

SÔBRE O FACIES DE EVAPORITOS DO CARBONÍFERO DA AMAZÔNIA*

Por

SETEMBRINO PETRI

Departamento de Geologia e Paleontologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
Univ. S. Paulo

ABSTRACT

A facies of evaporites from the Carboniferous of Amazonas Valley, Brazil, revealed by two deep wells drilled near the axis of the middle Amazonas river syncline, is described.

The author begins with a résumé of the Geology of the Amazonas basin and of the increase of our knowledge of this valley thanks to wells drilled by several Brazilian institutions.

The Carboniferous of this valley is then considered. This Carboniferous must be referred to the Middle Pennsylvanian on account of the fusulinids *Millerella* and *Fusulinella*. These fusulinids were found in the well called Nova Olinda, in the section of evaporites.

Clastics and limestones are found between beds of evaporites (anhydrite and salt) in the two wells examined.

RESUMO

Descreve-se, no presente trabalho, facies de evaporito do Carbonífero da Amazônia, revelado por duas sondagens profundas próximas ao eixo do sinclinal amazônico.

A espessura total dos pacotes de evaporitos, intercalados em outros sedimentos, é da ordem de algumas centenas de metros. Fósseis índices (*Fusulinella silvai* Petri,) encontrados em sedimentos intercalados em evaporitos, em uma das sondagens, permitem a datação da época de deposição dos evaporitos como sendo do Pensilvaniano.

INTRODUÇÃO

A Geologia da Amazônia foi estabelecida em suas bases por Hartt (1872, 1874, 1896, etc.) e Derby (1877, 1878, 1894) na segunda metade do século passado, e por Katzer (1903) no início do presente século.

A partir de 1915, graças à orientação econômica dada por Gonzaga de Campos ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, incrementou-se o estudo geológico da Amazônia, aparecendo então as sondagens aí realizadas

* Trabalho similar foi apresentado ao XX Congresso Internacional de Geologia realizado no México em setembro de 1956.

A região do Marajó é, estruturalmente, um graben, atingindo, os sedimentos, no centro da bacia, mais de 4.000 m. de espessura. A maior parte desses sedimentos é de idade cenozoica e os sedimentos mais antigos pertencem ao Mesozoico. Não se conhecem sedimentos do Paleozoico neste graben.

A bacia do Solimões não é bem conhecida geologicamente. A região é coberta por sedimentos continentais do Cenozoico, existindo, próximo às fronteiras com o Perú, notícias escassas de afloramentos com fósseis do Mesozoico e Paleozoico.

Na região do Médio e Baixo Amazonas a partir do rio, a sucessão das formações, tanto ao N como ao S, é a seguinte: Aluvião, Terciário (continental), Carbonífero (Marinho), Devoniano (Marinho), Siluriano (Marinho) e Cristalino, compreendendo formações pré-Silurianas e pré-Cambrianas.

Mendes (1957), p. 11) admite para a região do Médio e Baixo Amazonas, dois sistemas de falhas: SW — NE já assinalado por Dixon (Relatório do Conselho Nacional do Petróleo para 1950, p. 86) e NW — SE (aproximadamente coincidente com o sistema marajoara).

CARBONÍFERO DA AMAZÔNIA

Rochas do Carbonífero, conhecidas como série Itaituba, aparecem em afloramentos esporádicos às margens de diversos afluentes tanto do N como do S do rio Amazonas. O mergulho regional é para o rio Amazonas. De há muito são conhecidos braquiópodos, moluscos e outros fósseis nestas rochas, o que permitiu estabelecer a idade paleozóica superior para esses fósseis, sendo que a maioria dos pesquisadores favorecia idade uraliana. Contudo a descoberta de fusulinídeos pertencentes aos gêneros *Millerella* e *Fusulinella* (Petri 1952) permitiram localizar a série Itaituba no Pensilvaniano Médio (Moscoviano).

Diversas sondagens realizadas pelo antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, próximas à borda da bacia, localizaram outras áreas de ocorrência do Carbonífero. Essas sondagens permitiram estabelecer uma espessura máxima para o Carbonífero de cerca de 280 m. Nos afloramentos a rocha mais comum é o calcário, contudo, nas sondagens, arenitos e folhelhos são relativamente comuns. Arenitos e folhelhos também aparecem em afloramentos quando protegidos por calcário.

Com o início de sondagens profundas (1953), novos dados foram obtidos com relação ao Carbonífero.

SONDAGENS PROFUNDAS DO MÉDIO AMAZONAS

Com o resultado negativo das sondagens na bacia do Marajó, as vistas do Conselho Nacional do Petróleo se dirigiram para o Médio Amazonas onde

foram realizadas duas sondagens: Alter do Chão e Nova Olinda. A sondagem de Alter do Chão se localiza nas proximidades da cidade de Santarém a qual fica à margem direita do rio Tapajóz, próxima à sua foz no rio Amazonas e a sondagem de Nova Olinda se localiza à margem direita do rio Madeira, a cerca de 50 Km acima da foz no rio Amazonas. Estas sondagens são profundas e localizadas próximas ao eixo do sinclinal amazônico, enquanto as sondagens anteriores eram rasas e localizadas próximas à borda da bacia.

A sondagem de Alter do Chão tinha atingido, em Junho de 1955, a profundidade de 2760 m e a sondagem de Nova Olinda, 2744 m.

Os sedimentos mais profundos, encontrados em ambas as sondagens, até a data acima mencionada, são arenitos intercalados com folhelhos, os quais, possivelmente pertencem à base do Carbonífero ou ao tópo do Devoniano.

É muito provável que sedimentos marinhos do Devoniano e Siluriano, não atravessados pela sonda, existam por baixo do Carbonífero.

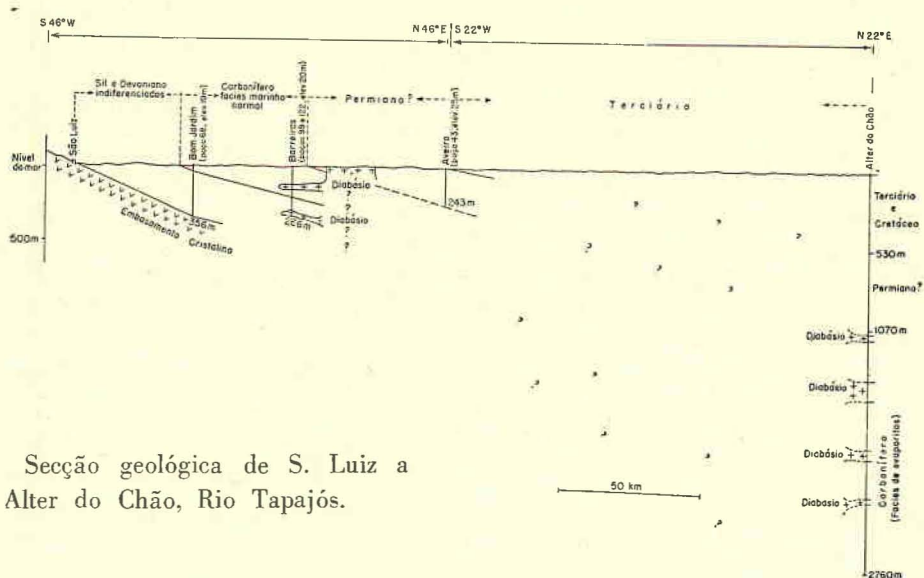
Estas sondagens trouxeram elementos novos à geologia amazônica as quais passaremos a expôr abaixo:

1) As sondagens revelaram grande espessura de sedimentos nas regiões próximas ao eixo do sinclinal amazônico, provavelmente ultrapassando 3.000 m.

2) A maior parte desse pacote sedimentar deve ser referido ao Paleozóico, sendo todo o Paleozóico de origem marinha. Os sedimentos referidos ao Carbonífero, possuem espessuras em torno de 1 500 m. em Nova Olinda e em torno de 1.300 m. em Alter do Chão. Não foram contados aqui os pacotes de diabásio intrusivos nestas rochas. Esta enorme espessura de sedimentos marinhos do Carbonífero é um fato novo para o Brasil.

3) Os evaporitos são as rochas predominantes do Carbonífero, aparecendo, não só em pacotes isolados, como misturados a outros sedimentos. Evaporitos com tal desenvolvimento eram desconhecidos no Carbonífero brasileiro antes dessas sondagens. Outras sondagens confirmaram a grande espessura desses sedimentos. Infelizmente os dados sobre essas sondagens permanecem inéditos.

4) Sedimentos mesozóicos (areias, siltes e argilas) foram verificados na sondagem de Nova Olinda possuindo a espessura de 410 m (170 m.-580m.). Esses sedimentos contém dentes de répteis considerados mesozóicos (provavelmente cretácicos) pelo paleontólogo Llewellyn Ivor Price (comunicação verbal); eles parecem ser de origem continental, assim como os sedimentos superiores considerados terciários.



Secção geológica de S. Luiz a
Alter do Chão, Rio Tapajós.

FÁCIES DE EVAPORITO DO CARBONÍFERO

Os evaporitos da sondagem de Nova Olinda aparecem, desde a profundidade de 770 m até a de 2420 m, intercalados com sedimentos clásticos e calcários. Êsses sedimentos possuem fósseis que permitem colocar o fácies de evaporitos dentro do Carbonífero (Pensilvaniano Médio). Fósseis índices só encontramos, contudo, no intervalo de 1360 m a 2600 m, os quais são constituídos de productídeos e outros braquiópodos, moluscos, crinóides e crustáceos branquiópodos, além do foraminífero *Tetrataxis*. Êsses fósseis poderiam indicar tanto a idade carbonífera como a permiana. Contudo encontramos a 2132 m., portanto, dentro da zona de evaporitos, os fusulinídeos *Millerella cf. marblensis* Thompson e *Fusulinella silvai* Petri os quais indicam idade pensilvaniana média. *Millerella cf. marblensis* Thompson também é encontrada a profundidade de 2166 m. Colocamos, portanto, todo o pacote com evaporitos, a partir da profundidade de 770 m, no Carbonífero, baseado na sua uniformidade litológica. Devido a essa uniformidade não cremos que haja hiato no meio desse pacote. Dessa maneira a parte superior poderia ser quando muito de idade pensilvaniana superior.

Situação idêntica ocorre na sondagem de Alter do Chão, apenas não foram encontrados os fusulinídeos característicos do Pensilvaniano médio, talvez por falta de pesquisa, tendo sido encontrados, por outro lado, os braquiópodos característicos e o foraminífero *Endothyra*.

Os evaporitos começam a aparecer, em Alter do Chão, desde a profundidade de 1160 m, também intercalados com clásticos e calcários, até a profundidade de 2700 m. Os fósseis (productídeos e outros braquiópodos, mo-

luscos e crustáceos branquiópodos) aparecem desde a profundidade de 2060 m. até a profundidade de 2455 m.

A relação clásticos: não clásticos ("clastic ratio") é muito baixa, isto devido à espessura de evaporitos. Esta relação é de 0.56 na sondagem de Nova Olinda, sendo aproximadamente a mesma na de Alter do Chão. Também nas sondagens antigas, localizadas próximas à borda da bacia amazônica, a relação clásticos — não clásticos é baixa, sendo, em duas destas, 0.25 e 1.2. Contudo os responsáveis por esses valores nas sondagens antigas são os calcários enquanto nas duas sondagens aqui tratadas os responsáveis são os evaporitos. Os calcários são pouco frequentes nas duas sondagens aqui consideradas aparecendo, de preferência, próximos à base do Carbonífero. Cremos que é mais elucidativo representarmos a relação não evaporitos: evaporitos em lugar do "clastic ratio". Essa relação na sondagem de Nova Olinda é de 1.1 e na sondagem de Alter do Chão é de 1.5. Essas relações se referem só aos sedimentos não tendo sido consideradas as intrusões de diabásio que cortam o pacote do Carbonífero.

Pequenas exposições de evaporitos já eram conhecidas no Carbonífero do Amazonas em afloramentos e nas sondagens antigas. O engenheiro Salustiano de Oliveira e Silva (comunicação verbal), encontrou em diversos afloramentos de calcário carbonífero do rio Tapajóz, pequenas lentes de anidrita. A sondagem de Campina, localizada à margem do rio Parauari, Estado do Amazonas, foi iniciada próximo ao contacto entre os afloramentos do Carbonífero e do Terciário. Após atravessar 13 m de Terciário, penetrou no Carbonífero tendo a sonda atravessado 280 m de sedimentos desta idade. Aparecem, nesta sondagem, a partir da profundidade de 145 m, diversas camadas de gipsita intercaladas em calcário. A primeira camada, que é a mais espessa, possui 7 m de espessura. Depois desta encontram-se outras pequenas intercalações de gipsita até a profundidade de 180 m. A sondagem de Barreira realizada à margem do rio Tapajóz (Sondagem n. 122) alcançou quatro camadas de gipsita intercaladas em calcário do Carbonífero, sendo a espessura máxima atingida 0.32 m. A respeito desta sondagem, Oliveira e Leonardos (1943 p. 351) citam um pacote de gipsita de 8 m. Obviamente houve engano devido a erro tipográfico no original (Guimarães 1936, p. 41).

Também no Pensilvaniano Médio do Peru, grupo Tarma, aparece um leito de gipsita localmente bastante espesso para ser explorado (Newell, Chronic e Roberts, 1953, p. 34).

A sondagem do Conselho Nacional do Petróleo localizada em Carolina, Estado do Maranhão, atravessou 7 m de argilito intercalado com anidrita (113 m a 120 m de profundidade) e 16 m de anidrita pura (97 m a 113 m). Êste pacote está intercalado em sedimentos considerados de idade permiana. É possível que a anidrita de Carolina possa ser correlacionada com parte dos evaporitos de Alter do Chão e Nova Olinda.

Estudando os biótopos do Carbonífero das sondagens aqui tratadas, principalmente a de Nova Olinda que é a mais conhecida paleontologicamente, verificamos o seguinte:

1) Biótopo caracterizado pela predominância de braquiópodos, aparecendo também briozoários, entroclas de crinóides e, em dois testemunhos, fusulinídeos.

2) Biótopo caracterizado pela grande abundância de crustáceos branquiópodos.

3) Biótopo caracterizado pela associação gastrópodos — foraminífero *Tetrataxis*.

4) Biótopo caracterizado pela abundância de pelecípodos.

O primeiro biótopo indica claramente ambiente marinho, se bem que os braquiópodos tendam para tamanho pequeno o que indicaria ambiente impróprio para êsses animais, talvez, salinidade um tanto acima da normal. Em certos pacotes, principalmente, quando aumenta a porcentagem de calcário, as rochas são densamente fossilíferas se bem que os fósseis estejam, em sua maioria, quebrados.

O segundo biótopo indicaria ambiente parálico devido ao aparecimento comum de crustáceos branquiópodos (Piveteau 1953, p. 264).

Nos outros dois biótopos o ambiente seria parálico ou de bacias fechadas.

Como êsses biótopos estão intercalados entre si e com depósitos salinos conclui-se que a região sofria oscilações periódicas variando o ambiente entre marinho normal e o de região costeira e formando, às vêzes, bacias isoladas de evaporação onde a salinidade tornava-se bem superior à normal de maneira a produzir os depósitos de evaporitos.

Os evaporitos são constituídos de salgema e anidrita. A espessura total de salgema atravessada pela sondagem de Nova Olinda, não incluindo pequenas lentes em outros sedimentos, é de cerca de 400 m. A camada mais espessa inicia-se a cerca de 840 m de profundidade alcançando quase 250 m de espessura contendo apenas pequenas intercalações de anidrita e folhelho.

As análises dos testemunhos não revelaram a presença de sais mais raros como os de potássio.

A espessura total de anidrita atravessada em Nova Olinda, não incluindo pequenas lentes em outros sedimentos, é de cerca de 320 m. Os pacotes mais espessos de anidrita estão localizados próximos à base da secção carbonífera enquanto os pacotes mais espessos de salgema estão localizados no topo da secção. O pacote mais espesso de anidrita localiza-se, no poço de Nova Olinda, entre as profundidades de 2180 m e 2.300 m, possuindo portanto, 120 m de espessura. Existe, contudo, 12 m de folhelho dentro dêste pacote.

Na sondagem de Alter do Chão temos situação semelhante. A espessura total de salgema atravessada é de cerca de 320 m. Também aqui a camada mais espessa de salgema está colocada no topo da secção carbonífera, tendo cerca de 260 m de espessura, contendo pequenas intercalações de anidrita.

A espessura total de anidrita atravessada em Alter do Chão, não incluindo pequenas lentes em outros sedimentos, é de cerca de 180 m. O pacote mais espesso de anidrita, localiza-se entre as profundidades de 1770 m e 1870 m tendo, portanto, 100 m de espessura.

Os evaporitos encontrados na base da secção Carbonífera, em ambos os poços, são constituídos somente de anidrita, aparecendo a salgema, nos 2/3 superiores da secção carbonífera.

Quase todos os sedimentos carboníferos dessas sondagens possuem forte gosto salino. Algumas argilas tornam-se mesmo em uma massa plástica disforme quando expostas à atmosfera, devido ao caráter higroscópico do sal contido nesses sedimentos.

O salgema quando puro é límpido e perfeitamente transparente. Frequentemente ele acha-se impregnado de impurezas tomando então as cores rósea ou escura, podendo se tornar translúcido. A anidrita possui a cor branca.

Tanto a sondagem de Nova Olinda como a de Alter do Chão são atravessadas por quatro pacotes de intrusivas básicas (diabásio). É interessante assinalar a preferência dessas intrusivas pelos evaporitos.

Como os diabásios da bacia sedimentar do Paraná no sul do país são de idade rética consideramos, embora precariamente, as intrusivas encontradas nessas sondagens, como da mesma idade.

A textura do diabásio proveniente da parte central da intrusão mais espessa da sondagem de Nova Olinda, é bem grosseira, tendo alguns cristais de plagioclásio mais de 2 mm de comprimento. Nos primeiros 11 m, esta intrusão, em contacto com os sedimentos, possui textura fina e apresenta fragmentos de silito envolvidos pelo diabásio. A textura dos outros pacotes de intrusivas de Nova Olinda, é fina.

A primeira intrusiva atravessada pela sonda em Nova Olinda tem 50 m de espessura (780 m - 830 m). O contacto inferior desta intrusiva se dá com anidrita e o superior com silito e anidrita. A anidrita no contacto aparece escura, dura, massiça e recristalizada. Não se nota alteração no silito.

A segunda intrusiva tem 30 m de espessura (1200 m - 1230 m). O contacto superior desta eruptiva se dá com anidrita e salgema. A anidrita aparece aí dura e compacta e o diabásio está sempre úmido e com gosto de sal, mostrando a sua impregnação. O contacto inferior não foi recuperado. No testemunho n.º 355 (1227 m - 1228m), aparece, metido no diabásio, uma brecha de arenito claro com massa fundamental de diabásio.

A terceira intrusiva tem 30 m de espessura (1300 m - 1330m). O contacto inferior do diabásio se dá com salgema. Este está todo fragmentado e injetado pelo diabásio. Aparecem também, misturados com o sal, fragmentos de anidrita. A anidrita que aparece logo abaixo do salgema está muito fraturada. O contacto superior se dá com anidrita e salgema. O diabásio está fraturado e atravessado por veios de salgema, anidrita e pirita.

A última intrusão é a mais espessa, tendo 110 m de espessura (1745 - 1855m).

É difícil observar contactos entre salgema e outros sedimentos, nas sondagens aqui consideradas, por 2 razões: 1) o contacto não é brusco mas o sal passa de limpo para impuro, impregnando os sedimentos adjacentes em uma larga faixa. 2) Êsses sedimentos, impregnados de sal, absorvem água e se desmancham, desaparecendo, por conseguinte, o contacto, na testemunhagem. O que foi possível observar, a êsse respeito, está relatado abaixo; tôdas as observações foram feitas na sondagem de Nova Olinda:

1) Contacto siltito — salgema. Profundidade 1249 m. O siltito mostra fraturas paralelas até 0,5 cm de largura, por onde penetrou o sal.

2) Zona próxima ao contacto siltito-salgema. Profundidade 1478 m. Êste testemunho é constituído de salgema. Nota-se no interior do salgema faixas de argila escura. Estas faixas não são planas mas sinuosas, às vêzes formando ângulos de mais de 45° com o eixo do testemunho; pequenas falhas cortam estas faixas; a espessura das mesmas também não é uniforme. Em uma delas foi medida a espessura máxima de 1,5 cm. e mínima de 0,5 cm.

3) Contacto salgema e anidrita com folhelho cinzento. Profundidade 1499 m. O salgema possui faixas de argila escura, iguais às descritas acima, e a anidrita está quebrada e cimentada por siltito.

4) Zona próxima ao contacto anidrita-folhelho cinzento. Profundidade 1582 m. O folhelho forma veios anastomosantes na anidrita.

5) Contacto anidrita-folhelho cinzento. Profundidade 1585 m. Em uma das amostras aparece, no interior do testemunho, salgema, em forma de uma barra, em contacto vertical com uma brecha de anidrita cimentada por siltito.

O estudo dêsses contactos de evaporitos com sedimentos clásticos sugere fenômenos de injeção de salgema nas rochas encaixantes, os quais, muitas vêzes, tiveram intensidade suficiente para fragmentá-las produzindo brechas. Aliás Landes (1951, p. 256) afirma que "salt flows so readily under pressure that it is unlikely that deeply buried sedimentary layers of salt have not suffered some contortion and distortion". A questão é de se saber se êsses fenômenos de injeção, aqui descritos, produziram estruturas ou foram apenas fenômenos locais. Esta questão só pode ser resolvida com outras sondagens na área em aprêço.

O problema da possibilidade de aproveitamento do sal encontrado nas sondagens de Nova Olinda e Alter do Chão ainda não pode ser considerado.

COMPARAÇÃO ENTRE AS SONDAGENS DE NOVA OLINDA E ALTER DO CHÃO

Comparando os perfis lito-paleontológicos dos poços de Nova Olinda e Alter do Chão, notamos notável paralelismo entre os dois poços, sugerindo uniformidade de condições e de eventos geológicos apesar dos poços estarem separados por uma distância de cerca de 500 km.

Os pontos de semelhança entre os dois poços são os seguintes:

1) Sedimentos mal consolidados no topo das secções, possuindo 530 m de espessura em Nova Olinda e 530 m em Alter do Chão. Faltam dados sobre a idade desse pacote em Alter do Chão, devido à ausência de fósseis. Em Nova Olinda, os primeiros 170 m contêm dentes e fragmentos de peixes, os quais não são decisivos para a determinação da idade. Eles são considerados, duvidosamente, como Terciários. Foram encontrados dentes de répteis em testemunhos inferiores à profundidade de 170 m, os quais, na opinião do paleontólogo Llewellyn I. Price, são de idade mesozóica, muito possivelmente cretácica.

2) Abaixo dos sedimentos mal consolidados, aparece um pacote de sedimentos constituídos predominantemente de siltito, com cerca de 190 m de espessura em Nova Olinda e cerca de 540 m em Alter do Chão.

Em Nova Olinda foram achadas escamas de peixe, as quais talvez pertençam a paleoniscídeos e, ostrácodos. As escamas são relativamente grandes (4 mm ou mais de diâmetro), romboidais e brilhantes. Não são, contudo, tão espessas como as características dos paleoniscídeos. Os ostrácodos são do tipo generalizado de ciprídeos com concha lisa e charneira curva. Esses sedimentos foram colocados duvidosamente no Permiano, apenas como hipótese de trabalho, uma vez que os fósseis não permitem fixar a idade com segurança.

3) A secção carbonífera em ambos os poços é muito semelhante, apenas deslocada para profundidade maior em Alter do Chão. Assim os depósitos de evaporitos começam a aparecer a profundidade de 770 m em Nova Olinda e 1070 m em Alter do Chão. Em ambos os poços há quatro intrusões de diabásio que penetraram no pacote contendo os evaporitos, não aparecendo diabásio fora deste pacote. A primeira intrusão aparece próximo ao topo, a 780 m de profundidade em Nova Olinda e 1090 m em Alter do Chão. A segunda aparece a 1200 m em Nova Olinda e 1420 m em Alter do Chão. A terceira a 1300 m em Nova Olinda e 1900 m em Alter do Chão e a quarta a 1750 m em Nova Olinda e 2210 m em Alter do Chão. Essas intrusivas perfazem uma espessura total de cerca de 220 m em Nova Olinda e 315m em Alter do Chão. A maior espessura de intrusivas atravessadas na sondagem de Nova Olinda é de cerca de 110 m e na sondagem de Alter do Chão, cerca de 145 m.

O pacote mais espesso de salgema está localizado próximo ao topo em ambos os poços (250 m de espessura em Nova Olinda, 260 m em Alter do

Chão), iniciando-se a 830 m em Nova Olinda e 1160 m em Alter do Chão. O pacote mais espesso de anidrita possui também valores semelhantes em ambos os poços (120 m em Nova Olinda, 100 m em Alter do Chão).

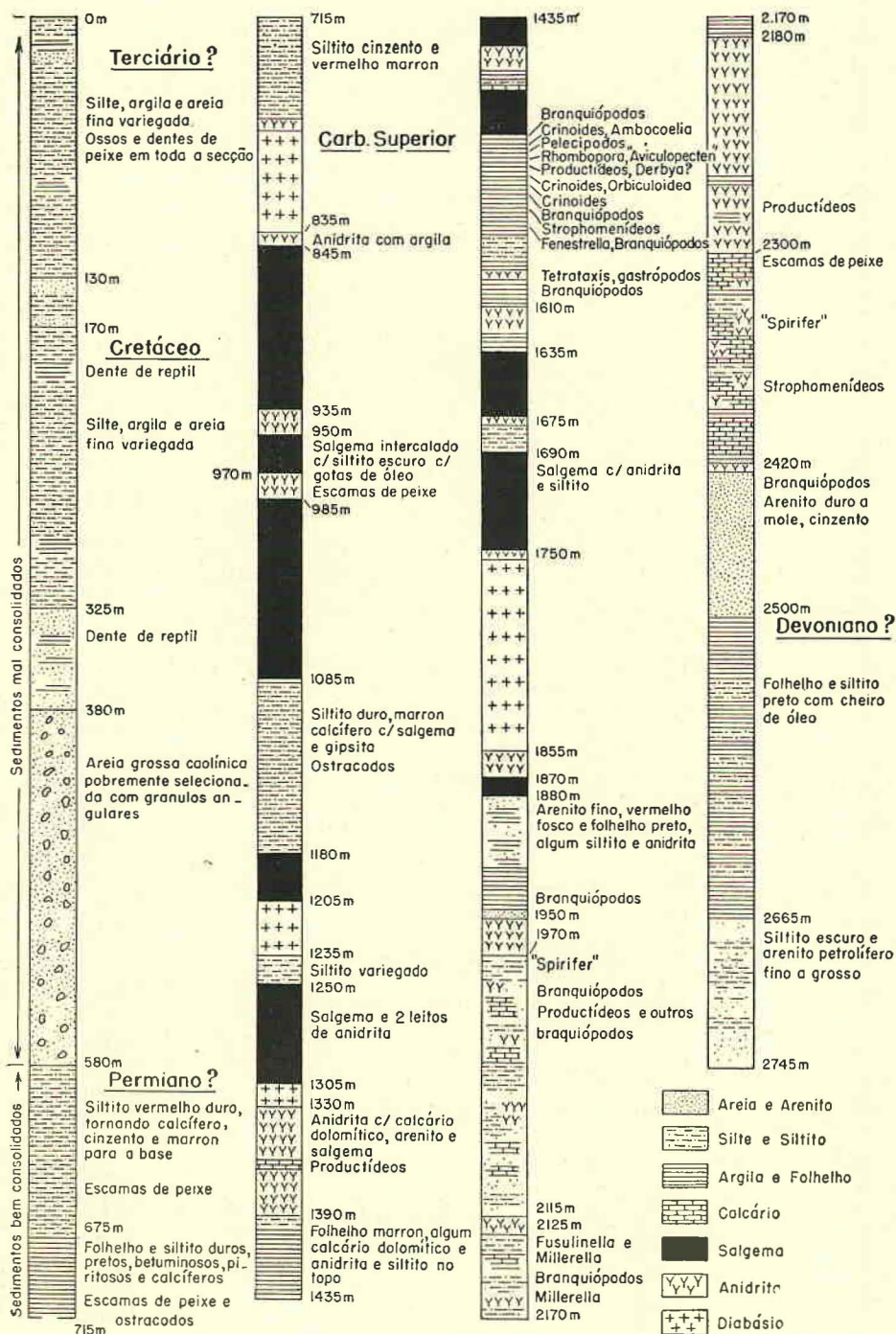
Em ambos os poços a porcentagem de calcário é maior na base, passando depois a predominar anidrita e finalmente salgema. As relações clásticas - não clásticas e não evaporitos-evaporitos são idênticas nos dois poços.

Os sedimentos mais profundos em ambas as sondagens são constituídos de arenito.

BIBLIOGRAFIA

- DERBY, O. A. (1877) — *Contribuição para a geologia do Baixo Amazonas*: Mus. Nac., Arch. v. II, p. 77-104, Rio de Janeiro.
- (1878) — *A contribution to the Geology of the Lower Amazonas*: Amer. Phil. Soc. Proc., v. XVIII, p. 157-178, Philadelphia.
- (1894) — *The Amazonian Upper Carboniferous fauna*: J. Geol. v. II, n. 5, p. 480-501, Chicago.
- GUIMARÃES, D. (1936) — *Serviço de Fomento da Produção Mineral*: Relatório da Diretoria para 1933-1934, Bol. 14, p. 38-41, Rio de Janeiro.
- HARTT, C. F. (1872) — *Recent explorations in the valley of the Amazonas*: with map— Amer. Geogr. Soc., Transactions, v. III, p. 231-252, Albany, N. Y.
- (1874) — *Contributions to the Geology and physical Geography of the Lower Amazonas*: Buffalo Soc. Nat. Sci., Bull. v. 1, p. 201-235, Buffalo.
- (1896) — *A Geologia do Pará*: Bol. Mus. Paraense, t. I, p. 257-273, Belém, Pará.
- KATZER, F. (1903) — *Grundzüge der Geologie des unteren Amazonas Gebietes (des Staates Pará in Brasilien)*: 296 p., illus. 1, map. geol., Leipzig.
- LANDES, K. K. (1951) — *Petroleum Geology*: John Willey and Sons, Inc., p. 256, New York.
- MENDES, J. C. (1957) — *Nota sobre a bacia sedimentar amazônica*: Bol. Paulista de Geografia n. 26, p. 3-37, S. Paulo.
- MOURA, P. (1932) — *Reconhecimentos geológicos no vale do Tapajós*: Serviço Geológico e Mineralógico, Bol. 67, 53 p., Rio de Janeiro.
- NEWELL, N. P., CHRONIC J. e ROBERTS, T. G. (1953) — *Upper Paleozoic of Peru*: Geol. Soc. Am., Mem. 58, p. 34, Baltimore.
- ODDONE, D. S. (1953) — *Oil prospects in the Amazon Region*: XIX Congr. Geol. Intern., Sect. XIV, Fasc. XVI, p. 247-271, Alger.
- OLIVEIRA, E. P. (1940) — *História da pesquisa do Petróleo no Brasil*: Min. Agr. Serv. Publ. 208 p., Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, A. I. e LEONARDOS, O. H. (1943) — *Geologia do Brasil*, 2.a ed., Serviço de informação agrícola, Rio de Janeiro.
- PETRI, S. (1952) — *Fusulinidae do Carbonífero do rio Tapajós, Estado do Pará*: Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 1, n.º 1, p. 30-43, 2 t., São Paulo.
- PIVETEAU, J. (1953) — *Traité de Paléontologie Tome III*: Masson et Cie., Ed., p. 264 Paris.

Nova Olinda, Sondagem I



Alter do Chão — Sondagem I

