**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PELECÍPODES DA FORMAÇÃO PIAUÍ
(PENSILVANIANO MÉDIO), BACIA DO
PARNAÍBA, BRASIL**

Luiz Eduardo Anelli

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

São Paulo

1994

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PELECÍPODES DA FORMAÇÃO PIAUÍ
(PENSILVANIANO MÉDIO), BACIA DO
PARNAÍBA, BRASIL

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004519

LUIZ EDUARDO ANELLI

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
COMISSÃO JULGADORA

	nome	assinatura
Presidente:	<u>Dr. A.C. Rocha-Campos</u>	<u> </u>
Examinadores:	<u>Dr. S. Petri</u>	<u> </u>
	<u>Dr. M.G. Simões</u>	<u> </u>

SÃO PAULO

1994

ÍNDICE

Pág.

Lista de ilustrações.....	iii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
AGRADECIMENTOS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Metodologia.....	2
1.2.1: Preparação dos fósseis.....	2
2. ESTRATIGRAFIA E IDADE.....	4
2.1. Estratigrafia.....	4
2.1.1. Bacia do Parnaíba.....	4
2.1.2. Formação Piauí.....	4
2.1.3. Facies carbonáticas.....	7
2.1.4. Fauna associada.....	11
2.2. Idade.....	13
3. TAXONOMIA.....	16
3.1. Introdução.....	16
3.2. Dificuldades referentes à taxonomia.....	16
3.3. Análise da bibliografia.....	17
3.4. Classificação taxonômica referente à Subclasse Anomalodesmata.....	19
3.5. Lista de abreviações.....	20
3.6. Descrições.....	21
<i>Palaeonucula levatiformis</i> (Walcott, 1884).....	21
<i>Phestia bellistriata</i> (Stevens), 1858.....	24
<i>Pteronites</i> Mc'Coy.....	28
<i>Leptodesma</i> Hall, 1883.....	29
? <i>Pteria</i> (Scopoli, 1777).....	32
<i>Aviculopecten trichotomus</i> Kegel & Costa, 1951.....	34
<i>Schizodus alpinus</i> (Hall, 1858).....	37
<i>Schizodus mocamboensis</i> sp. n.....	41
<i>Schizodus</i> sp. de Vernuil & Murchison, 1844.....	44
<i>Permophorus subcostatus</i> (Meek & Worthen, 1865).....	45
<i>Astartella subquadrata</i> Girty, 1909.....	49
<i>Oriocrassatella piauiensis</i> sp. n.....	53
<i>Sanguinolites</i> sp. Mc' Coy.....	59
<i>Myonia</i> sp. Dana, 1847.....	61
<i>Wilkingia terminalis</i> (Hall, 1852).....	64
Gen. et sp. ind. 1.....	68
Gen. et sp. ind. 2.....	70
Gen. et sp. ind. 3.....	73

Gen. et sp. ind. 4.....	77
Gen. et sp. ind. 5.....	78
Gen. et sp. ind. 6.....	79
Gen. et sp. ind. 7.....	81
 4. ELEMENTOS DE TAFONOMIA.....	 83
4.1. Classificação da concentração.....	85
4.2. Descrição da concentração.....	86
4.2.1. Composição taxonômica.....	86
4.2.2. Biofábrica.....	89
4.2.3. Geometria.....	93
4.2.4. Estrutura interna.....	93
4.2.5. Tipo de gênese da acumulação.....	93
4.3. Processos bioestratinômicos.....	95
4.3.1. Reorientação.....	95
4.3.2. Desarticulação e seleção.....	96
4.3.3. Fragmentação.....	100
4.3.4. Corrosão e bioerosão.....	100
4.3.5. Diagênese.....	100
 5. ELEMENTOS DE PALEOECOLOGIA.....	 102
5.1. Generalidades.....	102
5.2. Paleoautoecologia.....	104
5.2.1. Morfologia funcional.....	104
5.2.1.1. Epifauna e semi-infauna bissada.....	104
5.2.1.2. Escavadores.....	108
5.2.1.2.1. Orientação para escavação.....	108
5.2.1.2.2. Movimento de Escavação.....	109
5.2.1.2.3. Taxa de escavação.....	110
5.2.1.2.4. Morfologia e posição de vida.....	112
5.2.1.2.4.1 Profundidade de escavação.....	112
5.2.1.2.4.2 Posição de vida.....	113
5.3. Paleossinecologia.....	115
 6. PALEOBIOGEOGRAFIA E CORRELAÇÃO.....	 120
6.1. Introdução.....	120
6.2. Correlação.....	123
6.2.1. América do Sul.....	124
6.2.1.1. Formação Itaituba.....	124
6.2.1.2. Grupo Tarma e Formação Cerro Prieto.....	125
6.2.1.3. Formação Caño Indio.....	125
6.2.1.4. Outras formações Sul-Americanas.....	126
6.2.2. América do Norte.....	127
 7. CONCLUSÕES.....	 130
 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 133

ESTAMPAS

Lista de Ilustrações

- Figura 1 - Localização da Bacia do Parnaíba e área de afloramentos da Formação Piauí (pontilhado), (Campanha & Rocha-Campos, 1979).
- Figura 2- Perfil do poço NG-1-MA, mostrando novos limites propostos para a Formação Piauí, segundo Lima Filho (1991).
- Figura 3 - Localização das facies carbonáticas na borda leste da Bacia do Parnaíba. Folha José de Freitas e Campo Maior, 1:100.000, sudene, 1977, segundo Lima Filho (1991).
- Figura 4 - Seção do calcário Mocambo e sedimentos associados, segundo Lima Filho (1991).
- Figura 5 - Seção do calcário Contendas e rochas associadas, segundo Lima Filho (1991).
- Figura 6 - Afloramento do calcário Mocambo, Município de José de Freitas, Pi (fotografia cedida por F.P. Lima Filho).
- Figura 7 - Afloramento do calcário Contendas, Município de José de Freitas, Pi (fotografia cedida por F.P. Lima Filho).
- Figura 8 - Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba (Góes et al., 1991).
- Figura 9 - *Palaeonucula levatiformis*, aspectos da musculatura: AA, adutor anterior; PPA, protrator pedial anterior; MAP, musculatura pedial acessória; MDP, músculo dorso mediano; MVM, músculo ventro mediano; PPP, protrator pedial posterior; AP, adutor posterior; LP, linha palial.
- Figura 10 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.), para 2 espécies de *Paleonucula*.
- Figura 11 - *Phestia bellistriata*, aspectos da musculatura: M, músculo de afinidade incerta; RPA, retrator pedial anterior; MP, músculo, possivelmente, relacionado ao pé.; RPP, retrator pedial posterior.
- Figura 12 - *Leptodesma* sp., aspectos da musculatura: RBA(?), RBP(?), possíveis músculos retratores anterior e posterior do bisso, respectivamente. Outros símbolos como na figura 7.
- Figura 13 - ?*Pteria*, aspectos da musculatura: MB, músculos relacionados ao bisso. Outros símbolos como na figura 7.

- Figura 14 - *Schizodus alpinus*, aspectos da musculatura: RPP, retrator pedial posterior; RPA, retrator pedial anterior; EP, elevador pedial.
- Figura 15 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.) para 4 espécies afins a *Schizodus alpinus*.
- Figura 16 - *Schizodus mocamboensis* sp. n., aspectos da musculatura: SP, sinus palial. Outros símbolos como nas figuras 7 e 11.
- Figura 17 - *Schizodus* sp., aspectos da musculatura: EP, músculo elevador pedial; AP, adutor posterior.
- Figura 18 - *Permophorus subcostatus*, aspectos da musculatura: RPA (?), retrator pedial anterior. Outros símbolos como na figura 7.
- Figura 19 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.) para 5 espécies de *Permophorus*.
- Figura 20 - *Astartella subquadrata*, aspectos da musculatura: RPU, retrator pedial umbonal. Outros símbolos como nas figuras 7 e 11.
- Figura 21 - Gráfico de dispersão comprimento versus altura de 6 espécies de *Astartella*.
- Figura 22 - *Oriocrassatella piauiensis* sp. n., aspectos da musculatura: EPV, musculatura possivelmente relacionada ao pé e às vísceras. Outros símbolos como nas figuras 7 e 11.
- Figura. 23 - Gráfico de dispersão para 6 espécies de *Oriocrassatella*.
- Figura 24 - *Myonia* sp. n., aspectos da musculatura: PPA (?), protrator pedial anterior (?). Outros símbolos como na figura 7.
- Figura 25 - *Wilkingia terminalis*, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 7; a - vista anterior; b - vista lateral.
- Figura 26 - Gen. et sp. ind. 1, aspectos da musculatura. AP, adutor posterior.
- Figura 27 - Gráfico de dispersão para Gen. et sp. ind. 1 e *Vacunela curvata* (Morris).
- Figura 28 - Gen. et sp. ind. 2, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 11.

- Figura 29 - Gen. et sp. ind. 3, aspectos da musculatura: RB, retratores do bisso; RBP(?), possível retrator posterior do bisso. Outros símbolos como na figura 7.
- Figura 30 - Gen. et sp. ind. 5, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 7.
- Figura 31 - Gen. et sp. ind. 6, aspectos da musculatura. Símbolo como na figura 7.
- Figura 32 - Gen. et sp. ind. 7, aspectos da musculatura. LP(?) possível cicatriz de linha palial; CR, costelas radiais.
- Figura 33 - Amostra com valvas de diferentes classes de tamanho, evidenciando baixa taxa de seleção (calcário Mocambo).
- Figura 34 - Formas da infauna profunda preservadas em posição de vida. a - Gen. et sp. ind. 1; b - *Wilkingia terminalis* (calcário Mocambo).
- Figura 35 - Amostra evidenciando tubo de agente bioturbador preenchido por sedimento (calcário Meruóca).
- Figura 36 - Terminologia empregada para orientação de partes duras, em seção transversal (segundo Kidwell et al., (1986).
- Figura 37 - Amostras exibindo fábricas características. a - empilhamento; b - aninhamento (calcário Mocambo).
- Figura 38 - Alternância de níveis de micrita (hachurado), biomicrita (pontilhado), apresentando porosidades môldicas de pelecípodes e concentrações de calcita espática ("Vs"). Notar ligeira variação vertical de textura, deformação plástica (setas espessas) e sinais de bioturbação (setas delgadas); a figura apresenta ainda o padrão de coloração do calcário Mocambo.
- Figura 39 - Estrutura conceitual para gênese de concentrações de partes duras. 1 - concentração biológica produzida por comportamento gregário de organismos dotados de partes duras (biogênica intrínseca) ou pela ação de outros organismos (biogênica extrínseca); 2 - concentração formada através do retrabalhamento hidráulico de partes duras como partículas e/ou através da não deposição ou remoção seletiva da matriz; 3 - Concentração diagenética; 4, 5 e 6 - concentrações de origem mista, refletem forte influência de dois ou mais diferentes tipos de processos.
- Figura 40 - Taxa de desarticulação das valvas de formas de hábito escavador profundo.

- Figura 41 - Raros exemplares de pelecípodes preservados com as valvas articuladas abertas ("butterflied"), ambas de *Wilkingia terminalis* (a - Formação Piauí; b - calcário Mocambo).
- Figura 42 - Taxa de desarticulação das valvas para duas formas da epifauna.
- Figura 43 - Taxa de desarticulação das valvas dos táxons equivalentes da infauna rasa e da semi-infauna bissada.
- Figura 44 - a, b e c, amostras exibindo moldes de valvas fragmentadas; (calcário Mocambo).
- Figura 45 - Gráfico exibindo porcentagem da composição faunística da Formação Piauí. Obs.: PEL., pelecípodes; BRA., braquiópodes; GAS., gastrópodes; TRI., trilobitas; CEF., cefalópodes; BRI, briozoários.
- Figura 46 - Gráfico exibindo o domínio do Filo Mollusca sobre os outros táxons de invertebrados presentes na Formação Piauí.
- Figura 47 - Gráfico exibindo porcentagem dos hábitos de vida dos pelecípodes da Formação Piauí. Obs.: E.R., escavadores rasos; Ep.B., epifauna bissada; Si.B., Semi-infauna bissada; E.I., escavadores intermediários; E.P., escavadores profundos.
- Figura 48 - Gráfico exibindo porcentagem dos hábitos alimentares dos pelecípodes da Formação Piauí. Obs.: SUSP., suspensívoros; DETR., detritívoros.
- Figura 49 - Hábito de vida das formas da semi-infauna bissada: a - *Permophorus subcostatus*; b - *Pteronites*.
- Figura 50 - Hábito de vida de *Aviculopecten trichotomus*.
- Figura 51 - Posições de escavação e de emergência do pé hipotéticas, para formas pouco alongadas. a - *Schizodus alpinus*; b - *Schizodus* sp.; c - *Astartella subquadrata*; d - *Oriocrassatella piauiensis*.
- Figura 52 - Posição de escavação hipotética para formas alongadas. a - *Schizodus mocamboensis*; b - *Sanguinolites*; c - *Myonia* sp..

- Figura 53 - Gráfico com valores médios de alongamento (Al.) vs obesidade (Ob.) das formas escavadoras da Formação Piauí. Símbolos: Pl, *Paleonucula*; Ph, *Phestia*; Sa, *Schizodus alpinus*; Sm, *Schizodus mocamboensis*; Ssp, *Schizodus* sp.; Pr, *Permophorus*; As, *Astartella*; Op, *Oriocrassatella*; Sg, *Sanguinolites*; My, *Myonia*; Wk, *Wilkingia*; G1, Gen et sp. ind. 1; G2, Gen. et sp. ind. 2. A linha tracejada separa escavadores rápidos (direita) dos escavadores lentos (esquerda), (segundo Stanley, 1970). Obs.: por tratar-se de valores médios, é provável que os táxons localizados próximos à linha hipotética apresentem espécimes posicionados nas duas regiões do gráfico.
- Figura 54 - Posição de vida para as formas de hábito escavador profundo. a - *Wilkingia terminalis*; b - Gen. et. sp. ind. 1.
- Figura 55 - Posição de vida das formas da infauna rasa. a - *Schizodus alpinus*; b - *Schizodus mocamboensis*; c - *Astartella subquadrata*; d - *Sanguinolites* sp.; e - *Myonia* sp.; f - *Schizodus* sp.; g - *Palaeonucula levatiformis*; h - *Phestia bellistriata*.
- Figura 56 - Posição de vida de forma da infauna intermediária, Gen. et sp. ind. 2.
- Figura 57 - Modelo sintetizando algumas das características tafonômicas e paleoecológicas discutidas no texto. O acúmulo de bioclastos, no centro do modelo, reflete a atuação de correntes canalizadas que concentraram os bioclastos pela retirada da matriz fina. a, *Palaeonucula levatiformis*; b, *Phestia bellistriata*; c, *Leptodesma* sp.; d, *Pteronites*; e, ?*Pteria*; f, *Aviculopecten trichotomus*; g, *Schizodus alpinus*; h, *Schizodus mocamboensis* sp. n.; i, *Schizodus* sp.; j, *Permophorus subcostatus*; k, *Astartella subquadrata*; l, *Oriocrassatella piauiensis* sp. n.; m, *Sanguinolites*; n, *Myonia* sp.; o, *Wilkingia terminalis*; p, Gen. et sp. ind. 1; q, Gen et sp. ind. 2; r, Gen. et sp. ind. 3; Gen. et sp. ind 4; t, Articulata (*Spiriferida*); u, *Belerophon* (*Gastropoda*); v, *Euonphalus* (*Gastropoda*); x, *Trilobita* (*Artropoda*); y, *Briozoa* (*Ectoprota*); Z, *Orthoceras* (*Cephalopoda*, *Nautiloidea*); 1, Crinóide (*Equinodermata*).

- Figura 58 - Distribuição das faunas gondvânicas e tetianas na América do Sul (linha tracejada). Área hachurada representando limites da transgressão marinha no Pensilvaniano médio. 1 - afloramentos das formações Caño Índio e Rio Palmar, Venezuela; 2 - camadas carboníferas, Colômbia; 3 - Calcários fossilíferos, Colômbia; 4 - Formação Macuma, Equador; 5 - Formação Cerro Prieto, Peru; 6 - Formação Itaituba, Brasil; 7 - Formação Piauí, Brasil; 8 - Grupo Tarma, Peru; 9 - Formação Taiguati, Bolívia; 10 - Camadas Juan de Morales, Chile; 11 - Calcário Tarlton e Formação Seno Eleutério, Chile; 12 - Formação Pampa de Tepuel, Argentina.
- Figura 59 - Visão generalizada da subdivisão provincial do Carbonífero (Morrowano) (modificado de Ross & Ross, 1985). Legendas: a - Faunas Andina e do sudoeste da América do Norte; b - faunas de águas frias; c - faunas Tetianas, tropicais, cosmopolitas; d - terras emersas. Obs.: Setas cheias indicam correntes de superfície (águas quentes); setas abertas indicam correntes de superfície (águas frias).
- Tabela 1 - Susceptibilidade de conchas bivalves a diferentes processos bioestratinômicos (Brett & Baird, 1986). Obs: corrosão inclui abrasão e bioerosão.
- Tabela 2 - Utilidade potencial de conchas bivalves como indicadores de parâmetros físicos ambientais (Brett & Baird, 1986)
- Tabela 3 - Comparação da fauna de pelecípodes da Formação Piauí e algumas assembléias conhecidas do carbonífero das Américas. Explicação: 1 - Formação Itaituba, Bacia do Amazonas, Brasil; 2 - Formação Nova Olinda, Bacia do Amazonas, Brasil; 3 - Formação Caño Indio, Venezuela; 4 - Formação Cerro Prieto, Peru; Formação Amsden, Wyoming, EUA; 6 - Formação Pottsville (Pottsville Group), Ohio, EUA; 7 - Formação Hermosa, Colorado, EUA. Obs: G, ocorrência do gênero; S, ocorrência da espécie; C, ocorrência de espécie afim.

RESUMO

Descrevem-se 21 táxons de pelecípodes provenientes de três facies carbonáticas da parte superior da Formação Piauí (Pensilvaniano médio), aflorantes na região nordeste da Bacia do Parnaíba. Duas novas espécies (*Schizodus mocamboensis* e *Oriocrassatella piauiensis*) são propostas e sete gêneros examinados permanecem ainda indeterminados, aguardando a obtenção de material de melhor preservação. Por outro lado, quatro táxons identificados em estudo anterior não foram localizados nas coleções estudadas.

Os calcários fossilíferos estudados (Mocambo, Contendas e Meruóca) são denominados a partir de fazendas da região, onde se localizam pedreiras para extração de calcário. Nesses locais os carbonatos ocorrem associados a argilitos, siltitos e arenitos. As relações estratigráficas entre as diversas ocorrências é ainda pouco conhecida. De modo geral, considera-se que os sedimentos ter-se-iam depositado em ambiente marinho raso, de plataforma carbonática, ou lagunar.

Além de pelecípodes (56%), espécies de macroinvertebrados marinhos atualmente reconhecidas nas assembléias incluem: braquiópodes (23%), gastrópodes (10%), trilobites (5%), cefalópodes (3%) e briozoários (3%). A fauna é, portanto, dominada pelos moluscos (69%). Dentre os microfósseis, são abundantes os foraminíferos arenáceos e calcários, conodontes, fragmentos de crinóides e equinodermos, e ostracodes, sendo mais raros os escolecodontes, espículas de esponja, fragmentos de peixes e restos vegetais.

A análise tafonômica da fauna sugere que as formas da infauna profunda foram preservadas *in situ*, possivelmente pelo aumento relativamente brusco da taxa de sedimentação, enquanto as formas da epifauna, semi-infauna, e da infauna rasa e intermediária, sofreram remobilização, com transporte lateral das conchas relativamente pequeno e rápido soterramento.

Quanto ao hábito de vida, os pelecípodes subdividem-se em: escavadores rasos (47%), epifauna bissada (26%), escavadores profundos (11%), semi-infauna bissada (11%) e escavadores intermediários (5%).

O predomínio absoluto de formas suspensívoras (91%) sobre as formas detritívoras (9%), dentre os pelecípodes, associadamente às feições tafonômicas da assembléia, sugere um substrato bentônico marinho, pelo menos moderadamente agitado. A presença frequente de invertebrados estenohalinos na assembléia, evidencia um nível de salinidade normal, durante a deposição das facies Mocambo, Contendas e Meruóca.

Fatores físicos e ecológicos, tais como, batimetria, nível de oxigênio dissolvido na água, salinidade, presença de predadores etc., podem ter sido determinantes na composição da assembléia da Formação Piauí.

Várias características das assembléias estudadas permitem interpretá-las como tipicamente "tetianas" e afins a outras assembléias do norte da América do Sul, e do sul da América do Norte. Dentre as mais importantes, destacam-se a presença de muitos dos táxons típicos (e.g., *Wilkingia*, *Permophorus*, *Astartella*, *Pteronites*), a associação com vários indicadores paleoclimáticos biológicos e sedimentológicos compatíveis com a posição paleolatitudinal da parte norte da América do Sul próxima ao Equador, durante o Neocarbonífero.

ABSTRACT

Twenty-two taxons of pelecypods are described from assemblages found in three carbonatic facies of the upper part of Piauí Formation, Middle Pensilvanian (Morrowan-Atokan), Parnaíba Basin, Brazil. Two new species (*Schizodus amazonicus* sp. n., *Oriocrassatella piauiensis* sp. n.) are proposed; seven genera remain undetermined, until better preserved material is found; four taxons identified in previous work were not found in the collections examined.

The carbonatic facies (Mocambo, Contendas and Meruóca) have been named after the farms where quarries for extraction of the carbonates are located. They occur associated with mudstones, siltstones and sandstones and are interpreted as having been deposited on shallow marine carbonatic shelf, or lagunar environments.

Besides the pelecypods (56%), other marine macroinvertebrates from the Piauí Formation include: brachiopods (23%), gastropods (10%), trilobites (5%), cephalopods (3%) and bryozoans (3%). The assemblage is, thus, dominated by mollusks (69%). Among the microfossils, arenaceous and calcareous foraminifers, conodonts, crinoid and echinoderm fragments, and ostracods are abundant. Sponge spicules, scolecodonts, fish and plant fragments are rarer.

Taphonomic analysis of the assemblage indicates that pelecypods from the deep infauna were preserved *in situ*, possibly by a relatively sudden increase in the sediment rate, while the epifaunal, semi-infaunal, and shallow and intermediate infaunal taxons, were reworked during relatively short lateral transport, being rapidly buried.

According to their life habits the pelecypods studied are subdivided into: shallow burrowers (47%), byssate epifaunal (26%), byssate semi-infaunal (11%), deep burrowers (11%) and intermediate burrowers (5%). Dominance of suspensivorous elements among the pelecypods (91%), associated with taphonomic characteristics point out to a marine benthic substrate of moderate energy. The high frequency of stenohaline invertebrates in the assemblage indicates normal salinity during the deposition of the Mocambo, Contendas and Meruóca facies.

Physical and ecological features, like bathymetry, level of dissolved oxygen, salinity, presence of predators, etc, may have been the leading factors in determining the composition of the invertebrate assemblage of the Piauí Formation.

Several features of the fauna studied indicate typical "tethyan" affinity. Among these are the occurrence of typical taxa (e.g., *Wilkingia*, *Permophorus*, *Astartella* and *Pteronites*) and of sedimentological, paleoclimatic and biological indicators of a low (Equatorial) paleolatitudinal position of the Parnaíba Basin in the Late Carboniferous.

AGRADECIMENTOS

Manifesto minha profunda gratidão ao professor e amigo Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos, pela escolha do tema para o desenvolvimento desta dissertação, pela orientação dedicada, paciente e reta, bem como pelas inúmeras discussões e pelo precioso treinamento ético profissional.

Ao amigo e professor Dr. Marcello G. Simões, pelas pacientes discussões a respeito de todo conteúdo deste trabalho, bem como pela leitura crítica do texto e sugestões apresentadas.

Ao amigo e professor Francisco P. Lima Filho, pelas valiosas discussões a respeito dos aspectos sedimentológicos e estratigráficos das rochas estudadas.

A professora Dra. Mary E.B.C. de Oliveira Babinski e ao professor Ronaldo G. Carvalho, pelas inúmeras sugestões apresentadas no decorrer deste trabalho e pela oportunidade de treinamento profissional.

Ao professor Dr. Pedro Kyohara do Departamento de Física Experimental do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, pelas fotomicrografias de varredura.

A Gustavo M. Accacio, pela solicitude no empréstimo de excelente equipamento fotográfico.

A Ivone Sonoki, Karina M. Vancini, Rita Parisi e Katia M. Mellito pelas pacientes instruções na área de informática.

Aos demais funcionários do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, especialmente à Maria L. Belisário, Luzia Sonia Candeo, Maria A. Bezerra, Maristela P. Severino, Cícero de Oliveira, Paulo H.A. Sobreira, Dalton M. Silva, Jaime de Souza Marcos, Edmir de Oliveira e Claudionor Barbosa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/USP pela utilização de suas instalações, laboratórios e coleções científicas, para o desenvolvimento do projeto.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), pelo empréstimo da coleção paleontológica.

A Silmar S. Cruciol, pelas ilustrações dos aspectos morfológicos das espécies estudadas.

Ao programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, bem como a todos os colegas pós-graduandos pelo convívio durante estes anos de trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A presente investigação insere-se na linha de pesquisa: "invertebrados marinhos do Paleozóico" que vem sendo desenvolvida há várias décadas por grupo de pesquisa do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, ligado ao programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar do IG/USP.

As pesquisas nessa linha objetivam, inicialmente, cadastrar as faunas paleozóicas conhecidas do Brasil e da América do Sul, partindo da sua descrição taxonômica cuidadosa, como base para estudos posteriores paleoecológicos, tafonômicos, evolutivos, paleobiogeográficos e bioestratigráficos.

O tema da pesquisa foi escolhido levando em conta que a fauna de invertebrados marinhos do Neopaleozóico da Bacia do Parnaíba, embora reconhecidamente diversificada e abundante, situava-se entre as menos conhecidas dentre as que ocorrem nas bacias intracratônicas do Brasil.

Nesse contexto, a fauna da Formação Piauí (Pensilvaniano médio), contida na parte superior da unidade, em afloramentos na região de José de Freitas, Piauí, ressaltava-se em especial, pela abundância e diversificação dos pelecípodes, e suas supostas relações de afinidades com assembléias das Bacias do Amazonas e do Norte da América do Sul e, em escala mais ampla, com as da América do Norte (Província "Tetiana").

Embora a ocorrência de fósseis na Formação Piauí seja conhecida a cerca de 57 anos, a maior parte da megafauna e microfauna dessa unidade permanece ainda não descrita.

Listas resultantes de identificações preliminares indicavam, contudo, uma fauna de natureza marinha, variada, constituída, principalmente, de pelecípodes, gastrópodes, cefalópodes, braquiópodes, trilobites e crinóides.

Somente breves referências aos microfósseis (ostracodes) foram feitas por Dequech (1949, in Kegel, 1952) e Muller (1962, in Mesner & Wooldridge, 1964). Em um trabalho mais completo, Campanha & Rocha-Campos (1979) identificaram variada assembléia de microfósseis nas fácies carbonáticas de Mocambo, Contendas, Meruóca e Marabá.

Com relação aos pelecípodes, somente cabe mencionar a dissertação de mestrado elaborada por Assis (1979), como o único intento de análise taxonômica da fauna. Por razões que serão discutidas mais adiante, essa contribuição, que permanece inédita, não logrou resolver adequadamente a situação taxonômica dos pelecípodes.

Os sedimentos carbonáticos do topo da Formação Piauí são tidos como de idade Morrowno-Atokano (Pensilvaniano médio) podendo atingir a base do Desmoinesiano.

1.1 OBJETIVOS

Os principais objetivos deste projeto são:

- a) revisão e descrição taxonômica dos pelecípodes;
- b) análise da história tafonômica da assembléia;
- d) reconstituição das características paleoecológicas da assembléia para o esclarecimento da história deposicional dos carbonatos;
- c) análise das afinidades da fauna, sua possível correlação e idade.

1.2 METODOLOGIA

1.2.1 Preparação dos Fósseis

A preparação do material abrangeu as seguintes fases:

- a) fragmentação mecânica dos blocos maiores;
- b) preparação manual com broca dentária e percussores sob lupa;
- c) reprodução em látex e massa de modelar dos moldes internos e externos de dentição e de cicatrizes musculares;

O material preparado teve a superfície enegrecida por tinta nanquim e coberta por uma película de magnésio metálico para realçar feições morfológicas internas e externas.

As fotografias para as ilustrações foram realizadas com objetivas para macrofotografia de 55mm e 105mm e filmes ASA 50 e

ASA 100. Eletromicrografias de varredura adicionais foram realizadas no Departamento de Física Experimental do Instituto de Física/USP. As ilustrações das feições internas das valvas foram reconstituídas a partir de desenhos sob câmara clara.

2. ESTRATIGRAFIA E IDADE

2.1 ESTRATIGRAFIA

2.1.1 Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba (Fig. 1) localiza-se na região nordeste ocidental brasileira, ocupando uma área de aproximadamente 600.000 Km². Trata-se de uma bacia intracratônica, posicionada entre as faixas de dobramentos que bordejam os crátons do Guaporé, São Luís e São Francisco (Góes et al., 1990).

2.1.2 Formação Piauí

Os sedimentos Neocarboníferos atribuídos à Formação Piauí afloram em extensa área nas bordas oriental e sul da Bacia do Parnaíba (Fig. 1).

Estes sedimentos foram incluídos primeiramente por Small (1914) na "Série Piauí", que compreendia toda a seção paleozóica da Bacia do Parnaíba. Trabalhos posteriores, tratando do contexto estratigráfico da formação, são os de Katzer (1933), Oliveira (1934), Duarte (1936), Teixeira (1937), Paiva & Miranda (1937), Campbell et al. (1949) e Bequer (1949, in Kegel, 1951).

Posteriormente, Mesner & Wooldridge (1962) subdividiram os sedimentos da Formação Piauí em dois membros: Inferior e Superior.

O Membro inferior consiste de arenitos róseos e avermelhados, limpos, com grãos subarredondados à esféricos, comumente foscos, arenitos com estratificação cruzada e siltitos avermelhados. No membro superior alternam-se sequências de siltitos vermelhos e verdes, arenitos vermelhos, camadas finas de anidrita, dolomitos rosa e carbonatos fossilíferos cinza.

Lima Filho (1991) redefiniu os limites e contatos da Formação Piauí (Fig. 2) e estudou as microfácies carbonáticas do topo da formação. Este autor estabeleceu o limite inferior com a Formação Poti, em subsuperfície, como um contato discordante ao nível do primeiro aparecimento de sedimentos do sistema eólico de ambiente

Figura 1 - Localização da Bacia do Parnaíba e área de afloramentos da Formação Piauí (pontilhado), (Campanha & Rocha-Campos, 1979).

Figura 2- Perfil do poço NG-1-MA, mostrando novos limites propostos para a Formação Paiuí, segundo Lima Filho (1991).

desértico característico da Formação Piauí. O contato superior com a Formação Pedra de Fogo, em superfície, é, na borda leste da bacia, transicional, demarcado na base de uma sequência de pelitos silicificados intercalados com areia fina e silte, geralmente associados à camadas de oólitos também silicificados. Em subsuperfície, o contato é marcado ao nível de duas camadas de anidrita que ocorrem nas posições centro-sul, centro, oeste, norte e noroeste da bacia, utilizadas anteriormente por Mesner & Wooldridge (1964) para demarcar a base da Formação Pedra de Fogo.

2.1.3 Facies Carbonáticas

Os fósseis estudados ocorrem em carbonatos da parte superior da Formação Piauí, na região NE da bacia.

Os carbonatos designados "calcários", tem diferentes nomes ligados aos das fazendas onde encontram-se as pequenas pedreiras exploradoras para fabricação de cal, no município de José de Freitas, Piauí (Fig. 3). Os mais conhecidos são os seguintes (Lima-Filho, 1991):

- Calcário Mocambo
- Calcário Contendas
- Calcário Esperança
- Calcário Carimã
- Calcário Bom Lugar
- Calcário Vidalgo

Outra facies carbonática, não abordada por Lima Filho (1991), denominada Meruóca, apresenta moldes de pelecípodes e grande variedade de microfósseis.

As figuras 4 e 5 mostram respectivamente seções e breves descrições dos calcários fossilíferos Mocambo e Contendas e sedimentos associados, realizadas por Lima-Filho (1991).

Infelizmente não, há seção medida da facies carbonática Meruóca. Contudo, o exame petrográfico de algumas amostras fossilíferas disponíveis mostra tratar-se de um calcirrudito

Figura 3 - Localização das facies carbonáticas na borda leste da Bacia do Parnaíba. Folha José de Freitas e Campo Maior, 1:100.000, sudene, 1977, segundo Lima Filho (1991).

Figura 4 - Seção do calcário Mocambo e sedimentos associados, segundo Lima Filho (1991).

Figura 5 - Seção do calcário Contendas e rochas associadas, segundo Lima Filho (1991).

arroxado, marinho, sem estrutura interna, com abundantes grãos de quartzo angulosos, e abundantes microfósseis.

As figuras 6 e 7 mostram o aspecto dos afloramentos do calcários Mocambo e Contendas respectivamente.

2.1.4 Fauna Associada

Muitas referências aos macrofósseis são encontradas na literatura a partir dos trabalhos de Katzer (1933); Oliveira (1934); Duarte (1936); Paiva & Miranda (1937); Plummer (1946); Dequech (1949 in Kegel, 1951); Kegel (1951, 1952, 1955); Kegel & Costa (1951); Mendes & Petri (1971) e Assis (1979, 1980).

Uma lista de fósseis extraída da literatura, abrangendo sedimentos da Formação Piauí, inclui:

Macroinvertebrados:

Pelecípodes

Aviculopecten, *Edmondia*, *Nucula* (Duarte, 1936); *Naiadites*, *Posidoniella*, *Leiopteria* (Kegel, 1951); *Aviculopecten trichotomus* (Kegel & Costa, 1951); *Bakewellia* (Kegel, 1952); *Microbivalves* (Campanha & Rocha-Campos, 1979).

Braquiópodes

Spirifer opimus (Duarte, 1936); *Lingula*, *Lingulidiscina*, *Orbiculoidea* (Duarte, 1936); *Orthotetes*, *Productus* (Kegel, 1951); *Linoproductus*, *Derbyia* (Kegel, 1952).

Gastrópodes

Beleroophon (Kegel, 1951); *Euonphalus*, *Goniasma* (Kegel, 1952).

Trilobites

Griffithides, *Philipsia* (Ameura) *plummeri* (Kegel, 1951).

Cefalópodes

Orthoceras (Kegel, 1951).

Com relação aos microfósseis, as informações disponíveis consistiam, a princípio, somente de breves notícias sobre a ocorrência de ostracodes (Dequech, 1949 in Kegel, 1951) e de palinórfos (Muller, 1962, in Mesner & Wooldridge, 1964). Mais

Figura 6 - Afloramento do calcário Mocambo, Município de José de Freitas, Pi (fotografia cedida por F.P. Lima Filho).

Figura 7 - Afloramento do calcário Contendas, Município de José de Freitas, Pi (fotografia cedida por F.P. Lima Filho).

recentemente, Campanha & Rocha Campos (1979) identificaram assembléias de foraminíferos constituída de 25 diferentes espécies de formas arenáceas e calcárias, e de conodontes, incluindo 5 gêneros, abrangendo 8 espécies distintas, provenientes de afloramentos de facies calcárias da Formação Piauí, nas bordas NE e E da Bacia do Parnaíba.

Dos mesmos locais, os autores identificaram ainda, uma abundante microfauna incluindo crinóides, escleritos de holoturóides, placas e fragmentos de equinodermos, fragmentos de escolecodontes e tubos calcários (anelídeos), ostracodes, fragmentos de zoários (briozoários), espículas monaxônicas (esponjas), fragmentos de ossos, fragmentos de peixes (placas, dentes e otólitos) e fragmentos vegetais.

2.2 IDADE

A idade neocarbonífera aceita para a Formação Piauí baseava-se, até pouco tempo, na similaridade, reconhecida por Duarte (1936), entre alguns braquiópodes e moluscos identificados em amostras de superfície e de sondagem executada pelo antigo Serviço Geológico e Mineralógico, em Terezina, Piauí, em 1933, e espécies de faunas carboníferas do hemisfério norte e da Amazônia (Derby, 1894; Katzer, 1903; Duarte, 1938; Mendes, 1956a e b, 1957a e b, 1959, 1961, 1966).

Nessa ocasião, Duarte (1936), atribuiu ao andar Uraliano (Neocarbonífero) camadas de sedimentos marinhos caracterizadas pela ocorrência de *Orbiculoidea*. Kegel (1951) verificou, também, a afinidade geral entre as faunas carboníferas das duas grandes bacias paleozóicas brasileiras, com base em coleções obtidas por V. Dequech em 1949, nas fazendas Contendas e Mocambo.

Kegel (1951) descreveu ainda, do calcário Mocambo, o trilobite *Phillipsia* (*Ameura*) *plummeri* (= *Phillipsia plummeri*), e Kegel & Costa (1951), o pelecípode *Aviculopecten trichotomus*, que compararam com espécies do Pensilvaniano da América do Norte.

Mais recentemente, dados palinológicos não publicados (Muller, 1962, in Mesner & Woodridge, 1964) confirmaram a

determinação da idade atribuída com base na megafauna.

Datações paleontológicas mais precisas foram fornecidas pelos conodontes identificados nas facies carbonáticas, que indicaram uma idade morrowana-atokana (Pensilvaniano médio) para os calcários da Formação Piauí, tendo em vista a presença das espécies *Idiognatodus delicatus*, *Adetognathus lautus* e *Neognathodus bassleri* (Campanha & Rocha-Campos, 1979). Uma fauna similar, de mesma idade, foi identificada e descrita por Lemos (1992 a e b) nas formações Monte Alegre, Itaituba e Nova Olinda, da Bacia do Amazonas e formações equivalentes da Bacia do Solimões.

Confirma-se assim a afinidade entre as seções carboníferas das duas bacias, já evidenciada pela composição megafaunística.

A despeito desses dados, Góes et al. (1990) posicionam a Formação Piauí no Neopaleozóico (Fig. 8).

Figura 8 - Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba (Góes et al., 1991).

3. TAXONOMIA

3.1 Introdução:

São descritos neste trabalho 22 táxons, incluindo: 2 espécies novas; 10 formas até então não conhecidas na Formação Piauí; das quais 7 permanecem ainda não identificadas. Quatro táxons identificados por Assis (1979) não foram localizados nas coleções estudadas.

3.2 Dificuldades referentes à taxonomia

Vários gêneros anteriormente identificados na fauna da Formação Piauí, tais como *Leptodesma* Hall (1883), *Pteria* Scopoli (1777) e *Paleonucula* Queenstedt (1930), constituem táxons descritos há muito tempo, cuja morfologia e posição taxonômica são inadequadamente conhecidas. Esse fato tornou-se evidente através do exame da extensa bibliografia nacional e internacional, repleta de confusões e inconsistências.

Neste particular, o estudo do material da Formação Piauí, que apresenta uma preservação razoável das feições morfológicas internas, pôde acrescentar importantes dados sobre características da charneira, musculatura e feições morfológicas externas de parte das espécies da Bacia do Parnaíba, até o momento não descritos. Assim sendo, a primeira dificuldade a ser vencida, referiu-se à confusão de nomes genéricos e específicos, atribuídos a táxons similares, pelos diversos autores.

Outro problema resultou da impossibilidade atual da comparação direta do material da Formação Piauí com as coleções descritas das bacias sedimentares do norte da América do Sul e América do Norte. Todo o material descrito por Mendes (1966), exceto um espécime de *Wilkingia*, provenientes da Formação Itaituba (Bacia do Amazonas), encontra-se depositado na coleção da Universidade de Cornell, EUA. As comparações, portanto, foram realizadas a partir do exame da bibliografia.

3.3 Análise da Bibliografia

A fauna de pelecípodes da Formação Piauí exibe grande afinidade com as faunas do Neocarbonífero e Permiano inferior dos EUA, descrita em grande parte nos trabalhos de Stevens (1858); Meek & Hayden (1858); Meek & Woorthen (1865); Girty (1903, 1908, 1911, 1915a e b, 1927); Lee & Girty (1909) e Morningstar (1922).

Trabalhos posteriores como os de Newell (1940a e b, 1942, 1955) introduziram uma metodologia taxonômica moderna no estudo dos pelecípodes do Neopaleozóico dos EUA, dando grande importância às feições morfológicas internas da charneira e musculatura.

Autores como Dickins (1956, 1957, 1961, 1963, 1964, 1981); Dickins & Skwarco (1981); Runnegar (1966, 1967, 1969, 1974); Runnegar & Newell (1974); Waterhouse (1965, 1966, 1967, 1969a e b, 1978), descreveram pelecípodes típicos da Província Gondvânica. A estes autores deve-se um grande avanço no conhecimento da filogenia dos pelecípodes da Subclasse Anomalodesmata, representada na Formação Piauí por, no mínimo, 7 espécies.

Boyd & Newell (1968) analisaram as feições da charneira, musculatura e morfologia externa de duas espécies de pelecípodes da Subfamília Crassatellacea, ambas representadas no material da Formação Piauí.

A família Schizodidae, proposta e extensamente revisada por Newell & Boyd (1975), é representada por 3 espécies no material da Formação Piauí.

Na América do Sul, Gonzalez (1969, 1972a e b, 1976, 1977, 1978), Benedetto (1979, 1980a e b), Manceñido et al. (1976a e b) ampliaram o conhecimento das faunas de pelecípodes do Neopaleozóico das bacias do norte e do sul do continente (Venezuela e norte da Argentina), respectivamente correspondentes às províncias Tetiana e Gondvânica. Vários dos táxons descritos por esses autores foram identificados na Formação Piauí.

Mendes (1966) estudou os pelecípodes da Bacia do Amazonas. O exame das descrições e das ilustrações do material do Amazonas, comparado ao material descrito neste trabalho, expõe a necessidade de novas coletas e revisão de toda a taxonomia apresentada por este

autor.

Finalmente, ainda na área gondvânica, Rocha-Campos et al. (1977); Rocha-Campos & Carvalho (1975); Simões (1992); Rocha-Campos & Simões (1993), estudaram os pelecípodes neopaleozóicos do Brasil, Argentina e Bolívia, incluindo espécies de alguns gêneros registrados na Formação Piauí.

Embora ainda inédito, após 15 anos, o mais recente tratamento taxonômico dos pelecípodes da Formação Piauí (calcário Mocambo) deve-se a Assis (1979).

O autor identificou e descreveu 16 espécies, com base em literatura algo limitada, incluindo, principalmente, os diversos trabalhos de Girty (listados acima), Mendes (1966), Mudge & Yochelson (1962), Gordon & Pojeta (1975) e "Treatise on Invertebrate Paleontology" Moore (1969).

Assis (1979), no seu estudo, esteve também limitado pela pequena quantidade de amostras disponíveis. Nove espécies por ele identificadas estão representadas por apenas um ou dois espécimes. Assim, no material analisado, o autor não reconheceu, em quaisquer das espécies, feições morfológicas importantes, tais como, denticção e musculatura, para suas comparações e atribuições genéricas ou específicas.

A nova lista de espécies comparada à lista apresentada por Assis (1979), é a seguinte:

Assis, 1979

Nesta dissertação

---	<i>Palaeonucula levatiformis</i>
<i>Phestia bellistriata</i>	<i>Phestia bellistriata</i>
---	<i>Pteronites</i>
<i>Leptodesma</i>	<i>Leptodesma</i>
<i>Pteria</i>	? <i>Pteria</i>
<i>Aviculopecten trichotomus</i>	<i>Aviculopecten trichotomus</i>
<i>Schizodus amazonicus</i>	<i>Schizodus alpinus</i>
---	<i>Schizodus mocamboensis</i> sp. n.
---	<i>Schizodus</i> sp.
<i>Permophorus subcostatus</i>	<i>Permophorus subcostatus</i>
<i>Astartella</i> sp	<i>Astartella subquadrata</i>
---	<i>Oriocrassatella piauiensis</i> sp. n.
<i>Sanguinolites</i> cf. <i>S. meslerianus</i>	<i>Sanguinolites</i>
---	<i>Myonia</i> sp. n.
<i>Wilkingia terminalis</i>	<i>Wilkingia terminalis</i>

<i>Wilkingia terminalis</i> (jovem)	Gen. et sp. ind. 1
---	Gen. et sp. ind. 2
<i>Posidonia</i>	Gen. et sp. ind. 3
---	Gen. et sp. ind. 4
---	Gen. et sp. ind. 5
---	Gen. et sp. ind. 6
---	Gen. et sp. ind. 7
<i>Cypricardella</i> cf. <i>C. subeiptica</i>	---
<i>Streblopteria</i>	---
<i>Edmondia corpulenta</i>	---
<i>Rimmyjimina brasiliensis</i>	---
<i>Septimyalina</i> sp (?)	---

Obs.: o traço corresponde a táxon não identificado

3.4 Classificação taxonômica referente à Subclasse Anomalodesmata

Conforme comentado por Simões (1992) e Rocha-Campos & Simões (1993), não há um consenso entre os autores que estudaram as relações filogenéticas dos pelecípodes atribuídos à Subclasse Anomalodesmata (e.g., Runnegar, 1974; Morton, 1985; Morris, 1991). O problema resulta, em parte, do fato de os pelecípodes desta subclasse terem sofrido, durante o Paleozóico e Mesozóico, uma evolução mútua, com diferentes grupos evoluindo de maneira paralela, ocupando habitats marinhos com modos de vida semelhantes. Durante o Paleozóico, teria havido uma gradação morfológica entre os pelecípodes escavadores rasos e profundos. Portanto, "uma classificação para esses pelecípodes ao nível de família deve separar os gêneros convergentes (homeomorfos) e unir somente aqueles com parentesco filogenético" (Simões, 1992). Por este motivo, no presente trabalho, é utilizada a classificação de Runnegar (1974) para a Subclasse Anomalodesmata.

3.5. Lista de Abreviações

Referentes às dimensões:

E: espécime
VD: valva direita
VE: valva esquerda
C: comprimento
A: altura
L: largura de valvas conjugadas
1/2L: largura de apenas uma das valvas
AL: alongamento (comprimento vs altura)
O: obesidade (altura vs largura)
CA: comprimento da região anterior
AU: ângulo umbonal
AC: ângulo entre carena umbonal e margem dorsal

Obs.: Outras abreviações referentes aos espécimes, tais como, RC, SP, S/N^o Col, são reservadas aos espécimes ainda não catalogados em coleção científica.

Referentes à musculatura

AA: adutor anterior
AP: adutor posterior
LP: linha palial
EP: elevador pedial
RB: retrator bissal
SP: sinus palial
M: Músculo de afinidade incerta
MAP: musculatura pedial acessória
MVM: músculo ventro mediano
MDM: músculo dorso mediano
PPA: protrator pedial anterior
PPP: protrator pedial posterior
RPA: retrator pedial anterior
RPP: retrator pedial posterior
RBA: retrator bissal anterior
RBP: retrator bissal posterior
EPV: músculos relacionados ao pé e às vísceras

Referentes às coleções examinadas

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral.
GP/1E, Coleção Paleontológica de entrada do Instituto de Geociências, USP.

3.6. DESCRIÇÕES

Classe Pelecypoda Goldfuss, 1820

Subclasse Palaeotaxodonta Korobkov, 1954

Ordem Nuculoidea Dall, 1889

Superfamília Nuculacea Gray, 1824

Família Nuculidae Gray, 1824

Gênero *Palaeonucula* Quenstedt, 1930

Espécie-tipo: *Nucula hammeri* Defrance, 1825

Palaeonucula levatiformis (Walcott), 1884

(Est. 1, Figs. 1 - 3)

Sinonímia:

1936 - *Nucula* sp.; Duarte, p. 2.

1937 - *Nucula* sp.; Paiva & Miranda, p.27

1951 - *Nucula* sp.; Kegel, p. 16.

Descrição: Concha pequena, subtriangular, de comprimento pouco maior que a altura, moderadamente inflada, alongada anteriormente, inequilateral, equivalve. Margens anterior, posterior e ventral levemente convexas, a posterior perpendicular a anterior. Umbos elevados acima da charneira; bicos opistógiros. Superfície ornamentada por linhas de crescimento muito finas; próximo a margem ventral aparecem 2 ou 3 constrições concêntricas de crescimento. Dentição taxodonte, com 13 dentes anteriores e aproximadamente 6 posteriores nos espécimes mais completos, todos apresentando fraco padrão "V" ("chevron-shaped"), de convexidade voltada para os bicos. Os dentes são menores próximos aos bicos e às extremidades da charneira. Resilífero amplo, triangular, interrompe a fileira de dentes sob os bicos. Cicatrizes dos músculos adutores grandes, subcirculares, a anterior mais fortemente marcada, ambas posicionadas pouco abaixo do final da fileira de dentes. Músculos acessórios estão preservados na região umbonal: duas

cicatrizes coalescidas (dorsomediana e ventromediana), e anteriormente a estas 3 pequenas cicatrizes, todas possivelmente relacionadas às inserções dos músculos retratores pediais. Uma cicatriz pequena, subcircular, diretamente acima de cada adutor, a anterior mais fortemente marcada, correspondem provavelmente às inserções da musculatura protratora do pé (Fig. 9).

Figura 9 - *Palaeonucula levatiformis*, aspectos da musculatura: AA, adutor anterior; PPA, protrator pedial anterior; MAP, musculatura pedial acessória; MDP, músculo dorso mediano; MVM, músculo ventro mediano; PPP, protrator pedial posterior; AP, adutor posterior; LP, linha palial.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	DA	DP	AL	O
SP	E	7,0	5,5	---	---	---	1,40	---
DNPM 254	D	5,5	5,0	---	9	---	1,10	---
1	D/E	5,5	4,5	3,0	---	---	1,22	1,50
DNPM 119	E	5,1	5,0	---	9*	5	1,00	---
GP/1E 1332E		5,0	5,0	---	9	6	1,00	---
DNPM 250	D/E	5,0	5,0	3,0	---	---	1,00	1,66
GP/1E 1825E		5,0	4,5	---	10*	5*	1,11	---
DNPM 050	E	5,0	4,5	---	13	6*	1,11	---
S/N	D/E	4,5	3,5	2,5	---	---	1,28	1,40
2	D/E	4,1	4,0	2,3	8*	4*	1,05	1,74
DNPM 291a	E	---	5,0	---	8	5*	---	---
DNPM 291b	D	---	---	---	13	4*	---	---
DNPM 196	D	---	---	---	---	4*	---	---

Obs: *, medidas aproximadas.

Material: Vinte e sete espécimes incluindo moldes internos de

valvas direitas e esquerdas, e um molde externo.

Ocorrência: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Schenck, já em 1934, chamou a atenção, no seu trabalho de classificação da Família Nuculidae, para a necessidade de uma revisão dos inúmeros problemas taxonômicos relativos a essa entidade taxonômica.

Ao gênero *Nucula* Lamarck 1799 são atribuídos nukulídeos paleozóicos com condróforo interrompendo a dentição taxodonte e com margem ventral interna crenulada (Shimmer & Shrock, 1955; Elias, 1957). Schenck (1934) deduziu, a partir da descrição de Quenstedt (1930, in Shenck, 1934) a existência, atrás do condróforo, de uma saliência por ele designada "chondrophore tooth".

Girty (1911) criou o gênero *Nuculopsis* baseado em atributos morfológicos observados de maneira imperfeita, como notado por Schenck (1934, p.30). Este autor, contudo, manteve este nome para nukulídeos paleozóicos, com margem ventral não crenulada. Elias (1957) usa *Nuculopsis* como táxon de valor subgenérico e afirma que *Nuculopsis* difere de *Nucula*, *strictu sensu*, por ter margem ventral lisa, e tanto de *Nucula* quanto de *Ennucula*, por possuir o condróforo não interrompendo a dentição taxodonte. *Ennucula* Iredale 1931, é atribuído a nukulídeos grandes, com condróforo notavelmente oblíquo.

Palaeonucula Quenstedt (1930, p. 112, *apud* Schenck, 1934) e *Nuculopsis*, foram designados como subgêneros de *Nuculopsis*. Porém, Chronic (1952) e Newell et al. (1953) utilizam o nome *Palaeonucula* para nukulídeos permianos sem condróforo, mas que possuem resiliífero interrompendo a dentição taxodonte sob os bicos. Baseado nas excelentes ilustrações de Chronic (1952, Est. 6, Figs.4 - 6) e na comparação entre a relação comprimento/altura entre os espécimes do calcário Mocambo, e as formas descritas por Chronic e Newell, preferiu-se usar *Palaeonucula* como entidade taxonômica de nível genérico, para as formas da Formação Piauí com margem ventral lisa e que

lisa e que não apresentam condróforo.

P. levatiformis, aqui descrita, é comparável a *P. levatiformis* (Walcott) descrita por Chronic (1952) da Formação Kaibab, Permiano do Estado do Arizona, EUA (Fig. 10). Ambas possuem forma geral similar, dentição anterior variando entre 10 - 13 dentes e posterior entre 6 - 9, resilífero triangular amplo, interrompendo a dentição taxodonte. A ornamentação das formas do calcário Mocambo não está preservada acima da margem ventral, mas, a exemplo das formas americanas, pode-se supor que tenham duas ou três constrições de crescimento junto à margem ventral. Newell et al. (1953) descreveram *P. cf. P. levatiformis* de sedimentos do Permiano inferior do Peru, forma esta de provável afinidade específica ao material da Formação Piauí.

Superfamília Nuculanacea H. Adans & A. Adans, 1858

Família Nuculanidae Adans & Adans, 1858

Gênero *Phestia* Chernyshev, 1951

Espécie-Tipo: *Leda inflatiformis* Chernyshev, 1939

Phestia bellistriata (Stevens), 1858

(Est. 1, Figs. 4 - 9)

Sinonímia:

1951 - *Nuculana*; Kegel, p.16.

1979 - *Phestia bellistriata* (Stevens, 1858); Assis, p. 45, Est. 6, Figs. 3 e 4..

1980 - *Phestia bellistriata* (Stevens, 1858); Assis, p. 201.

1985 - *Polidevcia* aff. *bellistriata* (Stevens, 1858); Rocha-Campos & Arkangelski, p.233.

Descrição: Concha espessa, de tamanho médio; comprimento em torno de duas vezes a altura; nuculaniforme, inequilátera, equivalve, inflada na região umbonal, muito comprimida

Figura 10 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.), para 2 espécies de *Paleonucula*.

posteriormente. Umbos pequenos, elevados sobre a linha de charneira; bicos levemente opistógiros; um espessamento da concha produz, internamente, uma crista estreita na região umbonal, que se alarga em direção à margem ventral posterior. Margem anterior dorsal levemente convexa, contínua com a extremidade anterior arredondada; margem ventral levemente arqueada. Região posterior bem desenvolvida, com extremidade semi-circular; margem posterior dorsal levemente côncava. Concha ornamentada com estrias concêntricas finas, bem definidas, que se tornam fracas ao aproximarem-se do escudo e da lúnula; em torno de 4 por mm na região mais inflada da altura mediana. Lúnula possivelmente ovóide; escudo longo, largo e pouco profundo. Cicatriz do músculo adutor anterior circular, pouco marcada, na metade da altura, junto à extremidade anterior. Pouco atrás, está uma pequena cicatriz de função incerta (M). Cicatriz do músculo adutor posterior fracamente marcada, pouco atrás do final da sequência posterior de dentes. Anterior a esta, sobre a margem dorsal, há uma pequena cicatriz (retrator pedial posterior ?). Duas outras cicatrizes da musculatura acessória, bem marcadas, localizam-se, a primeira, na região umbonal (retrator pedial anterior), a outra, pequena, circular, na extremidade do umbo, possivelmente relacionada ao pé. Linha palial visível apenas na região anterior (Fig. 11).

Figura 11 - *Phestia bellistriata*, aspectos da musculatura: M, músculo de função incerta; RPA, retrator pedial anterior; MP, músculo possivelmente relacionado ao pé; RPP, retrator pedial posterior. Outros símbolos iguais à Fig. 7.

Charneira estreita, com dentição taxodonte; dentes em formato "V" (chevron-shaped), com a convexidade voltada para os bicos. Anteriormente, estendem-se até pouco à frente da metade da região anterior; posteriormente, até meia distância da extremidade posterior. Em espécimes completos, o número máximo de dentes contados anteriormente é de 12, posteriormente, 11, totalizando 23. Condróforo amplo, triangular, interrompe a dentição sob os umbos. Um espécime (DNPM 139) mostra que pequenos dentes, 4 ou 5, podem se alojar acima do condróforo.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	CA	AL	O
DNPM 11	D	21,5	10,5	4	8	2,04	1.31
DNPM 29	D	21,0	---	4	6	---	---
DNPM 50	E	20,0	9	2,5	6	2,22	1,80
DNPM 156	E	19,0	10,0	2,5	8	1,90	2,00
DNPM 243	D	19,0	10,0	2	6	1,90	2,50
DNPM 105	E	18,5	9	2	6	2,05	2,25
DNPM 142c	E	17,5*	9,5	2,5	6	1,84*	1.90
S/N 19	D	16,5	9,0	---	6,5	1,83	---
DNPM 87	E	15,5*	9,5	2,5	7	1,63	1,90
GP/1E 1717	E	15,0	8	3	6	1,89	1,33
GP/1E 3995	E	14,0	7	2	5	2,00	1,75
DNPM 139	E	13,5	7	2	6	1,93	1,75
DNPM 10	E	12,5	7	2,5	3	1,79	1,40
DNPM 139a	E	12,5	7	---	4	1,79	---
DNPM 142B	E	12,5	7	1,5	3,5*	1,79	2,30
DNPM S/N	D	12,0	6	---	5	2,00	---
GP/1E	E	15,0	6	1,5	5,0	2,50	2,00
DNPM 9	D	10,0	6	1,5	3,5	1,66	2,0

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Vinte e cinco moldes de valva direita e valva esquerda, incluindo moldes internos e externos.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo e calcário Contendas.

Discussão: Dickins (1963) discutiu três gêneros de Nuculanidae do Paleozóico Superior, atribuídos previamente a *Nuculana*, a

saber: *Phestia* Chernishev, 1951, *Polidevcia* Chernishev, 1951 e *Culunana* Lintz, 1958. Os três táxons diferem de *Nuculana* por exibirem uma crista interna que parte do umbo em direção à margem ventral. Elias (1957) considera "ausência de condróforo" em *Polidevcia* (característica descrita por Chernishev, 1951, in Elias, 1957) um "erro de observação ou tipográfico", o que torna *Polidevcia* sinônimo de *Phestia*. Lintz (1958) propôs *Culunana*, como um gênero à parte, baseado apenas na presença de um condróforo. Portanto, não parece justificada, a manutenção de *Polidevcia* e *Culunana* como táxons à parte, sendo ambos, provavelmente, sinônimos de *Phestia*. Contudo, Dickins (1963) reconhece o possível valor subgenérico de *Polidevcia*, para formas com maior alongamento transversal.

Assis (1979), baseado na descrição original de Stevens (1858) e na ilustração de Gordon et al. (1969, Est. 3, Fig. 25), atribuiu a forma do Calcário Mocambo à espécie *P. bellistriata* (Stevens, 1858, sem ilustração), táxon comum no Pensilvaniano (Elias, 1957), tendo em vista apenas a semelhança morfológica externa, uma vez que Stevens não entra em detalhes a respeito da dentição nem descreve a musculatura. Contudo, sua descrição acomoda, de forma geral, os espécimes da Formação Piauí. Essa designação é também confirmada, no presente trabalho, através do exame e comparação dos espécimes estudados com as descrições e ilustrações da dentição e musculatura, elaborados por Girty (1915b, Est. 14, Figs. 1 - 9) para *Leda bellistriata* do Pensilvaniano do Estado de Oklahoma, EUA.

Ordem Mytiloida Férussac, 1822

Superfamília Pinnacea Leach, 1819

Família Pinnidae Leach, 1819

Gênero *Pteronites* Mc'Coy, 1844

Espécie-tipo: *Pinna angustatus* Stolicza, 1871

Pteronites Mc' Coy, 1844

(Est. 2, Figs. 3 - 6)

Descrição: Valvas grandes, cuneiformes, infladas; região umbonal não preservada; linha de charneira reta, margem ventral levemente convexa; superfície ornamentada por finas linhas de crescimento.

Material: Quatro moldes internos com valvas conjugadas.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: O material da Formação Piauí é fragmentário, o que prejudicou grandemente a descrição e comparações. Entretanto, *Aviculopinna* foi descrita de várias localidades, de sedimentos de idade pensilvaniana da América do Sul, bem como de formações de mesma idade da América do Norte.

Duarte (1938) descreveu *Aviculopinna americana* de sedimentos carboníferos da Bacia do Amazonas. Mendes (1966) descreveu *Aviculopinna* sp. dos sedimentos pensilvanianos da Formação Itaituba. O material utilizado por ambos autores é de preservação bastante precária, sendo impossível comparações minuciosas.

Newell et al. (1953, Est. 30, Fig. 4) ilustrou *Aviculopinna* spp. de sedimentos do Pensilvaniano médio do Grupo Tarma, Peru. O espécime, embora menor, é semelhante ao material da Formação Piauí, pela forma geral e pela ornamentação de finas linhas concêntricas.

Gordon & Pojeta (1975) descreveram *Aviculopinna* sp. Contudo o material é igualmente mal preservado e fragmentário.

Uma designação específica, portanto, aguarda material de melhor qualidade e mais numeroso.

Família Pterineidae Miller, 1877

Gênero *Leptodesma* Hall, 1883

Espécie tipo: *Leptodesma potens* Miller, 1889

Leptodesma sp.

(Est. 2, Figs. 1 - 2)

Descrição: Concha pequena, oblíqua, inequilateral; valva esquerda mais inflada que a direita; umbos distantes da margem anterior um quarto do comprimento da concha; bicos prosógiros, posicionados pouco acima da linha de charneira; um sulco raso abre-se a partir da região umbonal em direção à margem ventral; aurícula anterior curta, pouco destacada do corpo da concha; margem ventral convexa; aurícula posterior ampla, não diferenciada do corpo da concha; ornamentação constituída por linhas de crescimento concêntricas e constrições concêntricas fracas, irregularmente espaçadas; musculatura anisomiária; cicatriz do músculo adutor anterior pequena, circular, bem marcada, localizada sobre a aurícula anterior, margeada posteriormente por um suporte miofórico pouco marcado; cicatriz do músculo adutor posterior ampla, elíptica, posicionada pouco acima da altura média da concha; coalescida a esta, está uma ampla cicatriz, fracamente marcada, possivelmente relacionada à retração do bisso; duas outras pequenas cicatrizes circulares, posicionam-se na face anterior do umbo, a anterior, maior, ambas possivelmente relacionadas à retração do bisso (Fig. 12).

Figura 12 - *Leptodesma* sp., aspectos da musculatura: RBA (?), provável músculo retrator bissal anterior; RBP (?), provável músculo retrator bissal posterior. Outros símbolos como na figura 7.

Linha de charneira estende-se por toda margem dorsal posterior; dente lateral estende-se por toda esta margem na valva direita; na valva esquerda um alvéolo longo e raso ocupa a margem posterior dorsal.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	AL
DNPM 196	E	18	8	2,2
GP/1E 1829	E	18	12	1,5
GP/1E 1629	E	19	9	2,1
SN ⁰ Col ⁰	D	13	7	1,8
DNPM SN ⁰	D	15	9	1,5

Material: Cinco moldes internos, incluindo valvas esquerdas e direitas, e um molde externo.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Assis (1979; p. 26, Est. 7, Fig. 5) atribuiu ao gênero *Leptodesma* forma de contorno oval, com linha de charneira de comprimento pouco maior que o comprimento da valva e com o corpo da concha em ângulo baixo com a linha de charneira. Este autor não referiu-se à possível fragmentação da aurícula posterior, característica que torna seu espécime distinto do material descrito neste trabalho, sendo impossível determinar tratar-se do mesmo táxon.

Diversos autores (Kindle et al., 1905; Girty, 1915a, 1927; Duarte, 1938; Elias, 1957; Korejwo, 1975; Manceñido et al., 1976; Benedetto, 1980a) atribuíram ao gênero *Leptodesma*, formas com a aurícula posterior distinta do corpo da valva. É possível que pela fragilidade da concha todos os espécimes da Formação Piauí analisados apresentem-se sem a extremidade da aurícula posterior. Assim sendo, o material da Formação Piauí é comparável apenas a *Leptodesma* (*Springeria*) *matheri* Elias, 1957, do Mississipiano de Oklahoma, EUA.

Um caráter diagnóstico do gênero, presente no material da Formação Piauí, é a presença de um suporte miofórico na região anterior (Moore, 1969, p. N 299).

Confirma-se assim a atribuição ao gênero *Leptodesma* para o material da Formação Piauí, contudo, uma atribuição específica aguarda maior quantidade de espécimes de melhor preservação.

Subclasse Pteriomorphia Beurlen, 1944

Ordem Pterioidea Newell, 1965

Subordem Pteriina Newell, 1965

Superfamília Pteriacea Gray, 1847

Família Pteriidae Gray, 1847

Gênero *Pteria*, Scopoli, 1777

Espécie tipo: *Mytilus hirundo* Linné, 1758

?*Pteria*

(Est. 1, Figs. 10 - 11)

Sinonímia:

1979 - *Pteria duartei* Mendes, p. 37, Est. 2, Fig. 6.

1966; Assis, p. 23, Est. 4, Figs. 1 - 2.

Descrição: Concha pequena, inequilateral, corpo oblíquo em relação ao eixo da charneira; valva esquerda inflada, estando comprimidas posteriormente; Umbos prosógiros, bicos pouco elevados acima da charneira, distante um terço do comprimento da concha atrás da extremidade anterior; margem anterior dorsal reta, extremidade anterior arredondada, margem ventral levemente convexa; um sulco abre-se a partir dos umbos até a margem ventral; extremidade posterior projetada um quarto do comprimento da concha atrás da extremidade posterior da charneira; margem dorsal posterior reta; cicatriz do músculo adutor anterior circular, bem marcada, posicionada na região de inserção da aurícula ao corpo da concha; um exemplar (DNPM 245), um molde interno de valva esquerda, tem preservada uma

cicatriz próxima à extremidade posterior, sobre o corpo da concha, que possivelmente trata-se do músculo adutor posterior; duas outras cicatrizes, pequenas, bem marcadas posicionadas na face anterior do umbo possivelmente estão relacionadas ao bisso (Fig. 13).

Figura 13 - ?*Pteria*, aspectos da musculatura: MB, músculos bissais. Outros símbolos como na figura 7.

Dentes cardinais ausentes ou não preservados; na valva esquerda, um dente lateral ocupa toda a margem dorsal posterior bifurcando-se junto à extremidade posterior.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	AL
DNPM 221	E	13	6	2,1
DNPM 245	E	12	5	2,4
SN ^O Col.	E	12	5	2,4
SN ^O Col.	E	11	5	2,2
DNPM 270	E	10	4	2,5
DNPM 077	E	10	5	2,0
DNPM 106	E	9	4	2,2

Material: Sete moldes fragmentários de valva esquerda.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Mendes (1966) descreveu *Pteria duartei* da Formação Itaituba (Pensilvaniano), Bacia do Amazonas, a partir de material fragmentário. Assis (1979) atribuiu à espécie de Mendes o material da Formação Piauí por ele estudado, devido à

semelhança da morfologia externa com seu único espécime encontrado.

Dozierella goldi descrita por Newell (1940a; p. 284, Est. 1, Figs. 14 - 22) é um táxon afim ao material da Formação Piauí, porém, a má qualidade da preservação da região anterior dos diversos espécimes aqui descritos não esclarece a possível existência de dentição cardinal.

O gênero *Bakewelia* citado por Katzer (1903) da Formação barreirinhas (Permocarbonífero) Bacia do Amazonas, foi descrito por diversos autores (e.g., Chronic, 1953; Winters, 1963) de formações de idade permiana norte-americanas. Embora de forma geral semelhante, distingue-se do material da Formação Piauí pela aurícula posterior mais destacada do corpo da concha e pelo sulco lateral mais fortemente marcado.

É duvidosa, portanto, a atribuição de Assis (1979) ao gênero *Pteria* pela inconsistência da designação de Mendes (1966).

Preferiu-se colocar em dúvida a atribuição de Assis (1979) e aguardar material em maior quantidade e de melhor preservação para uma atribuição taxonômica mais consistente.

Família Aviculopectinidae Meek & Hayden, 1864

Aviculopecten M'Coy. 1851

Espécie-tipo: *Aviculopecten planorradiatus* Hind, 1903.

Aviculopecten trichotomus Kegel & Costa, 1951

(Est. 1, Figs. 12 - 15)

Sinonímia:

1936 - *Aviculopecten* sp.; Duarte, p. 2.

1937 - *Aviculopecten*; Paiva & Miranda, p. 27.

1951 - *Aviculopecten trichotomus*; Kegel & Costa, 1951, p. 9.

1966 - *Aviculopecten camposi*, Mendes, p. 43, Est. 5, Fig. 4.

1979 - *Aviculopecten trichotomus*; Assis, p. 29, Est. 3, Fig. 1

- 5.

1980 - *Aviculopecten trichotomus*; Assis, p. 201.

1985 - *Aviculopecten trichotomus*; Rocha-Campos & Archangelsky, p. 233

1992 - *Aviculopecten*; Anelli et al., p. 502

Descrição: Concha pectinóide, pequena, áclina, levemente inequilateral, fortemente inequivalve, valva esquerda inflada, aurícula anterior com extremidade arredondada, aurícula posterior ponteaguda. A aurícula anterior une-se ao corpo principal da concha por um sulco levemente encurvado, a posterior por um sulco retilíneo. Bicos situados levemente acima da linha cardinal, levemente prosógiros. Valva direita fracamente convexa, apresentando profundo sinus bissal sob a aurícula anterior. Área cardinal longa, pouco menor que o comprimento da valva. A ornamentação consiste de costelas radiais fasciculadas, mais bem marcadas junto à margem ventral; as costelas radiais principais originam-se na região umbonal e fasciculam-se junto à margem ventral; entre as costelas radiais principais, na altura média da concha, intercalam-se entre uma a três costelas secundárias; aurículas ornamentadas com costelas radiais e linhas de crescimento concêntricas bem evidentes. A ornamentação da valva direita consiste de costelas radiais fracamente marcadas, não fasciculadas.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	AU
R.C 1	E	22	24	6	82 ⁰
DNPM 231	E	---	21	6	82 ⁰
DNPM 116	E	22	24	---	74 ⁰
DNPM 073	E	12	13	3	72 ⁰
DNPM 231	E	17,5	17,5	5	77 ⁰
GP/1E 1832	E	---	10	4	75 ⁰
DNPM 196	E	---	21	5	82 ⁰
GP/1E 1608	E	---	17	4	77 ⁰
DNPM 256	E	---	14	4	79 ⁰
GP/1E 1559A	E	14	15	4	74 ⁰
DNPM 130	E	11	12	3	74 ⁰

GP/1E 1559	D	12,5	13	1	84 ⁰
GP/1E 1666	D	15	14	1	93 ⁰

Material: Trinta e quatro moldes internos e externos fragmentários incluindo valvas esquerda e raras valvas direitas.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo e calcário Contendas.

Discussão: *Aviculopecten trichotomus* Kegel & Costa, 1951, foi erigido por diferir de *A. scalaris* Herrick, pela maior convexidade, pelo bico mais proeminente e fasciculação das costelas menos desenvolvidas. Trata-se da única espécie formalmente descrita de sedimentos da Formação Piauí.

Possivelmente, *Aviculopecten camposi* Mendes, 1966, descrita de sedimentos da Formação Itaituba, Bacia do Amazonas, trata-se de forma coespecífica ao material da Formação Piauí. O espécime ilustrado por Mendes (1966, p. 43; Est. 4, Figs. 1, 2) possui forma e padrão de ornamentação muito semelhantes, contudo, a sinonímia só será devidamente esclarecida com o exame pessoal de amostras da Formação Itaituba.

Subclasse Paleoheterodonta Newell, 1965

Ordem Trigonioidea Dall, 1889

Superfamília Trigoniacea Lamarck, 1819

Família Schizodidae Newell & Boyd, 1975

Gênero *Schizodus* de Verneuil & Murchison, 1844

Espécie-Tipo: *Axinus obscurus* Sowerby, 1821 (por designação subsequente de de Verneuil, 1845)

Schizodus alpinus (Hall, 1858)

(Est. 3, Figs. 1 - 4)

Sinonímia:

1966 - ? *Schizodus amazonicus* Mendes; p. 42, Est. 5, Fig. 3;

1979 - ? *Schizodus amazonicus* Mendes; Assis, p. 34, Est. 6,
Figs. 1 - 2.

Descrição: Concha subtrigonal, média, levemente inequilátera, equivalve. Margem anterior semi-circular, margem ventral ligeiramente convexa, margem posterior obliquamente truncada, margem dorsal curta e reta, paralela ao eixo de maior comprimento. Concha moderadamente inflada, obesidade máxima posterior ao umbo. Umbo alto, situado atrás da extremidade anterior a 1/3 do comprimento total da concha; bico ortógiro. Carena bem marcada, moderadamente encurvada. Lúnula e escudo ausentes. Charneira esquizodonte, curta. Dente pivotal esquerdo não estendido posteriormente, em forma de cunha, de base triangular e leve sulco mediano voltado para região umbonal. O dente principal da valva direita é o mais anterior dos pivotaes, possuindo margem anterior reforçada, extremidade aguda e base triangular, separado, por um hiato da charneira, da margem posterior dorsal. Em cada valva, está presente um dente pouco distinto, alongado, posterior ao dente principal na valva direita e anterior a este na valva esquerda. Ninfas e dentes laterais não distintos ou ausentes. Cicatrizes dos músculos adutores anterior e posterior bem elevados, situados um quarto da altura abaixo dos bicos, aproximadamente iguais em área, sendo o anterior de forma mais elíptica e o posterior subcircular. Cicatrizes dos músculos retratores anterior (elíptica) e posterior (alongado) presentes entre os adutores e o bico; cicatriz do músculo elevador do pé na extremidade do umbo. Linha palial íntegra, um quarto da altura distante da margem ventral (Fig. 14).

Figura 14 - *Schizodus alpinus*, aspectos da musculatura: RPP, retrator pedial posterior; RPA, retrator pedial anterior; EP, elevador pedial.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	CA	A	O
DNPM 162	E	27*	22,5	8	10,5	1,20*	1,4
DNPM 169	D	27	21	8,2	10	1,38	1,3
DNPM 211	E	24,1	20	7	11	1,20	1,4
S/No Col.	D	24*	22	5,4	11	1,10*	2
DNPM 136	D	23,6*	19,9	7,2	9	1,19*	1,4
DNPM 217	E	23,1	19,5	6	10	1,18	1,6
S/No 13	E	22,2	18,5	5,1	9,5	1,20	1,8
DNPM 195	E	21,7	18,5	5	9,5	1,17	1,8
DNPM 212b	E	20	17	6	9,2	1,18	1,4
DNPM 238	E	14,2	12,6	3,2	---	1,3	2,0
S/No Col.	E	13	11	3	---	1,18	1,8
DNPM 212a	D	11	10	2,5	4,1	1,10	2,0

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Vinte e dois moldes internos de valvas direitas e esquerdas, incluindo espécimes fragmentários.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: *Schizodus alpinus* (Hall), descrito e ilustrado por Newell & Boyd (1975; Figs. 38 A-H e 39 A-C), de sedimentos do Pensilvaniano médio e superior (provavelmente Desmoinesiano) dos Estados Unidos, apresentam mesmo padrão geral de morfologia externa, característica comum à muitas espécies do gênero, inclusive para as formas menores, da espécie da Formação Piauí (Fig. 15). A atribuição a *S. alpinus* à espécie aqui estudada

Figura 15 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.) para 4 espécies afins a *Schizodus alpinus*.

deve-se, primeiramente, à dentição e aos sulcos estreitos e bem marcados, próximos à região umbonal, para a inserção dos músculos retratores do pé. Os autores acima citados consideraram essa espécie como de ampla distribuição cronológica, a partir do Atokano (idade do calcário Mocambo segundo Campanha & Rocha-Campos, 1979) ao Virgiliano, dos sedimentos de vários estados americanos. *S. alpinus* difere de *S. supaiensis* Winters, do Permiano da América do Norte pela posição mais central da região umbonal e contorno mais anguloso das margens dorsal e ventral da margem respiratória.

S. cuneatus Meek ilustrado por Shimmer & Shrock (1955), e descrito por Morningstar (1922), e outros descritos de sedimentos pensilvanianos dos Estados Unidos, difere de *S. alpinus* por apresentar região posterior mais desenvolvida e região umbonal mais próxima à região anterior.

Mendes (1966) descreveu *S. amazonicus*, de sedimentos da Formação Itaituba, Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, a partir de um único exemplar fragmentário, que não exhibe nenhuma característica da charneira ou da musculatura. Assis (1979) atribuiu a *S. amazonicus* o material da Formação Piauí. Em sua descrição, Assis não justificou devidamente tal atribuição. É possível, contudo, que através da obtenção de novo material, a espécie amazônica possa ser sinonimizada a *S. alpinus*.

Gonzalez (1969) descreveu *Schizodus* sp. a e *Schizodus* sp. b de sedimentos da Formação Caño Indio, Pensilvaniano da Venezuela. Embora Gonzalez não tenha se referido às características da charneira e musculatura, considera-se, pela forma geral muito semelhante, e, tendo em vista a idade do material e proximidade das bacias, seja possível tratar-se de formas coespecíficas.

Schizodus mocamboensis sp. n.

(Est. 3, Figs. 5 - 7)

Holótipo: DNPM 245; **localidade-tipo:** afloramento situado na Fazenda Mocambo, Município de José de Freitas, Pi; **estrato-tipo:** Formação Piauí.

Parátipos: DNPM 244, DNPM 074, DNPM 291, GP/1E 1832, GP/1E 1558, DNPM 302, DNPM 267.

Epíteto específico: Referente à Fazenda Mocambo, onde aflora o calcário homônimo.

Diagnose: Concha pequena, dentes cardinais não salientes da área cardinal, presença de um sinus palial raso; cicatrizes dos músculos retratores pediais pequenas, circulares, próximas à área cardinal.

Descrição: Concha subtrigonal, pequena, inequilátera, alongada, equivalve, muito comprimida. Margem anterior semi-circular, contínua com a margem ventral, esta, levemente convexa; extremidade posterior espatuliforme, com truncamento formando ampla margem respiratória; margem dorsal curta e reta. Umbos pouco proeminentes, bicos situados a 1/3 do comprimento atrás da extremidade anterior, fracamente prosógiros. Charneira esquizodonte, curta. Dente pivotal esquerdo bem desenvolvido, não estendido posteriormente, com extremidade triangular, e com tênue sulco na face voltada para a região umbonal. Dente pivotal da valva direita é o anterior dos pivotaís, sub-triangular, afastado da margem cardinal posterior devido a um hiato da charneira. Há um dente lateral tênue, alongado, em cada uma das valvas. Ninfa pouco distinta apenas em um molde interno de uma valva direita. Cicatrizes dos músculos adutores anterior e posterior elevadas, 1/4 da altura abaixo da extremidade do umbo, iguais em área, sendo a anterior de forma elíptica e a posterior circular, ambas bem marcadas. Cicatrizes dos músculos retratores do pé presentes entre os adutores e o

bico, o anterior mais alongado, unido por um ínstimo ao adutor, o posterior, circular, separado do adutor, ambos com área equivalente a $1/8$ da área de um adutor. Cicatriz do músculo elevador do pé situado sobre o bico. Linha palial distante da margem ventral $1/4$ da altura, com sinus palial amplo e raso (Fig. 16).

Figura 16 - *Schizodus mocamboensis* sp. n., aspectos da musculatura: SP, sinus palial. Outros símbolos como na figura 11.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2 L	CA	AL	O
DNPM 244	D	12,4	8,1	1,5	4	1,53	2,7
DNPM 074	D	10	6,2	1	3	1,61	3,1
DNPM 291	E	9,1	6	1,5	3,5	1,52	2,0
DNPM 195	E	12	7,1	1,8	4	1,69	1,97
S/N 20	D	11,5	8	2	5	1,44	2
SP 1b	D	9,1	6,4	1,5	---	1,42	2,13
GP/1E 1832	D	12,5	8,5	2	4	1,47	2,12
DNPM 267	E	8,5	5,1	1,1	3	1,67	2,31
GP/1E 1558	D	---	8	1,8	---	---	2,22
DNPM 302	D	11	---	---	4,2	---	---

Material: Vinte moldes internos de valvas direitas e esquerdas, incluindo espécimes fragmentários; raros moldes externos.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Newell & Boyd (1975) discutiram *Schizodus* cf.

meekanus Girty, 1899. Esses autores chamam a atenção para o fato de que a descrição de Girty é confusa, sendo *S. meekanus* uma unidade taxonômica irreconhecível. O material ilustrado e brevemente discutido por Newell & Boyd (1975; p.113, Figs. 48 A-B) provém do Pensilvaniano médio de Oklahoma, EUA, atribuído a *Schizodus* cf. *meekanus*, sendo o mais comparável à espécie da Formação Piauí. Porém, *Schizodus mocamboensis* possui linha palial com amplo sinus palial sob a cicatriz do músculo adutor posterior. A linha palial de *S. cf meekanus* é íntegra.

Autores como Thomas (1928) e Newell et al. (1953), que tinham disponíveis as ilustrações de Girty (1899), atribuíram a *S. cf meekanus*, espécies do Pensilvaniano do Peru, com bicos opistógiros, enquanto *S. mocamboensis* apresenta bicos levemente prosógiros.

Alguns fragmentos de região umbonal e espécies completos de má preservação das estruturas internas (DNPM 181a e DNPM 181b) poderão, através de próximas amostragens, serem atribuídas às formas maiores de *S. mocamboensis*.

Schizodus sp.

(Est. 3, Fig. 8)

Descrição: Concha média, subtrigonal, inequilátera, alongada posteriormente, obesa. Umbos proeminentes, próximos à extremidade anterior, ortógiros, elevados sobre a linha de charneira; carena umbonal bem marcada, levemente encurvada. Margem dorsal posterior reta e longa, em ângulo bem distinto com o eixo de maior comprimento da concha; extremidade posterior não preservada. Margem ventral levemente convexa, margem anterior arredondada. Um exemplar (DNPM 167), molde interno de valva direita, exhibe o molde do dente principal de charneira do tipo esquizodonte. Cicatriz do músculo adutor posterior bem marcada, circular, posicionada na altura média da concha, na região da carena umbonal (Fig. 14).

Figura 14 - *Schizodus* sp., aspectos da musculatura. Símbolos. como na figura 12.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	CA	AL	O
DNPM 167	E	28*	27	7	9	1,03	1,93
DNPM 164	D	30*	25	8,5	7	1,20	1,47

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Dois moldes internos fragmentários.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Apenas dois moldes internos foram, até o momento, encontrados no material da Formação Piauí. Os espécimes diferem de *S. alpinus*, pela região posterior bem pronunciada e umbos situados junto à margem anterior e carena umbonal mais fortemente marcada.

Schizodus sp. assemelha-se a *S. cuneatus* Meek descrito e ilustrado por Morningstar (1922, p. 223, Est. 13, Figs. 1 e 2), da qual difere pela sua carena umbonal mais reta. A extremidade anterior não está, infelizmente, bem preservada para uma comparação mais acurada. Amostras adicionais poderão mostrar uma maior proximidade entre as duas espécies.

O exemplar DNPM 167, molde interno de valva esquerda, aproxima-se de *S. acuminatus* (Hoare et al., 1978; p. 1029, Est. 2, Figs. 17 e 18). Esta, porém, possui uma carena umbonal reta e uma margem dorsal subparalela ao eixo de maior comprimento da concha.

Superclasse Heterodonta Neumayr, 1884
 Ordem Veneroida H. Adams & A. Adams, 1856
 Superfamília Carditacea Fleming, 1820
 Família Permophoridae van de Poel, 1959
 Subfamília Permophorinae van de Poel, 1959

Gênero *Permophorus* Chavan, 1954
Espécie-Tipo: *Arca costata*, Brown, 1841

Permophorus subcostatus (Meek & Worthen, 1865)
 (Est. 2, Figs. 7 - 10)

Sinonímia:

- 1865 - *Pleurophorus subcostatus* Meek & Worthen, p.246.
 1951 - *Pleurophorus*; Kegel, p.16
 1979 - *Permophorus subcostatus* (Meek & Worthen, 1865); Assis,
 p. 40, Est. 4, Fig. 3 e 4.
 1980 - *Permophorus subcostatus*; Assis, p. 201 - 202.

Descrição: Concha média, subretangular, equivalve, inequilátera, muito alongada e mais alta na direção posterior, inflada na região mediana do comprimento e da altura. Região umbonal discreta, bicos prosógiros situados pouco atrás da extremidade anterior. Margem dorsal reta ou levemente convexa, margem ventral retilínea, com sulco amplo e raso pouco a frente do comprimento médio. Extremidade anterior reduzida, em ângulo de 120° com a margem dorsal, extremidade posterior arredondada. Superfície ornamentada com linhas de crescimento irregularmente espaçadas, bem marcadas, a região posterior apresenta em torno de 4 costelas radiais pouco marcadas. Lúnula pequena, bem marcada, escudo longo, de formato lanceolado. Ninfas não visíveis ou ausentes nos moldes internos. Cicatrizes dos músculos adutor anterior e de possível retrator pedial bem marcadas, posicionadas junto a extremidade anterior, ladeados posteriormente por suporte miofórico bem evidente. Cicatriz do músculo adutor posterior igual em área ao adutor anterior,

fracamente marcada, posicionada atrás do comprimento médio junto a margem dorsal (Fig. 18).

Figura 18 - *Permophorus subcostatus*, aspectos da musculatura: RPA (?), retrator pedial anterior. Outros símbolos como na figura 7.

Dentição precariamente preservada. Valva direita com possível alvéolo para dente cardinal (2) da valva esquerda, margem dorsal da valva direita com possível função de dente lateral (PIII), separada por longo sulco do dente lateral PI.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	AL	O
DNPM 264b	E	25,0	8,1	6,0	3,0	1,35
DNPM 079	D	20,0	9,0	4,0	2,22	1,12
DNPM 233	D	17,5*	7,5*	---	2,33	---
S/N Col.	D/E	---	9,2	5,5	---	1,41
DNPM 238	D	---	9,1	3,9	---	1,16
DNPM 077	D	17,0	7,6	2,5	2,2	1,52
DNPM 083	E	16,6	---	2,4	---	---
DNPM 264	E	14,0	7,0	2,1	2,00	1,66
GP/1E 1821	D	14,0	6,0	2,9	2,33	1,03
S/N	D	13,5	6,6	2,5	2,06	1,32
DNPM 089	D	13,1	6,1	2,9	2,14	1,05
DNPM 08	E	13,0	7,1	3,0	1,83	1,18
S/N 1	D	13,0	7,0	2,0	1,86	1,75
DNPM 161	D	12,6	6,0	---	2,1	---
DNPM 161a	D	12,5	6,1	3,0	2,0	2,0
GP/1E 1645	E	11,2	6,0	2,5	1,86	1,32
DNPM 040	D	11,0	5,9	2,1	1,86	1,40
DNPM 231	E	11,0*	4,0	---	2,52	---
DNPM 143	E	8,9	4,1	2,0	2,17	1,02
DNPM 233	D	8,9	4,0	2,0	2,22	1,00
DNPM S/N 6	E	8,0	4,1	2,1	1,97	0,97
DNPM 274	D	5,5	3,0	1,5	1,83	1,00

DNPM 261	E	2,4*	1,0	---	2,4	---
----------	---	------	-----	-----	-----	-----

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Trinta e sete moldes internos e externos de valvas esquerda e direita, incluindo espécimes fragmentários.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo e calcário Meruóca.

Discussão: Chavan (1954) propôs o gênero *Permophorus* para formas com charneira de caráter carditóide atribuídas, até então, ao gênero *Pleurophorus*. Esse autor descreveu para o novo gênero a fórmula charnelar, 2 (4b) PII - (3a) 3b PIII a partir de um exemplar de *P. albequus* Beede, 1902. Newell (1957), a partir do exame de espécimes permianos dos Estados Unidos, não encontra o dente cardinal 3a, e acrescenta o dente lateral PI; assim, propôs a fórmula 2 (4b) PII - 3b (PI) PIII. No exame dos espécimes da Formação Piauí não foi possível encontrar dentes cardinais na valva direita. Somente um exemplar (DNPM 161), molde interno de valva direita, mostra uma depressão acima e anterior ao músculo adutor que, possivelmente, venha a tratar-se de um alvéolo para o dente cardinal 2 da valva esquerda. A fórmula proposta para as formas do Calcário Mocambo, até o momento, seria (2) PII - PI (PIII). É frequentemente citada na bibliografia a não preservação da dentição nas espécies atribuídas ao gênero.

Assis (1979), baseado na morfologia externa, atribuiu as formas da Formação Piauí ao gênero *Permophorus*. Contudo, a relação comprimento/altura do material da Formação Piauí comparada com outras espécies descritas na literatura internacional não evidencia diferenças marcantes (Fig. 19). Aliado a isso, a descrição do material é muito próxima da diagnose do gênero no artigo de Newell (1957, p. 9). Atribui-se, portanto, as formas do Calcário Mocambo ao gênero *Permophorus*.

Figura 19 - Gráfico de dispersão comprimento (Comp.) versus altura (Alt.) para 5 espécies de *Peromphorus*.

Meek & Worthen (1865) descreveram *P. subcostatus* do Estado de Illinois. Essa forma, de idade pensilvaniana, está ilustrada em Shimmer & Shrock (1955, p. 413, Est. 165, Figs. 33). A ornamentação radial, constituída por 4 ou 5 tênues costelas, associada às cicatrizes musculares, são muito semelhantes às formas aqui descritas. Assis (1979) atribuiu estas formas a *P. subcostatus*.

Superfamília Crassatellacea Férussac, 1822

Família Astartidae Boyd & Newell, 1968

Gênero *Astartella* Hall, 1858

Espécie Tipo: *Astartella vera* Hall, 1858

Astartella subquadrata Lee & Girty, 1909

(Est. 4, Figs.1 - 6)

Descrição: Concha pequena, de comprimento pouco maior que a altura, moderadamente inflada; linha de charneira encurvada, margem ventral levemente convexa, crenulada internamente; margem dorsal posterior sub-paralela à margem ventral; extremidade anterior aguda, extremidade posterior truncada; margem respiratória pouco maior que a metade da altura. Umbo baixo, com bico fortemente prosógiro, carena umbonal distinta, em ângulo de 45^0 com o eixo de maior comprimento. Valvas ornamentadas com costelas concêntricas regularmente espaçadas, 8 por milímetro, na altura média de um exemplar de comprimento 5,5 mm. Lúnula e escudo côncavos, alongados, bem marcados. Charneira com dois dentes cardinais em cada valva. Dente cardinal anterior da valva esquerda formado a partir de um espessamento da margem da charneira, o posterior é triangular e mais robusto que o anterior. Dente cardinal anterior da valva direita, bem desenvolvido; o posterior pouco evidente. Margem anterior dorsal da valva esquerda aguda atuando como um dente lateral, acomodando-se em um longo sulco na margem anterior da

valva direita. Igualmente, a margem posterior dorsal da valva direita funciona como dente lateral que se encaixa em uma depressão longa na margem posterior dorsal da valva esquerda. Fórmula charnelar, segundo Bernard & Munier-Chalmas :

Post. VD PIII n(5b)---3b---AI---(AIII) Ant.

VE PIV-----PIIn-----4b-----2 AII;

e segundo o sistema de Sternmann, modificado por Boyd & Newell (1968):

Post. VD 1 (0) (n) 1 0 1 0 1 0 (1) Ant.

VE 1 0 1 (n) 0 1 0 (1) (0) 1

Cicatrizes dos músculos adutores grandes, iguais em área, o anterior subcircular, fortemente marcada; o posterior circular, pouco marcada. Cicatrizes dos músculos retratores pediais bem marcadas, subcirculares, junto aos adutores. Linha palial íntegra, distante da margem ventral 1/4 da altura (Fig. 20).

Figura 20 - *Astartella subquadrata*, aspectos da musculatura: RPU, retrator pedial umbonal. Outros símbolos como na figura 11.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2 L A	O	
DNPM 163	E	10,6	9	2,5	1,17	1,8
DNPM 167	E	7,5	5,5	2	1,36	1,4
DNPM 277a	D	7,5	5,5	1,8	1,36	1,5
DNPM 182	D	7,1	5	1,3	1,42	1,9
S/No 35	E	7	5,6	1,5	1,35	1,9
GP/1E 1592	E	7	5	2	1,40	1,3

DNPM 053	D	6,9	5,4	1,8	1,27	1,5
DNPM 277b	E	6,8	5,5	1,5	1,24	1,8
S/No 55	D	6	4,2	1,1	1,50	1,9
DNPM 273	E	5,5	4	1	1,37	2,0
GP/1E 1825	E	5,2	3,6	1,2	1,44	1,5
DNPM 258	E	3,9	2,4	0,9	1,63	1,3

Material: Vinte e dois moldes de valvas direitas e esquerdas incluindo moldes internos e externos.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Ciriacks (1963) chamou a atenção para a similaridade entre *A. subquadrata* Girty (1909) e *A. nasuta* Girty (1908). Embora esse autor não as tenha sinonimizado, reconheceu como sendo provável serem ambas as formas membros de uma mesma espécie de morfologia variável e de ampla distribuição geográfica.

A comparação do material da Formação Piauí com *A. nasuta*, descrita por Newell et al. (1953) de sedimentos pensilvanianos do Peru, é dificultada pelo crítico estado de preservação de atributos morfológicos, tais como, dentição e musculatura. O material da Formação Piauí é comparável à espécie permiana *Astartella subquadrata* descrita por Chronic (1952) da Formação Kaibab, Arizona, EUA, particularmente quanto à dentição cardinal, estando, contudo, a dentição lateral mais fortemente marcada na espécie americana.

A. subquadrata, descrita por Winters (1963) da Formação Supai, Permiano do Arizona, mostra um padrão de ornamentação de linhas concêntricas de crescimento semelhante ao das formas aqui descritas. Diferem, contudo, por serem menos alongadas posteriormente e possuírem margens dorsal e ventral paralelas, o que resulta em uma margem respiratória maior, à semelhança de *A. nasuta*.

Figura 21 - Gráfico de dispersão comprimento versus altura de 6 espécies de *Astartella*.

A espécie da Formação Piauí possui a região posterior mais desenvolvida que as formas similares descritas na literatura disponível (Fig. 21).

Benedetto (1980) ilustrou fragmento de *Astartella* sp. b (Est. 6, Fig. 12) proveniente de sedimentos pensilvanianos da Formação Caño Indio, Venezuela. Esse material aproxima-se do da Formação Piauí pelo padrão de linhas concêntricas de crescimento, maior alongamento da região posterior e forma aguda da região umbonal. O espécime, contudo, é fragmentário e não tem sido feita referência à dentição.

À despeito das diferenças acima apontadas entre a espécie da Formação Piauí, que parecem consistentes, e formas próximas, preferiu-se, no momento, atribuir este material à *Astartella subquadrata*, tendo em vista a variabilidade morfológica que parece caracterizar as espécies do gênero.

Subfamília Oriocrassatellinae Boyd & Newell, 1968

Gênero *Oriocrassatella* Etheridge Jr., 1907

Espécie-Tipo: *Oriocrassatella stokesi* Etheridge, 1907

Oriocrassatella piauiensis sp. n.

(Est. 3, Figs. 9 - 13)

Holótipo: DNPM 234; **Localidade-tipo:** afloramento da Fazenda Mocambo, Município de José de Freitas, Pi; **estrato-tipo:** Formação Piauí.

Parátipos: DNPM 221A, DNPM211B, DNPM 076, DNPM 220.

Epíteto específico: Com referência ao Estado do Piauí.

Diagnose: Charneira de tamanho médio; dente cardinal 3a evidente na margem anterior, na valva direita; resilífero triangular, com o eixo perpendicular à linha de charneira, não expandido posteriormente; septo espesso, área ligamentar muito reduzida. Concha ornamentada com lamelas concêntricas; região

umbonal próxima da metade do comprimento.

Sinonímia:

1992 - *Oriocrassatella*; Anelli et al., p. 502.

Descrição: Concha pequena, oval, alongada, inequilátera, equivalve, muito comprimida; região umbonal achatada, com crista interna pouco nítida partindo dos bicos em direção à margem ventral; bicos prosógiros; carena umbonal pouco marcada, reta. Região anterior semi-circular; margem ventral convexa; extremidade posterior truncada; margem respiratória pouco menor que a metade da altura. Valvas ornamentadas por lamelas concêntricas, regularmente espaçadas, algumas bifurcam-se junto às extremidades anterior e posterior. Lúnula e escudo ausentes.

Dente cardinal anterior (2) da valva esquerda, mais robusto ventralmente, não bífido; dente cardinal posterior esquerdo (4b) delgado, com formato levemente sigmóide; dente cardinal posterior da valva direita (3b) delgado, espessado nas duas extremidades; dente cardinal anterior direito (3a) distinto, formado a partir de uma projeção da margem dorsal anterior. Em cada uma das valvas ocorre um resilífero triangular, de eixo maior perpendicular a linha de charneira, separado de estreito sulco ligamentar (1) por um septo espesso e bem definido. O espécime DNPM 221a, molde interno de valva esquerda, mostra os dentes laterais anterior (AII) e posterior (PII). Na borda anterior da valva direita situa-se o dente lateral (AI); outro, menos nítido, ocorre na margem dorsal posterior (PIII). A fórmula dental proposta, segundo Bernard & Munier-Chalmas, é:

Posterior VD (PIII)---lsr 3b--3aAI Anterior
VE PII lsr4b--2-----AII,

e segundo o sistema de notação de Sternmann, simplificado por Boyd & Newell (1968):

Posterior VD (1) lsr 1 0 1 (0) 1 Anterior
VE 1 lsr 1 0 1 0 1

Cicatrizes dos músculos adutores anterior e posterior na altura da extremidade dos dentes laterais; cicatriz anterior mais alta que longa; cicatriz posterior circular, com a marca do músculo protrator pedial fundida à sua parte superior; cicatriz do músculo retrator pedial anterior bem marcada e completamente separada do adutor; cicatriz do músculo elevador pedial na extremidade da região umbonal. Duas pequenas cicatrizes, junto às margens dorsal anterior e posterior, a meio caminho entre os adutores e o bico, correspondem, provavelmente, à musculatura relacionada ao pé e à suspensão das vísceras. Linha palial íntegra (Fig. 22).

Figura 22 - *Oriocrassatella piauiensis* sp. n., aspectos da musculatura: EPV, musculatura possivelmente relacionada ao pé e às vísceras. Outros símbolos como nas figuras 7 e 11.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	CA	AL	O	AU
DNPM 271	D	23	15,5	4	9	1,48	1,94	130
SP 1	-	21,5	12,5	4*	6,5	1,72	1,56	135
DNPM 221b	E	---	14	3,2*	8	---	2,2*	130
DNPM 220a	E	20	14,9	3	9	1,41	2,5	131
DNPM 148b	-	20	13	3	7	1,54	2,2	131
DNPM 234	D	17*	13	3	--	1,31*	2,2	129
GP/1E 1648	D	14,5	10	2,5	5	1,45	2,0	129
DNPM 221a	E	14,2	9,5	2,5	7	1,49	1,90	129

DNPM 076	E	14	10	2	--	1,40	2,50	131
DNPM 140	E	---	13	--	3	---	2,17	---

Obs.: *, medida aproximada.

Material: Dez espécimes incluindo moldes internos e externos; vários fragmentários.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Boyd & Newell (1968) propuseram a Subfamília Oriocrassatellinae para crassatelídeos extintos, distintos de Crassatellinae Férussac, 1822. Características diagnósticas de Oriocrassatellinae, presentes na espécie da Formação Piauí incluem, além da forma geral, ausência de lúnula e escudo, presença de septo espesso na charneira, e de apenas dois dentes cardinais em cada valva, além da sobreposição da valva esquerda sobre a direita, na região anterior.

O gráfico da figura 23 evidencia que a relação comprimento vs altura de diversas espécies já descritas não varia grandemente. A diagnose do novo táxon baseia-se, pois, principalmente nas características da dentição e apenas subsidiariamente nas características morfológicas externas.

Manceñido et al. (1976a) descreveram cf. *Oriocrassatella* sp. da Formação Del Salto, Paleozóico superior da Província de San Juan, Argentina, com fórmula dental para valva esquerda,

PIV, PII, (4b), 2, AII, AIV.

A espécie argentina difere de *O. piauiensis* pela presença dos dentes laterais PIV e AIV, pelo tamanho muito reduzido da charneira e pela carena umbonal mais larga e mais bem marcada.

Oriocrassatella sanjuanina Gonzalez (1976), do Permiano inferior da Argentina, tem fórmula charnelar igual a da espécie da Formação Piauí, a saber:

Figura. 23 - Gráfico de dispersão para 6 espécies de *Oriocrassatella*.

AI---3a---3b---rsl---PIII

AII-- 2 -- 4brslPII.

O resilífero mais amplo e oblíquo, a carena umbonal mais distinta e o maior alongamento posterior, entretanto, distinguem a espécie argentina do táxon da Formação Piauí.

Dickins (1963) descreveu *Oriocrassatella* sp. de terrenos permianos do oeste da Austrália, forma com dente cardinal 3a pouco diferenciado e ilustrou *O. stockesi* Etheridge Jr., do Permiano da Bacia de Fitzroy, Austrália. Ambas as formas, próximas na morfologia externa a *O. piauiensis*, possuem septo mais delgado e, posteriormente a este, uma ampla área de ligamento. Na espécie da Formação Piauí, entretanto, o espessamento do septo reduz a área do ligamento.

Oriocrassatella sp., identificada por Ciriacks (1963) em sedimentos permianos da Formação Park City, sudeste de Idaho, EUA, possui o dente cardinal 3a não distintamente separado da parte anterior da charneira, e extremidade posterior mais aguda.

Boyd & Newell (1968, p.30) descreveram, do Permiano de Wyoming, EUA, *O. elongata*. Essa espécie é claramente diferenciável de *O. piauiensis* pelo padrão da dentição cardinal mais complexo e pela presença de dois dentes laterais posteriores, em cada uma das valvas. Embora *O. elongata* exiba uma área de ligamento reduzida, esta é fortemente marcada atrás do septo. O táxon distingui-se ainda, da espécie do Piauí, pelo maior alongamento posterior.

Tanto *O. queenslandica* Dickins (1961), do Permiano da Austrália, como *O. piauiensis*, possuem septos espessos e, portanto, pequena área de ligamento. A espécie australiana separa-se da espécie da Formação Piauí por exibir dois dentes laterais posteriores, separados por um sulco na valva esquerda, e um resilífero alongado na direção posterior, oblíquo em relação a linha de charneira. Nesse particular, *O. queenslandica* é comparável a *O. elongata* Boyd & Newell (1968).

Finalmente, *O. itajaiensis* Rocha-Campos, 1970,

proveniente da Formação Rio Bonito (Permiano inferior), Bacia do Paraná, difere de *O. piauiensis* por possuir amplo resilífero, um longo septo contínuo com a margem dorsal anterior e por suas dimensões maiores.

Subclasse Anomalodesmata Dall, 1889

Ordem Pholadomyoida Newell, 1965

Superfamília Pholadomyacea Fleming, 1828

Família Grammysiidae Miller, 1877

Subfamília Edmondiinae King, 1850

Gênero *Sanguinolites* M'Coy, 1844

Espécie-Tipo: *Sanguinolites discors* Stoliczka, 1871 (por designação subsequente).

Sanguinolites sp.

(Est. 4, Figs. 7 - 8)

Descrição: Concha pequena, trapezoidal, de maior comprimento a meia altura, inflada, alongada posteriormente, inequilátera, afinando-se em direção posterior. Umbos pouco acima da linha de charneira, acentuadamente prosógiros, em torno de 1/3 do comprimento distante da região anterior; carena umbonal fracamente marcada, arredondada; margem dorsal anterior fracamente côncava; extremidade anterior arredondada contínua com a margem ventral, esta, levemente convexa; extremidade posterior truncada, ocupada pela margem respiratória; margem posterior dorsal reta. Concha ornamentada por costelas concêntricas tênues e irregulares e costelas radiais fracamente marcadas por toda superfície da concha; lúnula estreita e rasa; escudo longo, largo e bem evidente.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	AL	O
DNPM 225	E	---	15,5	0,5	---	1,52
GP/1E 1693	D	22*	12	0,4	1,84	1,33

Obs.: *, Medida aproximada.

Material: 1 molde interno de valva direita e 1 molde interno de valva esquerda fragmentado.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Não está clara, na bibliografia, a caracterização morfológica das formas atribuídas a *Sanguinolites* M'Coy, 1844 e *Sphenotus* Hall, 1885.

Driscoll (1965, p. 85), por exemplo, incluiu no gênero *Sphenotus* espécimes nos quais o ligamento está contido em um tênue sulco ao longo da linha cardinal (opistodético). Newell (in Moore, 1969), por sua vez, considerou o gênero *Sphenotus* como sinônimo de *Sanguinolites*.

Astaf'yeva-Urbaytis (1974) ressaltou o fato de o gênero *Sanguinolites* frequentemente incorporar espécies heterogêneas, não pertencentes, não apenas ao gênero, mas também à Família Sanguinolitidae. Na diagnose genérica desta autora, para o gênero *Sanguinolites*, diversas características da morfologia externa acomodam o material da Formação Piauí como supostamente pertencente ao mesmo gênero. Dentre estas características destacam-se: concha alongada, retangular, arredondada anteriormente e obliquamente truncada posteriormente; presença de uma depressão que se estende do bico até a margem ventral da concha; charneira edentelosa. Infelizmente, características morfológicas internas apontadas por esta autora não estão preservadas no material da Formação Piauí.

Mais recentemente, Morris et al. (1991) revisaram a diagnose do gênero *Sanguinolites*. Dentre as características morfológicas diagnósticas citadas por estes autores, estão

presentes, no material da Formação Piauí, costelas radiais, sendo que a costela mais dorsal delimita a margem do escudo e ausência de suporte miofórico. *S. angustatus* (Phillips), do Neocarbonífero de Yorkshire, ilustrada por Morris (1991, p. 60, Fig. 5a e b) apresenta estreita semelhança, na forma geral, com o material da Formação Piauí.

Tais características permitem acomodar, ao menos provisoriamente, o material da Formação Piauí no gênero *Sanguinolites*.

Assis (1979) atribuiu a *Sanguinolites* cf. *S. meslerianus* (Girty, 1910a) os espécimes da Formação Piauí, entretanto, sem uma justificativa consistente. O material da Formação Piauí resume-se a dois espécimes, nos quais nenhuma das características morfológicas internas estão preservadas. Assim, considera-se precária a atribuição específica de Assis. Uma designação consistente será possível pelo estudo de um maior número de espécimes com melhor preservação da morfologia interna.

Família Megadesmidae

Gênero *Myonia* Dana, 1847

Espécie-tipo: *Myonia elongata*, 1847, pg. 158; por designação original de Fletcher (1932, p.398)

Myonia sp. n.

(Est. 4, Figs. 9 - 10)

Diagnose: Concha pequena, com região anterior baixa; não estreitada posteriormente.

Descrição: Concha pequena, inequilátera, alongada a muito alongada, fortemente inflada. Margem anterior dorsal curta, levemente côncava; extremidade anterior arredondada, de altura

reduzida. Margem ventral fracamente convexa ; margem posterior truncada, correspondendo a ampla margem respiratória; margem dorsal posterior reta. Umbos inflados, fortemente encurvados em direção à charneira; bicos prosógiros; carena umbonal fortemente marcada, em ângulo entre 25 à 28 graus com a margem dorsal posterior; sulco lateral ausente. Lúnula bem marcada; escudo estreito, fracamente marcado. Não há evidência de dentição. Ornamentação constituída por finas linhas de crescimento. Cicatriz do músculo adutor anterior pequena, fracamente marcada, mais larga na base, junto à extremidade anterior. Pequena cicatriz de musculatura acessória presente na extremidade do umbo. Musculatura posterior e linha palial não preservadas (Fig. 24).

Figura 24 - *Myonia* sp. n., aspectos da musculatura: PPA (?), protrator pedial anterior ?. Outros símbolos como na figura 11.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	AL	O	AC
DNPM 304	D	17*	9*	4,5	1,88*	1*	25 ⁰
DNPM 106	D	11,5	7,5	3	1,53	1,25	28 ⁰

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Três moldes internos de valva direita.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo e calcário Contendas.

Discussão: O gênero *Myonia* é tido como tendo sua origem no final do Período Carbonífero (Astf'yeva-Urbaytis, 1976). Esta autora, chamou a atenção para o fato de *Pleurophorella*

papilosa, descrita por Girty (1904), do Pensilvaniano da América do Norte, pode corresponder, de fato, ao gênero *Myonia*. Sendo assim, o gênero não estaria restrito, no Carbonífero superior, às faunas do domínio gondvânico.

Embora os espécimes disponíveis da Formação Piauí, exibam os atributos morfológicos gerais de *Myonia*, ressaltados na diagnose de Astaf'yeva-Urbaytis (1976), a má preservação das feições internas torna insegura a designação de um novo táxon.

O gênero *Myonia* está amplamente representado nos sedimentos permianos da costa leste da Austrália e URSS. Das espécies descritas e ilustradas por Runnegar (1967), *Myonia elongata* Dana, 1847, e *Myonia carinata* (Morris, 1945), embora ambas bem maiores, são as formas mais próximas aos espécimes da Formação Piauí. *M. carinata* (Runnegar, 1967, p. 50, Est. 4, Figs. 8 e 9; Est. 5, Fig. 20; Est. 12, Figs. 7 e 14) possui região umbonal mais elevada acima da linha de charneira e região anterior mais alta. Difere, ainda, por ser espécie bem maior (espécime UQF 15781, pg. 52: 11 cm de comprimento e 7,2 cm de altura). *Myonia elongata* difere de *Myonia* sp. n. pela carena umbonal fortemente angulosa e pelo enorme tamanho (15,2 cm de comprimento). As formas australianas são, ainda, consideradas restritas ao Permiano superior.

O gênero não foi ainda seguramente identificado em sedimentos das bacias do norte da América do Sul. Contudo, Newell et al. (1953, Est. 34, Figs. 12a e b, 13) atribuíram ao gênero *Astartella meridionalis* Thomas, Pensilvaniano médio do Peru, espécie que, possivelmente, esteja relacionada ao gênero *Myonia*.

Rocha-Campos (1969) descreveu espécies de *Myonia* de sedimentos eogondvânicos do Brasil (Subgrupo Itararé) e Argentina. As espécies, contudo, não mostram similaridades morfológicas com o material da Formação Piauí.

Gênero *Wilkingia* Wilson, 1959

Espécie Tipo: *Venus elliptica* Phillips, 1836

Wilkingia terminalis (Hall)

(Est. 5, Figs. 1 - 6)

Sinonímia:

- 1894 - *Allorisma subcuneata* Meek & Hayden; Derby, p.489 e 497.
 1903 - *Allorisma subcuneata* Meek & Hayden; Katzer, p.156,
 Est.8, Figs. 1a e 1b.
 1951 - *Allorisma*; Kegel, p. 27.
 1966 - *Wilkingia* ? sp. Mendes, p.46, Est.4, Figs. 3 e 4.
 1971 - *Allorisma*; Mendes & Petri, p.58.
 1979 - *Wilkingia terminalis* (Hall); Assis, p. 47, Est. 1, Figs.
 1, 2 e 3, Est. 2, Figs. 1 e 2.
 1980 - *Wilkingia terminalis* (Hall); Assis, p.201.
 1981 - *Wilkingia terminalis* (Hall); Rocha-Campos & Arkangelski,
 p.224, 233, Est. 6, Fig. 18.

Descrição: Concha grande, com maior comprimento a meia altura, sempre maior que duas vezes a altura, contorno subretangular, muito alongada, fortemente inequilátera, levemente arqueada, equivalve, concha provavelmente delgada. Seção transversal oval, na região mais obesa da concha, situada no comprimento médio. Umbos subterminais, pouco elevados sobre a linha de charneira, com bicos fracamente prosógiros. Sulco lateral muito fraco abre-se, a partir dos umbos, em direção à margem ventral; carena umbonal posterior arredondada e pouco marcada, estende-se em direção à extremidade posterior em ângulo baixo ($<20^{\circ}$) com a margem dorsal. Na região anterior, parte do umbo uma carena arredondada pouco pronunciada, perpendicular ou subperpendicular ao eixo de comprimento da concha. Margem dorsal anterior muito curta; extremidade anterior arredondada. Margem ventral reta, com leve flexão na direção dorsal. Extremidade posterior arredondada, obliquamente truncada na

parte superior, com abertura sifonal estreita, mais evidente nas formas maiores. Margem posterior dorsal reta, ligeiramente encurvada para cima. Concha ornamentada com largas e espaçadas costelas concêntricas, melhor definidas quanto mais próximas da região umbonal, encurvam-se em direção aos bicos, a partir das carenas umbonais posterior e anterior. Lúnula pequena e ovalada; escudo alongado, côncavo e estreito, próximo aos umbos, alargando-se e tornando-se mais raso, a partir do comprimento médio da concha. Charneira edentelosa. Cicatriz do músculo adutor anterior de tamanho médio, arredondada, bem marcada, situada na altura média da concha; cicatriz do músculo adutor posterior grande, fraca e ovalada, situada pouco a frente do comprimento médio, próximo a margem dorsal. Cicatrizes de musculatura acessória não preservadas. Linha palial intermitente, observada apenas na extremidade anterior (Fig. 25).

Figura 25 - *Wilkingia terminalis*, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 11. a - vista anterior; b - vista lateral.

Dimensões (mm):

E	C	A	L	CA	AL	O
GP/1E 1707	119	48	11.5	38	2,48	1,26
GP/1E 1708	INC	46	12	37	----	1,24
GP/1E 1599	INC	45	10	39	----	1,15
DNPM 214	104	43	9	36	2,42	1,19
DNPM 133	103	41	9	34	2,51	1,21
GP/1E 1720	99*	44	7	32	2,25	1,38
GP/1E 1794	99	41	8	31	2,41	1,32

GP/1E 1565	89	39	8	35	2,8	1,11
GP/1E 1596	82	35	INC	29	2,34	1,21
DNPM 105b	79	33	5*	25	2,39	1,32
DNPM 237	78	36	INC	25	2,16	1,44
DNPM 139	77	35	6	26	2,20	1,35
DNPM 105	74	34	7	25	2,18	1,36
DNPM 140	49*	25	5*	19	1,96*	1,32
DNPM 134	43	21	INC	14	2,05	INC
DNPM 45	39	21	5	15	1,86	1,40
DNPM 225	38	18	INC	12	2,11	1,50
S/No Col	36	18	6	INC	2,00	INC
S/N Col	25	12	3	8	2,08	1,50

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: 40 moldes internos de valvas conjugadas, incluindo espécimes fragmentários.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Wilson (1959) propôs o gênero *Wilkingia* para acomodar formas com sinus palial, anteriormente designadas como *Allorisma*. Mesmo através da análise de muitos espécimes não foi verificada, com segurança, a presença de linha palial sinuada no material estudado, provavelmente devido a não preservação. Um único espécime (DNPM 133), molde interno com as duas valvas conjugadas, apresenta alguma evidência de linha palial sinuada na valva esquerda. A atribuição genérica baseia-se, portanto, na morfologia externa geral, apoiada no amplo exame da bibliografia. Assis (1979), havia anteriormente adotado essa interpretação taxonômica para alguns poucos exemplares adultos do calcário Mocambo, por ele examinados.

Girty (1903) ilustra *Allorisma terminale* Hall (Est.9, Fig. 4), na qual Hall (1852, in Girty, 1903) baseou-se para descrever sua espécie. A estreita similaridade entre a ilustração e as formas do calcário Mocambo não deixa dúvida que se trata da mesma espécie.

Através da análise da bibliografia disponível é possível verificar-se, não obstante, que *Wilkingia terminalis* corresponde a uma espécie ainda mal definida. Autores como Chronic (1952), Benedetto (1980a), por exemplo, atribuem a *W.*

terminalis formas de semelhanças morfológicas discutíveis. Por outro lado, Hind (1900), descreve e ilustra, de sedimentos carboníferos da Inglaterra, *Allorisma maxima*, forma que pode ser considerada, uma variedade específica de *W. terminalis*.

Mendes (1966) atribuiu, com dúvidas, um exemplar do Pensilvaniano da Bacia do Amazonas ao gênero *Wilkingia*, tendo em vista a não identificação do sinus palial. Pela análise pessoal do exemplar, verifica-se que este em nada difere do material da Formação Piauí, razão pela qual preferiu-se sinonimizá-los.

Mais recentemente, Morris et al. (1991) incluíram espécies comumente atribuídas ao gênero *Wilkingia* (e.g., *Allorisma subcuneata* Meek & Hayden, 1859; *Allorisma maxima* (Portlock) Hind, 1900; *W. terminale* (Hall), Runnegar, 1974) ao gênero *Praeundulomya* Dickins, 1957, do Permiano inferior da Austrália. Segundo Morris et al. (1991) estes dois táxons distinguem-se, essencialmente, na forma geral, sendo que *Praeundulomya* possui margens ventral e dorsal subparalelas e um sulco subumbonal fracamente marcado, enquanto o gênero *Wilkingia* possui margem ventral mais fortemente sinuada. Estes autores sugeriram que *Allorisma terminalis* Hall (1852) provavelmente seja um sinônimo de *Praeundulomya subcuneata* (Meek & Hayden) 1858.

Não obstante, o gênero *Praeundulomya*, erigido por Dickins (1957), tem na sua diagnose genérica "carenas posteriores pouco marcadas, e uma pequena abertura sifonal posterior". Contrariamente, o material da Formação Piauí possui uma carena umbonal posterior arredondada e muito fracamente marcada, e a abertura sifonal posterior ampla em relação as dos espécimes estudados por Dickins (1957; p. 57, Est. 1, Fig. 1 - 11).

O material da Formação Piauí é mantido, neste trabalho, no gênero *Wilkingia*, até que surjam razões mais consistentes, para sinonimizá-lo com *Praeundulomya*, que as propostas por Morris et al. (1991)

Gen. et sp. ind. 1
(Est. 5, Figs. 7 - 12)

Descrição: Concha de tamanho médio, provavelmente muito fina, muito alongada, inflada, inequilátera, equivalve. Região umbonal inflada, com bicos ortógiros, pouco acima da linha de charneira; carena umbonal não presente; um sulco lateral muito tênue, amplo, abre-se a partir dos umbos em direção à margem ventral. Margem anterior dorsal reta; extremidade anterior arredondada; margem ventral levemente convexa; extremidade posterior arredondada, com abertura sifonal estreita, junto a margem dorsal, relativamente ampla em alguns espécimes; margem dorsal posterior levemente côncava. Valvas ornamentadas por finas linhas de crescimento e costelas largas, irregularmente espaçadas, fracamente marcadas nos moldes internos. Um exemplar, (DNPM 090, Est .5, Fig. 12) um molde interno de valvas conjugadas, apresenta restícios de material da concha ou calcita secundária junto à região umbonal, exibindo pontuações. Charneira edentelosa. Cicatrizes da musculatura adutora fracamente marcadas; a anterior, junto à margem anterior, pouco acima da altura média da concha; a posterior, próxima ao ângulo postero-dorsal. Não há sinais de musculatura acessória (Fig. 26).

Figura 26 - Gen. et sp. ind. 1, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 11.

Dimensões (mm):

E	C	A	L	AL	O
GP/1E 1631	60	33	22	1,82	1,50
DNPM 226	57	29	20	1,96	1,45
GP/1E 1645	56	27	20	2,10	1,35
DNPM 2007	53	27	21	1,96	1,29
DNPM 223	50	30	21	1,67	1,43
DNPM 2018	50	27	19	1,85	1,42
DNPM 230	47	25	17	1,88	1,47
DNPM 090	47	25	18	1,88	1,39
DNPM 2006	45	23	16	1,96	1,44
DNPM SN/18	44	22	15	2,00	1,47
DNPM 2008	42	24	18	1,75	1,33
GP/1E 1633	41	23	17	1,78	1,35
DNPM 140	41	22	16	1,86	1,37

Material: Trinta e cinco moldes internos de valvas conjugadas.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Runnegar (1967) ilustrou a espécie-tipo (Est. 11, Figs. 12 e 13) na qual Meek & Worthen (1865) baseou-se para descrever o gênero *Chaenomya*. Esta espécie, *C. leavenworthensis*, é uma concha maior que a da Formação Piauí, com a abertura sifonal, na região posterior alargada, resultando em um perfil lateral da margem respiratória, na extremidade posterior, nitidamente truncada e ampla. A espécie possui ainda uma linha palial bem marcada, com sinus amplo e raso. Waterhouse (1965, Figs. 2J e 3I) ilustrou a musculatura do gênero. Runnegar (1967, p.62) considerou insuficientes as características morfológicas apontadas por Waterhouse para separar *Chaenomia* de *Vacunella*, contudo, manteve os táxons separados pela presença de um profundo sinus palial e cicatrizes de musculatura acessória junto à região umbonal de *Vacunella*.

O material da Formação Piauí, infelizmente, não exhibe as cicatrizes musculares bem preservadas para uma comparação minuciosa. Alguns espécimes, entretanto, mostram uma tênue cicatriz do adutor posterior, circular, próximo à extremidade

posterior dorsal, e a cicatriz do adutor anterior, irregular, acima da altura média da concha, similares à musculatura de *Chaenomya* (Waterhouse, 1965).

A espécie da Formação Piauí, de outro lado, apresenta similaridades com formas atribuídas a *Vacunella* por Waterhouse (1965). Estas diferem de *Chaenomya* por possuírem a linha palial com sinus profundo e pela presença de um diferente número de cicatrizes pediais, junto ao umbo. *Vacunella* possui ainda uma longa abertura ventral na região anterior para a exteriorização do pé.

De *V. curvata* (Morris) 1845 (in Runnegar, 1967; Est. 8, Figs. 1 - 9), por exemplo, o material do Piauí difere pela menor obesidade, ausência da abertura pedial na margem ventral e pela região anterior expandida. Contudo são semelhantes na forma geral da concha (Fig. 27).

Preferiu-se, até o momento, não atribuir as formas do calcário Mocambo, seja a *Chaenomia* ou a *Vacunella*, em vista da preservação incompleta da musculatura no material disponível da Formação Piauí. Vale ainda mencionar, embora não seja este um argumento definitivo, não ter sido o gênero *Vacunella* ainda encontrado fora do domínio Gondvânico, onde, segundo Runnegar (1967, Fig.3), teria evoluído a partir de *Myonia*, na parte superior do Permiano inferior. O material da Formação Piauí pode, ainda, tratar-se de um novo gênero.

Gên et sp. ind. 2.
(Est. 6, Figs. 1 - 3)

Descrição: Concha média, subretangular, subequilátera, inflada. Região umbonal ampla, bicos prosógiros. Carena umbonal fracamente marcada, arredondada. Margem anterior dorsal reta a levemente côncava; extremidade anterior arredondada; margem ventral convexa; extremidade posterior truncada, margem

Figura 27 - Gráfico de dispersão para Gen. et sp. ind. 1 e *Vacunella curvata* (Morris).

respiratória pouco menor que metade da altura; margem dorsal posterior reta. Lúnula estreita; escudo longo, relativamente profundo. Ornamentação constituída por linhas de crescimento espessas, irregularmente espaçadas. Charneira sem dentes óbvios, mas com duas calosidades na margem dorsal anterior, próximas à região umbonal, a mais anterior, mais volumosa. Cicatriz do músculo adutor anterior pequena, circular, bem marcada, próxima à extremidade anterior; cicatriz do músculo adutor posterior subcircular, maior que a anterior, fracamente marcada, situada junto ao ângulo posterior dorsal; cicatriz do músculo retrator pedial circular, presente apenas anteriormente, atrás do adutor, junto à margem dorsal. Linha palial com sinus estreito e profundo sob a cicatriz do músculo adutor posterior (Fig. 28).

Figura 28 - Gen. et sp. ind. 2, aspectos da musculatura. SP, sinus palial. Outros símbolos como na figura 11.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	AL	O
DNPM 140c	D	25*	16	4	1,56*	2,0
DNPM 140a	D	22,5	15	4	1,5	1,87
DNPM 278	D	19*	12	3,5	1,58	1,71

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Três moldes internos e um fragmento de molde externo.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo.

Discussão: Mesmo através do exame da extensa literatura disponível, não foi possível atribuir esse material às formas neopaleozóicas descritas na América do Norte, América do Sul e Austrália, podendo ainda, tratar-se de um novo gênero. A criação de um de um novo grupo genérico, contudo, aguarda maior número de amostras.

É possível acomodar o material na diagnose da Família Megadesmidae Vokes, 1967 apresentada por Runnegar (1974, p. 932). À Família Megadesmidae tem sido atribuído gêneros de pelecípodes do Paleozóico médio e superior (*Megadesmus*, *Astartila*, *Pleurikodonta*, *Pyramus* e *Myonia*). Dentre estas formas, o material da Formação Piauí é mais comparável ao gênero *Pyramus* Dana, 1847. Este, entretanto, difere da espécie da Formação Piauí por possuir um sulco lateral bem marcado, cicatriz do músculo retrator pedial situada na extremidade do umbo, abertura sifonal na extremidade posterior e sinus palial, ambos, quando presentes, sempre pequenos; o material da Formação Piauí não possui abertura sifonal e possui uma linha palial profundamente sinuada.

Gen. et. sp. ind. 3
(Est. 6, Figs. 4 - 6)

Descrição: Concha subcircular, muito fina, valva direita variando entre convexa a fortemente convexa, umbo reduzido; bicos prosógiros; carena umbonal muito fraca, presente apenas nos moldes internos, partindo dos umbos na direção ventral, originando pequena área fracamente deprimida; margem anterior muito reduzida ou inexistente; a linha de comissura na região da área deprimida apresenta afastamento da linha de comissura do resto da valva, possivelmente devido a abertura do sinus bissal; margem ventral longa, ocupando 3/4 do perímetro da

concha, 1/3 restante ocupada pela margem posterior, reta a levemente convexa; ornamentação constituída de linhas de crescimento muito finas, visíveis apenas nos moldes externos, e ondulações concêntricas nos moldes internos, ambas, fracamente marcadas. Cicatrizes musculares presentes (Fig. 29), algumas variando em posição e forma nos vários espécimes; em geral, duas pequenas cicatrizes, possivelmente relacionadas à retração do bisso, posicionam-se próximas à região posterior proximal ao bico, ambas subcirculares, a mais ventral mais fortemente marcada; duas grandes cicatrizes situam-se na altura média da concha, a mais dorsal (RBP?) maior, provavelmente relacionada ao bisso, às vezes mostrando o padrão bífido, a mais ventral (AP), circular pouco mais marcada; alguns exemplares (DNPM 051, 120A) mostram pequena cicatriz subcircular, muito fraca, situada sobre a depressão da margem ventral, próxima ao bico. Alguns exemplares (DNPM 120A e 228) mostram possíveis marcas de linha palial.

Figura 29 - Gen. et sp. ind. 3, aspectos da musculatura: RB retratores do bisso; RBP (?), possivelmente músculo retrator ligado ao bisso.

A linha cardinal é pouco definida; estão presentes, na margem posterior dorsal, junto aos bicos, sulcos bem marcados, curtos, em número de 2 a 4, com possível função de dentes.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	1/2L	AL
GP/1E 1827	D	19	18	4	1,05
DNPM 245	D	19	15	5	1,26
DNPM 228	D	19	---	4	---
GP/1E 1734	D	18	16	4	1,12
DNPM 135	D	17*	17	5	1,0
PO2	D	17	14	7	1,21
GP/1E 1876B	D	17	15	3	1,13
GP/1E 1876G	D	17	---	4	---
GP/1E 1876D	D	16	16	4	1,0
DNPM 236	D	12*	13	4	0,9
RC 2	D	16*	15	5	1,10
RC 4	D	15	14	3	1,10
DNPM 097	D	15*	15*	3	1,0
DNPM 125	D	15	14	---	1,10
DNPM 247	D	15	12	5	1,25
RC 3	D	15	---	3	---
DNPM 193	D	14	15	4	0,9
DNPM 120A	D	13	12	3	1,10
DNPM 120 B	D	13	12	13*	1,10

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: 45 moldes internos de valva direita, incluindo raros moldes externos.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Mocambo e calcário Contendas.

Discussão: O material consta de inúmeros espécimes (15 com dimensões completas e vários espécimes fragmentários) de moldes internos. Os espécimes são de difícil orientação. Tentativamente atribuiu-se todos os espécimes a valvas direitas, por possuírem bicos voltados para direção anterior (mais comum nos pelecípodes), dentição presente em apenas uma das margens, possivelmente posterior, e linha de crescimento se tornando mais próximas umas das outras junto à margem anterior, esta, provavelmente reduzida. É comum nas formas bissadas da epifauna a redução da região anterior devido à perda da função de escavação do pé, estando este reduzido (Stanley 1970).

Assis (1977) atribuiu esses espécimes a *Posidonia*

Bronn, 1828. Esse autor designou ainda o material como moldes internos de valvas esquerdas. Sua atribuição genérica deve-se a uma comparação com *Posidonia* sp. ind. descrita no trabalho de Gordon Jr. & Pojeta Jr. (1975). Entende-se que Assis não justificou de maneira consistente sua atribuição ao material da Formação Piauí ao gênero *Posidonia*.

O volume referente a Mollusca do "Treatise" (Moore, 1969) designou como edentelosos os gêneros pertencentes à Superfamília Posidoniidae Frech, 1909. Contudo, os espécimes da Formação Piauí estudados, mostram claramente estriações semelhantes a sulcos, próximas ao bico, na margem dorsal posterior. *Posidonia* possui ainda, linha cardinal reta, região posterior pronunciada e costelas concêntricas fortemente marcadas.

Newell (1955; p. 21, Est. 2, Figs. 5 e 6) descreveu *Posidonia permica* do Permiano superior do leste da Groenlândia. O autor limitou-se na sua descrição apenas à morfologia externa, não tendo observado caracteres da charneira e impressões da musculatura; seus espécimes, entretanto, mostram similaridade na morfologia externa com os espécimes da Formação Piauí.

Newell (1942) revisou a Superfamília Mytilacea do Paleozóico Superior, formas que possuem resilífero triangular na charneira, dentes e alvéolos em muitas espécies, região anterior ventral sempre côncava, além da morfologia externa peculiar ao grupo. Todas as características acima descritas não foram encontradas no material da Formação Piauí.

Preferiu-se não atribuir os espécimes a nenhum dos táxons acima descritos, até a obtenção de dados mais completos da musculatura e charneira.

Gen. et sp. ind. 4
(Est. 6, Figs. 7 - 9)

Descrição: Concha pteriforme, pequena, inequilateral, inequivalve, sendo a valva esquerda pouco mais inflada que a direita; bicos situados pouco acima da linha de charneira; região anterior reduzida, constituída por pequena aurícula de extremidade aguda; margem ventral arredondada; aurícula posterior não diferenciada; margem dorsal posterior reta, exibindo, nas valvas esquerdas, um dente lateral que ocupa toda sua extensão. Feições morfológicas internas não preservadas.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	AL
DNPM 140aE		13*	7,5	1,6
DNPM 632 E		11	7,5	1,6
SN ⁰ COL. D		10	6,5	1,5
SN ⁰ COL. E		7,5	5	1,5

Obs: *, medidas aproximadas.

Material: Sete moldes internos fragmentários, incluindo valvas direitas e esquerdas, e um molde externo.

Distribuição: Formação Piauí, calcários Mocambo e Contendas.

Discussão: O material é fragmentário e de difícil comparação.

Benedetto (1980a; p. 215, Est. 3, Figs. 3 - 4) descreveu e ilustrou o gênero *Caneyella* da Formação Caño Indio, Pensilvaniano da Venezuela, semelhante, no contorno geral, ao material da Formação Piauí. Porém, *Caneyella*, apresenta ornamentação radial bem marcada, estas, ausentes em molde externo do material da Formação Piauí. Outras formas afins não têm sido descritas das assembléias do Neopaleozóico da América do Sul. Portanto, a atribuição taxonômica para estes espécimes

aguarda maior número de amostras e espécimes com feições morfológicas internas preservadas.

Gen. et sp. ind. 5

(Est. 6, Fig. 10)

Descrição: Concha subretangular, muito inflada, inequilateral, muito alongada posteriormente; extremidade anterior arredondada, extremidade posterior truncada, margens dorsal e ventral subparalelas; região mais obesa da concha posicionada no comprimento médio, acima da altura média; umbos posicionados um quarto do comprimento atrás da extremidade anterior; uma carena umbonal bem marcada origina-se na região umbonal em direção ao ângulo ventral posterior; cicatriz do músculo adutor posterior circular, posicionada junto ao ângulo posterior dorsal; linha palial espessa, preservada apenas na região posterior da concha, possivelmente sinuada (Fig. 30). Ornamentação e características da charneira não preservadas.

Figura 30 - Gen. et sp. ind. 5, aspectos da musculatura. Símbolos como na figura 7.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	CA	AL	O
GP/1E 1807	E	44	19*	7	8	2,3	1,5

Obs: *, medida aproximada.

Material: Um molde interno fragmentário de valva esquerda.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Meruóca.

Discussão: É provável que, pela forma geral, este táxon esteja relacionado à Subclasse Anomalodesmata.

Não há formas semelhantes descritas de sedimentos do Neopaleozóico da América do Sul, podendo tratar-se de um novo táxon.

Espécimes melhor preservados poderão apresentar características que apontem para atribuição deste material ao gênero *Sanguinolites* Mc' Coy, 1844. Contudo, a má preservação da região anterior, dificulta o exame da musculatura adutora e acessória e a presença ou não de um suporte miofórico. A má preservação da região anterior dificulta, também, a comparação com o gênero *Pleuroforella* Girty, 1904, que possui forma geral muito semelhante a do material da Formação Piauí.

Gen. et sp. ind. 6

Descrição: Concha inequilateral, muito alongada posteriormente; região umbonal não preservada; carena umbonal ausente; superfície ornamentada por costelas concêntricas irregularmente espaçadas; músculo adutor anterior oval, amplo (Fig. 31). Características da charneira não observadas.

Figura 31 - Gen. et sp. ind. 6, aspecto da musculatura. AA, adutor anterior.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	L	CA	AL	O
GP/1E 1606E		62*	31*	6*	15	2,0	2,6

Obs.: *, medidas aproximadas.

Material: Um molde interno de valva esquerda fragmentário.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Meruóca.

Discussão: O estado fragmentário do espécime dificulta a comparação com outras formas já descritas e ilustradas na bibliografia.

É possível que, pela forma geral, e características da ornamentação o táxon esteja relacionado à Subclasse Anomalodesmata.

Contudo, uma atribuição taxonômica consistente para este material aguarda espécimes melhor preservados.

Gen. et sp. ind. 7

Descrição: Concha inequilateral, muito alongada, margens ventral e dorsal paralelas, extremidades anterior e posterior arredondadas; região umbonal não preservada, carena umbonal ausente; valva ornamentada, em toda superfície, por costelas radiais, mais fortemente marcadas na região posterior; possível impressão da linha palial preservada apenas na região anterior da concha (Fig. 32).

Figura 32 - Gen. et sp. ind. 7, aspectos da musculatura: LP(?), linha palial; CR, costelas concêntricas.

Dimensões (mm):

E	V	C	A	AL
SN ⁰ COL.	D	48*	21*	2,2

Obs.: *, Medidas aproximadas.

Material: Um molde interno fragmentário de valva direita.

Distribuição: Formação Piauí, calcário Meruóca.

Discussão: A forma geral da concha e o padrão de ornamentação sugerem uma atribuição ao gênero *Permophorus* van de Poel, 1959 (1895), contudo, a ausência de um suporte miofórico bem marcado na região anterior descarta esta possibilidade.

A atribuição consistente a um táxon para este material

aguarda um maior número de amostras e espécimes com preservação de feições morfológicas internas.

4. ELEMENTOS DE TAFONOMIA

Nas assembléias fósseis marinhas, os elementos e fragmentos esqueléticos variam grandemente em tamanho, forma, peso e composição química. Estes elementos, quando submetidos a processos físicos (e.g., hidráulicos), químicos (e.g., corrosão) e biológicos (e.g., bioerosão), fornecerão variado espectro de informações dos processos sedimentares atuantes, muitas vezes não determinados apenas pela análise de estruturas sedimentares de origem não biológica. Restos biológicos preservados nos sedimentos podem, também, indicar variações de energia no ambiente, taxa de sedimentação (pelo grau de seleção, fragmentação e desarticulação), pH do meio, grau de oxigenação da água e a presença ou não de agentes bioturbadores no sedimento.

Processos hidráulicos mecânico-destrutivos, tais como acentuado transporte por correntes são comuns nos ambientes de águas rasas, podendo ou não fragmentar e desarticular partes duras articuladas.

Os pelecípodes são particularmente importantes nos estudos tafonômicos, devido ao seu exoesqueleto constituído por duas valvas articuladas, variáveis na forma, espessura e composição mineralógica. Os pelecípodes apresentam também grande variedade de hábitos de vida, podendo ocupar praticamente todas as facies de um ambiente marinho.

As tabelas 1 e 2 demonstram, respectivamente, a susceptibilidade de conchas bivalves aos vários processos bioestratinômicos e o seu potencial de utilidade como indicadores qualitativos de parâmetros físicos do meio.

No Brasil, pouca atenção tem sido dispensada à análise tafonômica de assembléias fósseis (Simões, 1992). Contudo, recentemente, vários autores (Rohn, 1988; Simões, 1992; Simões & Rocha-Campos, 1993; Anelli et al., 1992; Anelli et al., 1993; Torello & Rossi, 1993; Torello & Simões, 1993 a, b; Rohn & Penatti, 1993) tem se dedicado ao estudo tafonômico de assembléias de pelecípodes marinhos do Paleozóico superior das bacias do Paraná e Parnaíba.

TIPO DE ESQUEL.	TRANS. INTACTO	DESART.	FRAG.	CORROSAO
C. Biv. Espessa	+	+	+	+
C. Biv. Fina	++	+	+	-

(+) susceptível ao processo;
 (++) altamente susceptível ao processo;
 (-) em geral, não susceptível ao processo.

Tabela 1 - Susceptibilidade de conchas bivalves a diferentes processos bioestratigráficos (Brett & Baird, 1986). Obs: corrosão inclui abrasão e bioerosão.

TIPO ESQUEL.	TRANS. P/CORRENTES OU ONDAS		ENERGIA		TAXA DE SOTERRAMENTO	
	Orientação Azimutal	Convex. ▲ ▼	Ex.	Al.	Baixa Retrab.	Muito Rápida
C. Biv. Espessa	+(EM)	+(DR)	+(FR)	+(FR)	+(FR/COR)	+(DES/Art)
C. Biv. Fina	+(EM)	++(DR)	++(DES/FR)	-	-	+(Frag)

(-) em geral, não utilizado;
 (+) indicador útil;
 (++) indicador importante;
 (EM) orientação do eixo maior;
 (DR) desorientação;
 (FR) fragmentação;
 (COR) corrosão.

Tabela 2 - Utilidade potencial de conchas bivalves como indicadores de parâmetros físicos ambientais (Brett & Baird, 1986)

O material da Formação Piauí, aqui analisado, encontra-se em duas das 7 facies carbonáticas (calcário Mocambo e Contendas) descritas por Lima Filho (1991), e facies Meruóca, localizadas no topo desta formação.

Trata-se principalmente de moldes internos e externos de pelecípodes da infauna profunda, intermediária e rasa, da semi-infauna bissada e da epifauna bissada.

Apesar de a preservação do material variar de razoável a boa, com características tafonômicas facilmente identificáveis (e.g., grau de desarticulação, grau de fragmentação, corrosão e bioerosão), a análise tafonômica foi, em parte, comprometida durante as coletas realizadas nas décadas de 1950 e 1970. Por se tratar de uma rocha carbonática muito tenaz, apenas os blocos já quebrados, fora da posição original, foram coletados. Assim, foram perdidos valiosos dados, incluindo a orientação das valvas no substrato e a relação lateral entre as conchas (e.g., valvas em posição vs. valvas articuladas) úteis para o entendimento dos processos tafonômicos. Contudo, alguns blocos puderam ser reorientados a partir da interpretação das estruturas sedimentares, da distribuição tridimensional dos fósseis na matriz e da análise de lâminas delgadas.

4.1 Classificação da Concentração

Kidwell et al. (1986) e Brett & Baird (1986) estabeleceram as bases conceituais e metodológicas para análise e classificação de concentrações fossilíferas marinhas. O texto a seguir está em grande parte fundamentado nestes artigos.

Concentração fóssil é definida como qualquer acumulação relativamente densa de partes biológicas duras, a despeito da composição taxonômica, estado de preservação ou de modificação pós-morte.

A assembléia do calcário Mocambo é do tipo ecologicamente homogênea, não havendo indícios de condensação de faunas de espécies ecologicamente dissimilares.

Trata-se de uma concentração do tipo matriz-suportada,

havendo, contudo, pequenas lentes onde a densidade de partes duras aumenta, assumindo características de uma concentração bioclasto suportada (Fig. 33). Ela é autóctone-parautóctone, composta por elementos da infauna profunda preservados em posição de vida (Fig. 34a e b) e elementos da infauna intermediária, rasa, semi-infauna e epifauna bissada, reorientados dentro do hábitat de vida.

4.2. Descrição da Concentração

4.2.1. Composição taxonômica

A composição taxonômica de uma assembléia fóssil reflete a estrutura biológica de uma paleocomunidade, sendo, também, governada por fatores abióticos (e.g., condições de salinidade, batimetria, temperatura etc.). Além disso, fatores hidrodinâmicos, responsáveis pela fragmentação diferencial e transporte, afetam a composição final da concentração.

As concentrações fossilíferas são caracterizadas como monotípicas ou politípicas, dependendo da variedade taxonômica e tipos de esqueletos preservados (e.g., tamanho, forma e etc.).

Conforme mencionado anteriormente, a assembléia do calcário Mocambo é composta por diversos grupos de microinvertebrados e macroinvertebrados (e.g., moluscos, braquiópodes, trilobitos, briozoários), de diferentes classes de tamanho (Fig. 33), não evidenciando fortes fatores ecológicos e hidráulicos seletivos. Pode ser, portanto, classificada como uma concentração do tipo politípica. Contudo, certo grau de seleção ecológica é evidente em um nível taxonômico elevado, pelo fato de a assembléia ter sido amplamente dominada pelos moluscos (e.g., pelecípodes, gastrópodes e cefalópodes). Contrariamente, na facies calcária Meruóca, associada à facies Mocambo, no topo da Formação Piauí, prevalecem os braquiópodes, sendo raros os moluscos. Na Formação Itaituba (Pensilvaniano, Bacia do Amazonas) e no Grupo Tarma (Peru), embora as assembléias sejam igualmente dominadas por braquiópodes, não são raros os pelecípodes e outros grupos.

Menos importante como fator seletivo e determinante da

Figura 33 - Amostra com valvas de diferentes classes de tamanho, evidenciando baixa taxa de seleção (calcário Mocambo).

Figura 34 - Formas da infauna profunda preservadas em posição de vida. a - Gen. et sp. ind. 1; b - *Wilkingia terminalis* (calcário Mocambo).

Figura 35 - Amostra evidenciando tubo de agente bioturbador preenchido por sedimento (calcário Meruóca).

composição taxonômica da assembléia do calcário Mocambo foi a hidrodinâmica do meio, pois, embora a concentração apresente alguns sinais de retrabalhamento, a assembléia é do tipo autóctone-parautóctone e não há evidências de bioclastos alóctones. De outro lado, por exemplo, Torello & Rossi (1993) descreveram uma concentração monotípica da Formação Santa Helena, Eopermiano? da Argentina, composta, quase exclusivamente, por conchas de uma mesma classe de tamanho do conetáceo *Lisochonetes*?, indicando, provavelmente, uma acumulação sob forte fator hidrodinâmico seletivo.

4.2.2 Biofábrica

Biofábrica refere-se ao arranjo tridimensional dos bioclastos na matriz, a qual depende, principalmente, dos fatores bioestratigráficos que atuam sobre as partes duras.

Há evidências de valvas desarticuladas concordantes com o plano de acamamento do carbonato, sendo esta, possivelmente, a posição preferencial, indicando prolongada exposição a correntes, embora estas possam ter sido muito fraca ou episódicas (Speyer & Brett, 1988). Contudo, muitas valvas estão distribuídas obliquamente ao plano de estratificação, provavelmente devido à forte interferência no arranjo original das valvas pelos elementos bioturbadores da infauna (e.g., bivalves detritívoros) (Fig. 35).

Termos especiais são reservados às fábricas caracteristicamente ordenadas, vistas em seção (Fig 36). Nas concentrações mais densas do calcário Mocambo, valvas desarticuladas apresentam-se empilhadas ("stacking"), as quais poderiam estar também relacionadas aos organismos bioturbadores (Meldahl, 1987) e aninhadas ("nesting") (Fig. 37a e b). Em lâminas delgadas ocorrem microbivalves com valvas conjugadas fechadas encapsulados em conchas de gastrópodes.

Uma única evidência de reorientação unimodal está presente em uma amostra contendo gastrópodes de valvas turritelares orientadas no mesmo sentido. Esta feição é característica de ambientes sob a

Figura 36 - Terminologia empregada para orientação de partes duras, em seção transversal (segundo Kidwell et al., (1986)).

Figura 37 - Amostras exibindo fábricas características. a - empilhamento; b - aninhamento (calcário Mocambo).

Figura 38 - Alternância de níveis de micrita (hachurado), biomicrita (pontilhado), apresentando porosidades móldicas de pelecípodes e concentrações de calcita espática ("Vs"). Notar ligeira variação vertical de textura, deformação plástica (setas espessas) e sinais de bioturbação (setas delgadas); a figura apresenta ainda o padrão de coloração do calcário Mocambo.

atuação de correntes unidirecionais, onde o ápice das valvas cônicas apontam no sentido contrário ao da corrente.

4.2.3 Geometria

A geometria de uma concentração fossilífera depende de fatores biológicos e físicos, a saber: a - a topografia herdada da superfície deposicional; b - o modo de vida dos organismos que possuem partes duras preserváveis; c - bioturbação e d - processos físicos de concentração de partes duras que produzem topografia singenética.

A despeito do fato de faltarem dados sobre a geometria da camada fossilífera, devido ao problema de coleta já mencionado anteriormente, amostras de mão reorientadas em laboratório evidenciam duas formas principais de acumulação: a- lentes de pequena estensão lateral (5 cm, concentração do tipo 2); e b- "pavimentos" (concentração do tipo 1), descritas mais adiante.

4.2.4 Estrutura Interna

Quanto à estrutura interna, as concentrações podem ser classificadas como simples ou complexas, levando em conta as variações laterais e verticais da composição taxonômica, biofábrica e matriz.

A concentração do calcário Mocambo é do tipo complexa, apresentando variação lateral no arranjo das conchas, que, às vezes, distribuem-se esparsamente na matriz ou ocorrem concentradas, formando lentes de pequena expressão lateral. Apresenta ainda, variações vertical e lateral da matriz, com alternância de camadas de calcilutitos (Fig. 38).

4.2.5 Tipo de gênese da acumulação

Kidwell et al. (1986) propuseram três tipos de acumulação de partes duras (Fig. 39): a- concentrações biogênicas produzidas por

Figura 39 - Estrutura conceitual para gênese de concentrações de partes duras. 1 - concentração biológica produzida por comportamento gregário de organismos dotados de partes duras (biogênica intrínseca) ou pela ação de outros organismos (biogênica extrínseca); 2 - concentração formada através do retrabalhamento hidráulico de partes duras como partículas e/ou através da não deposição ou remoção seletiva da matriz; 3 - Concentração diagenética; 4, 5 e 6 - concentrações de origem mista, refletem forte influência de dois ou mais diferentes tipos de processos.

agrupamento gregário de organismos portadores de partes duras (biogênica intrínseca) ou por ação de outros organismos (biogênica extrínseca); b- concentrações sedimentológicas formadas por retrabalhamento hidráulico de partes duras e ou através da deposição ou remoção seletiva da matriz; c- concentrações diagenéticas resultantes de horizontes fossilíferos amalgamados por compactação.

Concentrações de origem mista, nas áreas 4, 5 e 6 da figura 33, refletem atuação conjunta de mais de um tipo de acumulação.

A acumulação estudada caracteriza-se como uma concentração de origem mista, preferencialmente nas áreas 2 e 4 do diagrama, visto que podem ter contribuído para isso fatores hidráulicos e biológicos extrínsecos, levando à remoção seletiva da matriz e a concentração dos bioclastos. Não há evidências de concentração devido à fatores diagenéticos.

4.3 Processos bioestratinômicos

Brett & Baird (1986) reconheceram 4 categorias de processos bioestratinômicos, a saber: a- reorientação e transporte: b- desarticulação e separação dos elementos por decomposição dos tecidos de conexão; c- fragmentação e d- corrosão, incluindo abrasão mecânica e bioerosão.

Para o estudo e a classificação bioestratinômica dos carbonatos estudados convém subdividir a concentração em dois tipos principais : a- concentração suportada pela matriz com valvas esparsas, e b- concentração suportada por bioclasto, formando lentes de valvas densamente concentradas ou "pavimentos" de valvas dispostas preferencialmente com a convexidade voltada para cima (Fig. 38).

4.3.1 Reorientação

São raras as evidências diagnósticas de sedimentação episódica no calcário Mocambo, envolvendo fortes ondas ou

correntes, que indicariam eventos de tempestade. Algumas feições tafonômicas observadas (e.g., valvas aninhadas ou empilhadas), têm sido atribuídas a eventos de tempestades (Kidwell & Bosence, 1991). Também, a presença de formas da infauna profunda preservadas em posição de vida (Fig. 34a e b) parece estar associada a um aumento brusco na taxa de sedimentação, em decorrência de eventos de sedimentação episódica (Brett & Baird, 1986; Speyer & Brett, 1988). Conforme mencionado anteriormente, estruturas sedimentares tracionais ligadas às correntes e eventos de tempestade (e.g., estratificação cruzada hummocky) não são observadas no calcário Mocambo. Porém, não fica descartada a hipótese destas estruturas terem sido mascaradas pela ação de organismos bioturbadores. O fato dos pelecípodes escavadores profundos (e.g., *Wilkingia*, Gen. et sp. ind. 1) terem sido preservados em posição de vida sugere, também, aumento brusco na taxa de sedimentação, associado à incapacidade e/ou baixa velocidade de escape destes animais (Peterson, 1985; Speyer & Brett, 1988).

Os dados de reorientação dos bioclastos indicam também dois tipos principais de acumulação nos sedimentos do calcário Mocambo. Amostras do tipo 1, apresentam valvas de pelecípodes com a convexidade predominantemente voltada para cima, tomando, não raramente, disposição oblíqua, possivelmente, devido a influência de agentes bioturbadores (ver figura 38). Menos frequentes são valvas orientadas com a concavidade voltada para cima, evidenciadas pela encrustação da epifauna, fato que sugere alguma exposição na interface água/sedimento (ver estampa 3, figura 6).

Amostras do tipo 2, apresentam acumulações densas (coquinas) de espessura centimétrica, lenticulares, caoticamente orientadas, oblíquas ou verticalizadas, com sinais de aninhamento e empilhamento (Figs. 33 e 37a e b).

4.3.2 Desarticulação e Seleção

A ausência de dentição, a tendência do ligamento de manter as valvas abertas e uma condição aeróbica da água, favorecem a

degradação da musculatura adutora e de outras partes moles, levando à separação das valvas, seja pela atuação de correntes ou pela atividade biológica junto ao fundo.

Dentre os 22 táxons identificados, 7 apresentam dentição (e.g., taxodonte, heterodonte). Nas outras 12 espécies a dentição cardinal está ausente, fato que proporciona uma maior facilidade para a desarticulação das valvas.

Dentre os pelecípodes escavadores profundos, 95% dos espécimes apresentam-se com as valvas conjugadas e 4% com as valvas desarticuladas. Apenas 1% dos espécimes apresentam valvas articuladas abertas ("butterflied") (Fig. 40 e 41). Estes números evidenciam a baixa susceptibilidade das formas escavadoras profundas aos processos bioestratigráficos atuantes junto a interface água/sedimento durante a gênese da assembléia estudada.

Dentre os pelecípodes escavadores intermediários e rasos (incluindo formas detritívoras da infauna) da concentração do tipo 1, a porcentagem de desarticulação é de 95%, sendo a porcentagem de valvas direitas e valvas esquerdas, respectivamente igual a 40% e 55%. Este quadro reflete atuação de correntes com capacidade de exumação da infauna intermediária e rasa.

As conchas da concentração do tipo 2 apresentam-se exclusivamente desarticuladas. Algumas amostras, contudo, apresentam raras valvas articuladas fechadas. Uma forma da semi-infauna bissada (*Pteronites*), apresenta-se exclusivamente com as valvas articuladas fechadas (Est. 2., Figs. 3 - 6).

Fatores hidrodinâmicos seletivos são evidentes quando analisados separadamente dados de formas inequívocas da epifauna bissada. O fato de cada valva de um indivíduo inequívoco possuir diferentes valores de obesidade (e.g., *Aviculopectinídeos*) leva-as a responder diferentemente aos fatores hidrodinâmicos atuantes no sítio deposicional. A figura 42 mostra a relação valva direita/valva esquerda para *Aviculopectem trichotomus* e Gen. et sp. ind. 3. O mesmo não é evidente quanto às valvas dos táxons equívocos com porcentagem de valvas esquerdas e direitas similares (Fig. 43).

Figura 40 - Taxa de desarticulação das valvas de formas de hábito escavador profundo.

Figura 41 - Raros exemplares de pelecípodes preservados com as valvas articuladas abertas ("butterflied"), ambas de *Wilkingia terminalis* (a - Formação Piauí; b - calcário Mocambo).

Figura 42 - Taxa de desarticulação das valvas para duas formas da epifauna.

Figura 43 - Taxa de desarticulação das valvas dos táxons equivalentes da infauna rasa e da semi-infauna bissada.

4.3.3 Fragmentação

O índice de fragmentação é útil na determinação da energia do meio de deposição. Apenas valvas das concentrações do tipo 2 apresentam-se fragmentadas. Algumas amostras contendo fragmentos muito pequenos de valvas sugerem retrabalhamento intenso (Fig. 44a, b e c). Amostras das concentrações do tipo 1 apresentam valvas, na sua grande maioria, completas.

4.3.4 Corrosão e Bioerosão

Esqueletos carbonáticos podem apresentar sinais de bioerosão da epifauna encrustante, corrosão por soluções ácidas e abrasão mecânica, principalmente na linha de comissura e região terminal dos umbos.

Nas águas ricas em soluções ácidas provenientes da degradação da matéria orgânica (CO_2 , HNO_3 e H_2PO_4), a dissolução dos bioclastos pode ocorrer antes do soterramento. Sinais de dissolução não são observados nas conchas estudadas.

4.3.5 Diagênese

Processos diagenéticos precoces ocorrem antes da compactação dos sedimentos, tipicamente dentro de poucos metros de sedimentos inconsolidados, incluindo: dissolução de partes duras, preenchimento de vazios devido a decomposição da matéria orgânica, e mineralização por pirita, carbonatos, fosfatos ou sílica.

Os pelecípodes estudados estão preservados, na sua maioria, na forma de moldes internos e externos. Apenas no espécime DNPM 090 (Est. 5, Fig. 12) há evidências de que o material original da concha pode estar preservado. Contudo, não fica descartada a hipótese de tratar-se de calcita secundária. A dissolução das valvas, porém, ocorreu por processos diagenéticos tardios, possivelmente pela infiltração de compostos de baixo pH, fato este, evidente pela preservação de tênues cicatrizes musculares na grande maioria dos espécimes.

Figura 44 - a, b e c, amostras exibindo moldes de valvas fragmentadas; (calcário Mocambo).

5. ELEMENTOS DE PALEOECOLOGIA

5.1 Generalidades

Os pelecípodes marinhos sofreram duas grandes radiações adaptativas, desde o seu aparecimento no Cambriano. A primeira, no Paleozóico inferior, deu origem a grupos de epifauna e infauna primitiva, sendo seguida por um período de relativa estabilidade no Paleozóico superior. A segunda radiação ocorreu durante as Eras Mesozóica e Cenozóica e trouxe os pelecípodes para a sua presente posição de proeminência (Stanley, 1968).

Dentre as características adaptativas que governaram o sucesso evolutivo do grupo destacam-se: a aquisição de um pé musculoso operado hidraulicamente, o qual permitiu aos animais certa mobilidade dentro ou na superfície do substrato, em alguns casos associado a um aparato bissal para fixação temporária ou permanente; valvas unidas por um ligamento flexível; charneira; brânquias ciliadas e palpos labiais, úteis na alimentação. Estas características conduziram os pelecípodes marinhos a ocuparem diversos nichos.

Yonge (1948, p. 228, in Nicol, 1968) destacou que "de todos os animais marinhos, os pelecípodes são os mais perfeitamente adaptados para a vida dentro de um substrato mole arenoso ou argiloso" e que, além das características acima assinaladas por Stanley (1968), o "achatamento lateral do corpo e do pé, e o isolamento da massa visceral por uma concha calcária bivalve tornou-os aptos a explorar as variadas possibilidades de vida, sob a superfície do substrato.

Espécies de macroinvertebrados marinhos atualmente reconhecidos na Formação Piauí incluem pelecípodes (56%), braquiópodes (23%), gastrópodes (10%), trilobites (5%) e briozoários (3%) (Fig. 45). A fauna é, portanto, grandemente dominada pelos moluscos (Fig. 46), que perfazem 69% dos táxons presentes.

Das 7 categorias de modo de vida reconhecidas por Stanley (1970), as formas escavadoras livres suspensívoras predominam na

Figura 45 - Gráfico exibindo porcentagem da composição faunística da Formação Piauí. Obs.: PEL., pelecípodes; BRA., braquiópodes; GAS., gastrópodes; TRI., trilobitas; CEF., cefalópodes; BRI, briozoários.

Figura 46 - Gráfico exibindo o domínio do Filo Mollusca sobre os outros táxons de invertebrados presentes na Formação Piauí.

assembléia, incluindo escavadoras rasas (47%) e escavadoras profundas (11%). Formas suspensívoras da semi-infauna bissada perfazem 11% da assembléia e formas epibissadas 26% (Fig. 47). Relativamente raros (embora abundantes em quantidade) são os gêneros detritívoros correspondendo a 9% da fauna (Fig. 48).

Assim, o predomínio absoluto de formas suspensívoras, não vágeis, na assembléia da Formação Piauí, associado a feições tafonômicas já descritas anteriormente, tais como, a ocorrência comum de formas escavadoras profundas com valvas conjugadas, preservadas em posição de vida, em contraste com valvas desarticuladas, que parece caracterizar a maioria dos outros gêneros de pelecípodes, sugerem um substrato bentônico marinho, pelo menos moderadamente agitado.

5.2. Paleoautoecologia

5.2.1 Morfologia Funcional

Os pelecípodes do calcário Mocambo apresentam os seguintes hábitos de vida, interpretados segundo os esquemas de classificação de Stanley (1968, 1970, 1972) e Runnegar (1974): a- formas da epifauna bissada suspensívora (e.g., *Aviculopecten*, *Leptodesma*, Gen. et sp. ind. 3); b- formas da semi-infauna bissada suspensívora (e.g., *Pteronites*, *Permophorus*); c- formas escavadoras rasas suspensívoras (e.g., *Schizodus*, *Astartella*, *Oriocrassatella*, *Sanguinolites*, *Myonia*); d- formas escavadoras profundas suspensívoras (e.g., *Wilkingia*, Gen. et sp. ind. 1) e formas detritívoras (e.g., *Palaeonucula*, *Phestia*).

5.2.1.1. Epifauna e Semi-infauna bissada

Nos mares atuais, as formas bissadas pertencem, na sua maioria, às superfamílias Arcacea, Mytilacea, Pteriacea, Pectinacea e Amoniacacea. Porém, formas jovens de muitos grupos escavadores livres, ou de hábito não bissado quando adultos, também podem apresentar bisso.

Figura 47 - Gráfico exibindo porcentagem dos hábitos de vida dos pelecípodas da Formação Piauí. Obs.: E.R., escavadores rasos; Ep.B., epifauna bissada; Si.B., Semi-infauna bissada; E.I., escavadores intermediários; E.P., escavadores profundos.

Figura 48 - Gráfico exibindo porcentagem dos hábitos alimentares dos pelecípodas da Formação Piauí. Obs.: SUSP., suspensívoros; DETR., detritívoros.

Stanley (1970) reconheceu dois tipos de fixação por aparato bissal: a- fixação com o plano sagital vertical ao substrato, e b- formas fixas com o plano sagital oblíquo ao substrato.

Valvas equivalves, alongamento posterior da concha, achatamento ventral e musculatura anisomiária, são adaptações morfológicas típicas dos pelecípodes que vivem com o plano de comissura vertical em relação ao substrato.

Stanley (1972, p. 195) incluiu o gênero *Permophorus* como forma endobissada no Carbonífero e Permiano. Ele chamou atenção para a possibilidade de *Permophorus* ter possuído um pé escavador, a despeito da redução da região anterior sugerir a presença de um bisso. Esta suposição torna duvidosa a relação da pequena, mas bem marcada, cicatriz que está acima da cicatriz do músculo adutor anterior em *Permophorus subcostatus* do calcário Mocambo, se relacionada ao bisso ou ao pé (Est. 2, Fig. 10). A presença de um pé estaria relacionada à reescavação rápida após repentina exumação. O hábito de vida endobissado do gênero *Permophorus* é, ainda, sugerida pela posição da maior largura situada na altura média da concha (Stanley, 1970, p.27, Fig. 8).

Diversos autores (e.g., Gordon & Pojeta, 1975; Zhang, 1993) incluem *Pteronites* como forma da semi-infauna bissada. O gênero apresenta valvas equivalves, alongadas posteriormente, região anterior reduzida e provável condição anisomiária da musculatura. A figura 49 mostra a reconstituição da posição de vida das formas da semi-infauna bissada.

Figura 49 - Hábito de vida das formas da semi-infauna bissada: a- *Permophorus subcostatus*, b- *Pteronites*.

Formas fixas por aparato bissal com o plano de comissura oblíquo em relação ao substrato incluem membros das superfamílias Pteriacea, Amoniaacea e Pectinacea. Adaptações morfológicas para esse hábito incluem condição inequivalve, alongamento da aurícula posterior associada a um sinus bissal e baixo ângulo umbonal.

Stanley (1970) estabeleceu um padrão de medidas do ângulo umbonal e de assimetria das aurículas para separar as formas nectônicas das formas de hábito epibissado fixo.

Medidas do ângulo umbonal e leve assimetria das aurículas incluem o gênero *Aviculopecten* da Formação Piauí na área das formas bissadas fixas do gráfico de Stanley (1970, p. 31).

Contudo, Stanley (1970, p.38) chamou a atenção para o fato das formas, que vivem caracteristicamente fixas na porção superior do substrato, poderem soltar-se e nadar quando incomodadas.

Valvas altas, pouco alongadas, com aurículas desiguais e ornamentação radial bem marcada, sugerem um hábito preferencialmente fixo para *Aviculopecten trichotomus* (Fig. 50).

Figura 50 - Hábito de vida de *Aviculopecten trichotomus*.

Formas bissadas da epifauna, inequivalves, fixas com plano de comissura em ângulo oblíquo ao substrato, incluem ainda o gênero *Leptodesma*. Stanley (1972) atribuiu estas características como associadas a um baixo ângulo de fixação para estabilidade da concha em posição de vida soterrada menos profundamente que as formas tipicamente endobissadas.

5.2.1.2 Escavadores

Estão presentes no calcário Mocambo elementos da infauna rasa e infauna profunda. São também de hábito escavador as formas detritívoras (*Palaeonucula*, *Phestia*).

5.2.1.2. Orientação para escavação

Os pelecípodes devem assumir uma posição ereta da concha para a escavação de um substrato sendo o pé o órgão fundamental para o início e desenvolvimento da penetração (Trueman et al., p. 474, in Stanley, 1970, p. 45).

Segundo Stanley (1970), há nos pelecípodes uma relação entre a forma da concha e a posição de emergência do pé. De acordo com ele, na ausência de uma abertura pedial permanente, a máxima separação das valvas para qualquer ângulo de abertura, estará localizado no ponto ao longo da margem ventral que está mais distante do eixo da charneira, o ponto "M". Normalmente, o pé emerge com o seu eixo central coincidindo com esse ponto de máxima separação entre as valvas (Fig. 51).

Figura 51 - Posições de escavação e de emergência do pé hipotéticas para formas pouco alongadas do calcário Mocambo. A. *Schizodus alpinus*, B. *Schizodus* sp, C. *Astartella*, D. *Oriocrassatella*.

Nas formas alongadas (e.g., *Schizodus mocamboensis*, *Sanguinolites*, *Myonia*) a emergência do pé geralmente se dá em uma direção aproximadamente paralela ao eixo maior da concha (Fig. 52).

Figura 52 - Posição de escavação hipotética para formas alongadas. A. *S. mocamboensis*, B. *Sanguinolites*, C. *Myonia*.

5.2.1.2.2 Movimentos de Escavação

Stanley (1970) estudou movimentos de escavação ("rocking movement") em formas viventes e observou que não há relação aparente entre o ângulo de rotação e obesidade, mas sim entre o ângulo de rotação e o alongamento das valvas.

Espécies com baixos valores de alongamento (e.g., *Palaeonucula*) provavelmente utilizaram pronunciado ângulo de movimento de escavação para penetração. Formas alongadas (e.g., *Sanguinolites*, *Myonia*) possivelmente utilizaram baixo ou nenhum movimento de escavação.

Stanley (1970) chamou a atenção de que nas formas moderadamente alongadas (e.g., *Schizodus alpinus*, *Astartella*, *Oriocrassatella*) existe uma componente de movimento, não sendo a penetração diretamente vertical.

5.2.1.2.3 Taxa de Escavação

Tempo de escavação é definido como o intervalo entre a elevação da concha para a posição ereta e o completo soterramento.

Escavação rápida quase sempre está associada a: a - ocupação de substrato instável onde a necessidade de reescavação é comum, ou b - ao hábito detritívoro, quando o animal deve necessariamente se deslocar para novas fontes de alimento.

Stanley (1970) adotou medidas de altura, comprimento e largura para a determinação da taxa de escavação de pelecípodes fósseis, além de adaptações como espessura da concha e grau de ornamentação. O mesmo autor notou que não há relação direta da taxa de escavação com o tamanho do animal e que a diminuição do tamanho pode ser vantajosa nas formas detritívoras (e.g., *Palaeonucula*) apenas por habilitar o animal a desviar mais facilmente de obstáculos no sedimento.

Stanley (1970, p. 60) plotou dados de alongamento versus obesidade de pelecípodes viventes e observou que poucas espécies na região esférica do gráfico são escavadores rápidos e que a maioria dos escavadores rápidos são hidrodinâmicos, sendo cilíndricos, em forma de lâmina ou de disco. A figura 53 apresenta os dados de alongamento versus obesidade de alguns pelecípodes da infauna do calcário Mocambo.

Das formas atuais estudadas por Stanley (1970, p. 61), aproximadamente todos os táxons que apresentam conchas espessas são escavadores lentos e aproximadamente todos os escavadores rápidos possuem conchas finas ou apenas moderadamente espessas.

Constituem ainda adaptações para redução do tempo de escavação a ausência de ornamentação concêntrica bem marcada. Normalmente todas as formas muito ornamentadas são escavadoras lentas.

Escavadores da infauna rasa no calcário Mocambo (e.g., *Schizodus alpinus*, *Schizodus* sp, *Myonia*, *Sanguinolites*), da infauna profunda (Gen. et sp. ind. 1) e da infauna intermediária (Gen. et sp. ind. 2) são formas destituídas de ornamentação bem marcada, apresentando apenas finas linhas concêntricas de

Figura 53 - Gráfico com valores médios de alongamento (Al.) vs obesidade (Ob.) das formas escavadoras da Formação Piauí. Símbolos: Pl, *Paleonucula*; Ph, *Phestia*; Sa, *Schizodus alpinus*; Sm, *Schizodus mocamboensis*; Ssp, *Schizodus* sp.; Pr, *Permophorus*; As, *Astartella*; Op, *Oriocrassatella*; Sg, *Sanguinolites*; My, *Myonia*; Wk, *Wilkingia*; G1, Gen et sp. ind. 1; G2, Gen. et sp. ind. 2. A linha tracejada separa escavadores rápidos (direita) dos escavadores lentos (esquerda), (segundo Stanley, 1970). Obs.: por tratar-se de valores médios, é provável que os táxons localizados próximos à linha hipotética apresentem espécimes posicionados nas duas regiões do gráfico.

crescimento. *Astartella* e *Oriocrassatella*, por outro lado, possuem ornamentação constituída por costelas e lamelas concêntricas relativamente bem marcadas. O gênero *Wilkingia* da infauna profunda é ornamentado por costelas concêntricas bem marcadas.

Stanley (1970) chamou a atenção para o fato da ornamentação concêntrica atuar nas formas da infauna rasa, como mecanismo estabilizador da concha na posição de vida dentro do substrato.

Outra adaptação para melhor desempenho durante a escavação é a expansão da região anterior indicativa do aumento do volume do pé para hábito de escavação rápida. Possuem região anterior relativamente expandida os gêneros detritívoros *Palaeonucula*, *Phestia* e o gênero escavador intermediário Gen. et sp. ind. 2.

A posição da região mais inflada da valva é outra feição morfológica útil na determinação da velocidade de escavação, sendo facilmente observada nos táxons fósseis. Gêneros atuais escavadores rápidos (e.g., *Donax*, in Stanley, 1970) possuem a região mais inflada da concha junto à região dorsal. Todas as formas escavadoras do calcário Mocambo apresentam a região mais inflada da concha na altura mediana (e.g., *Schizodus alpinus*, *Astartella*) ou apenas fracamente deslocadas para a região dorsal (e.g., *Schizodus* sp.).

5.2.1.2.4 Morfologia e posição de vida

5.2.1.2.4.1 Profundidade de escavação

Profundidade de escavação é a distância da superfície do sedimento até o ponto mais raso da concha soterrada. Segundo Stanley (1970), são considerados escavadores rasos os pelecípodes cuja distância da interface água/sedimento, na posição de vida, é menor que 2 a 3 centímetros da superfície do substrato.

Características morfofuncionais, observáveis em formas fósseis relacionadas à profundidade de escavação, incluem espessura da concha e ornamentação.

Geralmente, valvas espessas estão presentes nas formas escavadoras rasas, conferindo estabilidade aos animais sujeitos a

exumação por ondas e correntes.

Runnegar (1974) constatou haver boa correlação entre tamanho e número de inserções de músculos pediais, com a profundidade de escavação, nos pelecípodes da Subclasse Anomalodesmata.

De acordo com ele, as adaptações para formas escavadoras rasas, incluem valvas pequenas e robustas sem aberturas comissurais, abertura sifonal, quando presente, estreita; musculatura adutora subigual, músculos pediais relativamente grandes; ausência de sinus palial ou, quando presente, raso, dentição proeminente e algum grau de sobreposição das valvas.

Para as formas escavadoras profundas as características diagnósticas incluem valvas alongadas e finas com fendas comissurais para o pé e sifão, umbos frequentemente sobrepondo um ao outro, musculatura adutora subigual, musculatura pedial relativamente pequena e sinus palial profundo.

Formas escavadoras de profundidade intermediária podem possuir conchas longas ou curtas, com ou sem abertura sifonal, mas identificadas, primeiramente, por um sinus palial raso bem definido.

5.2.1.2.4.2 Posição de Vida

Stanley (1970, p. 67) definiu posição de vida como "posição na qual o animal se alimenta, assumida após a conclusão do período de escavação".

As formas muito alongadas da infauna profunda penetram o substrato em direção paralela ao eixo maior da concha, sendo incapazes de mudar facilmente esta posição após enterradas. Assim, a orientação de escavação torna-se a posição de vida (Fig. 54)

Figura 54 - Posição de vida para formas de hábito escavador profundo do calcário Mocambo. A. *Wilkingia*, B. Gen. et sp. ind. 1.

Escavadores da infauna rasa possuem a margem posterior truncada, correspondente à área de emergência de pequenos sífões ou da abertura para correntes (margem respiratória). A posição de vida é facilmente inferida a partir da relação da margem respiratória com a superfície do substrato (Fig. 55).

Figura 55 - Posição de vida provável das formas da infauna rasa do calcário Mocambo. a - *Schizodus alpinus*; b - *Schizodus mocamboensis*; c - *Astartella subquadrata*; d - *Sanguinolites* sp.; e - *Myonia* sp. n.; f - *Schizodus* sp.; g - *Palaeonucula levatiformis*; h - *Phestia bellistriata*.

A presença de um sinus palial bem definido e pouco profundo em Gen. et sp. ind. 2 apontam para hábito escavador intermediário (Fig. 56).

Fig. 56 - Reconstituição do hábito e posição de vida em Gen. et sp. ind. 2.

5.3. Paleossinecologia

Nota-se, nas assembléias neocarboníferas da América do Sul e América do Norte, o fato de as faunas marinhas serem, ora dominadas por braquiópodes (e.g., Formação Itaituba, Bacia do Amazonas; Formação Rio Palmar, Venezuela e Colômbia; Formação Amsden, Wyoming, EUA), ora pelos pelecípodes (e.g., Formação Piauí, especialmente a facies Mocambo, Bacia do Parnaíba; Formação Caño Indio, Venezuela; Formação Pottsville, Ohio, EUA).

Diversos autores abordaram essa questão. Por exemplo, Ransbottom (1978) ressaltou que dois fatores principais parecem ter sido responsáveis pelo controle da composição de comunidades marinhas bentônicas no Carbonífero: profundidade e salinidade; e que a natureza do sedimento (e.g. granulometria) seria também importante, porém de efeito menos expressivo. A similaridade litológica dos carbonatos nos quais ocorrem as assembléias da Formação Itaituba, com predominância dos braquiópodes, e da Formação Piauí, onde predominam os pelecípodes, sugerem que a natureza do substrato pode não ter sido o fator governante na determinação dos táxons predominantes.

Do mesmo modo, a presença de táxons estenohalinos (e.g., briozoários, crinóides) e eurihalinos (e.g., *Orbiculoidea*) nos carbonatos da Formação Piauí, e outras evidências, tais como, a ausência de formas anãs e a relativa diversidade da fauna, indicam sua deposição em águas de salinidade normal ou aproximadamente normal. Em ambientes de plataforma carbonática a hipersalinidade pode estar, ainda, associada à presença de estromatólitos, estruturas estas, ausentes nos carbonatos da Formação Piauí.

O principal fator controlador das comunidades presentes na Formações Piauí e Itaituba possivelmente tenha sido a profundidade. Bretsky (1968) demonstrou que a batimetria é um dos poucos fatores dentre outros, físicos, químicos ou bióticos, que podem influenciar a distribuição geográfica das associações de invertebrados marinhos bentônicos. Em sua Fig. 1 (p. 1232), este autor reuniu táxons característicos de ambientes "on shore" e "off shore" conhecidos do Paleozóico. Durante este Período, a presença de braquiópodes inarticulados (*Lingula*, *Orbiculoidea*), e de pelecípodes, tais como, *Nuculopsis*, *Posidonia* e pectinóides, gastrópodes, e a ausência de foraminíferos fusulinídeos, caracterizariam ambientes próximos à costa. Esta associação condiz com a composição da assembléia da Formação Piauí. Por outro lado, a presença de fusulinídeos, productídeos, conetídeos e espiriferídeos, a exemplo da Formação Itaituba, caracterizaria ambientes de plataforma mais afastada da costa.

É bem conhecido em Paleontologia o fato dos braquiópodes terem, durante o Paleozóico, dominado habitats marinhos profundos, afastados da costa, enquanto os pelecípodes estavam grandemente restritos a ambientes marinhos rasos, próximos da costa (Stanley, 1972, Bretsky, 1968). Gould & Calloway (1980) sugeriram que este padrão pode ter sido controlado por competição e que o crescimento relativo do número de táxons de pelecípodes através do Paleozóico pode ter sido mediado, em parte, pelo sucesso na competição contra os braquiópodes, tendo em conta as adaptações convencionais comumente citadas (e.g., a aquisição de um pé muscular, aquisição de sífões e consequente ocupação da infauna).

Tahyer (1986) destacou o fato de que o domínio dos

articulados sobre os pelecípodes, em certas comunidades paleozóicas, pode estar relacionado a tolerância à turbidês em ambientes argilosos. Segundo este autor, as estratégias adaptativas de braquiópodes articulados e pelecípodes são fundamentalmente diferentes, sendo os articulados organismos econômicos e os pelecípodes desperdiçadores de energia, no que diz respeito às estratégias alimentares. Este autor, ressaltou também, o fato de os braquiópodes suportarem mais facilmente baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Neste aspecto, vale ressaltar que os sedimentos da Formação Itaituba, onde o número de táxons de braquiópodes é sensivelmente superior (28 espécies contra 15 de pelecípodes), é bastante escuro provavelmente devido à presença de matéria orgânica, fato este possível apenas sob baixa concentração de oxigênio dissolvido.

Outro aspecto interessante abordado por Tahyer (1985) são os resultados de laboratório, segundos os quais predadores invertebrados e vertebrados mostraram preferência significativa pelos pelecípodes. Contrariamente a outros invertebrados marinhos, braquiópodes articulados são impalatáveis a predadores, que sempre os regurgitam convulsivamente. São os braquiópodes, possivelmente, os únicos elementos do bentos marinho conchífero dotados de tecido protetor repelente na concha.

É provável que a atuação conjunta dos diversos fatores acima citados tenha contribuído para o predomínio de um ou outro táxon, em especial, nas Formações Itaituba e Piauí. Desse modo, os sedimentos da Formação Itaituba, onde predominam os braquiópodes, foram, possivelmente, depositados em um ambiente marinho afastado da costa, de relativa profundidade, onde o acúmulo e suspensão de matéria orgânica teria favorecido a estratégia trófica alimentar dos braquiópodes. Por outro lado, uma maior proximidade da costa, pode ter favorecido o predomínio dos pelecípodes, à época da deposição da Formação Piauí.

O modelo da figura 55 apresenta uma reconstrução paleoecológica da fauna da Formação Piauí, sintetizando características tafonômicas e paleoecológicas discutidas no texto.

Figura 57 - Modelo sintetizando algumas das características tafonômicas e paleoecológicas discutidas no texto. O acúmulo de bioclastos, no centro do modelo, reflete a atuação de correntes canalizadas que concentraram os bioclastos pela retirada da matriz fina. a, *Palaeonucula levatiformis*; b, *Phestia bellistriata*; c, *Leptodesma*; d, *Pteronites*; e, ?*Pteria*; f, *Aviculopecten trichotomus*; g, *Schizodus alpinus*; h, *Schizodus mocamboensis* sp. n.; i, *Schizodus* sp.; j, *Permophorus subcostatus*; k, *Astartella subquadrata*; l, *Oriocrassatella piauiensis* sp. n.; m, *Sanguinolites*; n, *Myonia* sp.; o, *Wilkingia terminalis*; p, Gen. et sp. ind. 1; q, Gen et sp. ind. 2; r, Gen. et sp. ind. 3; Gen. et sp. ind 4; t, *Articulata* (Spiriferida); u, *Belerophon* (Gastropoda); v, *Euonphalus* (Gastropoda); x, *Trilobita* (Artropoda); y, *Briozoa* (Ectoprota); z, *Orthoceras* (Cephalopoda, Nautiloidea); 1, Crinóide (Equinodermata).

6. PALEOBIOGEOGRAFIA E CORRELAÇÃO

6.1 Introdução

Diversos autores, dentre os quais Archbold (1983), Runnegar (1984), Ross & Ross (1985), Gonzalez (1989), Simões (1992) e Simões & Rocha-Campos (1992) discutiram a paleobiogeografia do Carbonífero, ressaltando o caráter endêmico das faunas de invertebrados gondvânicos, inclusive dos pelecípodes, fazendo breves referências às faunas de águas quentes das bacias mais setentrionais.

De modo geral, os autores concordam no reconhecimento e delimitação geral de dois domínios principais; a) Gondvânico ; b) Tetiano (Fig. 58). Um dos aspectos curiosos das reconstruções disponíveis efetuadas por autores estrangeiros (e.g., Ross & Ross, 1985, p. 28, Fig. 2) é a ignorância ou interpretação errônea dos dados referentes à América do Sul, em especial os relativos às grandes bacias neopaleozóicas intracratônicas brasileiras do Amazonas, Parnaíba e Paraná. A localização de algumas das assembléias carboníferas da América do Sul encontra-se também indicada na figura 58.

A figura 59 oferece uma visão generalizada das províncias paleobiogeográficas do Carbonífero, baseada em dados da literatura, em parte revisados, e em elementos provenientes da atual pesquisa.

Várias das características mais notáveis da fauna da Formação Piauí permitem interpretá-la como tipicamente "Tetiana". Dentre as mais importantes destacam-se, além da presença de muitos dos táxons típicos deste domínio paleobiogeográfico, a associação com vários indicadores paleoclimáticos biológicos (e.g., a sua relativa diversificação e a presença de conodontes) e sedimentológicos evidentes pela ocorrência de carbonatos intercalados com outras facies sedimentares que apontam para um clima quente e árido (Lima Filho, 1991), compatível, portanto, com a posição paleolatitudinal da parte norte da América do Sul, durante o Neocarbonífero.

Figura 58 - Distribuição das faunas gondvânicas e tetianas na América do Sul (linha tracejada). Área hachurada representando limites da transgressão marinha no Pensilvaniano médio. 1 - afloramentos das formações Caño Índio e Rio Palmar, Venezuela; 2 - camadas carboníferas, Colômbia; 3 - Calcários fossilíferos, Colômbia; 4 - Formação Macuma, Equador; 5 - Formação Cerro Prieto, Peru; 6 - Formação Itaituba, Brasil; 7 - Formação Piauí, Brasil; 8 - Grupo Tarma, Peru; 9 - Formação Taiguati, Bolívia; 10 - Camadas Juan de Morales, Chile; 11 - Calcário Tarlton e Formação Seno Eleutério, Chile; 12 - Formação Pampa de Tepuel, Argentina.

Figura 59 - Visão generalizada da subdivisão provincial do Carbonífero (Morrowano) (modificado de Ross & Ross, 1985). Legendas: a - Faunas Andina e do sudoeste da América do Norte; b - faunas de águas frias; c - faunas Tetianas, tropicais, cosmopolitas; d - terras emersas; Setas cheias indicam correntes de superfície (águas quentes); setas abertas indicam correntes de superfície (águas frias).

6.2 Correlação

A tabela 3 mostra a ocorrência de táxons afins aos da fauna de pelecípodes da Bacia do Parnaíba e várias das assembléias conhecidas do Neocarbonífero das Américas do Norte e do Sul. Tendo em vista sua maior proximidade geográfica e paleogeográfica, a discussão abaixo está restrita àquelas localizadas na parte ocidental do Domínio Tetiano.

Espécies	1	2	3	4	5	6	7
<i>Palaeonucula levatiformis</i>				C	G	Gn	
<i>Phestia bellistriata</i>		C		Gn	S		
? <i>Leptodesma</i>							
? <i>Pteria</i>	C						
<i>Pteronites</i>	G		C	G	Gn		Gn
<i>Aviculopecten trichotomus</i>	G	G	G	Gn	Gn	Gn	Gn
<i>Schizodus alpinus</i>	G		C		Gn		?Csp
<i>Schizodus mocamboensis</i>							
<i>Schizodus</i> sp.							
<i>Permophorus subcostatus</i>			C		Gn	Gn	Csp
<i>Astartella subquadrata</i>			Csp	Gn	Gn	Gn	
<i>Oriocrassatella piauiensis</i>							
? <i>Sanguinolites</i> sp	?Gn			Gn			
<i>Myonia</i> sp.							
<i>Wilkingia terminalis</i>	Csp	Gn	Csp	Gn	sp	sp	sp
Gen.et sp.indet.1							
Gen et sp.indet.2							
Gen et sp.indet.3							
Gen et sp.indet 4							

Tabela 3 - Comparação da fauna de pelecípodes da Formação Piauí e algumas assembléias conhecidas do Carbonífero das Américas. Explicação: 1. Formação Itaituba, Bacia do Amazonas, Brasil. 2. Formação Nova Olinda, Bacia do Amazonas, Brasil. 3. Formação Caño Indio, Venezuela. 4. Formação Cerro Prieto, Peru. 5. Formação Amsden, Wyoming, EUA. 6. Formação Pottsville (Pottsville Group), Ohio, EUA. 7. Formação Hermosa, Colorado, EUA. Obs: G, ocorrência do gênero; S, ocorrência da espécie; C, ocorrência de espécie afim.

A despeito da relativa proximidade geográfica e no âmbito da placa Sul-Americana, a assembléia de pelecípodes da Formação Piauí não mostra quaisquer elementos de afinidades com as faunas

neopaleozóicas do Gondvana da América do Sul (Gonzalez, 1989; Rocha-Campos & Archangelsky, 1985; Simões, 1992; Simões & Rocha-Campos, 1992)

6.2.1 América do Sul

6.2.1.1 Formação Itaituba

Mendes (1966) descreveu uma assembléia de pelecípodes de sedimentos da Formação Itaituba, Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, Brasil. A coleção estudada por Mendes (1966), embora composta de conchas silicificadas, apresenta espécimes muito incompletos, o que resultou em atribuições taxonômicas insatisfatórias. A despeito dessas limitações, verificam-se ser notáveis as afinidades taxonômicas entre as assembléias da Bacia do Amazonas e do Piauí.

Pteria duartei da Formação Itaituba, identificada também por Assis (1980) nos sedimentos da Formação Piauí, são formas muito afins, possivelmente tratando-se de mesmo grupo taxonômico. É duvidosa, contudo, a atribuição taxonômica de Mendes (1966) ao gênero *Pteria*. São comuns às duas formações os gêneros *Aviculopinna*, *Aviculopecten*, *Schizodus amazonicus* (possivelmente coespecífico com *Schizodus alpinus*) e *Wilkingia*. Os braquiópodes *Rhipidonella permiana* Derby, 1874, *Tapajotia tapajotensis* Derby, 1874, e, possivelmente, *Lissochonetes derbyi* Mendes, 1959, revelam afinidade entre os sedimentos da Formação Itaituba e os sedimentos pensilvanianos do Grupo Tarma, Perú.

A assembléia da Formação Itaituba é dominada por espécies de braquiópodes (28 espécies). Já os braquiópodes da Formação Piauí permanecem ainda não descritos. Porém, os dados disponíveis no momento sugerem que eles são menos diversificados e abundantes que os da Formação Itaituba. Pinto (1977), descreveu seis espécies de corais na Formação Itaituba, sugerindo condições marinhas normais para a época da deposição destes sedimentos. Por outro lado, a ocorrência destes invertebrados na Formação Piauí ainda é desconhecida.

A idade aceita para os sedimentos da Formação Itaituba está entre Mississipiano superior e Pensilvaniano médio (Lemos, 1991a e b).

Morales (1960) mencionou a presença dos pelecípodes *Wilkingia*, *Orbiculopecten*, *Pteria*, e *VolSELLa* nos sedimentos da Formação Nova Olinda, Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, porém a localização dos espécimes é desconhecida. A microfauna de conodontes desta formação sugere idade entre Derriano-Atokano (Tengan et al. 1976; Lemos, 1991a e b).

6.2.1.2 Grupo Tarma e Formação Cerro Prieto

Thomas (1928) e Newell et al. (1953) descreveram de sedimentos pensilvanianos do Grupo Tarma, Formação Cerro Prieto, Montanhas Amotape, Perú, uma fauna dominada por braquiópodes (20 espécies), incluindo ainda, gastrópodes (10 espécies), briozoários (5 espécies), cefalópodes e equinodermes.

Dentre os pelecípodes comuns aos da assembléia da Formação Piauí estão *Palaeonucula levatiformis* e os gêneros *Pteronites*, *Aviculopecten*, *Astartella*, *Sanguinolites* e *Wilkingia*.

A grande variedade de braquiópodes e a presença de 5 espécies de briozoários, corais e diversificada microfauna de fusulínideos indicam uma correlação faunística mais estreita com a da Formação Piauí.

A presença do cefalópode *Pseudoparalegoceras peruvianus* sugere idade Pensilvaniano médio a superior para estes sedimentos (Chronic, in Newell et al., 1953; Murray et al., 1960).

6.2.1.3 Formação Caño Indio

Benedetto (1980a) descreveu uma assembléia de pelecípodes da Formação Caño Indio, Sierra de Perija, Venezuela. Estão presentes ainda trilobites, gastrópodes e briozoários.

Os pelecípodes da Formação Caño Indio, embora mais diversificados, apresentam grande afinidade aos da Formação Piauí. Há pelo menos 16 gêneros comuns às duas formações.

A análise das ilustrações do trabalho de Benedetto (1980a), revela que 6 espécies parecem ser coespecíficas às da Formação Piauí (*Phestia bellistriata*, *Pteronites* sp., *Schizodus* sp. a, *Permophorus* sp., *Astartella* sp. b e *Wilkingia terminalis*). À semelhança dos calcários marinhos da Formação Piauí, estão ausentes os corais.

As assembléias de invertebrados da Formação Caño Indio e da Formação Piauí são as duas únicas assembléias pensilvanianas do norte da América do Sul nas quais o número de espécies de pelecípodes predomina sobre o número de espécies de braquiópodes (27 pelecípodes versus 10 braquiópodes na Formação Caño Indio).

Os fusulinídeos, ainda não registrados na Formação Piauí, são raros na Formação Caño Indio. *Fusulinella* sp. e *Millerella* sp. indicam idade Pensilvaniano inferior (Morrowano) para os carbonatos cinza escuros da Formação Caño Indio.

6.2.1.4 Outras formações Sul-Americanas

Outras formações que datam do Carbonífero superior, com assembléias de pelecípodes pouco expressivas e de menor afinidade à assembléia da Formação Piauí, são as de sedimentos do norte da América do Sul.

A Formação Rio Palmar, Sierra de Parija, Venezuela e Colômbia, , que jaz concordantemente sobre a Formação Caño Indio, é ricamente fossilífera. Porém, apenas 4 espécies de pelecípodes foram descritas (Benedetto, 1980a, c), sendo *Aviculopecten*, o único gênero comum à Formação Piauí. Estão presentes braquiópodes (15 espécies), gastrópodes (2 espécies), briozoários, equinodermos, estrofomenídeos e algas. A idade, com base nos fusulinídeos, é Pensilvaniano médio, (Atokano-Desmoinesiano).

A Formação Mucuchachi, Mérida Andes, Venezuela, apresenta 7 espécies de pelecípodes, com apenas *Aviculopecten* presente também na Formação Piauí. A assembléia apresenta ainda braquiópodes (3 espécies), briozoários fenestelídeos e corais rugosos. Benedetto (1980b) atribuiu idade Carbonífero médio para estes sedimentos.

A Formação Palmarito apresenta sete espécies de pelecípodes e

somente o gênero *Aviculopecten* é comum à Formação Piauí. A assembléia compõe-se ainda de braquiópodes, gastrópodes e corais. Os sedimentos da Formação Palmarito são tidos como inteiramente permianos (Benedetto, 1980b). Contudo, plantas e invertebrados marinhos confirmam idade Carbonífero superior para os sedimentos da parte inferior desta formação (Pierce et al., 1961; Shell & Creolle, 1964; Arnold, 1966, in Rocha-Campos e Archangelski, 1985).

Sedimentos carbonáticos da seção La Jagua, Huila, Cordilheira Oriental, Colômbia, são abundantemente fossilíferos. Três gêneros de pelecípodes estão presentes, sendo *Aviculopinna* e *Aviculopecten* comuns à Formação Piauí. A presença do braquiópode *Linoproductus derbyi*, descrito na Formação Itaituba, Bacia do Amazonas, sugere idade Pensilvaniano médio para os sedimentos da seção La Jagua.

6.2.2 América do Norte

Girty (1903) descreveu e ilustrou uma assembléia de invertebrados pensilvaniana (Desmoinesiano-Missouriano) da Formação Hermosa e Formação Rico (Pensilvaniano superior), Bacia Paradox, Colorado. A Formação Rico, que localmente (região das montanhas San Juan) interdigita-se com a parte superior da Formação Hermosa, contém evaporitos e alguns folhelhos (Frazier & Schwimmer, 1987). Os sedimentos da Formação Hermosa compõem-se de folhelhos e carbonatos e, na parte superior, de pacote muito espesso de evaporitos, predominantemente halita, indicando evaporação extensiva.

A assembléia descrita por Girty (1903) é muitíssimo diversificada. É dominada conjuntamente por pelecípodes (44 espécies) e braquiópodes (42 espécies).

Dentre os pelecípodes presentes destacam-se *Aviculopecten occidentalis*, semelhante a *A. trichotomus*, *Aviculopinna nebraskensis*, semelhante a *Aviculopinna* sp., *Schizodus cuneatus*, forma similar a *Schizodus alpinus* e *Permophorus subcostatus*. Ocorrem ainda gastrópodes (34 espécies), celenterados (8 espécies, incluindo corais), equinodermes (7 espécies), helmintos (4

espécies), esponjas (2 espécies), cefalópodes (2 espécies), uma espécie de trilobita e raros fusulinídeos (2 espécies).

Morningstar (1922) descreveu uma assembléia de invertebrados muito diversificada dos sedimentos da "Série" Pottsville (Pottsville Group de Frazier & Schwimmer, 1987), Pensilvaniano (Morrowano-Atokano), Ohio.

Os sedimentos da "Série" Pottsville em Ohio são compostos, na sua maioria, por folhelhos e arenitos com intercalações de argila e carbonatos marinhos. Morningstar (1922) reconheceu que, com exceção das camadas de carvão, os sedimentos têm origem marinha, e que, durante seis intervalos, as condições marinhas favoreceram a deposição de carbonatos em águas rasas semelhantemente aos carbonatos da Formação Piauí. Estão ausentes nestes sedimentos as facies evaporíticas que caracterizam as outras formações do Pensilvaniano médio aqui correlacionadas.

A assembléia é muito diversificada e contém braquiópodes (38 espécies), gastrópodes (36 espécies), briozoários (21 espécies), cefalópodes (11 espécies), trilobites (3 espécies), 1 espécie de celenterado, 1 espécie de verme, raros fusulinídeos, placas e dentes de peixes, e restos de plantas.

A assembléia é grandemente dominada pelos pelecípodes (78 espécies). Diversos táxons assemelham-se aos da Formação Piauí. Gêneros de espécies afins presentes nas duas formações são: *Nucula* (*Palaeonucula*), *Phestia bellistriata*, *Schizodus*, *Aviculopecten*, *Astartella*, *Wilkingia terminalis* e *Permophorus*.

Gordon & Pojeta (1975) descreveram uma assembléia de pelecípodes da Formação Amsden. Os sedimentos da Formação Amsden estão incluídos na Sequência Absaroka abrangendo entre o Mississípiano e Pensilvaniano. Sando et al. (1975) baseados em dados bioestratigráficos de vários grupos de invertebrados, discutiram a bioestratigrafia da Formação Amsden. Os sedimentos pensilvanianos (Morrowano-Atokano) do Membro Calcário Ranchester (superior) e do Membro Folhelho Horseshoe (inferior, parte superior), contêm variada fauna de pelecípodes estudadas por Gordon & Pojeta (1975). O Membro Folhelho Horseshoe consiste de folhelhos preto ou cinza. Estão presentes sedimentos de bacias evaporíticas

(anidrita e gipsium). Os autores interpretaram estes sedimentos como tendo sido depositados em bacia marinha restrita, relativamente estável. O caráter dos sedimentos e sua geometria são compatíveis com o ambiente lagunar (Sando et al., 1975). Fósseis coletados do Membro Folhelho Horseshoe em Wyoming datam do Chesteriano superior até o Morrowano.

Sobre os sedimentos do Membro Folhelho Horseshoe em Wyoming estão os sedimentos do Membro Calcário Ranchester onde os pelecípodes estão igualmente presentes. Estes sedimentos contêm fósseis de idade Chesteriano Superior ao Atokano.

Dentre os pelecípodes pensilvanianos coletados destes dois membros são comuns à Formação Piauí os gêneros *Aviculopinna*, *Nuculopsis* sp. b, *Phestia* sp., *Aviculopecten*, *Schizodus* aff *afinis*, *Permophorus* sp. a, *Astartella* e *Wilkingia*, além de outros seis gêneros distintos. Ocorrem ainda braquiópodes (35 espécies Membro Ranchester Limestone), gastrópodes (24 espécies), cefalópodes, uma espécie de trilobita e celenterados (14 espécies incluindo formas mississippianas).

7. CONCLUSÕES

1) Os pelecípodes descritos pertencem a assembléias de três facies carbonáticas (Mocambo, Contendas, Meruóca), da parte superior da Formação Piauí. Essas assembléias incluem, além dos pelecípodes, braquiópodes, gastrópodes, cefalópodes, trilobites e briozoários, que ocorrem associados a foraminíferos, conodontes e ostracodes, dentre outros microinvertebrados.

2) São descritos 22 táxons de pelecípodes, incluindo: *Palaeonucula levatiformis* (Walcott); *Phestia bellistriata* (Stevens); *Pteronites* Mc' Coy; *Leptodesma* sp. Hall; ?*Pteria* Scopoli; *Aviculopecten trichotomus* Kegel & Costa; *Schizodus alpinus* (Hall); *Schizodus mocamboensis* sp. n.; *Schizodus* sp.; *Permophorus subcostatus* (Meek & Worthen); *Astartella subquadrata* Lee & Girty; *Oriocrassatella piauiensis* sp. n.; *Sanguinolites* sp.; *Myonia* sp. n.; *Wilkingia terminalis* (Hall); Gen. et sp. ind. 1; Gen. et sp. ind. 2; Gen. et sp. ind. 3; Gen. et sp. ind. 4; Gen. et sp. ind. 5; Gen. et sp. ind. 6; Gen. et sp. ind. 7. A fauna de pelecípodes da Formação Piauí é, portanto, mais diversificada do que anteriormente constatada por Assis (1979).

3) Quatro espécies identificadas anteriormente: *Cypricardella* cf. *C. subeliptica*; *Streblopteria*; *Edmondia corpulenta*; *Rimmyjimina brasiliensis*; *Septimyalina* sp. (?), não foram reconhecidas nas coleções estudadas. Dentre os sete gêneros que permanecem não determinados, cinco não tinham sido ainda reconhecidos (gêneros indeterminados 2, 4, 5, 6, 7) e dois incluem espécimes atribuídos a *Wilkingia terminalis* (forma jovem) e *Posidonia*. Espécimes referidos a *Pteronites*, *Palaeonucula levatiformis*, *Schizodus mocamboensis* sp. n., *Schizodus* sp., *Oriocrassatella* e *Myonia* sp. n., são reconhecidos pela primeira vez na fauna marinha da Formação Piauí. *Astartella subquadrata* foi anteriormente identificada apenas ao nível genérico; a espécie atribuída na literatura a *Pteria duartei* é aqui referida com dúvidas ao gênero *Pteria*. Por sua vez, *Schizodus amazonicus* é considerado sinônimo de *Schizodus alpinus*.

Vale ressaltar que não há elementos suficientes para atribuir os exemplares de *Sanguinolites*, aqui descritos à *Sanguinolites* cf. *S. meslerianus*.

4) Os Moluscos, particularmente os pelecípodes, predominam sobre os outros grupos de macroinvertebrados, na fauna da Formação Piauí. Tal fato pode estar relacionado a fatores físicos e ecológicos (e.g., batimetria, nível de oxigênio dissolvido na água, salinidade, presença de predadores etc.) desfavoráveis a outros invetebrados (e.g., braquiópodes).

5) A assembléia estudada é composta predominantemente de pelecípodes suspensívoros (91%), sendo os detritívoros mais raros (9%). Dentre as formas suspensívoras, as espécies escavadoras rasas são as mais comuns, seguidas das formas da epifauna bissada, escavadoras da semi-infauna bissada e escavadoras profundas. Todos os gêneros reconhecidos são atribuídos às famílias marinhas comuns no Paleozóico superior.

6) As evidências tafonômicas disponíveis permitem concluir que as formas da infauna profunda foram preservadas *in situ*, sugerindo períodos de aumento relativamente brusco da taxa de sedimentação, possivelmente relacionados a eventos de sedimentação episódica. De outro lado, o grau de desarticulação, bioerosão, fragmentação e corrosão, sugerem que as conchas dos pelecípodes da infauna rasa e intermediária sofreram exumação, algum transporte lateral e certo tempo de exposição na interface água/sedimento. Já as conchas dos elementos de epifauna apresentam alto grau de fragmentação, indicando maior período de exposição aos fatores bioestratinômicos atuantes junto à interface água/sedimento. As características da concentração permitem, portanto, classificar a fauna estudada como sendo autóctone-parautóctone, poliespecífica, politípica e ecologicamente homogênea.

7) Os pelecípodes da Formação Piauí apresentam caráter tipicamente "tetiano", mostrando estreito vínculo com elementos da

fauna da Formação Itaituba (Pensilvaniano médio) da Bacia do Amazonas e, em especial, com os elementos da Formação Caño Indio (Pensilvaniano médio), Venezuela, e da " Série" Potsville, Ohio (Pensilvaniano médio), EUA.

8) Embora os gêneros encontrados na Formação Piauí não sejam diagnósticos, do ponto de vista geocronológico, a ocorrência associada de *Wilkingia*, *Permophorus*, *Astartella*, *Pteronites*, *Sanguinolites*, é sugestiva de uma idade neocarbonífera, sendo que *Schizodus alpinus* é característico das faunas do Pensilvaniano médio e superior da América do Norte. Estes dados, portanto, estão de acordo com a idade meso-pensilvaniana já indicada pelos microfósseis das facies carbonáticas do topo da Formação Piauí.

8. BIBLIOGRAFIA

- ANELLI, L.E.; ROCHA-CAMPOS, A.C.; LIMA FILHO, F.P. (1992) Paleoeecologia dos bivalves da Formação Piauí (Neocarbonífero), Bacia do Parnaíba. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., Boletim de Resumos Expandidos, v. 2, p.502.
- ANELLI, L.E.; SIMÕES, M.G.; LIMA FILHO, F.P. (1993) Análise tafonômica da assembléia de bivalves do calcário Mocambo, Formação Piauí (Neocarbonífero), Bacia do Parnaíba. CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, 1993. Boletim de Resumos, p. 108.
- ARCHBOLD, N.W. (1983) Permian marine invertebrate provinces of the Gondwanan Realm. *Alcheringa*, 7:59 - 73.
- ASSIS, J.F.P. (1979) Uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Formação Piauí, Carbonífero superior da Bacia do Maranhão - Município de José de Freitas, Estado do Piauí. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFRJ, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 94 p.
- ASSIS, J.F.P. (1980) Sobre uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Carbonífero da Bacia do Maranhão. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 25(1)201-203, Resumo das sessões.
- ASTAF'YEVA-URBAYTIS, K.A. (1974) Characteristics and systematic position of the bivalve genus *Sanguinolites* Mc'Coy. *Paleontological Journal*, 1:49 - 54.
- ASTAF'YEVA-URBAYTIS, K.A. (1976) The genus *Myonia* (Bivalvia) in the Permian of the northeast of the USSR. *Paleontological Journal*, 1:23 - 36.

- BENEDETTO, G.A. (1979) La fauna de la Formacion Caño del Oeste (Devónico) en el area del Caño Colorado, Sierra de Perijá, Venezuela. Parte I: Molusca e Trilobita. **Boletín Geologia de Caracas**, 13, 25:81-12, pls 1-4.
- BENEDETTO, G.A. (1980a) Bivalvos pensilvanianos de la Formacion Caño Indio. Sierra de Perijá, Venezuela. **Boletín Geologico de Caracas**, 14, 26:197-245.
- BENEDETTO, G.A. (1980b) Bioestratigrafia del Neopaleozoico de los Andes de Venezuela: una síntesis actualizada. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 52(4):841 - 850.
- BENEDETTO, G.A. (1980c) Síntesis bioestratigráfica del Paleozoico tardio de la Sierra de Perijá, Venezuela. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 52(4):827 - 839.
- BOYD, D.W. & NEWELL, N.D. (1968) Hinge Evolution of crassatellacean bivalves as revealed by permian genera. **American Museum Novitates**, 2328:1-52.
- BRETSKY, P.W. (1968) Evolution of Paleozoic marine invertebrate communities. **Science** 159:1231-1233.
- BRETT, C.E. & BAIRD, G.C. (1986) Comparative Taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. **Palaaios**, 1(3): 207-227.
- CAMPBELL, D.F.; ALMEIDA, L. A.; SILVA, S.O. (1949) Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. **Boletim do Conselho Nacional do Petróleo, Divisão Técnica**, 1:160 p.
- CAMPANHA, V. & ROCHA-CAMPOS, A.C. (1979) Alguns microfósseis da Formação Piauí (Neocarbonífero), Bacia do Parnaíba. **Boletim do Instituto de Geociências**, 10:57-67.
- CHAVAN, A. (1954) Les Pleurophorus et genres voisins. **Cahiers Geologiques de Thiry**, 22, p.200.

- CHRONIC, H.P. (1952) Molluscan fauna from the Permian Kaibab formation, Walnut canyon, Arizona. *Bulletin Geological Society of America*, 63: 95-166.
- CIRIACKS, K.W. (1963) Permian and Eotriassic bivalves of the Middle Rockies. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 125:1 - 100.
- CLIFTON, R.L. (1942) Invertebrate Faunas from the Blaine and the dog Creek Formations of the Permian Leonard Series. *Journal of Paleontology*, 16:685-699.
- DERBY, O.A. (1894) The Amazonian Upper Carboniferous fauna. *Journal of Geology*, 2(50):480 - 501.
- DICKINS, J.M. (1956) Permian pelecypods from the Carnavon Bas in, Western Australia. *Bulletin Bureau Mineral Resources*, 29:1-42.
- DICKINS, J.M. (1957) Lower Permian pelecypods and gastropods from the Carnavon Basin, Western Australia. *Bulletin of Bureal of Mineral Resources, Geology and Geophysics*, 41: 1-58.
- DICKINS, J.M. (1961) Permian pelecypods newly recorded from eastern Australia. *Palaeontology*, 4(1):119-130.
- DICKINS, J.M. (1963) Permian pelecypods and gastropodes of Western Australia. *Bulletin Bureal Mineral Resources*, 63:1-149.
- DICKINS, J.M. (1964) Permian macrofossils of Collinsville and from the area of the clermont Sheet. In: VEEVERS, J.J.; RANDAL, M.A.; MOLLAN, R.G. & PATEN, R.J., the geology of the Clermont 1:250.000 Sheet area Queensland. Rep. *Bureall Mineral Resources Geology and Geophysics*, 66:76-86.
- DICKINS, J.M. (1981) A permian invertebrate fauna from the Warnick Area, Queensland. *Paleontological Papers, Bulletin Bureau Mineral Resources Geology & Geophysics*, 209:1-35.
- DICKINS, J.M. & SKWARCO, S.K. (1981) Upper Paleozoic Pelecypods and Gastropods from Irian Jaya, Indonesia. *Bureal Mineral Resouces Camberra*, 2:43-52, *Paleontology Series* 1.

- DRISCOLL, E.G. (1965) Dimyarian pelecypodes of the Mississippian Marshall Sandstone of Michigan. *Palaeontographica Americana*, 35(5): 65-128.
- DUARTE, A. (1936) Fósseis da sondagem Theresina, Estado do Piauí. *Notas Preliminares e Estudos; Serviço Geológico e Mineralógico*, 2: 1-3.
- DUARTE, A. (1938) Fósseis carboníferos do Rio Jatapú. *Boletim do Serviço Geológico Mineralógico*, 74:1 - 3
- ELIAS, M.K. (1957) Late Mississippian fauna from the Redook Hollow Formation of Southern Oklahoma. Part 3 Pelecypoda. *Journal of Paleontology*, 31:737-784.
- FRAZIER, W.J. & SCHWIMMER, D.R. (1987) *Regional stratigraphy of North America*. Plenum Press, New York, 719 p.
- GIRTY, G.H. (1903) Carboniferous formations and faunas of Colorado. *U.S. Geological Survey, Professional Paper 16(C):1 -546*.
- GIRTY, G.H. (1904) New molluscan genera from the Carboniferous. *U.S. Natural Museum Proceedings*, 27(1372):729 - 732.
- GIRTY, G.H. (1908) The Guadalupian fauna. *U.S. Geological Survey, Professional Paper*, 58:1-627.
- GIRTY, G.H. (1910a) The Fauna of the Phosphate Beds of the Park City Formation in Idaho, Wyoming, and Utah. *Bulletin U.S. Geological Survey*, 436:20-25.
- GIRTY, G.H. (1910b) New genera and species of carboniferous fossils from the Fayetteville shale of Arkansas. *New York Academy Sciences Annals*, 20(3)(2):189-238.
- GIRTY, G.H. (1911) Fauna of the Moorefield Shale of Arkansas. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 439:1-140 .GIRTY, G.H. (1915a) Fauna of the Batesville Sandstone of Northern Arkansas. *Bulletin U.S. Geological Survey*, 593:1-162.
- GIRTY, G.H. (1915a) Fauna of the Batesville Sandstone of northern Arkansas. *Bulletin U.S. Geological Survey*, 593:162 p.

- GIRTY, G.H. (1915b) Fauna of the Wewoka Formation of Oklahoma. **Bulletin U.S. Geological Survey**, 544:1-351.
- GIRTY, G.H. (1927) Description of carboniferous and triassic fossils In: Mansfield, G.R. , **Geography, Geology, and Mineral Resources of part of southeastern Idaho**. U.S. Geological Survey 152, 453p.
- GÓES, A.M.O.; SOUZA, J.M.P.; TEIXEIRA, L.B. (1990) Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 4:55 - 63.
- GONZALEZ, C.R. (1969) Nuevas especies de Bivalvia del Paleozoico Superior del Sistema de tepuel, Provincia de Chubut, Argentina. **Ameghiniana**, 6(3):236-250.
- GONZALEZ, C.R. (1972a) La Formacion Las Salinas, Paleozoico Superior de Chubut (Rep. Argentina) Part II bivalvia: Taxonomia y Paleoecologia. In: **Revista de la asociación Paleontológica**, 27(2): 180-205.
- GONZALEZ, C.R. (1972b) Um nuevo eurydesmidae en el Carbonífero Superior de Patagonia, Argentina. **Ameghiniana**, 9(3): 213-219.
- GONZALEZ, C.R. (1976) *Oriocrassatella* y *Stutchburia*, Bivalvia), en la ingression marina del Permico Inferior de Quebrada de Agua Negra. Depto Iglesia, Provincia de San Juan (Argentina). **Ameghiniana**, 13(2):127-140, 1 pl.
- GONZALEZ, C.R. (1977) Bivalvos del Carbónico Superior del Chubut, Argentina. **Acta Geologica Lilloana**, 14: 105-147.
- GONZALEZ, C.R. (1978) *Orbiculopecten* Gen. Nov. (Aviculopectinidae, Bivalvia), from the Upper Carboniferous of Patagonia, Argentina. **Journal of Paleontology**, 52(5): 1086-1092.
- GONZALEZ, C.R. (1989) Relaciones bioestratigraficas y paleogeograficas del Paleozoico Superior marino en el Gondwana Sudamericano. **Acta Geologica Lilloana**, 17(1):5 - 20.

- GORDON Jr., M.; SANDO, W.J.; POJETA Jr., J.; YOCHELSON, E.L.; SOHN, L.G. (1969) Revision of some of Girty's Invertebrate Fossils from the Fayetteville Shale (Mississippian) of Arkansas and Oklahoma. U. S. Geological Survey Professional Paper 606-C, 58 p.
- GORDON Jr, M. & POJETA Jr, J. (1975) Pelecypoda and Rostroconchidia of the Amsden Formation (Mississippian and Pennsylvanian) of Wyoming. U.S. Geological Survey, Professional Paper 848, 24 p.
- GOULD, S.J. & CALLOWAY, C.B. (1980) Clans and braquiopods - ships that pass in the night. *Paleobiology*, 6(4):383 - 396.
- HALL, J. (1858) Report of the geological survey of the State of Iowa. *Geology of Iowa*, 1(2):474-724. Paleontology.
- HIND, W. (1900) British carboniferous lamelibranchiata. Part 5. *Palaeontographycal Society*, 1: 486 p.
- HOARE, R.D.; STURGEON, M.T.; KINDT, E.A. (1978) New Pennsylvanian Bivalves and occurrences of *Pseudoconocardium* from Ohio and West Virginia. *Journal of Paleontology* 52(5):1023-1036.
- KATZER, F. (1903) Grundzuge der Geologie des unteren Amazonasgedietes des Staates Pará in Brasilien. Max Weg, Leipzig: 1 - 296, pls.
- KATZER, F. (1933) Geologia do Estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 9:1-288.
- KEGEL, W. (1952) Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM*, 135:36 p.
- KEGEL, W. (1952) Sobre a Formação Piauí (Carbonífero superior) no Araguaia. *Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM*, 135:36 p.

- KEGEL, W. (1954) Lamelibrânquios da Formação Poti (Carbonífero Inferior) do Piauí. **Notas Preliminares e Estudos, Divisão Geológica e Mineralógica, 88**, Rio de Janeiro.
- KEGEL, W. (1955) Carvão no Piauí. **Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, 92:5 p.**
- KEGEL, W. & COSTA, M.T. da (1951) Espécies neopaleozóicas do Brasil da família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas. **Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral, 137:1 - 48.**
- KIDWELL, S.; FURSICH, F.T.; AIGNER, T. (1986) Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. **Palaaios, 1: 228-238.**
- KIDWELL, S.M. & BOSENCE, D.W. (1991) Taphonomy and time averaging of marine shelly faunas. In: ALLISON, P.A. & BRIGGS, D.E.G. (eds.), **Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record**, Plenum Press, p. 115 - 209.
- KINDLE, E.M. & WILLIAMS, H.S. (1905) Contributions to Devonian paleontology. **Bulletin of the U.S. Geological Survey, 244:144 p.**
- KOREJWO, K. (1975) The Lower most Dinantian from the Balilon I column (Western Pomerania). **Acta Geologica Polonica, 25(4):451 - 504.**
- LEE, W.T. & GIRTY, G.H. (1909) The Manzano Group of the Rio Grande Valley, New Mexico. **U.S. geological Survey, Bulletin 389:1-137.**
- LEMOS, V. B. (1992a) Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia - Parte I. **Pesquisas, 19(1):75 - 93.**
- LEMOS, V. B. (1992b) Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia - Parte II. **Pesquisas, 19(2):120 - 131.**

- LIMA FILHO, F.P. (1991) **Fácies e ambientes deposicionais da Formação Piauí (Pensilvaniano), Bacia do Parnaíba**. São Paulo, 137 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/USP).
- LINTZ, J. (1958) The fauna of Ames and Brush Creek Shale of the Conemaugh Formation of Western Maryland. **Journal of Paleontology**, 32:97 - 112.
- MANCENÍDO, M.O.; GONZALEZ, C.R.; DAMBORENEA, S.E. (1976a) La fauna de la Formacion del Salto (Paleozoico Superior de la Provincia de San Juan). **Ameghiniana** 13(1):65 - 84.
- MANCENÍDO, M.O., GONZALEZ, C.R. & DAMBORENEA, S.E. (1976b) La fauna de La Formacion del Salto (Paleozoico Superior de La Provincia de San Juan). **Ameghiniana**, 13(2): 85-126.
- MEEK, F.B. & HAYDEN, F.Y. (1858) Remarks on the lower cretaceous beds of Kansas and Nebraska together with descriptions of some new species of carboniferous fossils from the valley of Kansas River. **Proceedings Academy National Sciences Philadelphia**, p. 256-266.
- MEEK, F.B. & WOORTHEN, A.H. (1865) Contributions to the paleontology of Illinois and other western states. **Proceedings Academy National Sciences Philadelphia**, p. 245-273.
- MELDAHL, K.H. (1987) Biogenic and physical modes of stratification and shell bed formation in Recent intertidal environments of Bahia Choya. In: Flessa, K.W. (ed.) **Paleoecology and taphonomy of recent to pleistocene intertidal deposits, Gulf of California**. The Paleontological Society, Special Publication, 2: 177-189.
- MENDES, J.C. (1956a) Spiriferacea carboníferos do Rio Tapajós (Série Itaituba), Estado do Pará, Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, USP**, 193(13):23-81, Geologia.
- MENDES, J.C. (1956b) Orthotetacea e dalmanelacea do Carbonífero Superior do Rio Tapajós (Série Itaituba). **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, 5(1):11-38.

- MENDES, J.C. (1957a) Rhynchonellacea, Rostropiracea e Terebratulacea do Carbonífero do Rio Tapajós, Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 6(10):15-34.
- MENDES, J.C. (1957b) A Série Itaituba (Carbonífero) no vale do Rio Tapajós, Estado do Pará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 29 (4):567-577.
- MENDES, J.C. (1961) Notas suplementares sobre os braquiópodes carboníferos da amazônia. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 10(1):5 - 24
- MENDES, J.C. (1966) Moluscos da Formação Itaituba (Neocarbonífero), Estado do Pará, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. *Cadernos da Amazônia*, 9:1-56.
- MENDES, J.C. (1959) Chonetacea e Productacea Carboníferos da Amazônia. Universidade de São Paulo. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras*, 236(17):1 - 83.
- MENDES, J.C. & PETRI, S. (1971) Geologia do Brasil. Ministério da Educação e Cultura; Instituto Nacional do Livro, Geologia, 9:207 p.
- MENDES, J.C. (1972) Braquiópodes e moluscos neocarboníferos da Amazônia (Formação Itaituba). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 44 (suplemento):243-246.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. (1962) Maranhão Basin study revision: Petrobrás, Belém, Report 141.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. (1964) Maranhão paleozoic basin and cretaceous coastal basins, north Brazil. *Bulletin of the American Association Geologists Petrologists*, 48(9):1475-1512.
- MOORE, R.E. ET AL. (1969) *Treatise on invertebrate paleontology, part N, Mollusca 6-Bivalvia*. Univ. Kansas, Press, Lawrence, Kansas and Geological. Society of America, 1-2:952 p.

- MORALES, L.C. (1960) Geologia general e possibilidades petrolíferas da Bacia Amazônica no Brasil. *Boletim do Instituto Brasileiro do Petróleo*, 2 - 3.
- MORNINGSTAR, H. (1922) Pottsville fauna of Ohio. *Bulletin Geological Survey of Ohio*, 25(4):1-311.
- MORRIS, N.J.; DICKINS, J.M.; ASTAF'YEVA-URBAYTIS, K. (1991) Upper Paleozoic Anomalodesmata Bivalvia. *Bulletin Bureau Museun Natural History (Geol.)*, 47(1): 51-100.
- MORTON, B. (1985) Adaptive radiation in Anomalodesmata. In: TRUEMAN, E.R. & CLARKE, M.R. (eds.) *The Mollusca*, Academic Press, p.405 - 459.
- MUDGE, M.R. & YOCHELSON, E.L. (1962) Stratigraphy and paleontology of the Upper Most Pennsylvanian and Lower Most Permian Rocks in Kansas. *U.S. Geological Survey, Professional Paper*, 323, 213 p.
- MURRAY, G.E.; FURNISH, W.M.; CARRILLO, J.B. (1960) Carboniferous goniatites from Caballeros Canyon. State of Tamaulipas, Mexico. *Journal of Paleontology*, 34(4)731 - 737.
- NEWELL, N.D. (1940a) Invertebrate fauna of the late Permian Whitehouse Sandstone. *Bull. Geol. Soc. America*, 51(2):261-323.
- NEWELL, N.D. (1940b) Paleozoic pelecypods *Myalina* and *Naidaites*. *American Journal of Sciences*, 238:286-295.
- NEWELL, N.D. (1942) Late Paleozoic pelecypods: Mytilacea. *Geological Survey of Kansas*, 10(2):1-115p.
- NEWELL, N.D.; CHRONIC, J. & ROBES, T.C. (1953) Upper Paleozoic of Peru. *Memoir Geological Society of America*, 58:1 - 276.
- NEWELL, N.D. (1955) Permian pelecypods of Greenland: Med. Groeland, 110(4):1-36.
- NEWELL, N.D. (1957) Notes on certain primitive heterodont pelecypods. *American Museum Natural History, Novitates*, 1857:1 - 14.

- NEWELL, N.D. & BOYD, D.W. (1975) Parallel evolution in early trigoniacean bivalves. **Bulletin American Museum Natural History**, 154(2):55-162, New York.
- NICOL, D. (1968) Are Pelecypods primarily infaunal animals ? **The Nautilus**, 82(2):37 - 43.
- OLIVEIRA, E. (1934) Ocorrência de plantas carboníferas da flora cosmopolita no Estado do Piauí. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 6(3):113-118.
- PAIVA, E. & MIRANDA, J. (1937) Carvão mineral do Piauí. Departamento Nacional de Produção Mineral, **Serviço Fomento de Produção Mineral**, Boletim 20, 92 p.
- PETERSON, C.H. (1985) Patterns of lagoonal bivalve mortality and their paleontological significance. **Paleobiology**, 11:139 - 153.
- PINTO, I.D. (1977) Corais carboníferos da Bacia Amazônica. **Pesquisas**, Instituto de Geociências/UFRGS, 8:59 - 131.
- PLUMMER, F.D. (1946) Report on Maranhão- Piauí Geosyncline. Petrobrás, Belém, **Report 2**.
- REED, F.R.C. (1930) Uma nova fauna permo-carbonífera do Brasil. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, **Monographia**, 10:1-45.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. (1967) The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. (ed.) **Problems in Brazilian Gondwana Geology**. I INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE GONDWANA STRATIGRAPHY AND PALEONTOLOGY, CURITIBA, 1967. p.27-102.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. (1969) Moluscos e braquiópodes Eogondvânicos do Brasil e Argentina. São Paulo, 158 p. (Tese de Livre-Docência - Instituto de Geociências/USP).

- ROCHA-CAMPOS, A. C. (1970) Moluscos permianos da Formação Rio Bonito (Subgrupo Guata), SC. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional de Produção Mineral*, 251:1-89.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. & ARCHANGELSKY, S. (1985) South America. In; WAGNER, R.H.; PRINS, C.F.W.; GRANADOS, L.F. (eds.) - *The Carboniferous of the World. II. Australia, Indian Subcontinent, South Africa, South America & North Africa*. IUGS, Publ., 20:175 - 297.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. & CARVALHO, R.G. (1975) Two new bivalves of the Permian *Eurydesma* fauna of Argentina. *Boletim IG, Série Científica*, 6:185 - 191.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; CARVALHO, R.G.; AMOS, S.L.F. de (1977) Uma nova assembléia de bivalves silicificados, na parte superior da Formação Teresina (Neopermiano), Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. *Boletim de Resumos*. SBG, p. 30.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. & SIMÕES, M.G. (1993) *Australomya sinuosa* sp. n., um novo megadesmídeo (Mollusca, Pelecypoda) da Formação Rio Bonito (Permiano), Bacia do Paraná, Brasil.
- ROHN, R. (1988) *Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rastro na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, Estado do Paraná)*. São Paulo, 2 v. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP), 225 p..
- ROHN, R. & PENATTI, J.R.R. (1993) Bioestratinomia de moluscos bivalves da Formação Teresina (Bacia do Paraná, Permiano superior). CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, 1993, *Boletim de Resumos*, São Leopoldo, SBP, p. 200.
- ROSS, C.A. & ROSS, J.R.P. (1985) Carboniferous and Early Permian biogeography. *Geology (Boulder)*, 13(1): 27-30.

- RUNNEGAR, B. (1966) Systematics and biology of some desmodont bivalves from the Australian Permian. *Journal of Geological Society of Australia*, 13(2):373 - 386.
- RUNNEGAR, B. (1967) Desmodont bivalves of the Permian of Western Australia. *Bulletin Bureau of Mineral Resources Geology and Geophisics*, 96:1 - 96.
- RUNNEGAR, B. (1969) Permian fossils from the southern extremity of the Sydney Basin. In: CAMPBELL, K.S.W. (ed.) *Stratigraphy and Paleontology, essays in honor of Dorothy Hill*. Australian National University Press, Camberra, p. 276-298.
- RUNNEGAR, B. (1974) Evolutionary history of the bivalve Subclass Anomalodesmata. *Journal of Paleontology*, 48(50):904-939.
- RUNNEGAR, B. & NEWELL, N.D. (1974) *Edmondia* and Edmondiacea shallow-burrowing paleozoic pelecypods. *American Museum Novitates*, 2533:1-19.
- RUNNEGAR, B. & MCCLUNG, G. (1976) Late paleozoic faunas of Australia. *Earth Sciece Review*, 12:235-257.
- RUNNEGAR, B. & NEWELL, N.D. (1971) Caspian-Like relict molluscan fauna, in South America Permian. *Bulletin American Museum Natural History*, 146:1-66.
- SANDO, W.J.; MACKENZIE, G.; DUTRO, J.T. (1975) Stratigraphy and geologic history of the Amsden Formation (mississippian and Pennsylvanian) of Wyoming. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 848-A.
- SCHENCK, H.G. (1934) Revised nomenclature for some nuculid pelecypods. *Journal of Paleontology* 13(1): 21-41.
- SHIMER, H.W. & SHROCK, R.R. (1955) *Index fossils of North America*. John Willey & Sons Inc.. New York, Chapmam & Hall Limited, London, 837 p.

- SIMÕES, M.G. (1992) **Pelecípodes da Formação Palermo (Permiano) de São Sepé (RS) e Guiratinga (MT): implicações na evolução da fauna neopaleozóica da Bacia do Paraná, Brasil.** São Paulo, 286 p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).
- SIMÕES, M.G. & ROCHA-CAMPOS, A.C. (1992) **Paleobiogeografia e evolução dos pelecípodes neopaleozóicos da América do Sul. Boletim do Instituto de Geociências/USP, Publicação Especial, 12:115 - 116.**
- SIMÕES, M.G. & ROCHA-CAMPOS, A.C. (1993) **Tafonomic history of Late Paleozoic shell beds, Paraná Basin, Brazil. CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, 1993, Boletim de Resumos, SBP, p. 69.**
- SMALL, H.L. (1914) **Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará. Inspetoria de Obras Contra Secas, 32:146 p.**
- SPEYER, S.E. & BRETT, C.E. (1988) **Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 63:225 - 265.**
- STANLEY, S.M. (1968) **Post-Paleozoic adaptive radiation on infaunal bivalve molluscs - a consequence of mantle fusion and siphon formation. Journal of Paleontology, 42:214 - 229.**
- STANLEY, S.M. (1970) **Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). Memoir Geological Society of America, 125:1-296.**
- STANLEY, S.M. (1972) **Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve molluscs. Journal of Paleontology, 46(2):165-212.**
- STEVENS, R.P. (1858) **Description of new carboniferous fossils from the appalachian illinois and Michigan coal-fields. The American Journal of Sciences Arts, 2(25):258 - 265.**

- TEIXEIRA, G. P. (1937) Estratigrafia da sondagem N^o 125, Anexo N^o 6. **Boletim. Divisão de Fomento da Produção Mineral**, 20: 1 - 92.
- TENGAN, C.; SHIMABUCURO, S.; ROCHA-CAMPOS, A.C. (1976) Conodontes carboníferos do Poço FB-st-1-AM, Bacia do Amazonas, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto, 1976. **Resumos dos Trabalhos**, SBG, p. 365.
- THAYER, C.W. (1985) braquiopods versus mussels: competition, predation and palatability. **Science** 228:1527 - 1528.
- THAYER, C.W. (1986) Are braquiopods better than bivalves? Mechanisms of turbidity tolerance and their interaction with feeding in articulates. **Paleobiology**, 12(2):161 - 174.
- THOMAS, H.D. (1928) An Upper Carboniferous fauna from the Amotape Mountains, northwestern Peru. **Geological Magazine**, 65:146-152, 215-223, 289-300.
- TORELLO, F.F. & ROSSI, A.L.S.M. (1993) Feições bioestratinômicas de concentrações fossilíferas marinhas do Neopaleozóico da América do Sul. CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, 1993. **Boletim de Resumos**. São Leopoldo, SBP, P. 230.
- TORELLO, F.F. & SIMÕES, M.G. (1993a) Características tafonômicas da assembléia de *Pinzonella illusa* Reed, Formação Corumbataí (Neopermiano), Bacia do Paraná, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, 1993. **Boletim de resumos**, SBP, p. 68.
- TORELLO, F.F. & SIMÕES, M.G. (1993b) O significado paleoambiental de pelecípodes fósseis preservados com valvas articuladas abertas ("butterflied"). CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., Botucatu, 1993. **Caderno de Resumos**, UNESP, p. 80.
- WATERHOUSE, J.B. (1965) Generic diagnosis for some burrowing bivalves of the Australian Permian. **Malacologia**, 3(3):367-380.

- WATERHOUSE, J.B. (1966) On the validity of the permian bivalve family Pachydomidae Fischer, 1887. *Journal of the Geological Society of Australia*, 13(2):543-559.
- WATERHOUSE, J.B. (1967) *Oblicarina*, a new Permian bivalve genus. *Memoirs of the Queensland Museum*, 15(1):53 - 57.
- WATERHOUSE, J.B. (1969a) The Permian bivalve genera *Myonia*, *Megadesmus*, *Vacunella* and their allies, and their occurrences in New Zeland. *Bulletin of the New Zeland Geological Survey*, 41:1 - 141.
- WATERHOUSE, J.B. (1969b) The relationship between the living genus *Pholadomya* Sowerby and the Upper Paleozoic pelecypods. *Lethaia*, 2(1):99 - 119.
- WATERHOUSE, J.B. (1978) Permian Brachiopoda and Mollusca from Nepal. *Paleontographica Americana*, 160:1-178.
- WILSON, R.B. (1959) *Wilkingia* gen. nov. to replace *Allorisma* for a genus of the Upper Paleozoic lamellibranchs. *Palaeontology*, 1:401 - 404.
- WINTERS, S.S. (1963) Supai Formation (Permian) of Eastern Arizona. *Geological Society of America, Memoir* 89:1-99.
- ZANG, R. & DAOPING, Y. (1993) Stratigraphic and paleobiogeographyc summary of carboniferous marine bivalves of China. *Journal of Paleontology*, 67(5): 850-855.

ESTAMPAS

ESTAMPA 1

Figs. 1 - 3 *Palaeonucula levatiformis* (Walcott, 1884)

1, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando cicatrizes musculares, X 7, GP/1E - 3391A; 2, molde interno em látex do espécime GP/1E - 1712, mostrando aspectos da charneira, X 7; 3, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando cicatrizes musculares bem marcadas, X 4, DNPM - 1.

Figs. 4 - 9 *Phestia bellistriata* (Stevens, 1858)

4, molde interno, vista lateral de valva esquerda mostrando cicatrizes do músculo adutor anterior e da linha palial, X 3, DNPM 156; 5, molde interno, vista lateral de valva esquerda, fragmentária, mostrando cicatriz do músculo adutor anterior e cicatriz muscular na região umbonal, X 3, GP/1E 1693; 6, molde em látex de valva esquerda do mesmo exemplar mostrando aspectos da charneira, X 3; 7, molde em látex de valva esquerda mostrando aspectos da charneira (fotomicrografia de varredura), X 7, DNPM 139; 8, molde em látex de valva esquerda, X 4, mesmo exemplar; 9, molde externo em látex de valva esquerda, fragmentária, do espécime GP/1E 3992, exibindo linhas de crescimento concêntricas, regularmente espaçadas, X 3,5.

Figs. 10 - 11 *Pteria?* (Scopoli, 1777)

10, molde interno, vista lateral de valva esquerda, X 4, DNPM 245; 11, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando cicatrizes da musculatura adutora posterior e da linha palial, X 2,5, DNPM 211.

Figs. 12 - 15 *Aviculopecten trichotomus* Kegel & Costa, 1951

12, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando aspectos da ornamentação radial, X 2, GP/1E 4014; 13, fragmento de valva direita exibindo aspectos da aurícula direita, X 2, GP/1E 4046; 14, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando aspectos da ornamentação, X 3, GP/1E 1666; 15, molde externo, vista lateral de valva esquerda mostrando aspectos da ornamentação, X 2,8, DNPM 256.

ESTAMPA I

1

2

3

4

7

5

6

8

9

12

10

11

13

14

15

ESTAMPA 2

Figs. 1 - 2 *Leptodesma* sp. Hall, 1883

1, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando musculatura adutora anterior e posterior, e linha palial descontínua, X 4, GP/1E 1829; 2, molde interno, vista lateral de valva direita, X 2,5, DNPM 2.

Figs. 3 - 6 *Pteronites* Mc' Coy

3, molde interno, vista lateral de valva esquerda mostrando impressões de linhas de crescimento concêntricas, X 1, GP/1E 3993; 4, molde interno, vista dorsal de valvas conjugadas, X 1, DNPM 271; 5, molde interno, vista lateral de valva direita, X 1, GP/1E 1815; 6, molde interno, vista lateral de valva direita fragmentária, X 1, GP/1E 1815.

Figs. 7 - 10 *Permophorus subcostatus* (Meek & Worthen, 1865)

7, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando impressão do dente lateral, cicatriz do músculo adutor anterior, impressão do suporte miofórico e linha palial, X 2,5, DNPM 264; 8, molde em látex do espécime DNPM 204, vista lateral de valva direita mostrando finas linhas de crescimento concêntricas e costelas radiais, X 4; 9, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando impressão de dente lateral posterior, cicatriz do músculo adutor anterior, linha palial e impressão de costelas radiais, X 4, DNPM 264; 10, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando cicatriz da musculatura adutora anterior, cicatriz do músculo pedial anterior e linha palial, X 3,5, DNPM 238.

ESTAMPA 2

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

ESTAMPA 3

Figs. 1 - 4 *Schizodus alpinus* (Hall, 1858)

1, molde interno, vista lateral de valva esquerda, X 2, DNPM 195; 2, molde interno, vista lateral de valva direita, X 1,5, GP/1E 4017; 3, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando as cicatrizes do músculo adutor anterior e músculo pedial anterior, X 2, DNPM 3; 4, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando cicatrizes dos músculos pediais anterior e posterior, X 3, DNPM 212.

Figs. 5 - 7 *Schizodus mocamboensis* sp. n.

5, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando musculatura adutora, pedial, umbonal e linha palial sinusada, X 5, DNPM 581A; 6, molde em látex do espécime DNPM 4, molde interno de valva esquerda, mostrando aspectos da charneira, notar marcas da epifauna incrustante, X 3; 7, mesmo exemplar, mostrando dentição (fotomicrografia de varredura), X 20.

Fig. 8 - *Schizodus* sp. de Verneuil & Murchison, 1844

8, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando aspecto geral da concha e cicatriz do músculo adutor posterior, X 1,5, DNPM 7.

Figs. 9 - 13 *Oriocrassatella piauiensis* sp. n.

9, molde interno, vista lateral de valva direita, X 2,5, GP/1E 1648; 10, molde interno, vista lateral de valva esquerda mostrando aspectos da musculatura adutora e linha palial, X 2, DNPM 076; 11, molde de látex do espécime DNPM 220, exterior de valva esquerda, mostrando aspectos da ornamentação de lamelas concêntricas, X 2,5; 12, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha e cicatriz do músculo adutor anterior, X 2,5, GP/1E 4030; 13, molde em látex do espécime DNPM 234, vista lateral interna de valva direita, exibindo aspectos da dentição, X 4; 14, mesmo exemplar, detalhe da dentição cardinal de valva direita (fotomicrografia de varredura), X 12.

ESTAMPA 3

ESTAMPA 4

Figs. 1 - 6 *Astartella subquadrata* Girty, 1909

1, molde em látex do espécime DNPM 163, vista lateral interna da valva esquerda, mostrando cicatriz do músculo adutor anterior, aspectos da charneira e margem ventral crenulada, X 5; 2, molde em látex do mesmo espécime, mostrando a dentição cardinal, X 18; 3 - 4 moldes em látex de valvas esquerdas, X 8, DNPM 163, e direita, X 8, DNPM 182, mostrando aspectos da dentição cardinal e lateral; 5, molde interno em látex, exibindo dentição cardinal de valva direita, X 20, DNPM 182; 6, molde em látex do espécime DNPM 5 mostrando ornamentação, X 3.

Figs. 7 - 8 *Sanguinolites* sp. Mc Coy, 1844

7, molde interno, vista lateral de valva esquerda, fragmentária, X 3, DNPM 225; 8, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha, X 3, GP/1E 1693;

Figs. 9 - 10 *Myonia* sp. Dana, 1847

8, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando aspecto geral da concha e cicatriz do músculo adutor anterior, X 2, DNPM 166; 9, molde interno, vista lateral de valva direita, X 2, DNPM 304.

ESTAMPA 4

2

3

1

4

6

5

7

9

10

8

ESTAMPA 5

Figs. 1 - 6 *Wilkingia terminalis* (Hall, 1852)

1, molde interno, vista dorsal de valvas conjugadas, mostrando escudo e abertura sifonal na extremidade posterior, X 1, DNPM 214; 2, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando forma geral da concha e cicatriz do músculo adutor posterior, X 1, DNPM 133; 3, molde interno, vista anterior de valvas conjugadas, mostrando lúnula e cicatrizes da musculatura adutora anterior, X 1, GP/1E 1625; 4, molde interno, vista lateral de valva direita de espécime pequeno, X 3,5, DNPM 6; 5, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando aspectos da ornamentação, X 1, GP/1E 4060; 6, molde interno, vista anterior de valvas conjugadas mostrando lúnula e ausência de abertura pedial, X 1, DNPM 214.

Figs. 7 - 12 Gen. et sp. ind. 1

7, molde interno de valvas conjugadas, vista dorsal, mostrando lúnula, escudo e abertura sifonal, X 1, GP/1E 1631; 8, molde interno, vista anterior mostrando ausência de abertura pedial, X 1, GP/1E 1631; 9, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando forma geral da concha, X 1, mesmo exemplar; 10, molde em látex do espécime GP/1E 2010, mostrando aspecto da área cardinal, X 2; 11, molde interno, vista posterior, mostrando abertura sifonal, X 1, DMPN 8; 12, molde interno, espécimes com restos de lâmina de calcário redepositada junto à margem ventral, mostrando ornamentação de finas linhas concêntricas, X 1, DNPM 090.

ESTAMPA 5

ESTAMPA 6

Figs. 1 - 3 Gen. et sp. ind. 2

1, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha, cicatriz do músculo adutor anterior e linha palial sinusada, X 3, DNPM 140a; 2, molde em látex do espécime DNPM 140b mostrando aspecto geral da concha e área cardinal, X 3; 3, molde externo, fragmento da região anterior, mostrando ornamentação de linhas concêntricas, X 3, DNPM 140b.

Figs. 4 - 6 Gen. et sp. ind. 3

4, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha, cicatrizes musculares e lâmina de calcário redepositada junto à comissura, X 2,5, GP/1E 1827; 5, molde interno, vista lateral de valva direita mostrando forma geral da concha, X 2,5, GP/1E 1876b; 6, molde composto, vista lateral de valva direita mostrando ornamentação de linhas de crescimento concêntricas, X 3, GP/1E 4061.

Figs. 7 - 9 Gen et sp. ind. 4

7, 8, moldes internos, vista lateral de valvas esquerdas, mostrando forma geral da concha, X 4, GP/1E 4062, X 3,5 DNPM 623, respectivamente; 9, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha, X 4, GP/1E 3998.

Fig. 10 Gen. et sp. ind. 5

10, molde interno, vista lateral de valva esquerda, mostrando forma geral da concha, cicatriz do músculo adutor anterior e linha palial, X 1, GP/1E 1807.

Fig. 11 Gen. et. sp. ind. 6

11, molde composto, vista lateral de valva esquerda, mostrando forma geral da concha, cicatriz do músculo adutor posterior e ornamentação de costelas concêntricas, X 1, GP/1E 1606.

Fig. 12 Gen. et sp. ind. 7

12, molde interno, vista lateral de valva direita, mostrando forma geral da concha, provável cicatriz de linha palial e ornamentação radial, X 1, DNPM 6.

ESTAMPA 6