

GEOLOGIA.

## NOTAS SÓBRE A BACIA SEDIMENTAR AMAZÔNICA

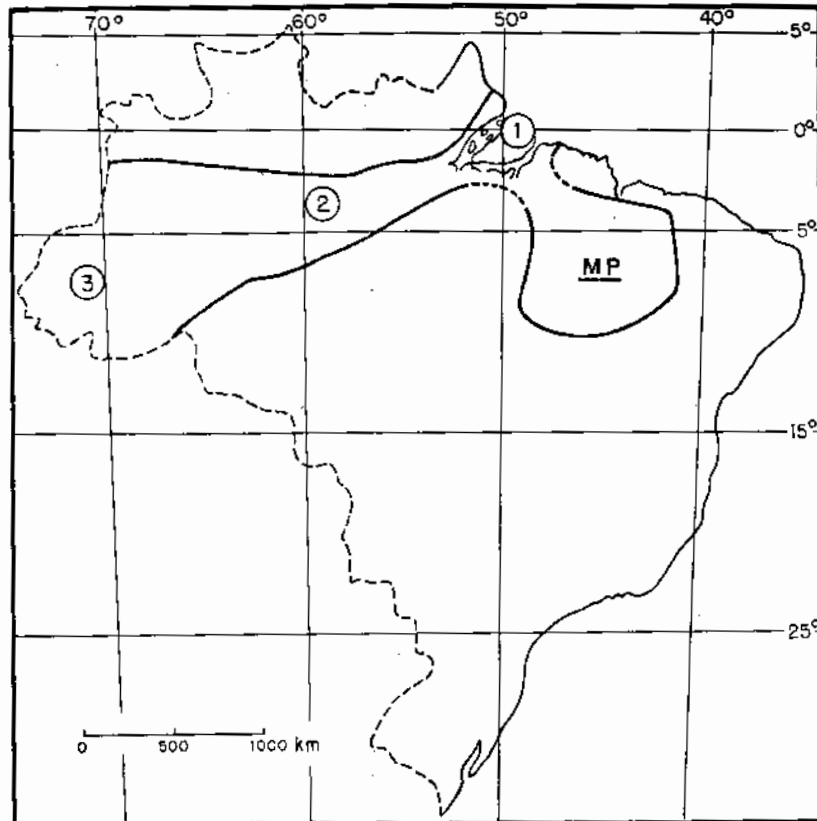
JOSUÉ CAMARGO MENDES

*Em junho do corrente ano, o prof. Dr. JOSUÉ CAMARGO MENDES, livre-docente e professor de Paleontologia da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, teve oportunidade de realizar palestras no Curso de Geologia do Petróleo, realizado na cidade do Salvador (Bahia), sob o patrocínio da "Petrobrás". Para esse efeito, elaborou o autor o presente trabalho, que bem sintetiza o estado atual do conhecimento geológico a respeito da Bacia Sedimentar Amazônica.*

**Introdução.** — A Bacia sedimentar Amazônica é uma vasta área sedimentar de cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, situada entre os escudos *Guiania* e *Brasília* e limitada a W pelos Andes e a E pelo Atlântico. Estende-se, desse modo, até o Perú, constituindo ali parte do que se designa Região Subandina ou "Montaña".

Podemos dividi-la, para comodidade de descrição, na sua extensão brasileira, em três regiões: a região *ocidental*, a região *central* e a região *oriental*. A região ocidental abrange o Território do Acre e a porção Centro-Oeste do Estado do Amazonas. A região central estende-se desde a parte Este do Estado do Amazonas até as alturas da desembocadura do Xingú; nela afloram os terrenos paleozóicos ao Norte e ao Sul do rio Amazonas, assimetricamente em relação a esse curso. A região oriental ou *marajoara* abrange a região da foz do Amazonas; ilha Marajó e outras, além das margens. A geologia do seu subsolo, demonstrada pelas sondagens, é tão diversa da da região central da bacia que talvez mereça ser considerada uma bacia independente. Possivelmente esteve exondada durante o Paleozóico e quase todo o Mesozóico, se tivermos em consideração a coluna geológica da sondagem do Cururu, na ilha de Marajó.

O rio Amazonas inunda periodicamente as terras adjacentes, cujo nível é quase igual ao seu; essa planície de inundação recebe o nome de *várzea* e os terrenos que a constituem são de idade holocênica. O leito maior do Amazonas atinge, no máximo, cerca de 45 km de largura.



*Bacia sedimentar Amazônica e Bacia Maranhão-Piauí*

*Bacia Amazônica:* 1 - Região Oriental; 2 - Região Central; 3 - Região Ocidental;  
MP = Bacia Maranhão-Piauí ou do Meio-Norte.

Os níveis não cobertos pelas enchentes distinguem-se pelos nomes de *têsos* e *terras-firmes*, de acôrdo com a altitude, os segundos sendo os mais elevados. Os têsos têm de 6 a 15 metros de altura sôbre o nível das marés; as terras-firmes de 20 a 30 metros de altura.

De um modo geral, os têsos correspondem ao Pleistoceno; as terras-firmes, ao Terciário (Plioceno?)

Tão vasta é a Amazônia e tão densamente coberta de mata que, quase decorrido um século de investigações, muito pouco se sabe ainda da sua geologia e das reservas que guarda no seu subsolo. Na verdade, a sua geologia de superfície é praticamente conhecida só ao longo dos seus rios principais.

#### 1 — BREVE HISTÓRICO DAS PESQUISAS GEOLÓGICAS NA AMAZÔNIA

**Fase pioneira.** — Deve-se ao brasileiro JOÃO MARTINS DA SILVA COUTINHO a descoberta de jazigos fossilíferos paleozóicos na Amazônia. Em 1863, êste pesquisador colecionou fósseis paleozóicos no baixo Tapajós. Em 1865, W. CHANDLESS assinalou fósseis carboníferos no rio Parauari.

Seguiu-se, pouco depois, um período de investigações altamente profícuas, levadas a cabo por expedições norte-americanas. A primeira dessas expedições, a chamada EXPEDIÇÃO THAYER, realizou-se em 1865, tendo sido chefiada por LOUIS AGASSIZ. Associou-se-lhe, nessa empresa, o já mencionado Silva Coutinho. Nasceu dessas investigações uma estranha concepção sôbre a origem do vale do Amazonas que perdurou por vários anos. Agassiz interpretou-o como originário de glaciação.

No intervalo entre essa e as seguintes expedições norte-americanas, JAMES ORTON descobriu, em fins de 1867, em Pebas, no Perú, conchas fósseis, em sedimentos cenozóicos, as quais foram descritas por W. GABB em 1868.

As duas expedições MORGAN realizadas, respectivamente, em 1870 e 1871, organizadas por CHARLES FREDERICK HARTT, contribuíram bem mais substancialmente para o esclarecimento da geologia da Amazônia que a expedição de Agassiz. Como consequência, foram assinalados os terrenos Devoniano e Carbonífero do rio Tapajós, e o Devoniano e Cretáceo da região do Ererê. RICHARD RATHBUN publicou, em 1874 e 1878, estudos sôbre braquiópodes devonianos colecionados por Hartt no Ererê e ORVILLE A. DERBY publicou, em 1874, uma descrição dos braquiópodes carboníferos do rio Tapajós. Em 1875, foram descritos os trilobitas e os moluscos devonianos por HARTT e RATHBUN.

T. A. CONRAD (1871) descreveu novas coleções de conchas da formação Pebas, procedentes do Perú, obtidas por Hauxwell. H. WOODWARD descreveu, ainda nesse ano, coleções similares, remetidas pelo mesmo colecionador. Em 1874, CONRAD retornou ao assunto, com base em novas coleções obtidas por Steere.

Em 1875, foi criada no Brasil a COMISSÃO GEOLÓGICA DO IMPÉRIO, sob a direção de Charles Frederick Hartt, a qual teve aliás duração efêmera (1875-1877). As suas realizações foram, entretanto, muito frutíferas. Na Amazônia, HERBERT SMITH, DERBY e FRANCISCO JOSÉ DE FREITAS realizaram investigações importantes como geólogos daquela Comissão. Deve-se a Smith a descoberta da faixa setentrional do Carbonífero, em 1876; a Derby e Freitas a descoberta do Siluriano, no mesmo ano.

Ainda em 1876, DOMINGOS FERREIRA PENA, do Museu Nacional, descobriu a ocorrência de camadas terciárias fossilíferas marinhas no litoral do Estado do Pará, a fauna tendo sido descrita em 1887 por CHARLES A. WHITE. P. GERVAIS, em 1876 e 1877, descreveu, respectivamente, restos de crocodiliano e de tartaruga do Baixo Amazonas.

Fósseis da formação Pebas foram estudados por O. BOETGER em 1878. No ano seguinte, E. ETHERIDGE descreveu fósseis dessa mesma formação colecionados por C. Barrington Brown nas barrancas do Solimões e Javari. Em 1883, W. DAWSON publicou um estudo sobre restos vegetais dos rios Trombetas e Curuá.

Pode-se dizer que os traços principais da geologia da Bacia Amazônica já haviam sido então delineados. Os fósseis silurianos só foram descritos, porém, nos fins do século passado, por J. M. CLARKE (1899). A este autor devem-se ainda descrições dos trilobitas devonianos do Ereré e Macuru (1896) e dos moluscos devonianos (1899).

**Fase moderna.** — Na fase moderna da investigação da Bacia Amazônica, cumpre destacar os estudos realizados por F. KATZER (Museu do Pará), pelo SERVIÇO GEOLÓGICO MINERALÓGICO DO BRASIL, entidade criada em 1907, e que se prolongaram até 1933, seguidos pelos estudos levados a cabo pelo SERVIÇO DO FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL; os estudos realizados pelo CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, a partir de 1939, a entidade tendo sido criada por lei em 1938, continuados ultimamente pela PETROBRÁS, criada em 1953. Merecem ainda menção as investigações que, desde 1948, o DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo vem efetuando na Amazônia. Pesquisas isoladas também serão mencionadas neste histórico.

Devemos referir, inicialmente, os estudos de F. KATZER divulgados principalmente na sua obra "Geologia do Baixo Amazonas" (1903), em que figura o primeiro mapa geológico do Estado do Pará.

Em 1912, G. GURICH publicou um artigo sobre um crocodilo fóssil procedente de um afluente do rio Purús.

O antigo SERVIÇO GEOLÓGICO E MINERALÓGICO, inicialmente com o propósito de encontrar carvão e, mais tarde, com o intuito de pesquisar petróleo, executou na Amazônia inúmeros levantamentos de superfície e várias sondagens.

A sondagem pioneira da Amazônia (1921) foi a de Campina Grande, no rio Parauari. Três outras sondagens foram executadas na região dos rios Urupadi e Parauari. Oito sondagens foram levadas a efeito no vale do Tapajós, a partir de 1923. De 1928 em diante foram também executadas algumas sondagens na região de Monte Alegre. Foram as mais profundas então realizadas na Região Central da Amazônia, tendo atingido mais de 700 metros, enquanto que as demais não chegaram a 400 metros.

Uma pequena parcela das perfurações acima mencionadas foi terminada ou executada pelo SERVIÇO DO FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL, fundado em 1933.

Dentre os inúmeros trabalhos executados pelo antigo S. G. M. podemos mencionar a campanha de GONZAGA DE CAMPOS (1913) entre os rios Madeira e Parauari, tendo colecionado fósseis carboníferos em Pedra do Barco, Benta de Cima, etc; os reconhecimentos na bacia do Amazonas executados em 1918-1919 por O. ALBUQUERQUE (afluentes setentrionais); os reconhecimentos geológicos realizados ao norte de Alenquer por PAULINO FRANCO DE CARVALHO (1921); os reconhecimentos geológicos entre o rio Maués e o rio Tapajós levados a efeito por A. I. DE OLIVEIRA em 1921; os estudos realizados na fronteira com o Perú por CARVALHO e A. I. DE OLIVEIRA, publicados em 1924; os reconhecimentos geológicos na costa do Pará, por CARVALHO (1923); reconhecimentos na região dos rios Abacaxis e Tapajós, por CARVALHO e A. I. DE OLIVEIRA (1926); os reconhecimentos geológicos no rio Erepcurú por A. I. DE OLIVEIRA (1928); pesquisas geológicas executadas no rio Mae-curú, por PEDRO DE MOURA e ANIBAL ALVES BASTOS (1929); reconhecimentos geológicos no vale do Tapajós, realizados por MOURA e publicados em 1932.

As coleções paleontológicas obtidas nessas pesquisas foram descritas principalmente por paleontólogos estrangeiros. Assim, os fósseis silurianos colecionados por Albuquerque em 1918, no rio Trombetas, foram estudados por C. MAURY em 1929. M. G. OLIVEIRA ROXO descreveu (1924) moluscos da formação Pebas, cole-

cionados por ocasião das pesquisas de P. F. de Carvalho e A. I. de Oliveira nos rios Javari e Quixito; as coleções de fósseis terciários da formação Pirabas previamente existentes no Museu do S. G. M., acrescidas da coleção obtida por Franco de Carvalho, em 1919, no Pará, foram descritas na monografia 4 do Serviço Geol. Mineralógico por MAURY (1924).

Como consequência dessa fase de pesquisas temos ainda os trabalhos de COWPER REED (1933) sobre fósseis carboníferos do rio Urupadi e os de A. DUARTE (1928) sobre coleções de fósseis carboníferos dos rios Parauari e Jatapú.

De 1933 a 1939, encarregou-se principalmente o SERVIÇO DO FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL das pesquisas efetuadas na Amazônia. Nos Relatórios Anuais da Diretoria desse Serviço, correspondentes a esse período, constam informações sobre as sondagens executadas na região de Monte Alegre, a sondagem realizada na Serra do Môa, no Acre, e a executada em Barreiras, no rio Tapajós.

Os trabalhos executados no Acre por VICTOR OPPENHEIM e pela COMISSÃO PEDRO DE MOURA, entre 1935 e 1936, merecem especial destaque, pela grande contribuição ao conhecimento da Geologia dessa região. Revelaram estruturas de grande interesse para a pesquisa do petróleo, esclareceram a estratigrafia regional e assinalaram a ocorrência de terreno carbonífero nesse extremo da Bacia Amazônica brasileira.

Coleções paleontológicas obtidas nessas investigações foram objeto de estudos de P. ERICHSEN DE OLIVEIRA (1936, fósseis carboníferos), M. G. OLIVEIRA ROXO (1936, fósseis terciários, vertebrados e invertebrados), C. MAURY (1937, fósseis terciários, moluscos e plantas); E. W. BERRY (1937, material idêntico), MIRANDA RIBEIRO (1938, dente de mamífero fóssil).

A contribuição do CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO ao conhecimento da Geologia da Bacia Sedimentária do Amazonas foi grande. Inúmeras informações sobre os levantamentos geológicos e geofísicos efetuados constam nos Relatórios Anuais do C. N. P. de 1944 a 1953. Infelizmente, os relatórios apresentados pelos geólogos dessa Instituição não foram dados a conhecer na íntegra.

Dentre as várias contribuições, podemos lembrar a revelação da fossa "marajoara" (1946); os levantamentos realizados (1950) por SALUSTIANO DE OLIVEIRA SILVA no rio Tapajós, com a localização de um anticlinal no Paraná do Moreira e a descoberta de afloramentos do Siluriano; os levantamentos geológicos desse mesmo geólogo nos rios Abacaxis e Parauari (1951); as pesquisas realizadas, também em 1951, por SILVA e SETEMBRINO PETRI na área costeira do Pará, interessando a formação Pirabas; a revelação, em Nova

Olinda, rio Madeira, de uma importante estrutura anticlinal nesse mesmo ano; os estudos de S. O. SILVA no rio Madeira (1952); o importante estudo de PETRI sobre foraminíferos do paleozóico no rio Tapajós, nesse mesmo ano.

As perfurações levadas a efeito pelo C. N. P. na região marajoara, a partir de 1950 (Limoeiro), embora não revelassem petróleo, contribuíram de modo notável para o esclarecimento da geologia dessa região. Em consequência dessas investigações surgiram dois importantes trabalhos: um de autoria de PETRI (1954) versando os microfósseis obtidos e outro de S. AMARAL (1955), consistindo, principalmente, em um estudo petrológico dos testemunhos de sondagem.

Estreita cooperação entre o DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e o CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, iniciou-se em 1948, quando K. E. CASTER, antigo diretor daquele Departamento, organizou coleções de fósseis paleozóicos no baixo Amazonas. Parte dos fósseis carboníferos, então coletados no rio Tapajós, foi descrita por H. DRESSER (1954). O trabalho já mencionado de S. AMARAL foi fruto também dessa colaboração. Auxiliado, igualmente, pelo C. N. P., J. C. MENDES realizou investigações e coletas no rio Tapajós em 1951 e 1952, do que já resultaram alguns trabalhos, principalmente paleontológicos, de recente publicação (1956 e 1957). PETRI, retornando ao Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, prosseguiu estudando os microfósseis obtidos na Amazônia (1956, 1957). AMARAL, que em 1952 acompanhara MENDES na excursão ao Tapajós, publicou um artigo sobre a secção da série Barreiras daquele rio (1954).

Dois trabalhos sobre fósseis da Amazônia foram publicados pela DIVISÃO DE GEOLOGIA E MINERALOGIA do D. N. P. M., respectivamente por W. KEGEL (1951) e por F. W. SOMMER (1953), versando, o primeiro, trilobitas carboníferos, e o segundo, esporos do Devoniano do rio Tapajós.

Os trabalhos da Amazônia, ultimamente entregues à PETROBRÁS, criada em 1953, consistiram em pelo menos três sondagens: Nova Olinda (rio Madeira), Alter do Chão (Baixo Tapajós) e rio Cupari. Num trabalho de PETRI (1956), até esta data ainda não publicado, foram divulgados muitos dados preciosos advindos das duas primeiras perfurações e a sua importância para o esclarecimento da geologia da Amazônia o leitor aquilatará das páginas seguintes. Reconhecimentos de campo também foram levadas a efeito, mas nada ainda se publicou sobre eles.

## II — TECTÔNICA E EVOLUÇÃO DA BACIA

O conhecimento da tectônica da bacia do Amazonas acha-se ainda em estado muito incipiente, apesar do impulso considerável que sofreu nestes últimos anos. Assim, o mergulho regional ainda é mal conhecido. S. O. SILVA estimou o mergulho regional para os terrenos carboníferos, no rio Parauari, em 14 metros por quilômetro em direção NNE. MENDES estimou em 6-7m por quilômetro o mergulho em direção NE também para camadas carboníferas, no rio Tapajós. Mergulhos localmente acentuados dos sedimentos paleozóicos foram verificados em inúmeros pontos da Amazônia.

Há muito tempo DERBY assinalara uma estrutura "anticlinal" na região de Monte Alegre. S. O. SILVA mencionou a ocorrência de um pequeno anticlinal no Paraná do Moreira, rio Tapajós. A serra do Môa, no Território do Acre, foi interpretada como um anticlinal. Há poucos anos a geofísica determinou um anticlinal na região de Nova Olinda.

Afloramentos de intrusivas básicas são conhecidos em vários pontos da bacia. As sondagens revelaram "sills" de até mais de 100 metros de espessura. A idade destas intrusões ainda é um problema aberto.

Na região fronteira com o Perú, assinalaram-se dobramentos de direção aproximadamente N-S, no alto Juruá, estruturas essas que foram relacionadas aos dobramentos andinos (MOURA e WANDERLEY, 1938). Foram igualmente assinalados falhamentos.

Os estudos geofísicos executados para o C. N. P., a partir de 1946, pelo "Geophysical Service Incorporated", trouxeram uma contribuição substancial ao conhecimento da tectônica regional. Graças a esses estudos, foi revelada a existência de uma fossa tectônica na região da foz do rio Amazonas, localizado o já mencionado anticlinal de Nova Olinda, que forneceu petróleo, etc.

A observação do mapa de contornos sismográficos do embasamento cristalino da Bacia Amazônica publicado no Relatório do C. N. P. de 1950 (1951), fig. 4, é sobretudo elucidativa para a discussão do presente tópico. Aí aparece, bem demarcada, a fossa marajoara. Indica esse mapa que as maiores profundidades do embasamento não seguem perfeitamente o curso do Amazonas. A W do meridiano 59°, deslocam-se para o sul da Bacia. Nem mesmo o eixo da Bacia, globalmente considerada, coincide com o curso do rio Amazonas, mas situa-se ao Sul desse rio.

As sondagens demonstraram, entretanto, que, no sítio em que foram realizadas, as profundidades do embasamento eram sempre superiores às indicadas nesse mapa.



No mesmo relatório citado, L. H. DIXON apresentou um mapa do Baixo Amazonas em que se acha demarcado um suposto sistema de falhas subparalelas de orientação SW-NE.

A fossa marajoara seria limitada por falhas escalonadas de direção NNW-SSE, de acordo sempre com os levantamentos executados pelo "Geophysical Service Incorporated" e divulgados nos Relatórios do C. N. P.

Inclinamo-nos pela aceitação, na Região Central da Bacia, de dois sistemas de falhas: um coincidente com o assinalado por Dixon, isto é SW-NE, e outro aproximadamente coincidente com o sistema marajoara, isto é, NW-SE.

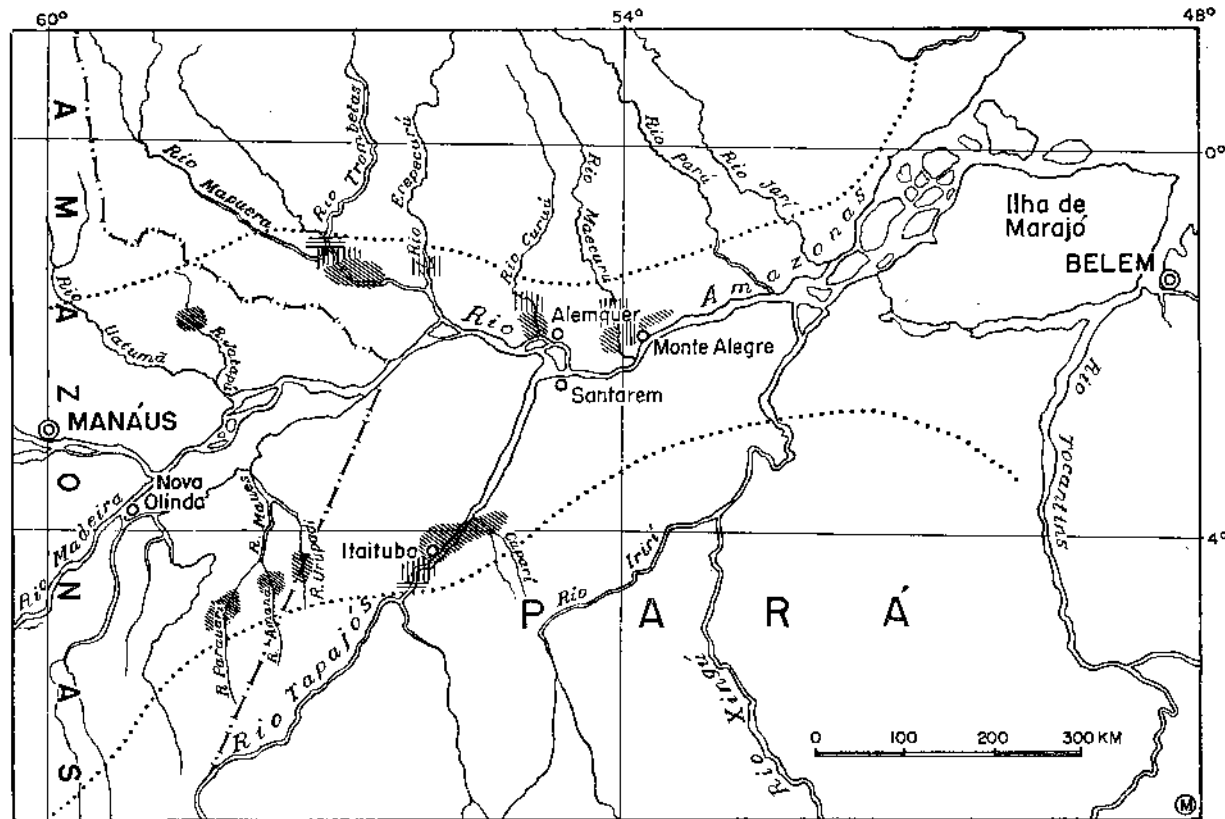
Tais sistemas são vislumbrados no próprio traçado dos rios que seguem essas direções preferenciais (STERNBERG, 1950); o sistema marajoara foi assinalado parcialmente na Região Central nos mapas acima referidos do C. N. P.; explicaria muito bem a situação estratigráfica dos sedimentos do rio Tapajós e a discrepância entre as espessuras do Carbonífero, obtidas em sondagem.

A idade do *diastrofismo marajoara* deve ser postmiocênica, porque a formação Pirabas foi atingida; talvez tenha afetado também a série Barreiras, mas isso constitui um problema aberto. A idade do *diastrofismo andino*, que afetou a região do Juruá, no Acre, parece ter sido bem moderna também, pois afetou sedimentos de idade considerada cretáceo-terciária.

Os primeiros sedimentos da Bacia Amazônica seguramente paleozóicos são os da *série Trombetas*, marinha, fossilífera, de idade siluriana. Descansam sobre o embasamento cristalino, ou pré-siluriano, com possível discordância.

A estratigrafia demonstra que o mar esteve presente na Bacia Amazônica até pouco antes do encerramento do Paleozóico. Várias épocas, porém, acham-se omitidas na coluna geológica paleozóica. Isso indica que o mar não ocupou permanentemente a Bacia no decorrer dessa era, mas que, a espaços, os sedimentos depositados exondaram-se, expulsando-o.

O mar não retornou à região central da Bacia após o Paleozóico: na região marajoara esteve presente durante, pelo menos, parte do Cenozóico (Mioceno). Faltam, porém, evidências de que ali houvesse comparecido antes do Terciário. No extremo Ocidental, o facies da formação Pebas (Plioceno?) parece indicar a sua proximidade; talvez um braço de mar em conexão com o mar das Caraíbas (Steinmann).



Região Central da Bacia Amazônica, mostrando a distribuição dos afloramentos paleozóicos fossilíferos.

Linha pontilhada = limite do cristalino; hachuras horizontais = Siluriano (Série Trombetas); hachuras verticais = Devoniano (Série Amazonas); hachuras oblíquas = Carbonífero (Série Itaituba).

## III — REGIÃO CENTRAL

**Coluna geológica.** — A coluna geológica da Região Central é a seguinte:

- Holoceno*  
*Pleistoceno*  
 Discordância  
*Plioceno* (?) — Série Barreiras  
 Discordância  
*Cretáceo* — Série Itauajuri; formação Nova Olinda  
 Discordância  
*Carbonífero Superior* — Série Itaituba  
 Discordância  
*Devoniano Inferior e Médio* — Série Amazonas  
 Discordância  
*Siluriano Inferior* — Série Trombetas  
 Discordância  
*Embosamento*

**Siluriano** (Série Trombetas). — Dá-se o nome de *série Trombetas* aos terrenos fossilíferos marinhos de idade siluriana da Amazônia, cuja ocorrência-tipo é a do rio Trombetas, onde foram assinalados pela primeira vez por DERBY e FREITAS em 1876. A série aflora, no lado setentrional da bacia, no rio Trombetas. Vários outros afloramentos têm sido mencionados, seja em base somente de correlação litológica ou da presença de material paleontológico escasso ou mal conhecido. Assim, a faixa do Siluriano registrada pelos mapas geológicos estende-se desde o rio Jari, a Este, até o rio Urubu, a Oeste. No lado Sul da Bacia, o Siluriano era registrado apenas em sondagens, com espessura muito pequena (sondagens de Bom Jardim, cerca de 15 m de espessura). S. O. SILVA (1951) descobriu, porém, afloramentos do Siluriano no vale do Tapajós, donde obteve impressões fósseis identificadas como *Arthropycus* por S. PETRI. Esse foi o único fóssil encontrado e a secção aflorante consiste em uma vintena de metros de folhelhos e arenitos, encimada por uma delgada camada de conglomerado.

As rochas da série Trombetas são clásticas, principalmente arenitos e subsidiariamente folhelhos.

A coleção inicial dos fósseis silurianos (1876) procede do pé da Cachoeira Vira-Mundo, onde DERBY, segundo ele próprio relata (1879), obteve a custo uma escassa coleção de moldes, suficiente,

apenas, para determinar a idade da formação. Aliás, a avaliação cronológica original, fornecida por Derby, ainda é mantida: Andar Medina, Siluriano Inferior. A descrição da fauna só apareceu em 1899, tendo sido feita por J. M. CLARKE. Mais recentemente, CARLOTA MAURY (1929) revisou-a com base em novas coleções. De acôrdo com essa revisão, teríamos:

Brachiopoda:

*Lingula* cf. *oblata* Hall  
*Lingulops derbyi* Clarke  
*Orbiculoidea hartti* Clarke  
*Pholidops trombetana* Clarke (Muito abundante)  
*Orthis callactis* var. *amazonica* Clarke  
*O. freitana* Clarke  
*O. smithi* Clarke  
*Chonetes* cf. *novascotica* Hall  
*Anapetheca paraia* Clarke

Lamellibranchiata:

*Tellinomya patchella* Clarke  
*T. subrecta* Clarke  
*Anodontopsis putilla* Clarke  
*A. austrina* Clarke  
*Clidophorus brasiliensis* Clarke

Gasteropoda:

*Bucanicella trilobata* v. *viamundo* Clarke  
*Murchsonia* sp.  
*Tentaculites trombetensis* Clarke

Cephalopoda:

*Orthoceras* sp.  
*Cyrtoceras* ? sp.

Ostracoda:

*Primitia minuta* Eichwald  
*Bollia lata* v. *brasiliensis* Clarke

Scyphozoa:

*Coullaria amazonica* Clarke

Graptozoa:

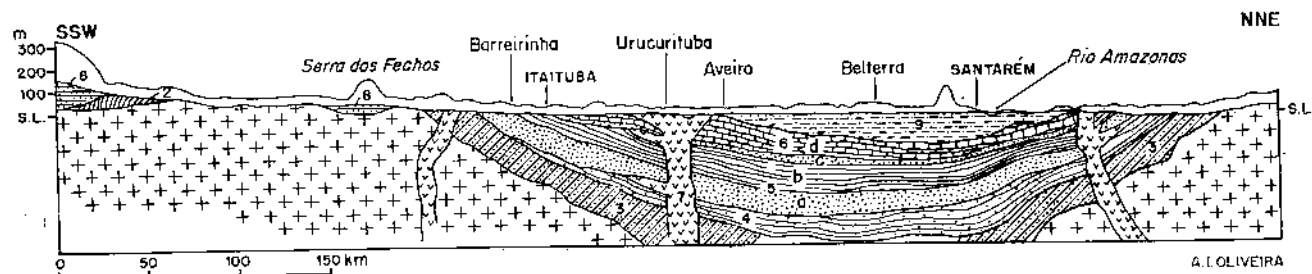
*Climacograptus innotatus* v. *brasiliensis* Ruedemann

Algae (?):

*Arthrophyucus hurlani* Conrad

Espécies de esponjas

A espessura do Siluriano é estimada em 100 m, naturalmente no que se refere à faixa norte. KATZER (1896, 1903) acusou ocorrências de Siluriano fossilífero nos rios Maecurú e Curuá, porém os fósseis descritos são mal conservados e devem ser considerados duvidosos.



*Seção através da Bacia Amazônica passando por Santarém (Traduz a concepção de há alguns anos atrás).*

1 a 3 — Pré-Siluriano; 4 — Siluriano (Série Trombetas); 5 — Devoniano (Série Amazonas: a) arenito e folhelhos; b) folhelho esenro; 6 — Carbonífero (Série Itaituba); 7 — Diques de diabásio; 8 — Cretáceo (Série Paracels); 9 — Plioceno? (Série Barreiras); S. L. = Nivel do Mar.  
 (Reproduzido de A. L. OLIVEIRA, *Handbook of South American Geology*, Mem. 65, Geol. Soc. Am., 1956).

**Devoniano (Série Amazonas) (\*).** — A ocorrência de sedimentos devonianos fossilíferos na Amazônia foi constatada, pela primeira vez por HARTT (1870-1871), na região de Monte Alegre e em Barreirinha, no rio Tapajós.

Os braquiópodes devonianos colecionados por Hartt foram descritos por RATHBUN em 1874 e 1878 e os trilobitas e os moluscos em 1875, por HARTT e RATHBUN. KATZER (1903) e J. M. CLARKE (1896, 1899, 1908 e 1913) contribuíram, ulteriormente, para a ampliação do conhecimento paleontológico. Recentemente F. W. SOMMER (1953) descreveu espóros do Devoniano do rio Tapajós.

Os sedimentos devonianos são, predominantemente, clásticos, arenitos e folhelhos; algum calcário, subsidiariamente. Os fósseis devonianos incluem corais, braquiópodes, gasterópodes, lamelibrânquios, trilobitas, briozoários, crinóides e restos de vegetais (*Spirophyton*, *Protosalvinia*, *Tasmanites*).

O Devoniano inicia-se por uma camada delgada de conglomerado (sondagens do rio Tapajós, *apud* MOURA, 1938).

O problema da divisão do Devoniano em grupos é complexo. DERBY escreveu em 1879: "As camadas desta idade apresentam caráter variável e podem ser divididas, de acordo com diferenças nas rochas e fósseis, em três grupos, que por conveniência podem ser designados com os nomes das localidades que se acham melhor estudadas, os grupos Maecurú, Ererê e Curuá. Deve ser lembrado, porém, que todos os três grupos se representam em cada uma das localidades acima". Segue esse autor caracterizando litológica e paleontologicamente cada um dos grupos. PEDRO DE MOURA (1938) emprega as três designações acima, porém com sentido diverso: "É preciso chamar a atenção, para evitar confusão, que dos três grupos de Derby, neste trabalho [*op. cit.*, MOURA], o Maecurú apresenta o mesmo nome; os dois outros, Ererê e Curuá, estão englobados no devoniano médio sob a denominação de andar Curuá e para o devoniano superior reservamos o nome de andar Ererê, proposto pelo Dr. Euzebio de Oliveira, por ser nesta localidade descoberto o fóssil que mostra o caráter de devoniano superior para o folhelho onde foi encontrado: *Schizobolus truncatus*".

No recente "Handbook of South American Geology" (1956) adota-se a divisão proposta por Moura, porém com a ressalva de que há dúvida sobre a separação dos dois grupos Curuá e Ererê. MOURA, no já mencionado trabalho, esclarece que o andar Ererê nunca foi registrado em sondagens.

(\*) Há grande confusão atualmente na literatura, não só a respeito da estratigrafia, como da cronologia desse terreno, motivo pelo qual nos inclinamos a propor a designação de *série Amazonas* para os mesmos, genericamente, em vez de insistir nas designações inseguras de grupos ou andares Maecurú, Curuá e Ererê.

Na "Geologia do Brasil" (1943) de A. I. OLIVEIRA e O. LEONARDOS lê-se, a respeito do Devoniano da serra do Ererê (região de Monte Alegre), p. 305, o seguinte comentário:

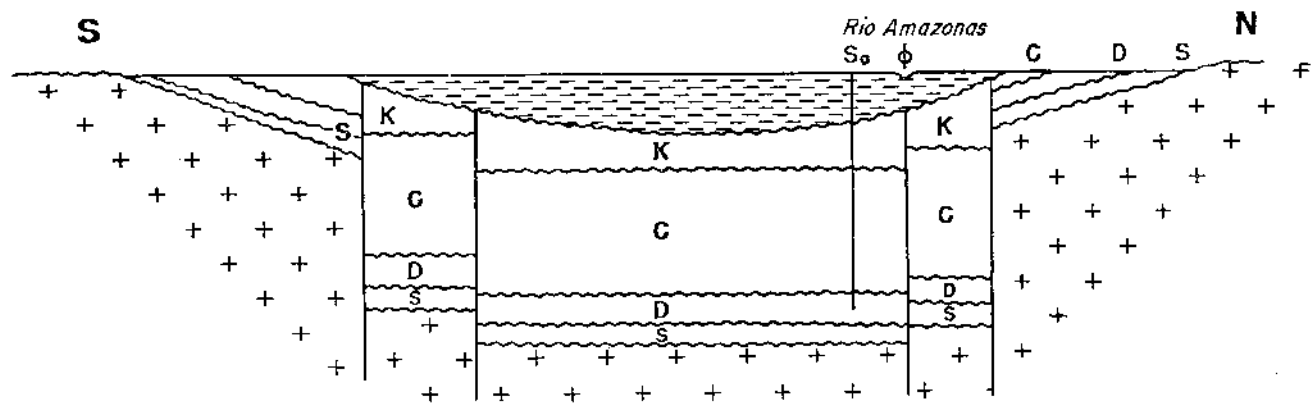
"Não é bem clara a sucessão das camadas e os caracteres paleontológicos ainda a tornam mais obscura, pois uma coleção de fósseis enviada por E. P. Oliveira ao eminente paleontólogo J. M. Clarke foi por este classificada como neodevoniana, correspondente ao andar Genesee. Na mencionada coleção, acompanhando *Nuculites parai* Clarke, *Palaeoneilo sculptilis* Clarke e gastrópode do gênero *Loxonema*, encontrava-se o braquiópode *Schizobolus truncatus* Hall que só tinha sido encontrado, até então, no folhelho de Genesee. Como o folhelho, de onde foram retirados esses fósseis, se acha sob a camada de arenito, onde ocorrem fósseis típicos do devoniano médio, a explicação não é ainda possível, pois a região é pouco movimentada para que se possa admitir uma inversão de camadas".

Segundo o esquema de MOURA, o andar Maecurú caracteriza-se, litologicamente, por arenitos claros e arenitos com leitos de folhelhos, sendo abundantemente fossilífero; a fauna corresponde ao andar Helderberg-Oriskany (Devoniano Inferior), de acordo com as conclusões de Rathbun e Clarke. O andar Curuá, que seria o mais espesso, consiste em rochas clásticas predominantemente mais finas, folhelhos principalmente, variegados ou escuros; abundantemente fossilíferos também. A sua fauna teria afinidade para com o andar Hamilton (Devoniano Médio). Finalmente, o andar Ererê, da classificação de Moura, corresponderia ao Devoniano Superior, consistindo em folhelhos alternados com arenitos. É conhecido, ao presente, só na região de Monte Alegre e caracteriza-se pela presença de braquiópode *Schizobolus truncatus* Hall. A base dessa cronologia foi uma determinação de Clarke (1913), que atribuiu a fauna ao andar Genesee, Devoniano Superior. De acordo sempre com MOURA, os fósseis mais frequentes no andar Maecurú são: *Spirifer duodenaria*, *Amphigenia elongata*, *Stropheodonta perplana*, *Rhynchonella dotis*, *Vitulina pustulosa* e *Tropidoleptus carinatus*; no andar Curuá, as espécies mais características seriam: *Platyceras symmetricum*, *Modiomorpha pimentana*, *Orthis nettoana* e *Spirifer pedroana*, sendo que as formas mais frequentes seriam *Tropidoleptus carinatus* e *Vitulina pustulosa*. Seriam propícios deste andar, ainda, os vegetais *Spirophyton* e *Protosalvinea*.

A máxima espessura de devoniano atravessado em sondagem foi de cerca de 280 m (Bom Jardim e Itaituba).

Segundo MOURA, o andar mais espesso é o Curuá.

A fauna e a estratigrafia da série Amazonas necessita de revisão não só para solucionar o problema da cronologia, como para esclarecer se as aparentes distinções de fauna e andares não refletem



Secção hipotética através da Região Central da Bacia Amazônica.

S — Siluriano (Série Trombetas); D — Devoniano (Série Amazonas); C — Carbonífero (Série Itaituba); K — Cretáceo (Formação Nova Olinda); So — Sondagem de Alter do Chão. As cruzes indicam o embasamento e as hachuras o Cenozóico (Série Barreiras — Quaternário).



antes variações faciológicas. Aliás, trata-se de problema geológico de urgência, dado o seu interesse para a exploração do petróleo amazônico.

*Correlação* — Segundo CASTER (1948) a fauna do Devoniano da Bacia do Meio Norte seria correlacionável à do Amazonas: presença de *Tropidoleptus*, etc. Aliás, *Tropidoleptus* acha-se presente também no Devoniano de Mato Grosso.

*Ocorrências*. — Lado Norte: rios Trombetas, Erepecuru, Curuá, Maecurú, região de Monte Alegre; Lado Sul: rio Tapajós. No mapa geológico, várias outras ocorrências se acham demarcadas, principalmente por correlação litológica.

**Carbonífero (Série Itaituba).** — A designação de *série Itaituba*, dada às rochas que constituem o pacote carbonífero, surgiu no trabalho pioneiro de CHARLES HARTT (1874) sobre o rio Tapajós e foi tomada do nome de uma vila, hoje sede de um vasto município, localizada à margem esquerda desse rio.

Os fósseis, que haviam sido coletados ao tempo das Expedições Morgan (1870-1871) chefiadas por HARTT, foram descritos parcialmente (só os braquiópodes) em 1874, por ORVILLE ADALBERT DERBY e, mais tarde (1894), considerados em conjunto por esse mesmo autor. Em 1903, FRIEDRICH KATZER publicou um valioso trabalho sobre a geologia do Estado do Pará, contendo várias páginas dedicadas aos terrenos carboníferos e boas ilustrações dos fósseis característicos.

O antigo Serviço Geológico do Brasil, inicialmente com o propósito de encontrar carvão e posteriormente com o intento de pesquisar petróleo, desenvolveu estudos de superfície e executou diversas sondagens em vários pontos da Amazônia interessando o terreno carbonífero. Somente no vale do Tapajós foram levadas a efeito 8 sondagens. Dentre os vários geólogos que pesquisaram os terrenos carboníferos da Amazônia nesse período, através do S. G. M., podemos lembrar AVELINO IGNACIO DE OLIVEIRA (1921, etc.), ODORICO DE ALBUQUERQUE (1922), PAULINO FRANCO DE CARVALHO (1921), etc.) e PEDRO DE MOURA (1928, etc.). No campo da paleontologia, coleções de fósseis obtidas nos rios Jatapú e Parauari, foram descritas por ARISTOMENES DUARTE em 1938, em dois boletins do antigo S. G. M. Fósseis carboníferos procedentes do rio Capanauá, Território do Acre, foram estudados por PAULO ERICHSEN DE OLIVEIRA, em 1936. F. R. COWPER REED descreveu, em 1933, uma coleção de braquiópodes procedentes do rio Urupadi.

Seguiu-se um período de intensiva investigação por parte do Conselho Nacional do Petróleo, a partir de 1945 e ultimamente continuado pela Petrobrás. Nos Relatórios do C. N. P., de 1949 a

1951, encontram-se preciosas informações sobre levantamentos geológicos e geofísicos. Duas sondagens profundas, situadas uma em Nova Olinda, no rio Madeira, e outra em Alter do Chão, de iniciativa do C. N. P., trouxeram grande esclarecimento sobre a espessura e litologia dos terrenos carboníferos.

No campo da palcontologia, alguns trabalhos recentes versaram tanto os microfósseis (PETRI, 1952a, b; 1956a), como o macrofósseis (KEGEL, 1951; DRESSER, 1954; MENDES, 1956 a, b; 1957), atendendo-se principalmente aos fósseis procedentes do vale do Tapajós, secção tipo da série Itaituba.

Apesar do muito que já se escreveu sobre a área carbonífera da Amazônia, que é a melhor conhecida no momento, dada a grande extensão da mesma, a natureza dos afloramentos e a escassez de dados de sondagens, faltam detalhes.

A secção-tipo é a do vale do Tapajós. Em vista, porém, do flagrante contraste no rio Tapajós entre a espessura da série Itaituba, verificada nas sondagens mais a montante e a espessura verificada na sondagem de Alter do Chão, parece-nos plausível supôr a intervenção de falhas.

DERBY (1894) estimára a espessura dos terrenos carboníferos entre 300 e 600 metros. As sondagens de Nova Olinda e Alter do Chão demonstraram, porém, respectivamente, cerca de 1500 e 1300 metros (PETRI, 1956b).

A litologia da série Itaituba consta de calcários, folhelhos, siltitos, arenitos e, associados aos dois primeiros termos, evaporitos (anidrita e halita).

Na coluna litológica da sondagem de Nova Olinda, o *clastic ratio* é da ordem de 0,56, isto é, predominância de sedimentos químicos, dos quais uma relevante parte corresponde a evaporitos, que ocorrem repetidamente; o *clastic ratio* para a sondagem de Alter do Chão é mais ou menos o mesmo, ali desempenhando papel de relêvo os evaporitos. O teor elevado de sedimentos químicos deste tipo indica que, durante largo tempo, as águas foram rasas e circunscritas a bacias fechadas.

Nos afloramentos, a rocha mais comum é o calcário. Na sondagem de Nova Olinda, esta rocha ocorre muito subsidiariamente; na sondagem de Alter do Chão, a sua importância é um pouco maior; mas, em ambas as sondagens, a sua importância maior é na parte inferior da coluna. O calcário dos afloramentos, muito frequentemente, apresenta nódulos ou vênulas de sílica.

Os fósseis ocorrem tanto nos siltitos ou folhelhos, como nos arenitos e calcários; é nestes que chamam mais atenção, nos afloramentos, posto que, devido à silicificação, salientam-se nas superfícies.

*Microfauna* — Embora já assinalados por DERBY em 1874, os foraminíferos da série Itaituba só nestes últimos anos foram descritos por PETRI (1952a, 1952b e 1956a). São eles, de acôrdo com êsse autor: *Fusulinella silvai* Petri, *Millerella* cf. *marblensis* Thompson, *Tetrataxis zelleri* Petri, *Paramillerella derbyi* Petri, *Plectogyra* sp. e *Textularia* sp. Procedem principalmente dos afloramentos do vale do Tapajós e, em parte, do rio Parauari e do rio Madeira (Nova Olinda). O reconhecimento do gênero *Fusulinella* (PETRI, 1952b) foi importante para o problema da situação cronológica da série Itaituba, pois a distribuição geológica desse gênero é considerada como restrita à parte média do Carbonífero Superior. Porém, as *Fusulinella* até agora são conhecidas de um único nível da sequência do rio Tapajós e de um único nível também da sondagem de Nova Olinda. As *Millerella* mostram uma distribuição mais larga nestas últimas secções, sempre sendo referidas por PETRI à mesma forma, *M.* cf. *marblensis*. Como nota curiosa, temos o fato de ZELLER (*apud* PETRI 1956a) e também PETRI (1956a) terem assinalado a presença de uma microfauna diferente no afloramento do Paredão, base da série Itaituba, constituída de *Paramillerella* e *Plectogyra*. Outras formas de foraminíferos, ostracodes e outros tipos de microfósseis foram verificados nos sedimentos do Carbonífero, mas ainda não se acham descritos.

*Macrofauna* — Os fósseis frequentes são os braquiópodes; associam-se-lhes gasterópodes, lamelibrânquios, cefalópodes, briozoários, equinóides, crinóides e trilobites.

Os fósseis mais estudados têm sido os braquiópodes, cuja lista, de acôrdo com a nossa revisão, é a seguinte:

Orthotetacea:

- Derbyoides tapajotensis* (Derby)  
*Kiangsiella halliana* (Derby)

Damanelleacea:

- Rhipidomella penniana* (Derby)  
*Orthotichia morganiana* (Derby)

Chonetacea:

- Lissochonetes amazonicus* (Derby)

Productacea:

- Echinoconchus katzeri* Mendes, sp. n.  
*Juresania amazonensis* Mendes, sp. n.  
*Krotovia wollaciana* (Derby)  
*Limoproductus derbyi* Mendes  
*Duarteu batesiana* (Derby)  
*Kozłowska petrii* Mendes, sp. n.

*Marginifera oddonei* Mendes, sp. n.  
*Buxtoniodes amazonicus* (Katzer)  
*Brasileoproductus chandlessi* (Derby)  
*B. chronici* Mendes, sp. n.  
*Avonia rhomœana* (Derby)  
*Heteralosia cornelliana* (Derby)

## Rhynchonellacea:

"*Rhynchonella*" *pipira* (Derby)

## Spiriferacea:

*Phricodothyris mourai* Mendes  
*Spirifer oliveirai* Mendes  
*Neospirifer dresseri* Mendes  
*Crurithyris granularis* Dresser

## Rostrospiracea:

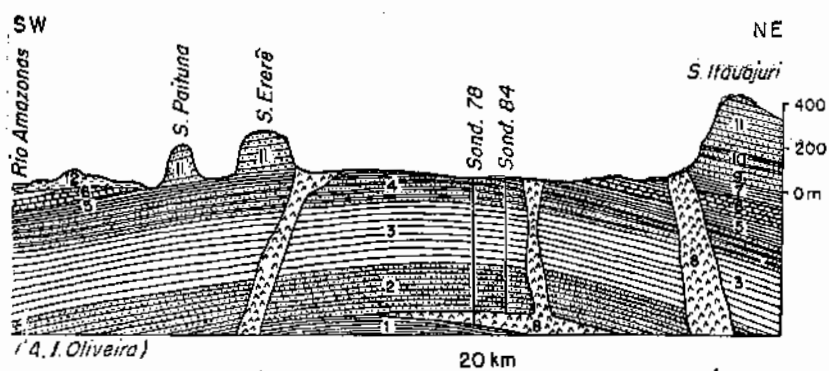
*Cleiothyridina costeri* Dresser  
*Composita reedi* Mendes  
*Hustedia amarali* Mendes

## Punctospiracea:

*Punctospirifer leinzi* Mendes

## Terebratulacea:

*Hartina* (?) *coulinhoana* (Derby)  
*Dielasma* (?) *itaitubense* (Derby)



Secção através do arco de Monte Alegre, Pará.

1 a 5 — Devoniano (Série Amazonas); 6 — Carbonífero (Série Itaituba); 7 — Permiano ou Triássico?; 8 — Intrusivas básicas; 9 a 11 — Cretáceo (Série Itaituburi); 12 — Plioceno? (Série Barreiras).

(Reproduzido de A. I. OLIVEIRA e O. H. LEONARDOS, *Geologia do Brasil* 2.ª ed., 1943).

*Delimitações estratigráficas* — Reina ainda controversia sôbre as delimitações da série Itaituba, no vale do Tapajós. Segundo MOURA (1938), a base da formação corresponde a um arenito

afossilífero, aflorante em Maloquinha, alguns quilômetros à montante de Itaituba. Segue-se a secção do Paredão, iniciada por um calcário fossilífero. Os braquiópodes do Paredão, por nós estudados, pertencem à mesma fauna dos afloramentos superiores. ZELLER (*apud* PETRI 1956), tendo aí registrado a ocorrência de *Plectogyra* de um tipo primitivo, atribuiu, entretanto, aquela secção ao tópo do Mississipiano (Chester).

O limite superior da secção aflorante no vale do Tapajós é igualmente controverso. Segundo MOURA (1938), o contacto dá-se nas alturas de Aveiro. Nas nossas investigações, entretanto, não constatamos quaisquer ocorrências fossilíferas além de Santana.

*Idade e correlação.* — DERBY, no trabalho pioneiro sobre os braquiópodes da série Itaituba (1874), concluiu pela idade carbonífera dos mesmos, tendo constatado grandes afinidades para com a fauna do carbonífero superior ("Coal Measures") do Estados Unidos da América do Norte. Ao mesmo tempo, considerou a fauna da série Itaituba similar à do "Carbonífero" do Perú e Bolívia. Os autores em geral, que manuscaram o material paleontológico do Carbonífero do Amazonas, não alteraram substancialmente a cronologia aventada por DERBY.

A correlação entre a fauna do Carbonífero da Amazônia e a do "Carbonífero" da Bolívia, postulada por Derby, motivou sempre confusão e sobretudo após KING (1930) ter manifestado a opinião de que a fauna boliviana era de idade permiana inferior e não carbonífera, como vinha sendo considerada. Sôme-se a isso o fato de que, em 1946, com base na identificação de foraminíferos, DUNBAR e NEWELL confirmaram tal cronologia.

CIRONIC (1949), em trabalho importante sobre a fauna do Paleozóico Superior perú-boliviano, fez vêr, porém, que as semelhanças entre as faunas do Permiano Inferior do Perú e Bolívia e a do Carbonífero do Amazonas são falsas, se bem que a do Grupo Tarna do Perú, de idade pensilvaniana, seria correlacionável à brasileira. A idade desse grupo foi também aferida no estudo dos foraminíferos.

No Brasil, PETRI (1952b) verificou a ocorrência de foraminíferos dos gêneros *Müllerella* e *Fusulinella*, na parte médio-inferior da série Itaituba do rio Tapajós. A zona *Fusulinella*, que seria de idade pensilvaniana média inferior (Atokano Superior), acha-se registrada no Perú: *Fusulinella peruana* (Mayer). PETRI esclarece, entretanto, que *Fusulinella silvai* Petri do Tapajós distingue-se de *F. peruana*.

Já foi mencionado o fato de ZELLER (*apud* PETRI, 1956), em relatório inédito, ter atribuído a fânula de microfósseis da base da secção do Tapajós ao tópo do Carbonífero Inferior (Chester),



miano. Contudo, as afinidades demonstradas por várias espécies sugerem o Pensilvaniano (Carbonífero Superior).

A despeito do fato da fauna de braquiópodes da formação Piauí, dos Estados do Maranhão e Piauí, ser mal conhecida, é provável que tal formação possa ser correlacionada com a série Itaituba.

No Sul do Brasil, ocorrem horizontes marinhos na formação Tubarão (Paleozóico Superior). A fauna é muito pobre e inclui alguns raros braquiópodes: *Crurithyris*, *Rhynchopora*, *Orbiculoidea*, *Barroisella*, *Chonetes*; a correlação não é clara.

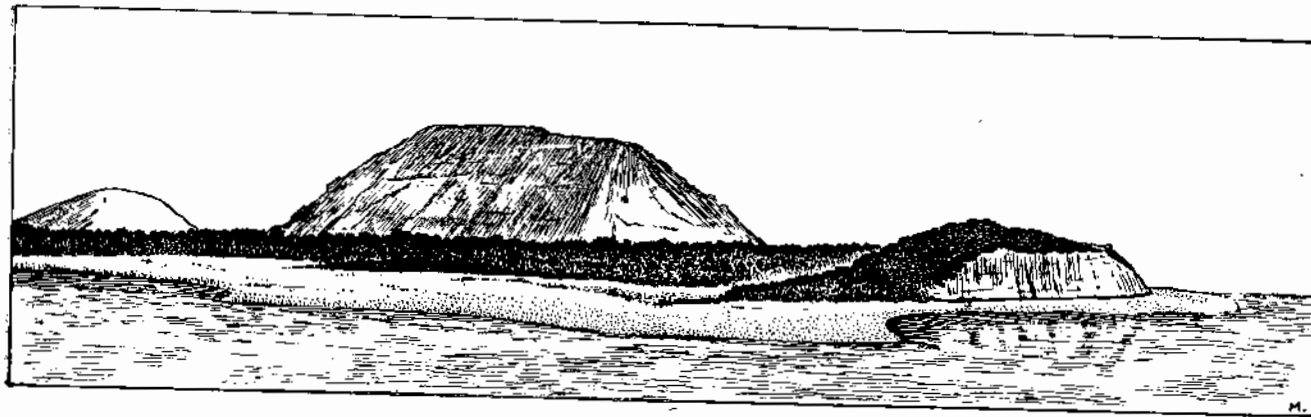
As correlações com sequências marinhas de outros países sul-americanos, que não Peru e Bolívia, são difíceis em virtude das faunas serem mal conhecidas.

As afinidades muito estreitas para com as faunas pensilvanianas da América do Norte, muito aceitas no passado, parecem não ser o caso.

*Ocorrências.* — Lado Norte: rios Jatapú, Trombetas, Curuá, Maecuru e região de Monte Alegre; Lado Sul: rios Parauari, Amaná, Urupadi, Tapajós e Cupari.

**Cretáceo** (Série Itauajuri; formação Nova Olinda). — A ocorrência de arenitos contendo dicotiledôneas fósseis, troncos e folhas, nas serras de Ererê e Paituna, vizinhanças de Monte Alegre, é conhecida desde 1871. O reconhecimento da presença de dicotiledôneas deve-se a DAWSON, nesse mesmo ano. Dada sua posição abaixo de camadas consideradas terciárias e tendo-se em vista que as dicotiledôneas não são mais antigas que o Cretáceo, a sua cronologia foi considerada cretácea. Novas coleções examinadas modernamente por BERRY, foram por este autor referidas ao Cretáceo Superior. Em virtude dessas camadas se expõem bem na serra de Itauajuri, A. I. OLIVEIRA e O. LEONARDOS designaram-nas *série Itauajuri* (1943). De acordo com esses autores, sua espessura na seção da serra de Itauajuri é de 100 metros.

Nas sondagens de Nova Olinda (rio Madeira) e de Alter no Chão (rio Tapajós) foram atravessadas, abaixo dos sedimentos terciários, camadas consideradas cretáceas pela presença de restos de vertebrados na sondagem de Nova Olinda. A esse pacote de sedimentos mal consolidados, cuja correlação com a série Itauajuri ainda é problema aberto, propomos a designação de *formação Nova Olinda*. Trata-se também de uma formação continental, a idade cretácea tendo sido baseada na presença de um dente de crocodiliano. Sua espessura seria de cerca de 400m (entre as profundidades de 167 e 582m). De acordo com a coluna do poço de Nova Olinda, sua litologia é:



*Elevações constituídas por sedimentos da série Barreiras: Serra da Piroca, Alter do Chão, às margens do rio Tapajós (Copiado de KATZER, 1903).*



- 167 — 326 — Siltitos cinzentos a verdes e argilitos vermelhos a castanhos.
- 326 — 378m — Arenito fino, siltito e argilitos vermelhos, castanhos e verdes.
- 378 — 582m — Arenito branco, de fino a conglomerático; argilito vermelho.

A correlação desse pacote com o Cretáceo duvidoso, que foi registrado em sondagens na região marajoara, é problemática.

**Plioceno (?) (Série Barreiras).** — A designação de *série Barreiras* tem sido dada a sedimentos clásticos (siltitos, arenitos, argilitos e conglomerados) abigarrados, afossilíferos de idade pliocênica, que a literatura assinala, não apenas na Amazônia, mas também ao longo da costa do Brasil, desde a foz do Amazonas até a foz do rio Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro. A correlação desses tratos da série "Barreiras", entretanto, é ainda um problema aberto.

Na Amazônia, os sedimentos da série Barreiras formam, em geral, as "terras-firmes".

Correspondem a uma sedimentação subaérea, continental: aparentemente, ambiente fluvial (planície de inundação), com sedimentação lacustre subsidiária.

Leitos de limonita intercalam-se, frequentemente, nos sedimentos.

A distribuição dos sedimentos da série Barreiras na Amazônia é vasta; flanqueiam o curso do Amazonas e o baixo curso dos seus tributários e constituem, ainda, os tratos de "terras-firmes" intermediários.

AMARAL (1954) publicou um estudo petrológico interessante sobre as exposições da série Barreiras do vale do baixo Tapajós, onde se observam barrancos de até 30m de altura. A serra da Pi-roca, em Alter do Chão, atinge 120m de altura.

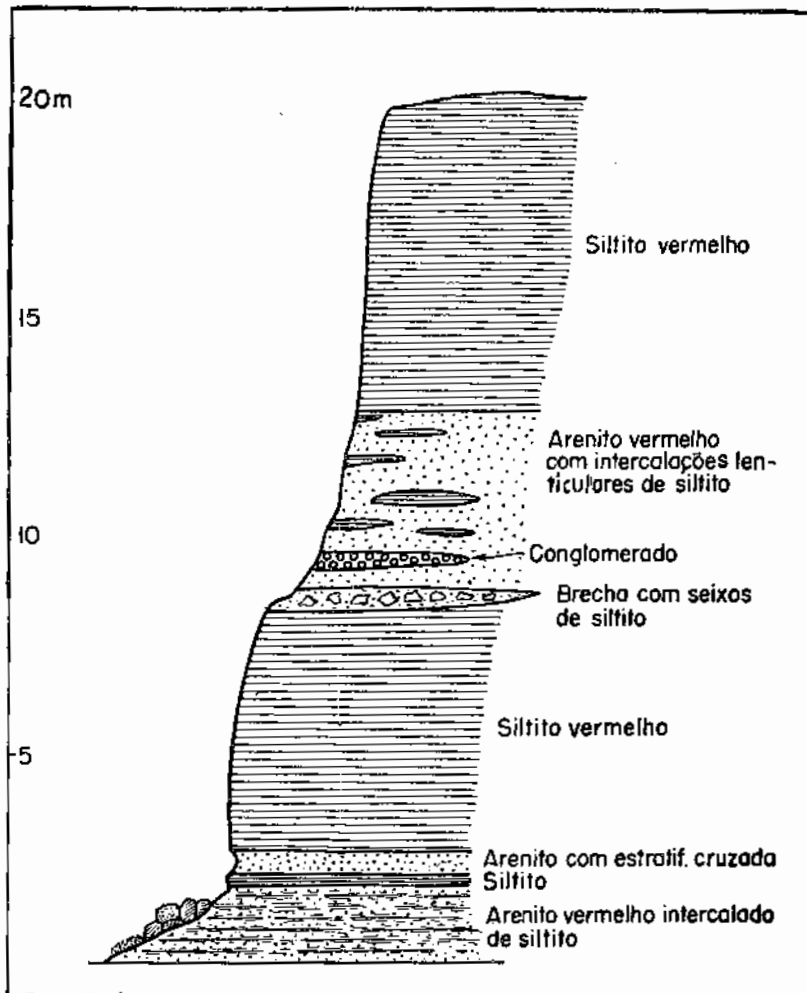
Nas recentes sondagens de Alter do Chão e de Nova Olinda, foram atravessadas espessuras, respectivamente, de cerca de 500 e de 170m de sedimentos considerados como pertencentes à série Barreiras.

A série Barreiras descansa ora sobre o Paleozóico (caso, por exemplo, do vale do Tapajós), ora sobre o Mioceno (formação Pirabas, no litoral), ora sobre o próprio cristalino.

Inicia-se a sequência, no vale do Tapajós, por um conglomerado basal (MOURA, 1938).

**Quaternário.** — Holoceno — *Alluvium* ("tijuco") das planícies de inundação; vasas depositadas nos lagos; depósitos eólicos (dunas).

Pleistoceno — Argilas e siltes abigarrados; arenitos ferruginosos ("pedra do Pará"); depósitos de seixos. Constituí os terraços fluviais baixos (nível dos "têsos").



Secção da série Barreiras. Barranca do rio Tupajós nas alturas de Aveiro (Reproduzido de S. AMARAL, 1954).

## IV — REGIÃO ORIENTAL

**Coluna geológica.** — A coluna geológica da Região Oriental é a seguinte:

*Holoceno*

*Pleistoceno*

Discordância

*Plioceno* (?) — Série Barreiras

Discordância

*Mioceno* — Formação Pirabas

*Camadas de idade problemática* (Cretáceo?; Eoceno?; Mioceno?)

Discordância

*Embasamento*

**Sedimentos de idade problemática.** — Os recentes trabalhos de geofísica, que culminaram na revelação da fossa marajoara, e as sondagens profundas recentemente executadas, nessa fossa, pelo C. N. P., contribuíram muito para o conhecimento desta porção da Bacia Amazônica.

As sondagens a que nos referimos, em número de 3, foram realizadas duas no continente (Limoeiro e Badajós) e uma na ilha de Marajó (Cururú). A única sondagem, que atingiu o embasamento cristalino, foi a de Cururu, que atravessou 3 858 m de sedimentos. S. PETRI (1954) descreveu os foraminíferos obtidos; S. E. AMARAL (1955) estudou-os principalmente do ponto de vista litológico.

A sondagem de Cururú atravessou, abaixo da cobertura de sedimentos modernos (245m), cerca de 1500m de sedimentos marinhos e parálicos, dos quais os 500 metros superiores são de idade miocênica segura. Os sedimentos inferiores foram discriminados como Mioceno (?), Eoceno (?) e Cretáceo (?). De passagem, podemos lembrar que a sondagem de Limoeiro atravessou pouco mais de 4000 metros de sedimentos, sem, entretanto, atingir o cristalino.

No poço de Cururú, acima do cristalino, de acordo com PETRI, descansa um pacote de sedimentos de cerca de 340m de espessura, folhelhos e siltitos, sem fósseis, com intrusão de diabásio, considerados, por esse autor, de idade Cretácea possível. Seguem-se cerca de 900 metros de arenitos com restos de carófitas, considerados, também, por PETRI, como cretáceos. A seguinte sequência é um pacote de cerca de 600m de folhelhos escuros, com intercalação de arenitos finos e siltitos, contendo foraminíferos planctônicos retrabalhados e

restos de vegetais, a sequência sendo considerada eocênica com dúvidas, devido à presença de *Gümbelina*. O ambiente parece ser parálico.

Acima vem um pacote de pouco mais de 300 metros de argilitos e siltitos cinzentos e avermelhados com raros restos de vegetais, a idade sendo considerada, com dúvida, eocênica ou talvez oligocênica.

Os 1000 metros seguintes de sedimentos contêm restos de plantas e foraminíferos mal conservados. A idade possível é a miocênica. Embora faltem formas-guias, o ambiente é possivelmente parálico, talvez em parte marinho (presença de glauconita, etc.). São arenitos finos e argilitos. Acima seguem-se os 500 metros de sedimentos de idade seguramente miocênica e marinhos, atrás mencionados, e que discutiremos sob o tópico da formação Pirabas.

**Mioceno (Formação Pirabas).** — A designação de *formação Pirabas* foi proposta por C. J. MAURY (1925) e tomada de um pequeno rio da costa do Pará, onde originalmente foram assinaladas as camadas dessa formação por FERREIRA PENA, em 1876. A fauna desta formação marinha foi descrita por C. A. WHITE (1887) e C. J. MAURY (1924) e PETRI (1952a, 1954 e 1957). A formação aflora na costa do Pará e foi constatada em sondagem (Cururú, ilha de Marajó).

Litológicamente consiste a formação Pirabas, na área aflorante, principalmente em calcários, praticamente horizontais. Os afloramentos oferecem pequenas sequências verticais, que não excedem 5m. O contacto inferior da formação não é visível nessa área. A capa é a série Barreiras. A área aflorante foi recentemente ampliada por S. O. SILVA e PETRI (1952).

*Sondagem de Cururú (Ilha de Marajó)* — Foram atravessadas, a partir de 245m de profundidade, cerca de 500 metros de camadas predominantemente clásticas finas, contendo fósseis correlacionáveis à fauna Pirabas (PETRI, 1954).

*Caracteres paleontológicos e idade* — A microfauna de Pirabas incluí entre as inúmeras espécies descritas por PETRI, *Orbulina suturalis* Bronnimann e *Globoquadrina quadraria* (Cushman et Ellisor). As espécies associadas indicam latamente o intervalo Mioceno-Recente, porém as duas espécies referidas, cuja distribuição é restrita ao Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, fixam a idade miocênica. O número relativamente grande de espécies novas, descritas por PETRI, evidencia o acentuado grau de endemismo da fauna. A macrofauna é variada, incluindo gasterópodes, lamelibrânquios, briozoários e antozoários. A sua descrição deve-se a WHITE e MAURY, como já foi dito.

WHITE atribuiu a fauna ao Cretáceo; MAURY e PETRI referem-na ao Mioceno Inferior.

Nos Estados do Piauí e Maranhão (Bacia do Meio-Norte) ocorre, também, a Formação Pirabas.

A Formação Pirabas representa, ao que se saiba, a última invasão marinha na Bacia Amazônica (Região Oriental).

#### V — REGIÃO OCIDENTAL

A Bacia Amazônica estende-se até as faldas dos Andes, em território peruano (Região Subandina ou "Montaña").

Nossa discussão, entretanto, confinar-se-á à parte brasileira da Região Ocidental, isto é, ao Território do Acre e Centro-Oeste do Estado do Amazonas.

O que se conhece dessa vasta região é ainda muito exíguo, embora o seu interesse para petróleo seja muito grande, dada a vizinhança da faixa petrolífera do Perú e dada a circunstância de que os dobramentos andinos atingiram-na no seu extremo oeste, podendo ter propiciado estruturas favoráveis.

No mapa geológico do Brasil, editado em 1942 pela Divisão de Geologia e Mineralogia do D. N. P. M., 3 cores geológicas somente figuram nessa região: uma para o Quaternário, uma para o Terciário e uma para o Cretáceo. O amarelo, símbolo do Terciário, cobre mais de 90% da área.

\* \* \*

O conhecimento mais atualizado da geologia dessa região é praticamente o que adveio dos trabalhos de OPPENHEIM e da Comissão PEDRO DE MOURA (1935-1936) no Território do Acre, divulgados em 1937 (OPPENHEIM) e em 1938 (MOURA e WANDERLEY).

A coluna geológica determinada pela Comissão Moura é, resumidamente, a seguinte:

*Pleistoceno* — Conglomerado da cachoeira do Gastão, no rio Juruá, com madeiras dicotiledôneas, *Toxodon*, *Podocnemis*, etc.

*Plioceno* — Argilas de Jesumira com moluscos (*Anisothyris acreana* Maury, etc.); argilas do Porto Peter, com folhas de dicotiledôneas (*Cassia*, *Persea*, etc.); argila de Aquidabã com moluscos (*Hyria*, *Stenogyra*, *Ampularia*, etc.).

*Cretáceo-Terciário* — a) — Formação Divisor: arenitos claros, 300 m de espessura; b) — Formação Rio Azul: folhelhos e calcários; c) — Formação Móa: arenitos brancos, finos, com leitos de conglomerados, espessura de 400 m.

*Carbonífero* (Série Itaituba): quartzitos com *Productus cora*, etc., do igarapé Capanauá.

As camadas de *idade terciária* da Amazônia Ocidental são designadas genericamente como série Barreiras ou com nomes locais, tais como *formação Pebas*, *formação Rio Branco*, *formação Manaus* e *formação Puca*.

**Formação Pebas.** — É, sem dúvida, a formação terciária mais interessante, dada a sua significação paleogeográfica.

Apresenta fósseis mistos, continentais e marinhos, sugerindo ambiente salôbro, um fácies estuarino.

A designação vem da localidade de Pebas, Perú, onde em 1867 ORTON organizou a primeira coleção de conchas fósseis. Os sedimentos são argilas cinzentas.

Diversas ocorrências fossilíferas dessa formação foram assinaladas no Brasil, como, por exemplo, nas barrancas do rio Solimões (Canamá, Ribeiros, Guanabara); no rio Quixito (cachoeira das Tracoás); rio Juruá (Aquidabã); etc.

As exposições não mostram, isoladamente, sequências superiores a 10m.

Uma revisão da fauna feita por M. G. OLIVEIRA ROXO (1935) revelou 3 gêneros marinhos: *Cerithium*, *Purpura* e *Tellina*. Associam-se-lhes *Dreissenia*, *Anisothyris*, *Corbula*, *Neritina*, *Planorbis*, etc. Além dos moluscos, ocorrem restos de vegetais (*Persea*, *Cassia*, *Coussapoa*, etc.), que foram estudados por MAURY (1937) e BERRY (1937).

OLIVEIRA e LEONARDOS (1943) distinguem, no terciário do Acre, uma delgada sequência de calcários e arenitos sem estratificação, que consideram como integrantes da *formação Puca* (designação dada por antigos geólogos que trabalharam no Perú). As suas ocorrências, de acordo com esses autores, seriam o alto Juruá, Luzeiro, Veneza, Nova Cintra, etc. OPPENHEIM (1937) as designara como "camadas Cruzeiro". De acordo com KUMMEL (1948) seriam correlacionáveis ao grupo por ele denominado Contamana, no Perú; esse autor não emprega a designação Puca.

De acordo ainda com OLIVEIRA e LEONARDOS (1943), sob o nome de *formação Rio Branco*, proposta por WANDERLEY, distinguem-se camadas aflorantes no rio Branco (arenitos e argilitos com restos de vertebrados), de posição estratigráfica entre as formações Puca e Pebas, no Território do Acre.

Na "Geologia do Brasil" de OLIVEIRA e LEONARDOS (1943), as formações Móa, Rio Azul e Divisor são referidas ao Cretáceo, integrando o aí proposto *sistema Acre*. Devemos esclarecer, porém, que as camadas designadas *formação Acre* por esses autores e por

êles atribuídas ao sistema do mesmo nome, devem ser removidas do Cretáceo, uma vez que a sua cronologia baseou-se num antigo achado de CHANDLESS (1866), que havia sido considerado como restos de *Mosasaurus*, hoje, entretanto, tidos como pertencentes a um vertebrado mais moderno.

Nenhuma daquelas formações supostas cretáceas é fossilífera.

Segundo KUMMEL (op. cit.), a *formação Oriente* (Perú), da sua designação, fossilífera, de idade cretácea-inferior-cretácea-média, corresponde, no Acre, às formações Móa e Rio Azul ("pro parte"). A espessura da formação Oriente atinge, no Perú, mais de 1500 metros. A secção superior da formação Rio Azul, do Acre, corresponderia à *formação Chonta* do Perú, fossilífera, marinha, de idade cretácea superior. Outra correlação aceita por KUMMEL é a correlação entre a formação Divisor, do Acre, e a *formação Vivian*, também de idade considerada cretácea superior, com restos de vegetais indetermináveis.

**Série Itaituba** (Carbonífero Superior). — Até agora, só assinalada no Igarapé de Capanauá, onde a Comissão Moura colecionou seixos rolados com *Productus cora* (= *Linoproductus derbyi* Mendes) e impressões de costelas de *Spirifer*. Foram referidas a essa série uma seqüência de rochas quartzíticas aflorantes no Capanauá. O seu tópo é demarcado por um conglomerado que representa a base da formação Móa.

\* \* \*

Dentre os problemas abertos dessa região temos: a correlação entre as formações brasileiras e as peruanas de idade pré-Pebas; idade das rochas intrusivas aí ocorrentes; revisão da fauna da formação Pebas, com "visu" a esclarecer sua ecologia e, assim, firmar conceito paleogeográfico a respeito da suposta vizinhança do mar com relação ao extremo ocidental da Bacia Amazônica.

O S. F. P. M. realizou uma sondagem (n. 155) na serra do Móa, Território do Acre, em 1937-1938. A referida serra fôra considerada uma estrutura anticlinal. Baseou-se a sondagem na hipótese de que a faixa cretáceo-terciária petrolífera do Perú se estendia ao Brasil, através da fronteira do Acre. O poço, porém, foi negativo para petróleo, tendo sido abandonado antes de atingir os 400 metros.

#### ABSTRACT

This article deals with the Amazonas sedimentary basin, located in Northern Brazil and Eastern Peru, covering about 2.000.000 km<sup>2</sup>.

The geology of the Amazonian basin is not yet very well known as it should be. However in these last ten years, thanks to geophysical projections and to deep drilling, the knowledge of its Stratigraphy and Tectonics increased considerably. The total thickness of the sediments is over 9.000 feet.

The Author presents a brief summary of the General Geology, Tectonics and Stratigraphy according to the most recent published papers pointing out some of the important problems. The discussion is confined always to the Brazilian section of the Amazonian Basin.

The quite recent discovering of oil in the Paleozoic of the Amazon Valley, at Nova Olinda, Madeira River, stimulated the interest for the geology of that large Basin.

#### BIBLIOGRAFIA (\*)

- AGASSIZ, L. (1866) — *Lettre a M. Marcou sur la géologie de la vallée de l'Amazon*, Bull. Soc. Géol. France, 2.<sup>a</sup> S., t. 24, pp. 109-111.
- Idem (1866) — *Physical history of the Amazon Valley*, Atlantic Monthly, n. 49-60, pp. 159-169, Boston.
- ALBUQUERQUE, O. R. de (1922) — *Reconhecimentos geológicos no vale do Amazonas*, Bol. Serv. Geol. Min. n. 3, 84 pp., ils.
- AMARAL, S. E. (1954) — *Nota sobre a série das Barreiras no vale do rio Tapajós*, Bol. Soc. Bras. Geol. v. 3, n. 1, pp. 29-50, ils.
- Idem (1955) — *Sedimentologia e Geologia das Camadas perfuradas na Região da Foz do Rio Amazonas*, Bol. Fac. Fil., Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, n. 192, Geologia n. 12, 93 pp., ils.
- BERRY, E. W. (1937) — *Late tertiary plants from the Territory of Acre, Brasil*, Johns Hopkins Univ., Studies in Geology, n. 12, pp. 81-90, 3 plates.
- CARVALHO, P. Franco de (1923) — *Reconhecimento geológico ao norte de Alenquer*, Rel. An. Dir. Serv. Geol. Miner., 1921, pp. 73-74.
- Idem (1926) — *Vale do rio Tapajós*, Bol. Serv. Geol. Miner. Brasil, n. 15, pp. 33-37, ils.
- Idem (1926) — *Reconhecimentos geológicos entre a costa Atlântica de Maracaná e Pirabas e Estação Experimental na E. F. de Bragança*, Bol. Serv. Geol. Miner. n. 15, pp. 115-124, ils.
- CARVALHO, P. F. e A. I. de OLIVEIRA (1924) — *Estudos geológicos na fronteira com o Perú*, Bol. Serv. Geol. Miner. Brasil n. 8, pp. 55-76, ils.
- CARVALHO, P. F. de, e A. I. de OLIVEIRA (1926) — *Reconhecimentos geológicos e sondagens efetuadas na região entre os rios Abacaxis e Tapajós*, Bol. Serv. Geol. Min. n. 15, 111 pp., ils.
- CASTER, K. E. (1948) — *Excursão geológica ao Estado do Piauí*, Rev. Min. Met., v. 12, n. 72, pp. 271-272.
- CIFRONIC, J. (1949; 1953) — Vide Newell, Chronic e Roberts 1953.
- CLARKE, J. M. (1896) — *As trilobites do grez de Ereré e Maecurú, Estado do Pará, Brasil*, Rev. Mus. Nac. v. 1 (Arch. v. 9), 58 pp., 2 estps. (English and Portuguese).
- Idem (1899) — *A fauna Siluriana Superior do Rio Trombetas, Estado do Pará, Brasil*, Mus. Nac. (Arch. v. 10), p. 48, 1 estp. (English and Portuguese).

(\*) São aqui indicados os trabalhos julgados mais interessantes para o conhecimento da geologia da Bacia Amazônica.



- Idem (1899) — *Molluscos Devonianos do Estado do Pará*, Arch. Mus. Nac. v. 10, pp. 49-174, 8 estps. (English and Portuguese).
- Idem (1913) — *Fósseis devonianos do Paraná*, Monogr. 1 do Serv. Geol. Miner. Brasil, 353 pp. (English and Portuguese), 27 estps., textifigs.
- CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO — *Relatórios*, anos 1944 a 1953, Rio de Janeiro.
- COUTO, C. Paula (1944) — *Notícia preliminar sobre um novo Taxodonte do Cenozóico do Território do Acre*, Bol. Museu Nacional, N. S., Geologia n. 3, 4 pp., ils. Rio de Janeiro.
- DERBY, O. A. (1874) — *On the Carboniferous Brachiopoda of Itaituba, Rio Tapajós, Province of Pará, Brasil*, Bull. Cornell Univ. (Science), v. 1, n. 2, 63 pp., 9 pl.
- Idem (1879) — *A contribution to the Geology of the Lower Amazonas*, Proceeds. Am. Phil. Soc. v. 18, pp. 155-178.
- Idem (1894) — *The Amazonian Upper Carboniferous Fauna*, Journ. Geol., v. 2, n. 5, pp. 480-501, Chicago.
- DRESSER, H. (1954) — *Notes on some Brachiopods from the Itaituba formation (Pennsylvanian) of Tapajós River, Brasil*, Bull. Am. Paleont., v. 35, n. 149, pp. 15-70, 8 pl., 3 textifigs.
- DUARTE, A. G. (1938a) — *Fósseis Carboníferos do rio Jatapu*, Bol. Serv. Geol. Miner., n. 14, 19 pp., 3 estps.
- Idem (1938b) — *Brachiopodos do rio Parauary*, Bol. Serv. Geol. Miner. n. 84, 38 pp., 6 estps., textifigs., mapa.
- ETHELIDGE, R. (1879) — *Notes on the Mollusca collected by C. Barrington Brown, from the Tertiary deposits of Solimões and Javary Rivers, Brazil*, Quart. Journal Geol. Soc. London v. 35, pp. 82-88, 1 pl. (Tradução, por M. G. Oliveira Roxo, Bol. do Serv. Geol. Miner. Brasil n. 11, pp. 11-25, ils., Rio de Janeiro, 1924).
- GERVAIS, P. (1876) — *Crocodile gigantesque fossile au Brésil (Dinosuchus terror)*, Journ. Zoologie, 5, pp. 232-236, 1 pl., Paris.
- Idem (1877) — *Sur une vertèbre fossile de la région de Bas-Amazone*, Ac. Sc. Paris, Comptes Rendus, t. 83, p. 29.
- Idem (1877) — *Tortue gigantesque fossile au Brésil*, Journ. Zoologie, 6, pp. 283-285, Paris.
- GURICH, G. (1912) — *Cryposuchus jessoi, ein neues schmalschnangiges Krokodil aus den jungeren Ablagerungen des oberen Amazonas Gebietes*, Hamburgischen Wissrus. Anstalten., Jb. 29, 1911, 2 pls., Hamburg.
- HARTT, Ch. Frederick (1874) — *Report of a reconnaissance of the Lower Tapajós*, Bull. Cornell Univ. (Science), vol. 1, pp. 1-37, 1 mapa.
- HARTT, C. F. e R. RATHBUN (1875) — *On the Devonian Trilobites and Mollusks of Erere, Province of Pará, Brasil*, An. Lyceum Nat. History, N. Y., v. 11, pp. 110-127.
- KATZER, F. (1903) — *Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes*, 296 pp., 16 t., mapa geol., textifigs., Leipzig.
- Idem (1933) — *Geologia do Estado do Pará* (Trad. Frei H. Mense), Bol. Mus. Goeldi, v. 9.
- KEGEL, W. (1951) — *Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas*, Bol. Div. Geol. Min. D. N. P. M., 135, 38 pp., 3 textifigs., 1 t.
- KUMMEL, B. (1948) — *Geological reconnaissance of the Contamana Region, Peru*, Bull. Geol. Soc. Am., v. 59, pp. 1217-1266, ils.
- LEINZ, V. (1955) — *O petróleo de Nova Olinda*, Bol. Paul. Geogr., n.º 21, pp. 11-27, ilus.

- MAURY, C. J. (1924) — *Fósseis terciários do Pará*, Monogr. 4, Serv. Geol. Min. Brasil, pp. 46-389.
- Idem (1929) — *Uma zona de Graptolitos do Llandovery inferior no rio Trombetas, Estado do Pará, Brasil*, Monogr. 7, Serv. Geol. Min. Brasil, 53 pp., 1 mapa, 1 est. (English and Portuguese).
- Idem (1937) — *Argillas fossilíferas do Plioceno do Território do Acre*, Bol. Serv. Geol. Miner., n. 77, 29 pp., 2 estps. (English and Portuguese).
- MRUNDES, J. C. (1956a) — *Spiriferacea carboníferos do rio Tapajós (Série Itaituba), Estado do Pará, Brasil*, Bol. Fac. Fil., Ciênc. Letras, Univ. S. Paulo, n. 193, Geologia n. 13, pp. 23-31, textifigs., 5 estps.
- Idem (1956b) — *Orihotetacea e Dalmanellacea do Carbonífero do rio Tapajós (Série Itaituba)*, Bol. Soc. Bras. Geol. v. 5, n. 1, pp. 11-31, textifigs., 4 estps.
- Idem (1956) — *Pennsylvanian Brachiopods from the Amazonian region (Brasil)*, 20.º Congresso Int. Geol., México (Na impressão).
- Idem (1957) — *Das Karbon des Amazonas-Beckens*, Geol. Rund., Bd. 45, Heft 3, pp. 540-547, ils.
- Idem (1957) — *Rhynchonellacea, Rostrospiracea e Terebratulacea do Carbonífero do rio Tapajós, Brasil*, Bol. Soc. Bras. Geol. v. 6, n. 1, pp. 15-34, 3 estps.
- MOURA, Pedro de (1932) — *Reconhecimentos geológicos no vale do Tapajós*, Bol. Serv. Geol. e Miner. Brasil, n. 67, 53 pp., ils.
- Idem (1938) — *Geologia do Baixo Amazonas*, Bol. Serv. Geol. Miner., n. 91, 94 pp., 1 mapa geol. a côres.
- MOURA, Pedro de, e A. ALVES BASTOS (1929) — *Reconhecimentos geológicos no rio Maecuru*, Serv. Geol. Min., Rel. An. Diretor 1928, pp. 21-28.
- MOURA, P. e A. WANDERLEY (1938) — *Noroeste do Acre*, Bol. Serv. Fom. Prod. Mil. D. N. P. M., n. 26, 176 pp., ils.
- NEWELL, N. D., J. CHRONIC e T. ROBERTS (1953) — *Upper Paleozoic of Peru*, Memoir 58, Geol. Soc. Am., 276 pp., 44 t., textifigs. (1.ª edição 1949, Univ. Columbia, N. Y.).
- ODDONE, D. S. (1953) — *Oil prospects in the Amazon Region*, Comptes Rendus Cong. Geol. Int. 1952, Sessão 19, Alger, Fasc. 16, pp. 247-271, ils.
- OLIVEIRA, A. I. de (1923) — *Ligação geológica entre o Valle do Tapajós e as sondagens do Município de Maués*, Rel. An. Dir. Serv. Geol. Miner., 1921, pp. 71-72.
- Idem (1924) — *Estudos sobre o vale do Amazonas*, Rel. da Com. Brasileira junto à Missão Oficial Norteamericana de Estudos do vale do Amazonas, 476 pp., ils., Rio de Janeiro.
- Idem (1928) — *Atraves da Guyana Brasileira pelo rio Erepecurú*, Bol. Serv. Geol. Min. n. 31, 39 pp., ils.
- OLIVEIRA, A. I. de, e O. H. LEONARDOS (1943) — *Geologia do Brasil* (2.ª edição), Serviço de Inf. Agrícola do Ministério da Agricultura, 813 pp., 1 mapa geol. a côres, ils., Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, A. I. de et al (1956) — *Brazil*, in Handbook of South American Geology, Mem. Geol. Soc. Am., n. 65, pp. 1-62, ils.
- OLIVEIRA, P. Erichsen de (1956) — *Um brachiopodo carbonífero do rio Mõa, Território do Acre*, Nots. Prelims. e Estudos, Serv. Geol. Miner., n. 6, p. 1.
- OPPENHEIM, V. (1937) — *Geological exploration between Upper Juruá River, Brazil, and Middle Ucayali River, Perú*, Bull. Am. Ass. Petr. Geol., v. 21, n. 1, pp. 97-110, ils.

- PETRI, S. (1952a) — *Ocorrências de foraminíferos fósseis no Brasil*, Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, n. 134, Geologia n. 7, pp. 21-42, ils.
- Idem (1952b) — *Fasulinidae do Carbonífero do rio Tapajós, Estado do Pará*, Bol. Soc. Bras. Geol. v. 1, pp. 30-45, 2 estps.
- Idem (1954) — *Foraminíferos Fósseis da Bacia do Marajó*, Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo n. 176, Geologia n. 11, 173 pp., 14 estps., perfis.
- Idem (1956a) — *Foraminíferos do carbonífero da Amazônia*, Bol. Soc. Bras. Geol. v. 5, n. 2, pp. 17-30, 2 estps.
- Idem (1956b) — *Evaporites from the Carboniferous of the Amazonas Valley, Brazil*, 20.º Congresso Int. Geol., México, ils. (Na impressão).
- Idem (1957) — *Foraminíferos Miocénicos da formação Pirabas*, Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, n. 216, Geologia n. 16, 79 pp., 9 estps., textífis.
- RATHBUN, R. (1874) — *On the Devonian Brachiopoda of Ereré, Province of Pará, Brasil*, Buffalo Soc. Nat. Sci., Bull., v. 1, pp. 236-261, 10 pls.
- Idem (1878) — *The Devonian Brachiopoda of the Province of Pará, Brasil*, Proc. Boston Soc. Nat. Hist., v. 20, pp. 14-39.
- REED, F. R. Cowper (1933) — *Some Upper Carboniferous Brachiopods from Brasil*, An. Mag. Nat. Hist. (10) v. 11, n. 65, pp. 519-537, pl. 9.
- RIBEIRO, A. Miranda (1938) — "*Plicodontina mourai*", in Livro Jubilar do Prof. Travassos, 3, pp. 319-321, il., Rio de Janeiro.
- ROXO, M. G. Oliveira (1921) — *Notes on a new species of Taxodon Owen, T. loyesi Roxo*, 6 pp., il., Rio de Janeiro.
- Idem (1924) — *Breve notícia sobre os fósseis terciários do Alto Amazonas*, Bol. Serv. Geol. Min. Brasil, n. 11, pp. 41-52, 1 estp.
- Idem (1933) — *Fósseis pliocénicos do rio Juruá, Estado do Amazonas*, Notas Prelims. e Estudos, Serv. Geol. Miner. n. 9, pp. 4-10, 1 est.
- Idem (1935) — *Considerações sobre a Geologia e a Paleontologia do Alto Amazonas*, An. Ac. Bras. Ciên. tomo 7, n. 1, pp. 63-67.
- SILVA, S. de Oliveira (1951) — *Siluriano no rio Tapajós*, Rev. Escola de Minas, pp. 1-3, ils., novembro de 1951.
- SILVA, S. de Oliveira e S. PETRI (1952) — *Reconhecimento geológico na área de exposição da formação Pirabas, Estado do Pará, Brasil*, Rev. Esc. Minas Ouro Preto, ano 17, n. 1, pp. 9-15, 3 mapas, 2 perfis.
- SOMMER, F. W. (1953) — *Os esporomorfos do folhelho de Borreirinha*, Bol. Div. Geol. Min. D. N. P. M. n. 140, 49 pp., 2 estps., textífis.
- STEINMANN, G. (1930) — *Geologia del Peru*, 448 pp., mapa, ils. Carl-Winters, Heidelberg.
- STERNBERG, H. (1950) — *Vales tectônicos na planície amazônica?*, Rev. Bras. Geografia, Ano 12, n. 4, pp. 513-534, ils.
- WHITE, C. A. (1887) — *Contribuição à Paleontologia do Brasil*, Arch. Mus. Nac., v. 7, pp. 1-273, 28 estps. (English and Portuguese).