

ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO DO PALEOZÓICO INFERIOR E MÉDIO (SEÇÃO MARINHA) DA BACIA DO SOLIMÕES

LOWER AND MIDDLE PALAEOZOIC BIOSTRATIGRAPHY (MARINE SECTION) OF THE SOLIMÕES BASIN

Luiz Padilha de Quadros⁽¹⁾

RESUMO — Dentre as bacias paleozóicas brasileiras, a do Solimões (ex-Alto Amazonas) está-se notabilizando pela ocorrência comercial de hidrocarbonetos. A fim de auxiliar o geólogo exploracionista, elaborou-se um projeto de bioestratigrafia para correlacionar, com maior precisão, as diversas camadas sedimentares dessa bacia paleozóica. Com base em Acritarchae, Chitinozoa e esporos, detectaram-se intervalos de tempo correspondentes ao Arenigiano/Llanvirniano (Eo-Ordoviciano); Emsiano/Eifeliano (Eo- e Mesodevoniano); Givetiano (Mesodevoniano); Frasniano/Famenniano (Neodevoniano) e Struniano/Tournaisiano (Neodevoniano e Eocarbonífero). Relacionados aos dados litoestratigráficos, tais intervalos permitiram reconstruir a evolução geológica do Paleozóico marinho dessa bacia.

(Originais recebidos em 30.12.87.)

1 — INTRODUÇÃO

A Bacia do Solimões (ex-Alto Amazonas), situada na porção norte do Brasil, ocupa uma superfície de aproximadamente 600 000 km², equivalente, portanto, à Bacia do Parnaíba.

É limitada ao norte pelo Escudo das Guianas e ao sul pelo Escudo Brasileiro. Separa-se da Bacia do Amazonas pelo Arco de Purus, e da Bacia do Acre, pelo Arco de Iquitos (fig. 1).

De acordo com SILVA (1987), foi subdividida em duas sub-bacias: uma a oeste, denominada Sub-Bacia do Jandiatuba, e outra, a este, denominada Sub-Bacia do Juruá. O elemento estrutural utilizado para essa subdivisão é o Alto de Carauari.

Neste trabalho, adotou-se a coluna litoestratigráfica de SILVA (1987) (fig. 2).

Ainda de acordo com esse autor, o ciclo sedimentar da Bacia do Solimões tem início com a Formação Benjamin Constant — restrita à Sub-Bacia do Jandiatuba — representada por arenitos e folhelhos carbonosos micromicáceos e piritosos com alguns níveis sílticos. Os arenitos seriam resultado de deposição de

areias litorâneas de praia, e os folhelhos, uma fase transgressiva marinha.

A Formação Jandiatuba é constituída por espesso pacote de folhelho cinza-escuro e preto de origem marinha. Representa a fácies marinha distal das formações Biá e Uerê e a parte inferior da Formação Juruá (fig. 2). Secundariamente, ocorrem, nesta formação, siltitos cinza-claro, arenosos, micropiritosos, e arenitos de finos a muito finos, argilosos. Os folhelhos Jandiatuba retratam dois episódios de sedimentação: a parte basal representa um ciclo transgressivo, e a seção superior traduz uma fase regressiva.

Na Formação Biá, ocorrem, na parte basal e média, arenitos de grosseiros a conglomeráticos, mal selecionados, intercalados com siltitos cinza-claro, micromicáceos, piritosos, e folhelhos cinza-escuro a pretos, micáceos, micropiritosos e sílticos. Na porção superior, os arenitos são cinza-claro, de finos a muito finos, argilosos, intercalados com folhelhos negros, carbonosos, sílticos, e dolomitos creme-claro, nos quais ocorrem pequenos nódulos fosfáticos. A sedimentação dessa formação se deu em plataforma estreita, dominada por ondas vindas de oeste para este (SILVA, 1987).

1 - Setor de Bioestratigrafia e Paleocologia, Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.

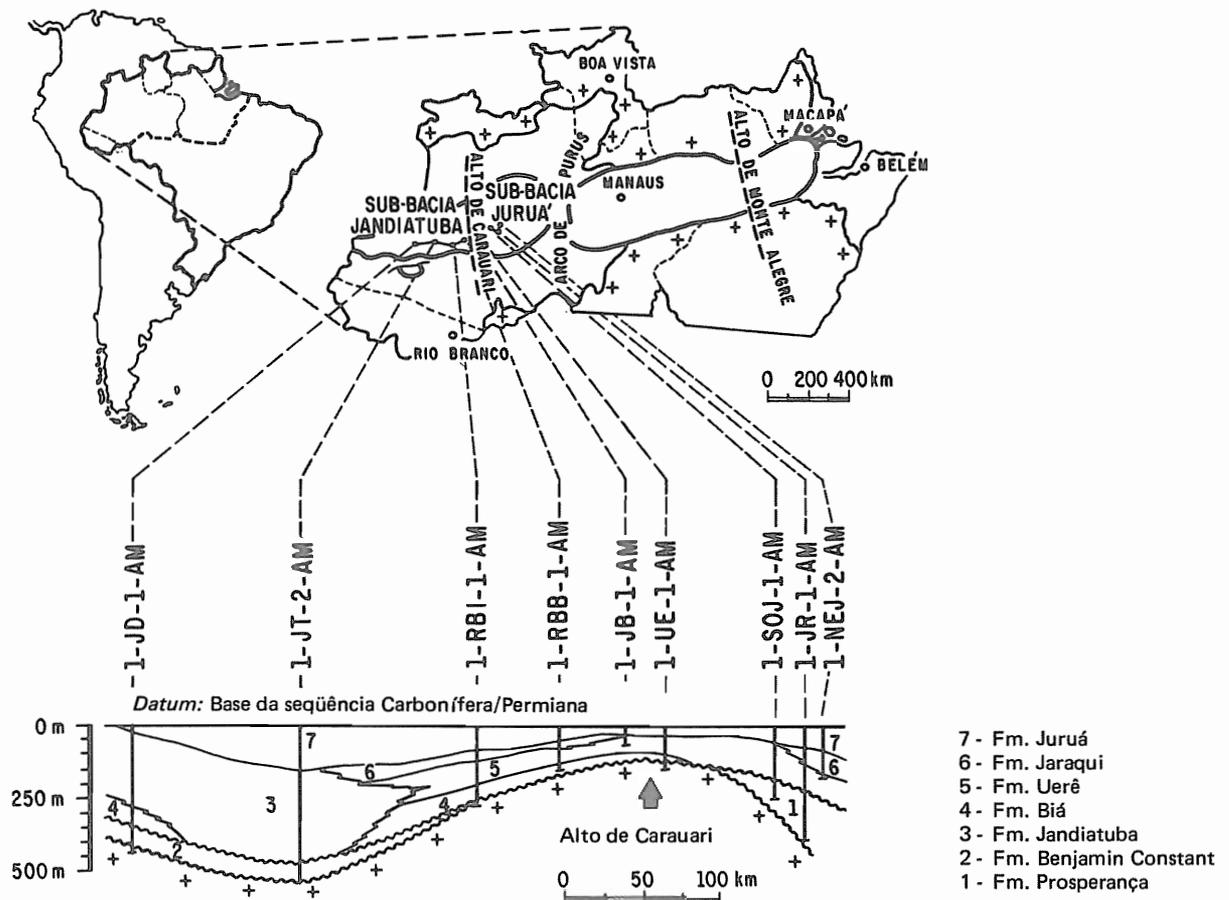


Fig. 1 - Localização da seção-tipo utilizada no zoneamento bioestratigráfico da Bacia do Solimões.

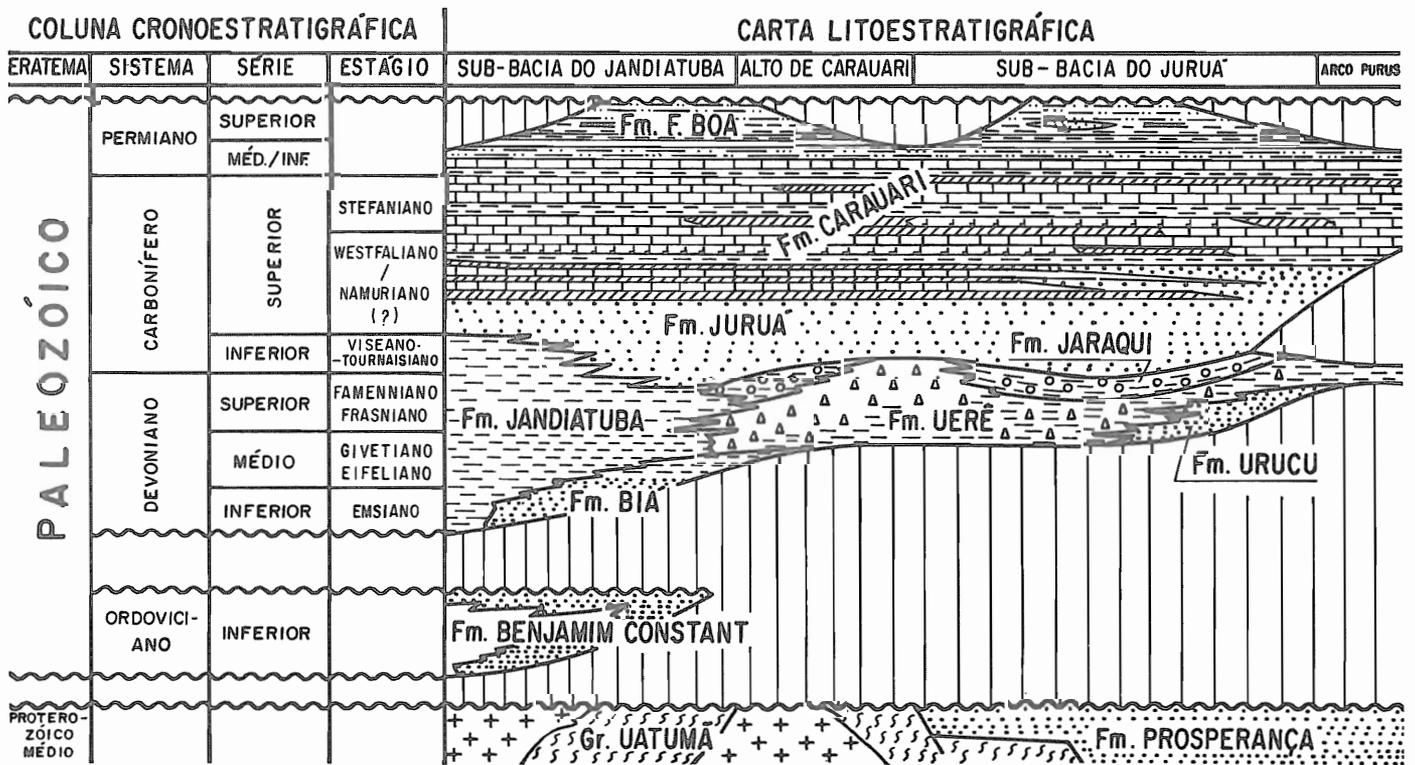


Fig. 2 - Carta litoestratigráfica proposta para a Bacia do Solimões (SILVA, 1987).

A Formação Uerê é constituída por espiculitos, silixitos com espículas de esponjas, folhelhos silicosos e arenitos com algumas espículas. Ocorrem também folhelhos pretos, micropiritosos. Esses sedimentos foram depositados em ambiente marinho.

A Formação Urucu é constituída por arenitos quartzosos, feldspáticos e por folhelhos muito micáceos, bioturbados, com interlaminacões de arenitos finos e siltitos. Ocorrem, ainda, níveis de espiculitos. É de origem marinha, depositada em condições de inframaré, provavelmente margeando barras e bancos costeiros (SILVA, 1987).

A Formação Jaraqui é constituída de diamictitos, com matriz síltico-argilosa, maciços, micromicáceos, piritosos, com clastos de tamanhos variados, flutuando em matriz síltico-argilosa. Nas porções mais argilosas é freqüente a presença de seixos pingados. Os folhelhos bem laminados são micromicáceos e carbonosos, ao passo que os arenitos são grosseiros, com estratificação plano-paralela e cruzada tabular; ocorrem também siltitos. A sedimentação dessa formação foi pulsativa, na qual, nas fases de recuo das geleiras, depositaram-se folhelhos marinhos com seixos pingados por *icebergs* (SILVA, 1987).

Na Formação Juruá ocorrem arenitos maciços, de finos a grosseiros ou com estratificação cruzada de baixo a grande porte; ocorrem também folhelhos e siltitos. Essa formação possui diversas fácies sedimentares, que podem ser de origem marinha ou continental.

2 – OBJETIVO DO ESTUDO

O objetivo primordial deste estudo foi conhecer, em detalhe, o arcabouço biocronoestratigráfico da Bacia do Solimões. Essa revisão objetivou estabelecer correlação detalhada entre as bacias do Solimões e Amazonas, para posicionar, com maior precisão, as camadas geradoras de hidrocarbonetos, como auxílio ao geólogo exploracionista.

Um modelo de distribuição bioestratigráfica com base em esporos, Acritarchae e Chitinozoa é aqui estabelecido.

3 – PROCEDIMENTO DE LABORATÓRIO

As amostras utilizadas neste estudo são de testemunhos e calhas de poços perfurados pela PETROBRÁS na Bacia do Solimões.

A metodologia empregada para o tratamento das amostras foi apresentada em trabalho elaborado por QUADROS & MELO (1987).

4 – ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO

4.1 – Referências Anteriores

Os trabalhos aqui citados não se referem especificamente à Bacia do Solimões, já que esse nome foi proposto por CAPUTO em 1984 e endossado recentemente por SILVA (1987) e, agora, também, pelo autor deste artigo. Dessa maneira, os trabalhos mencionados a seguir são importantes, uma vez que muitos deles serviram de base para identificação dos microfósseis encontrados nessa bacia.

LANGE (1952) estudou amostras da margem esquerda do rio Tapajós, entre Bom Jardim e Barreirinhas, no município de Itaituba, Pará, e descreveu espécies novas de Chitinozoa: *Lagenochitina avelinoi*, *Angochitina mourai* e *Desmochitina sommeri*.

SOMMER (1953) apresentou um estudo sobre os esporomorfos do folhelho Barreirinhas.

Ainda SOMMER (1956) descreveu novas espécies de *Tasmanites* do Devoniano do Pará.

SOMMER & VAN BOEKEL (1961) descreveram *Tasmanites* do furo Bom Jardim, município de Itaituba, Pará.

MÜLLER (1962), em relatório interno da PETROBRÁS, teceu algumas considerações (p. 21) sobre as correlações entre o Maranhão e o Amazonas.

SOMMER & VAN BOEKEL (1963) descreveram os Chitinozoa do furo Bom Jardim, município de Itaituba, Pará.

Também SOMMER & VAN BOEKEL (1965) descreveram novas espécies de Chitinozoa do furo 56, Bom Jardim, Itaituba, Pará.

DAEMON (1966), em relatório interno da PETROBRÁS, apresentou distribuição dos esporomorfos siluro-devonianos da Bacia do Baixo Amazonas.

LANGE (1967) apresentou subdivisão bioestratigráfica da coluna siluro-devoniana da Bacia do Baixo Amazonas, com base em Chitinozoa e Leiofusidae.

VAN BOEKEL (1967) descreveu os Chitinozoa do Siluriano e Devoniano da Bacia do Amazonas, realizou um estudo sobre tasmanáceas paleozóicas nesta região e descreveu novos Chitinozoa do rio Tapajós, estado do Pará.

VAN BOEKEL (1968) apresentou, ainda, estudo sobre os Chitinozoa do rio Tapajós, Pará.

COSTA (1969, 1971) discutiu os Chitinozoa silurianos do igarapé Rainha, Pará.

COSTA (1970) descreveu dois novos gêneros, *Pallachitina* e *Spatachitina*, e nove espécies novas de amostras da margem do igarapé da Rainha, afluente da margem direita do rio Tapajós, Pará.

DAEMON & CONTREIRAS (1971) apresentaram um zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas, com base em esporomorfos, Acritarchae e Chitinozoa.

COSTA (1972), em tese de doutorado, descreveu os Chitinozoa da Cachoeira do Viramundo, Pará.

DAEMON (1974) descreveu os palinomorfos-guia do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba.

DAEMON (1976) estabeleceu, com base em esporomorfos, Chitinozoa e Acritarchae, a correlação entre os sedimentos do Siluriano, Devoniano e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas, Parnaíba e Paraná.

QUADROS (1986) descreveu os Acrítarchae ordovicianos da Formação Benjamin Constant na Bacia do Solimões.

CRUZ (1987) assinalou a ocorrência de quitinozoários do Ordoviciano e Devoniano nos poços 1-JD-1-AM (Jandiutuba) e 2-BT-1-AM (Benjamin Constant), Bacia do Alto Amazonas.

4.2 – Método de Trabalho

Foram selecionados, para estudo dos palinomorfos, os poços 1-JD-1-AM (Jandiutuba), 1-JT-2-AM (Rio Jutafá), 1-RBI-AM (Rio Biá), 1-RBB-1-AM (Rio Bauana Branco), 1-JB-1-AM (Juburi), 1-UE-1-AM (Uerê), 1-SOJ-1-AM (sudeste do Juruá), 1-JR-1-AM (Juruá) e 1-NEJ-2-AM (nordeste do Juruá), mostrados na seção da figura 1. Esses poços foram escolhidos por englobarem prati-

camente toda a seção sedimentar da Bacia do Solimões.

Além dos citados, foram utilizados outros poços com a finalidade de complementar as pesquisas micropaleontológicas e auxiliar no controle das variações litológicas em função do tempo de deposição. A relação desses poços é a seguinte: 2-BT-1-AM (Benjamin Constant), 2-EP-1-AM (Eirunepê), 2-FB-1-AM (Fonte Boa), 1-IPC-1-AM (Igarapé Ipoca), 2-JA-1-AM (Rio Juruá), 2-JT-1-AM (Rio Jutafá), 1-LJB-1-AM (Lago Juburi), 1-PN-1-AM (Pupunhas), 2-PU-1-AM (Rio Purus), 2-SR-1-AM (São Raimundo), e 1-TM-1-AM (Rio Tamanduá). Sua localização encontra-se na figura 3.

Os microfósseis de todos os poços geralmente estão muito carbonizados, fator

que dificultou, principalmente no caso dos esporos, o reconhecimento de um número maior de gêneros e espécies. Assim sendo, os Acrítarchae tiveram importância fundamental no zoneamento bioestratigráfico, uma vez que apenas com a morfologia externa é possível classificar sistematicamente esse grupo de microfósseis. Embora carbonizados, também os Chitinozoa permitiram estabelecer, com boa precisão, os horizontes bioestratigráficos (CRUZ, 1987).

Integrando-se todos os dados bioestratigráficos, foi possível construir uma tabela de distribuição vertical dos Acrítarchae, Chitinozoa e esporos, mostrada na figura 4.

4.3 – Zonas de Intervalo

A seguir, são caracterizadas, em ordem ascendente, as cinco zonas de intervalo

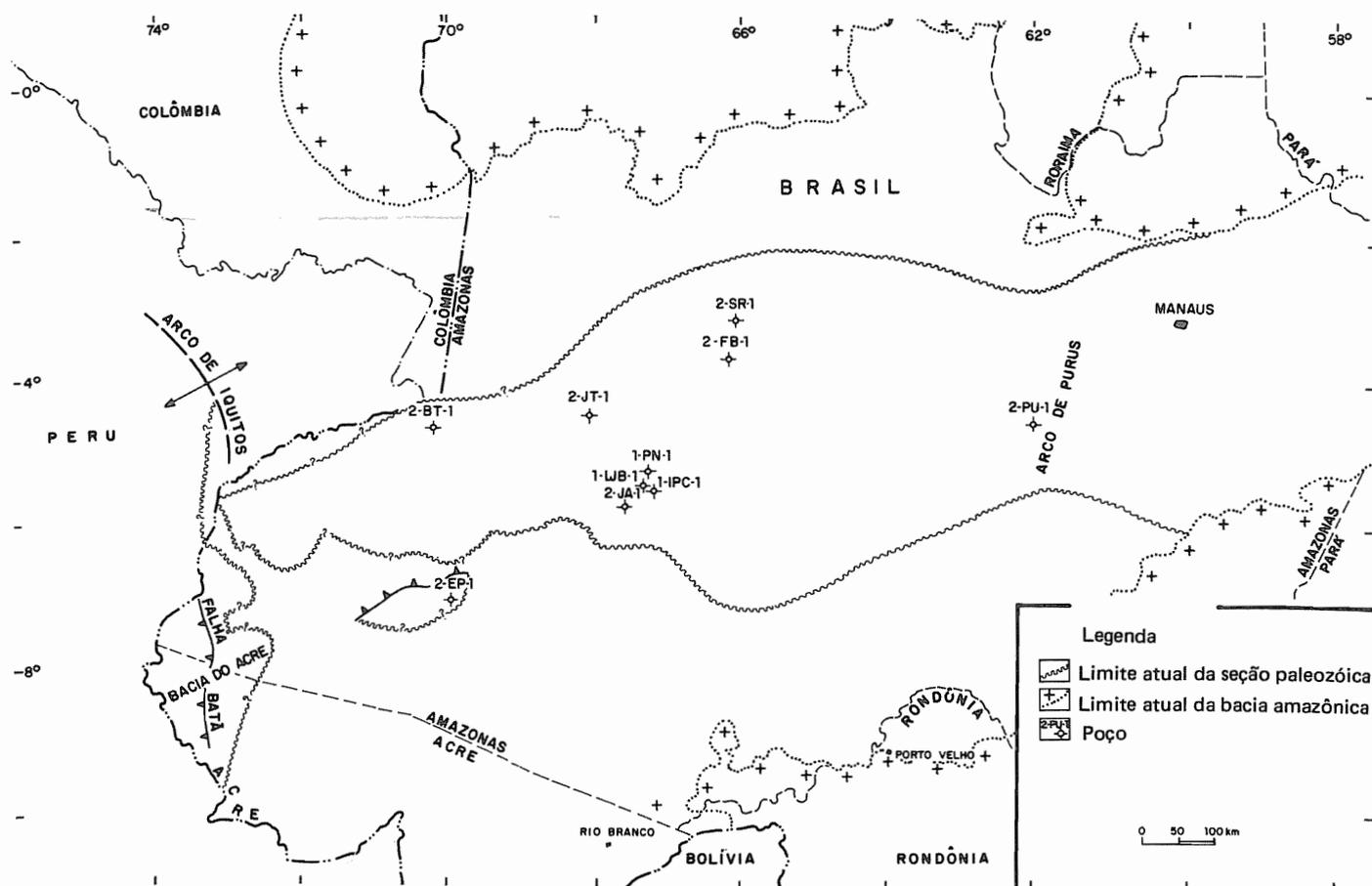


Fig. 3 - Localização de poços na Bacia do Solimões.

coordenadas: 5°35'55,067" S — 70°01'19,77" W;
zona de intervalo: *Tyligmasoma alargadum* (Emsiano/Eifeliano);
intervalo: 2 514-2 541 metros;
Formação Biá.

- Poço: 1-JD-1-AM (Jandiatuba, Amazonas);
coordenadas: 5°35'55,067" S — 70°01'19,77" W;
zona de intervalo: *Alpenachitina eisenacki* (Givetiano);
intervalo: 2 442-2 514 metros;
Formação Jandiatuba.

- Poço: 1-JR-1-AM (Juruá, Amazonas);
coordenadas: 4°47'4" S — 66°15'17" W;
zona de intervalo: *Pseudolunulidia laevigata* (Famenniano/Frasniano);
intervalo: 2 826-2 870 metros;
Formação Uerê.

- Poço: 1-RBB-1-AM (Rio Bauana Branco, Amazonas);
coordenadas: 5°14'31,057" S — 67°38'1,647" W;
zona de intervalo: *Spelaeotriletes lepidophytus* (Tournaisiano/Struniano);
intervalo: 2 040-2 050 metros;
Formação Jandiatuba.

6 — CARACTERIZAÇÃO DAS IDADES

6.1 — Arenigiano/Llanvirniano

Dentre os Acritarchae encontrados na Formação Benjamin Constant, destacam-se os guias *Arkonía virgata*, *Striatotheca triangulata*, *Striatotheca quieta* e *Striatotheca rarirrugulata*. Esses espécimes, encontrados nos poços 2-BT-1-AM (Benjamin Constant) e 1-JD-1-AM (Jandiatuba), são perfeitamente correlacionáveis com algumas formas descritas por CRAMER *et alii* (1974) na Bacia de Tadla (Marrocos), características do Eo-Ordoviciano. Acima do Ordoviciano ocorrem sedimentos do Emsiano. Há, portanto, na Sub-Bacia de Jandiatuba, um hiato de aproximadamente 100 milhões de anos entre os sedimentos da Formação Benjamin Constant e os da Formação Biá ou Formação Jandiatuba

(fig. 2).

6.2 — Emsiano/Eifeliano

O início do Emsiano na Bacia do Solimões é caracterizado pela presença de *Tyligmasoma alargadum* e *Navifusa brasiliensis*, que são guias mundiais dessa idade, de acordo com JARDINÉ *et alii* (1974). As formas de *Tyligmasoma alargadum*, ainda de acordo com JARDINÉ *et alii* (1974), terminam no Eifeliano, onde, portanto, ficaria delimitada a parte superior dessa idade.

6.3 — Givetiano

Os espécimes de *Duvernaysphaera radiata* marcam o início do Givetiano, de acordo com JARDINÉ (1972) e, ainda segundo esse autor, o aparecimento de *Umbellasphaeridium saharicum* delimita sua parte superior.

6.4 — Frasniano/Famenniano

JARDINÉ (1972) caracteriza o início do Frasniano pelo aparecimento de *Umbellasphaeridium saharicum*. O final do Famenniano é caracterizado, de acordo com ATTAR *et alii* (1980), pelo aparecimento de formas de *Spelaeotriletes lepidophytus*.

6.5 — Struniano/Tournaisiano

De acordo com ATTAR *et alii* (1980), as formas de *Spelaeotriletes lepidophytus* são comuns no Struniano e raras no Tournaisiano. As formas de *Tumulispora rarituberculata* e *Knoxisporites pristinus* são comuns no Tournaisiano, de acordo com TURNAU (1975). Dessa maneira, a associação entre estes três espécimes caracteriza o fim do Devoniano (Struniano) e o começo do Carbonífero (Tournaisiano).

7 — CORRELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Dentre todas as bacias paleozóicas brasileiras, a do Solimões apresentou, na Formação Benjamin Constant, o primeiro registro de microfósseis ordovicianos no Brasil. Assim sendo, nenhuma correlação com outras bacias do País pode ser feita ainda.

O refinamento bioestratigráfico conseguido na Bacia do Parnaíba (QUADROS, 1982) não foi obtido na Bacia do Solimões em virtude do drástico efeito do metamorfismo térmico provocado por intrusivas, que dificultaram, em alguns casos, a classificação adequada de diversos microfósseis. Apesar disso, os dados bioestratigráficos foram suficientes para construir de maneira satisfatória o arcabouço geológico da Bacia do Solimões. Na figura 5, apresenta-se a correlação das principais bacias paleozóicas com a Bacia do Solimões.

Observe-se que a Bacia do Solimões é a única até o momento a apresentar sedimentos do Ordoviciano. Há um hiato de aproximadamente 100 milhões de anos e, a seguir, o início da sedimentação devoniana, representada por sedimentos das formações Biá e Jandiatuba, ambas pertencentes à Sub-Bacia do Jandiatuba (figs. 1 e 2). O mar que vinha de oeste só conseguiu transpor o Alto de Caruaru durante o Givetiano/Frasniano; tal transposição é representada na Sub-Bacia do Juruá pelas formações Uerê e Uruçu (fig. 2). A franca ligação entre as sub-bacias do Jandiatuba e Juruá se processou a partir do Tournaisiano/Viseano (fig. 2).

8 — CONCLUSÕES

- a) A seqüência correspondente ao Ordoviciano ocorre somente na Sub-Bacia do Jandiatuba e corresponde à Formação Benjamin Constant;
- b) A seqüência correspondente ao Devoniano teve seu início somente a partir do Emsiano (parte superior do Devoniano Inferior) e é representada pelas formações Biá e Jandiatuba;
- c) As formações Biá, Jandiatuba, Uerê e Juruá cortam indiscriminadamente as zonas bioestratigráficas, bem como as linhas de tempo;
- d) Os Acritarchae, Chitinozoa e esporos permitiram dividir o intervalo de tempo correspondente ao Arenigiano/Tournaisiano em cinco zonas de intervalo: *Arkonía virgata* (Arenigiano/Llanvirniano), *Tyligmasoma alargadum* (Emsiano/Eifeliano), *Alpenachitina eisenacki* (Givetiano), *Pseudolunulidia laevigata* (Frasniano/Famenniano) e *Spelaeotriletes lepidophytus*

QUADRO I

RELACIONAMENTO ENTRE IDADES E LITOESTRATIGRAFIA NA BACIA DO SOLIMÕES

Formação	Idade
Benjamin Constant	Arenigiano/Llanvirniano
Biá	Emsiano/Givetiano
Jandiatuba	Emsiano/Tournaisiano
Urucu	Givetiano/Famenniano
Uerê	Givetiano/Struniano
Jaraqui	Frasniano/Tournaisiano
Juruá	Struniano/Tournaisiano (na porção correspondente à seção marinha)

(Struniano/Tournaisiano);
e) O relacionamento entre as idades e a litoestratigrafia na Bacia do Solimões é o apresentado no quadro I.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTAR, A. *et alii*. Étude palynologique du Dévonien Terminal et du Carbonifère Inférieur du Bassin D'Illisi (Fort-Polignac). *Rev. Inst. Fr. Pét.*, 35 (4): 585-619, 1980.

BRITO, I. M. *Nota prévia sobre microfósseis devonianos de Pernambuco*. Salvador, Universidade da Bahia, Escola de Geologia, 1965. 9 p. (Publicação Avulsa, 2).

BRITO, I. M. *Os Acritarcha*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1967. p. 4-21. (Notas Preliminares e Estudos, 138).

BRITO, I. M. & QUADROS, L. P. *Pseudolunulidia*; um fóssil-índice do Devoniano Superior (Acritarcha Netromorphitae). Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1985. p. 285-7. (Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, 27).

BRITO, I. M. & SANTOS, A. S. *Contribuição ao conhecimento dos microfósseis silurianos e devonianos da Ba-*

cia do Maranhão; Parte 1. Os Netromorphitae (Leiofusidae). Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 1965. 29 p. (Notas Preliminares e Estudos, 129).

BURMANN, G. Weitere organische Mikrofossilien aus dem unterem Ordovizium. *Palaont. Palaobot.*, 3 (B): 289-347, 1970.

PERÍODO	IDADE	BACIA DO SOLIMÕES	BACIA DO AMAZONAS	BACIA DO PARNAÍBA	BACIA DO PARANÁ
CARBONÍFERO	UISEANO		FARO	POTI	
	TOURNAISIANO	JURUÁ			
DEVONIANO	STRUNIANO			LONGA CABEÇAS	
	FAMENNIANO	UERÊ	CURUÁ		
	FRASNIANO				
	GIVETIANO	JANDIATUBA	ERERÊ	PIMENTEIRA	
	EIFELIANO		MAECURU		PONTA GROSSA
	EMSIANO	BIÁ			
	SIEGENIANO			ITAIM	
	GEDINNIANO			JAIÇOS	
SILURIANO	LUDLOVIANO		TROMBETAS	TIANGUÁ	
	WENLOCKIANO				
	LLANDOVERIANO				
	VALENTIANO				
ORDOVICIANO	ASHGILIANO				
	CARADOCIANO				
	LLANDEILIANO				
	LLANNVIRNIANO	BENJAMIN			
	ARENIGIANO	CONSTANT			
	SKIDDAVIANO				
	TREMADOCIANO				

Fig. 5 - Correlação das formações depositadas entre o Arenigiano e Viseano nas bacias do Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná.

- CAPUTO, M. V. Glaciação neodevoniana no continente Gondwana Ocidental. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais . . .* Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. v. 2, p. 725-39.
- COMBAZ, A. *et alii*. Les Leiofusidae EISENACK, 1938. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1: 291-307, 1967.
- COSTA, N. M. Quitinozoários silurianos do Igarapé da Rainha, Estado do Pará. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 23, Salvador, 1969. *Resumo das comunicações . . .* Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo da Bahia, 1969. p. 58 (SBG. Boletim Especial, 1).
- COSTA, N. M. *Pallachitina* e *Spathachitina*, dois novos gêneros de quitinozoários do Siluriano do Brasil. *An. Acad. Bras. Ci.*, 42 (2): 207-18, 1970.
- COSTA, N. M. *Quitinozoários silurianos do Igarapé da Rainha, Estado do Pará*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 1971. 101 p. (DNPM. Boletim, 255).
- COSTA, N. M. *Quitinozoários da Cachoeira do Viramundo, Estado do Pará*. São Paulo, Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, 1972. 168 p. Tese de Doutorado.
- CRAMER, F. H. Microplankton from three paleozoic formations in the Province of Leon, N. N. Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 30: 253-360, 1964.
- CRAMER, F. H. *et alii*. Early Ordovician Acritarchs from the Tadla Basin of Morocco. *Paleontographica*, 146 (B): 57-64, 1974.
- CRUZ, N. M. C. *Quitinozoários da Sub-Bacia do Alto Amazonas, Brasil*. 1987. No prelo.
- DAEMON, R. F. *Contribuição ao estudo dos esporomorfos siluro-devonianos da Bacia do Baixo Amazonas*. Salvador, PETROBRÁS. RPBA. SETEX. DESUL, 1966. 47 p. (Relatório Interno, 342).
- DAEMON, R. F. Palinomorfos-guia do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba. *An. Acad. Bras. Ci.*, 46 (3/4): 549-87, 1974.
- DAEMON, R. F. Correlação bioestratigráfica entre os sedimentos do Siluriano, Devoniano e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas, Parnaíba e Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 29, Ouro Preto, 1976. *Anais . . .* Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, 1976.
- DAEMON, R. F. & CONTREIRAS, C. J. A. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais . . .* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. p. 79-88.
- DEUNFF, J. Sur une série a acritarches dans le Dévonien Moyen du finistère. *In: COLLOQUE FRANÇAIS DÉVONIEN INFÉRIEUR EN FRANCE*, Rennes, 1964. 20 p.
- DEUNFF, J. *Recherches sur le microplancton du Dévonien* (Acritarches et Dinophyceae). Rennes, Université de Rennes, 1966. 201 p. Tese.
- DOWNIE, C. An assemblage of Microplancton from the Shineton Shales (Trémadoc). *Proc. Yorks. Geol. Soc.*, 31 (12): 331-49, 1958.
- DUNN, D. L. & MILLER, T. H. A distinctive chitinozoa from the Alpena limestone (Middle Devonian) of Michigan. *J. Paleontol.*, 38 (4): 725-8, 1964.
- EISENACK, A. Neue Chitinozoen aus dem Silur des Baltikums und dem Devon der Eifel. *Senckenberg. Lethaea*, 36 (5/6): 311-9, 1955.
- EISENACK, A.; CRAMER, F. H.; DÍEZ, M. D. C. R. *Katalog der fossilien Dinoflagellaten, Hystrifossilien; Band IV, Acritarcha*, 2. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1976. 863 p.
- JARDINÉ, S.; COMBAZ, A.; MAGLOIRE, L.; PENIGUEL, G.; VACHEY, G. Acritarches du Silurien terminal et du Dévonien du Sahara Algérien. *In: CONGRÉS INTERNATIONAL DE STRATIGRAPHIE ET DE GÉOLOGIE DU CARBONIFÈRE*, 7, Krefeld, 1971. *Compte rendue . . .* Krefeld, Geologischer Landesamt Nordrhein Westfalen, 1972-75. p. 295-311.
- JARDINÉ, S. Microplancton (acritarches) et limites stratigraphiques du Silurien Terminal au Dévonien Supérieur. *In: CONGRÉS INTERNATIONAL DE STRATIGRAPHIE ET DE GÉOLOGIE DU CARBONIFÈRE*, 7, Krefeld, 1971. *Compte rendue . . .* Krefeld, Geologischer Landesamt Nordrhein Westfalen, 1972-75. p. 313-23.
- JARDINÉ, S. *et alii*. Distribution stratigraphique de acritarches dans le Paléozoïque du Sahara Algérien. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 18: 99-129, 1974.
- KEDO, G. Spory iz nadsolveykh devonskikh otloshenij pripyatskogo progiba i ikh stratigraficheskoe znachenie. *Paleontol. Stratigraf. USSR*, 2: 3-43, 1957.
- LANGE, F. W. Chitinozoários do folhelho Barreirinha, Devoniano do Pará. *Dusenja*, 3 (5): 373-86, 1952.
- LANGE, F. W. Subdivisão bioestratigráfica e revisão da coluna siluro-devoniana da Bacia do Baixo Amazonas. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA*, Belém, 1967. *Atas . . .* Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1967. p. 215-326.
- MARTIN, F. *Les acritarches de l'Ordovicien et du Silurien Belges*. Bruxelles, Institut Royal des Sciences Naturelles, 1968. 187 p. (Mémoire, 160).
- MÜLLER, H. *Summary report on palynological results worked out in Petrobrás paleontological laboratory of Salvador, Bahia since September, 1957*. Salvador, PETROBRÁS. RPBA. SETEX, 1962. 31 p. (PETROBRÁS. DEPEX. Relatório Técnico, 108-0262).
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bull.*, 67 (5): 841-75, 1983.
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; PONÇANO, W. L. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Rev. bras. Geoci.*, 16 (4): 376-415, 1986.
- PLAYFORD, G. Lower to Middle Devonian Acritarchs of the Moose River Basin, Ontario. *Geol. Surv. Can. Bull.*, (279): 1-87, 1977.
- QUADROS, L. P. *Distribuição bioestratigráfica dos Chitinozoa e Acritarchae na Bacia do Parnaíba*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES, 1982. 76 p. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo,

- 12).
 QUADROS, L. P. Ocorrência de microfósseis (Acritarchae) ordovicianos na Sub-Bacia do Alto Amazonas, Brasil. *B. técn. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 29 (3): 181-91, 1986.
- QUADROS, L. P. & MELO, J. H. G. Método prático de preparação palinológica em sedimentos do pré-Mesozóico. *B. Geoci. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 1 (2): 205-14, 1987.
- RAUSCHER, R. *Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans l'Ordovicien et le Silurien en France*. Strasbourg, Université Louis Pasteur de Strasbourg. Institut de Géologie, 1974. 224 p. (Sciences Geologiques Mémoire, 38).
- SILVA, O. B. *Análise da Bacia do Solimões; revisão litoestratigráfica, magmatismo e geoquímica*. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas. Departamento de Geologia, 1987. 181 p. Tese de Mestrado.
- SOMMER, F. W. *Os esporomorfos do folhelho de Barreirinhas*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1953. 49 p. (DNPM. Boletim, 140).
- SOMMER, F. W. South American Paleozoic sporomorphae without haptotypic structures. *Micropaleontology*, 2: 175-81, 1956.
- SOMMER, F. W. & VAN BOEKEL, N. M. Os *Tasmanites* do furo 56, Bom Jardim, Itaituba, Rio Tapajós, Pará. *An. Acad. Bras. Ci.*, 33 (3/4): 569-73, 1961.
- SOMMER, F. W. & VAN BOEKEL, N. M. Some new Tasmanaceae from the Devonian of Pará. *An. Acad. Bras. Ci.*, 35 (1): 61-5, 1963.
- SOMMER, F. W. & VAN BOEKEL, N. M. Quitinozoários do Devoniano de Goiás. *An. Acad. Bras. Ci.*, 38 (1): 53-64, 1964.
- SOMMER, F. W. & VAN BOEKEL, N. M. *Novas espécies de quitinozoários do furo 56, de Bom Jardim, Itaituba, Pará*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1965. 20 p. (Notas Preliminares e Estudos, 130).
- STREEL, M. Similitude des assemblages des spores d'Europe, d'Afrique du Nord au Dévonien Terminal. *Sci. géol. Bull.*, 27: 25-38, 1974.
- SULLIVAN, H. J. A Tournaisian spore flora from the Cemenstone Group of Ayreshire, Scotland. *Paleontology*, 11 (1): 116-31, 1968.
- TURNAU, E. Microflora of the Famennian and Tournaisian deposits from boreholes of Northern Poland. *Acta geol. Pol.*, 25 (4): 505-37, 1975.
- VAN BOEKEL, N. M. New Devonian Chitinozoans from the Tapajós River, State of Pará. *An. Acad. Bras. Ci.*, 39 (2): 273-80, 1967.
- VAN BOEKEL, N. M. *Microfósseis devonianos do Rio Tapajós, Pará; II. Chitinozoa*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1968. 19 p. (Notas Preliminares e Estudos, 146).
- VAVRDOVÁ, M. Acritarchs from Klavava Shales (Arenigian). *Vestn. Ustred. Ustavu. Geol.*, 47: 79-86, 1972.
- The Solimões Basin (ex-Alto Amazonas) called the attention in the last years due to the occurrence of commercial hydrocarbon.*
- PETROBRÁS (Petróleo Brasileiro S.A.) carried out a project in this region in order to carefully define the age of the Paleozoic marine sequence. Its aim is to help the explorationist geologist in correlating the different stratigraphic levels with hydrocarbon source potential.*
- Based on Acritarchae, Chitinozoa and spores it was possible to define biostratigraphically five interval zones as follows: Arkonia virgata (Arenigian/Llanvirnian); Tylligmasoma alargadum (Emsian/Eifelian); Alpenachitina eisenacki (Givetian); Pseudolunulidia laevigata (Frasnian/Famennian) and Spelaeotrites lepidophytus (Strunian/Tournaisian).*
- The relationship between age and lithostratigraphic data makes possible the reconstruction of the evolving Paleozoic marine environment of the Solimões Basin.*
- According to SILVA (1987) the Solimões Basin was divided by a synsedimentary high (the Carauari High) into two centers of deposition namely the older, deeper Jandiatuba Sub-Basin to the west and the younger, shallower Juruá Sub-Basin to the east. The pre-Devonian sedimentary basement in the Juruá Sub-Basin is represented by sandstones and conglomerates of the Prospança Formation, of Precambrian age, whereas in the Jandiatuba Sub-Basin an erosional wedge of shales and sandstones, makes up the Benjamin Constant Formation, of Early Ordovician age. According to SILVA (1987), the Benjamin Constant Formation (only known in the Jandiatuba Sub-Basin) is a Brazilian correlate of the Contaya Formation in the Marañon and Ucayali basins of eastern Peru, showing that the Ordovician transgression verified in the Solimões Basin had its start in the Andean synclinal region to the west, as did later those of the Devonian and Permo-Carboniferous. The Benjamin Constant Formation is unconformably overlain by the Mari-Mari Group (SILVA, 1987), which represents a sequence of possibly late Early Devonian through Early Carboniferous marine to transitional sediments.*
- As originally defined (SILVA, 1987), the Mari-Mari Group comprises five constituent units, namely the Jandiatuba, Biá, Uerê, Urucu and Jaraqui formations. The Jandiatuba Formation occupies most of the homonymic sub-basin (being absent in the Juruá Sub-Basin) and also displays the widest stratigraphic range — Emsian through possibly earliest Carboniferous. It consists of basinal dark shales, very radioactive in the upper section. To the east, the lower shales of the Jandiatuba Formation grade laterally into sandstones, shales and phosphatic dolomites of the Biá Formation. Due to regional easterly onlap, the middle to upper sections of the Jandiatuba Formation transgress over the Biá Formation to grade laterally into the superposed Uerê and Jaraqui formations, as well as to the basal sandstones of the Juruá Formation. The Uerê Formation (cherts, spiculites and siliceous shales) displays the whole Eifelian-Frasnian range of the Carauari High (where it attains maximum thickness), but only Frasnian beds are known to occur in the Juruá Sub-Basin. This points out to a continuous onlap to the east across the Precambrian basement during the Middle through Late Devonian. In its distal, easternmost portions, as it approaches the Purus Arch, the Uerê Formation grades laterally into, as well as laps on, sandstones and shales belonging to the Urucu Formation, of similar Frasnian age. The diamictites, dropstones, mudstones and shales of the Jaraqui Formation, conformably overlie the Uerê Formation both on the western flank of the Carauari High and throughout most of the Juruá Sub-Basin to the east. The Jaraqui and Jandiatuba formations are conformably overlain by the regressive sandstones, with interbedded siltstones and shales, of the Juruá Formation. According to SILVA (1987) the Juruá Formation eventually includes in its upper section continental facies (lacustrine, fluvial and even eolian sediments).*

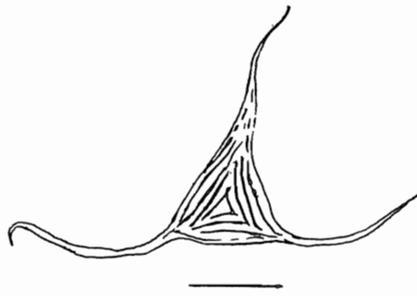


Fig. 1 - *Arkonia virgata* BURMANN.
Comprimento do traço da figura = 25 μ m.

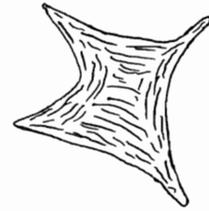


Fig. 2 - *Striatotheca quieta* (MARTIN).
Comprimento do traço da figura = 40 μ m.

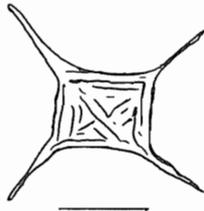


Fig. 3 - *Striatotheca rarirugulata*
(CRAMER, KANES, DÍEZ & CHRISTOPHER). Comprimento do traço da figura = 25 μ m.

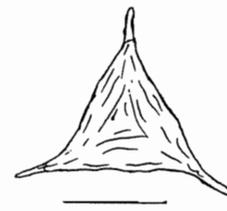


Fig. 4 - *Striatotheca triangulata* (CRAMER, KANES, DÍEZ & CHRISTOPHER). Comprimento do traço da figura = 25 μ m.

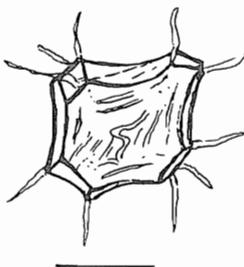


Fig. 5 - *Polyedrina magnifica* QUADROS. Comprimento do traço da figura = 20 μ m.

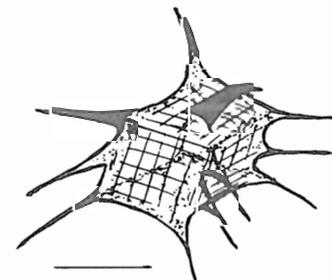


Fig. 6 - *Jandiatubaites cubus* QUADROS. Comprimento do traço da figura = 30 μ m.

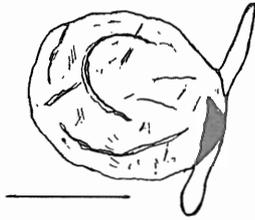


Fig. 7 - *Limaites flagellata* QUADROS.
Comprimento do traço da figura = 30 μ m.

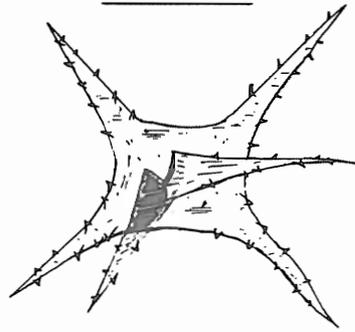


Fig. 8 - *Veryhachium urens* DEUNFF.
Comprimento do traço da figura = 30 μ m.



Fig. 9 - *Pirea dubia* VAVRDOVÁ.
Comprimento do traço da figura = 20 μ m.

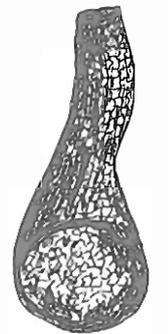


Fig. 10 - *Focusphaera elongata* QUADROS.
Comprimento do traço da figura = 30 μ m.



Fig. 11 - *Veryhachium minutum* DOW-
NIE. Comprimento do traço
da figura = 10 μ m.

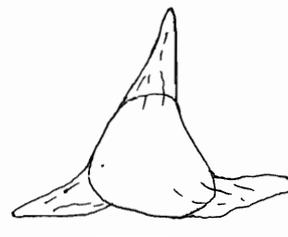


Fig. 12 - *Tyligmasoma alargadum* (CRA-
MER). Comprimento do traço
da figura = 25 μ m.



Fig. 13 - *Ancyrochitina langei* SOMMER & VAN BOEKEL. Comprimento do traço da figura = 100 μ m.

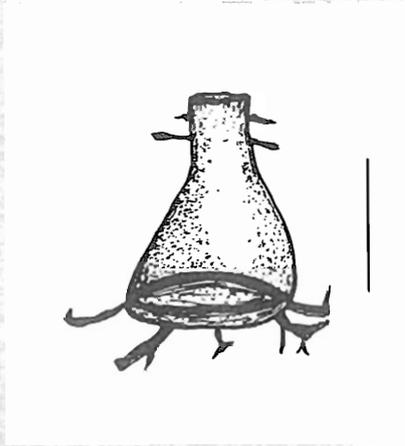


Fig. 14 - *Ancyrochitina ancyrea* EISENACK. Comprimento do traço da figura = 100 μ m.

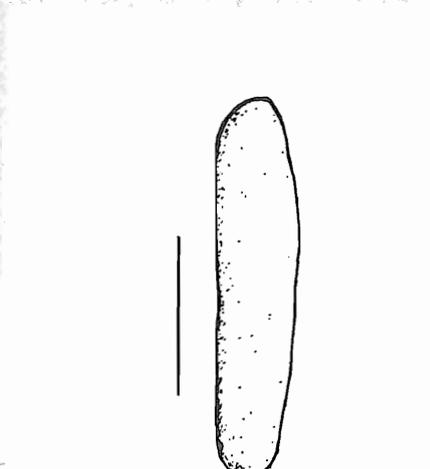


Fig. 15 - *Navifusa brasiliensis* (BRITO & SANTOS). Comprimento do traço da figura = 50 μ m.

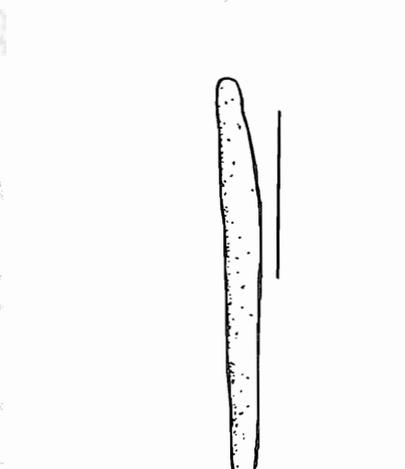


Fig. 16 - *Navifusa cylindrica* (BRITO & SANTOS). Comprimento do traço da figura = 100 μ m.

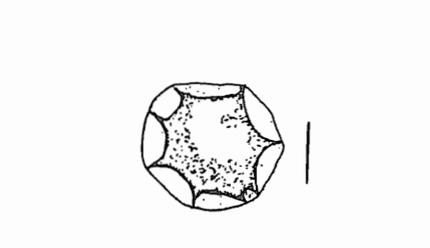


Fig. 17 - *Duvernaysphaera tessella* DEUNFF. Comprimento do traço da figura = 18 μ m.



Fig. 18 - *Evittia sommeri* BRITO. Comprimento do traço da figura = 30 μ m.

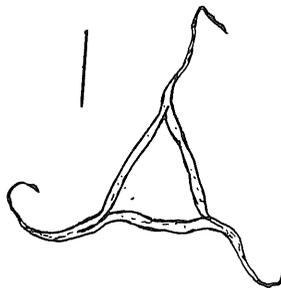


Fig. 19 - *Veryhachium trispinosum* (EISENACK). Comprimento do traço da figura = 20 μ m.

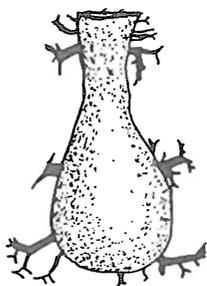


Fig. 20 - *Alpenachitina eisenacki* DUNN & MILLER. Comprimento do traço da figura = 100 μ m.

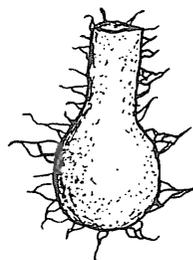


Fig. 21 - *Angochitina mourai* LANGE. Comprimento do traço da figura = 100 μ m.

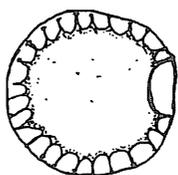


Fig. 22 - *Maranhites brasiliensis* BRITO. Comprimento do traço da figura = 80 μ m.

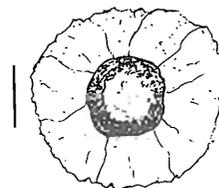


Fig. 23 - *Duvernaysphaera radiata* BRITO. Comprimento do traço da figura = 20 μ m.

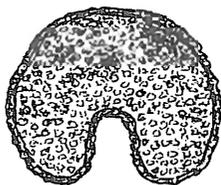


Fig. 24 - *Pseudolunulidia imperatrizensis* BRITO & SANTOS. Comprimento do traço da figura = 30 μ m.

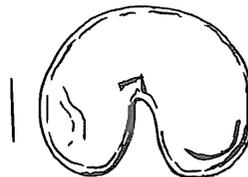


Fig. 25 - *Pseudolunulidia laevigata* BRITO & QUADROS. Comprimento do traço da figura = 30 μ m.



Fig. 26 - *Urochitina bastosi* VAN BOECKEL. Comprimento do traço da figura = 90 μ m.

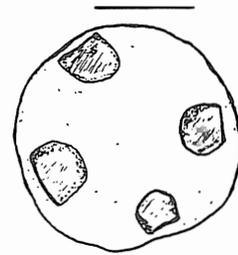


Fig. 27 - *Maranhites mosesii* (SOMMER). Comprimento do traço da figura = 80 μ m.



Fig. 28 - *Umbellasphaeridium saharicum* JARDINÉ, COMBAZ, MAGLOIRE, PENIGUEL & VACHEY. Comprimento do traço da figura = 20 μ m.

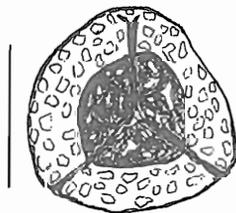


Fig. 29 - *Spelaeotriletes lepidophytus* (KEDO). Comprimento do traço da figura = 35 μ m.

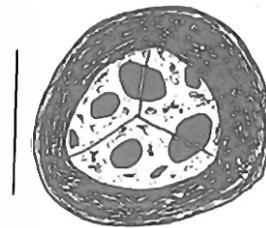


Fig. 30 - *Tumulispora rarituberculata* (LUBER). Comprimento do traço da figura = 60 μ m.



Fig. 31 - *Knoxisporites pristinus* SULLIVAN. Comprimento do traço da figura = 60 μ m.

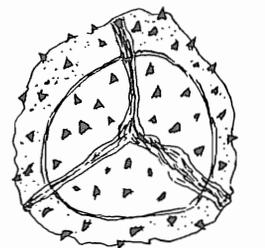


Fig. 32 - *Grandispora lupata* TURNAU. Comprimento do traço da figura = 60 μ m.

ANEXO

TAXA MENCIONADOS NO ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO DA BACIA DO SOLIMÕES, AMAZONAS

ACRITARCHAE

- Arkonía virgata* BURMANN, 1970 (estampa 1, fig. 1)
Striatotheca quieta (MARTIN) RAUSCHER, 1974 (estampa 1, fig. 2)
Striatotheca rarirrugulata (CRAMER, KANES, DÍEZ & CHRISTOPHER) EISENACK, CRAMER & DÍEZ, 1976 (estampa 1, fig. 3)
Striatotheca triangulata (CRAMER, KANES, DÍEZ & CHRISTOPHER) EISENACK, CRAMER & DÍEZ, 1976 (estampa 1, fig. 4)
Polyedrina magnífica QUADROS, 1986 (estampa 1, fig. 5)
Jandiatubaítes cubus QUADROS, 1986 (estampa 1, fig. 6)
Limaites flagellata QUADROS, 1986 (estampa 2, fig. 7)
Veryhachium urens DEUNFF, 1966 (estampa 2, fig. 8)
Pirea dubia VAVRDOVÁ, 1972 (estampa 2, fig. 9)
Focusphaera elongata QUADROS, 1986 (estampa 2, fig. 10)
Veryhachium minutum DOWNIE, 1958 (estampa 2, fig. 11)
Tyligmasoma alargadum (CRAMER) PLAYFORD, 1977 (estampa 2, fig. 12)
Navifusa brasiliensis (BRITO & SANTOS) COMBAZ, LANGE & PANSART, 1967 (estampa 3, fig. 15)
Navifusa cylíndrica (BRITO & SANTOS) COMBAZ, LANGE & PANSART, 1967 (estampa 3, fig. 16)
Duvernaysphaera tessella DEUNFF, 1964 (estampa 3, fig. 17)
Evittia sommeri BRITO, 1967 (estampa 3, fig. 18)
Veryhachium trispinosum (EISENACK) CRAMER, 1964 (estampa 4, fig. 19)
Maranhites brasiliensis BRITO, 1965 (estampa 4, fig. 22)
Duvernaysphaera radiata BRITO, 1967 (estampa 4, fig. 23)
Pseudolunulidia imperatrizensis BRITO & SANTOS, 1965 (estampa 4, fig. 24)
Pseudolunulidia laevigata BRITO & QUADROS, 1985 (estampa 4, fig. 25)
Maranhites mosesii (SOMMER) BRITO, 1967 (estampa 5, fig. 27)
Umbellasphaeridium saharicum JARDINÉ, COMBAZ, MAGLOIRE, PENIGUEL & VACHEY, 1972 (estampa 5, fig. 28)

CHITINOZOA

- Ancyrochitina langei* SOMMER & VAN BOEKEL, 1964 (estampa 3, fig. 13)
Ancyrochitina ancyrea EISENACK, 1955 (estampa 3, fig. 14)
Alpenachitina eisenacki DUNN & MILLER, 1964 (estampa 4, fig. 20)
Angochitina mourai LANGE, 1952 (estampa 4, fig. 21)
Urochitina bastosi VAN BOEKEL, 1967 (estampa 5, fig. 26)

ESPOROS

- Spelaeotriletes lepidophytus* (KEDO) STREEL, 1974 (estampa 5, fig. 29)
Tumulispora rarituberculata (LUBER) TURNAU, 1975 (estampa 5, fig. 30)
Knoxisporites pristinus SULLIVAN, 1968 (estampa 5, fig. 31)
Grandispora lupata TURNAU, 1975 (estampa 5, fig. 32)

