1957).

O espécimen que é pequeno, se acha relativamente em bom estado de conservação. Sômente os moldes externo e interno se apresentam. São conchas graciosas possuindo uma interessante e peculiar ornamentação. O subgênero *Corbula* s. s. anteriormente sob a designação de *Aloidis* Muhlfeldt, tem como tipo *Corbula sulcata* Lamarck, 1801, concha recente que vive nas

águas atlânticas da costa do Senegal. *Corbula* s. s. é um grupo de conchas eminentemente terciário, tendo surgido provavelmente durante o Eoceno, expandindo-se mais daí em diante até os dias de hoje. Foi muito abundante em algumas formações da Flórida, Panamá, Cuba, Trinidad, Venezuela, Costa Rica, S. Domingos e Jamaica. Parece-nos que em Pirabas ocorreu muito raramente, embora tal opinião possa posteriormente ser modificada.

A espécie que ocorre em Pirabas, é idêntica à determinada por Guppy, e típica do Mioceno de Trinidad, S. Domingos e Jamaica, e do Plioceno de Costa Rica. Os distintos caracteres específicos de *Corbula vieta*, se assemelham e ajustam muito bem ao único exemplar que possuímos, e por tal motivo não duvidamos em considerá-los idênticos. Em geral os exemplares da espécie tipo, são de porte bem pequeno, coincidindo também neste particular caráter com a nossa concha.

DESCRIÇÃO: Sumariamente o exemplar se caracteriza especificamente pelo seguinte: Valva direita apenas, de tamanho muito pequeno, subtrigonal, mais ou menos equilateral; forma bastante convexa, com sua superfície fortemente costelada, concêntrica e simetricamente dispostas e unidas, sendo estas muito finas próximo ao umbo, mas tornando-se mais largas distalmente. Contam-se de 20 a 25 dessas linhas costelares, vistas sob lente.

DIMENSÕES: As medidas tomadas dão o seguinte: altura 6 mm., largura 7 mm., e semidiâmetro 3 mm.

DISCUSSÃO: Segundo Dall e Maury, *Corbula vieta* Guppy se assemelha muito a uma espécie atual que vive nas águas antilhanas, e foi em 1845 determinada por d'Orbigny como *Corbula disparilis*. Porém êsses mesmos autores, após estudos mais detalhados e de as comparar devidamente, chegaram à conclusão de que ambas podem ser perfeitamente diferenciadas, e portanto constituírem espécies distintas. Dall antes mesmo de Maury, acentuava que a "concha recente é maior, menos compacta re-

gularmente esculpurada e decididamente de rostro mais acentuado".

Por outro lado tentamos comparar esta espécie com outras que se parecem bastante, e naturalmente apresentam íntima afinidade de caracteres específicos. Achamos incluir nessa sequência, a *Corbula sanctidominici* Maury, 1925, encontrada no Mioceno de Trinidad e Costa Rica. Esta espécie nos parece ser a mais próxima de tôdas. *C. heterogena* Dall, 1896, do Mioceno de Jamaica, Gatun, e talvez Trinidad e Florida; *C. islatrinitatis* Maury, 1925, que ocorre no Mioceno de Trinidad; e finalmente *C. zuliana* Hodson, 1931, encontrada no Oligoceno superior da Venezuela.

DISTRIBUIÇÃO: Exemplar n.º 4.780-I da coleção do Museu Nacional, encontrado na ilha do Campo do Sal, situada entre as Bafas de Pirabas e Japerica, litoral do Estado do Pará.

Família LUCINIDAE

Gênero DIVARICELLA Von Martens 1880

Divaricella castelensis n. sp.

Est. III, figs. 2a, 2b, 2c

Este gênero exclusivamente terciário, é muito próximo de *Lucina*, e parece que foi bastante raro nos mares quentes daqueles tempos. Os seus representantes mais antigos devem ter aparecido no Paleoceno, provavelmente em número assaz escasso. Está também representado em todos os outros períodos. Atualmente ocorre mais abundantemente em quase todos os mares. *Divaricella* viveu no antigo mar miocênico de Pirabas, mas acreditamos que em número mui reduzido, pois assim dizemos em vista dos achados escassos que temos obtido. Tanto as espécies fósseis como as atuais apresentam larga distribuição geográfica. O gênero é bastante característico, ao apresentar uma escultura muito peculiar, constando de linhas divaricadas, que formam ângulos em V, que se estendem desde os umbos à mar-

gem ventral. A presença de *Divaricella* na formação Pirabas, juntamente com outros importantes gêneros de moluscos, vêm nos mostrar a semelhança e o sincronismo da fauna com outras formações das três Américas. Eles também nos indicam os vários tipos de ambientes ecológicos marinhos, que então deveriam existir nêsse antigo mar.

Até agora foram somente encontrados 2 exemplares, sendo uma concha adulta completa, isto é, ambas as valvas, mas danificadas no umbo e partes laterais; o outro espécimen constituiu-se apenas de uma valva, muito pequena, e também danificada, indicando ser talvez uma forma jovem.

DESCRIÇÃO: A concha parece ser bastante fina e delicada; de contôrno circular, arredondada, e fortemente inflada; umbo não proeminente, pequeno, central e pontudo, mas ligeiramente curvado sobre a margem dorsal. Escultura característica do gênero, consistindo de inúmeras linhas sulcadas, concentricas, que se dispõem desde o umbo até à margem ventral; estas linhas são cruzadas por delicadas lamelas divaricadas muito unidas umas às outras, que se contam em mais de 80; estas são fracamente elevadas, mas na região umbonal são mais distintas, e aí também mais se afastam entre si. Área ligamentar submarginal, opistodética; lúnula pequena na valva esquerda, curta, porém um tanto mais larga. A concha em tôda sua margem interna, apresenta delicada crenulação. Os moldes internos mostram nitidamente a linha paleal, bem como a cicatriz dos músculos adutores.

DIMENSÕES: Na coleção existem somente 2 exemplares fraturados ou danificados. O espécimen mais completo, no qual foi baseada a descrição acima, apresenta as seguintes medidas: altura 20 mm.; largura 20 mm.; espessura da valva esquerda 5 mm.. O outro molde é muito pequeno, e parece ser uma forma jovem.

DISTRIBUIÇÃO: Ambos exemplares são provenientes da área da formação Pirabas, coletados no lugar Castelo, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.

COLEÇÃO: Exemplar número 4776-I, tipo depositado na coleção Paleontológica do Museu Nacional (tamanho maior); exemplar menor n.º 4788-I, da coleção do Museu Nacional. Este material foi coletado pelos autores em 1957.

DISCUSSÃO: A primeira ocorrência do gênero *Divaricella* como fóssil em terrenos geológicos do Brasil, foi feita por Carlota Maury, que o encontrou em calcários pertencendo ao Pleistoceno de Tibau, costa noroeste de Mossoró, no Rio G. do Norte. O representante deste gênero foi identificado por essa autora, como *Divaricella quadrisulcata* (d'Orbigny, 1840). Esta comum espécie de larga distribuição geológica e geográfica, foi assinalada como ocorrendo em algumas formações miocênicas da América do Norte, principalmente na Florida, Maryland, Virgínia, etc. Consta que não foi encontrada sua ocorrência no Plioceno, mas apareceu abundantemente no Pleistoceno e assim continuou até os dias de hoje em número muito maior. É encontrada nas águas atlânticas, desde Massachussetts nos Estados Unidos, através o mar das Antilhas em diante, e toda a costa da América do Sul. Parece ser a espécie do gênero de maior distribuição no Atlântico. A espécie encontrada em Pirabas, vem mostrar a antiguidade de *Divaricella* ocorrendo em terrenos geológicos do Brasil, mais antigos que o Pleistoceno.

A *Divaricella castelensis* nova espécie apresenta muita semelhança e afinidade de caracteres específicos, com certas formas fósseis de outras formações terciárias. Apesar desse visível sintoma, a concha de Pirabas entre todas constitui uma espécie bastante diferente e distinta. Adiante citaremos algumas formas fósseis, que achamos necessário comparar para melhor ilustração, e por serem afins. Assim seguindo do mais antigo ao recente temos a *Divaricella proletaria* Pils. & Joh., 1917, do Oligoceno de S. Domingos; *D. chipolana* Dall, 1903, e *D. waltonia* Gardner, 1926, ambas encontradas no Mioceno da Florida; *D. prevaricata* Guppy, 1896, do Mioceno de Bowden, Jamaica; no Mioceno e Plioceno da California ocorre a *D. eburnea* (Reeve, 1851); e por último *D. compsa* Dall, 1903, achada no Plioceno da Florida.

Para melhor consideração faremos em rápidas linhas, uma ligeira diagnose dos caracteres específicos distintos, que nos levam a fazer esta forma bastante diferente de tôdas: concha grande, maior, mais circular, arredondada, e um tanto mais entumescida; umbos não proeminentes; maior número de linhas concêntricas; escultura mais pêculiarmente acentuada, isto é, muito maior número de linhas divaricadas, muito unidas, podendo-se contar mais de 80, o que ultrapassa a das conchas conhecidas. De tôdas as espécies acima citadas, a que mais parece se aproximar é a *Divaricella quadrisulcata* (d'Orbigny), a qual já foi anteriormente tratada. Se fizermos um diagnóstico mais detalhado, como o que foi feito, vemos logo que esta concha se diferencia bastante por inúmeros detalhes importantes.

Continuando a comparação, vamos deparar com *D. chipolana* Dall, que apesar de próxima, se diferencia muito em vários caracteres, entre êles o de não possuir crenulação marginal interna, e número menor de linhas divaricadas ornamentais. Na *D. prevaricata* Guppy, existem diferenças grandes de caráter específico, e por isso muito se afasta, notadamente no tamanho menor, número inferior de linhas divaricadas e na crenulação interna ausente. Por seu turno *D. compsa* Dall, também se afasta por ser muito menor, umbos mais proeminentes, e linhas divaricadas em número bem inferior. Quanto a *D. eburnea* (Reeve), se diferencia mais ainda por apresentar detalhes que não se ajustam, como no umbo, linhas concêntricas, e número menor de linhas divaricadas.

Dentre as formas atuais que vivem nas águas das costas atlânticas das Américas, parece que somente a já tão discutida *D. quadrisulcata* (d'Orb.), apresenta afinidade muito próxima da nova concha de Pirabas. Outras formas ocorrem não só atuais como fósseis, mas pouco nos interessam, em vista das visíveis diferenças de caracteres, que as tornam mais afastadas.

Família VENERIDAE

Gênero CLEMENTIA Gray 1842

Clementia (Clementia) dariena (Conrad, 1856)

Est. IV, fig. 1

- 1855 — *Meretrix dariena* Conrad, U. S. Pacific R. R. Explo., vol. 5, (33 Cong. 2d sess., H. Ex. Doc. 91) pt. 2, appendix p. 328, pl. 6, fig. 55. (Reprint, Dall, U. S. Geol. Survey Prof. Paper 59, p. 170, 1909) (Em Woodring, 1926).
- 1881 — *Clementia dariena* Gabb, Acad. Nat. Sci. Philadel. Journ. 2d ser., vol. 8, p. 344, pl. 44, figs. 16, 16a.
- 1903 — *Clementia dariena* Dall, Wagner Free Inst. Sci. Trans., vol. 3, pt. 6, p. 1. 235.
- 1909 — *Clementia dariena* Toulou, K-k. Geol. Reichsanstalt Jahrb., vol. 58, pp. 725-757, pl. 27, figs. 9-10 (Em Woodring, 1926).
- 1911 — *Clementia dariena* Brown & Pilsbry, Acad. Nat. Sci. Philadel. Proc., vol. 63, p. 371, pl. 28, fig. 1.
- 1922 — *Clementia dariena* Olsson. Bull. Am. Paleont., vol. 9, pp. 404-405, pl. 34, fig. 4.
- 1922 — *Clementia dariena* Spieker, Johns Hopkins Univ. Studies in Geology, n.º 3, pp. 141-143, pl. 8, fig. 5 (Em Woodring, 1926).
- 1924 — *Clementia brasiliiana* Maury, Serv. Geolog. Miner. do Brasil, Monog. 4, pp. 422-423, pl. 24, fig. 3.
- 1925 — *Clementia dariena* Maury, Bull. Amer. Paleont. vol. 10, pp. 293-294, pl. 37, figs. 1, 3, 5, 6, 7.
- 1926 — *Clementia dariena* Harris, in Waring, Johns Hopkins Univ., Studies in Geology, n.º 7, p. 110, pl. 20, fig. 8.
- 1926 — *Clementia (Clementia) dariena* Woodring. U. S. Geol. Survey, Prof. paper 147-C, p. 34, pl. 14, figs. 6-11.
- 1927 — *Clementia dariena* Palmer, Paleontographica Americana, vol. I, p. 410, pl. XXVI.
- 1928 — *Clementia dariena* Olsson, Bull. Am. Paleont. vol. 14, n.º 52, p. 80.
- 1929 — *Clementia (Clementia) dariena* Anderson, Proc. Calif. Acad. Sci. 4th ser., vol. 18, n.º 4, p. 167.
- 1929 — *Clementia dariena dariena* Weisbord, Bull. Am. Paleont. vo. 14, p. 256, pl. 5, fig. 1.
- 1932 — *Clementia (Clementia) dariena* Olsson, Bull. Am. Paleont. vol. 19, n.º 68, pp. 102-103.
- 1943 — *Clementia brasiliiana* Oliveira & Leonardos, Geologia do Brasil, Série Didática n.º 2, Serv. Inf. Agrícola, p. 658, est. XXXV, fig. 18.

O gênero *Clementia* foi largamente distribuído tanto geológica como geograficamente. Apareceu primeiramente em camadas do Eoceno médio da Colômbia e Perú, onde ocorre um tanto rara. A sua ocorrência no Mioceno inferior da formação Pirabas, se apresenta de grande importância, pois antes de tudo mostra a existência de íntima correlação de fauna, bem como o sincronismo e a semelhança, com certas formações terciárias da América do Norte, Centro e Sul.

Foi durante o Mioceno que *Clementia* mais se desenvolveu, ao mesmo tempo que alcançava sua máxima dispersão geográfica. Apareceram várias espécies, e em algumas localidades proliferou abundantemente, ao passo que em outras foi mais rara. Sua ocorrência deu-se no Eoceno da Colômbia e Perú; Oligoceno de Porto Rico; Mioceno inferior, médio e superior do México, Panamá, Costa Rica, Estados Unidos (Califórnia, Flórida, Maryland, N. Jersey, etc.), Venezuela, Trinidad, Equador, Colômbia, Perú e Brasil (Mioceno inf. de Pirabas); finalmente no Plioceno apareceu uma espécie comum também no Mioceno da Califórnia, E. Unidos. Além dessas localidades de ocorrência do gênero nas Américas, ele é encontrado ainda em outros continentes, como em alguns pontos da Europa, África, Ásia e ilhas do Indo-Pacífico.

Atualmente *Clementia* está representado por algumas espécies, que se distribuem "no Pacífico ocidental desde as águas do Japão para o sul, até a Tasmânia. Foram registradas espécies vivendo no Oceano Índico, Mar Vermelho e África do Sul. Muitas destas *Clementia* atuais, estão concentradas na região das ilhas Filipinas para o sul, até à Austrália e no oceano Índico". Parece que somente 2 espécies vivas do subgênero *Egesta* ocorrem nas costas do Japão e Coréia, uma, e a outra no Golfo da Califórnia. Esta única espécie que vive nas costas americanas é a *Clementia (Egesta) sólida* Dall, 1902.

No gênero *Clementia* há formas que apresentam certas diversificações ou caracteres morfológicos distintos, mais do que específicos, e por tal motivo, foram arranjadas em subgêneros. Estes são *Clementia sensu stricto* e *Egesta*, ambos já comentados. Últimamente o melhor trabalho publicado sobre o gênero *Clementia*, foi em 1926 por W. P. Woodring, intitulado "American Tertiary Mollusks of the Genus *Clementia*". O autor trata o assunto do melhor modo possível, analisando-o exaustivamente sob vários aspectos, principalmente o sistemático e as referências tôdas da ocorrência do gênero. Foi feita também a

revisão de algumas formas que eram dadas como duvidosas, sinônimas ou de indentificação errônea. Nessa publicação foi que apareceu primeiramente, a dúvida sobre se a espécie de Pirabas determinada por Maury, era realmente uma forma distinta como então pareceu, ou era sinônima e idêntica a bem distribuída *Clementia dariena* (Conrad). Woodring opinou após detidas comparações, que a espécie *Clementia brasiliiana* Maury, deveria ser a mesma acima citada. Para melhor ilustração transcrevemos o que êsse autor escreveu: "According to Maury's figure, *Clementia brasiliiana* (pl. 14, fig. 11), based on specimens collected from lower Miocene beds in Brazil, seems to represent small specimens of *C. dariena dariena*. The specimens from Brazil are like small, slightly elongate shells of *C. dariena dariena* from Venezuela and other localities. Suites of specimens from the type locality of *dariena dariena* show that the shape of this species is too variable to introduce another name for small, slightly elongate *Clementias* from the lower Miocene beds of tropical America. At the anterior end of the shell the concentric waves of *C. brasiliiana* are represented as erected frills, as in *Chione (Lirophora)*, but this feature may have been exaggerated by the artist".

Na Monografia 4 sobre a formação Pirabas, publicada em 1924, Maury apresentou ligeiro estudo sobre o gênero *Clementia*, onde superficialmente comparou o exemplar dessa formação, com uma espécie que ocorre no Mioceno da ilha de Trinidad. Ela não informa qual a espécie, mas sabemos que deveria se referir a *C. dariena*, a única ali existente. Maury acrescenta que considerou o espécimen de Pirabas muito próximo àquele de Trinidad. Mas mesmo assim, por razões quaisquer preferiu designar o referido exemplar como uma forma distinta. A descrição feita naquêlê trabalho, apesar de sumária, se ajusta perfeitamente aos exemplares originais, como aos que foram coletados pelos autores provenientes de várias localidades da formação, e por Fritz Ackermann na área de Capanema.

Woodring não foi o único autor a admitir sinonímia na espécie de Pirabas, pois em 1927 quase que conjuntamente na época da publicação do trabalho dêste autor, Katherine Palmer publicou um extenso trabalho sobre a família *Veneridae*, à qual se incluí o gênero *Clementia*. Aí, a autora teve a mesma consideração que Woodring, admitindo a espécie de Pirabas como

sinônima de *C. dariena*. Aquê autor considerou esta forma como subespécie, para diferenciá-la de outras espécies muito próximas e parecidas. Assim se acham em seu trabalho, as formas consideradas: *Clementia* (*Clementia*) *dariena vetula* Woodring; *Cl.* (*Egesta*) *inoceriformis* (Wagner); *Cl.* (*Egesta*) *conradiana* (F. M. Anderson); *Cl.* (*Egesta*) *martini* (Clark); *Cl.* (*Egesta*) *pertenuis* (Gabb). Vários autores, entre êles A. Olsson (1928, 1932), Anderson (1929), Palmer (1927, 1929), Maury (1925) e Hodson, Hodson e Harris (1927), adotaram apenas *dariena* como uma espécie distinta. Preferimos seguir esta consideração mais aceita, em vista dos fatos já conhecidos de todos.

Em 1928, Olsson descreveu uma nova espécie ocorrendo em formações calcárias do Eoceno médio, superior e também no Oligoceno superior do Perú. Ela foi determinada *Clementia* (*Clementia*) *peruviana* e parece ser muito idêntica a *C. dariena*.

A ocorrência de *Clementia dariena* na formação Pirabas, não é muito comum mas é mais ou menos distribuída. Vários exemplares têm sido coletados, desde os que Maury identificou provenientes da antiga Estação experimental de Nova Timboteua. Os espécimens que esta autora teve em mãos, eram relativamente pequenos, pois mediam 17 mm. de comprimento, e 15 mm. de altura. Pelo sr. Fritz Ackermann foram coletados bonitos e grandes exemplares no local Caieira (Canecos), 5 km. norte de Capanema. Um dos espécimens se acha figurado neste trabalho e se encontra juntamente com os outros depositado na coleção da Divisão de Geologia e Mineralogia do D. N. P. M. sob n.º 4545. Pelo referido senhor outros foram coletados na Colônia Pedro Teixeira, em vários poços ali abertos, ao norte de Capanema. Pelos autores foi encontrado um exemplar no local Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas; um espécimen em Castelo, ilha Fortaleza; um outro na ilha Campo do Sal, situada entre as baías de Pirabas e Japerica, litoral do Pará, sendo todos êstes bons exemplares e grandes. Os restos dêstes fósseis estão todos depositados nas coleções de Paleontologia do Museu Goeldi e Museu Nacional.

Gênero PITAR Roemer 1857

Pitar (Lamelliconcha) circinata (Born, 1780)

Est. IV, fig. 2

- 1780 — *Venus circinata* Born, Testacea Musei Caesarei Vindobonensis, p. 61, pl. IV, fig. 8 (em Maury, 1917).
- 1853 — *Dione circinata* Deshayes, Cat. Conch. Brit. Mus. pt. 1, p. 77.
- 1853 — *Venus circinata* d'Orbigny, Hist. Phys. Polit. Nat. de l'Île de Cuba, par De La Sagra M. R., tome 1.º, p. 275.
- 1863 — *Dione circinata* Reeve, Conch. Icon., pl. VII, fig. 25a e b.
- 1869 — *Dione circinata* Roemer, Mon. Venus s. g. Cytherea, p. 135, pl. 36, fig. 1 (fig. *alternata*), (em Palmer, 1927).
- 1873 — *Chione circinata* Gabb, Trans. Am. Phil. Soc., vol. 15, p. 250.
- 1874 — *Cytherea circinata* Guppy, Geol. Mag., vol. 11, p. 442.
- 1878 — *Venus circinata* d'Orbigny, Arango Fauna Mal. Cuba, p. 249 (em Palmer, 1927).
- 1900 — *Meretrix circinata* Dall & Simpson, Bull. U. S. Fish. Comp., vol. I, p. 485 (em Palmer, 1927).
- 1903 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Dall, Trans. Wagner Inst. Sci., vol. 3, pt. 6, p. 1.269.
- 1907 — *Pitar circinatum* Ihering, Ann. Mus. Nac. Buenos Aires, tomo XIV Ser. 3.º, t. VII p. 532.
- 1911 — *Pitar circinata* Brown & Pilsbry, Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 63, p. 370.
- 1912 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Maury, Journ. Acad. Nat. Sci. Philad. 2nd ser. vol. XV, p. 56, pl. IX, figs. 12-13.
- 1917 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Maury, Bull. Amer. Paleon. n.º 29, vol. V, p. 215, pl. 37, fig. 1.
- 1922 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Olsson, Bull. Am. Paleon. vol. 9, n.º 39, p. 236, pl. 31, figs. 3, 9.
- 1925 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Maury, Bull. Am. Paleon. n.º 42, p. 149, pl. XXVII, figs. 12, 13.
- 1927 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Palmer, Paleontographica Americana, vol. I, p. 256, pl. IX, figs. 10, 11, 12, 15, 16, 19.
- 1929 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Anderson, Proc. Californ. Acad. Sci. 4th ser., vol. 18, n.º 4, p. 169.
- 1931 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Hodson & Hodson, Bull. Amer. Paleon., vol. 16, n.º 59, p. 10, pl. 4, figs. 5, 7.
- 1934 — *Pitaria (Lamelliconcha) circinata* Maury, Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., vol. LXVII, p. 164, pl. XIX, fig. 2.
- 1943 — *Pitar* cf. *circinata* Oliveira & Leonardos, Geologia do Brasil, série Didática n.º 2, Serv. Inf. Agrícola, p. 660, est. XXXV, fig. 18.
- 1945 — *Pitar circinatum* Martins, Bol. Museu Nacional, N. S. Geologia n.º 4, pp. 1-5, figs. 1, 4, 5, 6.

- 1949 — *Pitar* (*Pitar*) *circinatum* Morretes, Arq. Mus. Paranaense, vol. VII, p. 35.
- 1953 — *Pitar* cf. *circinata* Magalhães & Mezzalira, Moluscos Fósseis do Brasil, Inst. Nac. do Livro, M. E. S., ser. A — IV, p. 138, est. XLV, fig. 376.

Maury não teve oportunidade de encontrar, quando estudou a fauna de Pirabas, nenhum espécimen aí ocorrendo de *Pitar circinata* (Born). Nós contudo temos encontrado vários exemplares no vasto material coletado desta formação, que os referimos àquela espécie de larga distribuição geográfica e geológica. Ela aparece relativamente abundante em vários pontos da formação onde têm sido feitas coleções. Isto sucede tanto no litoral como em calcários do interior.

O gênero *Pitar* Roemer, não é mui antigo, pois parece ter surgido durante o Eoceno, apresentando daí em diante grande distribuição geológica até os tempos atuais. Ocorre em quasi tôdas as formações terciárias da Europa, África e Américas. Atualmente vive em todos os mares de águas tropicais, distribuído por vários subgêneros e inúmeras espécies.

Pitar circinata (Born) está largamente distribuída dentro da formação Pirabas. No entanto apresenta-se quasi sempre com algumas variações individuais, que muitas vèzes implicam em certas dificuldades na sua exata identificação. Encontram-se ora formas grandes ora formas pequenas. Estamparemos a seguir para melhor ilustração, a descrição feita por Palmer (1927):

"Shell subtrigonal, ventral margin regularly rounded; posterior end with a slight tendency to become truncated; surface ornamented with prominent, equal or subequal, concentric ribs which are thin and lamellose in many cases; numerous, microscopic striae occur between the ribs; lunule small, inaequilateral, larger on the right valve, heart-shaped, bounded by an impressed line; escutcheon very narrow; beaks small and pointed; hinge and pallial sinus typical of the subgenus. The lunule and escutcheon have a deep, purple coloration. The shell is white with reddish or pinkish radiating bands."

É possível que as variações existentes nos exemplares de Pirabas, venham a constituir subespécies, desde que se verifiquem melhor os caracteres específicos, em número muito maior de espécimens. Nos exemplares que temos estudado, além das

comuns variações de tamanho, elas se notam também sempre na ornamentação. Isto se verifica nas linhas costelares ou lamelares concêntricas, e principalmente nas que se acham nos interespaços. Estas geralmente são muito finas e às vezes imperceptíveis. O exemplar que se acha figurado, apresenta nítida e bela ornamentação, percebendo-se perfeitamente os detalhes acima mencionados. Dall em 1902 criou o subgênero *Lamelliconcha* para englobar várias espécies de *Pitar*, que possuem distintos caracteres muito peculiares, diferenciando-as assim de outros grupos também afins. Entretanto alguns autores consideram *Lamelliconcha* seção de *Pitar*, nomenclatura esta possivelmente menos usada. O caráter principal desta diferenciação, decorre da acentuada ornamentação das linhas lamelares concêntricas, neste subgênero. Aquí estão incluídas também as espécies *perarcana*, *baumanni* e *vertumni* que ocorrem na formação Pirabas, de onde foram descritas por Maury em 1924.

Foi talvez durante o Mioceno que *Pitar circinata* (Born) fez sua primeira aparição no cenário geológico. Desde então fez-se representar no Plioceno de Matura e Brighton, Trinidad, e em Guayra na Venezuela; apareceu no Mioceno inferior de Cercado de Mao, S. Domingos; no Mioceno médio de Gatun, Panamá; Saury Creek, Costa Rica, e em Cumana, Venezuela. Em 1925 Maury escrevia o seguinte a respeito de sua ocorrência recente: "This shell is common and abundant in the Antilles, on the eastern shores of Central America, and the coast of northern South America as far south as Santa Caterina, Brazil. The Pacific mutation has a more convex, larger shell, and is the variety *alternata* Broderip (Proc. Zool. Soc., p. 45, 1835)". Outras variedades desta espécie ocorrem ainda no Mioceno de Trinidad, Venezuela, São Domingos, Florida e Jamaica, bem como nos mares tropicais de hoje.

DISTRIBUIÇÃO: Esta espécie ocorre em toda a área da formação Pirabas, e todos os exemplares foram coletados pelos autores nas seguintes localidades: na orla litorânea encontramos em Salinópolis; nos afloramentos de Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas; e na ilha Campo do Sal, situada entre as baías de Japerica e Pirabas. Para o interior, na zona da estrada de Ferro de Bragança, ocorre no lugar Cassiano, próximo de Nova Timboteua; e por último em poços abertos na Colônia Pe-

dro Teixeira, bem como na Caieira, situados no município de Capanema.

COLEÇÃO: O exemplar que se acha figurado está depositado na coleção de Paleontologia da Divisão de Geologia do Museu Nacional, sob o número 4779-I, e proveniente da ilha Campo do Sal; demais exemplares se acham distribuídos nas coleções Paleontológicas do Museu Goeldi, e na Divisão de Geologia e Mineralogia do D.N.P.M.

Família TEREDINIDAE

Gênero TEREDO Linnaeus 1758

Teredo sp.

Est. IV, figs. 3a, 3b

Foram coletados na formação Pirabas, vários fragmentos de tubos calcários pertencentes a conchas, que decididamente se identificam aos caracteres gerais da família Teredinidae. Estes tubos fragmentados, apresentam-se de variados tamanhos e espessuras. Alguns são de textura mais delgada e delicada que outros.

Segundo vários autores, a família *Teredinidae* mostra afinidades com uma outra que lhe é muito próxima, *Pholadidae* “na forma de suas valvas e a presença de uma longa apófise curva, mas as valvas escassamente fazem uma pretensão de encerrar o corpo e o longo sifão secreta um tubo calcário, incompletamente septado na parte distal”. Sabe-se que dos representantes da família *Teredinidae*, apenas, conforme todos os autores, somente o gênero *Teredo* deixou restos fossilizados mais ou menos conservados, principalmente pelos seus tubos calcários, embora nem sempre determináveis.

Por este e outros motivos, e seguindo a opinião de importantes malacologistas, achamos conveniente inserir no gênero em questão, os fragmentos tubários de tão interessantes conchas. O gênero *Teredo* provavelmente teve seu aparecimento durante o Jurássico, atravessando os tempos geológicos quasi que inalterável, até à época atual. Devem ter sido relativamente abundantes durante o Terciário. As conchas deste gênero são tipicamente habitantes de águas mui rasas, zona de praias

e limite de marés, apresentando assim um habitat bastante distinto e característico. Atualmente a família *Teredinidae* engloba vários gêneros, vivendo em todos os mares de águas quentes. São estritamente conchas de hábitos perfuradores, aproveitando para isso troncos de árvores que se encontram na zona batida pelas marés, pedaços de madeira ao sabor das águas, vigas de sustentação de cais e trapiches, e enfim mesmo rochas, onde passam toda a vida.

Pouco se conhece acêrca das conchas fósseis dêste gênero, pois o que normalmente se preserva são os tubos calcários. Aquelas mui raramente se conservam e dificilmente se acham. Em vista de tal motivo, a determinação específica se torna problemática, duvidosa e sem base. Os tubos são aparentemente idênticos ou quasi idênticos em tôdas as espécies, sejam fósseis ou atuais. A identificação é feita exclusivamente pelas conchas e componentes, e principalmente por um órgão calcário de importância específica característico, a *palheta*, a qual pode ser simples ou articulada. Qualquer tentativa para identificar especificamente os tubos fósseis dêsse grupo de moluscos, achamos sem dúvida que é pura incoerência, pois sem aquêles elementos acima citados, pouco ou nada pode ser feito. Para tanto dizemos que os tubos não são índices e nem caráter de determinação específica.

Preferimos portanto conservar os tubos fragmentários de Pirabas, no sentido lato da classificação, isto é, debaixo da identificação genérica, para evitar dúvidas e confusões posteriores.

Formas do gênero *Teredo* ocorrem no Eoceno de N. Jersey, Mississippi, Alabama e Maryland. Do Oligoceno e Mioce-no foi descrita uma espécie *Teredo incrassata* (Gabb, 1873), identificação feita principalmente pelos tubos calcários. Ocorre em Trinidad, S. Domingos e talvez Jamaica. Segundo certos autores, esta forma foi muito comum naquelas formações. Os seus tubos fragmentados parecem-se ou identificam-se, especialmente na aparência e conformação geral, com os de Pirabas. Outras formas ainda ocorrem em várias formações terciárias, não só das Américas, como da Europa, África e Asia. Atualmente vive nas praias litorâneas do Brasil, o comuníssimo *Teredo navalis* Linnaeus, 1758, também de maior distribuição em outras plagas do Atlântico. Essa espécie parece ser válida sôbre outras formas descritas, mas consideradas sinônimas.

DISTRIBUIÇÃO: Vários tubos foram coletados por Fritz Ackermann no lugar Caieira (Olaria, Canecos), numa grande

excavação feita para cal e agora para fábrica de cimento; outros procedem da Colônia Pedro Teixeira, nas proximidades de Capanema.

COLEÇÃO: Todos os exemplares se encontram depositados nas coleções Paleontológicas da Divisão de Geologia e Mineralogia do D.N.P.M.. Os exemplares figurados se encontram na coleção do Museu Nacional sob o n.º 4781-I.

CONSIDERAÇÕES PALEOGEOGRÁFICAS E PALEOECOLÓGICAS

Os autores resolveram aqui, fazer uma tentativa para melhor sistematizar todos os dados e observações, em caráter provisório, sobre a Paleogeografia e Paleoecologia do antigo mar miocênico de Pirabas. Todos os assuntos abordados estão ainda em fase de estudos, não só por nós, como por vários outros especialistas, de modo que poderão vir a sofrer posteriormente naturais modificações, confirmações, acréscimos ou rejeições.

I — *O aspecto do antigo mar miocênico de Pirabas.* A falta de sedimentos mais antigos sob a formação Pirabas, a pouca espessura e sua deposição diretamente sobre o complexo cristalino, nos leva a supor que no fim do Oligoceno superior para o Mioceno inferior houve uma transgressão marinha, provocada talvez por ligeiro abaixamento da antiga costa baixa, que deveria ter as mesmas características da atual costa do litoral parense. O mar então ocupando aquela nova área, deu origem àquêles sedimentos calcários, encerrando com eles a rica fauna que nêle vivia. Sua área geográfica ainda não está perfeitamente delineada mas já é possível estabelecer dentro do Estado do Pará, alguns pontos limites da mesma.

Ao Sul e Sudoeste, de acôrdo com as observações de vários autores e nós, o rio Guamá que corre de Leste para Oeste, parece ser o limite da formação Pirabas. Há certas evidências que comprovam essa suposição, tais como :

- a) Até hoje não foi encontrada nenhuma ocorrência calcária ou outro sedimento que pertencesse à formação Pirabas, à margem esquêrda daquêle rio.
- b) Na cidade de Ourém, que fica 50 Km SE de Capanema aproximadamente, afloram rochas do complexo cristalino, atravessando o rio Guamá, formando ali uma

pequena cachoeira. Aquelas rochas pré-cambrianas provavelmente são testemunhos da antiga costa baixa que bordejava a bacia de Pirabas.

- c) Os calcários do município de Capanema, principalmente o local Caieira que fica a 5,4 Km SW de Capanema, repousam diretamente sobre o complexo cristalino que ali ocorre a pouca profundidade e, de acordo com as conclusões baseadas no estudo da fauna, está comprovada a proximidade da antiga costa que deveria ser baixa.

As ocorrências dos calcários recristalizados dos igarapés Caraparú e Quitéria próximas ao rio Guamá, são os pontos mais SW conhecidos da formação Pirabas. Essas ocorrências distam de Belém em linha reta aproximadamente 30 Km, e a posição elevada das mesmas, segundo Petri (1957) foi causada pelos movimentos tectônicos que deram origem à grande fossa Marajoara.

Ao Norte (litoral atual do Pará) são conhecidos afloramentos da formação Pirabas desde Marapanim (extremo NW) até o Furo Baunilha Grande na baía de Quatipurú (extremo NE). Entre esses pontos estão localizados os melhores afloramentos da formação Pirabas, quais sejam, cidade de Salinópolis e a ilha de Fortaleza na baía de Pirabas. De acordo com os cálculos de Oliveira & Petri (1952) a formação Pirabas mergulha para o Norte (0,82 m/Km). É possível que sedimentos dessa formação avancem mar a dentro, na plataforma continental.

Para Oeste, o ponto extremo conhecido até à presente data, está localizado no sítio denominado Cassiano, 2 Km W de Nova Timboteua. A grande dificuldade de se limitar a bacia miocênica para Oeste, é devido ao capeamento dos sedimentos mais recentes (série Barreiras e formação Pará) que aumentam de espessura naquela direção. É possível, como ressaltou Petri (1957) que a formação Pirabas tenha sido atingida pelo sistema complexo de falhamento que deu origem à grande fossa do Marajó, causando assim um desnivelamento acentuado a Oeste. Com reservas, Petri correlacionou as camadas que ocorrem no intervalo de 245 m — 740 m da sondagem de Cururú (ilha de Marajó) com a formação Pirabas, baseado numa razoável quantidade de espécies comuns (30 espécies) entre ambas.

A região Leste da formação Pirabas no Estado do Pará, é limitada aparentemente pelo rio Quatipurú. No curso médio

e superior dêsse rio aparecem afloramentos do cristalino (granito e pegmatito) que de acôrdo com Oliveira & Petri (Op. cit.) mergulha para Oeste, sob a formação Pirabas. Aquêles autores acreditam que se de fato existem afloramentos da formação Pirabas mais para Leste além do Estado do Pará, como em Carutapera e Turiassú no litoral do Estado do Maranhão, aquela área compreendida entre o Quatipurú e o rio Gurupí, sugere uma península que penetrava no antigo mar de Pirabas. Essas ocorrências fora do Estado do Pará correlacionadas à formação Pirabas devem ser consideradas como tal, com bastante reserva, pois a comparação das mesmas até hoje só tem sido feita litologicamente e pouco se sabe sôbre a fauna que aquêles calcários encerram. Essa advertência nós a fazemos, em virtude do recente trabalho de Oliveira (1958) no qual conclui ser o calcário ocorrente em Ponta Grossa na ilha de São Luís do Maranhão, de idade cretácica e não como era considerado Mioceno inferior, correlacionado à formação Pirabas. Os autores pretendem ainda no fim dêsse ano de 1958 excursionar aos principais pontos do litoral maranhense onde ocorrem os calcários considerados como pertencentes à formação Pirabas, a fim de comprovar ou não tal assertiva (*).

II — *Temperatura.* De acôrdo com os dados que se têm obtido, baseados na ocorrência de inúmeros grupos de animais marinhos, o antigo mar de Pirabas, seria decididamente um mar de ambientes puramente tropicais. As águas deveriam ser quentes, de pouca profundidade e límpidas. A presença abundante de corais solitários e coloniais, alguns gêneros de foraminíferos, moluscos e alguns outros grupos, indicam perfeitamente as condições de ambientes das águas então existentes. Assim sabemos, que por exemplo os corais para se desenvolverem normalmente, dependem exclusivamente de condições favoráveis mui especiais. A maioria dêles florescem em águas relativamente rasas, tendo sua origem em rochas situadas próximas à costa. Requerem uma profundidade que não vai além de 60 metros, para gêneros característicos de formadores de recifes, e a temperatura exigida oscila entre 25° e 29° C, podendo mesmo alguns viverem em temperatura até 18,5°C (Vaughan &

(*) Realmente um dos autores percorreu a região de Carutapera e não encontrou indícios da Formação Pirabas.

Wells, 1943, em Squires, 1958). *Flabellum*, o mais comum dos corais da formação Pirabas, segundo os citados autores, vive em águas cuja temperatura varia muito desde 5°C até 27°C. Outros dois gêneros também comuns que aí ocorrem são *Dendrophyllia* e *Balanophyllia*. Aquêles vive em temperaturas que variam de 12° a 26°C, e este desde 8° a 27°C. A salinidade da água é de importância no desenvolvimento dos corais, sofrendo aquela às vezes, um abaixamento ocasionado pela maior ou menor quantidade de águas fluviais e pluviais, influenciando dessa maneira numa variação de temperatura.

Segundo Petri (1957), que vem estudando os foraminíferos da formação Pirabas, sugere baseado na ocorrência da maioria de gêneros, que o ambiente de deposição desse antigo mar miocênico, seria o nerítico de águas bastante rasas, límpidas e quentes. Quase todos os gêneros de moluscos que aí viviam eram característicos desse ambiente, principalmente pela presença dos gêneros *Orthaulax*, *Amauropsis*, *Xenophora*, *Turritella*, *Cerithium*, *Cypraea*, *Ficus*, *Siphonalia*, *Trophon* (s. g. *Boreotrophon*), *Xancus*, *Ancilla*, *Polystira*, *Comus*, *Scaphander*, *Arca* (s. g. *Scapharca*), *Macoma* (s. g. *Psammacoma*), *Glycymeris*, *Pteria*, *Ostrea*, *Pecten*, *Plicatula*, *Anomia*, *Cardium*, *Venericardia*, *Antigona*, *Solen*, etc.

Os briozoários conquanto sejam indiferentes a determinadas temperaturas, foram no entanto muito comuns nesse antigo mar, vivendo associados ou não dentro desse ambiente tão propício a todos os outros grupos. Aí viveram os gêneros *Lunulites*, *Cupuladria* e *Steginoporella*, todos de larga distribuição.

Os crustáceos que foram bastante comuns nessa formação, além de indicarem com sua ocorrência as bem definidas condições de ambientes, retratam segundo Beurlen (1958), "que as particularidades zoogeográficas da fauna central-americana e paraense, causadas, principalmente, pela predominância dos *Calappidae* e pela raridade dos *Xanthidae* e famílias aliadas, são devidas principalmente às condições climáticas. A fauna central-americana e paraense é uma fauna de braquiúres, tropical, enquanto as faunas do Mioceno da Patagônia, do Eoceno, Oligoceno e Mioceno do Norte da Europa e da América do Norte — semelhantes entre si pela predominância dos *Xanthidae* e pela raridade ou falta completa dos *Calappidae* — representam faunas de mares mais frios, ou pelo menos, menos quentes".

Os equinóides são geralmente de águas rasas, e comuns nos mares quentes principalmente os gêneros *Cidaris*, *Clypeaster*, talvez o bem distribuído *Echinolampas*, e outros.

Muitos gêneros de peixes elasmobrânquios de Pirabas, são exclusivamente habitantes de mares de águas quentes, como *Carcharhinus*, *Hemipristis*, *Galeocerdo*, *Rhinoptera*, etc. Entre os teleósteos encontramos *Sphyaena*, *Arius*, *Diodon*, *Sphaerodus*, e outros.

A ocorrência de um Sirênio, nesse antigo mar, é de grande importância para a consideração de temperatura, pois esses mamíferos têm seu habitat preferido nos mares tropicais de águas quentes e de pouca movimentação.

III — *Salinidade*. O teor de salinidade que existiu nas águas do antigo mar de Pirabas, pode hoje ser dado aproximadamente, pela presença aí de vários e importantes indícios guardados no calcário que deles restaram e até hoje permanecem. Esses indícios podem ser de caráter litológico, e mui principalmente de caráter paleontológico, fator mais seguro e concludente. Aquêles já têm sido feitas inúmeras referências algures, e aqui é de pouca importância, de maneira que ocuparemos exclusivamente em referências sobre a fauna fóssil aí existente.

Primeiramente o mais importante e seguro de todos os indícios, do teor salino temos presente pela ocorrência abundante de coraias, representados por alguns gêneros encontrados no calcário de Pirabas. Sabemos que para sobreviverem ou terem pelo menos um desenvolvimento normal, exigem condições satisfatoriamente normais. A maioria das espécies vive somente em águas com teor de salinidade média de 33 por mil, bastante límpidas, quentes e pouca movimentação. Da mesma forma, vivendo nessas mesmas condições, estão todos os outros grupos de animais marinhos atestados pela ocorrência de foraminíferos, briozoários, moluscos, equinodermos, peixes, mamíferos, etc. Para os foraminíferos, Petri (1957) cita como espécie indicadora de pouca salinidade principalmente em determinados pontos da formação Pirabas, *Streblus catesoyanus* (d'Orbigny) var. *tepida* (Cushman), além de outros.

De modo geral, em nossa opinião, baseados em dados até o momento obtidos, notadamente pela distribuição das formas animais fósseis dessa formação, a salinidade diminuiria gradativamente com a proximidade das bordas da bacia, isto pela in-

completa homogeneização de águas oriundas do continente, que nesse mar tinham o seu desembocadouro. É possível que em alguns pontos da orla dessa bacia ter-se-iam formado pequenas lagunas ou braços de mar, cuja comunicação com o mar principal seria maior ou menor de acôrdo com a intensidade das marés, acarretando assim, modificações no ambiente ecológico principalmente ocasionadas pela diminuição do teor de salinidade. Dêsse modo a fauna seria mais restrita, sofrendo alterações de adaptação às condições dominantes. As pequenas variações faunísticas observadas por nós e outros, bem como as de caráter litológico, parecem vir plenamente confirmar as suposições anteriormente desenvolvidas.

IV — *Movimento das águas.* O mar miocênico de Pirabas se caracterizou por ter nêlo existido variada movimentação de suas águas, ou mais precisamente certa circulação por período de maior ou menor tranquilidade, e principalmente perceptível em determinados pontos dessa antiga bacia. Embora tivesse sido um mar aberto, com livre comunicação para o oceano, era contudo bastante raso, de ambiente estritamente litorrâneo, nerítico e com o fundo em ligeiro declive. Estava asentado sôbre a larga plataforma continental, e sua profundidade deveria variar de 0 m. a 50 m.. Alguns autores (Maury, 1924; Petri, 1957; Beurlen, 1958), acreditam alçados em dados obtidos, que o extinto mar de Pirabas, deveria ter possuído grande movimentação das águas, testemunhada tal opinião em vista da ocorrência aí, de determinadas espécies de invertebrados, e pela presença de restos fósseis, às vezes bastante fragmentados, semelhando mesmo em algumas amostras de calcário, como se fôra coquina. Esta opinião, entretanto, não pode ser tomada em sentido geral, pois como temos observado, isto nem sempre sucede, e além do mais devemos considerar como anteriormente foi desenvolvido, a topografia, o ambiente ecológico, e condições outras que deveriam existir, implicavam que nesses pontos a movimentação das águas seria pequena, moderada e muitas vezes nenhuma, ou então demorada tranquilidade.

Acreditamos com aquêles autores, que existiriam em determinados locais dêsse mar, principalmente os mais expostos, às vezes forte movimentação constante e sucessiva, que acarretaria naturalmente uma completa fragmentação dos restos dos animais aí jogados. Contudo é de supor, que os restos dêsses animais assim encontrados, não teriam tido assim oportunidade

alguma de sobrevivência ou adaptação, em ambiente tão rígido e desfavorável. Teria ocorrido provavelmente, o caso de que esses animais depois de mortos, os seus despojos seriam transportados mui naturalmente (como hoje se observa em muitos lugares), pela própria circulação comum das águas, e jogados aos pontos onde a movimentação era maior e destruidora. No entanto mesmo nesses locais, nem sempre as águas foram agitadas, pois achamos comumente em perfeito estado, conchas de moluscos (muitas delas delicadas), briozoários, equinodermos, corais, folhas de plantas, crustáceos, etc.. Para esse fato aparentemente estranho, admitimos que devem ter ocorrido, durante a existência do mar de Pirabas, períodos mais longos ou mais curtos, de maior ou menor movimentação das águas.

Temos observado que nos afloramentos da zona litorânea, existiu certa movimentação das águas, contudo normalmente se acham (principalmente em Fazenda e Castelo), bem conservados e intactos, os restos da bela e variada fauna que ali viveu. Dentre todos, salientamos grandes e bonitos exemplares de corais, dos gêneros *Flabellum*, *Dendrophyllia*, etc., em perfeito estado. O mesmo sucede com a grande quantidade de briozários, onde se incluem os gêneros *Lunulites*, *Cupuladria* e notadamente o arboriforme *Steginoporella*, sendo que muitos deles apresentam morfologia bastante delicada. O grupo animal mais visivelmente representado na formação Pirabas, é o dos moluscos, onde surgem em quasi tôda a sua área em maior ou menor abundância, de acôrdo com os ambientes. Aí inúmeros gêneros são representados por conchas de textura extremamente delicada, e que comumente são encontradas intactas e muitas bem conservadas, ainda com o seu material original. Das conchas que nos parecem finas e delicadas, poderemos citar, sem nos alongarmos demasiadamente, alguns gêneros mais representativos como *Solen*, *Glycymeris*, algumas espécies de *Ostrea*, *Pecten*, *Cardita*, *Venericardia*, *Chama*, *Phacoides*, *Cardium*, *Dosinia*, *Pitar*, *Antigona*, *Tellina*, *Macoma* (s. g. *Psammacoma*), *Semele*, *Corbula*, *Arca*, *Conus*, *Drillia*, *Terebra*, *Lyria*, *Mitra*, *Marginella*, *Fusinus*, *Murex Tritonidea*, *Phalium*, *Cypraea*, *Orthaulax*, *Thylacodes*, *Mesalia*, *Turritella*, *Lunatia*, *Calliostoma*, *Diodora* e outros mais. Mais ou menos intactos, têm sido encontrados alguns crustáceos decápodos, salientando-se os gêneros *Calappa*, *Cyclocancer* Beurlen (gênero novo para a formação), *Neptunus Euphylax*, etc. Os equinodermos apresen-

tam-se quase sempre inteiros, em seu material original, e a ornamentação bem conservada, sendo que alguns dêles são de textura bem delicada. Podem citar-se dentro dessa consideração os gêneros *Echinolampas*, *Clipeaster*, *Cidaris*, *Karlsater* Santos (novo gênero para a formação). Segundo a Dra. Maria Eugênia Santos, que vem estudando os equinóides de Pirabas, tendo em vista o bom estado de conservação dos fósseis, acredita que êles indicam que a deposição do antigo mar, foi feita em ambiente mais ou menos tranquilo.

Quanto aos restos fósseis encontrados no calcário que se estende mais para o interior, em direção a estrada de Ferro, localizados principalmente na área de Capanema (poços Guilherme, Saturnino, Bonfim e Caieira), e em Nova Timboteua (antiga estação Experimental e Cassiano), temos tido oportunidade de coletar e estudar uma fauna que muitas vezes se encontra como as anteriores citadas, em bom estado e mesmo intacta. De tudo que temos escrito e comentado, não resta dúvida, tal como já fizemos observar, o antigo mar de Pirabas apresentou fases de maior ou menor movimentação das águas, em determinados períodos, mas obedecendo contudo ao meio topográfico marinho, às constantes marés, e às condições ecológicas então existentes, e principalmente a um fator de importância, às variações mesológicas que de uma ou de outra forma influiriam decididamente para mais estimular essas constantes alterações.

V — *Associações biológicas.* É ainda relativamente cedo procurarmos tirar conclusões definitivas acêrca das comunidades ou associações biológicas, e de seus respectivos ambientes ecológicos, do então existente mar de Pirabas. Todavia, de acôrdo com os inúmeros dados que nós e outros autores, vêm obtendo pelo estudo da numerosa fauna fóssil jazendo nessa formação, já é possível pelo menos traçar ligeiras noções sôbre a sua paleoecologia. Dêsse modo, podemos já vislumbrar os vários meios ambientes que ali teriam ocorrido.

A julgar pela fauna fóssil aí existente, associada ou não, é possível estabelecer que deveriam ter ocorrido então determinadas condições ecológicas, que proporcionariam ambiente propício ao desenvolvimento dêsses animais marinhos. Desde há muito temos observado que os afloramentos do litoral atual refletem, provavelmente, certas condições que pareceriam constituir, no passado um quadro ecológico bastante peculiar. Em nosso primeiro trabalho (1957), deixamos bem expresso essa

nossa consideração, e no momento, de acôrdo com novos dados e estudos mais detidos, achamos bastante plausível essa opinião. Encontram-se no litoral camadas calcárias irregulares que variam de ponto para ponto, não distantes um do outro, dando-nos a impressão de pequenos bancos ou "pacotes", que nos sugerem a formação de pequenos recifes, ou melhor "bioherms" que se formaram durante a transgressão e regressão do antigo mar.

Desde já consideraremos que êsses pequenos bioherms, não seriam em sentido biológico e ecológico verdadeiras formações de recifes coralinos, com as condições necessariamente requeridas, mas apenas associações biológicas com um meio ambiente ideal à proliferação de variada fauna, que suportaria com facilidade condições menos inclementes. Em tais circunstâncias, teriam existência plenamente satisfatória várias ordens de animais marinhos, como foraminíferos, espongiários, corais, briozários, vermes, moluscos, equinodermos, crustáceos, alguns peixes, etc..

Por outro lado, devemos considerar ainda a ocorrência de uma fauna não vivendo em associações, mas de certa importância pois constituía um grupo ecológico bastante distinto, e onde se encontravam algumas formas animais, mais ou menos adaptadas a uma existência pelágica. No antigo mar de Pirabas encontraríamos êsse característico ambiente ecológico, que se constituiria provávelmente de inúmeros grupos animais, muitos dêles desaparecidos para sempre, sem deixarem qualquer vestígio fossilizado. A zona pelágica englobava boa parte da antiga bacia, onde existisse certa circulação das águas, sofrendo o contínuo vai e vêm das marés, em direção ao mar alto. Nessas condições incluíam-se animais estritamente *plantônicos* e *nectônicos*. Também ocorreria o ciclo vital de outros grupos animais nêsse ambiente, podendo-se citar as larvas, ovos e formas jovens provenientes dos animais *bentônicos*, bem como estágios medusóides de alguns celenterados. Entre os animais *planctônicos* fósseis encontrados em Pirabas, incluem-se formas microscópicas representadas por alguns gêneros comuns de foraminíferos entre os quais as espécies características *Globigerina bulloides* d'Orbigny, e *Globigerinoides triloba* (Reuss). Acham-se também no calcário dessa formação grande número de ostracodos, que estão ainda sendo devidamente estudados. Estes pequeninos crustáceos marinhos, são de muita importância pois

fornecem dados bastante seguros sôbre condições ambientes, e meio ecológico então existente.

A fauna fóssil de Pirabas considerada como neotônica, seria bem mais numerosa que a anterior, pois aí encontramos animais tanto invertebrados como vertebrados, que teriam assim seu meio ecológico preferido, embora muitos dêles invadissem zona alheia, podendo chegar até o fundo, como nadar ao sabor das águas na superfície do mar. Caracterizando êsse ambiente, acham-se em grande número várias espécies de foraminíferos dos gêneros *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Dentalina*, *Lagena*, *Oolina*, *Elphidium*, *Archaias*, *Amphistegina*, etc. Entre os moluscos bentônicos, ocorre um pequeno cefalópodo do gênero *Aturia*, de vida naturalmente muita ativa. Esta forma foi encontrada no calcário da Colônia Pedro Teixeira, próximo de Capanema.

Muitos peixes que ocorriam nêsse antigo mar, evidenciam perfeitamente a condição de mar raso e francamente comunicável com o oceano. Viviam alguns dêles em constantes movimentos, sendo representados por alguns elasmobrânquios dos gêneros *Hemipristis*, *Glaeocerdo*, *Sphyrna*, *Carcharhinus*, e alguns teleosteos. São todos animais de condição neotônica. O mesmo pode ser referido a alguns representantes de quelônios marinhos, cujos cascos fossilizados, têm sido coletados, mostrando a sua existência nas águas dessa antiga bacia.

Estão em estudos pelo prof. Carlos de Paula Couto, do Museu Nacional, certa quantidade de ossos de um mamífero, que foram identificados como pertencendo a ordem Sirenia. Este peixe foi depois de detalhadamente estudado, fornecendo-nos á seguros dados de caráter estratigráfico, e das condições ambientes.

A formação de bioherms ou associações de determinada fauna, são muito características na formação Pirabas, e a maioria se situa nos afloramentos calcários que se estendem no atual litoral do Pará, principalmente nas localidades que temos observado, isto é, ilha Campo do Sal; Fazenda, Castelo, na ilha Fortaleza; e Salinópolis.

Na localidade Fazenda, temos encontrado uma associação faunística peculiar, e formas animais bastante desenvolvidas, embora muitas espécies que aí viviam, sejam também comum em outros locais onde outrora existiu êsse antigo mar. Os bioherms que ocorrem nêsse local, são caracterizados principalmente pela presença em grande número, de formas de espongiários, de corais solitários dos gêneros *Flabellum*, *Balanophyllia*

e talvez componentes da família *Caryophylliidae*, e outros mais ainda não estudados; entre os corais coloniais sobressai o arborescente *Dendrophyllia*. A ocorrência de esponjas marinhas já tem sido por nós assinalada, e será em breve objeto de nossas atenções, pela importância que refletem nessas associações.

Os foraminíferos aí estão presentes, ocorrendo formas planctônicas e bentônicas, ou não. Predominam os gêneros *Pyrgo* (com uma espécie muito comum na formação), *Fissurina*, *Nonionella*, *Elphidium* (ambos bem distribuídos), *Angulogertina*, *Streblus*, *Amphistegina* (bastante distribuído), e uma espécie de gênero *Cibicides*, igualmente distribuída.

Os briozoários aparecem em colônias numerosas, associados, e são comuns em toda a formação. Estão representados pelo menos por três gêneros de grande distribuição geológica e geográfica, *Lunulites*, briozoários vivendo em colônias, em forma de zimbório; *Cupuladria*, colônias taciformes, menor que os anteriores, e geologicamente considerado fóssil índice; e por último o gênero *Steginoporella*, muito comum na formação, vivendo em colônias arborescentes.

Juntamente com os grupos anteriores, os moluscos constituíram quasi que a fauna dominante que vivia sob águas do antigo mar de Pirabas. Muitas espécies foram abundantemente comuns, podendo algumas delas viver em seu ambiente como fora dêle, isoladas. Eles aparecem mui representativamente nas associações da localidade Fazenda. O gênero mais importante e característico, é o pouco comum e fóssil índice da idade da formação, *Orthaulax*. Os representantes dêsse gênero extinto, tinham preferência para viver em recifes coralinos, ou outras associações semelhantes. Até o momento quatro exemplares foram coletados, sendo que, como algures já foi comentado, um dêesses exemplares parece-nos uma nova forma para a formação. Um dos gêneros de gastrópodo mais comum aí, como em tôda a área da antiga bacia, foi *Cypraea* com duas espécies bastante características. Vários outros gastrópodos ocorrem em grande número, entre os quais *Xenophora*, *Fusinus*, *Thylacodes*, *Marginella*, *Oliva*, *Olivella*, *Murex*, *Terebra*, *Drillia*, *Conus*, *Strombus*, *Xancus*, *Crucibulum*, e o raríssimo *Umbra-culum*. Entre os pelecípodos mais característicos e representativos, encontram-se os gêneros *Arca* (s. g. *Scapharca*), *Glycymeris*, *Cardium*, os curiosos gêneros *Echinochama*, de grande

valor estratigráfico, pois apareceu no Mioceno inferior, *Chama*, numerosa e várias espécies de *Pecten*, *Amusium*, *Lucina*, *Divaricella*, *Venericardia*, *Phacoides*, *Dosinia*, *Pitar*, *Antigona*, *Chione*, *Metis*, *Semele*, *Solen*, *Corbula*, etc. Também aí tem sua ocorrência, o interessante escafópodo do gênero *Dentalium*, mais ou menos distribuído na formação.

Os moluscos são fortes índices de valor estratigráfico e ecológico entre todos os outros grupos, dentro da formação Pirabas. Por esse motivo propusemo-nos a efetuar uma revisão detalhada e o mais possível completa de todos os representantes desse grupo, e estudos mais acurados nos mostraram a fazer inúmeras considerações, que no momento publicamos, porém muitas já anteriormente retratadas.

De acordo com os resultados de trabalhos feitos pela dra. Maria Eugênia Santos, que vem estudando atenciosamente os equinodermos dessa formação, já é possível conhecer-se algumas espécies que habitavam nesse mar miocênico. Eles foram particularmente bem distribuídos na área de Pirabas. Em Fazenda ocorriam os gêneros *Cidaris*, *Echinolampas*, *Clypeaster*, etc.. Os seus espinhos desgarrados são igualmente muito abundantes em todos os pontos da formação. Alguns gêneros desses equinóides, foram muito mais comuns no local Castelo, e outros na área de Capanema, ou proximidades da borda da antiga bacia.

Aparecem também nessa associação alguns gêneros de crustáceos decápodos bastante característicos desse ambiente. São eles *Acanthocarpus*, *Calappa*, *Randallia*, *Cyclocancer*, *Scylla* e *Calinectes*. Em geral englobam formas pequenas, exceto talvez *Scylla* que é de porte bem mais avantajado.

Nesse ambiente tão propício viviam peixes, sendo muitos apenas como lugar de refúgio ou mais propriamente a procura de alimentos. Com tal característica encontrava-se o gênero *Sphyræna*, *Milyobatideos* do gênero *Rhinoptera*; *Galeocerdo*, *Hemipristis*, *Carcharhinus*, *Diodon*, etc.

Para não tornarmos demasiadamente alongada essas nossas considerações, procuraremos traçar rapidamente algumas observações, sobre outra grande associação representada na localidade Castelo, situada na mesma ilha Fortaleza, uns 3,5 Km para o norte do local Fazenda. Aí onde se encontra o maior afloramento da formação Pirabas, pode-se ver em maior extensão, os mesmos característicos domos, ou bancos irregulares,

apresentando contudo, um bioherm um pouco diferente, no que diz respeito principalmente à ocorrência ou ausência de determinadas espécies, ou grupos maiores. Muitas foram comuns em Fazenda, aqui no entanto o são em menor número, ou raramente aparecem. Outras somente apareceram aqui. As condições ecológicas aliadas a outras presentes ou não, favoreceriam naturalmente adaptação de uma fauna e apresentando certa exigência que não encontrava em outros pontos.

Apesar do que temos observado e acima o expusemos, aí apareceram ou proliferaram, de qualquer maneira, a maioria dos animais que viviam na associação da Fazenda. Encontramos contudo foraminíferos bastante característicos e muitos aí restritos, principalmente os gêneros *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Oolina*, *Elphidium*, *Archaias*, *Discopulvinulina*, *Eponides*, *Amphistegina*, *Cibicides*, etc. A maioria desses gêneros não foram encontrados ocorrendo na Fazenda.

Como na anterior, os espongiários, corais e briozoários, constituem também uma das características principais da formação de bioherms. As esponjas foram por nós aí assinaladas, vivendo juntamente com os corais. Estes são muito abundantes e estão representados pelos mesmos gêneros que se acham na Fazenda, principalmente *Flabellum*, e *Dendrophyllia*. O mesmo sucede com os briozoários, que aparecem abundantemente como em toda a formação.

Os moluscos aparecem em grande número, e bem representados por alguns gêneros característicos, outros contudo fartamente distribuídos por toda a área do antigo mar. Certos gêneros que aí ocorrem, definem muito bem as condições ambientais então existentes. Citaremos entre os gastrópodos os seguintes gêneros: *Cypraea* de ocorrência pouco abundante, bem como *Ancilla*, *Calliostoma*, *Diodora*, *Marginella*, *Murex*, *Pitar*, e sendo que aparecem mais comumente *Conus*, *Terebra*, *Xancus*, *Xenophora*, *Architectonica*, *Natica*, *Petalonchus*, *Amauropsis*, *Drillia*, *Lyria*, *Turritella*, etc. Sobressaem entre os pelecípodos, os gêneros *Antigona*, *Arca*, *Cardita*, *Cardium*, *Chione*, *Chama*, *Dosinia*, *Glycymeris*, *Ostrea*, *Pecten*, *Pitar*, *Solen*, *Clementia*, *Venericardia*, *Corbula*, e a interessante concha do gênero *Pteria*, que não foi encontrada em Fazenda, mas de ocorrência comum em Salinópolis, e ainda o pouco comum *Spondylus*. Alguns gêneros citados, parecem abundar em menor número aqui, que no local Fazenda. Nesta provavelmente o ambiente seria mais

propício ao desenvolvimento de espécies pertencentes a determinados gêneros. Contudo parece não haver variações quanto ao desenvolvimento dos indivíduos, em espécies pouco comuns nos afloramentos de Castelo.

A associação animal que outrora aqui vivia, caracterizava-se por oferecer condições ecológicas demasiadamente satisfatórias, ao desenvolvimento muito abundante, de algumas espécies de equinodermos. Realmente neste bioherm encontra-se grande quantidade, às vezes mesmo acumulados, das carapaças e espinhos desses animais. Quase sempre se acham em perfeito estado de conservação, exceto alguns que se apresentam fraturados ou ligeiramente fragmentados. São bastante abundantes espécies do gênero *Clipeaster*, característicos por apresentarem forma quasi pentagonal achatada; muito comuníssimos também são formas de *Cidaris*, *Echinolampas*, etc.

Menos abundantes que o grupo anterior, são os crustáceos decápodos que aí se encontram. No entanto fazemos notar, que em geral a fauna desta localidade ainda não foi devidamente estudada, e por esse motivo as notas que ora elaboramos, podem brevemente sofrer algumas modificações, pelo menos em algumas citações. Bastante material proveniente daí, está distribuído, e em vias de estudo.

Deixando as associações faunísticas encontradas nos afloramentos calcários da ilha Fortaleza, rumando para oeste alguns quilômetros mais, ainda no litoral, vamos encontrar outro grande afloramento situado na cidade de Salinópolis, e onde se pode facilmente perceber um outro notável bioherm, com a mesma fauna característica, porém um tanto mais diferenciada e distinta que as anteriores referidas, e as de qualquer outra localidade da formação.

Esses afloramentos litologicamente se assemelham aos que se encontram na ilha Fortaleza, e a ocorrência de fósseis é extremamente abundante. Temos coletado muito material dessa localidade, faltando ainda bastante para ser devidamente estudado. Contudo já é possível determinar as condições de ambiente que então existiam, baseados na fauna estudada e que aí deixaram para sempre os seus indícios. Petri para os estudos sobre foraminíferos, coletou certo material desses afloramentos.

Concluimos que o ambiente para a formação de um bioherm, seria propício ao desenvolvimento de uma fauna idêntica, que vivia em quasi todo o antigo mar, mas onde dominavam ou es-

casceavam determinados gêneros, contrastando com os anteriores. De modo geral os grupos dominantes seriam corais, foraminíferos, moluscos, briozoários, etc.. Entre os foraminíferos estudados por Petri (1957), predominavam nêsse fácies, os gêneros *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Pyrgo*, *Lagena*, *Fissurina*, *Parafissurina*, *Polymorphina*, *Pseudopolimorfina*, *Globulina*, *Elphidium*, *Archaias*, *Discopulvinulina*, *Discorbis*, *Buliminella*, *Spirillina*, *Conorbella*, *Neoconorbina*, *Eponides*, *Streblus*, *Amphistegina*, *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Cibicidina* e *Cibicides*. São também de ocorrência bastante comum certos corpúsculos orbitóides (alguns possuem cêrca de uma polegada), que ainda se encontram em posição sistemática incerta.

De certo modo a fauna coralina ainda constitui uma das características dessa comunidade, juntamente com os moluscos. Eles ocorrem na mesma quantidade que nas associações anteriores, representados pelos comuns gêneros *Flabellum*, *Dendrophyllia*, *Balanophyllia*, talvez componentes da família *Caryophylliidae*, e outros.

Os briozoários existem associados, e em grande quantidade representados pelos gêneros tão comuns em toda a formação, *Lunulites*, *Cupuladria*, e *Steginoporella*.

Extremamente abundantes e de feição bastante característica é a ocorrência dos moluscos, dominando principalmente alguns gêneros, onde em outras localidades faltam ou escasseiam. De algum material que temos estudado, podemos dar o seguinte resultado: encontramos aí a ocorrência do escafópodo *Dentalium paulini* Maury, fragmentado, mas relativamente bem conservado; entre os gastrópodos temos encontrado os gêneros *Cerithium*, *Strombus*, *Turritella*, *Conus*, *Architectonica*, etc. Pelo que temos observado, os pelecípodos nos parecem ser mais abundantes que aquêles, ocorrendo os gêneros *Arca*, *Cardium*, *Chione*, *Venericardia*, *Glycymeris*, *Plicatula*, *Pitar*, *Metis*, *Dosinia*, *Antigona*, *Callocardia*, *Corbula*, *Pecten*, e um inteiramente dominante sôbre todos os outros, *Pteria*, com variações individuais, e que também ocorre em Castelo e na zona de Capanema.

Do pouco material estudado proveniente dêsses afloramentos, Beurlen (1958), determinou um gênero de crustáceo decápodo, *Calappa* também comum nas associações da ilha Fortaleza. Esse gênero deveria exigir condições ecológicas bastan-

te satisfatórias, que são provavelmente nestes locais se encontravam.

Estão sendo ainda estudados os numerosos restos fósseis de equinóides, daí provenientes, provavelmente muitos se identificarão aos já conhecidos.

Enfim numerosos dentes de elasmobrânquios e teleósteos foram coletados, salientando-se os característicos dentes de araias da família *Milyobatidae*, e os gêneros *Hemipristis*, *Galeocerdo*, etc.

Quando mais numeroso material fossilífero dos afloramentos de Salinópolis for estudado, poderemos então traçar detalhadamente a fauna interessante que viveu nessa associação durante a existência do mar miocênico de Pirabas. No entanto do pouco que já conhecemos, podemos concluir que as condições de ambiente eram as mesmas que nas encontradas anteriormente, salientando-se porém, que a fauna se constituía aí de elementos às vezes um tanto diferenciados ou distintos, naturalmente pelas condições de adaptação de certas formas. Acharmos que a associação desta localidade, por seu cunho característico, se aproximava muito em determinados pontos à associação do Castelo, afastando-se noutros da associação Fazenda. Todas porém possuíam elementos faunísticos que lhes eram comuns.

Nesses rápidos comentários tentamos apenas traçar algumas notas sobre o meio ecológico e suas respectivas associações faunísticas, que deveriam ter ocorrido durante o Mioceno inferior, e existiram nesse antigo mar. Apenas as principais e que se situavam na antiga zona que se abria para o oceano, e hoje constitui o litoral do Pará ao sul do rio Amazonas.

Procuraremos agora tecer ligeiras considerações sobre o meio ambiente e certas associações faunísticas, que teriam ocorrido na área compreendida, hoje em dia, entre o litoral e a estrada de Ferro de Bragança, onde provavelmente se localizariam as bordas da antiga bacia de Pirabas. Aí encontraríamos mais ou menos como no litoral, talvez não mais bioherms, mas determinados biótopos favoráveis e relativamente definidos, e onde se encontraria uma fauna muitas vezes bastante desenvolvida e variada. Contudo existiriam fases de variações de condições, que naturalmente se refletiriam nos animais que aí viviam. Falando sobre o ambiente que existiria nessa zona, Petri (1957) acentua que "os sedimentos desse grupo seria marinho mas de águas bem mais rasas que o ambiente do fácies Castelo, profundidade talvez em torno de 10 m e salinidade um tanto abaixo da

normal." Para tanto aquêlê autor se baseia, pela ocorrência aí, de determinados gêneros de foraminíferos, que são bem característicos de um ambiente assim. Por outro lado, de acôrdo com os resultados de estudos da fauna restante, feitos por nós e outros autores, concluimos que aquela se distribui mais ou menos metódica e gradativamente, talvez em tôda a área da formação Pirabas. Com algumas variações específicas e individuais, a fauna é a mesma da que ocorre no litoral.

Ecologicamente apreciaremos aquí, os mais importantes biótopos ou associações animais marinhos que se distribuíam nessa zona. Muito ponderadamente poderíamos considerar em tôda essa extensa área, uma zona eulitoral, onde se distinguiria a porção intertidal, nitidamente delimitada pela maré alta e maré baixa, constituída provàvelmente por determinados pontos que litologicamente consideraríamos praias. Nêsse ambiente praiano, a vida animal é escassa, sendo características aí, umas poucas espécies. Tal quadro ecológico, encontra-lo-emos na linha que hoje em dia fica compreendida pela estrada de Ferro e rodovia, determinado pelos lugares Cassiano, em Nova Timboteua, e ainda a antiga estação Experimental; lugar Cadeira (Canecos), estação de Tauari, e tôda a Colônia Pedro Teixeira em Capanema, e ainda poderíamos incluir o pequeno afforamento de Japerica, no litoral, e que segundo Petri seria dado como borda da antiga baía.

O calcário que ocorre no lugar Cassiano, tipicamente de borda de mar, encerra pequeno número de animais, alguns característicos dêsse ambiente. Encontram-se aí indivíduos isolados de corais do género *Flabellum*, com indivíduos pequenos ou jovens. De ocorrência mais comum foram os briozoários do género *Steginoporella*.

Os moluscos aparecem escassamente, mas são habitantes de zonas praianas, batidas pelas marés, ou de águas muí rasas. Sobressaem os gêneros *Diodora*, *Calliostoma*, *Xenophora*, *Terebra*, *Tellina*, *Pitar*, *Dosinia*, *Antigona*, *Psammisolen*, e ainda *Arca*, *Cardium*, e *Venericardia*.

A presença em grande número de espinhos de equinóides, denotam que as águas aí deveriam possuir certa movimentação, pois devem ter sido transportados, já que a carapaça dêsses animais não foi registrada. Constatamos também nêsse local, restos de crustáceos braquiuros.

Devemos salientar que as condições de ambiente aquí, como nos que adiante referiremos, pelo menos em alguns pontos,

não eram decididamente favoráveis ao desenvolvimento de uma fauna mais numerosa e mais definida. Provavelmente algumas destas formas citadas, aí não tiveram seu desfecho vital, isto é, aí não viveram e não morreram, mas acreditamos que devem ter sido transportados os seus restos, depois de mortos em seu habitat natural, pela constante e sucessivas fases de circulação das águas em determinados pontos.

Numa extensa área situada desde a antiga estação Experimental, em Nova Timboteua, em direção à cidade de Capanema, nas suas proximidades dentro da Colônia Pedro Teixeira e no lugar Caieira, foram abertos vários e grandes poços, onde temos tido oportunidade de constatar indícios de ocorrência de diversos biótopos, mais ou menos diferenciados. Para diversos pontos desta zona, notadamente no local Caieira, observa-se que há uma nítida estratificação do calcário (ver Bol. M. P. E. G. n. s. Geol. n.º 2, foto 3, 1957), o que evidencia uma deposição sucessiva de sedimentos, marcadas por intervalos diversos, motivados talvez por discontinuidade das condições climáticas que influenciariam a ação puramente inorgânica ou bioquímica na deposição do carbonato de cálcio. Esses intervalos contudo, não deveriam ter sido muito elásticos, ao ponto de se pretender desconectar uma deposição da outra, conforme já opinamos em nosso primeiro trabalho.

Entre o que é hoje o litoral, e o que foi provavelmente a borda da antiga bacia, supomos que se interporiam áreas ou zonas faunísticas, que denominaríamos de mesolitoral, e onde ocorreriam intergradações de ambientes, embora não definidos, mas formas animais, provenientes de biótopos distintos, tanto da zona de mar aberto, como os de fraca densidade do litoral do antigo mar. Como foi acentuado, a maioria de animais marinhos, pode perfeitamente viver em ambientes alheios, distantes do seu habitat de condições normais. Muitos contudo, são forçosamente deslocados de seu meio, pela maior ou menor circulação das águas.

A área que se localizaria como as bordas desse mar, poderia ainda compreender algumas formações semelhante mangues, ou pequenas lagunas formadas pelas marés, e onde se encontraria uma fauna tipicamente desse ambiente. Essa nossa suposição está reforçada por numerosos indícios não só litológicos como principalmente paleontológicos. Aí certamente encontramos foraminíferos caracterizando muito bem esse meio ecológico, pela espécie típica *Streblus catesbianus* (d'Orbigny),

var. *tepida* (Cushman), e ainda os gêneros *Elphidium*, *Lagena*, *Fissurina*, *Oolina*, *Nonion*, *Nonionella*, *Boliviana*, *Angulogerina*, *Discorbis*, *Conorbella*, *Siphonina*, *Amphistegina*, *Cassidulina*, *Globigerina*, *Planulina*, *Cibicidina*, *Cibicides*.

A presença de corais é muito rara, e quando aparecem são forinas bem diminutas, salientando-se principalmente indivíduos do gênero *Flabellum*. Decididamente as condições de ambiente aqui, não favoreceriam de maneira alguma o seu desenvolvimento. No entanto quanto aos briozoários, são de ocorrência bastante comum representados notadamente pelo gênero *Steginoporella*, seguidos pelo *Lunulites* e *Cupuladria*.

Os moluscos são igualmente de ocorrência bastante comum, encontrando-se as mesmas formas que aparecem nas associações do litoral. Muitas destas formas chamaram a atenção de Maury, Petri e outros, pela comum ocorrência de indivíduos de tamanho mui pequeno, e também pela quantidade de conchas quebradas. Eles acharam que as condições aí não eram favoráveis ao desenvolvimento de uma fauna, e a consideraram por isso anã. Efetivamente as condições de ambiente não eram idênticas às encontradas nos afloramentos do litoral, contudo essas condições variariam muito, ocasionadas por inúmeros fatores, que influiriam nos animais que a êle se adaptavam. Apesar disso os autores conseguiram coletar grande material proveniente dessas localidades, e onde se encontram formas desenvolvidas e grandes. Nota-se mais acentuadamente variações individuais. Os fatores que influem nessas modificações, já foram anteriormente tratados e amplamente explicados.

Assim, nessa zona ocorriam moluscos dos gêneros *Crucibulum*, *Turritella*, *Alectrion*, *Conus*, *Calyptraea*, *Architectonica*, *Cypraea*, *Marginella*, *Diodora*, *Ficus*, *Polystira*, *Murex*, *Fusinus*, *Lunatia*, *Xancus*, *Calliostoma*, *Terebra*, *Cassis*, *Surcula* e *Drillia* entre os gastrópodos mais representativos, e para os pelecipodos teremos *Corbula*, *Echinochama*, *Chama*, *Solen*, *Venericardia*, *Chione*, *Callocardia*, *Pecten*, *Metis*, *Dosinia*, *Arca*, *Macoma*, *Cardium*, *Tagelus*, *Glycymeris*, *Pitar*, *Tellina*, *Plicatula*, *Pteria*, *Antigona*, etc. Algumas conchas desses moluscos conservam ainda em perfeito estado o seu material original. Ocorre também em grande número aí, o escafópodo do gênero *Dentalium*.

Por outro lado têm aí seu grande desenvolvimento os crustáceos braquíuros, ocorrendo abundantemente, num calcário, e

a julgar pelo habitat predileto de algumas formas fossilizadas, indicariam perfeitamente um ambiente de condições de mangue. São bem característicos os gêneros *Hepatella*, *Acanthocarpus*, *Parthenope*, *Scylla*, *Neptunus*, *Callinectes*, *Euphyllax*, e *Sesarma*. Contudo algumas espécies desses gêneros poderiam viver em outros ambientes, seja de associação, águas mais fundas ou movimento, como existiria em Fazenda e Castelo.

Extremamente comuns são os espinhos de várias espécies de equinóides. É bem exequível que eles tivessem sido transportados para esses locais, por determinados movimentos marinhos, durante fases variadas. Contudo ocorre mais ou menos comumente, certas formas de tamanho variado, pertencentes ao interessante e gracioso gênero *Cidaris*.

Os peixes aparecem mais ou menos abundantemente, principalmente elasmobrânquios que podiam ser pelágicos, como viver em águas próximas às bordas de mar. Eles foram representados pelos gêneros *Ginglymostoma*, *Hemipristis*, *Carcharhinus*, *Scoliodon*, e o *Milyobatídeo* do gênero *Rhinoptera*. Os teleosteos compreendiam pelo menos os gêneros *Sphyrena* e *Sphaerodus*.

A zona praiana, ou intertidal que sofria os constantes fluxos e refluxos das marés, na área que temos em foco, apresentava vida escassa e diminuta. Muito dos restos de animais aí encontrados, provavelmente foram jogados às praias pelo movimento das marés, e talvez já depois de mortos, o que alguns desses fósseis parecem indicar. Foram encontrados nessa zona restos de foraminíferos, alguns corais danificados, briozoários, certos moluscos dos gêneros *Anomia*, *Mytilus*, *Teredo*, sendo este mais de ambiente de mangue, *Tellina*, *Chione*, *Tagelus*, *Corbula*, *Plicatula*, *Phacoides*, *Macoma*, *Cardita*, etc., entre os pelecípodos, e os gêneros *Conus*, *Calliostoma*, *Turritella*, *Fusinus*, *Cerithium*, *Fasciolaria* e alguns outros para os gastrópodos.

Acham-se aí também espinhos fragmentados de equinóides, ainda não determinados.

A área que se estende, ou se estenderia da orla marítima, em direção ao mar aberto ou pelágico, denominamos de mesolitoral e as condições de ambientes se intergradariam de acôrdo com as adaptações da fauna. De qualquer forma esta era rica variada e quasi que com as mesmas espécies que ocorreriam nas associações comunais, e em outros pequenos biótopos já citados detalhadamente nestas considerações. Vários e abundantes gê-

neros de foraminíferos, corais esparsos do gênero *Flabellum*; briozoários comuns, idênticos aos já citados; a mesma rica e grande quantidade de moluscos dos mesmos gêneros, igualmente já referidos. Os crustáceos são também comuns, representados pelos mesmos que ocorrem em outros locais, salientando-se, entretanto, a ocorrência nessa zona, de um cirrípede do gênero *Balanus*, com uma espécie bastante característica. Esses animais são de vida sésil, e por conseguinte parecem indicar que eles são encontrados onde viveram. Por outro lado esse grupo animal tem preferência por lugares de águas rasas e proximidades de costas.

Os equinodermos foram comuns, representados por alguns gêneros notadamente de *Cidaris* e *Echinolampas*. De certo modo podemos dizer o mesmo quanto aos peixes. Em geral ocorrem os mesmos gêneros já anteriormente referidos. Dêsse modo não nos estenderemos mais em considerações, pois acreditamos ter realizado uma tentativa para melhor sistematizar os conhecimentos que ultimamente temos obtido, sobre o meio ecológico, as condições, o aspeto e a vida que existiu na bacia miocênica de Pirabas.

Várias outras considerações sobre a peleoecologia, distribuição geográfica, sincronismo, correlação das faunas fósseis, sua origem e semelhança, já têm sido por nós e outros autores abordados em trabalhos anteriores de maneira que, aqui, nos abstivemos no momento de invocar tais assuntos. Oportunamente, conforme forem sendo feitos os estudos em conjunto, novas luzes serão lançadas para o completo conhecimento da formação Pirabas.

VI — *Moluscos índices e característicos do Mioceno.* Murray estudando a numerosa fauna de moluscos da formação Pirabas, encontrou algumas formas caraterísticas que tiveram seu aparecimento, ou se acham restritas no Mioceno inferior. Esta autora considerou principalmente como fóssil índice para determinar a idade estratigráfica daqueles sedimentos, o gênero *Orthaulax* que aí ocorria. Este gênero é um bom fóssil índice quando aparece, pois se acha limitado desde o Oligoceno médio até à base do Mioceno inferior. A posição estratigráfica da formação ficava pois aí, assegurada dentro dêsse limite, no caso de ser considerada como mais nova. Quanto ao fato de ser mais antiga, teria por sua vez, fortes restrições pela ocorrência comum de determinados gêneros e espécies que tiveram sua

origem estritamente durante o Mioceno inferior. Por outro lado, outras formas tiveram seu máximo desenvolvimento a partir desse período, até aos dias atuais. Assim, para melhor esclarecer, é mais ainda reforçar a inicial convicção de Maury, nossa e de vários outros autores, acerca da idade da formação Pirabas como Mioceno inferior, já claramente estabelecida, referiremos em ligeiras notas, gêneros de moluscos estritamente característicos desse período e dessa formação.

Entre os gastrópodos e pelecípodos salientam-se os seguintes gêneros: (1) *Crucibulum* teve seu aparecimento durante o Mioceno inferior; (2) *Fasciolaria* originou-se também durante o Mioceno inferior; (3) A grande abundância do gênero *Conus* na formação, presta-se igualmente à esta consideração, pois êle só se tornou comum do Neoceno em diante; (4) *Cancellaria* também como o anterior, só alcançou seu máximo desenvolvimento a partir do Mioceno inferior; (5) *Polystira* aparentemente teve como os outros, seu maior desenvolvimento durante o Mioceno inferior; (6) A presença abundante de espécies de *Xancus* durante esse período e também na formação, indica daí em diante o seu maior desenvolvimento; (7) *Alectrion* (*Nassa*) apareceu no Eoceno, mas tornou-se abundante no Terciário posterior; (8) *Lucina* e *Phacoides* foram característicos do Mioceno inferior, onde foram abundantes; (9) *Macoma* (s. g. *Psammacoma*) provavelmente surgiu durante o Mioceno, sendo porém mais característico deste; (11) De comum ocorrência é o gênero *Venus*, que deve ter aparecido no Mioceno inferior; (12) *Chione* (s. g. *Chione*) gênero estritamente americano, apareceu primeiramente no Mioceno inferior; (13) *Chione* (s. g. *Lirophora*) também evidencia um horizonte que não é mais antigo do que o Mioceno inferior, para Pirabas; (14) A característica espécie *Pitar* (*Lamelliconcha*) *circinata* (Born), teve também seu aparecimento no Mioceno inferior; (15) Igualmente a espécie *Clementia* (*Clementia*) *dariena* (Conrad), apareceu durante o Mioceno inferior; (16) Seguem-se na mesma consideração os gêneros *Echinochama*, *Trachicardium* e *Arca* (s. g. *Scapharca*).

ABSTRACT

This paper is part of a series of studies of the present authors on the Mollusca of the Pirabas formation (Lower Miocene), in the State of Pará, Brazil.

New observations, based on field notes and on the study of new fossil material, recently collected, gave us a better knowledge of the formation, regarding its age, correlation and affinities with other formations of the same age within the Caribbean province, in the Northern hemisphere, as well as about the dominant ecological conditions of the region at the time of its deposition. The conclusions now achieved reinforce the opinion of several authors, including our own first opinion, on the matter.

Small faunal and lithological variations are observed within the Pirabas formation, from one point to the other, inside a small geographical area. This peculiarity was already observed by Maury (1924) who concluded that these variations could be the result of a difference of age or of facies, at least, between the limestone occurrences of the interior of the state of Pará (as shown in the railroad of Bragança), and the outcrops observed in the present littoral of the same state.

On the basis of the study of the fauna of Foraminifera of the Pirabas formation, Petri (1957) concluded that the micropaleontological evidences are more in accord with a difference of facies instead of age between the limestone occurrences under consideration. The present authors (1957, pp. 19-20), after preliminary observations on the faunal associations (especially regarding the Mollusca) present in both the limestone outcrops, arrived to the same conclusion. The partial list of species common to both the occurrences under consideration, which is given here, shows clearly that there is a great faunal identity between them, and so that there is no reason to separate them stratigraphically.

The new species here described, *Mytilus vidali*, *Modiolus domingosi*, *Atrina pirabensis* and *Divaricella castelensis*, nearly allied to *Mytilus edulis* Linnaeus, *Modiolus ducatelli* Conrad, *Atrina argentata* Conrad and *Divaricella quadrisulcata* (d'Orbigny), respectively, besides the other species here identified, some of them, as *Corbula* (*Corbula*) *vieta*, *Amusium* (*Amusium*) *cf. papyraceum* (Gabb), *Clementia* (*Clementia*) *dariena* (Conrad), *Pitar* (*Lamelliconcha*) *circinata* (Born) and *Clavagella cf.*

echinata Lamarck, new for the Pirabas formation, as is also the case with the genus *Teredo*, give us valuable elements to conclude that, during lower Miocene times, the limestone sediments of Pirabas were laid under shallow waters of a sea widely open to the seas of the Caribbean province, in the Northern hemisphere, under tropical climate.

This is the first citation of the genus *Clavagella* in the Cenozoic of the American continent. The presence of this genus in the Pirabas formation, where it is represented by a species very near of *C. echinata* Lamarck, characteristic of the Tertiary basin of Paris, casts some doubt on its origin, but we think that it is possible that that species, as well as its close relative in the Pirabas formation, is in the line of evolution of *C. armata* Morton, from the Cretaceous of New Jersey, U. S. A.

The presence of *Amusium* (*Amusium*) cf. *papyraceum* (Gabb) and *Corbula* (*Corbula*) *vieta* Guppy in the Pirabas formation is very suggestive of a close affinity of this formation and the formations of the Northern hemisphere, in which they are also present.

Clementia (*Clementia*) *dariena* (Conrad), largely distributed in lower Miocene deposits of marine origin, is also among the characteristic species of the Pirabas formation. Based on fossil material from this formation, Maury (1924) described a new species, *Clementia brasiliiana*, which was independently considered by Woodring (1926) and Palmer (1927) as a synonym of *C. dariena*. Good specimens, recently collected by us in the Pirabas formation, give us good basis to prove that Woodring's and Palmer's opinions are right.

Pitar (*Lamelliconcha*) *circinata* (Born), still living in almost all the extension of the Brazilian coast, is also present as fossil in the Pirabas formation. It was also signalized by Maury (1934) in the Pleistocene of Thibau, state of Rio Grande do Norte, and in the Pliocene of Turiassu, state of Maranhão, Brazil. Martins (1945) reclassified the specimen from Maranhão as *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin), a species very common also in the Brazilian coast today.

- ABBOTT R. T. — 1955 — American Seashells. D. Van Nostrand Co. Inc. N. York.
- ANDERSON F. M. — 1929 — Marine Miocene and Related Deposits of North Colombia. *Proc. Calif. Acad. Sci.* vol. XVIII, 4th ser. n.º 4.
- BARBOSA M. M. — No prelo — Steginoporella pirabensis n. sp. de Briozoário da Formação Pirabas, Est. do Pará, Brasil. *An. Acad. Bras. de Ciências.*
- BEURLEN K. — 1958 — Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. I (Arthropoda-Crustacea). *Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi*, n. s. Geologia n.º 5, Belém.
- Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. II (Arthropoda-Crustacea). *Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi*, n. s. Geol. n.º 6, Belém.
- DAVIES A. M. — 1935 — Tertiary Faunas. Vols. I-II. Thomas Murby & Co. London.
- DESHAYES G. P. — 1860 — Description des Animaux Sans Vértèbres. Tome 1.º. J. B. Baillièrre et Fils. Paris.
- FERREIRA C. S. & CUNHA O. R. — 1957 — Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. I (Mollusca-Gastropoda). *Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi*, n. s. Geologia n.º 2, Belém.
- Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. II (Mollusca-Scachopoda). *Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi*, n. s. Geologia n.º 3, Belém.
- Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. III (Mollusca-Gastropoda). *Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi*, n. s. Geologia n.º 4, Belém.
- FISCHER P. — 1887 — Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie Conchyliologique. Librairie F. Savi, Paris.
- GARDNER J. — 1926-8 — The Molluscan Fauna of the Alum Bluff Group of Florida. *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper* 142 A:C.
- HANNA G. D. — 1926 — Paleontology of Coyote Mountain, Imperial County, California. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 4th ser. vol. XIV n.º 18.
- HODSON F., HODSON H. K. & HARRIS G. D. — 1927 — Some Venezuelan and Caribbean Mollusks. *Bull. Amer. Paleont.* vol. 13 n.º 49.

- HODSON F. & HODSON H. K. — 1931 — Some Venezuelan Mollusks. *Bull. Amer. Paleont.* vol. 16 n.º 59.
- IHERING VON H. — 1907 — Les Mollusques Fossiles du Tertiaire et du Crétacé Supérieur de L'Argentine. *An. Mus. Nac. Buenos Aires*, Ser. III, tomo VII.
- LADD H. S. — 1957 — Treatise on Marine Ecology and Paleocology. *Geol. Soc. Am. Mem.* n.º 67, vol. 2, chap. 1-2.
- MAGALHÃES J. & MEZZALIRA S. — 1953 — Moluscos Fósseis do Brasil. *Inst. Nac. Livro. Bibliot. Ciênt. Bras. Ser. A-IX*. Rio de Janeiro.
- MARTINS E. A. — 1945 — Pitar cf. *Circinata* Born, Fóssil do Maranhão, Sinônimo de *Anomalocardia Brasiliana* (Gmelin, 1792). *Bol. Mus. Nac.* n. s. *Geol.* n.º 4.
- MAURY C. J. — 1912 — A Contrib. to the Paleont. of Trinidad. *Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 2th ser. vol. XV.
- 1917 — Santo Domingo Típe Sections and Fossils. Part I. *Bull. Amer. Paleontology*, vol. 5 n.º 29.
- 1924 — Fósseis Terciários do Brasil. *Ser. Geol. Min. Brasil, Monog.* n.º 4.
- 1925 — A Further Contrib. to the Paleont. of Trinidad. *Bull. Amer. Paleontology*, vol. 10 n.º 42.
- 1934 — Fossil Invertebrata from Northeastern Brazil. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, vol. LXVII, art. IV.
- MORRETES F. L. — 1949 — Ensaio de Catálogo de Moluscos do Brasil. *Arq. Mus. Paranaense*, vol. VII. Curitiba.
- OLIVEIRA A. I. & LEONARDOS O. H. — 1943 — Geologia do Brasil. *Serv. Informação Agrícola*, 2.ª ed., Série Didática. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA P. E. — 1958 — Sobre a Idade do Calcário de Ponta Grossa, Estado do Maranhão. *Div. Geol. Min. do D. N. P. M., Notas Preliminares e Estudos* n.º 107.
- OLIVEIRA S. & PETRI S. — 1952 — Reconhecimento Geológico da área de Exposição da Formação Pirabas no Estado do Pará. *Rev. Esc. Minas, Ano XVII* n.º 1. Ouro Preto.

- OLSSON A. A. — 1922 — The Miocene of Northern Costa Rica. Part I. Bull. Amer. Paleont. vol. 9 n.º 39.
- 1928 — Contrib. to the Early Tertiary Paleont. of Peru. Part I, Eocene Mollusca and Brachiopoda. Bull. Amer. Paleont., vol. 14 n.º 52.
- 1932 — Contrib. to the Tertiary Paleont. of Northern Peru: Part 5, The Peruvian Miocene. Bull. Amer. Paleont., vol. 19 n.º 68.
- ORBIGNY A. D' — 1853 — Mollusques de L'île de Cuba. Em Ramon de La Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat. de l'île de Cuba. Vol. 1-2, Atlas. A. Bertrand Ed. Paris.
- PALMER K. W. — 1927 — The Veneridae of Eastern America, Cenozoic and Recent. Paleontographica Americana, vol. 1 n.º 5.
- PETRI S. — 1952 — Ocorrências de Foraminíferos Fósseis no Brasil. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo, 134, Geologia n.º 7, São Paulo.
- 1954 — Foraminíferos Fósseis da Bacia do Marajó. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo, 176, Geologia n.º 11. São Paulo.
- 1957 — Foraminíferos Miocênicos da Formação Pirabas. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo, 216, Geol. n.º 16. São Paulo.
- PILSBRY H. A. — 1922 — Revision of W. Gabb's Tertiary Mollusca of Santo Domingo. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, vol. LXXIII, pp. 305.
- PIVETEAU J. — 1952 — Traité de Paléontologie. Tome II. Masson et Cie. Ed. Paris.
- REEVE L. A. — 1873 — Conchologia Iconica. Vol. XVIII. L. Reeve & Co. London.
- SANTOS M. E. C. M. — 1958 — Equinóides Miocênicos da Formação Pirabas. Bol. D. G. M. do D. N. P. M. n.º 179. Rio de Janeiro.
- SANTOS R. S. & TRAVASSOS H. — No prelo — Contrib. à Paleont. do Est. do Pará. Sôbre os peixes da Formação Pirabas. I. Bol. Mus. Paraen. E. Goeldi. Belém.
- SHIMER H. G. & SHROCK R. R. — 1955 — Index Fossils of North America. John Wiley & Sons Inc. N. York.

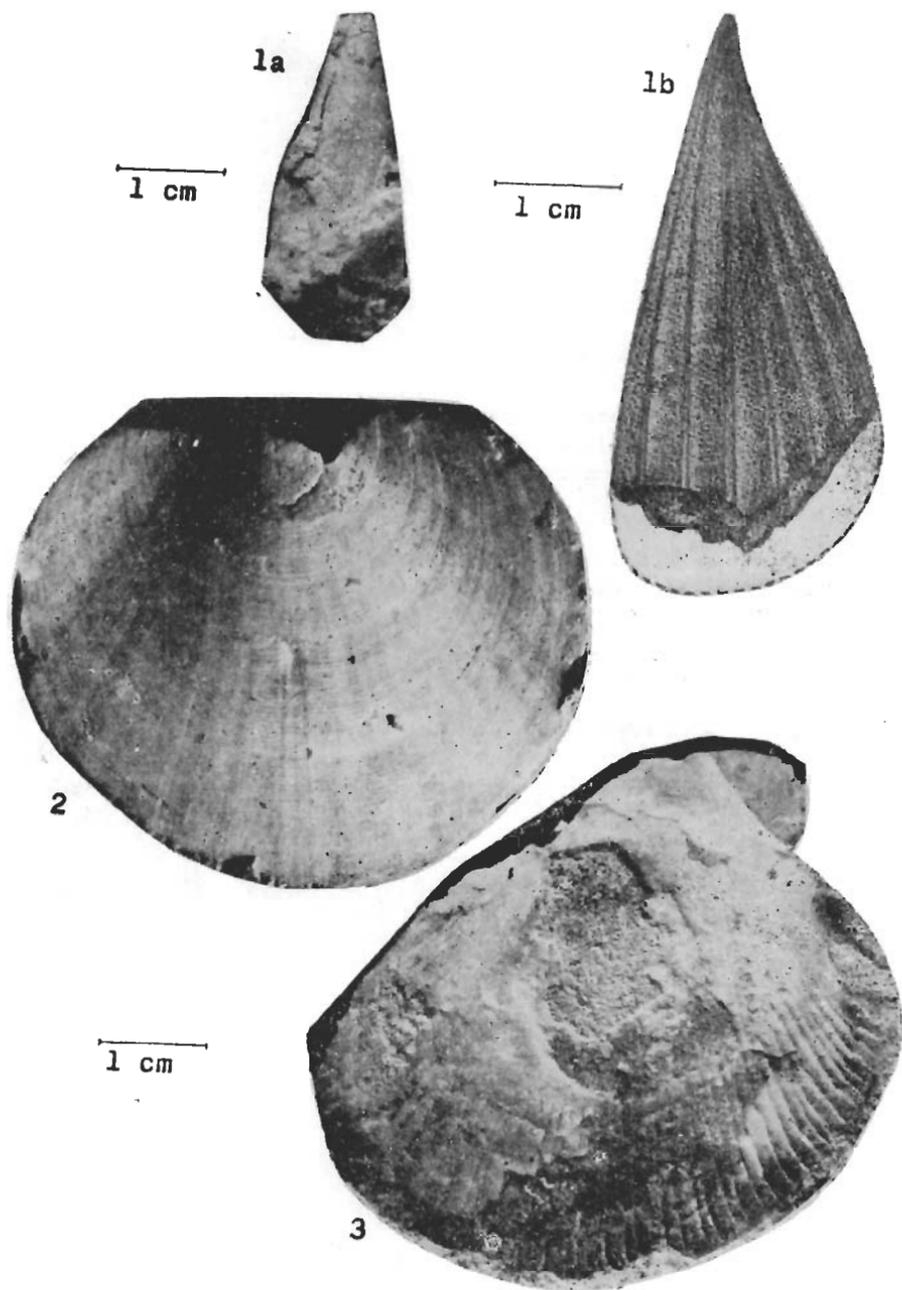
- SOOT-RYEN T. — 1955 — A Report on the Family Mytilidae. Allan Hancock Pacific Expeditions vol. 20 n.º 1.
- SQUIRES D. F. — 1958 — The Cretaceous and Tertiary Corals of New Zealand. New Zealand Geol. Survey, Paleont. Bull. n.º 20.
- VOKES H. E. — 1957 — Miocene Fossils of Maryland. Bull. Dep. Geol. Min. Water Resources n.º 20. Maryland.
- WEISBORD N. E. — 1929 — Miocene Mollusca of Northern Colombia. Bull. Amer. Paleont. vol. 14 n.º 54.
- WHITE C. A. — 1887 — Contrib. à Paleont. do Brasil. Arch. Mus. Nac. vol. VII. Rio de Janeiro.
- WOODRING W. P. — 1925 — Miocene Mollusks from Bowden Jamaica. Publ. The Carnegie Inst. of Washington, n.º 366.
- 1926 — American Tertiary of the Genus *Clementia*. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 147-C.
- WOODRING W. P., BRAMLETTE M. N. & KEW W. S. W. — 1946 — Geology and Paleontology of Palos Verdes Hills, California. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 207.
- ZITTEL K. A. — 1927 — Text-Book of Paleontology. Vol. I. MacMillan & Co. Ltd. London.

ESTAMPA 1

- Fig. 1a — *Atrina pirabensis* n. sp. Molde calcário original, tipo n.º 4776 — I da coleção do Museu Nacional, procedente da ilha Campo do Sal, situada entre as baías de Pirabas e Japerica, litoral do Pará.
- Fig. 1b — *A. pirabensis* n. sp. Desenho baseado no exemplar tipo.
- Fig. 2 — *Amusium (Amusium)* cf. *papyraceum* (Gabb). Superfície externa da concha. Exemplar n.º 4777 — I da coleção de Paleontologia do Museu Nacional, procedente da ilha Campo do Sal, litoral do Pará.
- Fig. 3 — *A. (Amusium)* cf. *papyraceum* (Gabb), mostrando parte da superfície externa e interna. Exemplar n.º 4778 — I, da coleção do Museu Nacional, procedente do afloramento Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.

Fotografias de J. Oiticica Filho
Desenhos de O. R. Cunha

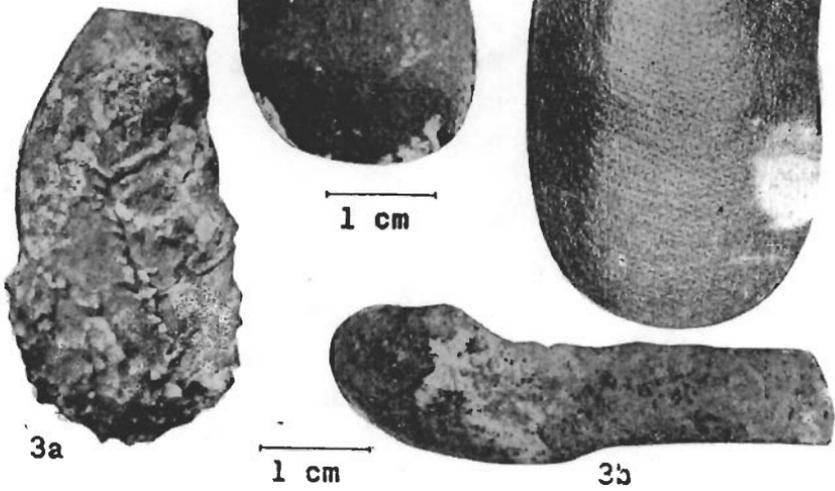
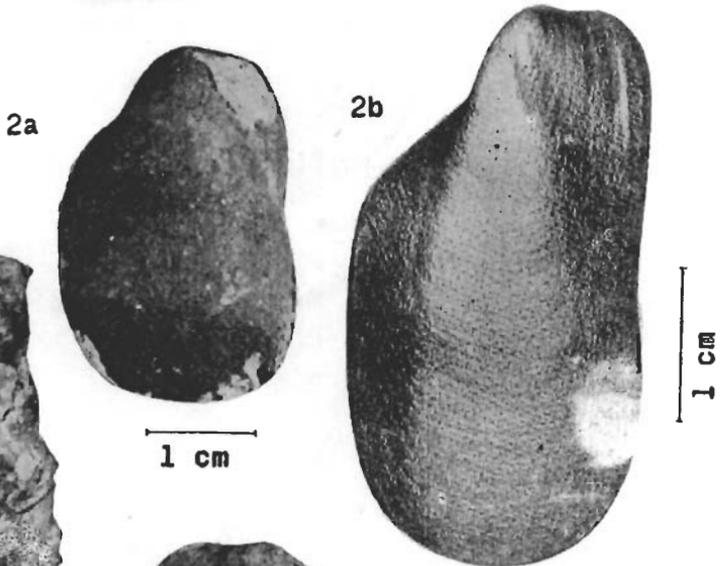
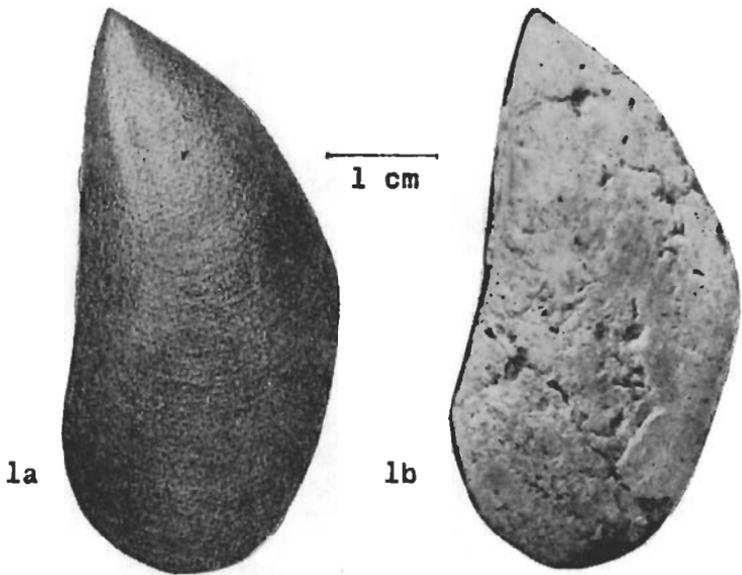
ESTAMPA I



Estampa II

- Fig. 1a — *Mytilus vidali* n. sp., desenho baseado no exemplar tipo.
- Fig. 1b — *Mytilus vidali* n. sp. Exemplar tipo n.º 4773 — I, da coleção do Museu Nacional, procedente do sítio Guilhermino, Colônia Pedro Teixeira, Município de Capanema, Pará.
- Fig. 2a — *Modiolus domingosi* n. sp. Molde interno do exemplar tipo n.º 4774 — I, da coleção paleontológica do Museu Nacional, procedente do afloramento Castelo, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, litoral do Pará.
- Fig. 2b — *M. domingosi* n. sp., desenho baseado no exemplar tipo.
- Fig. 3a — *Clavagella* cf. *echinata* Lamarck. Molde calcário mostrando parte da superfície Externa. Exemplar n.º 4782 — I, da coleção do Museu Nacional, procedente do lugar Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, Pará.
- Fig. 3b — *Clavagella* cf. *echinata* Lamarck. Molde interno mostrando a concha e o respectivo tubo. Exemplar n.º 4782 — I, do Museu Nacional, procedente do lugar Fazenda, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, Pará.

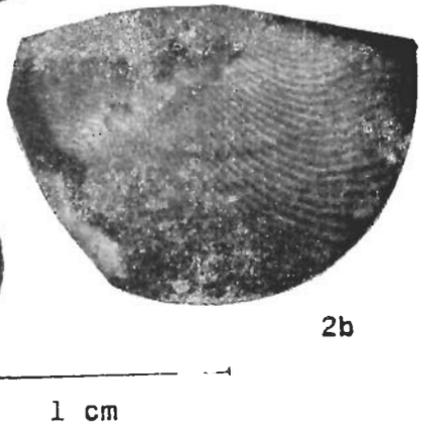
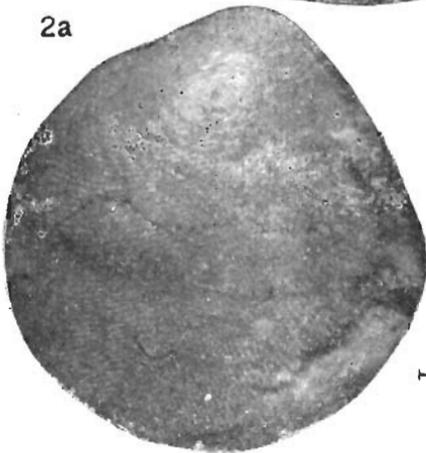
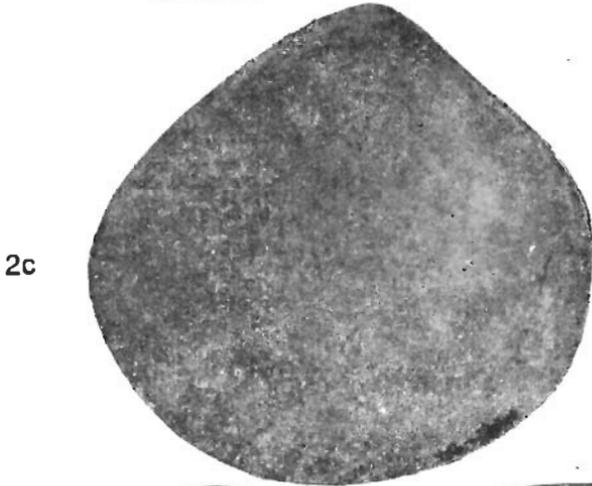
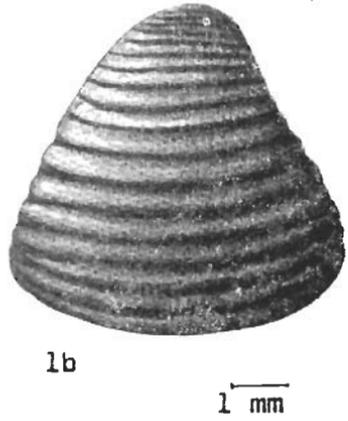
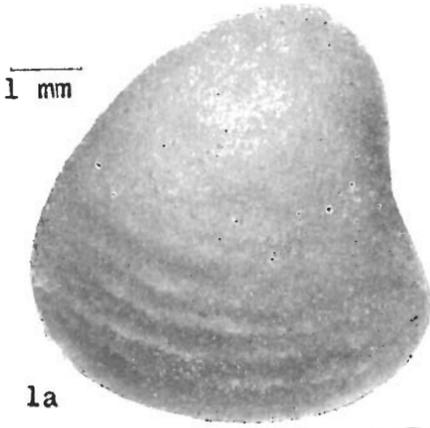
ESTAMPA II



Estampa III

- Fig. 1a — *Corbula (Corbula) vieta* Guppy. Molde em massa plástica, mostrando alguns detalhes externos da concha. Exemplar n.º 4778 — I, do Museu Nacional, procedente da ilha Campo do Sal, entre as baías de Pirabas e Japerica, litoral do Pará.
- Fig. 1b — *C. (Corbula) vieta* Guppy. Desenho mostrando detalhadamente a ornamentação externa do exemplar da fig. 1a.
- Fig. 2a — *Divaricella castelensis* n. sp. Molde em massa plástica mostrando a ornamentação externa da valva direita. Exemplar tipo n.º 4776 — I, da coleção do Museu Nacional, procedente do lugar Castelo, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, Pará.
- Fig. 2b — *D. castelensis* n. sp. Molde em massa plástica da valva esquerda do mesmo exemplar da fig. 1a.
- Fig. 2c — *D. castelensis* n. sp. Molde interno no calcário original do mesmo exemplar tipo.

ESTAMPA III

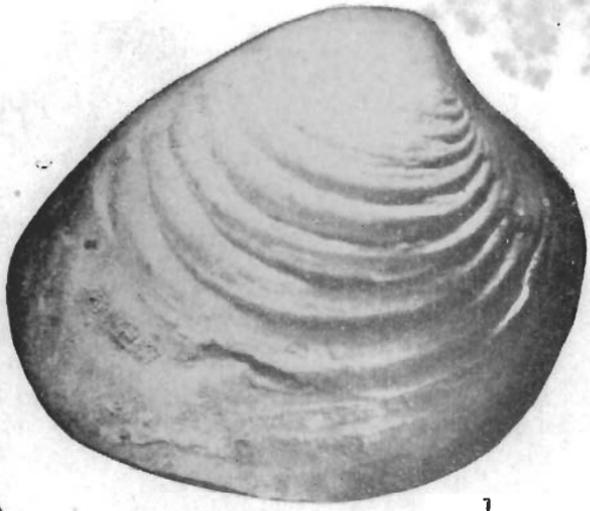


Estampa IV

- Fig. 1 — *Clementia (Clementia) dariena* (Conrad). Molde interno no calcário original. Exemplar n.º 4545, do catálogo de invertebrados da D. G. M. do Dep. Nac. de Prod. Mineral, procedente do lugar Caieira, 5,4 km SW de Capanema, Pará.
- Fig. 2 — *Pitar (Lamelliconcha) circinata* (Born). Molde externo em massa plástica do exemplar n.º 4779 -- I, do Museu Nacional, procedente do lugar Castelo, ilha Fortaleza, baía de Pirabas, Pará.
- Figs. 3a e 3b — Tubos calcários de *Teredo* sp. guardados na coleção do Museu Nacional sob n.º 4781 — I, procedentes do local Caieira, 5,4 km SW de Capanema, Pará.

ESTAMPA IV

1 cm

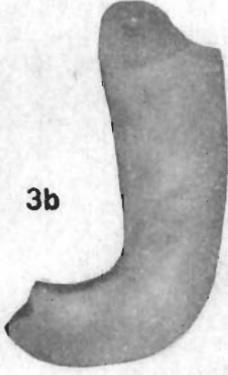


1

3a



3b



1 cm

1 cm



2